

Міністерство освіти та науки України

---

---

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ РЕЄСТРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
ВІЙСЬКОВА АКАДЕМІЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ АЗЕРБАЙДЖАНСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ**

---

---

Друга міжнародна  
науково-технічна конференція



## **«КОМП'ЮТЕРНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

*18 – 19 квітня 2018 року*

**«COMPUTER AND INFORMATIONAL SYSTEMS  
AND TECHNOLOGIES»**

*April 18 – 19, 2018*

**Харків 2018**

Друга міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні та інформаційні системи і технології». Збірка наукових праць. Харків: ХНУРЕ. 2018. – 154 с.

Видання підготовлено  
кафедрою електронних обчислювальних машин  
Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ)



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

61166, Україна,  
м. Харків, просп. Науки, 14.  
тел: +38 (057) 702-13-54  
E-mail: info@csitic.com.

© Харківський національний  
університет  
радіоелектроніки (ХНУРЕ),  
2018

---

## СПІВГОЛОВИ ПРОГРАМНОГО КОМІТЕТУ

---

ДОДОНОВ Олександр Георгійович	д.т.н., проф., Інститут проблем реєстрації інформації НАН України, ( <i>м. Київ, Україна</i> )
ФЕДАСЮК Дмитро Сергійович	д.т.н., проф., Національний університет "Львівська політехніка" ( <i>м. Львів, Україна</i> )
КОРЧЕНКО Олександр Григорович	д.т.н., проф., Національний авіаційний університет ( <i>м. Київ, Україна</i> )
РУБАН Ігор Вікторович	д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки ( <i>м. Харків, Україна</i> )
БАЙРАМОВ Азад Агалар огли	д.ф.-м.н., проф., Військова академія Збройних сил Азербайджанської республіки ( <i>м. Баку, Азербайджан</i> )
КАРПІНСЬКІ Миколай	д.т.н., проф., Університет Бельсько-Бяла ( <i>м. Бельсько-Бяла, Польща</i> )
ЛЕВАШЕНКО Віталій	к.т.н., проф., Університет міста Жиліна ( <i>м. Жиліна, Словаччина</i> )

---

## ЧЛЕНИ ПРОГРАМНОГО КОМІТЕТУ

---

АХМЕТОВ Бахиджан Сражатдінович	д.т.н., проф., Інститут інформаційних та телекомунікаційних технологій Казахського національного технічного університету ім. К.І. Сатпаєва ( <i>м. Алмати, Казахстан</i> )
БАРАБАШ Олег Володимирович	д.т.н., проф., Державний університет телекомунікацій ( <i>м. Київ, Україна</i> )
ГАШИМОВ Ельшан Гіяс огли	к.т.н., Військова академія Збройних сил Азербайджанської республіки ( <i>м. Баку, Азербайджан</i> )
КОЧУРКО Павло Анатолійович	к.т.н., доц., Брестський державний технічний університет ( <i>м. Брест, Білорусь</i> )
КУЧУК Георгій Анатолійович	д.т.н., проф., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» ( <i>м. Харків, Україна</i> )
ЛЕВЧУК Віктор Дмитрович	к.т.н., доц., Гомельський державний університет імені Франциска Скорини ( <i>м. Гомель, Білорусь</i> )
ЛЕВИКІН Віктор Макарович	д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки ( <i>м. Харків, Україна</i> )
МІХАЛЬ Олег Пилипович	д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки ( <i>м. Харків, Україна</i> )
ПРИХОДЬКО Сергій Іванович	д.т.н., проф., Український державний університет залізничного транспорту ( <i>м. Харків, Україна</i> )
РУДЕНКО Олег Григорійович	д.т.н., проф., Харківський національний економічний університет імені Саймона Кузнеця ( <i>м. Харків, Україна</i> )
СЕМЕНОВ Сергій Геннадійович	д.т.н., с.н.с., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» ( <i>м. Харків, Україна</i> )
ФЕДОРОВИЧ Олег Євгенович	д.т.н., проф., Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» ( <i>м. Харків, Україна</i> )
ХАРЧЕНКО В'ячеслав Сергійович	д.т.н., проф., Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» ( <i>м. Харків, Україна</i> )
ЧУМАЧЕНКО Ігор Володимирович	д.т.н., проф., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова ( <i>м. Харків, Україна</i> )
ЦИМБАЛ Олександр Михайлович	д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки ( <i>м. Харків, Україна</i> )
ШМАТКОВ Сергій Іванович	д.т.н., проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна ( <i>м. Харків, Україна</i> )
ЗАЙЦЕВА Єлена	д.т.н., проф., Університет міста Жиліна ( <i>м. Жиліна, Словаччина</i> )
ФІЛАТОВ Валентин Олександрович	д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки ( <i>м. Харків, Україна</i> )

---

---

## ГОЛОВА ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ

---

КОВАЛЕНКО Андрій Анатолійович	к.т.н, доц., Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків, Україна)
----------------------------------	--

---

## ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ

---

КУДРЯВЦЕВА Марина Сергіївна	к.т.н, Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків, Україна)
ЛЯШЕНКО Олексій Сергійович	к.т.н, Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків, Україна)
МОВСЕСЯН Яна Самвелівна	к.т.н, Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків, Україна)
МАРТОВИЦЬКИЙ Віталій Олександрович	Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків, Україна)
ПЕТРОВ Костянтин Едуардович	д.т.н, Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків, Україна)
РОСІНСЬКИЙ Дмитро Миколайович	Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків, Україна)
ТКАЧОВ Віталій Миколайович	к.т.н, Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків, Україна)

**РОЗРОБКА І ФУНКЦІОНУВАННЯ  
КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

# Темпоральная модель адаптации интегрированной информационной системы путем реконфигурации логической структуры

Лебедев Олег Григорьевич<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиотехники,  
пр. Науки 14, Харьков, UA-61166, Украина,  
oleh.lebediev@nure.ua

Ткачев Виталий Николаевич<sup>2</sup>,

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет радиотехники,  
пр. Науки 14, Харьков, UA-61166, Украина,  
vitalii.tkachov@nure.ua

Токарев Владимир Владимирович<sup>3</sup>,

<sup>3</sup>Харьковский национальный университет радиотехники,  
пр. Науки 14, Харьков, UA-61166, Украина,  
volodymyr.tokariiev@nure.ua

Чурюмов Геннадий Иванович<sup>4</sup>

<sup>4</sup>Харьковский национальный университет радиотехники,  
пр. Науки 14, Харьков, UA-61166, Украина,  
gennadiy.churyumov@nure.ua

**Аннотация.** *The paper considers the conditions and factors that determine the development of modern information systems. The existing methodological support for the reconfiguration of the logical structure of the integrated information system has been analyzed. The directions for improving the methodological support for the reconfiguration of integrated information systems are justified.*

**Ключевые слова:** *integrated information system, reconfiguration, logical structure, model, reconfiguration methods, comparative evaluation, information technology.*

недостаточной [3]. Для обеспечения этих потребностей и достижения новых целей может потребоваться добавление новых компонентов в информационные системы. Ключевым фактором развития информационных систем становится гибкая инфраструктура. В настоящее время нужны инфраструктуры и системы, которые отвечают множеству предметно-ориентированным требованиям. Традиционная статическая инфраструктура, не отвечает одновременно множеству требований стоимости, качеству услуг, гибкости и других требований, необходимых для реконфигурации [5].

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Современный этап развития информационных систем предполагает их интеграцию, глобализацию, динамический характер поведения, а также реализацию технологий виртуализации. Развитие информационных технологий породило новое понятие – интегрированная информационная система (ИИС). Основными направлениями исследований в интегрированных информационных системах являются: вопросы анализа, проектирования, динамики функционирования и оптимизации. Существует достаточно большое количество нерешённых задач, в виду того, что область интегрированных информационных систем объединяет в себе такие области, как автоматизированные системы, распределённые вычисления, системы связи, технологии виртуализации и т.д. [1, 2, 4], возникают новые задачи, и даже уже решённые задачи требуют новых решений. Отмеченное выше позволяет сформулировать научную задачу, заключающуюся в разработке на основе анализа существующих решений и существующего методического обеспечения моделей реконфигурации логической структуры ИИС, методик реконфигурации логической структуры ИИС и способов реконфигурации и сравнительной оценки логических структур ИИС.

## II. ФАКТОРЫ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Информационные системы постоянно увеличиваются в размерах, становятся все более сложными в управлении. Со временем цели, методы решаемых задач и сами задачи информационных систем (ИС) могут меняться, появляются новые потребности. В новых условиях эффективность функционирования информационной системы может оказаться

## III. РЕКОНФИГУРАЦИЯ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Алгоритм реконфигурации интегрированной информационной системы как динамической системы, рассматривают как процедуру синтеза в каждый момент времени состояния интегрированной информационной системы с учётом ее поведения в предыдущие моменты времени. Решение о смене состояния принимает по результатам наблюдения за интегрированной информационной системой подсистема управления, которая может принять любое из альтернативных управляющих воздействий. Внешние воздействия, приводящие к изменению состояния интегрированной информационной системы, целесообразно рассматривать как акты управления. Цели сохранения (стабилизации) режимов связаны с сохранением или поддержанием ресурсов, или состояний систем, характеризующихся устойчивостью своего состояния. Для множества контролируемых параметров определяют верхние или нижние граничные значения, а в случае выхода значения параметра из этих границ, определяют управляющее воздействие, устраняющее (минимизирующее) отклонение.

Таким образом, для общего случая целью изменения структуры интегрированной информационной системы является достижение новых (изменившихся) целей внешней системы управления, преодоление появившихся в следствие внутренних факторов новых ограничений, а также нейтрализация деструктивных воздействий на интегрированную информационную систему со стороны системы внешней среды [4]. Система внешней среды образует случайные и взаимодействующие, в частности противодействующие,

воздействия. Структурная схема постановки задачи моделирования реконфигурации логической структуры, представлена на рис. 1.



Рисунок 1. Структурная схема постановки задачи моделирования реконфигурации интегрированной информационной системы

Длительность интервала воздействия на интегрированную информационную систему зависит от класса и интенсивности внешнего воздействия, а также от устойчивости узла интегрированной информационной системы к данному классу воздействия. ГОСТ 26883-86 делит все внешние воздействующие факторы (ВВФ) на следующие классы: механические, климатические, биологические, радиационные, электромагнитные, специальных сред, термические.

Если в результате сосредоточения ресурса подавления на ключевой элемент инфраструктуры узел интегрированной информационной системы выводится из строя, то таким образом нарушается функционирование и дезорганизуется процесс управления. Нейтрализация деструктивных воздействий может осуществляться блокированием попыток подавления узлов интегрированной информационной системы и реконфигурацией структуры интегрированной информационной системы. С точки зрения формализации модели, в совокупности векторов, представляющих состояния модели, принято предъявлять требования полноты и минимальной сложности. Минимальную сложность обеспечивают минимизацией числа компонент вектора состояния на основе группирования компонент с общими характеристиками и осуществления таким образом декомпозиции решаемой задачи. Требования полноты указывают на необходимость включения в совокупность компонент вектора состояния величин:

- для управления которыми предназначена модель;
- от которых непосредственно зависят анализируемые показатели эффективности;
- наблюдение за которыми целесообразно учитывать при выработке решения на управление состояниями.

Для постановки задачи моделирования реконфигурации интегрированной информационной системы необходимы задание вектора анализируемых показателей эффективности (критериальной базы) и функционалов, определяющих поведение моделируемого объекта при известном начальном его состоянии, и интерпретация характеристик и параметров функционалов величинами, характеризующими реальную интегрированную информационную систему.

Исследование модели позволит обосновать выбор управляющих воздействий в соответствии с критериальной базой принятия решений. Для построения модели процесса функционирования интегрированной информационной системы с изменяемыми логическими структурами необходимо конкретизировать характеристики информационной инфраструктуры интегрированной информационной системы, управление которыми будет непосредственно описываться моделью. При этом реконфигурация интегрированной информационной системы и ее элементов заключается в осуществлении воздействия служб управления на элементы интегрированной информационной системы с целью повышения эффективности и обеспечения живучести функционирования в условиях противодействия внешним воздействиям.

#### IV. ВЫВОДЫ

В работе рассмотрены условия и факторы, определяющие развитие современных информационных систем. Проведён анализ существующего методического обеспечения для реконфигурации логической структуры интегрированной информационной системы, обоснованы актуальные научно-теоретические направления по совершенствованию методического обеспечения реконфигурации интегрированных информационных систем, а именно: разработка модели реконфигурации логической структуры интегрированной информационной системы, с учётом её динамического характера и адаптивного поведения.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Спосіб передачі цифрових даних мультикоптерною системою між сегментами розподіленої сенсорної мережі та базовою станцією [Текст] : пат. 118921 Україна: МПК 2017.01, H04W 64/00, H04W 84/18 (2009.01), G06F 17/40 (2006.01) / Ткачов В.М., Токарев В.В., заявник та патентовласник Харківський національний університет радіоелектроніки. – у 2017 04085; заяв. 24.04.2017; опубл. 28.08.2017, бюл. № 16. – 2017. – 5 с.
- [2] Токарев В.В. Мобильная подсистема «Мультикоптер-сенсорная сеть» в компьютерной системе хранения BIG DATA / В.О. Радченко, Д.А. Руденко, В.Н. Ткачев, В.В. Токарев // Системи управління, навігації та зв'язку - 2017. - №4 (44). – С.102-105.
- [3] Токарев В.В. Функциональная стойкость универсальной мобильной реконфигурируемой системы при воздействии электромагнитного излучения высокой мощности // И.В. Рубан, Г.И. Чурюмов, В.В. Токарев, В.Н. Ткачев // Информационные технологии и безопасность: материалы докладов XVII Международной научно-практической конференции, 30 ноября 2017г. - Киев, Украина. - С.205 - 210.
- [4] Створення науково-методичних основ забезпечення живучості мережевих систем обміну інформацією в умовах зовнішнього впливу потужного НВЧ випромінювання // Г.И. Чурюмов, В.В. Токарев, И.В. Рубан, В.Н. Ткачев и др. // Звіт про науково-дослідну роботу за договором від 20.09.2017 р. № Ф76/109-2017 (заключний). № держреєстрації 0117U003916. ХНУРЕ. - 116с.
- [5] Токарев В.В. Проблема передачі даних типу BIG DATA у мобільній системі «Мультикоптер - сенсорна мережа» / В.М. Ткачов, В.В. Токарев, В.О. Радченко, В.О. Лебедев // Системи управління, навігації та зв'язку - 2017. - №2(42). – С.154-157.

# Реализация аппаратного комплекса повышения урожайности сельско-хозяйственных культур

Лучко Артем Павлович<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, UA-61166, Украина,  
artem.luchko@nure.ua

Барковская Олеся Юрьевна<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, UA-61166, Украина,  
olesia.barkovska@nure.ua

**Аннотация.** Представленная работа посвящена разработке аппаратной части системы повышения урожайности сельско-хозяйственных культур, которая состоит из модулей считывающих датчиков, контроллерной платы Arduino, принимающей и обрабатывающей информацию с датчиков. Обработанная информация передается на сервер, реализованный на одноплатном компьютере Raspberry Pi под управлением ОС Linux. Разработанный аппаратный комплекс поддерживает программный сервис, который предназначен для автоматизации полива растений, а также определения времени высадки семян и сбора урожая на основе спрогнозированных заморозков.

**Ключевые слова:** датчики, контроллерная плата, сервер, одноплатный компьютер, аппаратный комплекс.

## I. ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задачи автоматизации сельско-хозяйственных работ на аграрных предприятиях являются актуальными и интересными на сегодняшний день, поскольку требуют значительных ресурсов, а также поиска дополнительного персонала. Примерами таких задач являются наблюдение за растениями, определение времени посадки, прогнозирование заморозков и своевременный полив.

Во время исследования предметной области было установлено, что большинство систем ориентированы для больших аграрно-промышленных участков, которые являются сложными в освоении и имеют широкий функционал, в большинстве которых не нуждаются малые предприятия. Следовательно, такие системы не подходят для использования на малых аграрных участках.

Вышесказанное обосновывает актуальность создания программно-аппаратного комплекса повышения урожайности сельско-хозяйственных культур для малых земельных участков, которым предоставлено недостаточно внимания.

Целью работы является разработка аппаратной части системы для повышения урожайности сельско-хозяйственных культур (СПУСК) малых участков за счет программных и аппаратных модулей комплекса, которые:

- определяют время высадки семян в почву с учетом возможных заморозков, температуры и влажности грунта, температуры, влажности и давления воздуха, а также данных лунного календаря;
- определяют время сбора урожая с учетом таких факторов, как возможные заморозки, температура и влажность грунта, температура, влажность и давление воздуха;
- поддерживают уровень влажности почвы и своевременное внесение комплекса удобрений.

Задача направлена на упрощение ведения сельскохозяйственных работ, что значительно освобождает время пользователю системы и делает предложенную работу актуальной.

## II. РЕШЕНИЕ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

Для решения проблемы была реализована стендовая аппаратная модель, которая разделена на четыре логические подсистемы (рис.1): метеостанция, мониторинга состояния почвы, контроля влажности почвы и подсистемы обработки и предоставления данных. Каждая из перечисленных подсистем отвечает за выполнение определенной задачи.

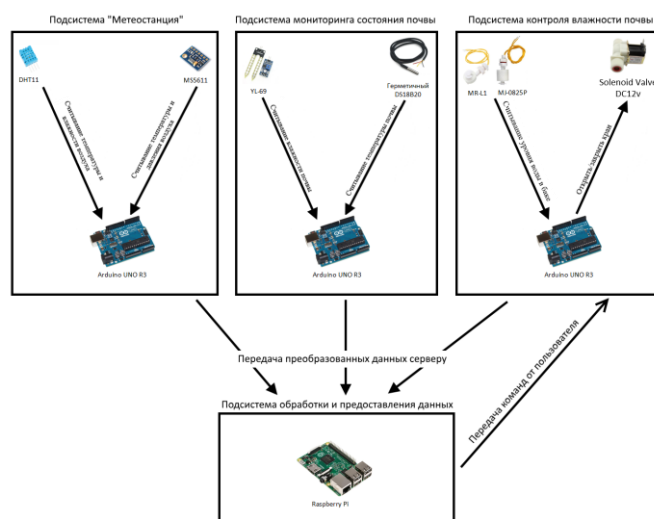


Рисунок 1. Визуальная модель системы СПУСК

Первая подсистема, именуемая метеостанцией, выполняет задачу считывания данных погодных условий, таких как температура, влажность и давление воздуха. Данная подсистема состоит из двух датчиков: DHT11 и MS5611. Модуль DHT11 является датчиком температуры и влажности воздуха, который имеет следующие параметры:

- определение влажности 20-95% с 5% точностью;
- определение температуры от 0 °C до +50 °C с точностью до 2 °C;
- частота опроса не более 1 Гц (не более раза в 1 сек).

Модуль MS5611 является датчиком температуры и давления воздуха. Имеет следующие ключевые параметры:

- измерение давления в диапазоне от 10 до 1200 гПа;
- скорость измерения от 1 до 9 мс.

Подсистема мониторинга состояния почвы выполняет задачу считывания температуры и влажности почвы. Данная подсистема состоит из двух датчиков: YL-69 и герметичным DS18B20. Модуль YL-69 является датчиком влажности почвы, который имеет следующие параметры:

- имеет отдельный чувствительный элемент и настройку чувствительности;



– собран на микросхеме LM393.

Второй модуль DS18B20 является датчиком температуры, который имеет следующие параметры:

- диапазон измеряемых температур: от  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- точность измерения  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (в диапазоне от  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Подсистема контроля влажности почвы выполняет задачу считывания уровня воды в баке и открытие/закрытие крана. В отличие от предыдущих двух подсистем, данная подсистема принимает команды пользователя с сервера и обрабатывает их. Подсистема состоит из датчиков MR-L1 и MJ-0825P, а также электромагнитного клапана Solenoid Valve DC12v. Модули MR-L1 и MJ-0825P являются поплавковыми датчиками уровня жидкости, которые имеют следующие параметры:

- рабочая температура составляет от  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- материал корпуса – полипропилен;
- конструкция MR-L1 является боковой, а MJ-0825P – для вертикального монтажа.

Соленоидный клапан Solenoid Valve DC12v имеет следующие параметры:

- номинальное напряжение питания 12 В;
- рабочая температура жидкости от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- пластиковый материал корпуса.

Описанные подсистемы реализованы на контроллерной плате Arduino [1-2], которая считывает данные с датчиков, обрабатывает и передает преобразованные данные на сервер. В качестве стендового прототипа была выбрана плата Arduino Uno R3.

Подсистема обработки и предоставления данных выполняет задачу получения данных с предыдущих подсистем, их дальнейшую обработку, анализ и предоставление данных пользователю через веб-интерфейс. Сервер реализован на одноплатном компьютере Raspberry Pi [3] под управлением операционной системы GNU/Linux [4-5]. Данный сервер делится на два вида: локальный и веб-сервер. Локальный сервер анализирует и обрабатывает принятые данные. Обработанные данные хранятся в базе данных, откуда веб-сервер берет информацию для отображения готовых результатов конечному пользователю. В качестве веб-сервера используется стек LAMP для отображения веб-интерфейса.

Электрическая схема подсистемы «Метеостанция» (рис.2) показывает, что датчик DHT11 подключен к цифровому входу Arduino, а MS5611 подключен к аналоговым входам. Работа подсистемы заключается в выполнении следующих действий:

- считывание температуры воздуха с помощью датчиков DHT11 и MS5611;
- считывание влажности воздуха с помощью датчика DHT11;
- считывание давления воздуха с помощью датчика MS5611;
- обработка данных и передача данных на сервер на основе контроллерной платы Arduino UNO.

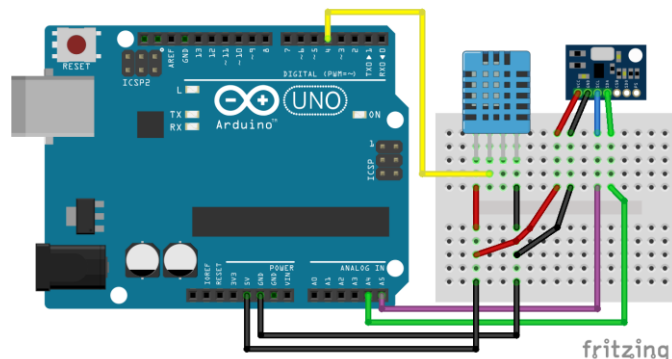


Рисунок 2. Электрическая схема подключения датчиков для подсистемы «Метеостанция»

Электрическая схема подсистемы мониторинга состояния почвы (рис.3) показывает, что датчик DS18B20 подключен к цифровому входу Arduino, а модуль YL-69 подключен к аналоговому входу. Также есть возможность настроить чувствительность модуля YL-69. Работа подсистемы заключается в выполнении следующих действий:

- считывание температуры почвы с помощью герметичного датчика DS18B20;
- считывание влажности почвы с помощью модульного датчика YL-69. Также вручную корректируется чувствительность датчика;
- обработка данных и передача данных на сервер на основе контроллерной платы Arduino UNO.

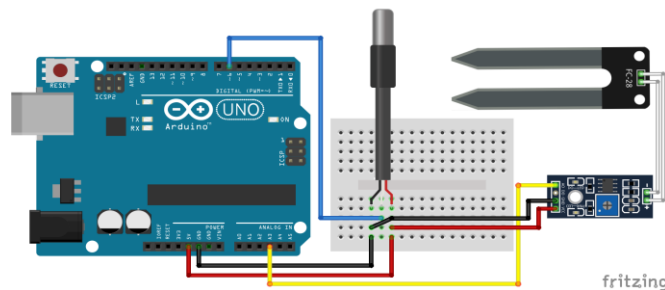


Рисунок 3. Электрическая схема подключения датчиков для подсистемы мониторинга состояния почвы

### III. ВЫВОДЫ

В результате выполнения работы, была разработана аппаратная часть комплекса СПУСК для малых участков за счет подсистем комплекса, предназначенных для сбора и анализа данных о погодных условиях и состоянии почвы.

Среди перспектив развития данного проекта будет рассматриваться программная реализация подсистемы контроля влажности почвы, анализ методов обработки считанной информации и решение проблемы передачи данных к подсистеме обработки и предоставления данных.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Виктор Петин, “Проекты с использованием контроллера Arduino”, БХВ-Петербург, 2015, 448 с.
- [2] Simon Monk, “Programming Arduino Getting Started with Sketches”, McGraw-Hill Education TAB, 2011, 176 pp.
- [3] Simon Monk, “Raspberry Pi Cookbook: Software and Hardware Problems and Solutions”, O’Reilly Media, 2014, 412pp.
- [4] Sam Alapati, “Modern Linux Administration. How to Become a Cutting-Edge Linux Administrator”, O’Reilly Media, 2016, 500pp.
- [5] William E. Shotts Jr., “The Linux Command Line
- [6] : A Complete Introduction”, No Starch Press, 1nd ed., 2012, 480pp.

# Настройка Ваг Зв'язків в Мережах OSPF

Маймескул Валентин Володимирович<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки 14, Харків, 61166, Україна,  
valenty.n.maimeskul@nure.ua

Партика Станіслав Олександрович<sup>2</sup>,

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки 14, Харків, 61166, Україна,  
stanislav.partyka@nure.ua

Завизіступ Юрій Юрійович<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки 14, Харків, 61166, Україна, zaviz\_y@mail.ru

**Анотація.** Розглядається маршрутизація в комп'ютерній мережі на основі протоколу OSPF. Визначається вплив числа змін ваг ребер графа мережі на її на продуктивність. Розглядається метод знаходження таких наборів ваг ребер для різних моделей трафіку, зміна яких потребує мінімального числа змін в таблицях маршрутизації.

**Ключові слова:** OSPF, зв'язок, вага, маршрутизатор, алгоритм, навантаження, трафік, пропускна здатність.

## I. ВСТУП І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Протокол динамічної маршрутизації OSPF призначений для обміну інформацією в межах певного домену мережі і відноситься до протоколів внутрішнього шлюзу. Логіка роботи OSPF ґрунтується на відстеженні стану каналів зв'язку, знаходженні найкоротшого шляху до мережі призначення за допомогою алгоритму Дейкстри, і побудові таблиць маршрутизації на основі цієї інформації. За замовчуванням ваги ребер графа мережі задаються обернено пропорційними до пропускної здатності каналу, але можуть бути змінені для забезпечення необхідних вимог і характеристик мережі. Розглядається можливість уникнути перевантаження ліній зв'язку, при мінімальній кількості зміні ваг, що дозволить знизити втрати пакетів і навантаження на маршрутизатори.

## II. РІШЕННЯ І РЕЗУЛЬТАТИ

Зміна стану мережі та інтенсивності переданого трафіку, призводить до корегування ваг ребер графа мережі, і обміну службовими пакетами між усіма маршрутизаторами, що знижує корисну пропускну здатність. Разом з тим виникають ситуації, коли визначені найкоротші маршрути для декількох маршрутизаторів призводять до перевантаженості лінії зв'язку і без зміни ваг не обійтись [1].

На малюнку 1(а) показана модель мережі з рівними вагами зв'язків, коли найкоротший шлях до X для пристроїв A, B, і C проходить через E, що викликає підвищене навантаження на лінію E-X. У той же час маршрутизатори R і Y не беруть участі в передачі пакетів (для конкретної ділянки мережі).

Незважаючи на те, що з точки зору алгоритму OSPF подібна структура зв'язків виглядає придатною для роботи, очевидно, що переміщення пакетів в такій мережі далеко від оптимального. Рішення проблеми вимагає зміни двох ваг, наприклад, зв'язок B-E необхідно встановити рівним 2, а зв'язок C-E рівним 3. Вид мережі з розподіленим навантаженням представлено на малюнку 1(б) – в цьому випадку немає

затримок, пов'язаних з перевантаженням одних зв'язків і простим інших.

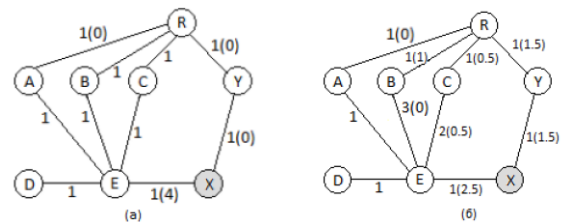


Рисунок 1. Приклад графа мережі

До того ж, спостереження за трафіком показують, що протягом часу його характеристики змінюються [2]. Ці коливання також призводять до зміни інтенсивності потоку, необхідного для передачі, що також тягне за собою розсилку службових повідомлень, яка робить неефективним використання смуги пропускання. З огляду на ширококомовний характер службових розсилок, зміна ваги одного зв'язку призводить до втрати продуктивності мережі на 5-8%, що доволі суттєво [3].

Щоб уникнути такого вимушеного падіння продуктивності можна налаштувати набори ваг зв'язків для різних моделей трафіку таким чином, щоб перехід між цими наборами вимагав мінімум змін ваг. Для вирішення цього завдання необхідно знайти поодинокі настройки ваги для кількох структурно різних матриць вхідних потоків, які для кожної окремої матриці давали б маршрутизацію близьку до оптимальної, але при цьому не потребували перерахунку багатьох ваг.

## III. ВИСНОВКИ

Розглянуто метод настройки ваг зв'язків в мережах, з маршрутизацією на основі OSPF, який вимагає мінімального числа змін, зменшуючи число службових повідомлень і загальне навантаження на мережу. Налаштування ваг зв'язків дозволить також оптимально призначати найкоротші маршрути, уникаючи ситуацій перевантаження одних ресурсів і простою інших. Можливе подальше доповнення методу, для уникнення вибору занадто довгих обхідних шляхів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Макаренко С. И. Время сходимости протоколов маршрутизации при отказах в сети / С. И. Макаренко // Системы управления, связи и безопасности, 2015, № 2. С. 45-98.
- [2] Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учеб. для вузов. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
- [3] Cisco Systems. Руководство Cisco по междоменной многоадресной маршрутизации. – М.: «Вильямс», 2004. – 320 с.

# Концепция микросервисной архитектуры информационных систем для использования в облачной среде

Алексеев Дмитрий Игоревич

Харьковский национальный университет  
радиоэлектроники, пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
dmytro.alekseev@nure.ua

**Аннотация.** Предлагается концепция создания информационной системы с микросервисной архитектурой для использования ее в образовательном процессе. Предлагается создать шаблон системы для отработки практических навыков по конфигурированию и сопровождению информационных систем. Такой подход позволяет упростить и унифицировать процедуры конфигурации сервисов информационной системы.

**Ключевые слова:** информационная система, архитектура, микросервисы, обеспечение, проектирование, разработка, внедрение.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

При создании информационных систем (ИС) различного вида получил распространение сервис-ориентированный подход. При таком подходе информационная система представляется как набор сервисов [1]. Комбинация различных сервисов предоставляет функционал полноценной информационной системы [2]. Развитие облачных технологий и виртуализации ресурсов положили начало новым архитектурам построения информационных систем. Прежде всего, это касается обеспечения независимости от имеющихся физических ресурсов и обеспечения динамической реконфигурации текущих функциональных возможностей информационной системы. Динамическая реконфигурация необходима для адаптации свойств системы к изменяемым условиям эксплуатации и растущим потребностям пользователей [3].

Проблема состоит в приобретении и развитии опыта построения таких систем и в формировании образовательных технологий. Одним из путей решения проблемы является использование новых облачных технологий: контейнеров, микросервисов, облачных сервисов. Эта проблема может успешно решаться в рамках университетской подготовки студентов.

## II. МЕТОДОЛОГИЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИКРОСЕРВИСОВ

Предлагается образовательная концепция исследования принципов проектирования информационных систем, основанная на облачных решениях и положениях сервис-ориентированных структур. Эта концепция заключается в том, что на этапе проектирования, согласно подходу SOA, информационная система представляется как набор функциональных сервисов с микросервисной архитектурой. Каждый функциональный сервис реализуется в виде отдельного модуля. Модуль представляет собой самодостаточную реализацию функциональной задачи, а также имеет возможность принимать и передавать данные во внешнюю относительно себя среду.

Для реализации такой концепции предлагается создать прототип (шаблон) информационной системы, представляющей собой каркас, состоящий из контейнеров. Каждый контейнер содержит микросервисы, реализующие отдельные функциональные задачи в рамках информационной системы.

Чтобы построить описанный прототип необходимо решить несколько задач: выбор среды для разворачивания контейнеров, выбор микросервисов и формирование связей между сервисами и контейнерми.

Управление контейнерами осуществляется с помощью средства управления контейнерами Docker.

Для работы микросервисов предлагается использовать контейнеры с установленными в них средами выполнения.

Процесс разворачивания среды выполнения в контейнере предлагается реализовать с помощью системы управления конфигурациями Chef. Использование такой системы позволит создать шаблоны настроек контейнеров и автоматизировать процесс разворачивания контейнеров.

Для организации взаимодействия между микросервисами, размещенными в контейнерах, предлагается использовать REST API.

Предлагаемая технология может быть развернута в облачной среде. В качестве облачной среды может быть использована платформа IBM Bluemix.

Предложенная концепция может быть использована в учебном процессе. При этом возможно наполнение новыми сервисами и реконфигурация каждого контейнера отдельно. Простота реконфигурации системы позволяет проводить исследования ресурсозатратности системы в зависимости от ее востребованности. В результате происходит приобретение необходимого опыта проектирования сложных систем.

## III. ВЫВОДЫ

Данная концепция позволит создать шаблон ИС, что упростит процесс ее реконфигурации и последующего сопровождения за счет того, что модули ИС между собой независимы и отказ или изменение одного из них не влияет на остальные.

Концепция получила апробацию в Харьковском национальном университете радиоэлектроники (кафедра Информационных управляющих систем) при изучении дисциплин «Мобильные информационные технологии».

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] "Chapter 1: Service Oriented Architecture (SOA)". msdn.microsoft.com.
- [2] S. Newman, Building Microservices – Designing Fine-Grained Systems, O'Reilly, 2015
- [3] Balalaie, A. (2016-05-01). «Microservices Architecture Enables DevOps: Migration to a Cloud-Native Architecture». IEEE Software 33 (3): 42–52.

# Огляд методів виявлення та розпізнавання об'єктів на зображенні

Мамовітенко Віктор  
Володимирович<sup>1</sup>,

Барковська Олеся Юріївна<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки 14, Харків, 61166, Україна,  
viktor2017.gamer@gmail.com

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки 14, Харків, 61166, Україна,  
olesia.barkovska@nure.ua

**Анотація.** Надана робота присвячена огляду методів детектування та розпізнавання осіб у відеопотока. Були проаналізовані переваги та недоліки розглянутих методів. Аналіз показав, що незалежно від обраного методу, для виявлення об'єктів на зображенні, достатньо розглядати невелику кількість точок, що не зменшить відсоток вірних виявлень та збільшить продуктивність розрахунків. Для задач розпізнавання, навпаки, потрібна велика кількість характерних точок, що збільшить точність класифікації.

**Ключові слова:** виявлення об'єктів, детектування, розпізнавання, Віола-Джонс, нейронні мережі, комп'ютерний зір.

## I. ВВЕДЕННЯ. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Останнім часом широкого поширення набуває відеоаналітика – технологія, яка використовує методи комп'ютерного зору для автоматизованого збору різноманітної інформації на основі послідовності кадрів, одержуваних з відеокамер в реальному часі або з відеозаписів.

Одним із завдань, що вирішуються відеоаналітикою, є розпізнавання осіб у відео потоках. Дане завдання умовно поділяється на два етапи. Перший етап – виявлення осіб в кадрі. Другий етап – безпосередньо розпізнавання знайдених осіб. З усього різноманіття існуючих алгоритмів виявлення осіб виділяється декілька найбільш актуальних і методів, що заслуговують на увагу.

Завданням роботи є проведення огляду та класифікація існуючих методів детектування об'єктів на зображенні із їх подальшим розпізнаванням.

## II. РІШЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Метод Віола-Джонса[1] був запропонований Полом Віолою і Майклом Джонсом в 2001 році і став першим методом, що демонструє високі результати при обробці зображень в реальному часі. В алгоритмі використовується набір ознак, близьких до ознаками Хаара спільно з варіацією алгоритму AdaBoost.

До переваг даного методу можна віднести високу швидкість виявлення осіб за рахунок використання каскадного класифікатора та високу точність виявлення осіб з дуже низьким відсотком помилкових спрацювань, у порівнянні з точністю виявлення у більш повільних алгоритмів.

AdaBoost (Adaptive Boosting)[2] – це алгоритм посилення класифікаторів шляхом об'єднання їх в групи. Цей алгоритм може використовуватися в поєднанні з декількома алгоритмами класифікації для поліпшення їх ефективності. Даний алгоритм є адаптивним в тому сенсі,

що кожна наступна група класифікаторів будується по об'єктах, невірно класифікованих попередніми групами. Найчастіше використовується в поєднанні з іншими алгоритмами класифікації для їх посилення.

Переваги даного методу полягають у високій швидкості роботи, простоті реалізації та автоматичному підлаштуванні під проблемні елементи навчальної вибірки. Теоретично метод досягає нульової помилки навчання за кінцеве число ітерацій.

SNoW (Sparse Network of Winnows)[3] – алгоритм виявлення осіб, що представляє собою двошарову мережу, вхідний шар якої складається з вузлів, кожен з яких відповідає певній характеристиці вхідного зображення, вихідний же складається всього з двох вузлів, кожен з яких відповідає розпізнаванню класів зображень. В якості ознак в даному алгоритмі використовуються SMQT (Successive Mean Quantization Transform) ознаки. Дане перетворення дозволяє витягти з локальної області зображення незалежну від освітленості складову. Воно полягає в квантуванні області зображення з порогом квантування рівним середньому значенню пікселів, що входять в цю область.

До переваг даного методу можна віднести високу швидкість роботи за рахунок просіювання компонент вектора ознак, високу точність виявлення та нечутливість використовуваних ознак до змін освітлення в локальних областях зображень.

Основна ідея нейромережових алгоритмів – послідовне перетворення сигналу паралельно працюючими функціональними елементами, нейронами [4]. Сутність процесу навчання таких мереж зводиться до зменшення середньоквадратичної помилки. Системи виявлення об'єктів на зображеннях, що засновані на нейронних мережах, використовують ієрархічну структуру. Спочатку вектор ознак обробляється мережею з високим рівнем помилок другого роду, далі, якщо вектор не класифікований як не об'єкт, рішення коригується більш точною, але повільнішою мережею. Даний метод виділяється високою точністю виявлення при правильному налаштуванні параметрів мережі.

Методи розпізнавання осіб можна розділити на дві підгрупи. Перша підгрупа – це методи, засновані на значеннях яскравості пікселів. Друга – методи, засновані на характерних точках.

Назва першої групи методів означає, що для розпізнавання виявлених осіб використовується тільки колір або яскравість пікселів на зображеннях. Найпростішим подібним методом є порівняння, в якому мірою схожості є відстань між векторами яскравостей пікселів зображень. Однак даний метод абсолютно нестійкий до змін освітлення, положення особи,

масштабування. Більш того, такий підхід має високу обчислювальну складність і абсолютно не придатний для розпізнавання в реальному часі. Тому, дуже часто використовуються методи, які використовують перехід векторного опису зображень в простори з меншою розмірністю, в яких порівняння набагато ефективніше.

Eigenfaces – алгоритм, який здобув широку популярність в якості першого успішного методу розпізнавання осіб [5]. Основною ідеєю алгоритму є застосування методу головних компонент для знаходження векторів, які найкращим чином описують зображення осіб. Використовуючи цей метод, можна виявити різні мінливості в навчальній вибірці зображень осіб і описати цю мінливість в базисі декількох ортогональних векторів, які називаються власними (eigenface).

Отриманий один раз на навчальній вибірці зображень осіб набір власних векторів використовується для кодування всіх інших зображень осіб, які представляються зваженою комбінацією цих власних векторів. Використовуючи обмежену кількість власних векторів, можна отримати стислу апроксимацію вхідному зображенню особи, яку потім можна зберігати в базі даних у вигляді вектора коефіцієнтів, яка є одночасно ключем пошуку в базі даних осіб.

До переваг даного методу можна віднести простоту реалізації, придатність для розпізнавання в реальному часі і можливість збереження великих об'ємів даних.

Fisherfaces – алгоритм, в якому, на відміну від методу eigenfaces, використовується лінійний дискримінантний аналіз[6], а саме лінійний дискримінант Фішера. Дія алгоритму заснована на пошуку проекції даних, при якій класи зображень осіб максимально роздільні. При використанні ж методу головних компонент проводиться максимізація розкиду даних по всій базі осіб. Ця відмінність дозволяє вирішити проблему високої чутливості до змін освітлення.

Даний оператор використовує значення яскравостей околиці кожного пікселя зображення і за допомогою функції присвоює кожному пікселю значення, яке описує його околиці. Далі отримане зображення розділяється на підобласті, для кожної з яких розраховується гістограма. Гістограми конкатенуються і порівнюються за допомогою методів машинного навчання. У класичному варіанті використовується метод найближчого сусіда.

Переваги цього методу полягають в простоті реалізації і високій швидкості роботи, яку можна збільшити, використовуючи різні модифікації алгоритму. При цьому алгоритм показує високі результати при розпізнаванні осіб. Він стійкий до монотонних змін освітлення. Все це робить його ідеально відповідним для розпізнавання осіб в системах обробки в реальному часі.

Друга група методів, на відміну від попередньої, використовує характерні точки і їх координати на зображенні. До даного класу методів відносяться активні моделі зовнішнього вигляду і активні моделі форми.

Активні моделі зовнішнього вигляду (Active Appearance Models, AAM) – це статистичні моделі зображень, які шляхом різного роду деформацій можуть бути підігнані під реальне зображення[7]. Вони зазвичай містять два типи параметрів: параметри, пов'язані з формою (параметри форми), і параметри, пов'язані зі статистичною моделлю пікселів зображення або текстурою (параметри зовнішнього вигляду). Перед

використанням модель повинна бути навчена на безлічі заздалегідь розмічених зображень. Розмітка зображень робиться вручну.

Активні моделі форми враховують статистичні зв'язки у взаємному розташуванні антропометричних точок. На кожному зображенні вибірки експерт розмічає розташування антропометричних точок. На основі матриці коваріації обчислюються власні вектори, які потім сортуються в порядку зменшення відповідних їм власних значень. Локалізації ASM моделі на новому зображенні, що не входить в навчальну вибірку, здійснюється в процесі рішення оптимізаційної задачі.

Порівняння точності виявлення та розміру помилок другого роду при використанні описаних методів представлено в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння ефективності методів виявлення осіб

Метод	Відсоток вірних виявлень	Помилка другого порядку
Нейронні мережі	~92%	~1.3%
Метод опорних векторів	~72%	~0.6%
SNoW	~94%	~0.12%
AdaBoost	~94%	~0.00001%

### III. ВИСНОВКИ

Розглянуті методи призначені не для розпізнавання, а для локалізації характерних точок на зображеннях осіб. Їх локалізація дозволить виконати процедуру вирівнювання осіб вибірки і приведення їх до однієї системи координат для більш точного розпізнавання іншими методами. Зазвичай для цих цілей використовується невелика кількість точок, що дозволяє прискорити продуктивність. Для задач розпізнавання, навпаки, потрібна велика кількість характерних точок, що збільшить точність класифікації і знизить швидкість роботи системи.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] P. Viola, M. Jones. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features / 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Vol. 1. 8–14 December 2001 / The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. C. 511–518.
- [2] Y. Freund, R. E. Schapire. A Short Introduction to Boosting // Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence. 1999, №14(5), C. 771–780.
- [3] D. Roth, The SNoW Learning Architecture // Technical Report UIUCDCS-R-99-2102. UIUC Computer Science Department, 1999.
- [4] H. A. Rowley, S. Baluja, T. Kanade. Neural Network-Based Face Detection // PAMI, January 1998.
- [5] M. Turk, A. Pentland. Eigenfaces for recognition. // Cognitive Neuroscience, 1991, №3(1), C.71–86.
- [6] P. N. Belhumeur, J. P. Hespanha, D. J. Kriegman. Eigenfaces vs. Fisherfaces Recognition Using Class Specific Linear Projection // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, July 1997, №7 C. 711–720.
- [7] T. Ahonen, A. Hadid, M. Pietikäinen. Face Description with Local Binary Patterns: Application to Face Recognition // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1996, №28(12), C. 2037–2041.



# Эффективная передача данных с помощью docker

Осипова Дарья Юрьевна,  
Мовсесян Яна Самвеловна

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр-т Науки 14, Харьков 61166, Украина,  
darya.osipova@nure.ua, yana.movsesian@nure.ua

**Аннотации:** В работе рассмотрено эффективное программное обеспечение, которое применяется для упрощения работы с упаковкой и передачей серверных данных Docker. Программное обеспечение является кроссплатформенным и позволяет собрать практически любые приложения и проекты.

**Ключевые слова:** проект, ПО, контейнер, виртуальная, локальная, платформа.

Рассмотрим две типичных проблемы передачи продукта или проекта клиенту. Обычно это сопровождается упаковкой множества файлов, библиотек, скриптов и другой дополнительной информации с инструкцией о правильной установке. Первой проблема возникает у клиента с пошаговой установкой, порядком выполнения и т.п. В таком случае потребуется самостоятельно объяснять клиенту работу. Вторая проблема это - если такой продукт отправляется 5 и более клиентам. Большой тираж вручную осилить сложно. Тривиальные решения, которые предлагает интернет — это установить скрипт или воспользоваться облачными сервисами. Далее рассмотрим относительно новой способ используя ПО Docker.

Docker предназначен для упрощения создания, развертывания и запуска приложений с использованием контейнеров (др. название – кейсы). Контейнеры позволяют разработчикам упаковывать приложения со всеми необходимыми ему частями. Например, библиотеками и другими зависимостями и отправлять всё это как один пакет. Контейнеры похожи на директории, содержащие все, что нужно для работы приложения. Каждый кейс создается из образа (read-only шаблон). Контейнеры могут быть созданы, запущены, остановлены, перенесены или удалены. Каждый экземпляр изолирован и является безопасной платформой для приложения.

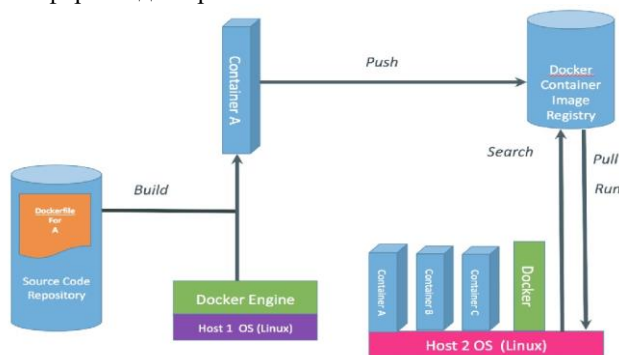


Рис.1 – Схема рабочего процесса Docker

Благодаря контейнеру приложение будет работать на любом другом компьютере независимо от других настраиваемых параметров, которые могут иметь компьютеры, используемые как для написания, так и для тестирования кода. В некотором смысле докер похож на виртуальную машину, но в отличии от виртуальной ОС,

докер позволяет приложениям использовать то же самое ядро Linux, что и система. ПО требует чтобы приложения были отправлены с тем же содержимым, которое еще не запущено на главном компьютере. Это способствует значительному повышению производительности и уменьшает размер приложения. Docker эффективнее других типизированных приложений так как его виртуализация дешевле (изолирует один процесс вместо эмулирования работы целой ОС).

Инструмент предназначен для разработчиков, системных администраторов, тестировщиков и архитекторов. Для разработчиков это полезно так как они могут сосредоточиться на написании кода, не беспокоясь о системе, где она в конечном счете будет работать. Например, разработчики пишут код локально и делятся своим стеком разработки (набором docker-образов) с коллегами. Когда они готовы, отправляют код и кейсы на тестовую площадку и запускают любые необходимые тесты. С тестовой площадки они могут опривить код и образы на производство.

Контейнеры, докер обуславливает ОС разбивая их на виртуализированные отсеки для запуска контейнерных приложений. Недостатком контейнерной технологии докер является то что он требует специальных системных знаний и гарантий безопасности, ориентированных на контейнерную архитектуру. Так же Docker не позволит вам запустить Windows, если вы работаете под Ubuntu.

Таким образом Docker очень эффективен для удобной передачи серверного проекта клиенту и обеспечение тиражируемости серверов.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Официальный сайт dou.ua – Информационный портал dou.ua/lenta/articles/docker/
- [2] Официальный сайт habrahabr.ru – Информационный портал habrahabr.ru
- [3] Официальный сайт www.docker.com – Информационный портал - www.docker.com/what-docker

# Разработка web-ориентированной обучающей системы

Каневская Анна Григорьевна

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков 61166, Украина,  
anna.kanievska@nure.ua

**Аннотация.** *The modern world offers a person a wide range of opportunities in various fields of activity, provides an unlimited selection of resources and services to satisfy human needs. In connection with the alignment of the "borders", the frequent problem is the lack of a proper level of possession of the means of communication, that is, a foreign language. The key to effective learning a foreign language is the regularity of training and the individuality of the methodology. As a result, it is necessary to develop a program that would form, modify and analyze the learning process depending on the characteristics of the user*

**Ключевые слова:** *Information system, Petri net, REST, education system, Java.*

## I. ВСТУПЛЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Наше время – время глобализации – позволяет человеку быть территориально независимым, как физически, так и информационно. Однако, подобная «открытость» мира требует от человека наличия ряда определенных навыков, без которых безграничные возможности мира нивелируются. Среди последних владение языком как средством изложения мысли и представления информации является основополагающим фактором при взаимодействии с внешним миром и влечет за собой резкое повышение внимания к процессу изучения иностранного языка.

Вне зависимости от преследуемых целей изучение языка предусматривает развитие основных навыков, таких как восприятие информации на слух (listening), восприятие печатной информации (reading), использование грамматических конструкций (grammar), словарный запас (lexicon), навык использования лексических конструкций в письменном виде (writing and use of English) [1].

Существует множество методик и техник, позволяющих эффективно изучать иностранный язык и запоминать новую информацию. К таким можно отнести технику интервального повторения, изучение языка в контексте, «Silent way» (метод молчания), «Total-physical response» (метод физического реагирования), метод погружения «Sugesto pedia», «audio-lingual method», коммуникативный [2] и т.д. Целесообразность применения того или иного метода зависит непосредственно от целей изучающего; от объема и уровня его начальных знаний; от его «портрета», описывающего личностные качества, интересы, психологические особенности, особенности восприятия, уровень развития того или иного вида памяти.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Любой образовательный процесс подразумевает прохождение нескольких этапов: изучения, отработки, закрепления, повторения информации, каждый из

которых характеризуется своими методами, техниками и регулярностью.

Проектируемая система выдвигает следующие требования:

1. платформенную независимость системы с адаптацией интерфейса под различные устройства;
2. масштабируемость и легковесность системы;
3. открытость системы;
4. user-friendly интерфейс.

Цель разработки подобной системы заключается в предоставлении пользователю возможности получать, закреплять и отрабатывать знания и навыки, полученные при изучении иностранного языка, а также в разработке алгоритма, позволяющего выявлять и анализировать личностные качества и особенности индивида, формируя в соответствии с ними программу обучения.

Как было сказано выше, процесс изучения языка подразумевает наличие ряда стадий и процессов, которые должны осуществляться с определенной периодичностью, зависящей от особенностей человека. Важным фактором в повышении эффективности усвоения материала является методика изучения, выбор которой также зависит от ряда свойств индивида. Выявление этих особенностей и формирование соответствующей обучающей программы и является сутью индивидуального подхода.

Формирование индивидуальной программы предполагает оценку следующих характеристик человека: стартовые знания языка по пяти критериям, рассмотренным выше; объем его памяти (наглядно-образной, словесно-логической, моторной); уровень концентрации; тип восприятия; тип мышления; темперамент; скорость усвоения материала; интересы; часы наибольшей активности и цель изучения языка.

Таким образом, система предполагает реализацию следующих бизнес-функций:

1. сбор и анализ информации, характеризующей индивида;
2. составление индивидуальной обучающей программы с учетом особенностей, интересов, целей и предпочтений пользователя;
3. предоставление и регулирование графика обучения пользователя;
4. предоставление информации и комплекса стандартных упражнений для изучения языка в соответствии с каждым из навыков;
5. предоставление «тематических словарей», содержащих наиболее часто используемые лексические конструкции по данной теме;
6. предоставление статистики результата обучения пользователя.

Ведущей задачей, обеспечивающей работу бизнес-функций, является разработка алгоритма, позволяющего

на основе эмпирически выявленных закономерностей проанализировать входные данные и сформировать программу обучения в соответствии с результатом оценки и анализа параметров пользователя. Проанализировав доступные средства моделирования динамических дискретных систем, было принято решение использовать сети Петри как математический аппарат моделирования вышеупомянутого алгоритма [3].

В качестве выходной информации сеть Петри позволяет нам получить параметры индивидуальной обучающей программы, которые можно поделить на три категории: характеризующую непосредственно языковые навыки; описывающую наиболее благоприятные методики и типы упражнений в рамках этой методики, подходящие данному пользователю; управляющую, которая содержит информацию о графике, частоте и регулярности проведения занятий, а также о критериях оценивания процесса обучения.

### III. ВЫВОДЫ

Разрабатываемая система является web-ориентированной распределенной информационной системой с клиент-серверной архитектурой и программным интерфейсом взаимодействия клиента и сервера типа "representational state transfer" (REST). Данная структура предусматривает клиентскую и серверную части, а также базу данных. В качестве средства реализации серверной части было принято решение использовать кроссплатформенный объектно-ориентированный язык программирования Java [4]. Для разработки клиентской части наиболее целесообразно использовать язык разметки HTML, а также технологии CSS, JavaScript. В качестве СУБД используется MySQL [5], так как она является быстрой, надежной и простой в эксплуатации.

Таким образом, разрабатываемая система предоставляет пользователю возможность получать, закреплять и отрабатывать знания и навыки, полученные при изучении иностранного языка в соответствии с индивидуально разработанной программой обучения, что обеспечивает повышение эффективности обучения.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Учим иностранный язык: фильмы, книги, словари. - / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://habrahabr.ru/post/189684/> (дата обращения: 10.03.2018).
- [2] Приемы эффективного изучения иностранного языка. - / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://lifehacker.ru/2014/06/12/5-priemov-effektivnogo-izucheniya-inostrannogo-yazyka/> (дата обращения: 15.03.2018).
- [3] W. Brauer Petri nets: central models and their properties [Text]. Brauer W., ReisingW. – New York: Springer, 1987. – 247 p
- [4] Блинов И.Н. Java. Промышленное программирование [Текст] В.С. Романчик – Минск: УниверсалПресс, 2007. – 704 с.
- [5] Аткинсон, Леон MySQL. Библиотека профессионала; М.: Вильямс, 2008. - 624 с.



# Методы идентификации аберраций в рейтрейсинговой аберрометрии

Перепада Александр Викторович

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сикорського», просп. Перемоги, 37,  
Київ, Україна, 03056, sanya7901@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрены различные методы идентификации отпечатков на сетчатке глаза при использовании группового зондирования в методе рейтрейсинга.

**Ключевые слова:** метод рейтрейсинга; аберрометрия; ray tracing; aberrometry; ransac

## I. ВВЕДЕНИЕ

Для проведения точной идентификации падающего луча и его отражения на сетчатке метод рейтрейсинга проводится последовательно во времени для каждого из зондирующих лучей. Учитывая ограничение на длительность одного сеанса (0.25 ... 0.3 с) а также то, что количество зондирующих точек должно быть максимально возможным (60 и более), время экспозиции каждого отпечатка на сетчатке составляет менее 5 мс [1]. Таким образом, требования к чувствительности и быстродействию фотоаппаратуры достаточно жесткие, что влечет за собой увеличение стоимости метода [2, 3].

Для устранения данного недостатка необходимо проводить зондирование глаза сразу группой лучей. Но проблемой такого подхода является установление соответствия между лучами на зрачке и их отпечатками на сетчатке вследствие наличия аберраций глаза. За счет смещения оптического фокуса при прохождении лучей через оптическую систему глаза соседние лучи могут пересекаться, накладываться или располагаться достаточно близко друг к другу, что приводит к усложнению идентификации.

В статье кратко рассмотрены три разных метода идентификации отпечатков на сетчатке.

## II. МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОТПЕЧАТКОВ НА СЕТЧАТКЕ

*Идентификация с использованием матрицы расстояний.*

Данный метод использует матрицу расстояний, которая представляет собой таблицу, рядки и столбцы которой являются координатами отпечатков на сетчатке глаза. Метрикой в данном случае выступает евклидово расстояние. Преимуществом метода является его простота, недостаток – не очень высокая точность идентификации. Данный метод подходит для идентификации координат отпечатков при небольших значениях аберраций, поскольку решение о принадлежности координат к той или иной точке принимается на основе минимального значения расстояния, а это не всегда может быть эффективным при больших значениях аберраций. В этом случае необходимо применять более сложные алгоритмы.

*Идентификация с помощью нейронной сети.*

Для идентификации набора точек можно использовать нейронные сети, например, карту Кохонена. Алгоритм идентификации отпечатков с помощью карты Кохонена следующий:

1. создание входных векторов и векторов целей на основе данных о координатах точек;

2. создание нейронной сети. Первый слой содержит два нейрона (размер равен длине вектора координат), количество нейронов во втором слое соответствует количеству точек для идентификации, это значение устанавливается индивидуально для каждой группы;

3. обучение полученной нейронной сети;

4. симуляция распознавания на группе семплов.

*Метод идентификации путем поиска наилучшей модели окружности.*

Процесс идентификации данным методом заключается в распознавании окружностей и установлении соответствия между координатами световых лучей на зрачке и их отпечатками на сетчатке. Для идентификации использован метод поиска окружностей на изображении путем итеративного поиска наилучшей модели окружности, в качестве критерия используется сумма расстояний от точек до окружности. Данный метод позволяет также определить выбросы, если они присутствуют.

Подобный алгоритм используется также в методе RANSAC [4].

## III. ВЫВОДЫ

Приведены основные методы идентификации отпечатков на сетчатке глаза при использовании группового зондирования в методе рейтрейсинга. Наиболее перспективным методом является последний из рассмотренных, т.к. он позволяет выполнить нахождение лучшей модели окружности, а также определить присутствующие выбросы.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] І.Г. Чиж, Г.С. Тимчик, Т.О. Шиша "Аберрометрия оптичної системи ока людини: монограф" – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 292 с.
- [2] Molebny V., Yaganov P., Wakil J., Madala S., Klymov M. Laser n-scan ray tracing // Proceedings of the 8th European Meeting on Visual and Physiological Optics. Antwerpen, 2016. – P. 205 – 207.
- [3] Kovalsky V., Yaganov P. Modification of the Ray-Tracing Aberrometry Method // ELNANO-2017 Proc. – 2017. – P. 384 – 388.
- [4] Konstantinos G. Derpanis. Overview of the RANSAC Algorithm [Электронный ресурс] / Konstantinos G. Derpanis // York University – Режим доступа к ресурсу: [http://www.cse.yorku.ca/~kosta/CompVis\\_Notes/ransac.pdf](http://www.cse.yorku.ca/~kosta/CompVis_Notes/ransac.pdf)

# Модель системи моніторингу мережної інфраструктури

Ігор Вікторович Рубан<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки, 14, Харків, 61166, Україна,  
Ihor.Ruban@nure.ua

Віталій Олександрович  
Мартовицький<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки, 14, Харків, 61166, Україна,  
vitalii.martovytskyi@nure.ua

**Анотація:** Запропоновано підхід до створення системи моніторингу аномальних подій в мережній інфраструктурі з використанням стекінгу моделей машинного навчання. Розроблено і описана формальна модель виявлення аномалій в мережі.

**Ключові слова:** Мережа, машинне навчання, стекінг, система моніторингу, виявлення аномалій.

## I. ВСТУП

Зростаючі темпи використання нових технологій інформаційного забезпечення призводять до збільшення кількості сервісів, що надаються телекомунікаційною мережею. У зв'язку з цим висуваються нові вимоги до якості обслуговування. Для забезпечення необхідної якості обслуговування необхідно не тільки мати інформацію про поточний стан мережі, а й вміти його прогнозувати. Таким чином, виникає необхідність в розробці нових методів управління телекомунікаційною мережею. Однією з компонент подібної системи управління є система моніторингу.

Вона не тільки змінює уявлення про систему експлуатації, переходячи від збору даних параметрів окремих станцій до параметрів експлуатації всієї мережі, а також автоматизує багато рутинних процеси зі збору та обробки мережових даних.

Аналіз цієї інформації дає можливість виявлення різноманітних випадків погроз та порушень, таких як:

- несанкціоноване проникнення в мережу, пропущене класичними засобами захисту периметра (IPS / IDS);
- поширення вірусів, «черв'яків» і шпигунського ПЗ, не виявлених штатними антивірусними засобами.
- неправильні дії користувачів (наприклад, масштабні завантаження з торрент-трекерів, звернення до сегментів мережі, до яких немає доступу, спроба доступу до конфіденційної інформації і т.п.)
- поява в мережі нових пристроїв і їх поведінку;
- помилки в роботі обладнання;
- виникнення в мережі «вузьких» місць і інші можливі порушення.

## I. МОДЕЛЬ СИТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕРЕЖНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Для виявлення різноманітних випадків погроз та порушень система моніторингу повинна здійснювати контроль великої кількості параметрів стану

компонентів мережі, який реалізується на різних рівнях [1].

Для виявлення різноманітних випадків погроз та порушень система моніторингу повинна здійснювати контроль великої кількості параметрів стану компонентів мережі, який реалізується на різних рівнях [1].

Канальний рівень. Даний рівень визначає методи доступу до середовища передачі даних і забезпечує передачу кадру даних між будь-якими вузлами в мережах з типовою топологією з фізичною адресою мережевого пристрою. Адреси, використовувані на каналному рівні в локальних мережах, часто називають MAC-адресами (MAC - media access control, управління доступом до середовища передачі даних).

Мережний рівень. Забезпечує доставку даних між будь-якими двома вузлами в мережі з довільною топологією, при цьому не гарантується надійна доставка даних від вузла відправника до вузла одержувачу. На цьому рівні виконуються такі функції, як маршрутизація логічних адрес мережових вузлів, створення і ведення таблиць маршрутизації, фрагментація і складання даних.

Сеансовий рівень. Реалізує засоби управління сесією, діалогом, а також надає засоби синхронізації в рамках процедури обміну повідомленнями, контролю над помилками, обробки транзакцій, підтримки виклику віддалених процедур RPC.

Прикладний рівень. Набір мережних сервісів, що надаються кінцевим користувачам і додаткам. Приклади таких сервісів - обмін повідомленнями електронної пошти, передача файлів між вузлами мережі, програми управління мережевими вузлами.

На рис. 1 представлена структура моделі моніторингу мережної інфраструктури.

x – контролюємий параметр каналного рівня;  
nw – контролюємий параметр мережного рівня;  
s - контролюємий параметр сеансового рівня;  
p - контролюємий параметр прикладного рівня;  
x' – оціночний параметр каналного рівня;  
nw' - оціночний параметр мережного рівня;  
s' - оціночний параметр сеансового рівня;  
p' - оціночний параметр прикладного рівня.  
u - оціночний параметр стану мережної інфраструктури

Для опису підсистеми моніторингу пропонується використовувати наступний кортеж:

$$SM = \{\{Ag\}, \{S\}, STG\}, \quad (1)$$

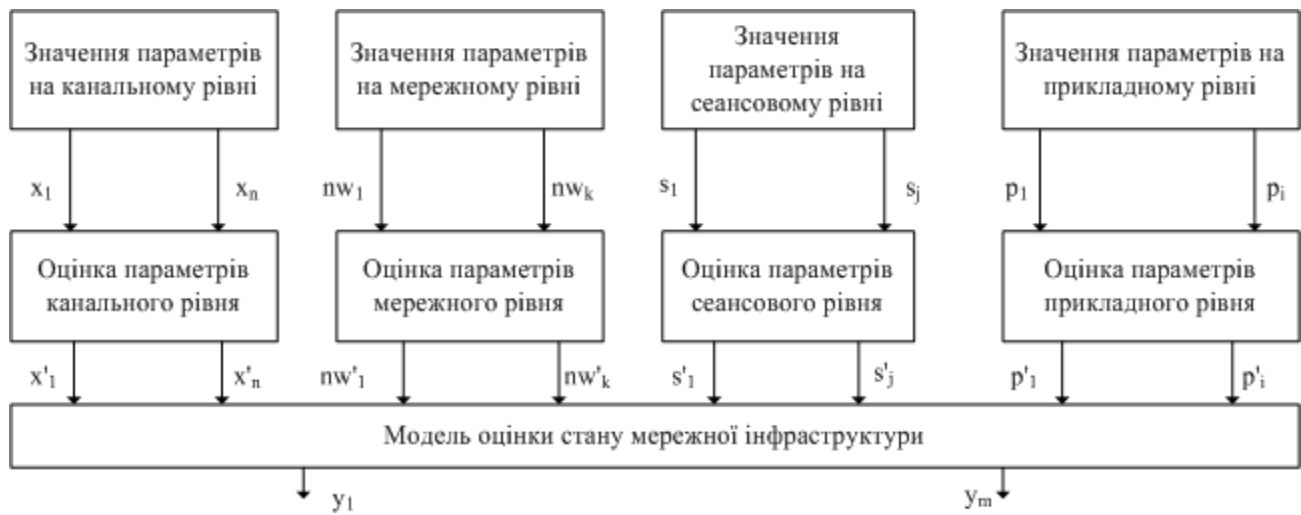


Рисунок 1. Структура моделі моніторингу

де  $\{Ag\}$  - множина агентів моніторингу, призначених для збору і первинного аналізу даних про ключові параметри, що описують процес функціонування мережної інфраструктури на одному з чотирьох рівнів описаних раніше в статті [2].

$\{S\}$  - множина станів системи, яка формується на підставі даних зібраних агентами моніторингу;

При описі станів мережної інфраструктури можна виділити: поточний стан системи  $S_i \in \{S\}$ , який формується на підставі даних зібраних агентами моніторингу  $Ag_i \in \{Ag\}$  в процесі «реального» часу і множини шаблонів нормальних станів системи  $S_{norm} \subseteq \{S\}$  складених на підставі статистичних даних, отриманих в процесі навчання системи, коли всі стани системи вважаються умовно «безпечними».

Кожен елемент стану системи описується наступним кортежем:

$$S = \{\{p\}, \{x\}, \{nw\}, \{s\}\} \quad (2)$$

Далі отримані і згруповані в ході моніторингу дані надходять до стекингу моделей машинного навчання, який і здійснює класифікацію станів системи [3].

## II. ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ОЦІНКИ СТАНУ МЕРЕЖНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Розроблена модель дозволяє здійснити моніторинг мережі не тільки як єдиної системи, а й усіх її компонентів окремо, що дає можливість всебічно оцінити стан системи в цілому.

Проведено оцінку ефективності запропонованої моделі для виявлення аномального поведінки мережевого трафіку на основі безлічі параметрів мережних з'єднань (формула (2)), що реалізується шляхом аналізу вхідного трафіку за допомогою стекингу моделей машинного навчання.

Випробування проводилися в мережі навчальної лабораторії під впливом різних мережних атак. Кількість випробувань було обмежено до 10000, у зв'язку з тим, що результати дослідження після досягнення даного числа випробувань виявляли стійку тенденцію. Ймовірність прийняття вірного рішення про наявність аномального трафіку склало 97%, помилки першого роду - 2% і помилки другого роду - 1%.

Проведено експериментальне дослідження ефективності роботи запропонованої моделі виявлення

аномального поведінки, результати якого наведені в табл. 1

Таблиця 1. Експериментальне дослідження ефективності запропонованої моделі при наявності аномалій в трафіку

Кількість випробувань	Кількість вірних рішень	Кількість невірних рішень	
		Помилки I-роду	Помилки II-роду
10000	9737	191	72

Таким чином, запропонована модель є дієвою для виявлення аномалій у функціонуванні обчислювального кластера.

## III. ВИСНОВКИ

У роботі запропонована модель класифікації стану мережної інфраструктури, яка дозволяє виділити множину станів в залежності від функціональних завдань, розмежувати процеси цілового функціонування системи і інтерфейсні процеси взаємодії мережної інфраструктури та використовувати їх в стекингу моделей машинного навчання для виявлення аномалій функціонування мережі. Ця модель надає можливість забезпечити локальний контроль параметрів по кожному з рівнів мережі і на основі сформованого вектора виявити аномальне вплив на неї в цілому.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Капустин, С. П., and В. Е. Дементьев. "Информационно-вычислительные сети: учебное пособие." Ульяновск: УлГТУ, 2011.-141 с (2011).
- [2] Мартовицкий В. О., Рубан І. В. МОДЕЛЬ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ //Збірник наукових праць. Системи управління, навігації та зв'язку. – 2017. – Т. 6. – №. 46. – С. 150-153.
- [3] И.В. Рубан / Подход к классификации состояния сети на основе статистических параметров для обнаружения аномалий в информационной структуре вычислительной системы / И.В. Рубан, В.А. Мартовицкий, Н.В. Лукова Чуйко// Кибернетика и системный анализ – 2018 – №54(2) – С. 142-150..

# Повышение достоверности выбора с использованием нечетких моделей

Пронина Ольга Игоревна

Государственное высшее учебное заведение «Приазовский государственный технический университет»,  
Университетская, 7, Мариуполь 87500, Украина,  
pronina.lelka@gmail.com

**Аннотация.** В данной работе описана нечеткая модель выбора оптимальной индивидуальной городской поездки, которая лежит в основе советующей подсистемы. Описаны основные множества модели, а также выходная лингвистическая переменная. Проведен эксперимент, в котором пользователю предлагается выбрать оптимальную индивидуальную городскую поездку, выбор пользователя сравнивался с выбором подсистемы. Критериями сравнения были взяты достоверность выбора и оперативность.

**Ключевые слова:** нечеткая модель выбора, лингвистические переменные, оптимальная индивидуальная городская поездка, функции принадлежности, эффективность подсистемы.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В настоящее время большое внимание уделяется вопросом автоматизации процессов во всех сферах жизни человек, транспортные задачи также не являются исключением. Одним из подразделов транспортных задач который активно автоматизируется, является организация индивидуальных городских перевозок. На сегодняшний день уже имеется ряд предложений в этой сфере [1]. Каждая из моделей, существующих на рынке услуг и лежащая в основе мобильных приложений обладает рядом плюсов и минусов, основной минус из которых – наличие человеческого фактора при выборе поездки.

Исследования показали, что в качестве математической основы информационно-аналитических систем для транспортных задач рационально использование аппарата нечеткой логики, например, решение проблемы с назначением трафика, формирование пропускной способности пассажира для каждого маршрута движения [2]. В работе [3] излагается подход к структурно-параметрической оптимизации транспортных систем с использованием методов нечеткого моделирования для определения полноты области возможных оптимальных решений. В статье [4] описываются предложения по составу, структуре и режимам использования интеллектуальной системы классификации воздушных судов, которые могут использоваться для совершения террористических актов. Интеллектуальную систему также предлагается реализовать на основе использования методов теории нечетких множеств и нечеткой логики.

Таким образом, разработка советующей подсистемы, которая позволит автоматизировать процесс выбора оптимального варианта индивидуальной городской поездки, актуальна. Поскольку область оценки параметров субъективна, целесообразно использование аппарата нечеткой логики.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Построение системы нечеткого вывода обуславливается тем, что описание условий и решение задач принятия решений принято на языке, близком к естественному языку. Использование опыта и интуиции эксперта, объяснение, каким образом получена качественная и количественная оценка степени уверенности в оптимальности поездки. Последнее утверждение очень важно, поскольку лицу, принимающему решение, кроме количественных значений, необходимо знать, приемлемы ли полученные значения, хороши ли они и в какой степени.

Для определения степени уверенности в оптимальности поездки используется нечеткая модель выбора. В основе нечеткой модели выбора оптимальности поездки лежит формальная система вида:

$$HM_2 = \{V\}_{i=1}^5, \{W\}_{j=1}^1, \{R\}_{k=1}^{107} \quad (1)$$

Множества  $\{V\}, \{W\}, \{R\}$  есть множества базовых элементов, соответственно, множество входных переменных:  $V = \{\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5\}$  – множество выходных лингвистических переменных:  $W = \{\omega_1\}$ , множество правил нечетких продукций:  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_{107}\}$ .

При формировании базы правил данной модели использовался подход, описанный в [5], каждое правило представлено в виде нечеткой продукции вида (2).

$$\begin{aligned} & \text{ПРАВИЛО } \langle \# \rangle: \text{ЕСЛИ } \beta_1 \text{ есть } \alpha_1 \text{ И } \beta_2 \text{ есть } \alpha_2 \\ & \text{И } \dots \text{ И } \beta_m \text{ есть } \alpha_m \text{ ТО } \varpi_1 \text{ есть } y_1 \\ & \text{И } \varpi_2 \text{ есть } y_2 \text{ И } \dots \text{ И } \varpi_s \text{ есть } y_s \end{aligned} \quad (2)$$

В качестве схемы нечеткого вывода предлагается использовать алгоритм Мамдани [5].

Множество входных переменных, состоит из входных лингвистических переменных:  $\beta_1$  – «класс автомобиля»;  $\beta_2$  – «расположение водителя относительно клиента»;  $\beta_3$  – «цена поездки»;  $\beta_4$  – «цена подачи»;  $\beta_5$  – «рейтинг водителя».

Лингвистическая переменная  $\varpi_1$  определяется кортежем  $\langle \varpi_1, T(\beta_1), X \rangle$ , где  $\varpi_1$  – «степень уверенности в оптимальности поездки»,  $T(\varpi_1) = \{NSU, SSU, HSU, VSU\}$   $X = [0, 1]$ . Наименование термов NSU – «низкая степень уверенности», SSU – «средняя степень уверенности», HSU – «хорошая степень уверенности», VSU – «высокая степень уверенности». Функции принадлежности, для

термов NSU, VSU – сигмоидная, для SSU, HSU – обобщенный колокол. Значений параметров термов каждой лингвистической переменной, функции принадлежности и диапазон универсума для входных переменных приводятся в [6].

Для проверки адекватности нечеткого выбора оптимальной поездки был проведен эксперимент из 50 ситуаций с разными параметрами класса автомобиля, стоимости подачи, стоимости поездки, расположения водителя относительно клиента, рейтинга водителя. Каждая созданная ситуация оценивалась по модели и экспертами. Мерой разницы была выбрана средняя абсолютная ошибка (MAE), которая показала незначительное отличие расчетных значений от значений эксперта. По выборке в целом MAE = 0.0095, что является приемлемым для использования в подсистеме.

Перед внедрением подсистемы были проведены исследования по оценке оперативности принятия решения самими клиентами. Для проведения эксперимента было выбрано 262 поездки, собранных в 64 ситуации. Все ситуации были разбиты на группы в соответствии с количеством вариантов поездки. Среди тестируемых поездок, были всевозможные вариации сочетания класса автомобиля, цены поездки, цены подачи, расположения относительно клиента и рейтинга водителя, все данные были взяты из системы с реальными водителями и автомобилями.

В эксперименте для каждой группы выбора было засечено время, которое пользователь тратил с учетом изучения параметров поездки и без изучения параметров. Среднее время выбора без изучения дополнительных параметров поездки составляет 7 – 19 с., а с учетом изучения дополнительных параметров 19 – 33 с., увеличение времени происходит в 2,6 раза. Анализируя каждую группу выбора, подтверждена закономерность, что при увеличении количества вариантов поездок в каждом выборе увеличивается и время выбора, вне зависимости от изучения дополнительных параметров поездки. Поскольку выбор оптимальной поездки подсистемой занимает 0,006 секунды, таким образом, внедрение подсистемы выбора оптимальной поездки приводит к сокращению времени обслуживания клиента.

Кроме временных затрат важную роль играет качество оптимальности выбранной пользователем поездки. Меньшие затраты клиента по времени понижали возможность выбора оптимальной поездки. Поэтому на той же выборке из 64 ситуаций были проведены исследования по оценке качества самостоятельного выбора пользователей. Для каждой ситуации была определена оптимальная поездка на основе нечеткого выбора подсистемы, а также рассчитана степень уверенности в оптимальности для варианта поездки, выбранного пользователем самостоятельно. Результаты выборов, а именно степень уверенность в оптимальности поездки, сделанные пользователем и подсистемой приведено на рисунке 1. На рисунке видно, что не всегда есть поездка с наивысшей степенью уверенности в оптимальности, но, тем не менее подсистема определяет максимально оптимальную поездку из предложенных.

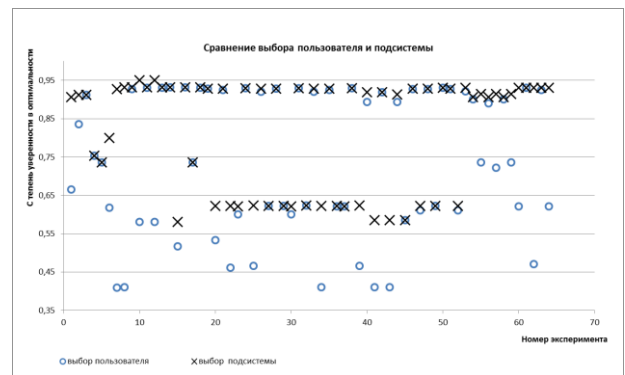


Рисунок 1. Сравнение выбора оптимальной поездки пользователем и подсистемой

Из 64 ситуаций только 28 выборов пользователей совпали с оптимальным выбором подсистемы, что составило 43,75%. Соответственно, доля неудачных выборов пользователя составляет большую часть. Таким образом, использование подсистемы выбора оптимальной поездки значительно эффективнее позволяет выбрать оптимальную поездку по сравнению с самостоятельным выбором пользователя.

### III. ВЫВОДЫ

Для выбора оптимальной индивидуальной городской поездки была применена модель нечеткого вывода на основании продукционных правил модели выбора оптимальной поездки. Модель основана на ключевых параметрах: класс автомобиля, цена поездки, цена подачи, расположение относительно клиента и рейтинга водителя. Благодаря внедрению разработанной модели в подсистему выбора оптимальной поездки сокращено время обслуживания клиента. Тестирование разработанной подсистемы показало, что использование подсистемы позволит устранить неудачный выбор пользователей, который при ручном выборе составлял более 50% от всех ситуаций.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Топ-5 приложений по заказу такси. – Режим доступа: <https://tiap.ru/news/analitika/top-5-prilozheniy-po-zakazu-taksi/> (дата обращения: 12.03.2018).
- [2] Fornalchyk Ye., Bilous A., Demchuk I. The Model of Correspondence of Passenger Transportation on the Basis of Fuzzy Logic Econtechmod. an international quarterly journal – 2015, Vol. 04, No. 2, pp. 59 – 64.
- [3] Дудукалов Ю. В. Применение методов нечеткого моделирования для оптимизации транспортных систем // Вісник СевНТУ: Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь, 2011. – Вип. 122/2011. – С. 61–64.
- [4] Морозов О. О. Інтелектуальна система класифікації повітряних суден, які можуть використовуватися для здійснення терористичних актів, на основі методів теорії нечітких множин та нечіткої логіки // Вісник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба «Системи обробки інформації», 2016. – № 9 (146). – С. 31-34.
- [5] Каргин А. А. Введение в интеллектуальные машины. Книга 1. Интеллектуальные регуляторы / А. А. Каргин. – Донецк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. – 526 с.
- [6] Пронина О. И. Формализованное представление индивидуальной городской поездки на основе лингвистических переменных / О. И. Пронина // Вісник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба «Системи обробки інформації», 2017. – № 1 (151). – С. 39-47.

# Модель асинхронно-блочного завантаження web-сайту

Кругліков Данило Олександрович<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки, 14, Харків, 61166, Україна,  
danylo.kruhlikov@nure.ua

Кругліков Єгор Олександрович<sup>2</sup>,

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки, 14, Харків, 61166, Україна,  
yehor.kruhlikov@nure.ua

Рубан Ігор Вікторович<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки, 14, Харків, 61166, Україна, ihor.ruban@nure.ua

**Анотація:** В роботі представлені рекомендації та рішення по оптимізації і прискоренню показників швидкості «завантаження» web-сайту. Обґрунтування актуальності і новизни рішень.

**Ключові слова:** Front-end розробка, асинхронний тип завантаження файлів, час відклику.

## I. ВВЕДЕННЯ ТА ПРОБЛЕМАТИКА

Актуальність: На даний момент часу один із найважливіших показників для сучасного сайту – якомога найбільш швидке завантаження та початок показу вмісту сайту[1].

Мета: Розробка методу скорочення затримки відгуку web-сайту на основі асинхронної завантаження.

Враховуючи час відклику сервера та швидкість інтернету, порядок завантаження всіх компонентів сайту такий [2]:

DNS- запит на ім'я сайту.

1. Підключення до серверу по IP (TCP підключення).
2. Встановлення захищеного з'єднання при використанні HTTPS (TLS-підключення).
3. Запит HTML-сторінки по URL та очікування серверу (HTTP-запит).
4. Завантаження HTML.
5. Розбір HTML-документа на стороні браузера, побудова черги запитів в ресурсам документа.
6. Завантаження та парсинг CSS-стилів.
7. Завантаження та виконання JS-коду.
8. Початок рендеринга сторінки, виконання JS-коду.
9. Загрузка веб-шрифтів.
10. Завантаження зображень й інших елементів.
11. Закінчення рендеринга сторінки, виконання відкладеного JS-коду.

Середній час завантаження не великого сайту 3-6 секунд, на даний час це не найкращий показник якого можливо досягти.

Останні роки для більш швидкого завантаження сторінок використовували спосіб асинхронного завантаження CSS та JavaScript файлі. Але цей спосіб має недоліки [3]:

- При великій кількості файлів складно структурувати їх, це приводить до великої кількості помилок синхронізації компонентів;
- Завантаження файлів з допомогою сторонніх бібліотек;
- відображення сайту можливе лише після того, як завантажиться найбільший з них.

Завантаження за допомогою сторонніх бібліотек - в цьому випадку завантаження взагалі всіх скриптів, використовуваних на сайті, йде паралельно відображенню контенту без блокування. Однак це може давати досить неприємний візуальний ефект: сторінка починає відображатися, потім тут же перемальовується [4].

## II. РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА РЕЗУЛЬТАТ

Використовування асинхронно - блочного завантаження web-сайту:

1. Розбиття HTML-сторінки на окремі блоки та завантажувати їх асинхронно необхідні для відтворення елементів.

2. Розбиття JavaScript та CSS файлів на окремі блоки. У цьому випадку це значно полегшить структурування файлів. Адже файли будуть завантажуватися тільки ті, які необхідно для даної сторінки.

3. Підключення файлів через CDN.

4. Користувач підключається, як правило, до ближнього (за часом доступу) сервера мережі та отримує швидкий процес встановлення TCP і TLS-з'єднання. Далі, якщо контент знаходиться на сервері CDN, користувач може швидко його отримати. Таким чином, знижується навантаження на наш власний сервер.

## III. ВИСНОВКИ

Запропонована модель основана на асинхронно-блочному завантаженні web-сайту та за рахунок застосування стандартних методів зменшення часу завантаження:

- Кешування;
- Оптимізація веб-шрифтів;
- Оптимізація рисунків;
- Кешування заголовків;
- Рівень стиснення даних.

Дозволяє зменшити час завантаження сайту із 3-6 секунд до менш 2 секунд.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Trevor Burnham – “Async JavaScript. Build More Responsive Apps with Less Code”, 2012, pp. 104;
- [2] “Как ускорить загрузку сайта” - <https://habrahabr.ru/company/netologyru/blog/337842/>;
- [3] Мержевич В. “Ускорение работы сайта”, – 2004, – 384 с. – ISBN: 5-94157-525-4;

# Розробка програмного комплексу для автоматизації обліку та обслуговування автомобілів

Росляков Ігор Миколайович<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки, 14, Харків, 61166, Україна,  
igor.rosliakov@nure.ua

Барковська Олеся Юріївна<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки, 14, Харків, 61166, Україна,  
olesia.barkovska@nure.ua

**Анотація.** Надана робота присвячена розробці веб-додатку «Єдиний сервіс для автоматизації обліку та обслуговування автомобілів». Додаток використовує базу даних MySQL, яка забезпечує швидкість роботи додатку у порівнянні із існуючими додатками, що побудовані на файлах. Розроблений програмний комплекс являє сервіс, який призначений для виключення непорозумінь між власниками авто та майстром з обслуговування автомобілів.

**Ключові слова:** автомобіль, обслуговування, база даних, додаток, клієнт, сервер.

## I. ВВЕДЕННЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Обсяг ринку автомобілів стає дедалі більшим, а автосервіс займає все більш помітне місце серед інших видів підприємницької діяльності. В даний час, особливо в великих містах, представлені практично всі види легкового автосервісу, характерні для розвинених країн. Однак, застаріла структура цього бізнесу, яка була побудована із урахуванням автопарку із домінуванням вітчизняних автомобілів і старих іномарок, не відповідає сучасній реальності. На сьогодні основний попит на сервіс починають формувати власники нових іномарок, у яких закінчилася гарантія. Ці споживачі звикли до високої надійності своїх автомобілів, до організації їх обслуговування, прийнятої в дилерському автосервісі, до його технологічного рівня, прозорого ціноутворення і чекають цього від неавторизованого сервісу, який, на жаль, орієнтований не стільки на технології, скільки на довіру клієнтів до конкретного автомеханіка і поки готовий пропонувати тільки стандартні послуги.

Тому, кожен дилерський автосервіс використовує набір програмних продуктів для запису та обліку історій ремонту автомобіля, які доступні лише для працівників центрів. Клієнт не може подивитися всю ремонтну інформацію про своє авто. Бувають ситуації, коли людина купує авто з вторинного ринку, і не має можливості повністю перевірити авто на сервісі з обслуговування автомобіля через брак часу.

Наведені фактори зумовлюють актуальність створення веб-додатку, у якому кожен власник автомобіля зможе:

- своєчасно дізнатися необхідний час відвідання дилерських автосервісів або інших СТО для проходження сервісного огляду;
- переглядати історії ремонтів за час відвідувань дилерських автосервісів або інших СТО.

Задачею роботи є розробка веб-додатку «Єдиний сервіс для автоматизації обліку та обслуговування автомобілів».

## II. РІШЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Для вирішення проблеми було створено веб-додаток, що включає в себе клієнтську частину, серверний додаток і базу даних (рис.1).



Рисунок 1. Логічна структура розробленого веб-додатку

Клієнтська частина веб-додатку створена за технологіями веб-розробки HTML5 та CSS3 [1-2]. Серверний додаток розроблено з використанням принципів шаблону проектування MVC[3] на мові PHP[4]. MVC додатки мають багато переваг, таких як:

- простота розуміння та легкість у розробці;
- висока ступінь гнучкості;
- проста підтримка коду;
- швидка розробка.

Типову послідовність роботи MVC-додатку можна описати таким чином:

- При заході користувача на веб-ресурс, скрипт ініціалізації створює екземпляр додатку і запускає його на виконання.
- При цьому відображається головна сторінка сайту.

Додаток отримує запит від користувача і визначає запитаний контролер і дію. У разі головної сторінки, виконується дія за замовчуванням (index). Маршрутизація URL дозволяє приймати запити з URL користувачів, які не відповідають реальним файлам програми, а також дозволяє використовувати SEF URLs, які семантично зрозумілі для користувачів і мають ряд переваг для оптимізації роботи пошукових систем.



- Додаток створює екземпляр контролера і запускає метод дії, в якому, наприклад, міститися виклики моделі, що зчитують інформацію з бази даних.
- Після цього, дія формує уявлення з даними, отриманими з моделі і виводить результат користувачеві.

Саме тому численні веб-додатки і всесвітньо відомі фреймворки базуються на MVC.

Додаток використовує для зберігання інформації базу даних (а саме СУБД MySQL [5]), яка завжди працює швидше за додатки, що побудовані на файлах. Гнучкість СУБД MySQL забезпечується підтримкою великої кількості типів таблиць: користувачі можуть вибрати як таблиці типу MyISAM, що підтримують повнотекстовий пошук, так і таблиці InnoDB, що підтримують транзакції на рівні окремих записів.

### III. ВИСНОВКИ

Розроблений програмний комплекс «Єдиний сервіс для автоматизації обліку та обслуговування автомобілів» використовується як сервіс, що призначений зменшити непорозуміння між авто власником і майстром з обслуговування автомобілів.

Запропоноване рішення володіє наступними можливостями:

- окремі ролі адміністратора, клієнта, працівника сервісу;
- гнучке налаштування інформації про авто, а саме виробника, марку і модель автомобіля, приблизний об'єм двигуна, а також VIN-код транспортного засобу, колишні ремонти, пошкодження та назву страхової компанії;

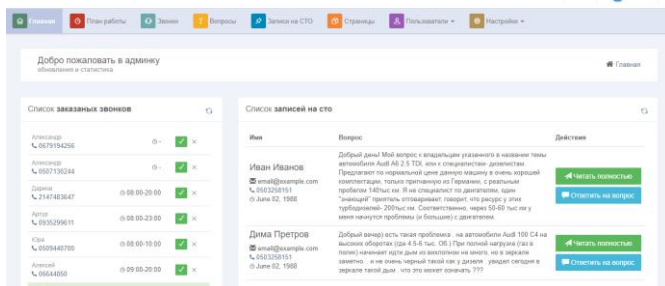


Рисунок 2. Інтерфейс, призначений для майстра з обслуговування автомобілів

- зручний інтерфейс для внесення інформації про ремонт або технічне обслуговування працівником сервісу (рис.2);
- автоматична перевірка коректності даних при заповненні працівником сервісу за допомогою порівняння даних з даними на сервері бази даних;
- зручний інтерфейс для отримання статистики за різними показниками, що включає графіки за типами ремонтів, компаніям загальної кількості звернень за певний періоди часу (рис.3);

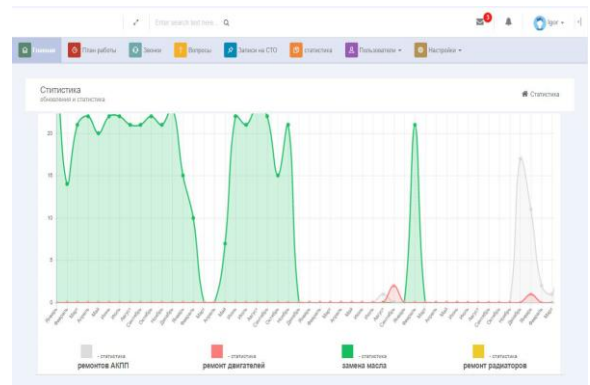


Рисунок 3. Отримання статистики минулих оглядів автомобіля

- можливість реєстрації компанії для СТО;
- зручний інтерфейс для отримання порад/рекомендацій щодо компаній СТО для відвідування;
- можливість залишати відгуки про компанію, ремонт та працівника сервісу.

Серед недоліків та перспектив розвитку наданого проекту можна розглядати автоматизацію наступних складових частин проекту: відділ продажу запчастин, відділ продажу аксесуарів, малярно-кузовний відділ, смс повідомлення, система знижок та інше.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Ben Frain, "Responsive Web Design with HTML5 and CSS3", 2nd ed., Packt Publishing - ebooks Account, 2015, 350pp.
- [2] Jason Gerner, Morgan Owens, Elizabeth Naramore, Matt Warden, Jeremy Stolz, "Professional LAMP: Linux, Apache, MySQL and PHP Web Development", Wrox Press, 2005, 379 pp.
- [3] Chris Pitt, "Pro PHP MVC", 2012, 479pp.
- [4] Kevin Tatroe, Peter MacIntyre, "Programming PHP", 3rd, 2013, 540pp.
- [5] Peter Rob, Carlos Coronel, "Database Systems: Design, Implementation, and Management", 8th ed, US: Course Technology, 2009.



# Построение систем обнаружения вторжений с использованием распределенных баз данных

Кругликов Егор Александрович<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков 61166, Украина,  
yehor.kruhlikov@nure.ua

Кругликов Данил Александрович<sup>2</sup>,

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков 61166, Украина,  
danylo.kruhlikov@nure.ua

Рубан Игорь Викторович<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков 61166, Украина,  
ihor.ruban@nure.ua

**Аннотация.** В данной работе представлена модель системы обнаружения вторжений на основе распределенной базы данных с использованием в качестве примера гибридной СОВ Prelude. Предоставляются преимущества при разработке данной системы, а также общая визуализация архитектуры в виде схемы. Обосновывается актуальность и новизна созданной модели.

**Ключевые слова:** Система обнаружения вторжений; Архитектура СОВ; распределенные базы данных; Prelude; HIDS.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПРОБЛЕМАТИКА

Актуальность: Анализ современных подходов к обнаружению вторжений говорит о том что наиболее актуальной задачей является разработка структур и архитектур, а так же методов, алгоритмов которые адаптивны к изменениям вариантов атак. [1].

Цель: Разработка элементов информационной технологии обнаружения вторжений с использованием распределенных баз данных.

Существующая система обнаружения вторжений Prelude (гибридная СОВ). Состоит из таких модулей [2,3]:

сетевые сенсоры – различные сенсоры, анализирующие данные на уровне сети на основе экспертного анализа;

системные сенсоры – различные сенсоры уровня системы, анализирующие журналы регистрации ОС, приложений;

модули управления – процессы, которые получают и обрабатывают сообщения сенсоров;

агенты реагирования – реализуют сгенерированную менеджером реакцию на атаку;

интерфейс – основан на протоколе http. Предоставляет возможность получать статистику и управлять системой при помощи web-браузера [2,3].

Система обнаружения вторжений Prelude не адаптивна к изменению вариантов и принципов проведения атак на техническую систему

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

СОВ с архитектурой основанной на распределенных базах данных (РБД) имеет ряд преимуществ [4]:

1) Разделяемость и локальная автономность. Каждый из сенсоров СОВ при существующей

возможности гибридности и основы распределенностью в дополнении, становится автономным и имеет возможность логически объединяться с другими сенсорами (используя различные методы обнаружения). А так же, при разделении системных сенсоров на автономных многоагентных анализаторов с заданным методом обнаружения в уязвимых местах сети, увеличит общую безопасность сети.

2) Повышение доступности данных. При репликация данных на каждом узле, а так же хранение метаданных по расположению файлов на других узлах, позволит решить проблему отказа отдельного узла или линии связи между узлами и не приведет к прекращению доступа к данным в системе, а так же более важной проблемы – отказа центрального сервера.

3) Повышение надежности сети. Недоверие узлов к друг другу, с введением условий работы при которой узлы не доверяют друг другу, система исключает каскадный (лавинный) эффект при многовекторной атаке. Если происходит атака на определенный, отдельный узел, система может изолировать этот узел от всей сети для исключения дальнейшего заражения\атаки на остальные. К примеру :

4) Повышение производительности:

- каждый узел работает только с частью базы данных, что позволит снизить общую нагрузку на систему;

- структурированное хранение данных (для более быстрого определение аномалии или вторжения) вводиться поиск по определенным критериям, не только по ключу\индикатору - полнотекстовый поиск, использование вторичных индексов. Для полнотекстового поиска, а также использования вторичных индексов предлагается использовать решение, аналогичное Elasticsearch. Это решение представляет собой локальные полнотекстовые индексы Elasticsearch на каждом узле распределенной noSql базы Cassandra. Полнотекстовые запросы рассылаются координатором всем узлам, затем смешиваются и возвращаются клиенту. Поскольку дополнительные индексы создаются локально и независимо на каждом узле, дополнительное предотвращение проблемы византийских генералов не требуется. К примеру: использование IPFS протокола (сочетает в себе распределенную хэш таблицу, децентрализованный обмен блоками а также самосертифицирующееся пространство имен. При этом IPFS не имеет точек отказа – узлы не обязаны доверять друг другу) [5];

- с использованием распределенной архитектуры системы, появляется возможность более производительного использования статических методов обнаружения так как существует возможность РВС (включая и использование GPU). К примеру, при атаке на определенный хост, система может разделять вычислительный процесс обнаружения и анализа с применением различных методов на другие не задействованные хосты (узлы системы);

- при гибридной системе обнаружения на основе распределенной архитектуры, ядро каждого узла получает более полную информацию о состоянии всей сети.

5) Расширение и масштабируемость. Добавление в сеть нового узла не оказывает влияния на функционирование уже существующих.

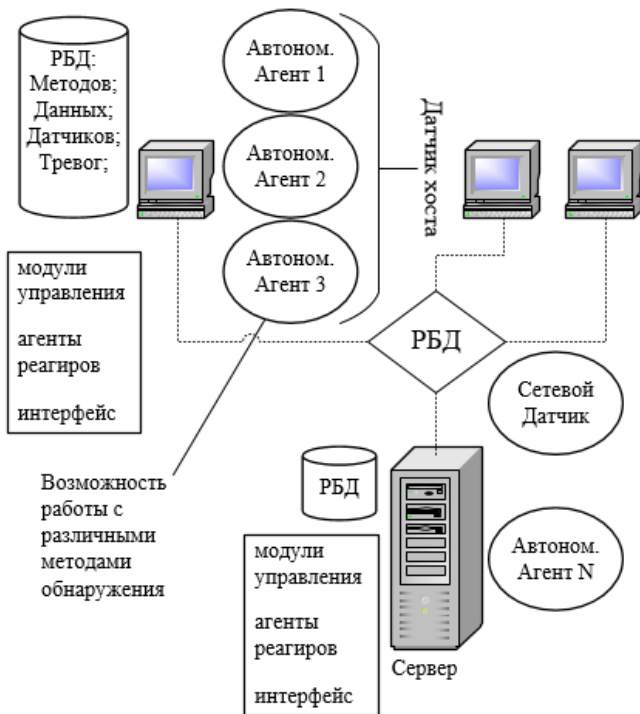


Схема 1. COB на основе РБД и РВС

### III. Выводы

В данной работе была представлена структура системы обнаружения вторжений на основе распределенной базы данных с использованием в качестве примера гибридной COB Prelude. Как можно заметить с усовершенствованием архитектуры система приобретает множество достоинств: повышение доступности данных в системе, повышение надежности, повышение производительности и расширяемости и масштабируемости. Но и это не является конечным результатом модификации и усовершенствования систем обнаружения вторжений, так как в каждой из них есть преимущества, которых нет у других. А также помимо архитектуры, есть и другие недостатки, которые требуют не меньшего внимания. Главное достоинство всех COB – это

открытость, которая позволяет совершенствовать системы.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Шелухин О.И., Сакалема Д.Ж., Филинова А.С. Обнаружение вторжений в компьютерные сети (сетевые аномалии), М.: Горячая линия—Телеком, 2013. — 220 с. — ISBN 978-5-9912-0278-7.
- [2] Prelude as a Hybrid IDS Framework – Access mode: <https://www.sans.org/reading-room/whitepapers/awareness/prelude-hybrid-ids-framework-33048>.
- [3] Prelude SIEM (Intrusion Detected System) – Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Prelude\\_SIEM\\_\(Intrusion\\_Detection\\_System\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Prelude_SIEM_(Intrusion_Detection_System)).
- [4] Кульба, В.В.; Ковалевский, С.С.; Косяченко, С.А. Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределенных баз данных, М.: Синтег 1999. – 660 с. – ISBN: 5-89638-016-X.
- [5] Juan Benet “IPFS Content Addressed, Versioned, P2P File System” – Access mode: <https://arxiv.org/pdf/1407.3561.pdf>

# Підвищення роздільної здатності методу рейтрейсингової аберометрії

Перепада Олександр Вікторович

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», просп. Перемоги, 37, Київ, Україна, 03056, sanya7901@gmail.com

**Анотація.** Запропоновано шляхи удосконалення методу рейтрейсингової аберометрії з метою підвищення його роздільної здатності.

**Ключові слова:** метод рейтрейсингу; аберометрія; ray tracing; aberrometry; ransac

## I. ВСТУП

При здійсненні корекції недоліків зору виконують діагностику ока з метою виявлення дефектів оптичної системи, оскільки саме за рахунок її недосконалості на сітківці ока з'являється спотворене зображення. Такі дефекти називають абераціями, вони полягають у спотворенні світлових променів при проходженні їх через оптичне середовище ока.

В рейтрейсинговій аберометрії для визначення параметрів і характеристик оптичної системи ока використовують поперечні аберації на сітківці. Вони виникають внаслідок відхилення зондуючих світлових променів, що спрямовують на поверхню зіниці, від їх ідеальних траєкторій. Причиною цього є патології рогівки, кришталика, скловидного тіла ока. На сітківці промінь залишає світловий відбиток (марку), координати якого визначають методами фотофіксації та ідентифікації зображень.

Для здійснення безпомилкової ідентифікації падаючого променя і його відбитка на сітківці метод рейтрейсингу реалізують послідовно у часі для всіх зондуючих променів. Враховуючи те, що сеанс діагностики за рейтрейсингом не повинен перевищувати 0.25...0.3 с, а кількість зондуючих точок повинна бути максимально можливою (60 і більше), час експозиції кожного відбитка на сітківці становить менше 5 мс. Це висуває жорсткі вимоги щодо чутливості і швидкодії fotocутливої апаратури, що тягне за собою збільшення вартості методу [1,2].

Метою даної роботи є удосконалення методу ретрейсингу з метою підвищення його роздільної здатності. Для цього пропонується здійснювати зондування ока не одиночними променями, а відразу групою променів, які зондують зіницю в точках, що розташовані у формі кола. У статті розглядається метод ідентифікації світлових відбитків променів на сітківці після їх фотофіксації шляхом пошуку кіл на отриманому зображенні.

## II. ІДЕНТИФІКАЦІЯ МАРОК НА СІТКІВЦІ

Перевагами групового зондування у рейтрейсинговій аберометрії є те, що час експозиції відбитків збільшується пропорційно кількості променів у групі. За рахунок цього можна збільшити кількість зондуючих променів, що підвищить роздільну здатність, або збільшити час експозиції, що знизить вартість фотореєструючої апаратури.

Але при такому підході постає проблема достовірної ідентифікації зондуючого променя і його відбитку на сітківці, оскільки внаслідок значних аберацій траєкторії

сусідніх променів можуть перетинатись або розташовуватись занадто близько.

Для вирішення даної проблеми можна використовувати методи обробки зображень [3]. В роботі досліджено три різних методи ідентифікації проєкцій променів на сітківці, які, так само як і на зіниці, розташовані у формі кола, але спотвореного внаслідок наявних аберацій ока. На рис. 1 показані розташування світлових променів на зіниці та їх спотворені відбитки на сітківці.

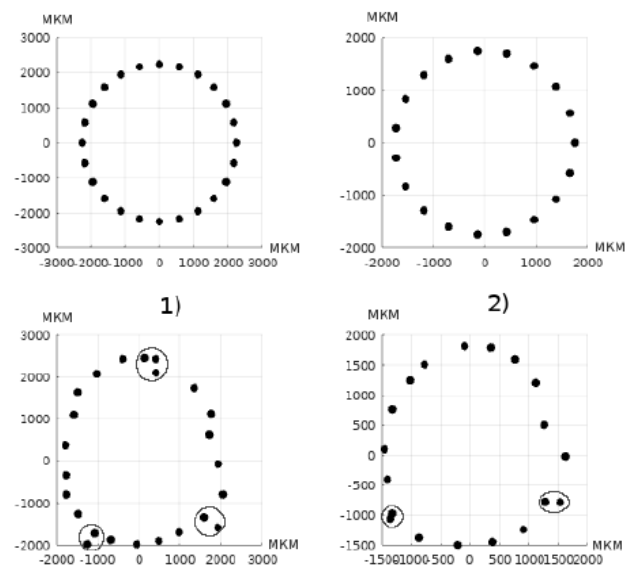


Рисунок 1. Розташування двох груп відбитків світлових променів на зіниці та на сітківці. Проблемні точки обведені.

Проведено ідентифікацію трьома різними методами на тестовому наборі даних. Метод з використанням матриці відстаней дав успішний результат для 76% точок, за допомогою неймережі Кохонена успішно ідентифіковано 64% точок. Найбільш ефективним виявився метод, в основі якого лежить пошук найкращої моделі кола у наборі точок, що дав результат у 82.4% успішно ідентифікованих точок. Тобто, застосування останнього методу для такої задачі є більш доцільним. Алгоритм методу викладено нижче.

Ідентифікація зводиться до розпізнавання кіл та встановлення відповідності між координатами світлових променів на зіниці та їх відбитками на сітківці. Для ідентифікації використано метод знаходження кіл на зображенні шляхом ітеративного пошуку найкращої моделі кола, у якості критерію використовується сума відстаней від точок до кола. Подібний алгоритм використано також у методі RANSAC [4, 5].

У загальному вигляді процес ідентифікації складається з наступних кроків:

- розбиття вихідного набору точок таким чином, щоб вони утворювали кола;
- знаходження координат очікуваного центру кожного з кіл, а також радіусу групи точок;

- визначення приналежності точок до кола шляхом оцінювання величини зсуву координат кожної точки відносно координат решти, поріг підбирається експериментально і залежить від величини розкиду точок у досліджуваній вибірці;
- зсув досліджуваних точок у початок координат;
- ітеративний пошук найкращої моделі кола по трьом точкам. У якості критерію виступає сума відстаней від усіх точок до кола, мінімальне значення якої відповідає найкращій моделі;
- знаходження проєкцій досліджуваних точок на коло;
- проведення ідентифікації отриманого нового набору точок за допомогою матриці відстаней.

#### Практична реалізація.

Вищеописаний метод було застосовано для проведення ідентифікації координат марок, використовуючи дані з бази вимірювань, що містить реальні виміри координат відбитків на зіниці та марок на сітківці ока. Кількість точок в одному вимірюванні — 64. Загальна кількість вимірювань — 84. Ідентифікація виконувалася у середовищі MATLAB.

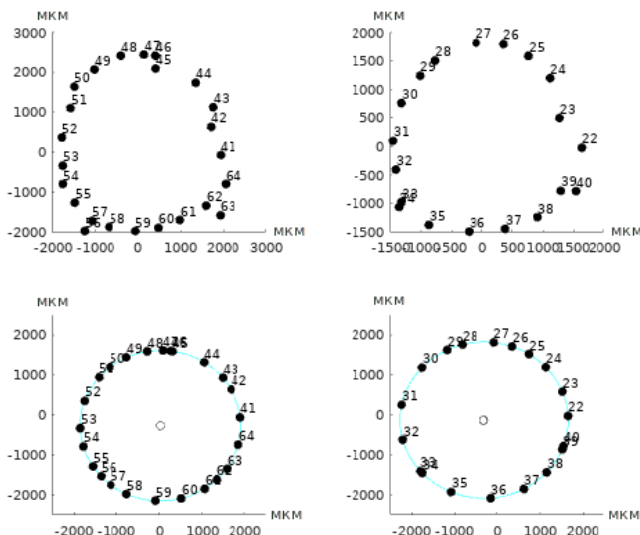


Рисунок 2. Розташування двох груп відбитків на сітківці та знайдені кола з позначеними координатами

Після знаходження оптимальних кіл та проєкцій координат марок на ці кола, отримано результат, показаний на рис. 2. Після цього проведено ідентифікацію марок за допомогою матриці зв'язків. Кількість помилково ідентифікованих марок у кожній з чотирьох груп для даного вимірювання становить 8, 0, 2 та 0 відповідно. З Рис. 2 видно, що, наприклад, марки під номерами 45-46, 56-57 та 39-40 накладаються, це є однією з причин помилкової ідентифікації. Середній відсоток успішної ідентифікації марок у групі з 84-х вимірювань, взятої з бази даних, склав 82.4%.

За ідентифікованими координатами світлових плям встановлюють функцію хвильового фронту оптичної системи ока, розраховують карту рефракцій та інші параметри і характеристики ока для діагностики зору та лікування.

### III. Висновки

Запропоновано спосіб удосконалення методу рейтрейсингу шляхом зондування ока не послідовно, як це передбачає метод рейтрейсингу, а групами променів. Це дозволяє підвищити роздільну здатність методу, не

змінюючи тривалості процедури вимірювання, або збільшити час експозиції лазера, тим самим зменшивши вартість фотообладнання.

Для вирішення проблеми ідентифікації відбитків зондуючих променів на сітківці запропоновано метод пошуку кіл на зображенні шляхом ітеративного пошуку найкращої моделі кола, на якому знаходяться ці відбитки. Критерієм при цьому виступає загальна сума відстаней від точок до кола.

В результаті експериментальної перевірки ефективності ідентифікації розглянутого методу на тестовому наборі даних реальних вимірювань, успішно ідентифіковано 82.4% точок. Такий результат можна пояснити тим, що частина марок за рахунок аберацій ока можуть розташовуватись занадто близько або накладатися одна на одну, що робить неможливим їх однозначну ідентифікацію.

### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] І.Г. Чиж, Г.С. Тимчик, Т.О. Шиша “Аберометрія оптичної системи ока людини: моногр” – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 292 с.
- [2] Molebny V., Yaganov P., Wakil J., Madala S., Klymov M. Laser no-scan ray tracing // Proceedings of the 8th European Meeting on Visual and Physiological Optics. Antwerpen, 2016. – P. 205 – 207.
- [3] Kovalsky V., Yaganov P. Modification of the Ray-Tracing Aberrometry Method // ELNANO-2017 Proc. – 2017. – P. 384 – 388.
- [4] Konstantinos G. Derpanis. Overview of the RANSAC Algorithm [Електронний ресурс] / Konstantinos G. Derpanis // York University – Режим доступу до ресурсу: [http://www.cse.yorku.ca/~kosta/CompVis\\_Notes/ransac.pdf](http://www.cse.yorku.ca/~kosta/CompVis_Notes/ransac.pdf).
- [5] M. A. Fischler, R. C. Bolles. Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography. Comm. of the ACM, Vol 24, pp 381-395, 1981.

# Определение гониометрических параметров походки человека

Янковский Александр Аркадьевич,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки, 14, Харьков UA-61166, Украина, e-mail  
oleksandr.yankovskyi@nure.ua

Носова Татьяна Витальевна,  
Жемчужкина Татьяна Владимировна,  
Костин Денис Александрович,  
Янковская Дарья Александровна

**Аннотация.** Работа посвящена проблеме измерения механических параметров работы крупных суставов человека в движении. Затронуты вопросы возникновения посттравматических осложнений, развивающихся вследствие изменения походки. Предложена структурная и принципиальная схемы электронного измерительного устройства, позволяющего оптимизировать необходимые гониометрические измерения работы крупных суставов при ходьбе.

**Ключевые слова:** гониометрия, сустав, угол изгиба, походка человека, тазобедренный сустав, симметрия, опорно-двигательный аппарат, конечности человека.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ЗАЯВЛЕНИЕ О ПРОБЛЕМЕ

Статистика учащения случаев травматизма опорно-двигательного аппарата в связи с ухудшением техногенных факторов свидетельствует о необходимости модернизации методов диагностики и реабилитации в сфере протезирования.

Ходьба является совокупностью взаимодействия множества параметрических процессов в организме человека и, как следствие, практически неотъемлемой составляющей полноценной жизнедеятельности. Ходьба человека условно разбита на двигательные детерминанты:

1. вращение таза;
2. наклон таза (движение Тренделенбурга);
3. сгибание в коленном суставе при опорном периоде;
4. механизм флексии и экстензии голеностопного сустава;
5. ротация коленного, голеностопного суставов;
6. латеральное расположение таза [1].

Все элементы походки человека биомеханически слажены и соблюдают строго закономерную последовательность, работают как единый высокоточный сбалансированный механизм. А потому даже незначительное смещение центра масс вследствие полученной травмы, вызывает деструктивные процессы в организме. Таким образом, одним из информативных показателей состояния работы элементов опорно-двигательного аппарата является симметрия походки. На сегодняшний день для определения симметрии походки существует довольно бедный арсенал автоматизированных методов диагностики походки человека.

Сенсорные стельки, предназначенные для сбора информации о физической активности пользователя и состоянии его организма в процессе ходьбы, бега или физических тренировок, состоят из нескольких слоев: изолирующего материала, сенсорного покрытия с интегрированными датчиками давления и микроконтроллера. Также в каждой стельке находится датчик температуры и съемный аккумулятор. Все это позволяет "умной" стельке фиксировать все движения владельца как при ходьбе, так и во время занятий спортом. Поддержка беспроводной связи позволяет стелькам отправлять информацию на компьютер, где она будет отображаться в реальном времени и сохраняться для дальнейшего анализа, что может пригодиться не только спортсменам, но и людям, проходящим реабилитацию после серьезных травм. Однако технология их производства довольно дорогостоящая, позволяет покрыть потребности только узкой целевой аудитории, а ограниченное количество размеров и строгие рамки форм делают их применение в ортопедической диагностике нецелесообразным из-за сложности индивидуального подбора [2].

Сенсорные беговые дорожки с биологической обратной связью для диагностики и тренировки ходьбы и когнитивных нарушений пациентов укомплектованы встроенными силовыми платформами и системой световой проекции указательной разметки движения на движущейся поверхности дорожки. Встроенные силовые платформы и программное обеспечение, содержащее протоколы исследования движения, в режиме реального времени позволяют получить и сравнить оперативные данные по характеристикам движения, таким как: длина шага, частота шага, время между касаниями стопами поверхности, сила отталкивания ступни, симметричность походки, и сохранить их в базе данных пациента в удобной для исследования форме. Использование таких дорожек требует специально оснащённой комнаты, что влечёт за собой соответствующие сложности и крупные финансовые затраты [3].

Видеокамеры для диагностики походки. Существует масса методов и алгоритмов обработки изображения, полученного специальной камерой. Но здесь также есть ряд существенных недостатков, связанных с искажением реальности при съемке камеры и необходимостью сложных и дорогостоящих как вычислительных машин, а также программных продуктов [4].

В связи с этим возникает необходимость в разработке современного, высокоточного, экономически выгодного, и эффективного метода диагностики

некоторых нарушений функционирования опорно-двигательного аппарата.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В ортопедии и протезировании для измерения угла сгибания крупных суставов изначально за основу взят и до сих пор применяется принцип работы механического гониометра. Работа данного устройства подобна работе транспортира и линейки. Однако существует потребность более корректного получения результатов при контроле угловых измерений сгибания конечности. На сегодняшний день в медицине развивается тенденция применения электронно-измерительных средств высокой точности, особенно применительно к реабилитации опорно-двигательного аппарата. Потому на смену механическим гониометрам пришли электронные с возможностью цифровой индикации. Однако существенного повышения точности измерения достичь не получилось, поскольку сама процедура проведения измерения является довольно неудобной и требует непосредственного участия врача, и к тому же все измерения проводились только в статике, что не показывает полной картины работы конечности.

В основу разрабатываемого электронного устройства определения гониометрических параметров походки человека положен эгоцентрический гониометр [5]. Недостатком которого, из-за сложности конструкции, является неудобство в эксплуатации и расположение электродов на теле человека, что приводит к снижению точности измерения.

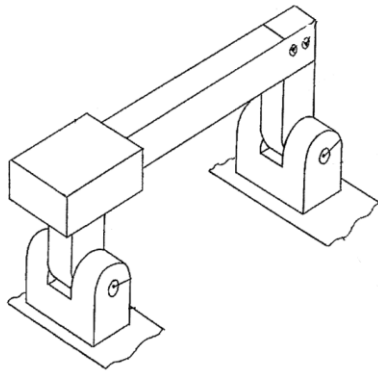


Рисунок 1. Общий вид полицентрического гониометра [5]

Для упрощения методики проведения исследования изменения угла сгибания коленного или ручного сустава в динамике предлагается использовать не механическую систему, а электронную с применением акселерометрических датчиков, а также с возможностью дистанционной передачи данных на персональный компьютер, телефон, планшет или любое другое вычислительное устройство.

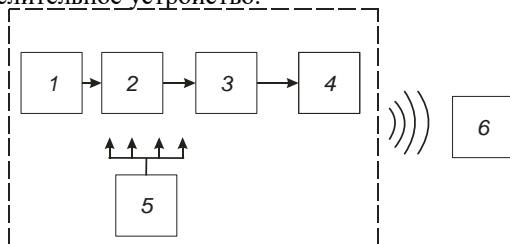


Рисунок 2. Структурная схема измерительного устройства

1 – акселерометр (датчик положения в пространстве);  
2 – усилитель;

3 – блок приёма и обработки данных (микроконтроллер);

4 – передатчик;

5 – блок питания;

6 – устройство приёма и обработки информации на персональном компьютере.

В качестве основного датчика выступает обыкновенный трёхосевой пьезоэлектрический акселерометр [6], его принцип действия и чувствительность обеспечивает требуемую точность измерения изгиба сустава. Применение трёхосевого акселерометра целесообразно также для отслеживания ротационных изменений при работе сустава.

Для обеспечения необходимого высокостабильного уровня входного сигнала логической единицы, нужной для качественной и быстрой работы микроконтроллерного узла обработки данных, используется классический усилитель.

Управляет работой гониометра AVR микроконтроллер, который выполняет функцию сбора данных, их последующую обработку и конвертирование данных для передачи их на компьютер или планшет через канал bluetooth, что делает возможным применение устройства в телемедицине.

Процедуру обработки полученных данных выполняет персональный компьютер, планшет или смартфон с соответствующим программным обеспечением.

Питание устройства осуществляется от портативной литий ионной аккумуляторной батареи, которая установлена непосредственно на шасси печатной платы.

Предлагаемое устройство акселерометрического гониометра конструктивно размещается в защитном пластиковом корпусе, который крепится на эластичной манжете, размещенной на ногах пациента.

## III. ВЫВОДЫ

Таким образом, предложено устройство определения информативных параметров походки человека, которое позволяет с высокой точностью определять степень изменения угла изгиба в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах, а также полностью оптимизирует весь процесс измерения.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529–551, April 1955.
- [2] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [3] I. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
- [4] K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [5] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," *J. Name Stand. Abbrev.*, in press.
- [6] *Datashit Micropower, 3-Axis, Digital Output MEMS Accelerometer*



# Автоматизированная информационная система учета успеваемости учащихся

Сас Владислав Анатальевич<sup>1</sup>,

Росляков Игорь Николаевич<sup>2</sup>,

Лебедев Валентин Олегович<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки, 14. Харьков, 61166, Украина.  
vladyslav.sas@nure.ua

<sup>2</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки, 14. Харьков, 61166, Украина.  
ihor.rosliakov@nure.ua

<sup>3</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки, 14. Харьков, 61166, Украина.  
lebedevvalen@gmail.com

**Аннотация.** Представленная работа посвящена проблемам разработки веб-приложения для учета успеваемости студентов. Используются технологии ASP.Net Web Api, REST Api, Entity Framework, микро-ORM dapper и Angular 4. Приложение легко масштабируется для различных задач будь это ведение классного журнала в школе или ведения журнала лабораторных работ в высших учебных заведениях.

**Ключевые слова:** учащийся, успеваемость, электронный журнал, база данных, ASP.Net Web Api, Entity Framework.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Повсеместное распространение информационных технологий и внедрение мер по обеспечению безопасности хранения данных в интернете позволяет сократить объемы бумажного документооборота. Одной из актуальных проблем учебных заведений является учет успеваемости учащихся и удаленный доступ к информации о ней [1-2].

Существующее ПО позволяет хранить информацию о составех групп студентов и их оценки за различные виды работ и производить автоматический расчет рейтингов, но обладают существенными недостатками: невозможность удаленного доступа, локальное хранение данных на ПК преподавателя, ограниченность возможностей настройки. А главное, их использование не предполагает доступа к журналу никого, кроме преподавателя, тогда как в условиях ВУЗа необходим доступ как ассистентов для участия в оценивании, так и студентов, для получения актуальной информации о своей текущей успеваемости.

## II. ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

Типичным решением данной проблемы является разработка приложений конкретным учебным заведением, с учетом специфики своих требований. Такое программное обеспечение недоступно за пределами учебного заведения и не обладает универсальностью и масштабируемостью.

Предлагаемое решение представляет из себя веб-приложение, включающее в себя клиентскую часть, серверное приложение и базу данных.

Клиентская часть веб-приложения представляет из себя одностраничное приложение (SPA [3]), для разработки которого использовался фреймворк Angular 4.0. Серверное приложение разработано с использованием технологии ASP.Net Web Api [4], которая отличается преимуществами строгой типизации, простотой отладки, компонентно-ориентированной

архитектурой и независимостью отдельных уровней приложения, обеспечивающей модульность разработки. Такие типовые задачи, как аутентификация, авторизация, сохранение состояния обновляемой страницы, автоматическая привязка данных и использование AJAX уже реализованы в составе ядра ASP.NET. В качестве веб-сервера используется сервер приложений IIS.

Разработана модель данных, описывающая сущности студента, преподавателя, вида работы и журнала. Для хранения используется РСУБД MSSQL, что обеспечивает простую интеграцию с ASP.NET, безопасность и высокую производительность. Для создания БД используется Entity Framework, а для последующей работы с ней – микро-ORM dapper, что обеспечивает слой абстракции между бизнес-логикой приложения и БД.

## III. ВЫВОДЫ

Предлагаемое решение обладает следующими возможностями:

- отдельные роли администратора, преподавателя, ассистента и студента.
- гибкая настройка журнала с разнообразными видами работ;
- возможность индивидуальной настройки лектором доступа к журналу для ассистентов и студентов;
- удобный интерфейс для получения статистики по каждому журналу;
- доступ к серверной части приложения с помощью REST API, что обеспечивает возможность получения данных об успеваемости сторонними приложениями.

Приложение легко масштабируется для различных задач, будь это ведение классного журнала в школе или ведения журнала лабораторных работ в ВУЗах

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] С. И. Белинская, "Информационная система «Электронный журнал» для автоматизации функций преподавателя," Вестник ИрГТУ, № 10(83), 2013, с. 12–15.
- [2] И. Н. Курилин, В. И. Нардюжев, И. В. Нардюжев "Электронный журнал учета учебных достижений студента," Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования, №4, 2013, с 79–89.
- [3] N. Murray, F. Coury, A. Lerner, C. Taborda, "Ng-Book 2: The Complete Book on Angular 2," Fullstack.io, 2017, 609 p.
- [4] J. Kurtz, B. Wortman, "ASP.NET Web API 2: Building a REST Service from Start to Finish," 2nd Edition., Apress, August 2014, 280 p.

# Выделение объектов на изображениях от прибора ночного видения

Янковский Александр Аркадьевич,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
Харьков, проспект Науки, 14, 61166  
oleksandr.yankovskiy@nure.ua

Янковская Дарья Александровна

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
Харьков, проспект Науки, 14, 61166

Предлагается процедура предварительной обработки изображений, полученных прибором ночного видения, задачей которой является выделение некоторых объектов

**Ключевые слова:** изображение, коррекция, пиксель, объект,

## I. ВВЕДЕНИЕ

Одной из областей применения приборов ночного видения является наблюдение за животными с целью выяснить их ночной образ жизни, для подсчета их количества и т.п. Получить четкое изображение очень затруднительно, особенно в условиях тумана и очень темных условий съемки. Выполнить анализ таких изображений без предварительной цифровой обработки очень трудно, а иногда практически невозможно. Поэтому предлагается методика выделения объектов на снимках низкого качества.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТ

Для выделения объектов на изображениях разработано много различных алгоритмов [1], [2]. К изображениям, полученным от прибора ночного видения их применять нельзя вследствие очень малой яркости и контрастности. Поэтому предлагается применить к таким изображениям гамма-коррекцию [1].

Исходное изображение сначала преобразуется в формат градаций серого (256 уровней), а затем производится изменение яркости каждого пиксела по следующему правилу:

$$S = cr^\gamma, \quad (1)$$

где  $r$  – текущее значение яркости пиксела,  $S$  – новое значение яркости пиксела,  $c$  и  $\gamma$  – положительные числа.

Были проверены различные комбинации значений коэффициента  $c$  (от 0.1 до 1.5) и показателя степени  $\gamma$  (от 0.1 до 2).

Примеры исходных изображений и лучших изображений, полученных после гамма-коррекции, показаны на рис.1,2.

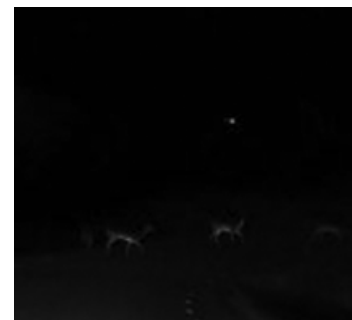


а)



б)

Рисунок 1. Изображение животных: а) исходное изображение; б) изображение после гамма-коррекции с коэффициентами  $c=1.8$ ,  $\gamma=1.2$



а)



б)

Рисунок 2. Изображение животных: а) исходное изображение; б) изображение после гамма-коррекции с коэффициентами  $c=1.6$ ,  $\gamma=1.4$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. СПб.: Питер, 2005. -1071 с.
- [2] В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко. Компьютерная обработка и распознавание изображений: учебное пособие. –СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. -192 с.



# Проектування інформаційного веб-додатку для збереження статистичних даних про динаміку цін на нерухомість

Слон Ярослав Васильович<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,  
Периотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна,  
yaruslavslon@gmail.com

Черненко Варвара Петрівна<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,  
Периотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна,  
cher.var.petr@gmail.com

**Анотація.** У даній роботі об'єктом розробки є інформаційна система «Динаміка змін цін на нерухомість в межах України», яка надає можливість отримувати статистичні дані про динаміку цін на нерухомість у вигляді графіків та таблиць і зберігати інформацію у файлах різних форматів (xml, json).

**Ключові слова:** веб-система, Laravel, статистичні дані.

## I. ВСТУП І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

У сучасному світі стрімко зростає попит на розробку веб-додатків для вирішення конкретних проблем у будь-якій сфері людської діяльності. Як професіонали у сфері нерухомості, так і економісти для розв'язання своїх дослідницьких задач потребують спеціалізованого програмного забезпечення. На сьогодні тільки деякі веб-портали, наприклад, сайт Novostroyki.lun.ua, надають можливість тільки переглядати статистику з продажу нерухомості в окремому регіоні у вигляді графіків. На сайті Domik.ua статистичну інформацію про динаміку цін на нерухомість в Україні можна проглядати також у вигляді таблиць і зберігати графіки у форматах png, pdf, svg. Для подальшого аналізу статистичних даних, наприклад, для прогнозування, необхідно зберігати дані у форматі зручному для подальших розрахунків.

У даній роботі представлено веб-додаток, який дозволяє користувачам отримувати актуальні статистичні данні щодо змін цін на нерухомість в Україні у вигляді таблиць і графіків з подальшим зберіганням інформації у форматах xml, json.

## II. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

У ході аналізу процесу проектування інформаційних веб-додатків [1] було виявлено, що веб-додаток «Динаміка змін цін на нерухомість в межах України» повинен складатися з наступних розділів:

- динаміка змін цін на нерухомість (головна сторінка);
- доступні записи у базі даних (адміністративна частина);
- профілі зареєстрованих користувачів (адміністративна частина).

Користувачів веб-додатку можна розділити на 3 групи відповідно до прав доступу:

- відвідувачі – мають доступ тільки до загальнодоступної частини веб-додатку, тобто можуть переглядати статистичні дані у вигляді таблиць, графіків та зберігати дані в json форматі;
- зареєстрований користувач – має доступ до додаткових функцій сайту, а саме переглядати статистичні дані в розмітці xml;
- адміністратор – має доступ до адміністративної частини, тобто може переглядати інформацію про зареєстрованих користувачів сайту та інформацію про вибірки, що збережені у базі даних.

Наповнення бази даних інформаційно-статистичного веб-додатку проводиться автоматично зі сторінки в Інтернеті [2] кожні три дні.

На діаграмі варіантів використання (рис. 1) зображені чотири актори: Гість, Користувач, Адміністратор та сервер сайту Domik.ua, кожний з яких має свій перелік можливих дій.



Рисунок 1. Діаграма варіантів використання

Для розробки інформаційного веб-додатку «Динаміка змін цін на нерухомість в межах України» було обрано PHP-фреймворк Laravel [3-4].

Laravel – безкоштовний PHP-фреймворк з відкритим кодом, призначений для розробки веб-додатків з використанням архітектурної моделі MVC (Model View Controller). Модель MVC інформаційного веб-додатку представлена на рис. 2.

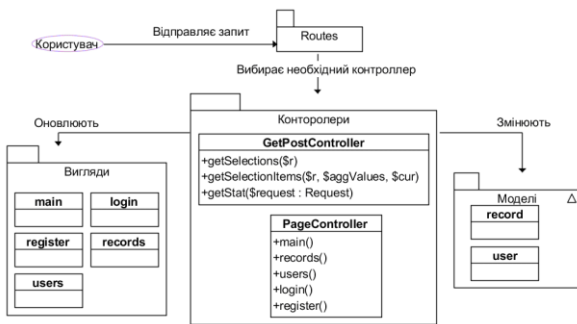


Рисунок 2. Модель MVC інформаційного веб-додатку в Laravel

Якщо порівнювати Laravel з іншими найбільш популярними PHP-фреймворками, такими як: Symfony, Yii, то Laravel випереджає їх [5].

Головна сторінка веб-додатку представлена на рис. 3.

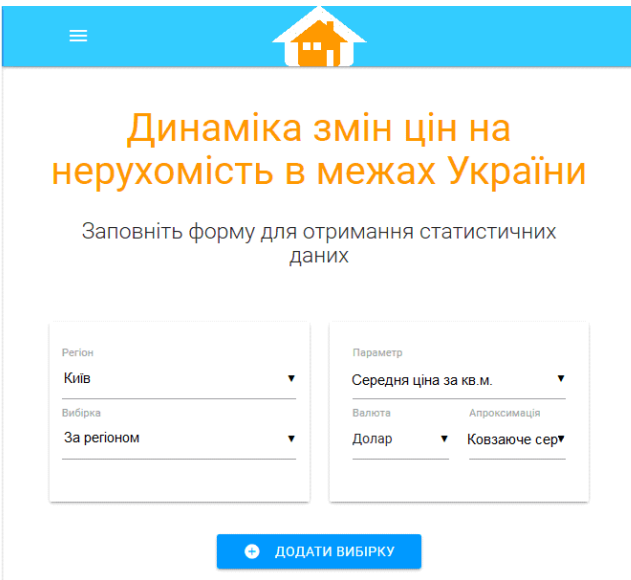
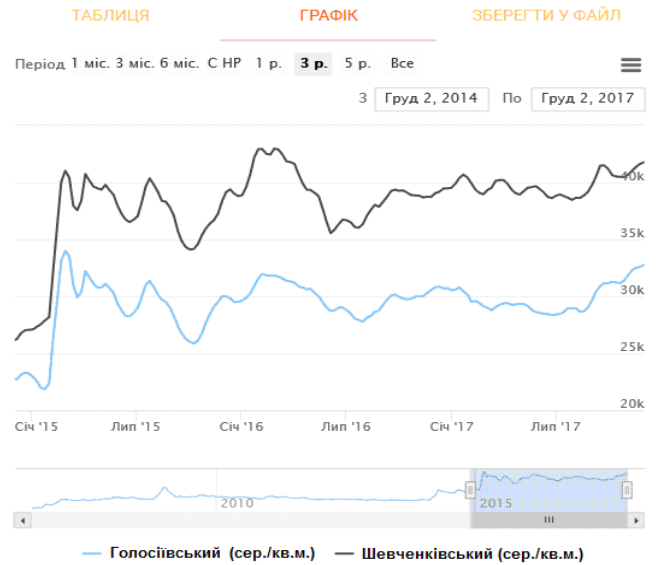


Рисунок 3. Головна сторінка веб-додатку «Динаміка змін цін на нерухомість в межах України»

Для перевірки роботи інформаційного веб-додатку було проведено його тестування. Результати тестування представлені на рис. 4.

Дата	Ціна - Голосіївський (сер./кв.м.)	Ціна - Шевченківський (сер./кв.м.)
	UAH	UAH
02.12.2017	32781	41806
25.11.2017	32614	41671
18.11.2017	32530	41414
11.11.2017	32331	41070
04.11.2017	31902	40722

а)



б)

Рисунок 4. Сторінка веб-додатку зі статистичними даними у вигляді: а) таблиці; б) графіків

Також було перевірено, якщо зареєструватися на сайті, то можна зберегти статистичні дані у форматі xml.

### III. ВИСНОВКИ

При розробці інформаційного веб-додатку «Динаміка змін цін на нерухомість в межах України» були розв'язані такі задачі:

- проведено дослідження існуючих інформаційних веб-систем для збереження статистичних даних про динаміку цін на нерухомість і виявлено їхні недоліки;
- проаналізовані засоби розробки веб-додатків і обрано PHP-фреймворк Laravel;
- протестована робота створеного веб-додатку.

Результати тестування дозволяють зробити висновок про те, що розроблений інформаційний веб-додаток має достатні ресурси для збереження актуальної статистичної інформації про динаміку цін на нерухомість, оновлюючи її кожні три дні. У подальшому планується додати до створеного веб-додатку можливість прогнозування цін на нерухомість.

### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Д. Эспозито “Разработка современных веб-приложений: анализ предметных областей и технологий”, М.: Вильямс, 2017, 464 с.
- [2] Динамика и статистика цен на недвижимость: анализ рынка недвижимости и обзор рынка недвижимости в графиках [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://domik.ua/nedvizhimos/dinamika-cen.html>
- [3] В. Дронов “Laravel. Быстрая разработка современных динамических Web-сайтов на PHP, MySQL, HTML и CSS”, С-Пб.: БХВ-Петербург, 2018, 768 с.
- [4] Laravel – the PHP framework for web artisans [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://laravel.com/>
- [5] Н.В. Багнюк, В.М. Мельник, О.В. Казмірчук “Аналіз та порівняння можливостей розробки веб-ресурсів засобами PHP-фреймворку Laravel і CMS Wordpress”, Комп’ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, Вип. 26, Луцьк, 2017, С. 10–15.

# Построение распределённых информационных систем с динамически изменяющейся топологией

Епифанов Антон Сергеевич

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки, 14, Харьков, Украина, 61166,  
anton.yepifanov@nure.ua

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы построения кластерных информационных систем. Предлагаются методы построения кластерных информационных систем, использующие свободные вычислительные ресурсы узлов компьютерной сети. Предлагается имитационная модель информационных потоков в компьютерной сети.

**Ключевые слова:** Кластер, Компьютерная сеть, Имитационная модель, Информационная система, Мониторинг, NMS.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Современные тенденции развития вычислительной техники таковы, что потенциал рабочих пользовательских станций в компьютерной сети достаточно высок и продолжает расти. Суммарная производительность этих компьютеров часто превосходит производительность сервисных систем (серверов). Кроме того, в системах менеджмента корпоративных компьютерных сетей помимо базовых задач сбора информации о состоянии систем также присутствуют ресурсоёмкие задачи анализа и прогноза состояния компьютерной сети.

Проблема нехватки вычислительных ресурсов при решении задач менеджмента компьютерных сетей особенно актуальна для больших, корпоративных сетей. Кроме того, сбор служебной информации об узлах сети порождает большое количество служебного трафика.

Одним из эффективных решений указанных проблем является построение системы менеджмента компьютерной сети с использованием мультикластерной архитектуры.

Анализ существующих решений рассматриваемой задачи показал, что большая часть решений направлена на создание распределённых архивных систем, например, Torrent [1], Direct Connect [2], eDonkey2k [3]. Более сложные решения ориентированы на использование процессорных ресурсов. Например, технологии GRID [4], MOSIX[5]. Но, эти решения предполагают, что ресурсы выделяются постоянно или принудительно без учета степени их занятости пользователем.

Объектом исследования является инфраструктура компьютерной сети.

Предмет исследования — методы и технологии построения распределённых информационных вычислительных систем с динамически изменяемой конфигурацией.

Актуальными задачами являются:

- повышение ресурсоёмкости компьютерной сети;
- динамическое изменение требований производительности вычислительного кластера.

Существуют различные пути решения указанных проблем. Например, можно уменьшить частоту

проводимых измерений. Другим способом является уменьшение количества собираемых параметров. Так же можно, используя агентную технологию, проводить локальную обработку информации, направляя на центральную систему мониторинга усредненные значения параметров за определенное время. Недостатком такого способа является снижение точности прогнозирования состояния сети и возможность позднего реагирования на сбои в работе сети.

При этом предполагается, что существует процедура определения свободных вычислительных ресурсов узла, например, описанная в [6], и существует процедура включения свободных вычислительных ресурсов в кластер.

Что хотелось бы получить:

- повышение эффективности использования выделенных фиксированных ресурсов инфраструктуры КС;
- использование свободных ресурсов компьютеров для создания и функционирования информационных систем в КС.

Научная задача — разработка методов построения распределённых информационных вычислительных систем с динамически изменяемой конфигурацией.

Задачами исследования являются: обеспечение реализации эффективного менеджмента инфраструктуры компьютерной сети, проверка эффективности предложенной реализации системы менеджмента при помощи имитационной модели трафика компьютерной сети

Пусть задано  $N$  — множество всех компьютеров (рабочих станций) компьютерной сети,  $V$  — множество связей между узлами в сети,  $R(w_k)$  — процедура определения свободной производительности узла  $w_k$ , транз/сек,  $T = \{(w_i, w_j, t_s, s_{ij})\}$  — описание трафика в компьютерной сети, где  $w_i, w_j$  — узлы источник и приёмник пакета,  $t_s$  — время начала передачи пакета,  $s_{ij}$  — размер пакета данных.

Необходимо: сформировать распределённую кластерную систему менеджмента компьютерной сети  $M = (w_0, C, S)$ , где  $w_0$  — центральный узел NMS,  $C$  — множество вычислительных кластеров,  $S$  — множество сайтов в КС.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Предлагаемое решение — процедура формирования кластерной системы менеджмента инфраструктуры компьютерной сети.

Задача: Формирование кластерной системы менеджмента инфраструктуры компьютерной сети.  $Infstr = (Q1, Q2, Q3, \dots, Qn)$ , где  $Q_i$  — компоненты и сервисы компьютерной сети.

Пути решения задачи:

1. Построение устойчивой к отказам системы менеджмента КС.

2. Повышение эффективности использования выделенных фиксированных ресурсов инфраструктуры КС.

Возможные Решения:

1. Использование кластерной архитектуры для построения системы менеджмента ИКС

2. Использование для построения системы менеджмента не фиксированных, а свободных ресурсов КС.

Для реализации решений 1 и 2 требуется решение следующих задач:

- построение кластера на основе свободных ресурсов;
- разбиение компьютерной сети на сайты;
- построение NMS в виде кластерной системы на свободных ресурсах;
- повышение эффективности учёта свободных ресурсов.

Для ее реализации были разработаны:

- метод формирования вычислительного кластера с динамически изменяемой конфигурацией;
- метод формирования сайтов для построения распределённого вычислительного кластера;
- метод мониторинга компьютерной сети с использованием кластерной системы;
- имитационная модель формирования трафика в компьютерной сети при использовании кластерной системы менеджмента КС.

Результатом работы метода формирования вычислительного кластера с динамически изменяемой конфигурацией является формирование множества  $W$  узлов со статусом «потенциальный узел» и множества  $C$  узлов, включенных в кластер. При этом в работе метода учитывается изменение количества свободных вычислительных ресурсов  $R(w_k)$  на каждом узле.

Результатом работы метода формирования сайтов для построения распределённого вычислительного кластера является разбиение множества  $N$  всех узлов на непересекающиеся подмножества  $S=\{S_i\}$ , каждое из которых используется для построения вычислительного кластера  $C=\{C_i\}$ .

Результатом работы метода мониторинга компьютерной сети с использованием кластерной системы является построение системы менеджмента компьютерной сети в виде мультикластерной информационной системы с выделенным центральным(координирующим) узлом  $NMS=(w_0, C, S)$ .

Имитационная модель трафика определяется в виде  $M=(N, TT, V, S_r, U, A_S, A_U, T)$ , где:

$N$  — множество узлов КС. Сюда входят как конечные устройства, так и свичи и роутеры. Хабы сюда не входят, реализуются сетями типа CSMA/CD

$TT$  — характеристики узлов, описывающие время прохождения пакета через узел.

$V$  — Множество связей в КС. Могут быть двух видов — point-to-point (P2P) и CSMA/CD.

$S_r$  — Множество сервисов в КС.

$U$  — Множество клиентов в КС.

$A_S$  — Отображение множества  $S_r$  в множество  $N$ : . Описывает соответствие сервисов и узлов КС.

$A_U$  — Отображение множества  $A_U$  в множество  $N$ : . Описывает соответствие клиентских приложений и узлов КС.

$T$  — Множество передаваемых пакетов данных.  $T=\{(ns, nd, size, ts)\}$ , где  $ns$  — узел-источник,  $nd$  узел-

приёмник,  $size$  — размер пакета,  $ts$  — время начала передачи).

В системе имитационного моделирования NS-3 трафик компьютерной сети определяется в виде  $Traff=F(A_{US}, t_0, t_e, e_1, e_2)$ , где

$A_{US}$  — отображение множества  $U$  в мн-во  $S_r$ . Описывает, какие клиентские приложения отправляют запросы сервисным приложениям.

$t_0$  и  $t_e$  — время начала и окончания эксперимента

$e_1$  — процедура генерации информационного пакета от клиентского приложения,

$e_2$  — процедура генерации информационного пакета от сервисного приложения.

Достоинством предложенных методов является использование свободных ресурсов узлов компьютерной сети, что позволяет уменьшить требования к производительности центрального узла информационной системы. Отсюда же вытекают ограничения применимости методов – построение такой распределённой мультикластерной системы целесообразно в больших, корпоративных сетях. Преимуществом системы менеджмента компьютерной сети, построенной с использованием предложенных методов, является уменьшение потока служебного трафика.

### III. Выводы

Получил развитие метод построения вычислительного кластера. Предложен метод формирования сайтов для построения распределённого вычислительного кластера. Получил развитие метод мониторинга, использующий распределённую динамическую систему менеджмента компьютерных сетей. Предложена имитационная модель трафика в компьютерной сети.

Предложенные методы и технологии позволяют сократить время и средства при выполнении специальных задач за счет уменьшения затрат на поддержку функционирования вычислительной системы. Представленные решения могут быть использованы при реализации специальных задач в компьютерной сети.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Pouwelse J. et al. The bittorrent p2p file-sharing system: Measurements and analysis //Peer-to-Peer Systems IV. – Springer Berlin Heidelberg, 2005. – С. 205-216.
- [2] Molin K. Measurement and Analysis of the Direct Connect Peer-to-Peer File Sharing Network //rapport. – 2010. – №. 2009, 65 p.
- [3] Handurukande S. B. et al. Peer sharing behaviour in the eDonkey network, and implications for the design of server-less file sharing systems. – ACM, 2006. – Т. 40. – №. 4. – С. 359-371.
- [4] Foster I., Kesselman C. (ed.). The Grid 2: Blueprint for a new computing infrastructure. – Elsevier, 2003. 748 p.
- [5] Amar L. et al. Economically enhanced MOSIX for market-based scheduling in Grid OS //Workshop on Economic Models and Algorithms for Grid Systems (EMAGS). – 2007. – Т. 19.
- [6] . Performance Characterization and Benchmarking: Traditional to Big Data, R. Nambiar, M. Poess (Eds.), Springer 2015
- [7] ns-3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nsmn.org/>
- [8] 4. Obaidat M. S., Zarai F., Nicopolitidis P. Modeling and Simulation of Computer Networks and Systems: Methodologies and Applications. – 2015.

# Методы повышения эффективности моделирования сетевых систем

Горбачев Валерий Александрович,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки, 14, Харьков, Украина, 61166,  
valeriy.gorbachov@nure.ua, olha.ponomarenko@nure.ua

Пономаренко Ольга Евгениевна

**Аннотация.** Работа посвящена вопросам формальных преобразований структурных моделей сложных систем с целью снижения размерности системы, когда время определения показателей системы играет важную роль при решении задач управления в реальном масштабе времени, а также когда время моделирования системы является критическим параметром.

**Ключевые слова:** большие системы, сетевой анализ, метод композиции, оператор сопряжения.

## I. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При исследовании больших и сложных систем приходится решать три группы проблем: анализ свойств и поведения системы в зависимости от ее структуры; выбор структуры и значений параметров исходя из свойств системы и проектирование систем. Для решения этих проблем существенное значение могут иметь методы сетевого анализа [1-2].

Известно, что математическая модель сложной системы состоит из описания ее элементов и структуры системы. Формальный аппарат описания отношений между элементами структуры хорошо изучен и включает: сети Петри, процессную алгебру, теорию агрегатов и теорию множеств.

Ряд задач системного анализа требует исследования структурной модели сложной системы. При этом некоторые из них решаются лишь при преобразовании существующей структуры к виду, который позволяет достичь решения задач, поставленных перед исследованием.

Авторы [3] применяют композицию сложной сети с целью снижения ее размерности и уменьшения времени моделирования. Суть композиции состоит в разделении сети на две части – основные узлы, представляющие интерес, и остальные узлы. Утверждается, что метод эффективен только в ограниченном диапазоне статистических характеристик узлов.

Авторы [4] рассматривают метод исследования сложной сетевой системы, основанный на ее декомпозиции. Метод позволяет сократить размерность модели системы и повысить производительность системы моделирования на параллельных платформах.

Задачи топологического анализа систем представляют собой комплекс сложных проблем, решение которых требует больших вычислительных ресурсов и развития математического аппарата. Их можно объединить в такие характерные группы:

- разработка адекватного структурного описания сложной системы;
- определение характеристик сложной системы с заданной топологической структурой;

- оптимальный синтез, эквивалентные преобразования топологической структуры сложной системы. Большинство задач третьей группы — это задачи повышенной сложности.

Необходимо отметить проблему эквивалентных преобразований исходной топологии сложной системы, например, с целью:

- перераспределения связей и схем взаимодействия элементов в рамках установленной структуры;
- композиции и декомпозиции системы и ее компонентов;
- анализа структуры модели для обнаружения параллелизма, решения проблемы взаимоисключений, взаимоблокировок;
- снижения размерности системы, когда время определения показателей системы играет важную роль при решении задач управления в реальном масштабе времени, а также когда время моделирования системы является критическим параметром.

Данная работа посвящена вопросам эквивалентных преобразований структурных моделей сложных систем. В основу метода положена композиция топологической структуры. Целью является снижения размерности системы.

## II. МНОГОУРОВНЕВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ

Данный раздел посвящен вопросам построения теоретико-множественной модели структуры сложной системы и разработки алгоритма ее многоуровневой композиции. Здесь рассматриваются вопросы, относящиеся только к преобразованиям схем сопряжения. Вопросы динамики системы не рассматриваются.

Сложная система  $S$  содержит элементы  $C_1, C_2, \dots, C_N$ , где  $N$  – фиксированное число, внешнюю среду обозначим  $C_0$ . Рассмотрим формальную модель структуры сложной системы [5].

Первое предположение сформулируем в следующем виде. Вход элемента  $C_j$  состоит из  $m_j$  входных контактов; контакт  $X_i^{(j)}$  принимает элементарные сигналы  $x_i^{(j)}(t)$ ;  $i = 1, 2, \dots, m_j$ . Аналогично выход элемента  $C_j$  состоит из  $r_j$  выходных контактов; контакт  $Y_1^{(j)}$  выдает элементарные сигналы  $y_1^{(j)}(t)$ , который принимаются одним или несколькими элементами.

Тогда математической моделью элемента  $C_j$ , используемой для формального описания сопряжения его с другими элементами системы и внешней средой,

является пара множеств:  $\left[ X_i^{(j)} \right]_1^m$  и  $\left[ Y_l^{(j)} \right]_1^r$ , где для простоты приняты обозначения  $m=m_j, r=r_j$ .

Второе предположение. К входному контакту любого элемента системы подключается не более чем один элементарный канал; к выходному контакту может быть подключено любое конечное число элементарных каналов.

Введем однозначный оператор:

$$Y_1^{(k)} = R \left( X_i^{(j)} \right), \quad (1)$$

где область определения на множестве  $\bigcup_{j=0}^N \left[ X_i^{(j)} \right]_1^m$ ; область значений на множестве  $\bigcup_{k=0}^N \left[ Y_l^{(k)} \right]_1^r$ , сопоставляющий входному контакту  $X_i^{(j)}$  выходной контакт  $Y_l^{(k)}$ . Если в рассматриваемой системе к данному контакту  $X_i^{(j)}$  не подключен никакой элементарный канал, то оператор R не определен на этом  $X_i^{(j)}$ . Оператор (1) будем называть оператором сопряжения.

Оператор сопряжения с областью определения и областью значений будем называть схемой сопряжения элементов в системе S или формальной моделью структуры системы. Схема сопряжения содержит исчерпывающие сведения о соединениях элементов системы элементарными каналами.

Оператор сопряжения можно задать в виде таблицы, в которой на пересечении строк с номерами элементов системы j и столбцов с номерами ее входных контактов i располагаются пары чисел (k, l), указывающие номер элемента k и номер выходного контакта l, с которым соединен контакт  $X_i^{(j)}$ . Для системы, рассматриваемой в работе, оператор сопряжения R представляется таблицей 1. Таблица сопряжения элементов исходной сети включает в себя номера входных и выходных портов связей, третьим параметром стоит пропускная способность канала.

Таблица 1. Оператор R сопряжения для системы S

i \ j	1	2	3	4	5
0	1,1,10	3,1,15	4,1,15	5,1,20	6,1,25
1	0,1,35				
2	1,3,20	0,2,20	0,3,25		
3	1,2,15	2,1,35			
4	3,2,30	2,1,35	2,2,45		
5	2,2,45				
6	5,2,10	0,4,50			

Представим систему S как совокупность некоторого числа подсистем  $S_\mu$ , где  $\mu = (\mu_0, \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_M)$ , содержащих не менее чем по одному элементу. Более того, элемент  $C_j$  должен входить только в одну из подсистем  $S_\mu$ . Подсистема  $S_{\mu_0}$  будет включать только один элемент  $C_0$ , представляющий внешнюю среду.

Композицию рассматриваемой системы на подсистеме осуществим следующим образом:  $S_{\mu_0} = \{C_0\}$ ;  $S_{\mu_1} = \{C_1, C_2\}$ ;  $S_{\mu_2} = \{C_3, C_4\}$ ;  $S_{\mu_3} = \{C_5, C_6\}$ .

Очевидно, что подсистема  $S_\mu$ , с одной стороны, сама может являться сложной системой, подобно системе S, а с другой стороны — элементом системы S. Построим схему сопряжения для второго случая.

Во втором случае, когда система разбивается на несколько подсистем  $S_\mu$ , каждая из подсистем рассматривается как элемент системы S. То, что находится внутри для внешних подсистем является невидимым. Каждая подсистема на границе должна содержать фиктивные входные  $X_i^{(j)}$  и фиктивные выходные  $Y_l^{(k)}$  контакты для связи с другими подсистемами системы S. Фиктивные контакты играют роль разъемов «папа-мама» на электрических схемах, которые соединяют блоки сложных электронных устройств. Очевидно, что входные и выходные фиктивные контакты подсистемы  $S_\mu$  определяются для элементов двух множеств:

- множество входных контактов  $\left[ X_l^{(j)} \right]_\mu$  всех элементов  $C_j$ , где  $C_j \in S_\mu$ , соединенных элементарными каналами с выходными контактами элементов  $C_k$ , где  $C_k \notin S_\mu$ , а также с выходными контактами фиктивного элемента  $C_0$ ;
  - множество выходных контактов  $\left[ Y_l^{(j)} \right]_\mu$  всех элементов  $C_j$ , где  $C_j \in S_\mu$ , которые соединены элементарными каналами с входными контактами элементов  $C_k$ , где  $C_k \notin S_\mu$ , а также с входными контактами фиктивного элемента  $C_0$ .
- Множество  $\left[ Y_l^{(j)} \right]_\mu$  состоит:

$$\left[ Y_l^{(j)} \right]_\mu = \bigcup_{C_j \in S_\mu} \{ \left[ Y_l^{(j,0)} \right] \cup \left( \bigcup_{C_k \notin S_\mu} \left[ Y_l^{(j,k)} \right] \right) \}, \quad (2)$$

В силу закона идемпотентности объединения множеств, одинаковые контакты  $Y_l^{(j)}$  не повторяются. Таким образом, для каждого  $Y_l^{(j)} \in \left[ Y_l^{(j)} \right]_\mu$  достаточно иметь только один фиктивный контакт  $Y_l^{(j)}$ .

Поэтому каждому  $Y_l^{(j)} \in \left[ Y_l^{(j)} \right]_\mu$  поставим в соответствие оператор:

$$Y_1^{(\mu)} = Q_\mu \left( Y_l^{(j)} \right), \quad (3)$$

Оператор (3) назовем операторами нумерации выходных фиктивных контактов подсистемы  $S_\mu$ . Оператор определяет выходные фиктивные контакты  $Y_l^{(\mu)}$  подсистемы  $S_\mu$ . Оператор  $Q_\mu$  может быть задан таблицей нумерации фиктивных контактов.

Аналогичным образом рассмотрим формирование множества  $\left[ X_l^{(j)} \right]_\mu$ :

$$\left[ X_l^{(j)} \right]_\mu = \bigcup_{C_j \in S_\mu} \{ \left[ X_l^{(j,0)} \right] \cup \left( \bigcup_{C_k \notin S_\mu} \left[ X_l^{(j,k)} \right] \right) \}, \quad (4)$$



В силу закона идемпотентности объединения множеств, в множество  $[X_i^{(j)}]_\mu$  входят только различные контакты  $X_i^{(j)}$ . Для нумерации фиктивных контактов  $X_i^{(\mu)}$  введем операторы нумерации входных фиктивных контактов:

$$X_i^{(\mu)} = P_\mu(X_i^{(j)}), \quad (5)$$

Оператор  $P_\mu$  определяет входные фиктивные контакты  $X_i^{(\mu)}$  подсистемы  $S_\mu$  и может быть представлен в виде таблицы.

Определив алгоритм формирования и нумерации фиктивных контактов, построим схему сопряжения выходного уровня.

Для построения схемы сопряжения подсистем  $S_\mu$  в системе  $S$ , введем оператор

$$Y_1^{(v)} = R_{II}(X_i^{(\mu)}), \quad (6)$$

Где область определения на

множестве  $\bigcup_{\mu=\mu_0}^{\mu_M} [X_i^{(\mu)}]_1^m$ , область значений на

множестве  $\bigcup_{\mu=\mu_0}^{\mu_M} [Y_i^{(\mu)}]_1^r$ .

По определению, оператор  $R_{II}$  входному фиктивному контакту  $X_i^{(\mu)}$  подсистемы ставит в соответствие выходной фиктивный контакт  $Y_1^{(v)}$  подсистемы  $S_v$ , где  $V \in (\mu_0, \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_M)$ , соединенный с  $X_i^{(\mu)}$  элементарным каналом, если такое соединение в системе  $S$  существует. Оператор  $R_{II}$  будем называть оператором сопряжения подсистем  $S_\mu$  в системе  $S$ . Схема сопряжения  $R_{II}$ , на самом деле, является двухуровневой схемой сопряжения системы  $S$ .

Процедура построения оператора  $R_{II}$  для некоторого фиктивного контакта  $X_i^{(\mu)}$  основана на анализе цепочки, которой принадлежат контакты  $X_i^{(\mu)}$  и  $Y_1^{(v)}$ . Оператор  $R_{II}$  определяется соотношением:

$$Y_1^{(v)} = \begin{cases} Q_v(Y_1^{(k)}), & \text{если } k \neq 0, C_k \in S_v, \\ Y_1^{(\mu_0)} = Q_{\mu_0}(Y_1^{(0)}), & \text{если } k = 0, \end{cases} \quad (7)$$

где  $Y_1^{(k)} = R[P_\mu^{-1}(X_i^{(\mu)})]$ .

### III. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Эффективность метода композиции структурных моделей сетевых систем, его алгоритмической и программной реализации была продемонстрирована для решения задачи о максимальном потоке [6]. Для решения данной задачи используется теорема, доказанная Фордом и Фалкерсоном, согласно которой максимально возможное значение суммарного потока на

конечных дугах равно минимальной пропускной способности выбранного разреза. При этом под пропускной способностью разреза понимается сумма пропускных способностей дуг, образующих разрез.

Был осуществлен поиск максимального потока с применением алгоритма Форда-Фалкерсона [7] для исходной и преобразованной, с применением метода композиции, сетей.

В результате работы алгоритма было обнаружено 7 цепей прохождения графа, максимальный поток равен 85, средняя длина дуги составляет 3,28.

Структура исходной сети была преобразована с применением метода композиции. В таблице 2 приведены значения оператора  $R_{II}$  для рассматриваемого примера системы  $S$ . Таблица сопряжения элементов преобразованной сети включает в себя номера входных и выходных портов связей, третьим параметром стоит пропускная способность канала.

Таблица 2. Таблица сопряжения преобразованной сети

i \ j	1	2	3	4	5
0	1,1,10	2,1,15	2,2,15	3,1,20	3,2,25
1	0,1,35	0,2,20	0,3,25		
2	1,2,15	1,3,35	1,4,45		
3	1,4,45	0,4,50			

После был осуществлен поиск максимального потока для преобразованной сети. В результате работы алгоритма было найдено 3 цепи прохождения графа, максимальный поток равен 85, средняя длина дуги равна 2.

### IV. ВЫВОДЫ

В результате анализа исходной и преобразованной сетей и применения алгоритма можно сделать вывод, что значение максимальных потоков равны. Это говорит о корректном функционировании сети при применении композиции. Также в результате применения данного метода после преобразования сети количество цепей прохождения графа сократилось на 57%, средняя длина дуги сократилась на 39%. Таким образом можно сделать вывод, что при преобразовании сетей и применении композиции уменьшается вычислительная сложность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Eric D. Kolaczyk, "Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models", Springer, New York, (2009)
- [2] Mark Newman, "Networks: An Introduction", Oxford University Press, 2010
- [3] Shortle, J. F., Mark, B. L., and Gross, D. 2009. Reduction of closed queueing networks for efficient simulation. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, Vol. 19, No. 3, Article 10, June 2009.
- [4] Jason Liu and Rong Rong, «Realizing Large-Scale Interactive Network Simulation via Model Splitting», In Proceedings of the 26th Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation (PADS 2012), Zhangjiajie, China, July 2012, pp. 3-12.
- [5] M. Mesarović, D. Mako, Y Takahara. Theory of Hierarchical Multilevel. Systems. – New York: Academic, 1977
- [6] Hamdy F. Taha, Operations research: An Introduction, Prentice Hall, -8th ed., 2007
- [7] R. Haggaty, Discrete mathematics for computing, Edinburgh: Person Education Limited, 2002.

# Клієнт-серверна платформа для віртуальної взаємодії пацієнтів з лікарями

Дубінін Данило Дмитрович

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського,  
просп. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна,  
danildubin2@gmail.com

**Анотація.** Розгляд написання серверної частини веб-додатку, написання бізнес-логіки та допоміжних сервісів на мові програмування Java, створення архітектури бази даних та побудова запитів мовою SQL. Знання застосовані для розробки веб-додатку за шаблоном проектування MVC, який реалізовує можливість збереження створених медичних записів, онлайн-запису на прийом до лікарів не обмежуючись однією поліклінікою, запис до карти пацієнта, призначення ліків, комунікації між пацієнтом та лікарем.

**Ключові слова:** серверна частина, онлайн консультація, онлайн платформа, запис на прийом, доктор, пацієнт, електронна медична карта.

## I. ВСТУП

В наш час розвиток інформаційних технологій та інтернет сервісів відбувається дуже швидко, і все більше наших потреб можна задовольнити використовуючи інтернет. Медицина не стала винятком, інформаційні технології дали поштовх розвитку даної сфери, та змінили характер досліджень, навчання, та адміністративних функцій в медичних закладах.

Питання впровадження інформаційних технологій в лікарську практику в Україні сьогодні залишається одним з найбільш актуальних. Лікарський процес супроводжується обробкою значних обсягів інформації, обслуговуванням великих потоків пацієнтів, а також проведенням складних діагностичних досліджень. Для того, щоб отримувати інформацію про пацієнта, потрібно робити різноманітні запити, для отримання інформації про історію хвороб, а інколи у одного пацієнта існує кілька паперових карточок. Використання розподілених серверів дозволяє зменшити кількість помилок у роботі обладнання при зберіганні інформації та втрати важливої інформації.

Розробка платформи віртуальної взаємодії пацієнтів з лікарями надасть можливість забути про паперові картки, перетворивши їх у електронні; обрати будь-якого лікаря, та записатись на прийом в зручний час; не виходячи з дому проконсультуватись з лікарем та отримати рецепт на лікування.

## II. РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

Під час аналізу існуючих аналогів було обрано деякі системи, такі як: національну пошукову систему CIET MedControl, Helse, Medics, emsimed, medstar, MedCard, eLife. Всі ці системи орієнтовані на створення можливості пацієнтам отримувати, а лікарям - надавати якісні медичні послуги, мають функціональність онлайн-запису на прийом до лікаря та ведення медичної картки. Проте, кожна система поодиночки має різні недоліки, такі як: неможливість реєстрації пацієнта; недоступність системи через мережу інтернет; незручний користувацький

інтерфейс; неможливість пошуку лікарів по місту та запису на прийом до них без залежності від їхньої належності до медичних установ; неможливість імпорту старих медичних записів; наявність функціоналу, який не застосовується користувачами даної системи; відсутність можливості онлайн контакту з лікарем. Все це робить систему обмеженою, важкою у засвоєнні та повсякденному користуванні.

Онлайн платформа для віртуальної взаємодії пацієнтів та лікарів була реалізована у вигляді веб-додатку. Для цього було використано наступні основні технології:

- Java[6];
- Spring(MVC, Security, IoC);
- Hibernate[2];
- Drools;
- PostgreSQL;
- Redis;
- Maven.

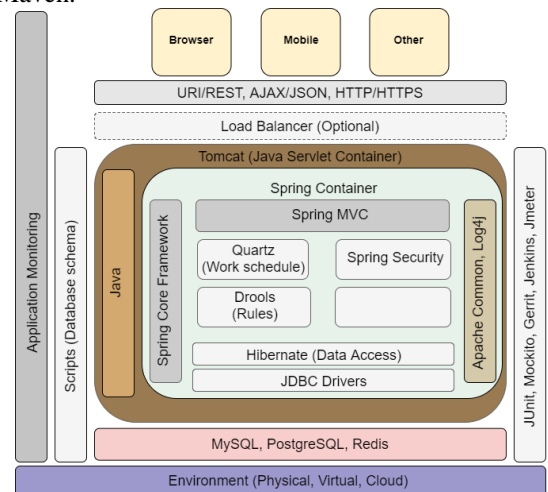


Рисунок 1. Набір технологій

Система базується на мікросервісній архітектурі [3], і складається з різних частин: сервіс пацієнта, сервіс лікаря, сервіс авторизації та аутентифікації, сервіс медичних записів, сервіс повідомлень, сервіс шифрування даних та ЕЦП, а також багато інших допоміжних сервісів. Логічне розмежування дозволяє уникнути пересікання бізнес-логіки різних за своєю суттю компонентів.

Весь проект було розділено не тільки на модулі, а й на різні рівні відповідальності: рівень логіки представлення (частина, яку бачить користувач), рівень бізнес-логіки (обробка даних) та рівень збереження та отримання даних (пряма взаємодія з базою даних). Повна схема архітектури серверної частини веб-додатку наведено на рис.2.



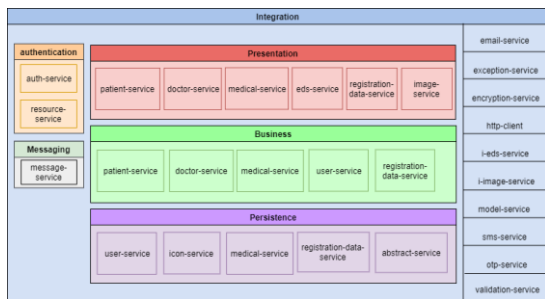


Рисунок 2. Архітектура серверної частини

Рівень Integration являється допоміжним рівнем для всіх інших, він складається з різних бібліотек, які використовуються іншими сервісами. Всі запити з клієнтської частини надходять до Persistence рівня, при чому майже весь API потребує авторизації користувача. За це відповідальний authentication рівень, в якому реалізовано OAuth 2.0[1]. Після цього дані спускаються і обробляються вниз по рівням, в залежності від сервісу, до якого надіслано запит. Між рівнями сервіси спілкуються виключно за допомогою http-client, що знаходиться в Integration рівні, що дозволяє максимально зменшити зв'язаність різних модулів. І, навіть, якщо якийсь із сервісів вийде з ладу, або буде необхідність його змінити, то всі запити до нього перейдуть до його копії.

Для збереження даних на постійній основі було створено базу даних під управлінням СУБД PostgreSQL [4]. Для тимчасового збереження даних використовується Redis [5].

База даних призначена для збереження та надання інформації веб-додатку. Серверна частина має доступ лише до відповідних таблиць, і лише з рівнів Persistence та Authentication (для прискорення зчитування даних, та за відсутністю потреби у додатковій обробці даних). Проте має всі права на внесення змін до записів у таблицях. Інформація використовується при відображенні її на стороні клієнта, а також для різного виду статистики.

Для надійності обміну даними між клієнтом та сервером застосовуються технології захисту інформації. Криптографічний протокол SSL забезпечує встановлення безпечного з'єднання між клієнтом і сервером.

Високонавантаженість системи забезпечується через наявність балансування між серверами, на яких запущені екземпляри системи.

### III. ВИСНОВКИ

Отриманий програмний продукт повністю вирішив поставлені перед ним завдання: кросплатформність; високонавантаженість; модуль управління доступом; модуль імпорту/експорту медичної картки; модуль повідомлень, пов'язаних з різним видом діяльності; підпис записів за допомогою ЕЦП; запис до прийому; швидкість пошуку необхідної інформації; можливість онлайн зв'язку з лікарем; широкі аналітичні

можливості для аналізу діяльності пацієнта, лікаря та медичного закладу в цілому; мінімум часових затрат на формування облікової документації.

### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Актуальные проблемы безопасности информационных технологий: материалы III Международной научно-практической конференции / под общей ред. О.Н. Жданова, В. В. Золотарева; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2009. – 144 с.
- [2] Java study platform website [Електронний ресурс] / Javastudy. – Режим доступу: <http://javastudy.ru>
- [3] Technology Articles: The Difference Between a Web Application and a Desktop Application [Електронний ресурс] / Paul Meyer. – Режим доступу: [web-desktop-application.articles.r-tt.com/](http://web-desktop-application.articles.r-tt.com/)
- [4] PostgreSQL official website [Електронний ресурс] / PostgreSQL. – Режим доступу: [www.postgresql.org](http://www.postgresql.org)
- [5] Redis official website [Електронний ресурс] / Redis. – Режим доступу: <https://redis.io>
- [6] Spring Framework official website [Електронний ресурс] / Spring Framework. – Режим доступу: <https://spring.io>

# Інформаційні технології синтезу і реконфігурації структур комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування

Коваленко Андрій Анатолійович,  
Кучук Георгій Анатолійович

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. пр. Науки 14, Харків, 61166, Україна,  
andriy\_kovalenko@yahoo.com, kuchuk56@ukr.net

**Анотація.** Наведено результати розробки інформаційних технологій синтезу і реконфігурації структур комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування. Проаналізовано усі типи вимог до таких систем. Представлено детальний опис розроблених інформаційних технологій, їх складових, умов використання, проміжних та фінальних результатів їх застосування.

**Ключові слова:** синтез, реконфігурація, компонент, система, технологія.

## I. Вступ

Процеси синтезу і реконфігурації інформаційних та відповідних технічних структур комп'ютерних систем (КС) сучасних об'єктів критичного застосування (ОКЗ) є надзвичайно важливими та комплексними, що обумовлене їхньою недостатньою формалізованістю, динамікою кількісних та якісних змін у КС, а також змінами принципів управління [1 – 4].

Метою доповіді є презентація результатів розроблених інформаційних технологій синтезу і реконфігурації структур комп'ютерних систем сучасних об'єктів критичного застосування.

## II. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИНТЕЗУ І РЕКОНФІГУРАЦІЇ СТРУКТУР КС ОКЗ

Основними групами вимог до сучасних систем управління ОКЗ є такі: функціональні вимоги; вимоги до надійності виконання функцій; вимоги до стійкості виконання функцій; вимоги до якості функціонування; вимоги до незалежності функцій, що виконуються; вимоги до видів забезпечення; вимоги до оцінки та підтвердження відповідності; вимоги до експлуатації.

Відповідно до вищенаведених вимог запропоновано комплекс, що складається із взаємопов'язаних інформаційних технологій синтезу і реконфігурації структур КС ОКЗ.

Інформаційна технологія синтезу структур КС ОКЗ складається з таких етапів: аналіз вхідних даних; вибір стратегії синтезу інформаційної структури та синтез технічної структури КС ОКЗ; вибір варіанту розподілу задач; аналіз і моделювання процесу еволюції. Для реалізації запропонованої інформаційної технології необхідно мати набір вихідних даних системи та рішення про синтез КС. На виході маємо формальний опис структур КС ОКЗ.

Інформаційна технологія реконфігурації структур складається, у свою чергу, з таких етапів: моделювання трафіку, що має довготривалу часову залежність; управління трафіком, навантаженням вузлів, маршрутами,

пропускною здатністю; моделювання трафіку хмарного сервісу; апроксимація довжини черг; моделювання трафікового процесу; управління передачею даних. Для її реалізації необхідно мати результати застосування інформаційної технології синтезу структур КС ОКЗ. В якості вихідних даних отримуємо рішення про відсутність необхідності реконфігурації або план реконфігурації КС ОКЗ.

Для кожного з наведених вище етапів запропонованих інформаційних технологій розроблено відповідні моделі та методи. Також надано детальний аналіз та опис етапів, типів та характеру інформації, що передається між етапами в рамках кожної технології.

Застосування розроблених інформаційних технологій дозволяє виконувати початковий синтез оптимальної структури КС ОКЗ, отримати його формальний опис та виконати її подальшу реконфігурацію в залежності від якісних та кількісних вимог до задач управління ОКЗ, що реалізуються засобами такої КС.

## III. ВИСНОВКИ

У докладі наведено розгорнуті результати розробки інформаційних технологій синтезу і реконфігурації структур комп'ютерних систем сучасних об'єктів критичного застосування. Проведено детальний аналіз та опис етапів, типів та характеру інформації, що передається між етапами в рамках кожної технології. Окремо розглянуті умови для застосування та особливості реалізації кожного етапу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Коваленко, А.А. Подходы к синтезу информационной структуры системы управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Системы обработки информации: сборник научных трудов. – Х.: ХУ ВС, 2014. – Вып. 1 (117). – С. 180 – 184.
- [2] Коваленко, А.А. Подходы к синтезу технической структуры компьютерной системы, образующей систему управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Сборник научных трудов Харьковского университета Воздушных Сил. – Х.: ХУ ВС, 2014. – Вып. 1(38). – С. 116 – 119.
- [3] Коваленко, А.А. Подходы к оптимизации распределения задач управления по компонентам компьютерной системы, образующей систему управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Наука у техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал. – Х.: ХУ ПС, 2014. – Вып. 2(15). – С. 158 – 160.
- [4] Кучук, Г.А. Модель процесса эволюции топологической структуры компьютерной сети системы управления объектом критического применения / Г.А. Кучук, А.А. Коваленко, А.А. Янковский // Системы обработки информации: сборник научных трудов. – Х.: ХУ ВС, 2014. – Вып. 7 (123). – С. 93 – 96.

# Експлікативне моделювання в середовищі інтеграції

Redko Igor Volodymyrovych,  
Mykhniak Oleksii Oleksandrovych

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky  
Kyiv Polytechnic Institute", Department of Electronic  
Computational Equipment Design,  
Kutuzova St, 14, Kyiv, 01133, Ukraine,  
oleksii\_m@ukr.net

**Анотація.** Досліджуються проблеми ефективної редукції параметричних логіко-математичних специфікацій класів задач в експлікативній моделі з оракулами. Стосовно до основних класами таких специфікацій розробляються параметричні методи репродукції. Останні ілюструються на репрезентативних класах прикладів. Бібліографічних джерел 8.

**Ключові слова:** редукція, специфікація, логіка, середовища інтеграції, модель із оракулом, перевірка моделі.

## I. ВСТУП

Протягом століть моделювання залишається найважливішою складовою життєдіяльності людини. Будь-який процес – чи просте сприйняття навколишнього простору, або деяка предметна діяльність, у своїй основі є нічим іншим як процесом побудови більш-менш адекватної моделі, що відбувається. Перефразувавши відомий вислів, можна сказати, що для людини моделювати так само природно, як дихати.

Як і в будь-якій області діяльності, процес моделювання до певного часу розвивався головним чином на основі інтуїції, тобто вирішенням завдань навмання. Очевидно, що незалежно від предметної області такий стан речей не може рано чи пізно не увійти в суперечність з рівнем завдань, які висуваються життя. Саме останньому, в першу чергу, зобов'язана розвитком і становленням класична математика.

У свою чергу, становлення математики дозволило певною і досить істотною мірою просунути по шляху вирішення згаданого протиріччя. Виявилось це в розвитку напрямку математичного моделювання, в основі якого лежали методи дедуктивного аналізу моделей. І хоча математичне моделювання внесло, вносить і безсумнівно внесе ще істотний внесок в розвиток науки про моделі і моделювання, проте обмеженість тільки дедуктивними засобами з'явилася «прокрустовим ложем» моделювання предметних областей.

Якісно новий розвиток моделювання отримало з появою комп'ютерів і потужним розвитком комп'ютерних технологій. В результаті була створена реальна основа для інтеграції дедуктивних засобів моделювання з індуктивними. Адже саме таке єднання і є необхідною складовою процесу пізнання. У моделюванні це проявилось в можливості заміни процесів, об'єктів і явищ їхніми інформаційними моделями. У зв'язку з цим даний напрямок отримав назву інформаційного моделювання.

Але безпрецедентні потенційні можливості зовсім не означають їхню автоматичну реалізацію. Вражаючи досягнення інформаційного моделювання, в якому і зараз повсюду домінує інтуїтивний початок, попервах дозволяли всерйоз не ставити проблему зміни пріоритетів з продукування моделей на логіки їх побудови. Однак перехід від поверхневих завдань до проблем принципового характеру якнайкраще виявив протиріччя між потенційними можливостями інформаційного моделювання та можливості реалізації їх в рамках інтуїтивних уявлень про сам процес моделювання.

Таким чином, не зважаючи на основне значення інтуїтивного початку в будь-якій сфері діяльності, сучасне моделювання вже давно вийшло на таку межу, коли інтуїтивні розбіри в ньому необхідно було доповнити по можливості точними дослідженнями і розробками. З цією метою, звичайно, перш за все слід було уточнити його головну категорію - саме поняття моделювання як процесу, націленого на побудову моделей. При цьому основою такого уточнення повинна стати не тільки точність в строго математичному сенсі, а також, що особливо важливо, адекватність самого уточнення мети цього уточнення. Іншими словами - таке уточнення має бути експлікацією в сенсі Р.Карнапа [1], тобто являти собою математично строгий експлікат, який виходить шляхом адекватного розгортання вихідного інтуїтивного поняття як експліканд.

Така зміна пріоритетів у вивченні моделей і моделювання означає перехід від інтуїтивно-інформаційного моделювання до експлікативно-інформаційного, далі, за відсутності іншої домовленості, просто експлікативного моделювання.

## II. ЕКСПЛІКАТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Останнім часом такий перехід був практично неможливий. Однак, принципові результати, отримані в [5,6], стосовно до моделювання дали підставу для трактування моделювання перш за все як логіки процесу побудови моделей. Це, в свою чергу, дозволило зрозуміти, що не будь-яке моделювання слід розглядати як моделювання. До останнього слід відносити тільки таке моделювання, яке базується на загальнозначущих закономірностях, тобто таких, що підтримують логіку процесу та інваріантні щодо специфіки предметної області.

Зупинимось детальніше на побудові експлікативних моделей вирішення класів задач в середовищі інтеграції. Для цього розглянемо деякі основні поняття.

Рішення будь-якої задачі, як відомо, є суть інтеграції рішень її підзадач [3]. Якщо завдання просте, то інтеграція тривіальна і, як правило, не виділяється. У разі ж, коли завдання складне, інтеграційний аспект її рішення в разі потреби домінує, так як власне їм і визначається складність. Таким чином побудова адекватної моделі рішення передбачає використання двох типів абстракцій в розглядах специфікацій як специфікацій підзадач, так і засобів їх інтеграції.

Що стосується специфікацій першого типу, то основу їх складають явно або неявно виділені логіко-математичні структури задач, в основі яких лежать функціональні і декомпозиційні структури.

З точки зору функціональних структур специфікацій, будь-який клас задач за сутністю є функція, яка зіставляє вихідним даним відповідні їм результати. Причому можна показати, що в силу об'єктивних причин неможливо обмежитися класичними функціями, а доводиться за необхідністю залучати неокласичні і навіть неокласичні функції.

Неокласичні і тим більше неокласичні функції, на відміну від класичних, задані на множинах не просто абстрактних елементів, а таких, які мають певну структуру. Точніше кажучи, це функції типу  $f:A \rightarrow B$ , де  $A$  та (або)  $B$  безлічі іменних множин, які в зв'язку з цим стали називати іменними функціями [4].

Ближче до класичних знаходяться неокласичні функції. Останні представляють клас  $X$ -арних,  $Y$ -арнозначних і  $(X, Y)$ -альних функцій, введених в [4].

Найбільш важливе місце в специфікаціях завдань займають неокласичні функції. Вони є узагальненнями неокласичних функцій, зокрема тих, які використовують на ряду із загальним найменуванням також і його види - метанайменування, імпульсне уявлення [5-7]

Цілісна система класичних, неокласичних та неокласичних функціональних структур створює базу логіко-математичних специфікацій. Для того ж, щоб на ньому зводити саме "будівлю" специфікації завдань, необхідно звернутися до логіки їх вирішення. В основі цих логік лежать декомпозиційні структури, що базуються на поняттях редукції і  $h$ -редукції [7,8].

Апарат редукцій найбільш простий в цьому арсеналі. Тому почнемо з нього. Введемо насамперед поняття редукції.

Функцію  $g$  називають редукцією функції  $f$  тоді і тільки тоді, коли

$$g \circ f = f,$$

де  $\circ$  - операція мультиплікування, що зіставляє впорядкованій парі функцій  $(g, f)$  нову функцію,  $g \circ f$  яка представляє собою послідовне виконання вихідних функцій, що узагальнює звичайне творення функцій.

Парадигма значимість поняття редукції полягає в тому, що вона дозволяє адекватно виявляти логіки задач, на основі яких різні їхні реалізації у вигляді тих чи інших процедур вирішення завдань, різноманітних алгоритмів, моделей, програм, тощо виходять вже автоматично з усією коректністю.

Поняття редукції носить загальнозначущий характер. У цьому сенсі воно представляє собою концептуально єдиний засіб розкриття логіки

найрізноманітніших завдань. Воно в певному сенсі носить універсальну природу. Однак, не завжди цей засіб доцільно використовувати, оскільки він може супроводжуватися тими чи іншими неадекватностями, які виявляються вже на найпростіших рівнях [7].

Рішенням проблеми стає узагальнення поняття редукції до поняття  $h$ -редукції.

Під  $h$ -редукцією функції  $f$  будемо розуміти таку функцію  $g$ , що

$$g \circ f = f \circ h$$

де  $h$  - довільна, але фіксована функція.

З визначення випливає, що, якщо  $h$  - тотожна функція, то  $h$ -редукція функції  $f$  збігається з редукцією цієї функції. Адже в цьому випадку співвідношення  $g \circ f = f \circ h$  зводиться до  $g \circ f = f$ .

Проілюструємо вищесказане на конкретних прикладах. Для цього звернемося до найпростішого класу завдань чисельного аналізу, що полягає з одного єдиного завдання - обчислення  $\sqrt{x}$  із заданою точністю  $\epsilon$ , де  $x$  і  $\epsilon$  - позитивні речовинні числа.

Розглянемо послідовність  $y_0, y_1, y_2, \dots$  в якому

$y_0 = a, y_{i+1} = \frac{1}{2} (y_i + \frac{x}{y_i})$  ( $i=0, 1, 2, \dots$ ), де  $a$  - деяке позитивне дійсне число. Відомо, що ця послідовність незалежно від  $a$  сходиться до  $\sqrt{x}$ . Звідси випливає,

що моделювання обчислення  $\sqrt{x}$  з заданою точністю може бути зведене до деталізації іменної функції  $f$ , яка перетворить іменну множину  $\{(u, x), (v, \epsilon), (w, 0)\}$  в іменній множині  $\{(w, y_n)\}$ , де  $y_n$  - перший член зазначеної послідовності, для якого виконана умова

$$|y_n - \sqrt{x}| < \epsilon.$$

Для того, щоб здійснити цю деталізацію, знайдемо редукцію функції  $f$ . Із цією метою розглянемо іменну

функцію  $w_{np} := w; w := \frac{1}{2} (w_{np} + \frac{u}{w_{np}})$ , індуковану рекурентним співвідношенням, що дозволяють будувати наступні елементи послідовності по попередніх. При цьому позначення  $w_{np}$  відбиває той факт, що ім'я (комірки)  $w_{np}$  іменує попередній елемент стосовно елемента, з іменем  $w$ .

Легко переконатися, що іменна функція, що базується на рекурентному співвідношенні, є шуканою редукцією. Дійсно, вона перетворить іменну множину  $\{(u, x), (v, \epsilon), (w, a)\}$  в іменній множині  $\{(u,$

$x), (v, \epsilon), (w, \frac{1}{2} (a + \frac{x}{a}))\} = \{(u, x), (v, \epsilon), (w, y_1)\}$ . Але остання іменна множина під дією  $f$  переходить, якщо, звичайно  $|y_1 - \sqrt{x}| \geq \epsilon$ , у та ж саму іменну множину  $\{(w, y_n)\}$ . Отже,  $f$  є інваріантом функції  $w_{np} := w; w :=$

$\frac{1}{2} (w_{np} + \frac{u}{w_{np}})$ .

Знайшовши підходящу редукцію, ми маємо право зробити висновок, що

$$f = \text{repeat } w_{pr} := w ; w := \frac{1}{2} (w_{pr} + \frac{u}{W_{np}}) \text{ until } |w_2 - w_{pr_2}| < v.$$

При цьому правильність висновку безпосередньо випливає з побудови.

Реальні завдання характеризуються високим рівнем складності. Тому створення систем їх вирішення, тим паче автоматизованих, висуває на передній план проблему розробки середовища інтеграції [8], що представляє собою сукупність адекватних засобів інтеграції, орієнтованих на той чи інший клас задач.

З огляду на те, що експлікативне моделювання є, відповідно до вищесказаного, адекватним уточненням поняття моделювання [2], воно об'єктивно може розглядатися як ядро середовища інтеграції. Характерною рисою останнього є його інваріантність в універсумі завдань. Все це дозволяє строго математично і, що особливо важливо, адекватно виділити модельні специфікації (експлікативні моделі та (або) процеси їх побудови) як інваріант в класі всіх специфікацій завдань.

Модельні специфікації як інваріантні (загальнозначущі) засоби задають логіку вирішення завдань. Тому їх називають логічними специфікаціями. Що стосується специфікацій завдань, відмінних від логічних, то вони відображають більш конкретні, специфічні характеристики завдань. У цьому сенсі вони несуть відбиток предметної сутності завдань. Тому вони отримали назву предметних специфікацій.

На відміну від логічних специфікацій, предметні становлять варіативний компонент у класі всіх специфікацій. Останній, в залежності від вибору того чи іншого класу задач, може змінюватися в найширших межах.

Нічим не обмежена можливість таких змін призводить до необхідності виділення в класі варіативних компонентів інваріантів, який вже носить не абсолютний, а відносний характер. Зважаючи на це, їх стали називати релятивними інваріантами.

У реальних системах моделювання сімейство релятивних інваріантів складно влаштовано. Тому, в сімействі релятивних інваріантів в свою чергу послідовно виділяється сімейство релятивних інваріантів, тощо. Таким чином, з'являються релятивних інваріанти вищих типів.

Апріорі структура релятивних інваріантів вищих типів в середовищі специфікацій може бути як завгодно складною. Але на практиці ступінь ієрархії тут не піднімається вище п'яти-шести, що відповідає реальним інтеграційним можливостям прагматико-орієнтованих моделей.

З огляду на це, об'єктивна обставина, далі середу специфікацій як сімейство всіх мислимих специфікацій (універсум специфікацій) домовимося розглядати під кутом зору середовища інтеграції, адекватно підтримує лише інтеграційні можливості прагматико-орієнтованих моделей.

Середовище інтеграції суть біпольне середовище, що представляє собою систему взаємодій двох полюсних середовищ, підтримуваних інтерфейсним середовищем. Одне полюсне середовище являє собою

макроінтеграційне середовище, а інша - мікроінтеграційну.

У реальних системах інтеграції макроінтеграційне середовище підтримується макро-інтегратором, мікроінтеграційна п'ятниця - мікроінтегратором, а інтерфейсна п'ятниця - інтерфейсною системою.

Поряд з наведеною вище параметризацією по параметру інтегративності, що поділяє специфікації на інтегративні і поза-інтегративні, прагматико-орієнтована система явно виділяє параметризації й за іншими параметрами. Так, наприклад, явно вводиться параметризація за ступенем формальності, яка, зокрема, поділяє всі специфікації на формальні і неформальні.

Серед формальних специфікацій особливе місце займають логіко-математичні специфікації, які задовольняють двоєдину вимогу: можливості з одного боку завдання їх в рамках строгих логіко-математичних засобів і з іншого - ефективно (конструктивно) зведення (редукції) таких специфікацій до процесів побудови моделей в експлікативному моделюванні.

Логіко-математичні специфікації прагматико-орієнтованих моделей можуть бути як завгодно складними. Тому вони поділяються за параметром типів завдань, які ці логіко-математичні специфікації підтримують. У зв'язку з цим виокремлюють логіко-математичні специфікації, що підтримують завдання вищих типів, тобто завдання типу класів задач, завдання типу завдань типу класів задач, тощо.

Очевидно, що, розглядаючи експлікативне моделювання в середовищі логіко-математичних специфікацій завдань вищого типу неможливо, не входячи в суперечність з адекватністю рішень задач тут, обмежитися рамками середовища мікроінтеграції. За необхідності, слід залучити до розгляду середовище макроінтеграції і, що особливо важливо, повною мірою біпольну середу, підтримувану інтегратором, що представляє собою систему інтерфейсної взаємодії макро- і мікроінтеграторів.

Таке залучення зміщує акценти із середовища логіко-математичних специфікацій завдань вищого типу до сфери інтеграції систем рішення таких задач. Проілюструємо це на найпростіших завданнях чисельного аналізу. До того ж дане ілюстрування, для наочності та з метою ще раз підтвердити адекватність даного підходу до процесу моделювання, зробимо поетапним, за принципом «від простого до складного».

Репрезентативним зразком експлікативного моделювання в середовищі мікроінтеграції може слугувати вищенаведений приклад рішення задачі обчислення. Тому не будемо ще раз детально зупинятися на розгляді завдань цього роду, а перейдемо до завдань експлікативного моделювання в середовищі інтеграції.

Експлікативне моделювання в рудиментарному середовищі інтеграції. Розглянемо клас спеціальних рівнянь типу  $x = \varphi(x)$ , де функція  $\varphi(x)$  задовольняє наступні дві умови:

вона визначена і неперервно диференційовна на всій числовій прямій;

існує таке дійсне число  $p < 1$ , що для всіх  $x$  модуль похідної  $|\varphi'(x)| \leq p$ .

Відомо, що стосовно до такого класу рівнянь метод послідовних наближень або, як кажуть, метод простих ітерацій сходиться. Іншими словами, кожне рівняння з цього класу має єдине дійсне рішення. Причому його можна знайти методом послідовних наближень, тобто, почавши з довільного дійсного числа  $x_0$  (початкове наближення), побудувати послідовність  $x_0, x_1, x_2, \dots$ , де  $x_i = \varphi(x_{i-1})$  ( $i=1, 2, \dots$ ), що сходиться до вирішення рівняння  $x = \varphi(x)$ .

Таким чином, доречно поставити питання про експлікативне моделювання пошуку наближених рішень зазначених рівнянь методом послідовних наближень. В основі такого моделювання лежить зведення пошуку рішення до обчислення його наближення (наближеного рішення), тобто такого елемента згаданої послідовності наближень, який задовольняє дві умови:

для будь-якого  $i < n$   $|x_i - x_{i-1}| \geq \varepsilon$ , де  $\varepsilon$  - наперед задане позитивне дійсне число, назване точністю обчислення;

$$|x_n - x_{n-1}| < \varepsilon.$$

З умов 1) та 2) випливає, що моделювання пошуку наближеного рішення рівняння  $x = \varphi(x)$  може бути зведене до деталізації функції  $f$ , яка перетворює іменний безліч  $\{(v, x_0), (u, \varepsilon)\}$  в іменне безліч  $\{(v, x_n)\}$ , де  $x_n$  - перший член послідовності наближень, для якого виконується умова 2).

Для того, щоб здійснити таку деталізацію за аналогією з пунктом 1, знаходимо підходящу редукцію функції  $f$ . У якості такої редукції тут, мабуть, може бути обрана іменна функція  $v_n := v$ ;  $v := \varphi(v_n)$ . Тут  $v_n$  - ім'я гнізда, у якому утримується попередній елемент стосовно елемента, привласненого гнізду з іменем  $v$ , а  $v := \varphi(v_n)$  - операція присвоювання гнізду з іменем  $v$  наступного значення функції  $\varphi$  на попередньому значенні (вміст гнізда з іменем  $v_n$ ). Адже воно адекватно відбиває основну властивість обчислення наближення.

Відшукавши потрібну редукцію, ми, як і раніше, можемо автоматично побудувати завідома коректну схему моделі розв'язків:

$$f = \text{repeat } v_n := v ; v := \varphi(v_n) \text{ until } |v - v_n| < \varepsilon.$$

Результатом побудови, як бачимо, є не конкретна експлікативна модель, а експлікативна модель із оракулом  $\varphi(v)$  (далі, виходячи з того, що предметом розгляду є тільки експлікативні моделі, слово експлікативні будемо по необхідності опускали) (схема моделі), тобто не "абсолютна", а "відносна" модель (модель щодо функції  $\varphi(v)$ ). Вона перетворюється в конкретну (абсолютну) модель після заміни  $\varphi(v)$  конкретною функцією з розглянутого класу функцій, такий, наприклад, як  $\frac{\sin v}{2}$ ,  $\frac{\cos v}{2}$ ,  $\frac{\sin v + \cos v}{3}$ , тощо. Таким чином, побудувавши модель із оракулом, ми фактично побудували нескінченний клас конкретних моделей, що підтримують розв'язок будь-якого рівняння згаданого класу.

Як бачимо, на відміну від випадку експлікативного моделювання в середовищі мікроінтеграції, розв'язок розглянутого класу рівнянь

ми по необхідності експлікативно моделювали в спеціальному біпольному середовищі інтеграції. Спеціальність її в тому, що вона хоча й включає поряд із середовищем мікроінтеграції середовище макроінтеграції, індуковану оракульністю відповідної експлікативної програми, однак система інтерфейсної взаємодії цих середовищ носить зародковий (рудиментарний від лат. rudimentum - зачаток) характер, що підтримує тривіальну макроінтеграцію оракула в середовище мікроінтеграції. Тому це спеціальне біпольне середовище називають рудиментарним.

3. Експлікативне моделювання у біпольному середовищі інтеграції. Проілюструємо його стосовно до завдань обчислення операцій підсумовування й мультиплікування.

3.1. Експлікативне моделювання обчислення операцій підсумовування. Під функцією, заданою операцією підсумовування, розуміють функцію, обумовлену рівнянням:

$$f(x_1, \dots, x_{n-1}, m) = \sum_{i=1}^m g(x_1, \dots, x_{n-1}, i),$$

де  $g(x_1, \dots, x_{n-1}, i)$  - довільна, але фіксована функція, що залежить від дійсних змінних  $x_1, \dots, x_{n-1}$ , та змінної  $i$ , що ухвалює натуральні значення.

У якості функціональної структури моделі обчислення функції  $f(x_1, \dots, x_n)$ , що залежить від дійсних змінних  $x_1, \dots, x_{n-1}$  і змінної  $x_n$ , що ухвалює натуральні значення, доцільно обрати іменну функцію  $f$ , котра відображає іменні множини  $\{(v_1, a_1), \dots, (v_{n-1}, a_{n-1}), (v_n, m)\}$  в іменні множини  $\{(w, f(a_1, \dots, a_{n-1}, m))\}$ , де  $a_1, \dots, a_{n-1}$  - дійсні числа, а  $m$  - натуральне число. Що ж стосується її експлікативної структури, то її завданням є в побудова підходящої  $h$ -редукції функції  $f$ .

Для того, щоб побудувати таку  $h$ -редукцію, звернемося до основної властивості функції  $f(x_1, \dots, x_n)$ . Воно задається наступним рекурентним співвідношенням:

$$f(x_1, \dots, x_{n-1}, 1) = g(x_1, \dots, x_{n-1}, 1),$$

$$f(x_1, \dots, x_{n-1}, m+1) = f(x_1, \dots, x_{n-1}, m) + g(x_1, \dots, x_{n-1}, m+1).$$

Безпосередньо із цього рекурентного співвідношення випливає, що оператор присвоювання  $v_n := v_{n+1} \in v_n := v_{n+1}$ ;  $v_n := v_{n+1}$ ;  $w := w + g$  -редукцією функції  $f$ , де  $g$  - іменна функція, що зіставляє кожній іменній множині  $\{(v_1, a_1), \dots, (v_{n-1}, a_{n-1}), (u, m)\}$  число  $g(a_1, \dots, a_{n-1}, m)$ . Тому, керуючись попередніми міркуваннями, ми можемо зробити висновок, що має місце рівність:

$$f = u := 0 ; w := 0 ; \text{repeat } u := u+1 ; w := w+g \text{ until } u = v_n.$$

Характерною рисою експлікативної структури, що задається цією рівністю, є її відносність, що проявляється у входженні функції  $g$ . Тому, як і в пункті 2, вона являє собою структуру не конкретної моделі, а моделі з оракулом (схеми моделі). Конкретні моделі виходять із цієї схеми шляхом заміни функції  $g$  конкретною функцією.

Наприклад, у якості  $g$  функцію  $1/i$ . Тоді, роблячи зазначену заміну, одержимо модель часто розглянутої

$$\sum_{i=1}^m 1/i;$$

$u:=0 ; w:=0 ; \text{repeat } u:=u+1 ; w:=w+1/u \text{ until } u=v.$

Зовсім аналогічним чином експлікативно моделюється обчислення функції, обумовленої рівністю:

$$f(x_1, \dots, x_{n-1}, k, m) = \sum_{i=k}^m g(x_1, \dots, x_{n-1}, i) \quad (k \leq m).$$

Конкретно воно задається наступною експлікативною моделлю:

$u:=k-1 ; w:=0 ; \text{repeat } u:=u+1 ; w:=w+g \text{ until } u=vn+1.$

Використовуючи цю модель, не представляє ніяких затрат побудувати модель для обчислення функції, заданої рівністю:

$$\begin{aligned} m(x_1, \dots, x_n) \\ f(x_1, \dots, x_n) = \Sigma g(x_1, \dots, x_n, i), \\ k(x_1, \dots, x_n) \end{aligned}$$

де  $k(x_1, \dots, x_n)$  и  $m(x_1, \dots, x_n)$  такі функції аргументу й натурального значення, що  $k(x_1, \dots, x_n) \leq m(x_1, \dots, x_n)$  для всіх  $x_1, \dots, x_n$ . У якості такої моделі може служити

$vn+1:=m\{v_1, \dots, v_n\} ; u=k\{v_1, \dots, v_n\}-1 ; w:=0 ; \text{repeat } u:=u+1 ; w:=w+g \text{ until } u=vn+1,$

де  $k\{v_1, \dots, v_n\}$  та  $m\{v_1, \dots, v_n\}$  іменні функції, відповідні до функцій  $k(x_1, \dots, x_n)$  та  $m(x_1, \dots, x_n)$ .

3.2. Експлікативне моделювання обчислення операцій мультиплексування.

Під функцією, заданою операцією мультиплексування, розуміють функцію, обумовлену рівністю:

$$f(x_1, \dots, x_{n-1}, m) = \prod_{i=1}^m g(x_1, \dots, x_{n-1}, i),$$

де  $g(x_1, \dots, x_{n-1}, i)$  має такий самий сенс, який був обумовлений раніше.

Як і в попередньому прикладі, виберемо в якості функціональної структури моделі обчислення функції  $f(x_1, \dots, x_n)$  іменну функцію  $f$ , що відображає іменні множини  $\{(v_1, a_1), \dots, (v_{n-1}, a_{n-1}), (v_n, m)\}$  в іменні множини  $\{(w, f(a_1, \dots, a_{n-1}, m))\}$ . Для того, щоб задати її експлікативну структуру, побудуємо підходящу  $h$ -редукцію функції  $f$ . Із цією метою звернемося до основної властивості функції  $f(x_1, \dots, x_n)$ . Воно визначається наступним рекурентним співвідношенням:

$$f(x_1, \dots, x_{n-1}, 1) = g(x_1, \dots, x_{n-1}, 1),$$

$$f(x_1, \dots, x_{n-1}, m+1) = f(x_1, \dots, x_{n-1}, m) \bullet g(x_1, \dots, x_{n-1}, m+1).$$

Із цього рекурентного співвідношення випливає, що оператор присвоювання  $vn:=vn+1$  являє собою  $vn:=vn+1 ; w:=w \bullet g$ -редукцію функції  $f$ , де  $g$  - іменна функція, що має той же зміст, що й у пункті 3.1. Знайшовши ж  $vn:=vn+1 ; w:=w \bullet g$ -редукцію, ми, по суті, звели обчислення операцій мультиплексування до схем експлікативних моделей, подібним розглянутим у попередньому пункті.

На відміну від попереднього пункту, завдання, розв'язувані в пунктах 3.1 і 3.2, як завдання вищого типу характеризуються нетривіальним взаємозв'язком багатьох оракулів. Тому адекватний розв'язок їх недоцільне обмежувати рамками рудиментарного середовища інтеграції, тому що воно об'єктивно вимагає більш високого рівня інтеграції, індукованого нетривіальною взаємодією оракулів як між собою, так і з макро- і мікросередовищем інтеграції.

### III. Выводы

Таким чином, уже з розгляду досить простих, але репрезентативних прикладів стає очевидним, що основні принципи складності при розв'язку задач ув'язані в першу чергу з інтеграційними проблемами експлікативного моделювання, розв'язку яких по необхідності повинні ґрунтуватися на моделюванні як науці побудови моделей, предметом якої є не стільки процесу моделювання, скільки їх логіки.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Карнап Р. Значение и необходимость. —М., 1958.
- [2] Пойя Дж. Как решать задачу//М.: Угпедгиз. 1959. 208с.
- [3] Пуанкаре А. О науке . М. 1983. (разд.Наука и метод).
- [4] Редько В.Н. Основания композиционного программирования // Программирование. 2001. №3. с.3-13.
- [5] Редько В.Н. Экспликативное программирование: ретроспективы и перспективы// Труды Первой международной научно-практической конференции по программированию УкрПРОГ'98 (плерарный доклад). Киев. 2007. с. 22-41
- [6] Редько В.Н. Программология: прошлое, настоящее, будущее//Вестник Международного Соломонова университета. 2005. №1. с.23-59.
- [7] Редько В.Н., Гришко Н.В., Редько И.В. Экспликативное программирование в среде логико-математических спецификаций// Труды Первой международной научно-практической конференции по программированию УкрПРОГ'09 (доклад). Киев. 2009. с.71-76.
- [8] Редько И.В., Гришко Н.В. Экспликативное программирование в среде интеграции// Труды Первой международной научно-практической конференции по программированию УкрПРОГ'09 (доклад). Киев. 2009. с. 191-196.



# Starcraft 2: Reinforcement learning approach

Melnyk Yevhenii Ivanovych

61103, Kharkiv, Derevianka street, 20B, e-mail:  
melnyk.yevhenii@gmail.com

**Abstract.** This paper introduces recent reinforcement learning advances in the context of how they have been applied to play real time strategy games and Starcraft in particular. The approach presented can solve a class of problems that have partially observable world as well as deal with extremely large decision spaces and sparse rewards. It uses multi-agent A2C that uses asynchronous gradient descent for optimization of deep neural network controllers. Contrary to original paper it uses GPU instead of CPU which gives increase of learning speed with no loss of score in minigames. The idea described here can be used for general game play, robotics or other problems involving no previous agent knowledge about the environment.

**Keywords:** reinforcement learning, actor critic, deepmind, starcraft, deep learning

## I. INTRODUCTION AND PROBLEM STATEMENT

Deep Learning techniques have recently enabled researchers to successfully tackle low-level perception problems in a supervised learning fashion. In the field of Reinforcement Learning this has transferred into the ability to develop agents able to learn to act in high-dimensional input spaces. In particular, deep neural networks have been used to help reinforcement learning scale to environments with visual inputs, allowing them to learn policies in testbeds that previously were completely intractable. For instance, algorithms such as Deep Q-Network (DQN) have been shown to reach human-level performances on most of the classic ATARI 2600 games by learning a controller directly from raw pixels, and without any additional supervision beside the score. Most of the work spawned in this new area has however tackled environments where the state is fully observable, the reward function has no or low delay, and the action set is relatively small. To solve the great majority of real life problems agents must instead be able to handle partial observability, structured and complex dynamics, and noisy and high-dimensional control interfaces.

Google's Artificial Intelligence research group, DeepMind recently released a python API, pySC2<sub>2</sub> for the popular Real Time Strategy (RTS) computer game, StarCraftII [1]. After successfully conquering the boardgame, Go, with their AlphaGo program, DeepMind has set their sights on the next big challenge for AI systems in attempting to train these systems to learn how to compete with world champions in the incredibly complex world of StarCraft.

### **Real time strategies problem**

Real-time strategy (RTS) games have historically been a domain of interest of the planning and decision making research communities. This type of games aims to simulate the control of multiple units in a military setting at different scales and level of complexity, usually in a fixed-size 2D map, in duel or in small teams. The goal of the player is to

collect resources which can be used to expand their control on the map, create buildings and units to fight off enemy deployments, and ultimately destroy the opponents. One of the reasons the game is so hard is that playing it well requires thinking and acting on different levels of abstraction. The game requires resource collection management, build order scheduling, prioritizing technology development, exploration, micro-management of troops as well as overall strategy and ways of deducing and countering the adversary's strategy. Trying to build an AI that can do all this well is very very hard.

### **Purpose of the work**

As current RL algorithms require deep learning with back propagation and SC2 has lots of states that can dramatically the learning is dramatically slowed down. It is needed to speed up existing algorithms to use with less powerful computers leveraging reasonable amount of resources. I tried to reproduce Deepmind's results on more limited hardware.

### **Learning environment**

During the research PYSC2 environment was used. The StarCraft II API allows programmatic control of StarCraft II. The API can be used to start a game, get observations, take actions, and review replays. This API is provided in a limited headless build that runs on Linux especially for machine learning and distributed use cases. Python wrapper was used along with the environment. PySC2 defines an action and observation specification, that can be used to use as is without processing of game screen. The game outputs are both spatial/visual and structured elements representing user resources, amount of army etc.

## II. PROBLEM SOLUTION AND RESULTS

This section provides overview of selected agent architectures and comparable results of work.

The learning algorithm used is the same as in the original paper differing with the method of learning parameters. As an alternative to the asynchronous implementation [2], it was implemented a synchronous, deterministic implementation that waits for each actor to finish its segment of experience before performing an update, averaging over all of the actors. One advantage of this method is that it can more effectively use of GPUs, which perform best with large batch sizes. This algorithm is called A2C [3], short for advantage actor critic.

### **Agent architecture**

The agent has preprocessing of input data. I embed all feature layers containing categorical values into a continuous space, which is equivalent to using a one-hot encoding in the channel dimension followed by a  $1 \times 1$  convolution. This is done to reduce the dimensionality of input as some features such as unit type can have up to several thousand value options. I also re-scale numerical features with a logarithmic transformation as some of them

such as hit-points or minerals might attain substantially high values.

The agent used is FullyConv agent with some improvements in output layers. The network proposed has no stride and uses padding at every layer, thereby preserving the resolution of the spatial information in the input. For simplicity, we assume the screen and minimap inputs have the same resolution. We pass screen and minimap observations through separate 2-layer convolutional networks with 16, 32 filters of size  $5 \times 5$ ,  $3 \times 3$  respectively. The state representation is then formed by the concatenation of the screen and minimap network outputs, as well as the flat feature vector, along the channel dimension. Flat feature vector includes observations about user state, such as player\_id, minerals, vespene, food used (otherwise known as supply), food cap, food used by army, food used by workers. Likewise game steps added to flat features to stimulate agent to perform faster as it takes more time to learn only on sparse rewards. To compute the value and policies over categorical (non-spatial) actions, the state representation is first passed through a fully-connected layer with 256 units and ReLU activations, followed by fully-connected linear layers. These linear layers represent action types and action parameters. For example, move\_camera action takes minimap point as a parameter while select\_rect used for army selection requires three parameters: flag showing necessity to add to existing selection and two points on screen. Thus, non-spatial output has multiple layers which are distribution over actions along with distribution over each parameter type options [4]. Finally, a policy over spatial actions, points on map, is obtained using  $1 \times 1$  convolution of the state representation with a single output channel.

The approach used to choose action is Boltzmann exploration. Instead of always taking the optimal action, or taking a random action, this approach involves choosing an action with weighted probabilities. This way the agent can ignore actions which it estimates to be largely sub-optimal and give more attention to potentially promising, but not necessarily ideal actions. In line with the human UI, I ensure that unavailable actions are never chosen by an agent. To do so I mask out the function identifier such that only the available subset can be sampled. I implement this by masking out actions and renormalizing the probability distribution available ones.

### Training process



Figure 1. MoveToBeacon mini game rewards over training process. Vertical axis stand for game reward and horizontal one is the number of episodes.

DeepMind mean scores are their best individual scores after 100 runs for each game, where the initial learning rate was randomly sampled for each run. I use a constant initial learning rate for a much smaller number of runs due to limited hardware. All agents use the same FullyConv agent. With default settings (32 environments), learning MoveToBeacon well takes between 3K and 8K total episodes. This varies each run depending on random initialization and action sampling. On computer with Nvidia GTX 1060 and Core i7 6700 it takes about 2 hours to train this minimap.

### Results

Table 1. Minimap resulting scores

Map	This agent	Deepmind
MoveToBeacon	26	26
CollectMineralShards	102	103
FindAndDefeatZerglings	43	45
DefeatRoaches	90*	100
DefeatZerglingsAndBanelings	42*	62
CollectMineralsAndGas	3340	3978
BuildMarines	0.55	3

In DefeatRoaches and DefeatZerglingsAndBanelings the result is not stable with standard deviation of 40 and 120 respectively. It took 5 runs to get the score for DefeatRoaches reported here. Also the scores for those are still considerably worse than Deepmind scores. It might be due to no hyperparameter tuning.

### III. CONCLUSIONS

To sum up, the work was successful as I managed to reproduce the results of original paper with much less computational resources. Still there is a plenty of opportunities to improve existing solution. It can be done either with alternative algorithms such as PPO [5], using a specially preprocessed reduced set of features or alternative approaches, such as hierarchical reinforcement learning [7] or Auxiliary Tasks [6].

### REFERENCES

- [1] O. Vinyals, T. Ewalds, S. Bartunov, P. Georgiev, StarCraft II: A New Challenge for Reinforcement Learning, 2017.
- [2] V. Mnih. Asynchronous Methods for Deep Reinforcement Learning, 2016.
- [3] Y. Wu, E. Mansimov. Scalable trust-region method for deep reinforcement learning using Kronecker-factored approximation, 2017.
- [4] L. Metz, J. Ibarz. Discrete Sequential Prediction of Continuous Actions for Deep RL, 2017.
- [5] J. Schulman, F. Wolski. Proximal Policy Optimization Algorithms, 2017.
- [6] M. Jaderberg, V. Mnih. Reinforcement Learning with Unsupervised Auxiliary Tasks, 2016.
- [7] T. D. Kulkarni, K. R. Narasimhan. Hierarchical Deep Reinforcement Learning: Integrating Temporal Abstraction and Intrinsic Motivation, 2016.

# Моделирование структуры и поведения беспроводной сенсорной сети

Масловский Владислав Юрьевич,  
Михаль Олег Филиппович

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина

**Аннотация.** *The study of the stability of the functioning of wireless sensor networks under external conditions is interesting in terms of computer modeling. Variants of model are considered. Elements of its realization are discussed.*

**Ключевые слова:** *клеточные автоматы, децентрализованная распределённая многоэлементная система.*

## I. ВВЕДЕНИЕ

В связи с задачами мониторинга, применительно к пожарной и химической безопасности, проблемам экологии, и др., актуальны *беспроводные сенсорные сети* (БСС). Узлы этих сетей реализуемы сейчас в виде дешёвых (за счёт массового производства) *автономных чипов* (АЧ). АЧ могут содержать датчики, измерительные устройства, а так же средства сбора, локальной обработки, хранения и передачи информации. Функционально развитые датчики, объединённые в БСС, образуют самоорганизующиеся территориально распределённые информационные системы, покрывающие определённые районы (участки, области). Дешевизна предполагают простоту размещения (замены), избыточность, и как следствие, низкую чувствительность системы в целом к изменению функциональности, при низкой затратности в случае потери отдельных узлов БСС.

Цель настоящего сообщения - обсуждение структуры модели БСС, элементов её реализации и возможных последующих направлений исследования.

## II. КОНЦЕПЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ

Ценность информации, накапливаемой в БСС, существенно выше ценности нескольких отдельных элементов. Функционирование БСС в этом отношении соответствует парадигме роевого поведения: отдельные особи рою (отдельные АЧ) могут жертвовать без существенного урона рою в целом. Разработка стратегий БСС, изучение устойчивости функционирования вариантов БСС в условиях различных агрессивных воздействий (с частичной гибелью узлов БСС) - предмет компьютерного моделирования [1]. На моделях, могут рассматриваться ситуации с любой затратностью, без существенного ущерба делу разработки системы в целом. Структура модели - 4-уровневая: среда (совокупность объектов, подлежащих мониторингу), отдельный АЧ, собственно БСС и *координационный уровень* (КУ). Среда является источником информации.

Каждый АЧ содержит рецепторы получения информации, подсистемы текущей обработки и хранения информации и две подсистемы организации связи: между АЧ внутри БСС и на КУ.

Закладка АЧ, с учётом их низкой стоимости, осуществляется с изначально планируемой избыточностью по их числу, функциональности и индивидуальным ресурсам. Регламентное обслуживание АЧ проводится в ограниченных размерах и преимущественно методом доустановки (дозакладки, дозасеивания) дополнительных количеств АЧ по мере выхода отдельных АЧ, либо целых фрагментов БСС, из строя, в количествах выше допустимого критического уровня. Технические характеристики, касающиеся ресурсов, закладки и особенностей регламентного обслуживания АЧ - так же являются параметрами модели.

Ресурсы АЧ по количеству и параметрам точности замеров - ограничены. В рамках модели целесообразно считать, что технология проведения замеров сводится к сравнению с пороговыми значениями. Этим определяется, что фактически отслеживаются не значения параметров среды, а частоты изменений параметров, фиксируемые как переходы через пороговые уровни. За счёт этого же, минимизируется расход ресурсов обработки данных и хранения информации. Этим же объясняется различное расходование ресурсов памяти разными экземплярами АЧ. Если поведение среды монотонное - изменений мало, «новостей нет», а АЧ хранит в своей оперативной автономной памяти по существу только «оперативные новости» о состоянии среды.

Съём информации с АЧ на КУ проводится редко и, возможно, не регулярно, а так же, возможно, с учётом «интереса к событиям», происходящим на определённых участках среды. Поэтому БСС «заинтересованное» (в смысле роевого поведения) в максимальной сохранности своей информации, реализует уплотнение информации, селекцию, отбрасывание малоценной повторяющейся информации, передачу её внутри БСС и распределённое хранение с дублированием. Характеристики и варианты реализации перечисленного функционала БСС - так же являются параметрами рассматриваемой модели.

## III. ВЫВОДЫ

Рассмотрены структуры модели БСС, элементы её реализации и возможные последующих направлений исследования в связи с конкретизацией процедур съёма информации требований к её качеству.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Михаль, О.Ф. Синтез модели клеточного автомата на сети Петри // Бионика интеллекта : науч.-техн. журн. - X. : Изд-во ХНУРЭ, 2014. - Вып. 1 (82). - С. 47-54.

# Методы и модели повышения эффективности процесса мониторинга компьютерной сети

Гриценко Алексей Игоревич

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина, alegrys@ukr.net

**Аннотация.** Актуальной является задача уменьшения объема служебного трафика при мониторинге компьютерных сетей. Важность задачи возрастает с увеличением масштаба компьютерной сети. Предлагаются методы и модели, позволяющие уменьшить объем служебного трафика за счет сокращения набора контролируемых переменных и сокращения числа точек измерения на фиксированном интервале. Реализация метода ориентирована на использование хранилищ *Wbem\cim\wmi*.

**Ключевые слова:** эффективность мониторинга компьютерной сети; служебный трафик; *SNMP*, *WMI*.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Пусть эффективность решения задачи мониторинга компьютерной сети представляется как  $E=P/C$ , где  $P$  – коэффициент полноты собираемой информации,  $C$  – коэффициент информационных затрат. Тогда, исходя из соображения, что коэффициент полноты собираемой информации всегда должен быть близок к единице, основным путем повышения эффективности мониторинга является снижение информационных затрат.

К информационным затратам мониторинга относится использование пропускной способности каналов передачи данных компьютерной сети распределенными компонентами системы мониторинга. Генерируемый трафик складывается из сообщений типа запрос/ответ. Объем трафика запросов незначителен, а объем трафика ответов, состоящего из значений наблюдаемых переменных, может достигать существенных размеров. Чем больше число переменных и чем чаще производятся измерения, тем больше объем передаваемых данных. Как можно уменьшить этот объем? Можно уменьшить число наблюдаемых переменных и число точек контроля (частоту измерения). Но как это сделать, не теряя точности решения задачи? Ответ на вопрос является предметом данной работы.

Целью работы является улучшение существующих методов повышения эффективности мониторинга компьютерной сети. Проблема актуальна для крупных корпоративных сетей с централизованным управлением. Сложность, размер и распределение таких сетей требуют удаленного мониторинга большого количества различных сетевых устройств, которые включают в себя измерение большого количества переменных. Это приводит к значительному использованию сетевых ресурсов.

Задача нахождения компромисса между снижением информационных затрат и сохранением достаточной полноты собираемой информации сталкивается с множеством практических ограничений, зависящих как от технических, так и от

организационных условий контролируемой компьютерной сети. Существуют решения, предлагающие методы, которые частично или полностью фокусируются на решении сформулированной задачи. Они основаны на таких идеях, как перераспределение трафика мониторинга по сетевым путям [1, 2], компрессия передаваемых данных [3], выбор наблюдаемых переменных [4], реализация функций анализа на стороне контролируемых объектов [5], организация событийного мониторинга [6], применение математических методов для корректировки интервала измерений [7, 8], аппроксимация измеренных значений наблюдаемых переменных [9, 10]. Каждый из существующих методов мониторинга может быть эффективным при определенных условиях. Например, такая технология, как дистанционный мониторинг (RMON) [5], позволяет уменьшить объем передаваемых данных, но в то же время увеличивает нагрузку на узлы мониторинга.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В [11] описаны основные этапы проведения мониторинга компьютерной сети: инициализация, планирование, спецификация, выбор инструментальных средств, проведение измерений, и обработка измеренных данных.

На этапе *инициализации* необходимо указать цели и задачи мониторинга и выбрать контролируемые объекты и измеряемые переменные. На этапе *планирования* следует дать ответ на вопрос «Как следует организовать измерение выбранных переменных?». Ответ на этот вопрос используется на этапе *спецификации*, где формально определяется каждый измерительный эксперимент. На этапе *выбора инструментальных средств* должны быть подготовлены контролируемые объекты и требуемое для проведения измерений программное и аппаратное обеспечение.

Как правило первым шагом организации запланированного мониторинга компьютерной сети является формирование согласованных, не избыточных, четко сформулированных задач мониторинга. Следующий шаг – выбор контролируемых объектов и измеряемых переменных.

В [4] было предложено решение выбора набора измеряемых переменных на основе использования специальных классификаторов. Данные классификаторы состоят из классификационных характеристик, характеризующих различные качества анализируемых переменных. Сформировано два пространства классификационных характеристик:  $P_x$  – содержит характеристики, которые описывают значимость переменных для задач мониторинга в целом,  $P_a$  – содержит характеристики, которые описывают значимость переменных по их поведенческим свойствам. Все эти характеристики

связаны следующим выражением  $R = \bigvee_i (x_i \wedge (\bigwedge_j a_{ij}))$ ,

где  $x_i \in P_x$ ,  $a_{ij} \in P_a$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$ ,  $n$  – мощность  $P_x$ ,  $m$  – мощность  $P_a$ .

Правило классификации:  
 $v_i \in C_1 | R(v_i) = \text{истина}$ , где  $C_1$  – класс значимых переменных,  $v_i$  – измеряемая переменная из  $V$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $k$  – мощность  $V$ .

Когда определены цели и задачи мониторинга, выбраны контролируемые объекты и измеряемые переменные, определена спецификация проведения измерений и подготовлены соответствующие инструментальные средства, почти все готово что бы перейти к этапу проведения мониторинга. Однако для метода мониторинга, основанного на аппроксимации измерений, необходим дополнительный анализ измеряемых переменных.

Любую измеряемую переменную можно рассматривать как стохастический процесс с неизвестной функциональной зависимостью. Однако, априори известные свойства наблюдаемой переменной и анализ тренда позволяют выбрать для нее адекватную аппроксимирующую функцию  $\hat{f}(t)$ . В [9] мы предложили две информационные модели измеряемой переменной. Эти модели являются формальными описаниями свойств измеряемой переменной, которые являются основными показателями для структурной идентификации ее аппроксимирующей функции. Априорная информационная модель  $\Gamma = \{d, l, s, t\}$  и апостериорная информационная модель  $\Gamma^+ = \{d, l, s, t, p, m, u\}$  описывают такие свойства, как  $d$  – динамичность,  $l$  – линейность,  $s$  – стационарность,  $t$  – изменчивость,  $p$  – степень нелинейности,  $m$  – монотонность и  $u$  – кривизна. Метод оценивания моделей описан в [10]. Он состоит из алгоритма оценивания параметров моделей на основе специальных наборов правил и предопределенной спецификации мониторинга  $M = \{G, F, O, T, V\}$ , где  $G$  – цели мониторинга,  $F$  – функциональные задачи мониторинга,  $O$  – контролируемые объекты,  $T$  – инструментальные средства,  $V$  – наблюдаемые переменные.

Мы предлагаем выбор аппроксимирующей функции  $\hat{f}(t)$  из предопределенного набора аппроксимирующих функций  $\hat{F}$ , которые охватывают все практические варианты функциональных свойств, описанных в информационной модели  $\Gamma^+ = \{d, l, s, t, p, m, u\}$ . Правило выбора функции  $\hat{f}(t)$ , обозначаемое как  $\rho(\Theta, \Delta)$ , использует  $\Theta$  – набор всех экземпляров модели  $\hat{F}$  для  $\forall \hat{f}(t) \in \hat{F}$  и  $\Delta$  – таблицу распределения экземпляров модели  $\hat{F}$ , построенной на значениях измеряемых переменных. Правило позволяет выбрать оптимальную аппроксимирующую функцию  $\hat{f}(t)$  для измеряемого процесса.

Методы измерения, описанные в [7, 8], используют подход с использованием линейной

аппроксимирующей функции для выбора интервала измерений. Мы предлагаем расширить типы аппроксимирующих функций для повышения эффективности метода.

На основе экстраполяции, полученной с помощью выбранной аппроксимирующей функции  $\hat{f}(t)$ , можно увеличить или уменьшить интервал измерений  $\Delta t$  в соответствии со следующим правилом:

1) аппроксимирующая функция адекватна на основании статистических тестов согласно [12];

2) абсолютная средняя ошибка в процентах (МАРЕ) попадает в допустимые интервалы.

### III. ВЫВОД

Были рассмотрены проблемы мониторинга компьютерной сети. Решалась задача повышения эффективности мониторинга путем снижения информационных затрат при передаче сообщений между распределенными компонентами систем мониторинга. При этом, снижение информационных затрат достигается с учетом незначительного снижения полноты собираемой информации.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] J. R. Ballard, I. Rae, A. Akella, "Extensible and Scalable Network Monitoring Using OpenSAFE," in Proceedings of the 2010 internet network management conference on Research on enterprise networking, San Jose, CA, 2010, pp. 8-8.
- [2] C. Yu, C. Lumezanu, Y. Zhang et al. "FlowSense: Monitoring Network Utilization with Zero Measurement Cost," in Proceedings of the 14th international conference on Passive and Active Measurement, Hong Kong, China, 2013, pp 31-41.
- [3] H. Narayanan, G. Ilangovan, S. Narayanan, "Feasibility of SNMP OID compression," Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, vol. 25, no. 1, pp. 35-42, 2013.
- [4] В.И. Саенко, А.И. Гриценко, "Метод выбора наблюдаемых переменных для мониторинга компьютерной сети" Системы обработки информации, № 2 (100), С. 188-195, 2011.
- [5] Remote Network Monitoring Management Information Base Version 2, IETF RFC 4502, 2006.
- [6] M. Dilman, D. Raz, "Efficient reactive monitoring," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 20, no. 4, pp. 668-676, 2006.
- [7] E. A. Hernandez, M. C. Chidester, A. D. George, "Adaptive Sampling for Network Management," Journal of Network and Systems Management, vol. 9 no. 4, pp. 409-434, 2001.
- [8] В.И. Саенко, А.И. Гриценко, "Метод выбора моментов измерений для процессов непрерывного мониторинга" Радиоэлектроника и информатика, № 4, С. 113-118, 2007.
- [9] В.И. Саенко, А.И. Гриценко, "Информационные модели наблюдаемых процессов для мониторинга компьютерных сетей" Вестник ХПИ. Новые решения в современных технологиях, № 48, С. 55-66, 2014.
- [10] А.И. Гриценко, "Метод оценивания информационных моделей наблюдаемых процессов в компьютерной сети." Восточно-европейский журнал передовых технологий, № 1/2 (73), С. 4-11, 2015.
- [11] F. Hoeksema, J. van der Veen and B. van Beijnum, "A Methodical Approach to Performance Measurement Experiments: Measure and Measurement Specification," University of Twente, Centre for Telematics and Information Technology, Enschede, Netherlands, CTIT technical report series TR-CTIT-97-15, Jul 1997.
- [12] Ю. Лукашин. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. Москва, Россия: Финансы и статистика, 2003.

# Моделирование динамики эволюционирования кластерных систем на клеточных автоматах

Севостьянова Елена Николаевна,

Михаль Олег Филиппович

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина

**Аннотация:** *The program realization of a cell-automaton model of a special type with a two-level hierarchical organization is considered. The model is designed to study the behavior of decentralized distributed multi-element systems.*

**Ключевые слова:** *клеточные автоматы, децентрализованная распределённая многоэлементная система.*

## ВВЕДЕНИЕ

Системы и средства вычислительной техники по своему существу и назначению являются продолжениями человеческого интеллекта [1]. При этом они сами и контекст их использования развиваются в единых тенденциях (по единой схеме) с эволюцией материального мира, живой природы и самого человеческого интеллекта, как характерной точки (этапа) этой эволюции. В связи с изучением общих тенденций и закономерностей этого процесса [2], представляет интерес эволюционное поведение *децентрализованных распределённых многоэлементных* (ДРМ) систем с фиксированным набором правил взаимодействия автономных элементов. Примерами таких систем (проблемными направлениями) являются, в частности, объекты живой природы, проявления интеллектуальной деятельности или социальной активности, компьютерные системы и сети и др. Обнаружение и рассмотрение обобщённых закономерностей поведения подобных систем является *актуальным*, ввиду наличия указанного широкого интерпретационного плана, где по каждому направлению имеется значительное множество своих нерешённых проблем. Общность характеристик поведения может позволить на основе наблюдения закономерностей в одной прикладной области, перенести результаты и предсказать поведение объектов в другой интерпретации, в другой прикладной области. Перспективным подходом в изучении подобных закономерностей является моделирование, а перспективным описательным аппаратом - *клеточные автоматы* (КА), характеризующиеся [3] параллельностью, распределённостью, автономностью и фиксированным набором правил работы.

Цель настоящего сообщения – рассмотрение концепции специального вида двухуровневого (кластерного, иерархического) КА, изучение вариантов его алгоритмической реализации и рассмотрение перспектив использования в моделировании ДРМ-систем.

## I. БАЗОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Рассматривается ДРМ-система [4], в которой поведение элементов определяется унифицированным набором правил, одинаковым для всех элементов. Элементы реализуют некоторые действия, в которых они автономны и независимы в принятии индивидуальных решений. Наряду с этим, элементы взаимодействуют друг с другом при попадании в поле (область) взаимного

влияния. Характер взаимодействия так же определяется унифицированным набором правил. Кроме того, некоторые элементы (малое число) могут находиться в *особом состоянии* (ОС). В системе может быть несколько разных ОС, и некоторые элементы (малое число) могут находиться в некоторых из ОС. Различные ОС могут передаваться, либо копироваться, от элемента к элементу при их взаимодействии. Правила передачи ОС так же являются унифицированными для всех элементов системы. Но при попадании в ОС, поведение элемента и правила его взаимодействия с другими элементами могут модифицироваться.

Приведенное *вербальное* описание выглядит достаточно многовариантно, тем не менее, следует ожидать, что даже в самом общем случае, в ходе работы системы будут выделены (воссозданы), на фоне общей хаотичности, определённые закономерности поведения, интересные в интерпретационном плане. При этом, конкретизация - неизбежно проявится при введении вариантов формализации описания системы и породит новые особенности поведения.

В качестве исходного, рассмотрим двумерный КА специального вида: с двухуровневой кластерной иерархической организацией. Кластер – есть объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами. Кластерность предполагает некоторую автономность функционирования определённой группы элементов. Иерархичность же – есть соподчинённость организации уровней. Рассматриваемый КА имеет уровень одного (индивидуального) кластера и уровень совокупности кластеров, различающиеся по правилам работы элементов (клеток) КА. В матричной интерпретации, поле КА подразделено на соседствующие не пересекающиеся ячейки (кластеры). Имеется битовое поле размером  $M \times N$  ячеек; каждая ячейка – размером  $m_i \times n_j$  элементов, где  $i \in (1, 2, \dots, M)$ ,  $j \in (1, 2, \dots, N)$ . Ячейки изображают отдельные кластеры, поле в целом – КС.

Параметр модели, – кластеры могут быть разных размеров. Другой параметр – соседство конкретных кластеров - что происходит на границе раздела соседствующих кластеров.

Битовые поля всех или некоторых ячеек КА могут случайно или детерминировано заполняться *единичными элементами* («1»), обозначающими «кластерный признак» - ОС. «1» могут перемещаться внутри ячеек случайным образом или детерминировано; проходить «сквозь стенки ячеек» (переходить из данной ячейки в соседнюю); «отражаться от стенок» (оставаться в своей ячейке); либо, например, раздваиваться - превращаться в два экземпляра, один из которых остаётся в ячейке, а второй – переходит в соседнюю. При столкновениях, «1» могут сливаться (превращаться в один экземпляр объекта) или рекомбинировать (исчезать обе). Таким образом, в выборе вариантов правил поведения «1» есть



значительная свобода, а значит возможность расширения модели введением тех или иных параметров. Может быть особо оговорено, например, что при столкновении «1» на границе раздела ячеек происходит *множественное* размножение «1». «Сколько-кратное» и «правила разлёта» порождённых элементов – так же параметры модели. Ещё одна возможность наращивания параметров – упомянутое выше повышение числа ОС – количества разных «кластерных признаков». В аспекте реализации модели, – это переход от битового состояния КА к многоуровневому.

Изучаемыми характеристиками модели являются «населённости» (степени заполненности) отдельных ячеек (кластеров), а также КС в целом. Один из ожидаемых эффектов – достижение состояния насыщения при неполном заполнении ячеек поля КА. Интересно так же изучение эволюции заполнения кластеров от единственной «1» до «состояния насыщения». Одно из известных *прикладных* явлений, которое может быть смоделировано в рассматриваемой системе, – «закон Амдала» – наличие порога прироста производительности многопроцессорной вычислительной системы с общей памятью. Развитием изучения этого явления может быть моделирование на КА рассматриваемого типа трафика компьютерных сетей. В этом направлении возможно получение таких режимов (наборов правил) работы КА, интерпретация которых в терминах прикладной области (компьютерных сетей) позволит получить повышение эффективности передачи информации.

#### ОБСУЖДЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

В качестве исходного, рассмотрим двумерный иерархический двухуровневый КА. Как отмечалось, имеется битовое поле размером  $M \times N$  ячеек; каждая ячейка – размером  $m_i \times n_j$  элементов. Ячейки изображают отдельные кластеры. Имеется ряд особенности, которые должны учитываться при программной реализации.

*Большое поле*  $M \times N$  является топологически двусвязной (тороидальной) поверхностью. Оно не имеет краёв: при пересечении левой (правой) границы, объект появляется на правом (левом) краю, а при пересечении верхней (нижней) границы – на нижнем (верхнем) краю поля. Кроме того при движении объекта в левый-верхний (правый-нижний) угол, объект появляется в правом-нижнем (левом-верхнем) углу (т.е. по диагонали); а, аналогично, при движении объекта в правый-верхний (левый-нижний) угол, объект появляется в левом-нижнем (правом-верхнем) углу (т.е. тоже по диагонали). Правило диагоналей здесь должно специально оговариваться, потому что оно не сводится к комбинации правил пересечения сторон. Если ограничиться только правилами пересечения сторон, будет другой тип симметрии. В нём – при прохождении угла, объект будет появляться в двух экземплярах в углах по другой диагонали. Этот вариант – так же небезыntenесен. Он, возможно, допускает дополнительные интерпретации, и в этом его ценность, как объекта исследования.

*Малое поле* – каждая из ячеек  $m_i \times n_j$  *большого поля*  $M \times N$  – организовано аналогично *большому полю* – топологически эквивалентно тороидальной поверхности. Так же как и в случае *большого поля*, имеется, либо

отсутствует, правило диагоналей. Интересно, что правило диагоналей может иметься (отсутствовать) у *большого поля*, но отсутствовать (иметься) у *малых полей*. Так же, правило диагоналей может иметься для некоторых из *малых полей*, но отсутствовать для остальных. Один из регулярных вариантов – чередование наличия-отсутствия правила диагоналей в шахматном порядке.

Сказанным определяется, *но не исчерпывается*, значительное разнообразие возможностей построения КА-моделей рассматриваемого двухуровневого (кластерного) типа. Дополнительное «средство порождения вариантов модели» – другой тип симметрии: описанная «замкнутость» при перемещении объектов в направлении лево-право (верх-низ), но «правило отражения от стенок» (а так же, возможно, «правило поглощения стенками») в направлении верх-низ (лево-право). Комбинирование по перечисленным вариантам, а так же по вариантам сочетания *больших* и *малых* полей, предоставляет чрезвычайно большие интерпретационные возможности.

Всё сказанное может рассматриваться как для случая  $M$  и  $N$  кратных  $m$  и  $n$ , соответственно, так и для разнообразных (нерегулярных) соотношений размеров *малых полей* в пределах *большого поля* (неоднородная, нерегулярная разбивка *большого поля* на *малые*). Все рассмотренные варианты повышения разнообразия КА-моделей – являются чисто инструментальными средствами для реализации тех или иных интерпретационных возможностей.

Как отмечалось, в различных вариантах КА-модели предполагаются различные процессы с поглощением или порождением новых элементов, перемещающихся в поле модели. Предметом моделирования, собственно, и является наблюдение динамики процессов изменения численность элементов в *большом поле* и дифференцировано по *малым полям*. В связи с этим, в крупном масштабе, целесообразна программная организация модели в виде двух экземпляров  $A1$  и  $A2$  массивов *большого поля*, с поэлементным рассмотрением  $A1$  (соответствующим моменту времени  $t_i$ ), построением  $A2$  (соответствующего  $t_{(i+1)}$ ) и, по завершении, – переписыванием  $A2 \rightarrow A1$ . Далее, модель готова для отработки следующего шага (цикла)  $t_{(i+1)} \rightarrow t_{(i+2)}$ .

Рассмотрена концепция и элементы программной реализации клеточно-автоматной модели специального вида с двухуровневой иерархической организацией, предназначенной для изучения поведения децентрализованных распределённых многоэлементных систем.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Михаль, О.Ф. Глобально-исторический контекст развития средств вычислительной техники // Бионика интеллекта : науч.-техн. журн. – X. : Изд-во ХНУРЭ, 2014. – Вып. 1 (82). – С. 55–62.
- [2] Михаль О.Ф. Эволюционирование мультиагентной системы как аналог формирования индивидуального человеческого интеллекта // Бионика интеллекта: научн. техн. журнал. - 2016. - 2 (87). - С. 42-47
- [3] Михаль, О.Ф. Синтез модели клеточного автомата на сети Петри // Бионика интеллекта : науч.-техн. журн. – X. : Изд-во ХНУРЭ, 2014. – Вып. 1 (82). – С. 47–54.
- [4] університет», 2018. – с. 31-34.



# Информационная технология распределения заданий на вычислительные ресурсы на основе транзакционного метода

Волк М.А., Филимончук Т.В.,  
Луничкин А.Г., Рисухин М.В.

Харьковский национальный университет радиотехники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
maksym.volk@nure.ua, tetiana.filimonchuk@nure.ua,  
alexdestv97@gmail.com, risuhin.max@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрена информационная технология распределения заданий на вычислительные узлы и предложена среда моделирования работы GRID-системы с использованием транзакционного метода построения плана назначений, который распределяет задания в моменты времени, когда изменяется состояние системы. Временные отрезки между этими моментами пропускаются, что позволяет за несколько секунд проводить моделирование с участием множеств заданий и процессоров.

**Ключевые слова:** информационная технология, методы распределения, транзакционный метод, планировщик, GRID-система.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Появление компьютерных сетей способствовало развитию распределенных систем обработки данных, например GRID. Задания, поступающие в такую систему, решаются параллельно несколькими компьютерами, уменьшая время их выполнения. Главное преимущество подобных систем – возможность их построения на множестве компьютеров. Однако главная проблема, с которой сталкиваются пользователи GRID-систем, – планирование выполнения заданий. Эту задачу в GRID-системах выполняет планировщик, отвечающий за построение расписания использования вычислительных ресурсов. Существующие планировщики, как правило, реализуют один метод распределения. Разработчики многопоточных систем чаще всего предлагают метод FIFO, нередко встречается его вариация с учетом приоритетов заданий. Разработчики кластерных и облачных систем применяют более сложные решения, например, метод Backfill. Несмотря на то, что оптимальное решение задачи планирования одно, найти его сложно, и вышеописанные методы оптимальны только в некоторых случаях из-за присутствия жесткой привязанности в решении конкретного класса задач.

При построении плана назначения необходимо распределять нагрузку более равномерно во времени, обеспечивая работой максимально возможное число узлов сети. Для максимальной эффективности планировщик GRID-системы должен анализировать очередь заданий, и, при необходимости, менять метод их распределения по вычислительным узлам [1]. Подбор метода распределения является нетривиальной задачей без четкого решения [2], поэтому была разработана среда моделирования работы GRID-системы на основе информационной технологии [3].

## II. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Предложенная среда моделирования разработана на платформе .Net framework, что позволяет загружать пользовательские программы из файлов .dll или .exe, сканировать все типы в сборке и находить классы, реализующие необходимый для моделирования метод диспетчеризации. Среда имеет возможность добавления методов распределения по мере надобности. Для старта процесса имитационного моделирования необходимо задать ряд параметров: количество процессоров и заданий, находящихся в очереди при старте; количество заданий, которые поступят в очередь в процессе работы; интервал поступления заданий; минимальное и максимальное время выполнения заданий; требуемое количество процессоров для задания; таймаут работы системы. Результатом моделирования является план назначения и диаграмма, которая отображает нахождение заданий на процессорах, что позволяет оценить время работы системы и загруженность процессоров.

## III. ВЫВОДЫ

В ходе работы была спроектирована и реализована среда моделирования GRID-системы, которая позволяет проводить моделирование реальной многочасовой работы за несколько секунд, формируя диаграмму работы системы. Такая диаграмма наглядно предоставляет полную информацию о проведенной работе системы и позволяет выбрать наиболее эффективный метод распределения заданий на вычислительные узлы. Разработанное решение следует применять для крупных вычислительных сетей, таких, как кластеры и облачные системы, для настройки и тестирования вычислительных ресурсов сети. При добавлении или удалении вычислительного ресурса, или при значительном изменении потока заданий следует воссоздать систему в программе, и протестировать ее работу на множестве методов распределения, что позволит обнаружить проблемы в работе системы, а также подобрать наиболее оптимальный режим ее работы.

## ИСТОЧНИКИ

- [1] Волк М.А., Филимончук М.А., Филимончук Т.В. Модуль распределения заданий в GRID-системах. Системы обработки информации. Харків: ХУПС, 2012. №2(100). С. 177–182.
- [2] Топорков В.В., Бобченков А.В., Емельянов Д.М., Целищев А.С. Методы и эвристики планирования в распределенных вычислениях с неотчуждаемыми ресурсами. Вестник ЮУрГУ, серия «Вычислительная математика и информатика». 2014. Т.3, №2, С. 43–62.
- [3] Filimonchuk T., Volk M., Ruban I. and Tkachov V. "Development of information technology of tasks distribution for grid-systems using the GRASS simulation environment", Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, vol. 3/9 (81), pp. 45–53, 2016.

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ  
ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ  
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

# Задачі управління і забезпечення живучості системи мобільних технічних об'єктів

Додонов Олександр Георгійович<sup>1</sup>,

Горбачик Олена Семенівна<sup>2</sup>,

Кузнецова Марина Глібівна<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Інститут проблем реєстрації інформації НАН України,  
в.Шпака, 2, Київ 03113, Україна, dodonov@ipri.kiev.ua

<sup>2</sup>Інститут проблем реєстрації інформації НАН України,  
в.Шпака, 2, Київ 03113, Україна, ges@ipri.kiev.ua

<sup>3</sup>Інститут проблем реєстрації інформації НАН України,  
в.Шпака, 2, Київ 03113, Україна, margle@ipri.kiev.ua

**Анотація.** Доповідь присвячено проблемі організації управління системами технічних об'єктів, що функціонують в умовах непередбачуваного, не детермінованого й протидіючого середовища. Пропонується при прийнятті рішень про дії окремих об'єктів і системи в цілому враховувати можливості, які мають складні системи завдяки їх природній властивості – живучості.

**Ключові слова:** управління, система мобільних технічних об'єктів, живучість.

## I. ВСТУП

Проблема управління множиною мобільних технічних об'єктів, які мають спільно виконувати певне завдання в екстремальних умовах (в умовах наявності небезпечних параметрів навколишнього середовища), є актуальною у багатьох сферах, зокрема, при виконанні робіт у місцях природних або техногенних катастроф, бойових конфліктів, розвідки територій і акваторій, пошуку постраждалих в завалах після катастроф, при виконанні завдань в умовах щільної міської забудови тощо. Застосування множини технічних об'єктів дозволяє знизити ризик невиконання завдання, оскільки у загальному випадку втрата чи пошкодження одного чи декількох об'єктів не призведе до невиконання завдання в цілому.

На практиці підвищення стійкості технічних об'єктів до екстремальних умов функціонування забезпечується найчастіше за рахунок інженерних і технічних рішень, хоча здатність до адекватного і своєчасного реагування на непередбачувані зміни параметрів навколишнього середовища багато в чому залежить від обраної стратегії управління і рівня інтелектуальності технічного об'єкта. Значення управління множиною технічних об'єктів ще більше зростає, якщо є обмеження на габарити і масу об'єкта, запас енергоресурсу, транспортування об'єктів до місця виконання робіт тощо.

У разі перманентної зміни параметрів навколишнього середовища, непередбачуваності появи вражаючих впливів на сукупність технічних об'єктів, поєднаних загальносистемною ціллю, виникають умови прояву такої системної властивості як живучість. Обрані стратегії, методи, алгоритми управління системою можуть як знижувати, так і підвищувати живучість системи.

Отже, ефективне управління мобільною системою технічних об'єктів в умовах організованої чи природної протидії досягненню загальносистемної цілі, що задіює

механізми живучості, є не просто фундаментальною науковою проблемою, а й має важливе практичне значення для різних сфер діяльності.

## II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Аналіз публікацій за проблематикою управління колективом інтелектуальних технічних засобів з автономною системою пересування й навігації, поєднаних виконанням єдиної загальносистемної цілі, які функціонують у непередбачуваному недетермінованому середовищі, наприклад, в умовах короткочасних вражаючих впливів, свідчить, що немає достатньо узагальнених підходів і методів групового управління. Методи і способи управління залежать від особливостей сфер застосування, від появи чи не появи додаткових вимог до рівня надійності і живучості системи.

Ефективне управління мобільною системою, що являє собою сукупність технічних об'єктів, поєднаних в єдину інфокомунікаційну мережу і націлених на комплексне розв'язання задач реєстрації, приймання, передачі, обробки та тимчасового збереження інформації, не може бути реалізоване на засадах традиційних принципів централізованого управління, бо воно сповільнить реакцію системи на події у зовнішньому середовищі, не сприятиме підвищенню живучості системи. Задачі управління необхідно формулювати і вирішувати, спираючись на принципи «колективного» управління.

Управління системою мобільних технічних об'єктів для забезпечення їх ефективної взаємодії для досягнення загальносистемної цілі потребує:

- обрання стратегії колективного управління;
- розв'язання задач управління рухом і поведінкою окремого технічного об'єкта як складової системи;
- вирішення задач управління взаємопов'язаними діями окремих технічних об'єктів, що спрямовані на досягнення загальносистемної цілі;
- визначення методів і засобів реалізації системою технічних об'єктів взаємопов'язаних дій у реальному часі в умовах змін параметрів середовища їх функціонування;
- побудови «індикаторів» активізації механізмів забезпечення живучості системи технічних об'єктів;
- формування правил побудови «власної» цілі окремим об'єктом на основі його бази знань і аналізу поточної інформації від інших об'єктів системи і з середовища;

- вирішення задач управління процесом інтегрування технічних об'єктів у систему з «деградованою» ціллю (загальносистемна ціль може бути виконана лише частково).

Слід зазначити, що входження об'єкта до системи потребує здатності до узгодження шляхом обміну інформацією його поведінки з поведінкою інших об'єктів, що є чи стають складовими системи, для визначення повноважень, оповіщення про можливості дій, стан середовища, поточний стан об'єкта, інформування про виконання чи неможливість виконання свого завдання тощо [1].

Рішення щодо до зміни загальносистемної цілі може бути одним з наступних [2]:

- у довільному стані система технічних об'єктів має виконувати усі функції, що потребує досягнення загальносистемної цілі;
- у довільному стані система має виконувати лише деяку підмножину функцій, що дозволяють частково досягти загальносистемної цілі;
- у довільному стані система технічних об'єктів має виконувати хоч одну з функцій, виконання яких потребує загальносистемна ціль.

Таким чином, процес «деградації» загальносистемної цілі можна розглядати як процес звуження функціональності системи технічних об'єктів.

Управління у загальному випадку являє собою систематичне прийняття рішень про чергові дії з урахуванням цілі управління і змін поточної ситуації. У системі технічних об'єктів кожен об'єкт, обираючи рішення про свої дії у поточній ситуації, спирається на наявну у нього інформацію про поточну ситуацію, тому дії окремого об'єкта можуть бути й неоптимальними з точки зору загальносистемної цілі, але дії системи в цілому мають привести до виконання завдання – досягнення загальносистемної цілі.

На практиці найчастіше загальносистемна ціль подається як множина послідовних або паралельно розв'язуваних задач для окремих об'єктів, поєднаних у систему. При цьому ефективне вирішення цих задач повинно забезпечити ефективне або досить близьке до цього досягнення загальносистемної цілі.

У дослідженнях функціонування систем технічних об'єктів, як правило, припускається, що завжди можливо забезпечити необхідні інформаційні зв'язки між окремими об'єктами системи. Позначимо множину функцій, виконання яких є завданням системи, через

$$F = \bigcup_{i \in I} F_i = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}. \text{ Окремий технічний об'єкт}$$

$\Phi_k$  потенційно може виконувати множину функцій

$$\varphi_n : \{1, 2, \dots, p\} \rightarrow P(F), \text{ де } P(F) \text{ — множина всіх підмножин } F. \text{ Якщо } \varphi_n(k) = \{f_{i_1}, f_{i_2}, \dots, f_{i_r}\},$$

$1 \leq i_r \leq n$ , то об'єкт  $\Phi_k$  може виконувати функції

$$f_{i_1}, f_{i_2}, \dots, f_{i_r}. \text{ У будь-якій поточній ситуації кожний}$$

конкретний технічний об'єкт  $\Phi_k$  виконує деяку

множину функцій, що визначається через

$$\varphi_{men} : \{1, 2, \dots, p\} \rightarrow P(F) \cdot c_{i_k}.$$

Умови досягнення загальносистемної цілі (виконання необхідної визначеної множини функцій з заданою ефективністю) будуть визначатися:

$$\bigcup_{k=1}^p \varphi_n(k) \supseteq F \quad (1)$$

$$\varphi_{men}(k) \subseteq \varphi_n(k), \forall k = \overline{1, p} \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^p \phi_{ef}(f_i, k, \varphi_{men}(k)) \geq c_i, \forall i = \overline{1, n} \quad (3)$$

У разі втрати системою технічного об'єкта (зникнення зв'язку з об'єктом) це призводить до невиконання умов (1)-(3). Завдяки активізації механізмів забезпечення живучості має відбутися зміна функцій  $\varphi_{men}$  працездатних технічних об'єктів таким чином, щоб умови (1)-(3) знову виконувалися. Ефективність механізмів забезпечення живучості системи можна оцінити, наприклад, кількістю додаткових інформаційних обмінів між об'єктами системи необхідних для повернення до виконання умов (1)-(3), або числом змін  $\varphi_{men}$ , тобто числа об'єктів, задіяних у процедурах компенсації втрат.

### III. ВИСНОВКИ

Використання принципів колективного управління необхідно при застосуванні системи технічних об'єктів для виконання завдань в умовах непередбачуваних змін параметрів навколишнього середовища, оскільки саме таке управління дозволяє забезпечити підвищену живучість системи.

Дослідження проводяться за грантової підтримки ДФФД України.

### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] О.Г. Додонов, О.С.Горбачик, М.Г.Кузнецова “Организація управління групою мобільних технічних об'єктів”, ITS 2017, Selected Papers of the XVII International Scientific and Practical Conference on Information Technologies and Security, Kyiv, Ukraine, November 30, 2017. CEUR Workshop Proceeding. 2018. Vol.2067. P.1-7. <http://ceur-ws.org/Vol-2067/paper1.pdf>
- [2] А.Г. Додонов, М.Г.Кузнецова, Е.С.Горбачик, “Введение в теорию живучести вычислительных систем”, К.: Наукова думка, 1990.

# The Deadlock Problem & Approaches to Its Solution

Gaiduk Kirill Sergeevich,

Shevchenko Olga Georgievna

Donetsk National Technical University, Shybankova Square, 2,  
Pokrovsk UA-85300, Ukraine, ks.gayduk@gmail.com

**Abstract.** *The paper discusses the problem of resource deadlocks, as well as ways of preventing and avoiding them. It points out the importance of developing mechanisms to fight against deadlocks in operating systems and describes the approach to preventing deadlocks based on combining event-driven and service-oriented architectures, asynchronous I/O, and a number of other architectural solutions and techniques.*

**Keywords:** *deadlock, event-driven architecture, service-oriented architecture, asynchronous I/O, dynamically resizing a buffer, deadline for processing a message, timeout.*

## I. INTRODUCTION AND PROBLEM STATEMENT

Deadlocks are one of the characteristic problems of parallel systems in which several entities share several objects (resources). Despite the fact that research aimed at fight against deadlocks was started back in the late 1960s, this problem remains relevant today. The approaches to preventing deadlocks and avoiding them are most actively developing in flexible manufacturing systems (FMS) [1], but the threat of dead-end situations also remains in local computer networks of cars [2], wireless sensor networks [3], device drivers and any other parallel systems and applications with resource sharing.

The deadlock prevention is based on the use of attacks on one or more of Coffman's four conditions, and implies the design of a system whose architecture fundamentally excludes the possibility of deadlocks [4]. If the violation of the specified conditions for the occurrence of deadlocks implies their prevention during the operation of the system, the same goal can be achieved at the software design stage by verification, for which model checking [5], modeling, analysis of the description of the system in one of the formal languages (Funclet+, xGiotto, AFS etc.) and other methods can be used.

In case of evasion, the system avoids entering into deadlock conditions, but is not immune from them. Evasion can be realized with the help of the banker algorithm, supervisory control based on Petri nets, pi-calculus, process algebra, fuzzy logic, finite state machine theory, and other approaches.

The exponential dependence of the number of possible states of the system on the number of its elements and the connections between them in a number of cases makes an integral verification of the systems impracticable, and approaches to preventing deadlocks and evading them in dynamics – impractical. The situation is even more complicated for systems with variable topology and composition, as well as decentralized control, which makes it urgent to develop mechanisms to fight against deadlocks in operating systems.

## II. PROBLEM SOLUTION AND RESULTS

An effective attack on the conditions of mutual exclusion, holding and waiting, as well as cyclic waiting is possible due to the combination of Event-Driven Architecture (EDA) and Service-Oriented Architecture (SOA), non-blocking asynchronous I/O (Asynchronous I/O, AIO) and some other

architectural solutions and techniques. In the case of the organization of software in the form of a set of services, you can get rid of the separation of resources as such: each resource corresponds to a separate service that processes customer requests, and only this service can hold the resource. However, the use of synchronous calls by services can lead to cyclic waiting, which can be avoided by buffering requests and using asynchronous I/O, which is characteristic of the event-driven architecture. In the case of combining EDA, SOA and AIO, the services exchange messages, and the receipt of the message is interpreted as an event. Services, in this case, can be described by a finite state machine model.

However, due to the limited size of message queues and the non-determinism of the flow of external events, even the system with the above-mentioned architecture is not immune from getting into deadlocks due to complete filling of queues. This problem can be avoided by dynamically changing the queue size, as well as comparing each message with a processing deadline, which allows you to periodically delete messages from queues that are no longer relevant for processing. In addition, each message has a deadline for processing the system in real time by scheduling the execution of handlers using the EDF (Earliest Deadline First) algorithm, as done, for example, in the COSMIC middleware.

In the case of the description of services by the model of the finite state machine, deadlock situations are possible due to the circular waiting of messages, which can be avoided by comparing each state of the automaton with a certain timeout - the maximum permissible time in the given state. At the end of the timeout (which is interpreted as an event), the machine goes into one of the other possible states.

## III. CONCLUSIONS

The above-mentioned architectural solutions have a number of advantages over conventionally traditional approaches to the designing of operating systems, and realize the deadlock prevention as their non-main function.

## REFERENCES

- [1] J.-P. Lopez-Grao, J.-M. Colom and F. Tricas, "The deadlock problem in the control of Flexible Manufacturing Systems: An overview of the Petri net approach", Proc. 2014 IEEE Emerg. Technol. Fact. Autom., pp. 1–12, 2014.
- [2] J. Xu, Z. Zheng and M. R. Lyu, "CGA-based deadlock solving strategies towards vehicle sensing systems", Eurasip J. Wirel. Commun. Netw., pp. 1–11, 2014.
- [3] N. Akiyama, A. Ikeda and T. Miyazaki, "Deadlock-free Behavior Definition for Wireless Sensor Nodes Using Formal Verification", Commun. ACM, vol. 21, no. 8, pp. 666–677, 2017.
- [4] Tanenbaum, Modern Operating Systems, 3rd ed. London: Pearson Education, 2009.
- [5] E. M. Clarke, O. Grumberg and D. Peled, Model Checking, 1st ed. Cambridge: MIT Press, 1999.

# Оцінка рівня випромінювань сигналів побічних електромагнітних випромінювань імовірнісним методом

Перепада Вікторія Ігорівна<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
просп. Науки 14, Харків, 61166, Україна,  
vita.perepadya@gmail.com

Заболотний Володимир Ілліч<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
просп. Науки 14, Харків, 61166, Україна

**Анотація.** Оцінка рівня побічних електромагнітних випромінювань засобів обчислювальної техніки лежить в основі забезпечення захисту від витоку інформації з обмеженим доступом. На практиці, і, відповідно до чинних нормативних документів, оцінка проводиться експериментальним або аналітичним методом. Отримані результати порівнюються з нормами захисту, що дає підстави робити висновки щодо захищеності інформації. Використовуючи імовірнісний підхід, в даній роботі був описаний спосіб визначення густини розподілу імовірності напруженості електричного поля на межі контрольованої зони для оцінки показників технічного захисту інформації.

**Ключові слова:** побічні електромагнітні випромінювання, технічний захист інформації, витік інформації, напруженість поля, детермінований метод, імовірнісний метод, дальня зона, метод Монте-Карло.

## I. ВСТУП

Однією із основних загроз безпеці інформації, оброблюваній технічними засобами, являється витік інформації технічними каналами, під яким розуміється неконтрольоване розповсюдження інформаційного сигналу від його джерела через середовище розповсюдження до засобу розвідки. Під час обробки інформації персональною електронно-обчислювальною машиною (ПЕОМ), технічні канали витоку інформації (ТКВІ) утворюються за рахунок побічних електромагнітних випромінювань (ПЕМВ), а також внаслідок наведень інформаційних сигналів на лінії електроживлення ПЕОМ, з'єднувальні лінії допоміжних технічних засобів і систем, кола заземлення і сторонні провідники.

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що найнебезпечнішим каналом витоку є дисплей, оскільки з погляду захисту інформації він є найслабшою ланкою в системі. Це обумовлено принципами роботи відеоадаптера, що складається зі спеціалізованих схем для генерування електричних сигналів управління апаратною частиною, що забезпечує генерацію зображення [1]. Крім того, для дешифрування перехоплених сигналів монітора не потрібна складна обробка самих сигналів, так як зображення на екрані монітора і випромінювані ним сигнали багаторазово повторюються. В професійній апаратурі це використовується для накопичення сигналу і відповідного збільшення дальності радіоелектронної розвідки та ефективної роботи приладів для перехоплення інформації. Тому особливу увагу слід приділити дослідженням складових поля саме для дальньої зони ПЕМВ. Основним

елементом, в якому формується потужний сигнал, що створює ПЕМВ є електрична схема, еквівалентом якої являється рамка зі струмом. Фізичні процеси та явища, що в ній протікають, можуть бути описані відповідними рівняннями Максвелла [2].

## II. ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ І РЕЗУЛЬТАТИ

Особливий інтерес для оцінки дальності розвідки становить саме дальня зона, оскільки відстань, на яку поширюються електромагнітні коливання, може сягати десятків метрів, і саме в межах дальньої зони може знаходитися потенційний розвідувальний пристрій. Тому для розробки ефективних засобів захисту інформації від витоку каналами ПЕМВ, вкрай важливо кількісно оцінити рівні випромінювань небезпечних сигналів. Відповідно до ТР ЕОТ – 95 [3], до узагальнених показників технічного захисту інформації (ТЗІ) відносяться:

- відношення пікової напруги сигналу інформації з обмеженим доступом (ІЗОД) до середньоквадратичної напруги шуму (для дискретних сигналів);
- відношення «інформаційний сигнал / шум»;
- відношення напруги небезпечного сигналу до напруги шумів (перешкод) у діапазоні частот інформаційного сигналу.

Посилаючись на ТР ЕОТ – 95, до показників витоку ІЗОД за рахунок ПЕМВ можна віднести абсолютні значення (на межі контрольованої зони):  $E$  - напруженість електричного поля;  $H$  - напруженість магнітного поля. Якщо показник перевищує норми ефективності захисту інформації, то витік інформації можливий, якщо ні – інформація захищена. Перелічені показники можуть розраховуватись аналітично за формулами, визначатися експериментально за допомогою виміральної апаратури, або експериментально-аналітичним шляхом із застосуванням апаратури контролю. Представляють інтерес розрахунки показників аналітичним шляхом. Такий підхід дозволяє уникнути обов'язковості вмикання основного технічного засобу (ОТЗ) для оцінки ТКВІ, що робить можливим розвідування ПЕМВ ще до його експлуатації. Крім того, вирішується можливість оцінки розвіддоступності ОТЗ ще до його виготовлення.

Відомі [4,5] два підходи до оцінки показників рівня ПЕМВ на ОІД: детермінований та імовірнісний. До детермінованих методів відносяться методи оцінок, в яких залежність між окремими факторами, які впливають на дальність розвідки, суворо задана максимально-можливими величинами. Тому оцінки призводять до однозначних результатів, які завжди суттєво перевищують реальні значення.

Суть імовірнісних методів впливає із самої назви. У теорії ймовірностей ймовірність – це кількісна міра,

ступінь можливості появи деякої події. Даний метод, таким чином, дозволяє припустити істинність висновків і можливість існування ознак або їхніх відношень. Необхідність імовірнісних методів обумовлена тим, що в наукових дослідженнях доводиться мати справу з великим числом фактів, отриманих в результаті спостережень, або з великою кількістю об'єктів дослідження. Одне з основних завдань імовірнісних методів полягає у виявленні закономірностей на основі вивчення великого числа фактів, об'єктів або випадкових фактів. Незважаючи на те що імовірнісні методи не дають однозначних відповідей, вони допомагають розрахувати ступінь достовірності та є єдино можливими при дослідженні масових явищ. Вони дозволяють встановити хоча і не сувору, і не жорстку, але стійку, повторювану закономірність, що виявляється в масі спостережень.

Оскільки не завжди існує можливість визначити величину напруженості електричного поля  $E$ , або її значення не точно, єдиним правильним підходом для оцінки показників ТЗІ є імовірнісний. Його суть полягає у представленні шуканих величин у вигляді діапазону значень, які задовольняють певним вимогам. Тобто у випадку можливості ведення розвідки, за допомогою даного методу можна визначити оцінку імовірності захисту об'єкта (рис.1).

Для цього необхідно визначити рівень випромінювання сигналу, тобто амплітуду напруженості електричного поля  $E$  на межі контрольованої зони (ось абсцис). Якщо дослідження проводяться аналітичним шляхом, з використанням детермінованого методу, враховуються максимально сприятливі умови для ведення розвідки і розраховується найбільш критичне значення напруженості електричного поля  $E_{AД}$ . На осі абсцис також позначений допустимий рівень напруженості електричного поля  $E_n$ . Використовуючи метод статистичних випробувань Монте-Карло, генеруються значення напруженості електричного поля у вигляді розподілу випадкової величини  $\omega(E)$ .

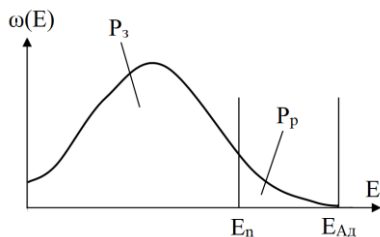


Рисунок 1. Оцінка імовірності захисту об'єкта

На рис. 1:  $P_p$  - імовірність розвідки;  $P_3$  - імовірність захисту;  $\omega(E)$  - густина розподілу імовірності напруженості електричного поля на межі контрольованої зони;  $E_n$  - норма захисту по напруженості електричного поля;  $E$  - рівень напруженості електричного поля на межі контрольованої зони;  $E_{AД}$  - значення напруженості електричного поля при найбільш сприятливих умовах ведення розвідки.

Отже, імовірність захисту  $P_3$  (1) визначається площею фігури під кривою в межах від 0 до  $E_n$  (рис.1), а імовірність розвідки  $P_p$  (2) - від  $E_n$  до  $E_{AД}$  відповідно.

$$P_3(E) = \int_0^{E_n} \omega(E) dE \quad P_p(E) = \int_{E_n}^{E_{AД}} \omega(E) dE \quad (1)$$

$$(2)$$

Аналітично визначити вираз для  $\omega(E)$  зазвичай не представляється можливим через складності виразів розподілів вихідних величин. Тому для розрахунків доцільно використовувати метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло).

Метод Монте-Карло дає змогу вирішувати імовірнісні проблеми статистичними методами. Теорія цього методу вказує, як доцільно вибрати випадкові величини для розрахунків, як знайти оцінювати одержані результати. Метод ґрунтується на багатократних прогонах (випадкових реалізаціях) на підставі побудованої моделі з подальшим статистичним опрацюванням отриманих даних з метою визначення числових характеристик досліджуваного об'єкта (процесу) у вигляді статистичних оцінок його параметрів.

Імітаційне моделювання за методом Монте-Карло дає змогу побудувати математичну модель з невизначеними параметрами, і, знаючи їх імовірнісні розподіли, а також зв'язок між змінними параметрів (кореляцію), отримати розподіл досліджуваної функції. Імовірнісний розподіл регулює імовірність вибору значень із певного інтервалу. В рамках моделі імовірнісного аналізу ризиків проводять велику кількість ітерацій, що дають змогу встановити, як поводитися результативний показник (у яких межах коливається, як розподілений) у разі підстановки в модель різних значень змінної відповідно до заданого розподілу.

### III. ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день вирішення проблеми захисту інформації від витoku технічними каналами за рахунок побічних електромагнітних випромінювань ґрунтується як на практичних так і на теоретичних методах дослідження. Особлива увага приділяється саме теоретичним методам, оскільки вони дозволяють значно спростити процес дослідження, визначити розвідоступність ОТЗ, а також унеможливають розвідкування ПЕМВ ще до початку експлуатації ОТЗ. В практиці ТЗІ ширше застосування знайшли імовірнісні методи. Тобто у випадку можливості ведення розвідки, за допомогою методу Монте-Карло можна визначити оцінку імовірності захищеності об'єкта.

### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Горобець Н.Н., Тривайло А.В. Исследование побочных электромагнитных излучений компьютерных блоков в диапазоне 15 – 500 МГц. М.: Вид. «Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна». Серія «Радіофізика та електроніка». № 942, випуск 17, 2010. С.55-62.
- [2] Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В. Электромагнитные поля и волны. М.: Вид. «Советское радио» 1971. 664с.
- [3] Тимчасові рекомендації з технічного захисту інформації у засобах обчислювальної техніки, автоматизованих системах і мережах від витoku каналами побічних електромагнітних випромінювань і наводок. (ТРЕОТ-95).
- [4] Заболотний В.І. Забезпечення достовірності оцінки далькості виявлення випромінювань технічних засобів передачі інформації / Заболотний В.І., Лебедев О.Г., Метелев О.П.// Радиотехника. Всеукраїнський міжведомственный науко-технічний збірник. – 2002. – Вип. 126. – с. 222-226. Л
- [5] Заболотний В.І. Дослідження змін форми сигналу у каналі побічних електромагнітних випромінювань монітору / Заболотний В.І., Герасименко Є.В., Перепада В.І.// Радиотехника. Всеукраїнський міжведомственный науко-технічний збірник. – 2014. – Вип. 176. – с. 116-121.



# Модель прогнозування якості передачі голосу для VoIP мережі

Солдатов Денис Володимирович

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського»,  
просп. Перемоги 37, Київ 03056,  
kinginthis@gmail.com

**Анотація.** В статті розглянуті методи оцінки якості передачі голосу через VoIP мережу (MOS, PESQ, E-модель), модель для прогнозування якості, на основі комбінованої структури PESQ/E-моделі, запропоновано вдосконалення існуючої моделі шляхом заміни нелінійної регресії на штучну нейронну мережу.

**Ключові слова:** VoIP; MOS; PESQ; E-модель; Прогнозування якості.

## I. ВСТУП

IP мережі застосовуються для передачі різних видів трафіку, в тому числі і голосового. Однак, такі мережі не розроблялись для підтримки голосового зв'язку в режимі реального часу через їх змінні характеристики (наприклад, затримка, джитер та рівень втрати пакетів), що призводять до погіршення якості передачі голосу.

Вимірювання якості голосу можна здійснювати за допомогою суб'єктивних або об'єктивних методів. Середня експертна оцінка (MOS) - це найпоширеніший суб'єктивний показник якості передачі голосу, рекомендація ITU-T P.800[1]. Значення MOS, отримують як середнє значення оцінок групи експертів, що прослуховують голосовий сигнал та ставлять оцінку за п'ятибальною шкалою (відмінно, добре, задовільно, погано та дуже погано) за умов, викладених в рекомендації ITU-T P.800 [1].

У системах голосового зв'язку MOS є міжнародно визнаною метрикою, оскільки вона забезпечує прямий зв'язок із якістю передачі голосу який сприймається кінцевим користувачем. Притаманні суб'єктивному вимірюванню недоліки MOS полягають в тому, що оцінка вимагає багато часу, коштів і не може використовуватися для довгострокового або об'ємного моніторингу якості голосової інформації в мережеві інфраструктурі. Це зробило об'єктивні методи дуже привабливими для задоволення вимог щодо вимірювання якості в мережах зв'язку.

Об'єктивне вимірювання якості голосу може використовувати, або обидва сигнали, вихідний та спотворений, або лише спотворений. Перші методи є більш точними, але зазвичай непридатні для моніторингу живого трафіку через необхідність використання оригінального та спотвореного сигналів. Наприклад, перцептивна оцінка якості мовлення (PESQ) [2] ITU-T P.862 - найбільш часто використовуваний метод вимірювання якості передачі голосу в поточних програмах VoIP. Він призначений для вимірювання якості голосу та передбачає порівняння деградованого

голосового сигналу з оригінальним голосовим сигналом для прогнозування значення MOS.

Інші методи не потребують опорного сигналу і можуть бути використані для прогнозування якості передачі голосу безпосередньо за відповідними параметрами системи (наприклад, рівень втрати пакетів, затримка, джитер та кодек) E-модель ITU-T G.107[3], є обчислювальною моделлю, яка може бути використана для прогнозування якості передачі мовлення безпосередньо від характеристик мережі та інших системних параметрів

Хоча E-модель ITU є привабливим та загально використовуваним методом для прогнозування якості звуку для VoIP-додатків. Поточна E-модель застосовується до обмеженого числа кодеків та умов мережі (оскільки для виведення параметрів моделі необхідні суб'єктивні тести), і це гальмує її використання в нових додатках. Більш того, E-модель заснована на комплексному наборі фіксованих і емпіричних формул, які не є ефективними для моніторингу якості в режимі реального часу або для цілей оптимізації / контролю.

## II. МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ГОЛОСУ

На рисунку 1 показано, як оцінити якість голосового сигналу за допомогою комбінованої структури PESQ / E-моделі, що запропонована в [4]. Модель складається з трьох частин (виділені пунктирними лініями):

(I) система моделювання VoIP для моделювання потоку VoIP, яка включає в себе кодер, симулятор втрат пакетів та декодер;

(II) модуль прогнозування якості голосу на основі моделі PESQ / E для отримання значення вимірюваної MOS;

(III) модель нелінійної регресії для генерування прогнозованої MOS, залежно від рівня втрати пакетів та типу кодека.

PESQ - це точний та надійний спосіб вимірювання якості передачі голосу, але потребує обох, оригінального та зіпсованого, сигналів і може лише передбачати якість голосу, не розглядаючи вплив затримки, що важливо для інтерактивності в голосових комунікаціях. Підхід на рисунку 1 використовує точність PESQ та модель затримки E-моделі. Оцінку MOS(PESQ) отримують безпосередньо з алгоритму PESQ, порівнюючи оригінальний та спотворений сигнали. Оцінка MOS перетворюється в рейтинговий коефіцієнт (коефіцієнт R), а потім в значення коефіцієнту якості обладнання ( $I_c$ ). MOSc розраховується шляхом об'єднання значення  $I_c$  та ефекту від затримки (значення  $I_d$ ).

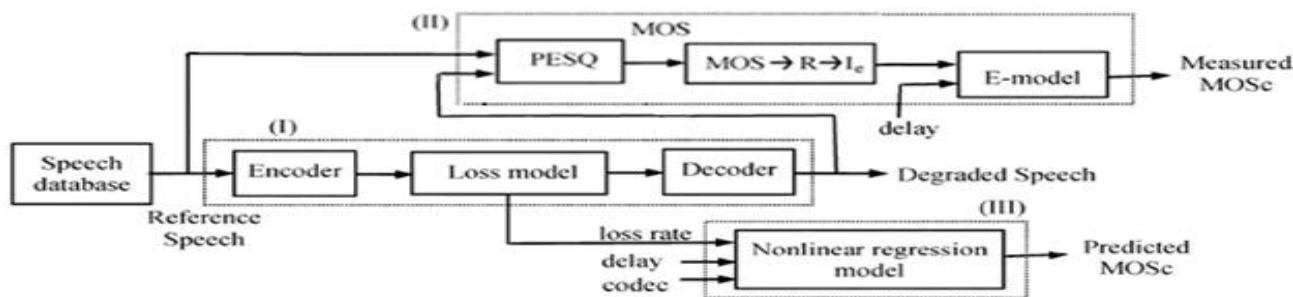


Рис 1. Модель прогнозування якості передачі голосу

Процедура розрахунку якості передачі голосу (MOS):

1) Перетворення значення якості голосу з MOS (PESQ) до фактору впливу обладнання  $I_e$ :

Рекомендація ITU-T G.107 встановлює зв'язок між фактором R та MOS:

$$MOS = \begin{cases} 1 & R \leq 0 \\ 1 + 0,035R + R(R - 60) & 0 < R < 100 \\ 4,5 & R \geq 100 \end{cases}, \quad (1)$$

Перетворення з MOS в значення R:

$$R = 3,026MOS^3 - 25,314MOS^2 + 87,060MOS - 57,336 \quad (2)$$

Для MOS (PESQ), коефіцієнт R не враховує вплив затримок (коефіцієнт  $I_d$ ). Тому розглядається лише вплив обладнання (тобто значення, яке відповідає спотворенню викликаною кодеком та рівнем втрат пакетів), R може бути перераховано в  $I_e$ :

$$I_e = R_0 - R, \quad (3)$$

де  $R_0$  базовий фактор, значення за замовчуванням якого становить 93,2 [3].

2) Розрахунок фактору  $I_d$ :

Коефіцієнт впливу затримки  $I_d$ , включає в себе спотворення викликані затримкою.  $I_d$  може бути розрахований за серією комплексних рівнянь описаних в ITU G.107 [3]. Або за допомогою поліному 6-го порядку[4]:

$$I_d = -2,468 \cdot 10^{-14} d^6 + 5,062 \cdot 10^{-11} d^5 - 3,903 \cdot 10^{-8} d^4 + 1,344 \cdot 10^{-5} d^3 - 0,001802 d^2 + 0,103d - 1,698. \quad (4)$$

3) Розрахунок  $MOS_c$  з факторів впливу обладнання і затримки  $I_e$  та  $I_d$ :

Маючи  $I_d$  та  $I_e$ , коефіцієнт R E-моделі може бути розрахований за наступним виразом:

$$R = R_0 - I_e - I_d. \quad (5)$$

Коефіцієнт R враховує спотворення від втрати пакетів (залежить від кодека, різні кодеки по різному реагують на втрату пакетів) і затримки. Якщо перерахувати R в MOS, використовуючи (1), отримане значення являє собою виміряну MOS. Залежність MOS від затримки та рівня втрат пакетів для кодеку Opus зображена на рис. 2.

Для розрахунку прогнозованої MOS було вирішено замінити регресійну модель запропоновану в [4] на штучну нейронну мережу, а саме на багатошаровий перцептрон, з нелінійною функцією активації в прихованому шарі. Характеристики для порівняння зведені в табл. 1.

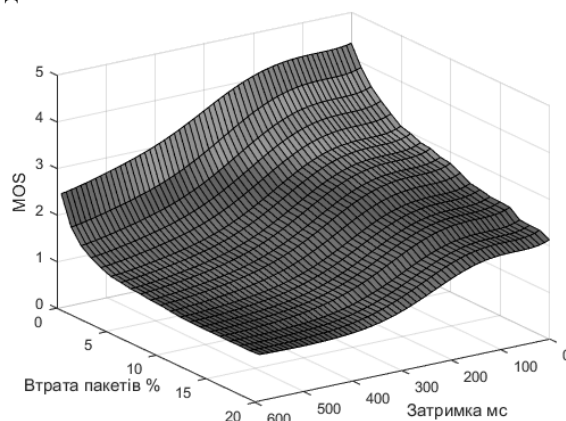


Рисунок 2. Залежність MOS від затримки та рівня втрат пакетів

Таблиця 1. Порівняння моделей прогнозування

	$E_{\text{abs}}$	$R^2$	RMSE
Регресійна модель	-0.2241 – 0.2838	0.9867	0.0918
Багатошаровий перцептрон	-0.0071 – 0.0111	0.9999	0.0023

$R^2$  – коефіцієнт детермінації, RMSE – середнє квадратичне відхилення,  $E_{\text{abs}}$  – межі абсолютної помилки.

### III. ВИСНОВКИ

Як видно з таблиці 1 багатошаровий перцептрон краще справляється з апроксимацією.

В подальшому планується дослідити вплив на оцінку якості таких параметрів як, розподіл втрачених пакетів, мова та стать і додати їх до моделі. Дослідити зв'язок між джитером, затримкою, та втратами пакетів, що спричинені відкиданням пакетів джитер буфером.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Methods for Subjective Determination of Transmission Quality, ITU Rec. P.800, International Telecommunication Union, Aug. 1996.
- [2] Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ), An Objective Method for End-to-end Speech Quality Assessment of Narrow-band Telephone Networks and Speech Codecs, ITU-T Rec. P.862, International Telecommunication Union, Feb. 2001.
- [3] The E-Model, A Computational Model for Use in Transmission Planning, ITU-T Rec. G.107, International Telecommunication Union, Jul. 2000.
- [4] Voice Quality Prediction Models and Their Application in VoIP Networks, IEEE transactions on multimedia, VOL. 8, NO. 4, AUGUST 2006

# Створення еталонів для оцінки захищеності корпоративних програмних систем

Карина Новікова<sup>1</sup>,

Владислав Анохін<sup>2</sup>,

Олексій Ляшенко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, пр.Науки 14, Харків 61166, Україна, karyna.novikova1@nure.ua

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, пр.Науки 14, Харків 61166, Україна, vladyslav.anokhin@nure.ua

<sup>3</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, пр.Науки 14, Харків 61166, Україна, oleksii.liashenko@nure.ua

**Реферат.** В роботі розглянуто створення еталонів для оцінки захищеності корпоративних програмних систем. Розглянуті підходи створення еталонів на базі методів, які базуються на експертних системах та нейронних мережах. Проведено моделювання багатошарного перцептронного радіально базисних мереж. Створено програмний модуль на мові С# для багатошарного перцептронного, який показав найкращі результати при моделюванні.

**Ключові слова:** еталон, нейронна мережа, експертна система, захищені системи.

## I. ВСТУП

Метою даної роботи є створення еталонів для оцінки захищеності корпоративних програмних систем. Під еталоном ми будемо розуміти конфігурацію і функціонування корпоративних програмних систем (КПС), які забезпечують її максимальну захищеність. У роботі будуть запропоновані два варіанти побудови таких еталонів: статичний і динамічний. Статичний еталон - це схема, яка описує компоненти КПС, їх зв'язку і властивості, і не змінюється (в автоматичному режимі) в процесі функціонування КПС. Такий підхід добре підходить для початкового налаштування КПС. Динамічний еталон - набір характеристик компонентів КПС, склад і значення яких змінюється в ході роботи КПС. Цей варіант дає переваги за рахунок можливості зміни (адаптації) механізмів захисту до нових загроз. Більш формально визначення, характеристики та переваги еталонів будуть описані при детальному розгляді кожного з варіантів. Тут же визначимо основні напрямки досліджень.

Актуальною проблемою є побудова зв'язку між загрозами, які розглядаються щодо логічних компонентів КПС (ОС, СУБД, Веб-сервер), і вразливостей, які пов'язані з конкретними реалізаціями логічних компонентів (Windows Server 2008 R2, MS SQL, MS IIS). Одним з важливих функціональних вимог до КПС є забезпечення безпеки міститься в ній інформації, тому аналіз актуальних загроз, з одного боку, і, наприклад, статистика вразливостей з іншого боку, впливають на вибір тих чи інших продуктів для реалізації логічних компонентів. Дане завдання може бути вирішена за рахунок побудови онтології предметної області - КПС з точки зору забезпечення її захисту.

У динамічному аспекті в ході роботи КПС, безсумнівно, виникають атаки на її ресурси. Як було описано раніше, будь-яка атака на КПС складається з трьох етапів: підготовка, реалізація і «замітання» слідів. Засоби контролю безпекою (ЗКБ) повинні працювати на всіх етапах і відповідати основним принципам забезпечення захисту. При цьому найбільш ефективні захист на початковому етапі, що полягає в пошуку

можливих вразливостей. Для пошуку та усунення вразливостей служать системи аналізу захищеності (САЗ). На етапах реалізації і завершення атаки зловмисникові протидіють системи виявлення вторгнень (СОВ). Сучасні КПС зазвичай мають складну архітектуру і складаються з великого числа різних компонентів, кожен з яких вирішує свою задачу. СКБ повинні охоплювати всі ці компоненти. Для забезпечення комплексного захисту можна використовувати багатоагентний підхід, який дозволить декомпонувати завдання захисту всієї системи на захист кожного з її компонентів. Частиною цієї роботи є розробка архітектури МАС для захисту КПС. Архітектура захисту на базі МАС могла б стати загальним, фундаментальним підходом для виявлення вторгнень за рахунок аналізу відхилень поточної активності від еталонної. Підхід повинен спочатку підтримувати адаптацію, так як постійно з'являються нові уразливості, і техніки зловмисників змінюються. Багато в чому виявлення відхилень ґрунтується на рішенні задач класифікації і кластеризації для поділу операцій на легальні і несанкціоновані. Для їх вирішення може бути задіяний такий методи, які використовують експертні системи та нейронні мережі (НМ).

## II. АНАЛІЗ ЗАХИЩЕНОСТІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

Один з перших варіантів, який був розглянутий, - це отримання еталонів безпеки за допомогою експертних систем (ЕС). За основу була взята ЕС, розроблена в ході попередніх досліджень. Система заснована на моделі безпеки з повним перекриттям, яка представляє предметну область, як граф «загроза - засіб безпеки - об'єкт». Розроблена реалізація розділяє вхідні дані на три групи.

Перша група - це інформація про компанію. Компанія володіє безліччю активів (ресурсів), кожен з яких має назву, вартість у грошовому еквіваленті, клас активу, і знаходиться в одній з можливих зон розміщення. Клас активу служить для визначення впливають на актив загроз. Зона розміщення - деяка, можливо вже захищається територія, яка містить активи компанії.

Друга група - це інформація про конфігурації безпеки. Конфігурація - це те, що може застосувати компанія для зниження ризиків за рахунок зниження ймовірності успішної реалізації загроз. Конфігурація має назву, вартість використання в грошовому еквіваленті і містить параметр конфігурації, під яким слід розуміти необхідні настройки системи для застосування конфігурації. Ця установка є або простою рекомендацією, або конкретної командою, наприклад, для командного рядка, тому для її правильної інтерпретації необхідний тип конфігурації. Конфігурація

служить для зниження вірогідності загроз. Для завдання цієї інформації служить список зміни ймовірностей загроз, що містить інформацію про зміну ймовірностей по кожній із загроз.

До третьої групи даних відносяться ризики. Ризик задається назвою, частотою виникнення (розглядається частота за рік) і ймовірністю успішної реалізації загрози. Кожен ризик впливає на певні класи активів, розташовані в певних зонах розміщення. Для опису цього впливу використовується список впливів ризику.

Очікувані втрати компанії за рік від одного ризику виходять як добуток ймовірності, частоти і суми активів, на які впливає ризик. Загальні витрати компанії - це сума очікуваних втрат і вартості використовуваних конфігурацій безпеки. Завдання ЕС полягає в знаходженні підмножини конфігурацій безпеки, що забезпечує мінімальне значення загальних витрат компанії.

Даний підхід виявився неефективним. По-перше, актуальна підтримка бази знань вимагає величезних зусиль від експертів, а також ніяк не враховувалася можливість конфлікту введених правил експертами. По-друге, отримані конфігурації для однієї компанії не можна прозоро перенести на другу, так як зміни можуть бути просто не застосовні до використовуваного ПО. Виходило, що еталон повинен включати не просто набір налаштувань, але й саме програмне забезпечення. Все це призвело до розгляду нових варіантів створення еталонів безпеки.

### III. ОЦІНКА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Інтерес до НМ визначається декількома причинами. По-перше, це величезні можливості по аналізу складних, можливо, нелінійних залежностей. По-друге, це можливість працювати з вихідними даними великої розмірності. Необхідно підготувати набір даних і навчити НМ, використовуючи один із стандартних алгоритмів. Звичайно, розробнику необхідно мати деякі уявлення і припущення про те, як відбирати і готувати вихідні дані, яку вибрати архітектуру мережі, але необхідний рівень знань набагато скромніше, ніж, наприклад, при використанні традиційних методів статистики [1]. Можна виділити й інші особливості НМ: стійкість до шумів у вхідних даних, адаптивність до змін навколишнього середовища, потенційно високу швидкодню за рахунок використання паралельних обчислень.

Всі ці переваги роблять привабливим використання НМ і для нашої задачі. НМ дозволить задіяти складні приховані залежності, які можливо присутні у вихідних даних. В даному випадку це можуть бути залежності між часом запиту, типом операції, таблицею, набором стовпців і користувачем, який виконує запит. Використовуючи НМ, не треба робити припущень про зв'язки вихідних даних. Якщо ці зв'язки є, то НМ виявить їх в процесі навчання і буде використовувати для класифікації.

Для перевірки різних архітектур НМ використовувався пакет STATISTICA Automated Neural Networks. З його допомогою були перевірені багатошаровий перцептрон з одним прихованим шаром і мережі типу радіальної базисної функції [2]. В якості опції помилки використовувалася квадратична функція помилок і крос-ентропія. Як на прихованому шарі, так і на вихідному, пробувалися такі функції активації: тотожна, логістична, гіперболічна, експоненціальна і синус-функція. Для навчання використовувався

стандартний для пакета STATISTICA алгоритм Бройде-Флетчера-Гольдфарба-Шанно (BFGS).

Для НС типу радіальної базисної функції спочатку використовувався прихований шар з 20 нейронами, і їх значення збільшувалося з кроком 5 до 120. У результаті жодна з навчених мереж не класифікувала більш ніж 20% записів з контрольної вибірки. Аналогічним чином перевірявся і багатошаровий перцептрон, однак результат був набагато краще. Уже для 4 нейронів на прихованому шарі успішно класифікувати вдавалося до 85% записів. Збільшивши кількість нейронів на прихованому шарі, відсоток позитивних результатів вдалося підвищити майже до 92% (91.82%).

Для п'яти найбільш ефективних НМ на рисунку 1 приведена зведення за результатами класифікації. Видно, що для всіх навчених НМ найбільш складним виявилось правильно класифікувати користувача, якому відповідає передостанній, сьомий стовпець. Для цього користувача відсоток успішних розпізнавань не перевищує 50%.

		Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-	Var1-
6.MLP 187-6-7	Total	142 0000	138 0000	142 0000	147 0000	133 0000	135 0000	142 0000	979 0000					
	Correct	142 0000	138 0000	141 0000	147 0000	133 0000	134 0000	134 0000	899 0000					
	Incorrect	0 0000	0 0000	1 0000	0 0000	0 0000	1 0000	8 0000	80 0000					
	Correct (%)	100 0000	100 0000	99 2958	100 0000	100 0000	99 2593	95 0704	91 8284					
10.MLP 187-14-7	Total	142 0000	138 0000	142 0000	147 0000	133 0000	135 0000	142 0000	979 0000					
	Correct	142 0000	138 0000	142 0000	147 0000	133 0000	133 0000	133 0000	901 0000					
	Incorrect	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	2 0000	76 0000	78 0000					
	Correct (%)	100 0000	100 0000	100 0000	100 0000	100 0000	98 5185	46 4789	92 0327					
31.MLP 187-12-7	Total	142 0000	138 0000	142 0000	147 0000	133 0000	135 0000	142 0000	979 0000					
	Correct	141 0000	138 0000	141 0000	146 0000	133 0000	133 0000	64 0000	896 0000					
	Incorrect	1 0000	0 0000	1 0000	1 0000	0 0000	2 0000	78 0000	83 0000					
	Correct (%)	99 2958	100 0000	99 2958	99 3197	100 0000	98 5185	45 0704	91 5220					
38.MLP 187-14-7	Total	142 0000	138 0000	142 0000	147 0000	133 0000	135 0000	142 0000	979 0000					
	Correct	140 0000	138 0000	142 0000	147 0000	133 0000	135 0000	66 0000	901 0000					
	Incorrect	2 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	76 0000	78 0000					
	Correct (%)	98 5915	100 0000	100 0000	100 0000	100 0000	100 0000	46 4789	92 0327					
38.MLP 187-14-7	Total	142 0000	138 0000	142 0000	147 0000	133 0000	135 0000	142 0000	979 0000					
	Correct	140 0000	138 0000	142 0000	147 0000	133 0000	135 0000	66 0000	901 0000					
	Incorrect	2 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	76 0000	78 0000					
	Correct (%)	98 5915	100 0000	100 0000	100 0000	100 0000	100 0000	46 4789	92 0327					

Рисунок 1. Результати класифікації запитів

Однак варто зазначити, що в даному випадку НС працює за принципом «переможець забирає все». А це означає, що запис, відповідна запиту, відноситься НМ до того користувача, ймовірність якого максимальна. Нам же потрібно не вибрати конкретного користувача, а саме отримати ймовірність приналежності йому запиту. Більш детально механізм прийняття рішення, який використовує НМ, можна вивчити за допомогою таблиці рівнів довіри по кожному окремому випадку.

### IV. ВИСНОВКИ

На підставі отриманих результатів можна дійти висновку, що найбільш придатною архітектурою НС для розпізнавання користувачів за запитом виявився багатошаровий перцептрон з одним прихованим шаром. Вона і використана в НМ, яка була розроблена та проведено навчання на 60 тис. записів. Методом підбору найкращої НМ була обрана MLP-431-14-23. Для неї кількість успіхів на контрольній вибірці склала 90%. Вихідний код на мовою програмування C# для роботи з навченої НМ було згенеровано кодогенератором, що входить в пакет STATISTICA Neural Networks.

### ПОСИЛАННЯ

- [1] Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных, Пособие: под редакцией В.П. Боровикова, Горячая Линия - Телеком: 2008, 392 С.
- [2] O.G. Rudenko, A.A. Bezsonov, A.S. Liashenko, R.A. Sunna, "Approximation of Gaussian basis functions in the problem of adaptive control of nonlinear objects", Springer US, Cybernetics and Systems Analysis, 2011 vol. 1, pp. 1-10, January 2011.

# Модели угроз в электронных системах

Горбачев Валерий Александрович<sup>1</sup>,  
Абдулрахман Катаеба Батиаа<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Харьковский национальный университет радиозлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
valeriy.gorbachov@nure.ua

**Аннотация.** Целью данного исследования являются модели угроз безопасности, которые исходят от электронных систем, а также технологии проектирования защищенных электронных систем, обеспечивающих устойчивость к деструктивному воздействию внутренних компонентов

**Ключевые слова:** политика безопасности, модели источников угроз схемного уровня, модели несанкционированного доступа, защищенная электронная система

## I. АКТУАЛЬНОСТЬ ФОРМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ЗАЩИЩЕННЫХ СИСТЕМ

До некоторого времени безопасность компьютерной системы традиционно связывали с безопасностью программного обеспечения или обрабатываемой информации. Аппаратные ресурсы, используемые для обработки информации, считались надежным. Появление аппаратных закладок (АЗ) (Hardware Trojan) и угроз, связанных с ними, нарушило это доверие. АЗ в виде вредоносных модификаций электронного оборудования на разных этапах его жизненного цикла создают серьезные проблемы безопасности в электронной промышленности.

Перед разработчиками современных электронных систем, предназначенных для обработки важной информации, стоят следующие задачи, требующие эффективного решения [1]:

- Интеграция средств защиты информации в процесс ее обработки в качестве обязательного элемента.
- Разработка формальных моделей безопасности, обеспечивающих устойчивость (self-resistance) системы к несанкционированному доступу, в условиях возможного появления внутри ее компонентов, осуществляющих деструктивные действия.
- Технологии проектирования, на основе формальных моделей безопасности, должны использовать научно-обоснованные гарантии защищенности электронных систем.
- Возможность применения математического моделирования для оценки эффективности полученных теоретических результатов.

Таким образом, требование безопасности аппаратных ресурсов – это новое ограничение, такое как низкая потребляемая мощность, высокое быстродействие, устойчивость к отказам и т.д. Теоретические исследования, касающиеся моделей политики безопасности, ориентированы, в основном, на программные системы [2,3] и не преследуют цель анализа безопасности информации в электронных системах.

Целью данного исследования являются технологии проектирования защищенных электронных систем, обеспечивающих устойчивость к деструктивному воздействию внутренних компонентов.

## II. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ЗАЩИЩЕННЫХ СИСТЕМ

Фундаментальным понятием в сфере защиты информации компьютерных систем является политика безопасности [3]. Под ней понимают интегральную совокупность норм и правил, регламентирующих процесс обработки информации, выполнение которых обеспечивает состояние защищенности информации в заданном пространстве угроз. Формальное выражение политики безопасности называют моделью безопасности.

Модели безопасности играют важную роль в процессах разработки и исследования защищенных компьютерных систем, так как обеспечивают системотехнический подход, включающий решение следующих важнейших задач:

- Составление формальной спецификации политики безопасности, как важнейшей составной части организационного и документационного обеспечения разрабатываемых защищенных компьютерных систем;
- Выбор и обоснование базовых принципов архитектуры защищенных компьютерных систем (КС), определяющих механизмы реализации средств и методов защиты информации;
- Определение условий, которым должно подчиняться поведение системы, выработка критерия безопасности и проведение формального доказательства соответствия системы этому критерию при соблюдении установленных правил и ограничений.

В современной теории компьютерной безопасности наибольшее развитие в области формального моделирования безопасности КС получил «субъектно-объектный» подход. Он заключается в представлении исследуемой системы в виде абстрактной схемы (автомата), каждое состояние которого описывается доступами, реализуемые субъектами к объектам, а переходы КС из состояния в состояние описываются командами или правилами преобразования состояний, выполнение которых, как правило, инициируется субъектами.

В литературе по защите информации [2,4] дается следующее определение и физическое представление вышеупомянутых абстрактных понятий.

Объект (Oj) – часть ресурсов системы, находящаяся в момент времени t в пассивном состоянии относительно информации, а также других компонентов этой системы. Объект может быть источником нового субъекта, через процессы, которые локализованы в субъектах.

Субъект (Si) – это компонент системы, находящийся в момент времени t в активном состоянии, который может изменять состояние системы. Субъекты могут порождать новые объекты, а также инициализировать порождение новых субъекты в системе.

Доступ – категория субъектно-объектной модели, описывающая процесс выполнения операций субъектов над объектами. Результатом этой операции является



перенос информации между ними. Очевидно, любая операция доступа, включая доступ АЗ, должна иметь поддержку в виде некоторого канала.

Канал – физическая среда переноса воздействия субъекта на объект, включая злоумышленного.

Следует отметить, что практически все компоненты электронной системы в различные моменты времени могут представлять собой либо субъекты, либо объекты.

В итоге, можно выделить три компонента, связанные с процессом нарушения безопасности информации в ЭС: источник угрозы (АЗ) – совокупность субъектов и объектов; объект атаки – часть системы, на которую направлено действие источника угрозы; канал – физическая среда переноса злоумышленного воздействия.

Все рассматриваемые модели безопасности основаны на следующих базовых представлениях:

- Система является совокупностью взаимодействующих сущностей — субъектов и объектов. Безопасность обработки информации обеспечивается путем решения задачи управления доступом субъектов к объектам в соответствии с заданным набором правил и ограничений, которые образуют политику безопасности. Считается, что система безопасна, если субъекты не имеют возможности нарушить правила политики безопасности.
- Все взаимодействия в системе моделируются установлением отношений определенного типа между субъектами и объектами. Множество типов отношений определяется в виде набора операций, которые субъекты могут производить над объектами.
- Все операции контролируются монитором взаимодействий и либо запрещаются, либо разрешаются в соответствии с правилами политики безопасности.
- Политика безопасности задается в виде правил, в соответствии с которыми должны осуществляться все взаимодействия между субъектами и объектами. Взаимодействия, приводящие к нарушению этих правил, пресекаются средствами контроля доступа и не могут быть осуществлены.
- Совокупность множеств субъектов, объектов и отношений между ними определяет состояние системы. Каждое состояние системы является либо безопасным, либо небезопасным в соответствии с предложенным в модели критерием безопасности.
- Основной элемент модели безопасности — это доказательство утверждения (теоремы) о том, что система, находящаяся в безопасном состоянии, не может перейти в небезопасное состояние при соблюдении всех установленных правил и ограничений.

Важно заметить, что политика безопасности описывает в общем случае нестационарное состояние защищенности. Защищаемая система может изменяться, дополняться новыми компонентами (субъектами, объектами, операциями субъектов над объектами). Очевидно, что политика безопасности должна быть поддержана во времени, следовательно, в процесс изучения свойств защищаемой системы должны быть добавлены процедуры управления безопасностью.

### III. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АЗ

**Структурная модель.** На сегодняшний день существует большое число примеров практической реализации АЗ. В них рассматриваются как простые структуры АЗ, так и сложные, например, инфинитивированные процессоры [5].

Авторы [6] предлагают обобщенную структуру АЗ, которая состоит из трех компонентов (рисунок 1): спусковой механизм (trigger), модуль, реализующий функции АЗ (payload) и интерфейс (interface) или канал, реализующий связь АЗ с внешней средой. Спусковой механизм представляет собой схему, которая активизирует функциональный модуль АЗ при определенных условиях ( $C_i$ ), например, появление редкого события (кодовой комбинации на шине данных), истечение интервала времени и т.д. Спусковой механизм может включать антенну для организации беспроводной связи. Функциональный модуль АЗ представляет собой электронный компонент, который реализует злоумышленные действия, например, перехват криптографических ключей, удаленный контроль функционирования системы и т.д.

В настоящей работе предлагается выделить в структуре АЗ модуль памяти данных (HT memory) (Рис. 1). Модуль данных хранит информацию, которая определяет содержание злоумышленного действия. Это могут быть микропрограммы в программируемых устройствах, аргументы в операциях, порождающих потоки информации (например, регистры состояний в устройствах управления).

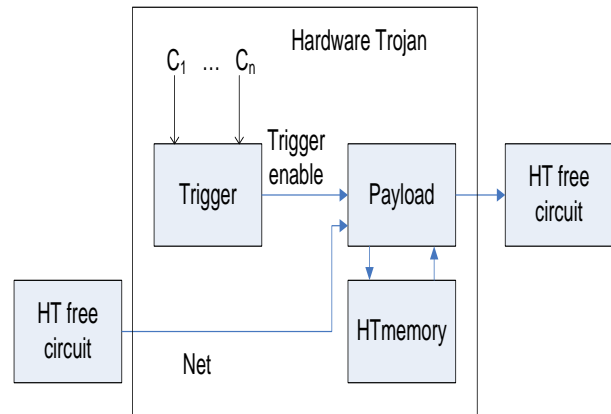


Рисунок 1. Обобщенная структура АЗ

**Формальная модель АЗ.** Построим формальную модель АЗ, используя субъектно-объектный подход. Рассматривая АЗ, как некоторый тип субъекта, который способен осуществить несанкционированный доступ, отметим следующие его особенности.

Во-первых, АЗ, являясь аппаратным, программно-аппаратным ресурсом ЭС, в пассивном состоянии может быть частью некоторого объекта.

Во-вторых, угрозы информации в электронных системах могут исходить только от активного субъекта - АЗ, который в текущий момент времени владеет функцией управления ресурсами.

В-третьих, субъекты могут влиять друг на друга через изменяемые ими объекты. Одним из результатов воздействия субъекта на объект могут быть порожденные в электронной системе другие субъекты или состояния системы. Как частный случай – это активизация АЗ.

**Потоки и правила разграничения доступа субъектов к объектам.** В общем случае, пары  $(S_i, O_j)$  связываются множеством разрешенных, с точки зрения политики безопасности (ПБ), операций  $X_{AU}$ . Это множество определяется ПБ и является подмножеством всего множества  $X$  возможных операций для каждой пары. В то же время, пары  $(S_i, O_j)$  могут связываться множеством запрещенных, с точки зрения ПБ, операций  $X_{UNAU}$ . Очевидно, что  $X = X_{AU} \cup X_{UNAU}$ . Задачей ПБ является обнаружение и блокирование выполнения операций из множества  $X_{UNAU}$ .

Если предположить, что АЗ может воспользоваться штатным каналом системы, т.е. каналом, который поддерживает и операцию доступа из множества  $X_{AU}$ , то становится очевидным, что разрешение либо запрещение самого факта доступа для обеспечения заданной политики безопасности – недостаточно.

Механизм несанкционированного доступа, реализуемый АЗ, может быть представлен как выполнение АЗ определенных действий над объектом с целью, или порождения нового субъекта, или нарушения безопасности информации. Действия АЗ направленные на нарушение безопасности информации, сводятся к реализации операции несанкционированного обмена информацией между объектами.

**Формализуем операцию доступа субъекта к объектам с целью порождения новых субъектов.**

Введем операцию [4]:

$$\text{Create}(S_j, O_i, P') \rightarrow S_k, \quad (1)$$

которая означает, что в объекте  $O_i$  порожден субъект  $S_k$  при воздействии субъекта  $S_j$  с помощью активизирующего потока  $P'$ . Create назовем операцией порождения субъектов.

Если субъект  $S_j$  играет роль нарушителя, а субъект  $S_k$  - роль АЗ, тогда процесс активизации АЗ описывается следующей образом:

$$\text{Create}(S_j, O_i, P'_{unsp}) \rightarrow S_{AZ}, \quad (2)$$

где поток  $P'_{unsp}$  обозначает поток не специфицированных команд. Поток  $P'_{unsp}$  может быть порожден либо внешним субъектом, либо внутренним механизмом активации АЗ.

**Теперь формализуем механизм доступа с целью реализации операции обмена информацией между объектами.**

По определению, объекты системы являются пассивными сущностями. Поэтому, для выполнения операции обмена информацией между ними необходимо, во-первых, существование потоков данных от объекта к объекту, во-вторых, существование некоторого субъекта, инициирующего и реализующего этот поток. Практически, это означает, что операция порождения потока данных (обозначим его  $P''$ ) локализована в исходном объекте и реализуется ассоциированным с ним субъектом. Таким образом, порождение потока информации  $P''$  между объектом  $O_i$  (объект-источник) и объектом  $O_j$  (объект-получатель)

всегда реализуется двумя операциями. Сначала субъект  $S_j$  порождает субъект  $S_k$  в объекте  $O_i$  (1). После этого поток данных  $P''$  от объекта  $O_i$  к объекту  $O_j$  порождается операцией:

$$\text{Stream}(S_k, O_i, P'') \rightarrow O_j, \quad (3)$$

Подведем итог. Операция доступа может быть описана двумя операциями (1) и (3):

$$\begin{aligned} \text{Create}(S_j, O_i, P') &\rightarrow S_k, \\ \text{Stream}(S_k, O_i, P'') &\rightarrow O_j, \end{aligned} \quad (4)$$

Предположим, что субъект  $S_j$  играет роль нарушителя, а субъект  $S_k$  - роль АЗ, тогда модель несанкционированного доступа, который реализуется АЗ имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{Create}(S_i, O_j, P'_{unsp}) &\rightarrow S_{AZ} \\ \text{Stream}(S_{AZ}, O_j, P''_{unsp}) &\rightarrow O_m, \end{aligned} \quad (5)$$

Анализируя модель несанкционированного доступа (5) приходим к важному выводу: для обеспечения гарантированного выполнения заданной ПБ в ЭС нужно контролировать не только факт доступа субъекта к объекту, но и не специфицированные потоки команд  $P'_{unsp}$  и данных  $P''_{unsp}$ .

#### IV. ВЫВОДЫ

- Предложена структурная модель АЗ и формальная модель доступа, которые позволяют построить более адекватную формальную модель политики безопасности системы.
- Структурная и формальная модель доступа АЗ могут быть положена в основу методики построения защищенных электронных систем

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] В.А Горбачев, К.Б. Абдулрахман, Обзор проблем безопасности и проектирования защищенных электронных систем. // Радиоэлектроника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. - 2017. - Вып. 191. - С. 113-119.
- [2] 2. Matt Bishop. Computer Security: Art and Science. Addison Wesley, November 29, 2002.
- [3] Девянин П.Н. Модели безопасности компьютерных систем: Учеб. пособие. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 144 с.
- [4] V. Gorbachov, Malicious Hardware: characteristics, classification and formal models. IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS2014), Kiev, Ukraine, 2014, pp. 254-257.
- [5] Samuel T. King and al., Designing and implementing malicious hardware. In LEET'08: Proceedings of the 1st Usenix Workshop on Large-Scale Exploits and Emergent Threats, Article No.5, San Francisco, California — April 15, 2008.
- [6] Christian Krieg Adrian, Dabrowski Heidelinde Hobel, Katharina Krombolz, Edgar Weippl, "Hardware Malware", Morgan & Claypool, 2013I.



# Сучасна клієнт-серверна модель програмного комплексу масового оповіщення у надзвичайних ситуаціях

Арутюнян Володимир Едуардович

Запорізький інститут економіки та інформаційних технологій,  
вул. Полякова 21/22, м. Запоріжжя, 69098, Україна,  
vova.ara@gmail.com

**Анотація.** Дослідження присвячено клієнт-серверній моделі масового оповіщення населення при надзвичайних ситуаціях. Яка представлена у вигляді мобільних додатків для операційних систем Android та iOS та серверної частини, що використовує сервіси Google Maps. Змодельований програмний комплекс враховує координати, швидкість пересування клієнта та інші параметри. Роботу алгоритму системи оповіщення розглянуто на прикладі обробки сервером даних про швидкість руху клієнтів.

**Ключові слова:** клієнт-серверна модель, система масового оповіщення населення, надзвичайна ситуація, мобільний додаток, програмний комплекс, алгоритм програми.

## I. АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

На 3-й Всесвітній конференції ООН зі зменшення небезпеки надзвичайних ситуацій, яка відбулася в 2015 році в Японії, були прийняті Політична Декларація і Сендайська рамкова програма дій до 2030 р. щодо зниження ризику наслідків надзвичайних ситуацій Сендайська рамкова програма дій являє собою перспективний і орієнтований на практичні дії комплекс заходів по зменшенню небезпеки лих від надзвичайних ситуацій на місцевому, національному, регіональному і міжнародному рівнях. Для оцінки стану процесу досягнення передбачуваних результатів визначено сім глобальних цільових завдань, одним з яких є розвиток систем раннього оповіщення населення про небезпеку в умовах виникнення надзвичайної ситуації [1]. Однак, здійснений нами критичний аналіз показав, що всі діючі системи масового оповіщення при надзвичайних ситуаціях не відповідають сучасним вимогам.

В сучасних умовах, вимоги до даних систем значно зросли через ускладнену розвинену інфраструктуру, зростання щільності населення, підвищення ризиків техногенних та природних катастроф. Окрім цього, масове використання смартфонів полегшує сьогодні можливості застосування мобільних додатків з масового оповіщення. Але, всі впроваджені подібні системи носять статичний характер роботи (рис.1) і не мають можливості динамічно змінювати свої алгоритми вже в процесі роботи, з огляду на безліч параметрів, які безпосередньо впливають на ефективність роботи системи [2].

**Мета дослідження** полягає у розробці моделі та алгоритму функціонування інтелектуальної клієнт-серверної системи оповіщення населення у надзвичайних ситуаціях.

## II. ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Автором була запропонована нова клієнт-серверна модель для сучасної системи масового оповіщення

при надзвичайних ситуаціях, яка передбачає використання сервісів інтерактивних карт місцевості для обробки або доповнення даних, надісланих з мобільних девайсів потерпілих, які вже були отримані сервером системи і опрацьовані через запрограмовані в ньому алгоритми.

Обмін даними між клієнтами і сервером здійснюється за рахунок Application Programming Interface (API). API – є набором визначень взаємодії різнотипного програмного забезпечення, який надає інтерфейс для прийому та обробки даних від клієнта [3].

Розроблений нами програмний комплекс складається з двох частин: клієнтська частина, яка представлена у вигляді мобільних додатків для Android і iOS, які можливо встановити на будь-якому мобільному девайсі; серверна частина, на якій запрограмовані необхідні алгоритми обробки інформації від клієнтів, API для обміну інформацією та де використовуються сервіси інтерактивних карт по типу Google Maps.



Рисунок 1. Приклад роботи діючих клієнт-серверних моделей оповіщення

В процесі роботи програмного комплексу додаток на мобільному девайсі клієнта збирає необхідні параметри, такі як, координати, швидкість пересування, висота над рівнем моря і передає ці дані на сервер. Сервер обробляє отриману інформацію за допомогою своїх алгоритмів і сервісів Google Maps і передає клієнтові кращий план для евакуації в даний момент часу. Одночасно різні клієнти системи можуть отримати різні плани евакуацій, які сервер вважає найефективнішими для всіх клієнтів системи (рис.2).



Рисунок 2. Приклад роботи сучасної клієнт-серверної системи оповіщення у надзвичайних ситуаціях

Роботу алгоритму системи оповіщення з динамічними можливостями двостороннього обміну інформацією можна розглянути на прикладі обробки сервером даних про швидкість руху клієнтів (рис.3).



Рисунок 3. Обробка швидкості руху клієнта на прикладі використання різних транспортних засобів

При виникненні надзвичайної ситуації додаток, встановлений на мобільних девайсах потерпілих, автоматично визначає координати і швидкість руху і передає ці дані на сервер. Сервер, в свою чергу, розраховує, яку відстань зможуть подолати абоненти за

однаковий час і передає дані на сервіс Google Maps, який підбирає координати найбільш підходящого сховища або точки збору, що знаходяться в заданому діапазоні[4]. Кожен клієнт отримує на свій мобільний девайс координати розрахованої сервером точки, що підходить саме йому і отримує план евакуації у вигляді мапи з зазначеним місцезнаходженням сховища або точки збору. Якщо швидкість руху клієнта зміниться, сервер перерахує маршрут і відправить на його девайс новий план евакуації.

Також за допомогою програмного комплексу можливо визначити останнє місцезнаходження потерпілих після закінчення тривоги, їх кількість у заданому пункті, чи залишилися вільні місця у сховищах або пунктах збору та, відповідно до отриманих даних, корегувати плани евакуації.

### III. ВИСНОВКИ.

На наш погляд, така гнучка та динамічна система масового оповіщення у надзвичайних ситуаціях, що здатна змінювати плани евакуації населення з урахуванням окремих дій клієнта, параметрів його швидкості, місцезнаходження та ін., дозволить уникнути великої кількості жертв та зробить евакуацію населення швидшою та ефективнішою.

### ЛІТЕРАТУРА

- [1] Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 годы. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 3 июня 2015 года. / [електронний ресурс]. Режим доступу : <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/167/19/PDF/N1516719.pdf>
- [2] Ranganath, M.K. Safety notification broadcast system: a Thesis Presented to the Faculty of San Diego State University. Spring 2012. - 66 p. / [Електронний ресурс]. Режим доступу: [\[dspace.calstate.edu/bitstream/handle/10211.10/1871/Ranganath\\\_Mithun.pdf?sequence=1\]\(http://dspace.calstate.edu/bitstream/handle/10211.10/1871/Ranganath\_Mithun.pdf?sequence=1\)](http://sdsu-</a></li></ol></div><div data-bbox=)

- [3] Dharani, R. Web API Design: Crafting Interfaces that Developers Love – Independently published, December, 2017. - 37 p.
- [4] Distance Matrix API: developer's guide. - [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/start?hl=ru>

# Braille character recognition using artificial neural networks

Smelyakov Kirill

Yeremenko Dmytro

Sakhon Anton

Polezhai Vitalii

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave,  
Kharkiv UA-61166, Ukraine, kirill.smelyakov@gmail.com

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave,  
Kharkiv UA-61166, Ukraine, dmytro.yeremenko@nure.ua

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave,  
Kharkiv UA-61166, Ukraine, anton.sakhon@nure.ua

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave,  
Kharkiv UA-61166, Ukraine, vitalii.polezhai@nure.ua

**Abstract** – Braille system is a system designed for blind people, which consists of six embossed points, arranged in a standard Braille character. Braille characters are touched and read using fingers, therefore the sensitivity of fingers is very important. These characters need to be memorized, so it is very difficult to learn them. The goal of this research is to create Braille characters recognition system and translate it to alpha-numeric text. JPEG files are used to capture Braille images from alphabet of Braille characters. Cropping, grayscaling, thresholding, erosion and dilation techniques are used for image preprocessing. Then artificial neural network is used for recognition of Braille characters. The system can recognize Braille characters with accuracy near 95%.

**Keywords:** alphabet; artificial neural network; Braille; character; image processing; image recognition.

## IV. Introduction and Problem statement

Reading is one of the most popular ways of getting the information, but for those who are blind it will be difficult to read regular texts. Therefore, letters were specially designed for blind people, named Braille characters. They consist of six points, which are three lines with two points. Six points can be arranged in such way to create the variety of combinations (Fig. 1). Usually, Braille letters are read by touching dots on the Braille paper using fingers.

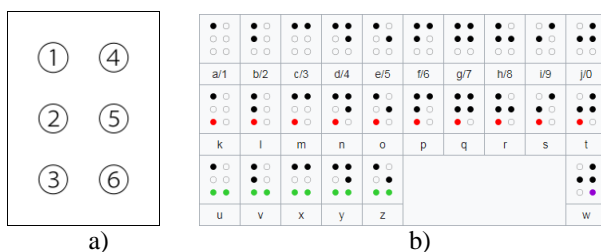


Figure 1: a) Braille cell; b) Braille dot character structure

To be able to read Braille by feeling, a person needs to learn it. This usually takes a long time, because the sensitivity of the hands should be trained. Besides that, dots and combinations that form a letter should be understood and memorized. Therefore, there are not so many persons who are able to read Braille. It is necessary to research assistive technology to translate Braille into text to make it easier to read. Therefore, it will take a relatively shorter time compared to read it using finger.

Research in this paper is aimed to make a Braille recognition system [1]. From pictures obtained Braille, then image processing and artificial neural network are used for recognition of letters [2] and JPEG files as source images of

Braille alphabet, then image processing is done and output is generated in text. With so may make it easier for users to do the reading Braille, without having to be learned.

## V. PROBLEM SOLUTION AND RESULTS

The steps for Braille letters recognition used in this research are shown in Fig. 2, and they are next:

- Capturing of Braille characters images using scanner;
- Image preprocessing;
- Finding of x and y coordinates for each Braille dot;
- Segmentation of area of Braille characters [3];
- Recognition of Braille characters [4].

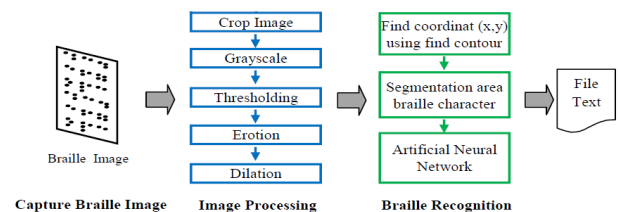


Figure 2. Methodology of Braille characters recognition using ANN

### A. Capturing and aquisition of Braille images

To take Braille images, Braille paper is captured using a scanner with a resolution of 41 pixels x 60 pixels. Results of capture process are generated as image files of \*.jpeg type and has black and white color scale.

### B. Image processing

This method is used to prepare the picture for the next step, to make it easier in the process of Braille characters recognition. It includes image cropping, grayscaling, thresholding, erosion and dilation.

### C. Finding of coordinates of each Braille dot

Coordinates of each Braille character dot can be detected using find contour technique. In this process the result will be coordinates data of Braille dot in rows and columns. After coordinates of each dot are known, then there can be the next process – segmentation of area of Braille characters.

### D. Segmentation of area of Braille characters

Recognition of Braille characters can be better if to determine that area of Braille character segmentation is correct. Segmentation is done by making a small segment as many as 8 areas of segmentation, which consist of 2 columns and 3 rows. The result of segmentation area process is shown in Fig. 3.



Figure 3. Segmentation of each Braille character

Value of pixels will be read from 8 small segmentations, where is value between 0 (black) or 255 (white), each small area segmentation will be get 1 data input. So, result in this process will be 8 data. It will be as data input for artificial neural network process.

### E. Artificial neural network

Artificial Neural Network (ANN) is a mathematical model in the form of a collection of units connected in parallel which resembles a neural network in the human brain [5]. So it can be used after ANN is learning. Learning process by providing the data input of the data patterns is included with desired target output value.

Ten kinds of data patterns at each of Braille characters were made in this paper. Six neurons were used in the output layer, because will purpose can be make combination binary 6 bit [6]. ANN structure topology is shown in Fig. 4.

To determine the level of accuracy of the system in recognition of Braille characters, it was tested by performing Braille characters recognition on 10 different images data [7].

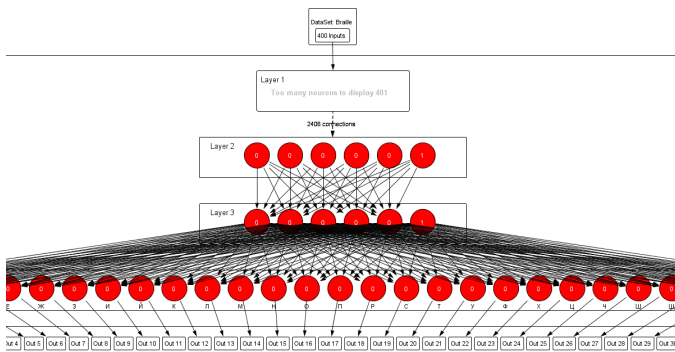


Figure 4. Used ANN structure topology

Table 1. Training parameters

No.	Parameter	Value
1	Learning Rate	0,005
2	Momentum Factor	0,2
3	Minimum Error	0,0037
4	Number of Iterations	2713
5	Maximum Iterations	4000
6	Number of Hidden layer	5

Table 2. Results of Braille recognition experiment

No.	Input data	Error	Accuracy
1	400	0,0057	94,75 %
2	400	0,0043	94,67 %
3	400	0,0034	95,34 %
4	400	0,0039	94,77 %

## VI. CONCLUSIONS

The Braille recognition system using artificial neural network method was researched in this paper. From the experimental results was gained that accuracy level of 95% can be achieved by this system on the set of JPEG images of Braille alphabet with learning rate 0,005 and minimum error 0,0037 (Tab. 1-2).

## REFERENCES

- [6] M. Wajid, M. W. Abdullah, and O. Farooq, "Imprinted Braille character pattern recognition using image processing techniques", in Image Information Processing (ICIIP), 2011 International Conference on. IEEE, 2011, pp. 1-5.
- [7] Shreekanth. T and Udayashankara. V, "A review on software algorithms for optical recognition of embossed Braille characters", International Journal of Computer Applications (0975-8887), volume 81 - No.3, 2012.
- [8] A. Al-Salman, A. El-Zaart, S. Al-Salman, and A. Gumaei, "A novel approach for Braille images segmentation", in Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 2012 International Conference on. IEEE, 2012, pp. 190-195.
- [9] A. Al-Salman, A. El-Zaart, Y. Al-Suhaibani, K. Al-Hokail, and A.A. Al-Qabbany, "An efficient Braille cells recognition", in Wireless Communications Networking and Mobile Computing (WiCOM), 2012 6th International Conference on. IEEE, 2013, pp. 1-4.
- [10] Bodyanskiy E.V., Rudenko O.G. "Artificial neural networks: architectures, обучение, applications", - Kharkiv., - «Teletech», 2014, - 369 p.
- [11] G. Morgavi and M. Morando, "A neural network hybrid model for an optical Braille recognizer," in International Conference on Signal, Speech and Image Processing 2014 (ICOSSIP 2014), 2014.
- [12] Java Neural Network Framework Neuroph Manual, v2.93, December 2017.

# Тепловизионная диагностика промышленного оборудования на примере трансформаторов

Клопков Владимир Андреевич,  
Смеляков Кирилл Сергеевич

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина

**Аннотация.** В докладе рассматриваются существующие проблемы своевременного обнаружения дефектов энергетического оборудования, рассматриваются перспективы разработки программного обеспечения для дистанционной диагностики и обнаружения дефектов энергетического оборудования на примере трансформаторов.

**Ключевые слова:** термограмма, термографическая информационная функция (ТИФ), температура, коэффициент дефектности, превышение температуры, трансформатор, энергетическое оборудование, тепловизор, тепловизионная диагностика.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В технологическом процессе на производстве и в быту важной задачей является мониторинг состояния оборудования, соответствия его параметров требуемым значениям по соображениям безопасности и необходимым нормам для бесперебойной работы. Одним из самых информативных и доступных средств мониторинга является тепловой контроль – фиксация температуры отдельных частей или всего прибора-устройства и сопоставление с эталонными значениями. Температура является универсальным и человекопонятным параметром для описания физических явлений, в явном виде отображая текущее состояние объектов и предоставляя информацию о протекающих в них процессах.

Термографический мониторинг основывается на связи температуры тела с интенсивностью теплового излучения и являет собой анализ пространственного распределения тепловой энергии в физических объектах. Наглядные результаты метода заключаются в построении термограмм – тепловых изображений. Традиционные контактные методы измерения тепловых показателей требуют больших материальных и временных затрат, связанных с регистрацией и анализом поступающих данных. К тому же если объекты анализа находятся в рабочем состоянии, то для внедрения считывающего оборудования (датчиков) требуется отключение или приостановка их функционирования, что несет непредвиденные задержки и неудобства. Некоторые сложные технологические объекты (электростанции, домы, конвейерные производства) вовсе нет возможности остановить, отключить или разобрать без значительных производственных потерь. В таком случае целесообразно реализовать метод бесконтактного снятия данных с объекта исследования. Термографический метод позволяет регистрировать температурное поле объектов бесконтактным путем, на основе цифровых снимков – термограмм. Тепловизионная диагностика дает возможность производить поэлементную оценку технического состояния оборудования, что позволяет выявлять

дефекты на ранней стадии, исключая или сводя к минимуму вероятность возникновения аварийных ситуаций. Контроль оборудования термографическим методом делает контроль оперативным и экономичным.

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Опыт проведения тепловизионной диагностики силовых трансформаторов показывает, что она позволяет обнаружить следующие неисправности: • нарушения механической изоляции обмоток, выгорание витков обмотки из-за токов короткого замыкания; • перегревы магнитопровода из-за токов короткого замыкания; нарушения работы охлаждающих систем (маслонасосов, вентиляторов, фильтров и т.п.); - нарушение в работе устройств регулирования напряжения под нагрузкой (РПН); ~ образование застойных зон масла в баке трансформатора; • нарушения герметичности бака; - перегревы внутренних контактных соединений обмоток низкого напряжения с выводами трансформатора; • повреждения маслonaполненных вводов.

При анализе результатов тепловизионного обследования необходимо учитывать конструктивное исполнение данного типа трансформатора, способ охлаждения обмоток и магнитопровода, условия и длительность эксплуатации. Это требует проведения предварительной подготовки к обследованию путем изучения паспортных и конструктивных данных трансформатора, срока и условий эксплуатации, сведений о результатах проведенных ремонтов, степени загрузки трансформатора. Итогом тепловизионного обследования трансформатора является отчет с фиксацией обнаруженных дефектов, степени их развития, даются рекомендации по устранению дефектов и прилагаются термограммы дефектов и их привязка к видеоизображению. Это позволяет планировать работы по ремонту, опираясь не только на нормативы, но и использовать результаты тепловизионного обследования, которые отражают реальную картину технического состояния оборудования.

Анализ проводится по сопоставлению трансформатора, принимаемого за "эталон", рис. 3, кривая 1, с испытуемым трансформатором, рис. 3, кривая 2. В данном процессе первоначально необходимо исключить влияние системы охлаждения путем прямых измерений расхода масла и среднемассовых температурных перепадов на холодильнике.

Построение термографических информационных функций осуществляется на основе термограмм испытуемых объектов.



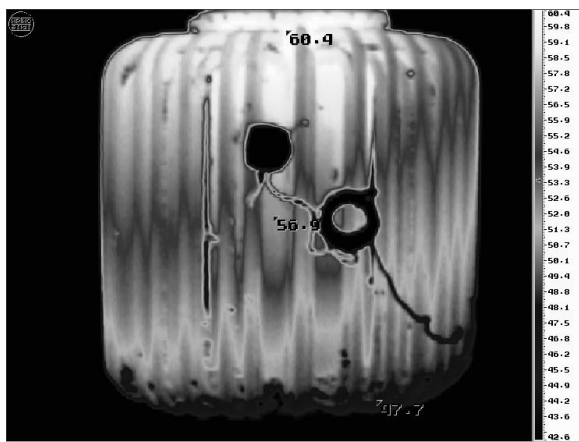


Рис. 1. Термограмма трансформатора принимаемого за "эталон".



Рис. 2. Термограмма испытуемого трансформатора.

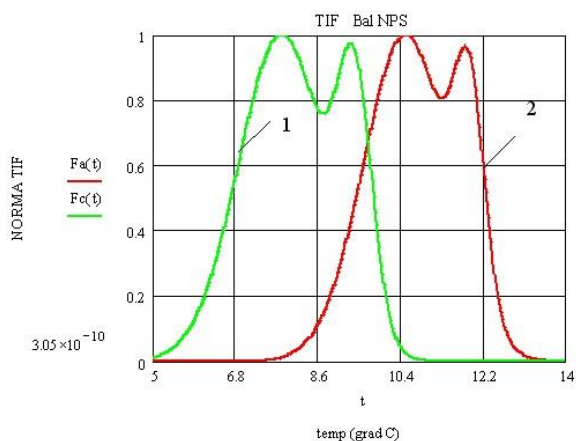


Рис. 3. ТИФ эталонного (кривая 1) и испытуемого (кривая 2) объектов.

Оценка технического состояния по тепловым условиям производится по уровню коэффициента  $K_{дис}$  в соответствии с табл.1.

Оценка степени развитости локального дефекта объекта контроля, производится аналогично в соответствии с табл.1.

Признаком "Нормы" является линейная зависимость уровня тепловых потерь определенной по сдвигу ТИФ, от мощности нагрузки. Нелинейный рост мощности тепловыделений, от мощности нагрузки трансформатора является признаком существования дефекта.

Сравнив полученные ТИФ эталонного и испытуемого объектов, можно сделать вывод о техническом состоянии испытуемого трансформатора. В данном случае состояние испытуемого объекта можно охарактеризовать, как "ухудшенное".С

Таблица 1. Оценка технического состояния

Оценка технического состояния	Норма	Норма с отклонениями	Норма со значительными отклонениями	Ухудшенное	Предварительное
$K_{дис}$	До 1,2	1,2-1,4	1,4-1,6	1,6-2	Более 2

### III. ВЫВОДЫ

Тепловизионный метод имеет целый ряд неоспоримых преимуществ (дистанционность, наглядность, объективность, высокая производительность, оперативность и т.п.) по сравнению с традиционными методами диагностики электрооборудования, что делает его незаменимым при обследовании большой группы разнородных объектов электрооборудования в пределах одного предприятия.

Тепловизионные обследования электрооборудования проводятся в процессе его эксплуатации без отключения нагрузки, поэтому при периодическом обследовании имеется возможность оперативно обнаруживать дефекты на ранней стадии их развития.

Используемая в настоящее время схема анализа термограмм состоит в том, чтобы получить снимок с помощью тепловизора и производить визуальный анализ интересующих объектов по этим снимкам. Поэтому количественный анализ термограмм все еще остается не эффективным по времени, довольно дорогим из-за использования ручного труда специалистов высокой квалификации, а также неприемлемо грубым в отношении расчета характеристик рассматриваемых на термограммах объектов. В этом отношении в работе обоснована актуальность автоматизации анализа термограмм на основе использования аппарата теории распознавания образов, применяемого для целей сегментации и идентификации объектов на термограммах по их тепловому излучению, и обеспечивающего тем самым возможность прикладного анализа объектов с высокой точностью в реальном масштабе времени.

### ССЫЛКИ

- [1] Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: справочник./ Ящура А.И. – М.: Энас, 2012. – 95 С.
- [2] Сидоренко М.Г. Тепловизионная диагностика как современное средство мониторинга [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cenert.ru/articles/22/> (дата обращения: 28.03.2018). Загл. С экрана.
- [3] Чичев С.И., Система контроля и управления электротехническим оборудованием подстанций. / Калинин. В.Ф., Глинкин Е.И. – М.: Спектр, 2011. – 139 с.

# Методи контрольованого машинного навчання при виявленні мережевих вторгнень

Ланевський Владислав Євгенович

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, факультет електроніки, проспект Перемоги 37, Київ, 03056, Україна, vlad.lanevskyy@gmail.com

**Анотація.** В даній статті представлений аналіз особливостей контрольованих методів машинного навчання з метою визначення можливості їх застосування для вирішення проблеми виявлення аномалій.

**Ключові слова:** Система виявлення вторгнень, дерево прийняття рішень, нейронна мережа, машинне навчання, контрольоване навчання.

## I. ВСТУП

Виявленням аномалій називається знаходження та ідентифікація елементів, подій або спостережень, що не відповідають очікуваній поведінці (патернам) або іншим елементам набору даних [1]. Задача виявлення аномалій передбачає утворення набору даних, в котрому відбудеться пошук, визначення характеристик за яким цей пошук безпосередньо відбуватиметься та аналіз вихідних значень для визначення вторгнень. Усі існуючі методи машинного навчання виявлення аномалій можна розділити на два класи: контрольовані та неконтрольовані методи [2]. Контрольовані методи машинного навчання – ті методи, що передбачають наявність для кожного вхідного вектору даних, вихідний вектор значень (реакцій) [3]. Неконтрольоване навчання – один зі способів машинного навчання, при вирішенні яких випробовувана система спонтанно навчається виконувати поставлене завдання, без втручання з боку експериментатора. [4]. Метою даної роботи є аналіз особливостей методів контрольованого машинного навчання для визначення можливостей їх застосування для задачі виявлення мережевих вторгнень.

## II. ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЬОВАНОГО МАШИНОГО НАВЧАННЯ

Метод К-ближніх сусідів (K-NN) є одним із простих алгоритмів, що часто застосовується із непараметричним методом. Він обчислює приблизну відстань між різними точками вхідних векторів, а потім присвоює непомічену точку до класу її к-ближчого сусіда [5]. У процесі створення K-NN класифікатора K є важливим параметром і різні значення K можуть визивати різні наслідки. Якщо K занадто велике, сусіди, котрі застосовуються для прогнозування, будуть витрачати велику кількість часу класифікації та вплинуть на точність. Для задачі виявлення вторгнень при визначенні відстані до усіх сусідів має бути встановлено порогове значення, нижче якого об'єкт, що аналізується буде визначено як аномальний.

Баєсова мережа (BN) представляє собою модель, котра кодує ймовірнісні відношення між змінними [6]. Цей метод зазвичай використовується для виявлення вторгнень в поєднанні із статистичними схемами. Вона має ряд переваг, серед яких – можливість кодування залежності поміж змінними і передбаченням події, а

також можливість включати попередні знання та дані. В роботі [7] показано, що система BN забезпечує вірну математичну основу, щоб зробити простою важку задачу та зроблено припущення, що система виявлення вторгнень (IDS) на основі BN буде відрізнити атаки від звичайної мережевої активності шляхом порівняння показників кожного зразка мережевого трафіку. В роботі [8] використано контрольований Наївний Баєсовий класифікатор та 248 потоків функцій, щоб диференціювати поміж різних типів ознак, таких як довжина пакета та час доставки, на додаток до різних TCP заголовків. Кореляція відбору ознак була використана для виявлення сильних функцій і це показало, що лише невелика підмножина (менше ніж 20 ознак) необхідна для точної класифікації.

Контрольовані нейронні мережі (NNS) пророкують поведінку різних користувачів та демонів в системах. Основною перевагою NNS є толерантність до неточних даних та неточної інформації, а також здатність будувати рішення без попереднього знання закономірностей даних. Це, в поєднанні із здатністю до узагальнення вивчених даних, зробило їх доцільними для IDS. Для того, щоб застосувати цей підхід до IDS, дані, що представляють атаки та роботу звичайних додатків мають бути введені в NN для автоматичного налаштування мережних коефіцієнтів на етапі навчання.

В роботі [9] визначено дерево рішення як «ефективний та розповсюджений інструмент для класифікації та прогнозування. Деревом рішення є дерево, котре складається з трьох основних компонентів: вузли, дуги та листя. Кожен вузол помічений особливою ознакою, котра є найбільш інформативною серед ознак, що не були розглянуті на шляху від коріння. Кожна дуга із вузла помічає значення ознаки вузла, і кожен лист віднесено до категорії чи класу. Дерево рішень може бути застосовано для класифікації точки даних, починаючи від коріння дерева та переміщуючись вниз, поки лист вузла не буде досягнуто. Лист вузла забезпечує класифікацію точки даних». В роботі [10] дерево рішень та метод опорних векторів застосовуються в якості моделі виявлення вторгнень. Там запропоновано гібридний метод DT-SVM, де метод опорних векторів та дерево рішень використовуються в якості базових класифікаторів. В роботі [11] проведена адаптація дерева рішень для DoS-атак, R2L атак, U2R атак та атак сканування. Алгоритм ID3 використовується в якості алгоритму навчання для автоматичної генерації дерева рішень.

## III. ВИСНОВКИ

Для вирішення задачі виявлення мережевих вторгнень можна використати ряд методів контрольованого машинного навчання. У даній роботі було проаналізовано особливості методів к-найближчих сусідів, Баєсових мереж, контрольована нейронна мережа та дерево прийняття рішень. Ключовою



особливістю методу K-NN є простий та швидкий в реалізації алгоритм, але має недолік – висока чутливість до налаштування параметрів, що сильно впливає на точність. Серед переваг мереж Баеса було визначено наступні: вміння кодувати залежності поміж ознаками та можливість застосовувати попередні знання. Перевагами контрольованої нейронної мережі є вміння узагальнювати з обмежених, зашумлених та неповних даних. Також має потенціал розпізнавати майбутній небачений патерн. Метод DT виділяється поміж інших тим, що здатен класифікувати вторгнення за типами. Але має такий недолік, як великий час виконання обчислень.

Виходячи з проведеного аналізу, було вирішено для подальшої реалізації та досліджень ефективності вибрати наступні методи: контрольовані нейронні мережі, Бассові мережі та метод k-найближчих сусідів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Chandola, V.; Banerjee, A.; Kumar, V. 2009. «Anomaly detection: A survey». ACM Computing Surveys, p. 41.
- [2] Кожевникова, И. С., Ананьин Е. В., Лысенко А. В., Никишова А. В. Применение машинного обучения для обнаружения сетевых аномалий // Молодой ученый. — 2016. — № 24. — с. 19–21.
- [3] Ясницкий, Л.Н. «Введение в искусственный интеллект» . с 40 – 42.
- [4] Ясницкий, Л.Н. «Введение в искусственный интеллект» . с 45 – 50.
- [5] K-nearest neighbors algorithm [Електронний ресурс] // Wikipedia – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest\\_neighbors\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm)
- [6] Bayesian network [Електронний ресурс] // Wikipedia – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian_network)
- [7] Johansen, K. and Lee. «CS424 network security: Bayesian Network Intrusion Detection (BINDS)» [Електронний ресурс]. // Citeseerx - Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.83.8479>.
- [8] Moore, D. 2005. Internet Traffic Classification Using Bayesian Analysis Techniques in Proceedings of ACM SIGMETRICS.
- [9] Quinlan, J. 1993.» C4.5: programs for machine learning». Log Altos, CA, Morgan Kaufmann
- [10] Peddabachigari, S., Abraham A., Grosan C. and Thomas J. 2007. «Modeling Intrusion Detection System using Hybrid Intelligent Systems». J. Netw. Comput. Appl, Vol. 30, NO1, PP. 114–132.
- [11] Joong, L., Jong H., Seon G. and Tai M. 2008. «Effective Value of Decision Tree with KDD99 Intrusion Detection Datasets for Intrusion Detection System». ICACT, pp. 17–20.

# **ГНУЧКІ ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ ТА РОБОТОТЕХНІКА**

# Issues of hardware control for Arduino Robot

Tsybmal Oleksandr,

Kharkiv National University of Radio Electronics,  
Nauki Avenue 14, Kharkiv, 61166, Ukraine,  
oleksandr.tsymbal@nure.ua

Olaide Jamiu

Kharkiv National University of Radio Electronics,  
Nauki Avenue 14, Kharkiv, 61166, Ukraine,  
Jamiubabal@gmail.com

**Abstract** The proposed report considers the problems of software development for Arduino robotic platform. The main advantage of this is in integration of control elements and of motor elements on the single base. There are considered the problems of hardware and software development and their particular solutions.

**Keywords:** Robotics, Arduino Robots, architecture, sensors, software development.

## I. INTRODUCTION

The term “Robot” has been in existence since the early advancement of human technology. A robot is a machine, which can be programmable by a computer, which allows it to carry out series of actions by itself. Many robots are made available nowadays thanks to the relentlessness of those who have developed much love for these robots, which are used in the development of such devices: medical operating robots, dog therapy robots, UAV drones, and many more.

The branch of technology that deals with the design, operation and application of robots as well as the use of computer systems for control and information processes is termed “Robotics”, it deals with the automated machines that can take the place of human in dangerous environments (e.g. bomb defusing robot) [1].

The achievement of robots has leads to many questions, can we build some that will be small, cheap and able to transport, why not I say because I found a very interesting piece of work called “Arduino” many youths have really found passion for this small little products leading to many achievement in the robots world, many overwhelming projects have been realized.

The robot in question one of the latest achievement in the early 2000’s. The main things that are we talked about include:

- receiving information about the environment;
- determination of the parameters and characteristics of the detected objects for the execution of specific tasks.
- the architecture of the way the robot works
- the Arduino platform and software aspect.

## II. ARDUINO AND ARDUINO ROBOTS

Arduino is an open source computer hardware, Software Company that designs and manufacture single-board microcontrollers and microcontroller kits for building devices that can sense and control object in physical and digital world. The products are distributed as open source, which permits the manufacturer to distribute to anyone. Its available commercially [2].

Arduino boards uses variety of microprocessors and controllers. The boards are equipped with digital and analog (I/O), The microcontrollers are typically programmed using features from the programming languages of C and C++.

The idea of creating robots has been in man’s mind since the early development of technology, which through endurance and hard times, they achieved but the main goal now is to make it more easier, simple, cheap and functional. One of the small functional robot, is the Arduino Robot, which is the first official Arduino on wheels, it has two processors, One on each of its two boards. The Arduino robot is a tiny computer on wheel, which comes with a number of project examples [3].

From design point of view the Aduino Robot consists of two main boards: Motor board and Control Board.

The Motor board controls the motors and the Control board reads sensors and decides how to operate. Each of the boards are fully programmable using Arduino IDE. The diagram here shows the combination of both the motor board and the control board, the single figure shows the Arduino control board.



Fig 1 – An Arduino Robot platform

The robot has a large number of inputs: two potentiometer, five buttons, SD card reader, speaker, and color screen as outputs, Digital compass, and five floor sensors. All this sensors can be controlled through the robot library.

The Arduino Robot control has many of its pins on board sensors and actuators programming the robot is quite simple, both processors (control and motors) have an in-built USB communication, which allows the Robot to connect to a computer. It can be powered by a USB connection or with 4AA batteries. the motors won’t work when the robot is powered with the USB connection. The charger will not operate if the robot has a series of pre-soldered connectors, many additional spot to install

additional parts. All connectors are labelled on the board, allowing access to Arduino functions. powered by USB, the control board is powered by the power supply on the Motor Board which is shown in the diagram.

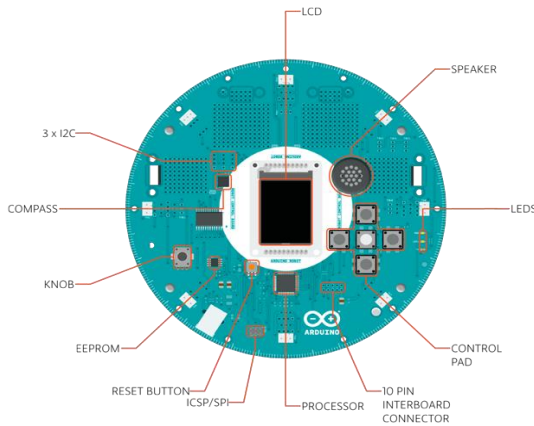


Fig 1.2 – Elements of Control Board

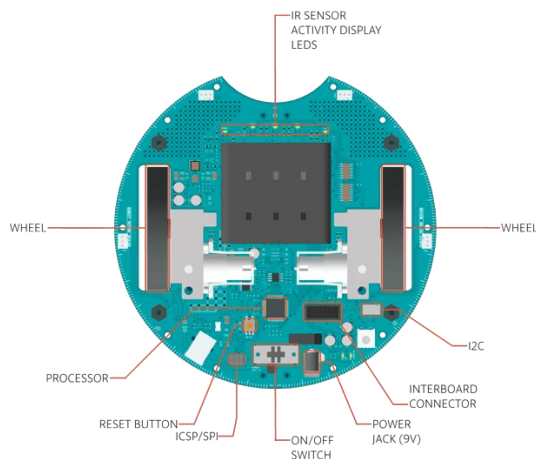


Fig 1.3 – Elements of Motor Board

Most Arduino boards consist of an Atmel 8-bit AVR microcontroller, ours uses ATmega32u4 with 32 KB (with 4 KB used for the bootloader) flash memory, 5V operating Voltage, SRAM (2.5KB), and 1KB of EEPROM (which can be read or written with the EEPROM library).The control board has extra 512 Kbit EEPROM. There is an external SD card reader attached to the screen, which can be accessed by the control Board’s processor for additional storage. The Robot has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino or other microcontrollers [2-3].

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple text data be sent to and from the Robot board. The Rx and TX LEDs on board will flash when data is being transmitted via the USB connection to the computer. Each one of the board has a separate USB identifier and shows a different ports on the IDE when connected, choosing the correct port depends on the programmer on which port he wants to load the program into.

The Arduino Robot can be programmed with Arduino Software, which provides the Arduino integrated development environment (IDE), which is a cross-platform application, it includes a code editor. The robot is 19cm in diameter, including wheels, screen. Arduino microcontrollers are preprogrammed with a boot loader that simplifies uploading of programs to the on chip flash memory. Some other boards created by Arduino are namely: Arduino Uno, Arduino Nano, etc.

The software development for Arduino Robot is similar to all the Arduino boards, but has a number of lacks. One of disadvantages of current platform is in small memory volume, close to limit even for comparatively simple programs. Second problem is also connected to memory and is need to write programs to boot sector. Other problem is in unequal controlling force for different wheels of platform, leading to incorrect execution of developed program.

But the basic and ideological lack of Arduino Robot is in incompatibility to other Arduino boards, especially at hardware level with different settings of contacts, making impossible to modify the current platform in the same simple way as the rest of Arduino-based platforms.

Form other hand, the application of Arduino Robot gives just simple possibility for quick start of robotic researches with essential set of programming and with given properties of hardware platform.

### III. CONCLUSIONS

For many, this is an advancement in technology, with the creation of small robots; well the developers are not relentless in making many more. The main concern about this Arduino robot is that the memory space is small and can hardly take on a very large program, but the main advantage is that despite this huge disadvantage the robot still have the ability to hang on to many other controllers(e.g. ultrasonic sensors and many more) which has really make work easier.

With all these, it is firmly believed that the golden age is right upon us and surely expecting more to come. all this are now made available to student to work on, making them focus more on the development part, which is widely adopted at Universities, secondary and primary levels, making education more easy and fun, moreover with the latest Arduino board having a lot of new enhanced features like availability of online platform promoting the creative process through project-based learning with a focus on a student interaction and group collaboration.

### REFERENCES

- [1] Warren, John-David. Arduino Robotics [Text] / John-David Warren, Josh Adams, Harald Molle. – *Apress, 2011, 626 p.*
- [2] Subankar, Roy. Arduino-based Bluetooth Controlled Robot [Text] / R oy Subankar, Tashi Rapden Wangchuk, Radhesh Bhatt // *International Journal of Engineering Trends and Technology, 2016, V 32, No 5, P. 216-218.*
- [1] Monk, Simon. Programming Arduino Getting Started with Sketches [Text] / McGraw-Hill, 2011, 176 p.

# Класифікація методів корекції сигналу для систем автоматичного розпізнавання мовлення

Бондаренко Юрій Олексійович

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського», 03057, м. Київ, вул. Металістів 8, Україна, iuriy.bondarenko@gmail.com

**Анотація.** Системи автоматичного розпізнавання мовлення (АРМ) широко використовуються в голосових користувацьких інтерфейсах. Голосовий сигнал до надходження в систему АРМ піддається впливу шумів (фоновий шум, реверберація і т.д.) та апаратним завадам, пов'язаними з неідеальністю каналу передачі (помилки кодування). В роботі проведена класифікація методів корекції голосового сигналу для підвищення завадостійкості систем автоматичного розпізнавання мовлення, виділено найбільш успішні методи для придушення шуму та реверберації та проаналізовані їх особливості.

**Ключові слова:** реверберація; корекція; шум; мовлення; глибинне навчання; нейронні мережі; системи АРМ

## I. ВСТУП ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

На даний момент існує декілька успішних підходів до корекції сигналу від шуму та реверберації. Якість їх роботи чи можливість використання в певних умовах залежить, наприклад, від параметрів вхідного сигналу, ресурсів, необхідних для обчислення обраного алгоритму, наявності інформації про оточуюче середовище, тощо [1].

Метою даної роботи є класифікація існуючих підходів і методів корекції голосового сигналу, що працюють окремо від системи АРМ, а також виділення їх особливостей.

## II. ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

Корекція голосових сигналів може бути виконана в препроцесорі та/або всередині системи АРМ. Вирішальною перевагою обробки в препроцесорі є можливість не змінювати структуру і параметри існуючих систем АРМ.

Для придушення адитивного шуму успішно використовують фільтрацію Вінера або відновлення у часовій області [2] та спектральне віднімання [3]. Для роботи вінерівської фільтрації необхідна наявність інформації про відношення сигнал-шум на певних частотах; а для роботи алгоритму спектрального віднімання – наявність входу зі зразком шуму, який необхідно придушити.

Класифікуючи методи придушення реверберації, розрізняють повне і часткове придушення реверберації. Задача повного придушення реверберації відноситься до зворотних задач і повинна вирішуватися методом зворотної фільтрації. До методів повного придушення реверберації належать: деконволюція на основі гармонік [4] та спектральне віднімання [3]. Деконволюція на основі гармонік залежить від присутніх частот у вхідному сигналі та частоти їх зміни. На результати обробки цими методами сильно впливатимуть будь-які зміни в ІХ приміщенні, тому середовище передачі має бути відомим і постійним.

На практиці, інформація про ІХ приміщення відсутня і в такому випадку необхідно провести «сліпу» корекцію спотвореного сигналу. До методів сліпої корекції можна віднести: спектральне віднімання з виділенням пауз між словами [5] та сліпу деконволюцію [6]. В роботі [7] запропонований метод максимальної правдоподібності. Сутність вимірювань часу реверберації, якого полягає в отриманні параметрів імпульсного відгуку в паузах голосового сигналу, де дія реверберації проявляється у вигляді звукових «шлейфів», що тягнуться за останніми звуками слів. Даний метод апроксимує значення часу реверберації з кожним обробленим фреймом. Та по якості корекції дещо перевершує вищезазначені методи придушення реверберації.

## III. ВИСНОВКИ

Зважаючи на складність існуючих систем автоматичного розпізнавання мовлення, більша частина необхідної обробки сигналу має проводитись в препроцесорі, що дозволяє зберігати незмінною структуру і параметри системи АРМ. Адитивні завади успішно придушуються методами вінерівської фільтрації. При наявності інформації про ІХ приміщення та/або параметри шуму, застосування методу спектрального віднімання є найбільш доцільним. Без наявності інформації про час реверберації проводять сліпе придушення реверберації одним з методів: спектральним відніманням з виділенням пауз між словами, сліпою деконволюцією, методом максимальної правдоподібності.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Yoshioka T. "Making Mashine Understand Us in Reverberant Rooms", IEEE Signal Processing Magazine. – 2012, vol. 29, No. 6. – P. 114-126.
- [2] Meihui Lu; Xuan Zhou; Nabih Jaber; Kun Hua; Mahdi Ali, "Speech enhancement using a critical point based Wiener Filter", Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO), 2017, pp. 175 - 179
- [3] M. Khan; S. Mohsen; J. Chambers, "A new cascaded spectral subtraction approach for binaural speech dereverberation and its application in source separation" IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Proc. 2013, pp. 6566 - 6570 .
- [4] Tomohiro Nakatani; Keisuke Kinoshita; Masato Miyoshi, "Harmonicity-Based Blind Dereverberation for Single-Channel Speech Signals", IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing
- [5] K. Han, Y. Wang, and D. L. Wang, "Learning spectral mapping for speech dereverberation," in Proc. ICASSP, 2014, pp. 4661–4665.
- [6] K. Furuya; S. Sakauchi; A. Kataoka, "Speech Dereverberation by Combining Mint-Based Blind Deconvolution and Modified Spectral Subtraction", 2006 IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal, 2006, p. I-1
- [7] А.Н. Продеус, В.С. Дидковский, В.П. Овсяник, "Слепое измерение времени реверберации в системах автоматического распознавания речи", Харьков, № 7(123), 2014, с.59-6

# Logics of multi-stage decision-making for robots

Tsybmal Oleksandr

Kharkiv National University of Radio Electronics,  
Nauki Avenue 14, Kharkiv, 61166, Ukraine,  
oleksandr.tsymbal@nure.ua

**Abstract.** The proposed report considers the development of logical model for problem-solving of robot. The workspace and knowledge are described as set of first-order predicates descriptions. The problem-solving engine functioning is conditioned by global and local tasks, which set the selection of knowledge's frameworks in an order of their achievement.

**Keywords:** decision-making, robotics, logical model, predicates, framework model.

## I. INTRODUCTION

The term "decision-making" have appeared in scientific literature of 1930's. From 1950's the Decision-Making Theory (DMT) is extensively applied for technical and economic systems [1]. At this point two directions of theory appeared. First included two more brunches: normative and descriptive. The normative DMT is based on mathematics, mostly on operations research. For particular problem it means formulation of closed model and possibility to select the best alternative, based on criterion choice. Other direction is a result of DMT application for technological and economy systems, for management and unites the elements of organizing processes simulation theory.

The normative DMT was developed as mathematic theory of optimal decisions with basis on optimal control theory and operations research. It's based on following:

- 1) models of goal and criterion can be created;
- 2) closed mathematical model, which generates the set of acceptable alternatives and considers the every alternative, can be created.

Meanwhile, the DMT is based on some principles, connected to available different methods of decision-making strategies selection; on formulization of decision-taker advantages; on selection of compromises if decision-taker interests are opposite; on selection of paths of rational decision-taker behaviors for undetermined conditions; on selection of rational exploitation of resources.

The descriptive DMT tries to explain how decision-taker makes his decision, so it is closely connected to experimental psychology and cognitive science. However, the application of DMT models and methods has shown rather low correspondence to real processes. Descriptive DMT can be improved in such ways [2]:

- creation and application of multi-criterion models of choice;
- introduction of fuzzy descriptions based on fuzzy sets;
- introduction of linguistic variables for criterions and relations;
- expert systems application for choice of decision.

The aftermath of normative and descriptive directions of DMT are decision-making models based on utility function. Other independent direction of general DMT is in application of system analyzes methods of decision-making for weak-formalized tasks.

In result, the need to take in account the human behavior, informal and inempirical effects required the application of new information technologies, including dialog-based interaction between computer and decision-taker. Such systems were called Decision-Making Support Systems (DMSS).

## II. BASIC ISSUES OF ITEM AND DISCUSSION

The selection of logical model as a base for strategies planning for robotic technical systems (RTS) isn't accidental. The planned actions of robot may look ordered, checked and logical for common sense. Other feature of accepted solution is it's verification for current conditions of WS, so the decision, accepted for space  $S$  is true at time moment  $t$  and can be false at  $t+1$ , but decision always has the value of variety [3].

To propose the logical model let's use designations similar to standard theory set model of previous section.

Suppose, there are sets  $X, D, S$  of RTS states, it's decisions, states of WS, correspondently.

Then  $x_i \in X, d_i \in D, s_i \in S$  are the atomic expressions in model describing RTS and WS activity.

For element of sets  $X, D, S$  operations  $\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$  are introduced.

In this way the Well-Formed Formulas are  $\neg x, x \wedge y, x \vee y, x \rightarrow y, x \leftrightarrow y$ .

To describe the theory sets  $X, D, S$  the functions and predicated are introduced.

Function of RTS state's transition:  $x_i = f(x_0, \dots, x_{i-1})$ ,

Function of WS state's transition:  $s_i = f(s_0, \dots, s_{i-1})$ .

Also there is introduced the predicates connecting elements of sets  $X, D, S$ :

$pt(x_i), pt(s_i), pt(d_i), pt(x_i, s_i)$ ,

$pt(x_i, d_i), pt(d_i, s_i), pt(x_i, d_i, s_i)$

supplying the description of RTS and WS properties, their interaction and connection.

Among the predicates:

$pr(x_i, s_i) \subset pt$  – set of RTS descriptions in WS,

$ps(x_i, s_i) \subset pt$  – set of WS in connection to RTS,

$pa(x_i, s_i) \subset pt$  – set of RTS actions in WS,

$pg(pr, ps) \subset pt$  – set of RTS goals in WS.

The goal of RTS is defined as a new (or existing) state of RTS or of WS:

$pg(pr, ps) \leftarrow (pr(x_i, s_i) \vee ps(x_i, s_i))$ .

RTS database is defined as a set of declarations of type  $pr(), pt()$ :

$pr(x_i), pr(x_i, s_i), ps(s_i), ps(x_i, s_i)$ .

RTS knowledge base is depicted as definition of possible actions  $pa(x_i, s_i)$  of RTS in WS.

Description  $pa(x_i, s_i)$  is a strategy to reach goal  $pg(pr(x_i, s_i), ps(x_i, s_i))$ , if there is exist such conjunction of RTS actions  $pa(x_i, s_i)$ , which

supplies  $pg(pr(x_i, s_i), ps(x_i, s_i))$ :

$pg(pr(x_i, s_i), ps(x_i, s_i)) \leftarrow$

$pa^0(x_i, s_i) \wedge pa^1(x_i, s_i) \wedge \dots \wedge pa^{n-1}(x_i, s_i)$

or  $pg(pr(x_i, s_i), ps(x_i, s_i)) \leftarrow \bigwedge_{i=0}^{n-1} pa^i(x_i, s_i)$ ,

and besides:

$\exists f, f \in F : x_i = f_i(x_{i-1}, s_{i-1}), \exists \psi, \psi \in \Psi : x_i = \psi_i(x_{i-1}, s_{i-1})$ .

Therefore,  $pa(x_i, s_i) = T \parallel f_i + \psi_i \parallel$ .

The decision-making process is sequential set of  $m$ -alternatives to reach the goals of the system:



$$pg^0(pr, ps) \leftarrow pg_0^0(pr_0, ps_0, pa_0) \wedge pg_1^0(pr_1, ps_1, pa_1) \wedge \dots$$

$$\wedge pg_{n-1}^0(pr_{n-1}, ps_{n-1}, pa_{n-1}) = \bigwedge_{i=0}^{n-1} pg_i^0(pr_i, ps_i, pa_i)$$

$$\dots$$

$$pg^m(pr, ps) \leftarrow pg_0^m(pr_0, ps_0, pa_0) \wedge pg_1^m(pr_1, ps_1, pa_1) \wedge \dots$$

$$\wedge pg_{n-1}^m(pr_{n-1}, ps_{n-1}, pa_{n-1}) = \bigwedge_{i=0}^{n-1} pg_i^m(pr_i, ps_i, pa_i).$$

In this way the global goal is describes as follows:

$$pg^{total}(pr, ps) \leftarrow \bigvee_{j=0}^{m-1} \bigwedge_{i=0}^{n-1} pg_i^j(pr_i, ps_i, pa_i)$$

For conditions of RTS goal formulation there is developed the initial plan with the following system's states transformations:

$$pr(x_1, s_1) \leftarrow pa_0^0(pr(x_0, s_0) \vee ps(x_0, s_0))$$

$$pr(x_2, s_2) \leftarrow pa_1^0(pr(x_1, s_1) \vee ps(x_1, s_1)),$$

$$\dots$$

$$pr(x_n = Y, s_n) \leftarrow pa_{n-1}^0(pr(x_{n-1}, s_{n-1}) \vee ps(x_{n-1}, s_{n-1})).$$

But for case of dynamic state of WS the achievement of particular  $pg(pr(x_i, s_i), ps(x_i, s_i))$  becomes impossible:

$$pr(x_i, s_i) \neq pa_i^0(pr(x_{i-1}, s_{i-1}) \vee ps(x_{i-1}, s_{i-1})).$$

For such case, the scheme needs for modification:

$$pr(x_i, s_i) \leftarrow pa_i^*(pr(x_{i-1}, s_{i-1}) \vee ps(x_{i-1}, s_{i-1})),$$

$$pr(x_{i+1}, s_{i+1}) \leftarrow pa_{i+1}^*(pr(x_i, s_i) \vee ps(x_i, s_i)),$$

what, as result, gives the strategy decision modification:

$$pg^{m*}(pr, ps) \leftarrow pg_0^{m*}(pr_0, ps_0, pa_0) \wedge pg_1^{m*}(pr_1, ps_1, pa_1) \wedge \dots$$

$$\wedge pg_{n-1}^{m*}(pr_{n-1}, ps_{n-1}, pa_{n-1}) = \bigwedge_{i=0}^{n-1} pg_i^{m*}(pr_i, ps_i, pa_i).$$

In particular, define  $X = \{X^0, X^1, \dots, X^{n-1}\}$  as a set of RTS states.

Suppose, that ACS in a process of accepted decision execution supplies the transformation of initial state  $state(x_0^0, x_1^0, x_2^0, \dots, x_{n-1}^0)$  to goal state  $state(x_0^m, x_1^m, x_2^m, \dots, x_{n-1}^m)$ .

If system (robot and surrounding WS) in initial moment of time is a set of arguments  $x_0^0, \dots, x_n^0$  and can be described by state  $state(x_0^0, x_1^0, x_2^0, \dots, x_{n-1}^0)$ , then, considering the discrete strategies planning process, consisting of particular actions  $action_0, \dots, action_k$ , it can be said, that the transition from one discrete state to other is a sort of relationship between the objects:



herestate – is relation (predicate), that defines the system's state as whole,  $action(state)$  – means action to transfer from one state to other.

All the activity of transition from one state to other (by execution of decision list) is a set of predicates:



.....



In this way, the goal of strategies planning system is to find the correspondent number of action  $action_i$ , which respond to conditions of system's states  $state_i$ .

The selection of action  $action_i$  to transform  $state(X^i)$  to state  $state(X^{i+1})$  is provided for compatibility of arguments of  $action$  and corresponding state  $X^{i+1}$ , that in practice means the possibility to implement state (local goal)  $X^{i+1}$  by execution of actions  $action$ :

$$X^{p+1} \leftarrow action(X^p)$$

where  $X^{p+1}$  – is possible result of action  $action$  for condition of state  $X^p$ , with presence of next conditions:

a)  $X^i \sim X^p$  – compatibility of initial data for action  $action$  with current initial information;

б)  $X^{i+1} \sim X^{p+1}$  – compatibility of action  $action$  result to the local goal  $X^{i+1}$ .

So, we can introduce the definition:

Definition: The predicate scheme is adaptive, then the components of antecedent (the right of predicate expression) and the scheme's result (consequent) are transformed in dependence of ACS and of WS state's changes:

$$state(Y) \leftarrow action(S_0), action(S_1), \dots, action(S_{n-1})$$

where  $Y$  – the goal of system;

$S_0, S_1, \dots, S_{n-1}$  – the sequential states of ACS.

Therefore, the presented description defines the logical decision-making model, directed to robotic applications.

### III. CONCLUSIONS

For flexible production systems adaptivity is a possibility to keep manufacturing system workability for case of functioning condition changes, caused by external (other systems, transport system, energy supplement, ventilation system etc.) and internal (processing and NPC-units, transport system, personal activity etc.) sources. For such conditions flexible production systems must adapt to the current conditions and change the schedule (plan) for whole system functioning or for some parts, providing the adaptation of functioning strategy [4].

The technological process of mechanical processing and assembling must be provided in one or several workshops with processing centers, NPC-machines, industrial and transport robots, storages and the transport system, connecting the technological equipment and the automated storehouse.

The described logical model of adaptive strategies planning for intellectual control systems of robots makes possible the application of predicates logics and description of relationships between robot and objects, between objects of workspace, formulates the goals of control system as needed states of workspace and supplies the constructions of logical inference.

### REFERENCES

- [1] Tsymbal A.M. Decision-making in Robotics and adaptive tasks / A.M. Tsymbal, A. I. Bronnikov // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2012), Kharkov, Sept. 14-17, 2012. – P. 417-420.
- [2] Цымбал А.М. Методические аспекты планирования стратегий интеллектуальной системы управления роботом // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород. – 2014. – №2, С. 139-142.
- [3] Цимбал, О.М. Адаптивні процеси у завданнях робототехніки [Текст] / О.М. Цимбал, А.І. Бронніков // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 3 (101), т. 1, С. 68-73.
- [4] Tsymbal, O. Methods and Models of Intellectual Decision-Making Support for Automatized Control of Flexible Integrated Manufacturing [Text] / I.Nyevlyudov, O.Tsymbal, A.Chochowski, V.Lysenko, V.Reshетиuk, D.Komarchuk, B. Kuliak // K.: Agrar Media Group, 2016. – 356 p.



# Аналіз кольору об'єктів у системі керування мобільним роботом

Іванцова Анастасія Альбертівна

Харківський Національний Університет Радіоелектроніки,  
Харків, проспект Науки 14, 61166, Україна, e-mail:  
ivantsova111@gmail.com

**Анотація.** Метою роботи є огляд методів і технологій обробки візуальної інформації, розробка програмного забезпечення для аналізу кольору об'єкта у системі керування мобільного робота FESTO Robotino. Розроблено алгоритм функціонування та програмне забезпечення в графічному середовищі програмування Robotino View, яке забезпечує рух за траєкторією, пошук кольорових об'єктів на вхідному зображенні та зміну руху в залежності від знайденого кольору (імітація дорожньо-транспортного руху). Практичний інтерес представляють дослідження, що пов'язані з обробкою і аналізом вхідних зображень, розпізнаванням кольорових об'єктів різних класів.

**Ключевые слова:** Мобільний робот; FESTO Robotino; комп'ютерний зір; програмне забезпечення; Robotino View; алгоритм; колір; траєкторія.

## I. АНАЛІЗ МОБІЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ FESTO ROBOTINO ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАВДАНЬ РОБОТОТЕХНІКИ

Об'єктом роботи виступає організація комп'ютерного зору та аналіз кольорових властивостей об'єктів у системі керування за допомогою мобільної платформи FESTO Robotino.

Предметом роботи є розробка програмного забезпечення для мобільної платформи FESTO Robotino, здатного рухатися за траєкторією та реагувати на кольорові об'єкти.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для аналізу кольору об'єкта у системі керування мобільного робота FESTO Robotino.

Проаналізовано існуючі методи пошуку кольорових об'єктів на вхідному зображенні та методи керування мобільними робототехнічними пристроями.

Розроблено алгоритм функціонування та програмне забезпечення в графічному середовищі програмування Robotino View, яке забезпечує рух за траєкторією, пошук кольорових об'єктів на вхідному зображенні та зміну руху в залежності від знайденого..

## II. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ КОЛЬОРІВ ДЛЯ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ FESTO ROBOTINO

У розробленому програмному забезпеченні, стеження за об'єктом та його ідентифікацію за кольором серед інших об'єктів, реалізовано завдяки вмонтованій до платформи FESTO Robotino камери. Принцип функціонування програмного забезпечення побудовано на основі розробленого алгоритму визначення по зображенню позицій центру та кольору об'єкта. Розроблене програмне забезпечення, неперервно аналізує отримувану інформацію від встановленої камери та, при виявленні визначених кольорів (синій, червоний, жовтий) на шляху траєкторії руху робота, виробляє відповідні керуючі впливи для двигунів.

Алгоритм керування для вирішення завдання руху та реакції мобільного робота на кольорові об'єкти включає до себе два контури управління:

- основний контур керування, побудований на аналізі зображення з камери, забезпечує основну функцію пошуку лінії чорного кольору – траєкторія пересування робота, представлена на рисунку 3.1;
- додатковий контур керування, використовується для аналізу зображення з камери для пошуку об'єктів різного кольору та вироблення відповідних рішень.
- розроблений програмний продукт демонструє наступні можливості мобільного робота Robotino:
  - рух по лінії роботом FESTO Robotino використовує метод визначення лінії: обробка інформації через вбудовану веб-камеру;
  - імітація правил дорожнього руху роботом FESTO Robotino, використовує вбудовану веб-камеру. Robotino рухається по лініях, на перехрестях рухається згідно сигналу світлофора. Червоний колір – зупинка, синій колір – поворот наліво, жовтий колір – поворот направо;
  - управління роботом FESTO Robotino шляхом підключення до комп'ютера. Програмне забезпечення розроблюється у графічному середовищі програмування Robotino View.

Графічне представлення алгоритму функціонування програмного забезпечення наведено на рисунку 1.

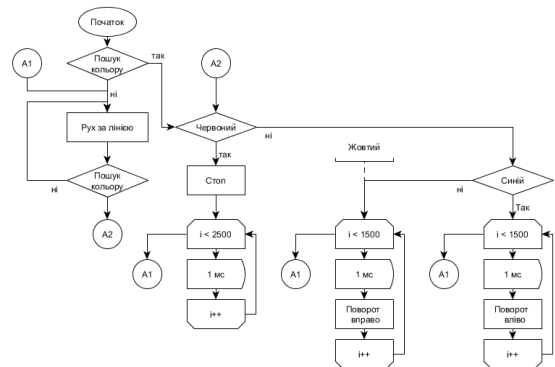


Рисунок 1 – Алгоритм функціонування програмного забезпечення

Алгоритм керування засновано на безперервному аналізі наявності кольорових об'єктів та, у разі їх відсутності, – руху за намальованою на підлозі лінією чорного кольору. Як тільки, камерою мобільного робота, фіксується наявність визначеного кольору об'єкта, напрям руху мобільного робота змінюється наступним чином:

- якщо зафіксовано червоний колір, – сигнали до кожного з двигунів, які відповідають за швидкість руху та кут повороту, анулюються на 2,5 секунди

та керування повертається до блоку, який відповідає за рух за лінією;

- якщо зафіксовано синій колір, – то до двигунів мобільного робота подаються сигнали, які змінюють його напрям та швидкість руху, згідно яким він повертає вліво та після виконання повороту, керування повертається до блоку, який відповідає за рух за лінією;
- якщо зафіксовано жовтий колір, – то до двигунів мобільного робота подаються сигнали, які змінюють його напрям та швидкість руху, згідно яким він повертає вправо та після виконання повороту, керування повертається до блоку, який відповідає за рух за лінією.

Згідно з описаним вище, розроблений алгоритм може бути застосовано для імітації дорожньо-транспортного руху на Т-образному перехресті або реалізації програмного забезпечення із застосуванням маркерного методу орієнтування мобільного робота у просторі. Таким чином, керування напрямом руху мобільного робота, можна забезпечити шляхом послідовної зміни кольорових маркерів, які мобільний робот фіксує та приймає необхідні рішення.

Реалізацію алгоритму у графічному середовищі програмування Robotino View, наведено на рисунку 2.

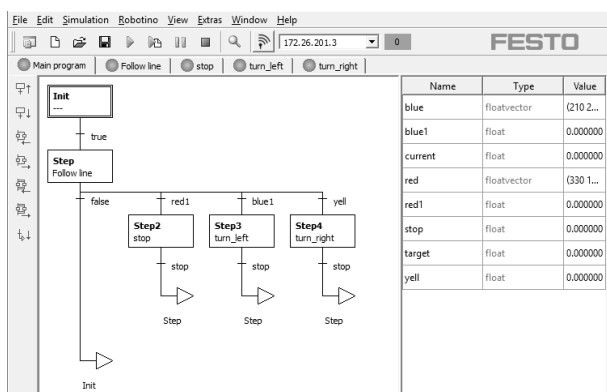


Рисунок 2 – Алгоритм функціонування у графічному середовищі програмування Robotino View

Реалізацію підпрограми, яка відповідає за рух мобільного робота за лінією та виявлення кольорових об'єктів на вхідному зображенні наведено на рисунку 3.

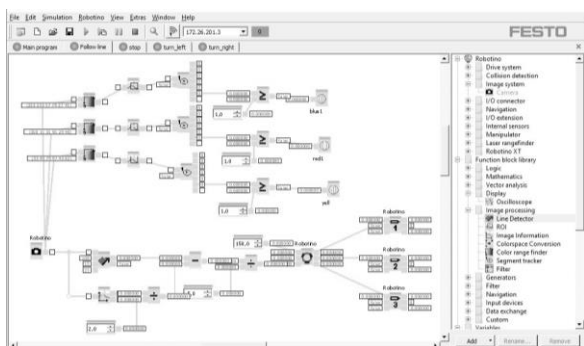


Рисунок 3 – Підпрограма, яка відповідає за рух мобільного робота за лінією та виявлення кольорових об'єктів на вхідному зображенні

Через те, що виконання аналізу кольорів одним, об'ємним, блоком до якого занесено весь спектр необхідних кольорів, приводить до виникнення помилок функціонування програмного забезпечення, до блоку ініціалізації платформи Robotino, під'єднано три блоки ідентифікації кольору, кожен з яких відповідає за ідентифікацію окремого кольору.

### III. РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОНАНОЇ РОБОТИ

Результатом виконання роботи є розроблений алгоритм функціонування та програмне забезпечення в графічному середовищі програмування Robotino View, яке забезпечує рух за траєкторією, пошук кольорових об'єктів на вхідному зображенні та зміну руху в залежності від знайденого кольору.

Виконано аналіз використання систем комп'ютерного зору при керуванні мобільними роботами.

Розроблено алгоритм визначення по зображенню позицій центру та кольору об'єкта, згідно якому, реалізовано функціонування розроблюваного програмного забезпечення у модельованому середовищі сцени, принцип функціонування якого, полягає у неперервному аналізі отримуваної з камери інформації.

Розроблений алгоритм забезпечує:

- неперервну та достовірну ідентифікацію чорної лінії;
- коректний рух мобільного робота за траєкторією;
- коректну ідентифікацію кольорових об'єктів та виконання відповідних дій.

Орієнтування мобільного робота у просторі реалізовано шляхом використання наявної у конструкції мобільного робота Robotino камери, яка дозволяє застосовувати методи комп'ютерного зору. На основі наявного робототехнічного пристрою, застосування розробленого програмного забезпечення дозволить реалізувати метод маркерної навігації для забезпечення коректного руху мобільного робота у просторі. Таким чином, керування напрямом руху мобільного робота, забезпечено шляхом послідовної зміни кольорових об'єктів, які мобільний робот фіксує та приймає необхідні рішення.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Robotino – робот для обучения [Электронный ресурс] / Режим доступа: [www/ URL: http://robotcraft.ru/blog/robots/766.html/](http://www.robotcraft.ru/blog/robots/766.html/) – 7.02.2012р.
- [2] RobotinoView [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://doc.openrobotino.org/download/RobotinoView/en/index.html?example\\_colortracker\\_segmenttracker1.htm](http://doc.openrobotino.org/download/RobotinoView/en/index.html?example_colortracker_segmenttracker1.htm).
- [3] Бобровский, С.Н. Навигация мобильных роботов [Текст] / С.Н. Бобровский// Журн. PC Week. – 2004. - №9. – С. 60-63.
- [4] Фисенко В. Т., Компьютерная обработка и распознавание изображений [Текст]: Учеб. пособие. / В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.
- [5] Классификация и выделение объектов на изображениях [Электронный ресурс]/Режим доступа: [www/URL: https://habrahabr.ru/post/108212/](https://habrahabr.ru/post/108212/) – 16.11.2011 г.

# Алгоритм визначення положення й поведінки автономного мобільного робота у недетермінованому просторі

Іхтіяров А.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки 14, Харків, 61166  
artem.ikhtiarov@nure.ua

**Анотація.** *In ultrasonic positioning systems, frequencies from 40-130 kHz are used. To determine the coordinates of the mark, ToF is usually measured to four receivers. The main disadvantage is the sensitivity to signal loss in the presence (occurrence) of even "light" obstacles, to false echoes and to interference from ultrasound sources, for example, from ultrasonic flaw detectors, ultrasonic cleaning devices at work, ultrasound in the hospital. To eliminate these shortcomings, you need to carefully plan the system. The advantage of ultrasonic systems is the highest positioning accuracy, reaching three centimeters. «Local» positioning systems are used quite rarely, and their application is reduced as the development of radio-frequency technologies. For autonomous operation of the robot, it is necessary to solve the problem of its orientation and movement in a dynamically changing environment. The robot needs to understand its location and how to get from the current point to the interesting one, having overcome the minimum distance in the shortest possible time. This article proposes a method for implementing "local" positioning by orienting in a mobile robot room equipped with minimal hardware.*

**Ключові слова:** алгоритм, позиціонування, аналіз, прийняття рішень, сканування, ультразвуковий далекомір, мобільний робот, карта.

## I. ВСТУП

Застосування систем ідентифікації та визначення місця розташування матеріальних об'єктів - актуальний напрямок в оптимізації технологічних процесів. Такі системи можуть бути застосовані у різноманітних сферах діяльності: від моніторингу пацієнтів, персоналу, ліків і обладнання в клініках - до контролю місця розташування інструментів, складальних одиниць і робочих на конвеєрі. Різноманітність областей й напрямків використання породили різноманітність технологій. У поданій статті запропоновано метод реалізації «локального» позиціонування шляхом орієнтування в приміщенні мобільного робота, обладнаного мінімальними апаратними засобами.

Для автономного функціонування робота необхідно вирішити проблему його орієнтації й переміщення в динамічно мінливому оточенні. Роботу необхідно розуміти своє місце розташування і як з поточної точки потрапити в цікаву для, подолавши мінімальна відстань в найкоротші терміни. Забезпечення робота просунутою системою орієнтації дозволить йому планувати свої дії з переміщення в просторі, прокласти оптимальний

маршрут руху, накопичувати і аналізувати інформацію про оточуючих місцевість перешкоди, що в кінцевому підсумку, дозволить роботу виконувати корисну функціональне навантаження.

## II. ПОСТАНОВА ЗАДАЧІ

Постановка завдання полягає в розробці алгоритмів, які забезпечать:

- сканування оточення сенсором;
- генерацію карти місцевості, ґрунтуючись на отриманих даних;
- побудову оптимального маршруту руху між ділянками на карті;
- зміну раніше створеної карти, ґрунтуючись на нових даних від сенсорів;
- початкову ідентифікацію положення робота в просторі.

## III. ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ Й РЕЗУЛЬТАТИ

Апаратною частиною для проведення аналізу навколишнього простір у робота є ультразвуковий датчик. Як згадувалося раніше, це специфічний компонент, який має ряд обмежень: крім обмеження дальності вимірювання відстані і точності, він може мати різні сектори огляду, в яких здатний коректно обробити відбитий сигнал. Відбитий сигнал являє собою вузькоспрямований відбитий промінь, а сукупність відображень в певному секторі огляду. Кут огляду можливо змінювати, але лише в невеликому діапазоні.

При попаданні в невідоме роботу простір, робот проводить первинне сканування місцевості. Однак, первинне сканування місцевості не здатне надати достатньо інформації для побудови достовірної карти через те, що в приміщенні можуть перебувати об'єкти, які поглинають або преломляючі напрямком ультразвукових хвиль і датчик не здатний зареєструвати дані про відстані до них. На карті це проявляється в «порожніх» ділянках, що знаходяться поза полем зору робота. Для складання достовірної карти місцевості, роботу необхідно виконати додаткові сканування «порожніх» ділянок, змінивши при цьому своє місце розташування. Не маючи достатньо інформативною і достовірної карти, правильне позиціонування для робота не є можливим, на цьому етапі робот має тільки дані, отримані від ультразвукового далекоміра. Завдання на даному етапі полягає у формулюванні критерію, на підставі якого робот зможе прийняти рішення про припинення

сканування або про проведення додаткового сканування в нових точках. Причому, в останньому випадку, необхідно мінімізувати кількість додаткових сканувань шляхом мінімізації самих точок і мінімізації кількості сканувань в кожній з них (запобігти надмірне сканування). Проаналізувавши деякі характеристики генерується карти, представивши дані у вигляді гістограми відстаней до перешкод впливає висновок, що результати сканування ділянок приміщення, які чітко проглядаються роботом з поточної позиції, мають плавно змінюється послідовність вимірювань відстаней. А в місці, яке межує з «порожнім» ділянкою, присутня значна відмінність між вимірним відстанню і результатом попереднього сканування. Ця різниця і є критерієм прийняття роботом рішення про додаткове проведення аналізу просторі в «аномальному» ділянці. Чутливістю робота можна керувати за допомогою завдання діапазону різниці прилеглих вимірних значень відстані на який він повинен реагувати. З цього впливає, що робот може не тільки визначити вектор руху і відстань до точки додаткового сканування, а ще й оцінити напрямок щодо свого руху в якому необхідно виконати додатковий збір інформації. Виходячи з даних, отриманих від ультразвукового далекоміра на попередньому кроці, алгоритм обчислення наступної точки додаткового сканування має вигляд:

- визначити напрямок руху, виходячи з номера цікавить сканування і кута повороту далекоміра за один раз;
- визначити відстань переміщення до потрібної точки;
- визначити напрямок повороту далекоміра: при скануванні за годинниковою стрілкою, в разі виникнення різниці вимірів відстані з попереднім значенням, то далекомір розгорнути вліво, в іншому випадку – вправо;
- визначити початковий і кінцевий кут позиціонування ультразвукового далекоміра під час проведення сканування.

Відомі різні підходи для відображення оточення на карті. Для реалізації алгоритму руху вибрано метод побудови растрової карти.

Карта кожної кімнати представляється у вигляді двовимірного масиву даних, що описує кімнату з точки зору прохідності для робота окремих її зон. Під зоною мається на увазі квадрат фіксованих розмірів, заданий габаритами самого робота, що дозволяє визначити чи пройде робот. Під зоною розуміється квадрат (осередок таблиці), що містить яесь число, що характеризує дану зону. Наприклад, 0 - вільно для переміщення, 1 - перешкода, 2-5 - потенційно проблемну ділянку, чим вище коефіцієнт якого - тим акуратніше роботу необхідно його долати. Ці коефіцієнти не є константними. Робот має можливість самостійно коригувати їх залежно від результатів поточних вимірювань.

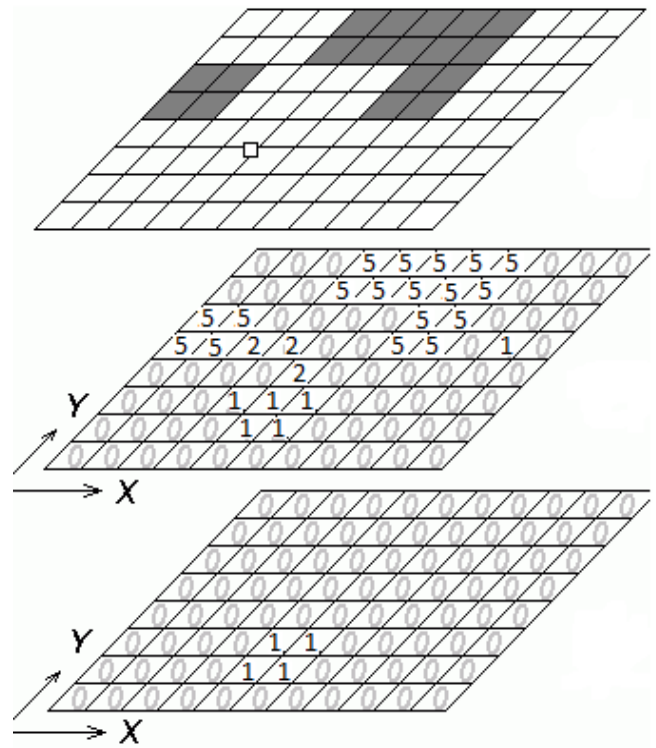


Рисунок 1 – двовимірний масив даних, що описує приміщення з точки зору прохідності для робота окремих її зон

Спрощений алгоритм зміни карти на підставі реальних вимірів далекоміром виглядає наступним чином: в разі виявлення у вільному для переміщення зоні - додати в відповідну клітинку таблиці +1, якщо вільно і значення в даному осередку не дорівнює 0, то відняти -1. Таким чином, робот зможе динамічно коригувати свою карту і навіть при мінімальних змінах навколишньої місцевості, карта буде досить швидко змінена і стане достовірною. При русі в зоні з ваговим коефіцієнтом 0, робот їде на високій швидкості, приймаючи, що шлях вільний. Якщо коефіцієнт лежить в діапазоні від 2 до 4, то рухатися можна, але на невисокій швидкості, в зв'язку з тим, що раніше в даній ділянці місцевості були проблеми. При наближенні до такої зони, роботу необхідно зробити уточнююче сканування ділянки для прийняття рішення. Якщо коефіцієнт зони перевищує значення 5 - робот бере зону, як стіну.

#### IV. ВИСНОВКИ

Таким чином, запропонований алгоритм дій робота є досить точним, що дозволяє використовувати його в самих різних сферах діяльності. Найбільш очевидним прикладом є використання таких роботів в промисловості. Автоматизація таким чином тих же складських приміщень дозволить істотно прискорити процес переміщення необхідних компонентів по підприємству, а так же, систематизувати збережені на складах деталі, що, в подальших перспективах, приведе до відсутності необхідності в присутності людини, що виконує «ручну» роботу.

На майбутнє планується покращення функціонування алгоритму, забезпечення безпомилкової фіксації сторонніх перешкод, які знаходяться всередині приміщення та запобігання приросту похибки в процесі орієнтування та руху. Цього можливо досягти наступними способами:

- якщо є альтернатива у використанні різних апаратних засобів при складанні алгоритмів, перевагу слід віддавати більш точним. Наприклад, якщо поворот ультразвукового далекоміра за допомогою сервоприводу буде більш точним, ніж той же, але за допомогою шасі, слід працювати із ним. Це приклад очевидний. Менш очевидний - така побудова алгоритму розвідки місцевості, при якому неточне "залізо" використовується тільки при гострій потребі. Навіть, якщо це може сильно спростити алгоритм, але негативно вплине на достовірність результатів;
- боротьба із накопиченням похибки. Вона виражається у заздалегідь продуманих принципах проектування алгоритмів навігації й руху. Алгоритми повинні використовувати будь-які наявні можливості для того, щоб якомога частіше "прив'язуватися" до місцевості, уточнювати своє становище на карті. Якщо похибка в позиціонуванні ще невелика, її простіше виявити і скоригувати програмними засобами робота. Якщо ж "прив'язка" до місцевості виконується рідко і похибка між передбачуваним і реальним станом робота стає великою, то робот може взагалі втратити зв'язок з реальним світом. Тоді знадобиться визначення свого місця розташування "з нуля". Інакше, робот, що вміє модифікувати карту, може досить швидко привести її до неактуального стану. Попросту зіпсувати;
- програмна компенсація похибок, спочатку закладена в алгоритми. Тобто, якщо ми знаємо, що наші засоби пізнання світу неідеальні, наші алгоритми не повинні вести себе так, як ніби вони про це не знають. І адекватні засоби компенсації кожного типу похибки, що застосовуються на кожному кроці, пов'язаному з вимірюванням відстаней, рухом шасі робота і ін., Можуть дозволити роботу досить точно орієнтуватися в просторі, не дивлячись на неідеальність його сенсорів. Хороший приклад адаптації до складних умов збору інформації подає сама людина. Наш мозок просто "вимикає" монотонний шум вулиці, якщо останній не містить корисної інформації. Ми його просто "не чуємо" - перестаємо сприймати. Або, навпаки, наш мозок може "добудувати" відсутні частини якогось зображення в нашій уяві. Реальною інформації більше не стає, але ... це допомагає нам жити. Таким же "програмним" чином можна допомогти і роботу компенсувати його апаратні недоліки. Питання тільки в складності цих

алгоритмів і накладних витратах (процесорний час, займа пам'ять) на їх реалізацію.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Rui Araujo. Prune-able fuzzy ART Neural Architecture for Robot Map Learning and Navigation in Dynamic environment // IEEE Trans. On Neural Networks. 2011. Vol. 17(5). P. 1235–1249.
- [2] Навігація мобільних роботів [Електронний ресурс] / Лондон, Імперський Коледж. Режим доступу: [http://computervision.ucoz.ru/MobRoboNavigati/mobile\\_robot\\_navigation.html/](http://computervision.ucoz.ru/MobRoboNavigati/mobile_robot_navigation.html/)- 10.06.1997 р.
- [3] Бобровський, С.Н. Навігація мобільних роботів [Текст] / С.Н. Бобровський // Журн. PC Week. - 2004. - №9. – С. 60-63 .
- [4] Gavrilov A.V., Lee S/-Y. An Approach for Invariant Clustering and Recognition in Dynamic Environment. // Advances and Innovations in Systems, Computing Science and
- [5] Software Engineering (Ed. Khalet Elleithe). Heidelberg: Springer. 2007. P. 47-52.
- [6] Даринцев О.В., Мигранов А.Б. Использование нейронной карты для планирования траектории мобильного робота. // Искусственный интеллект. 2009. №3. С. 300-307.
- [7] Управление роботами. Состояние и перспективы [Текст]: материалы XX общ. собрания академии навигации и управления движением, 26 октября 2005 г. С.-Петербург / редкол.: П.К.Плутников (отв. ред.). - С.-Петербург: Электроприбор, 2008. - 20 с.
- [8] Скиена С. Алгоритмы. Руководство по разработке [Текст] / С. Скиена – 2-е изд.: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург. 2011. — 720 с.
- [9] Paul E. B. Dictionary of Algorithms, Data Structures, and Problems. [Электронный ресурс] / Paul E. B. – режим доступа: <http://foldoc.org/algorithm>.
- [10] H. Strasdat, A.J. Davison, J.M.M. Montiel, and K. Konolige, Double Window Optimisation for Constant Time Visual SLAM Accepted for the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2011.

# Аналіз ефективності використання кремнієвих концентраторних сонячних фотоелементів

Невлюдов І.Ш., Письменецький В.О., Фролов А.В., Лук'яненко В.Л., Чала О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки 14, Харків, 61166  
E-mail: andrii.frolov@nure.ua

**Анотація.** В роботі експериментально досліджено ефективність застосування концентраторів параболоциліндричного типу з метою підвищення ККД кремнієвих фотоперетворювачів(ФП). Виконано порівняльний аналіз ефективності концентраторних кремнієвих ФП на одному р-п переході з двох та трьох перехідними ФП на основі GaAs. Показано конкурентоздатність концентраторного кремнієвого фотоперетворювача з одним р-п переходом, у порівнянні з трьохперхідним гетерофотоперетворювачем (ККД 35 %).

**Ключові слова:** концентратор, сонячна батарея, параболоциліндричне дзеркало, фокус, розкрит, розфокусування, коефіцієнт віддзеркалення.

## ВСТУП

В теперішній час время 86% електричної та теплової енергії виробляється на атомних та теплових електростанціях, які працюють на вичерпних паливних ресурсах.

Робота таких електростанцій супроводжується значним хімічним забрудненням та використання скороченням природних ресурсів, а також «тепловим» забрудненням Земної кулі.

Використання атомних електростанцій пов'язано з проблемами безпеки їх експлуатації та подальшої переробки радіаційних відходів та забруднення.

Для вирішення зазначених проблем, перспективним є використання сонячної енергії, тому що цей вид енергії – невичерпний, доступний всім та, а також – екологічно чистий [1], [2], [3], [7], [8], [9].

Дослідженням фотоелектричних перетворювачів (ФП) присвячена значна кількість наукових публікацій.

Ці роботи закордонних вчених Martin A. Green, Jianhua Zhao, H. Honsberg, Ж.І. Алферова, В.М. Андреева [4]; українських вчених В.Г. Літовченка, А.П. Горбаня, В.І. Стріхи.

Вартість електроенергії сонячних фотоелектростанцій у більшості випадків більше, ніж при використанні традиційних способів її отримання, через низький ККД ФП.

Метою даної роботи є дослідження ефективності використання концентраторів для збільшення ККД кремнієвих одноперхідних СЕ [5], [6], [10].

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В стаціонарний параболоциліндричний сонячний модуль складається (рис. 1) з таких елементів:

- 1.Параболоциліндричне дзеркало-концентратор.
2. Фотоприймач концентрованого сонячного випромінювання.
3. Контрольний фотоприймач.

4. Система контролю струмів і напруг фотоприймачів.
5. Ізольююча підкладка.

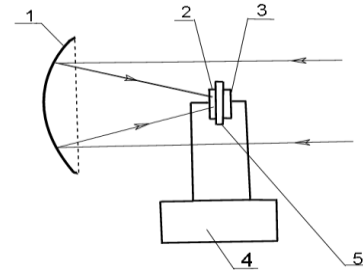


Рисунок 1. Структура сонячного модулю

Конструкція параболоциліндричного відбивача– концентратора з оптоабсорбером приведена на рис 2.

Розрахунки показують, що у такій конструкції параметричний кут  $\alpha$  складає більше  $45^\circ$ , що відкриває перспективи збільшення тривалісті роботи концентратора.

Для підвищення механічної міцності конструкції введено ребра жорсткості 5, 6, 7, 8, а 9, 10 – напрямні елементи конструкції.

Для ідентичності умов вимірювань основний і контрольний фотоприймач розміщені на різних сторонах ізольюючої підкладки 5.

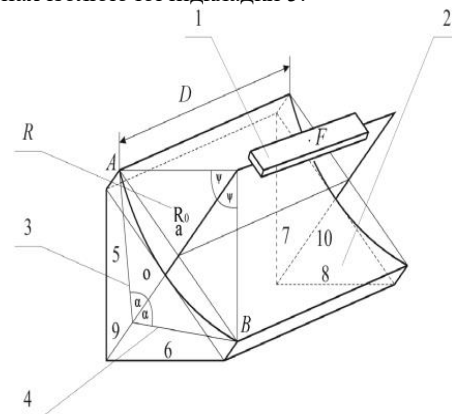


Рисунок 2. Конструкції параболоциліндричного відбивача– концентратора з оптоабсорбером

Сонячний модуль містить дві напрямних за допомогою яких фіксуються положення плати з основним та контрольним фотоприймачем.

Пази з поділками у кожній напрямній та фіксуючі пристрої утворюють регулятор, що встановлює певне значення кофіцієнту концентрації С.

Залежність коефіцієнту концентрації С від

положення регулятора розфокусування показано на рис. 3.

За допомогою регулятора змінюється відстань між фокальною лінією дзеркала та основним фотоприймачем.

При переміщенні від точки  $C_1$  до точки  $C_3$  коефіцієнт концентрації збільшується. Максимальне значення коефіцієнту концентрації позначено точкою  $C_m$ .

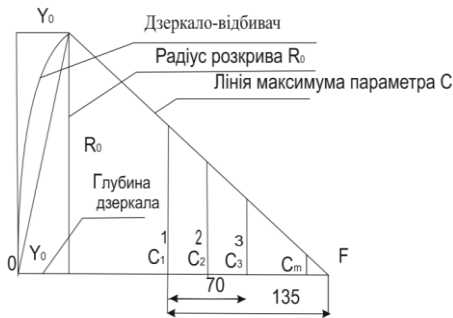


Рисунок 3. Залежність коефіцієнту концентрації  $C$  від положення регулятора розфокусування

Перші випробування сонячного модуля були проведені 14 березня 2017 року при температурі навколишнього середовища  $12^{\circ}C$  та малохмарній погоді.

Було зафіксовано максимальний коефіцієнт концентрації 3,68, оскільки порівняно невисокі весняні температури забезпечили добрий тепловідвід.

Як було показано раніше, для монокремнію при температурі  $25^{\circ}C$  максимально допустимий коефіцієнт концентрації менше, або рівний 3.

Дослідження були продовжені 7 серпня 2017 року. Результати вимірювань занесено до таблиці 1.

На рис. 5 наведено часові залежності струму короткого замикання  $I_{кз}$  при різних коефіцієнтах концентрації  $C$ , а на рис. 6 – часові залежності напруги холостого ходу  $U_{хх}$  при різних коефіцієнтах концентрації  $C$ .

При побудові часових залежностей було використано такі коефіцієнти концентрації: 1,25; 1,6; 2.

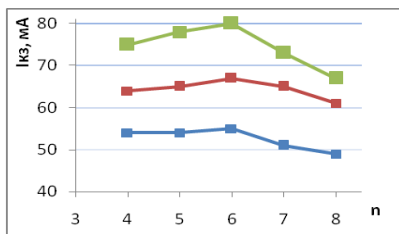


Рисунок 5. Часові залежності струму короткого замикання  $I_{кз}$  при різних коефіцієнтах концентрації  $C$

Таблиця 1  
Результати вимірювань параметрів  $U_{хх}$ ,  $I_{кз}$ , потужності  $P_m$  та розрахунку коефіцієнта концентрації  $C$

ТипФП	Основний ФП				
	1 1.0 0	11. 30	12. 00	12. 30	13. 00
Часовий інтервал	3 ,5	4,4	5,5	6,5	7,5
	1 ,15	1,1 6	1,1 7	1,1 3	1,0 7
$U_{хх}$ , В	2 ,21	1,2 2	1,2 3	1,1 5	1,1 3
	3 ,25	1,2 6	1,2 7	1,2 3	1,1 6
	1 4	54	55	51	49
$I_{кз}$ , мА	2 4	65	67	65	61
	3 5	78	80	73	67
	1 2	62, 6	64, 3	57, 6	52, 4
$P_m$ , мВт	2 7	79, 3	82, 4	74, 7	68, 9
	3 4	98, 3	10 2,8	89, 8	77, 7
	1 ,2	1,2 4	1,2 6	1,1 7	1,0 7
Коефіцієнт концентрації	2 ,5	1,5 2	1,6	1,4 3	1,1 1
	3 ,8	1,8 8	2,0 1	1,7 2	1,5 2

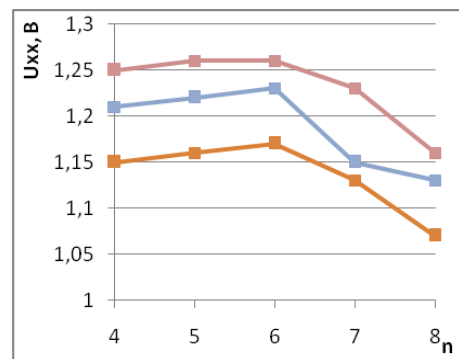


Рисунок 6. Часові залежності напруги холостого ходу  $U_{хх}$  при різних коефіцієнтах концентрації  $C$

На рис.7 представлено порівняльний аналіз концентраторних кремнієвих ФП на одному р-п переході та GaAs ФП з 1, 2, 3 р-п переходами/

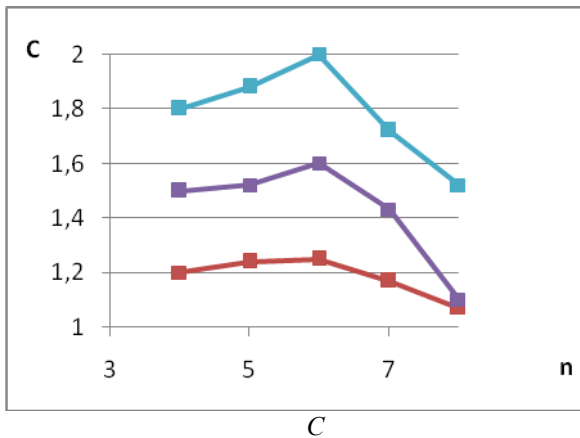
Пунктиром показано значення параметру концентраторного ККД, коли  $C=3$ , а ККД кремнієвого СБ дорівнює 17%.

З наведеного можна зробити висновок, що концентраторний кремнієвий ККД з одним р-п переходом може конкурувати з ККД на основі GaAs з трьома р-п переходами.

Зазначені часові залежності ККДск. для трьох значень параметра  $C$  (1,25 1,6 2) позначені цифрами 1, 2, 3. Горизонтальними лініями 4, 5, 6 позначено значення ККДфп на основі GaAs. Цифра відповідає однопереходним ФП типу Ge/ GaAs з ККД=19%,



цифрою 5 – двох перехідним ФП з потрійними з'єднаннями  $GaAs/In_{0,4}Ga_{0,6}P/Al_{0,15}Ga_{0,85}As$  з ККД=29%, цифрою 6 – трьох перехідним ФП  $GaInP/GaInAs/Ge$  ККД 33%.



1,2,3 – часові залежності кремнієвих ККД концентраторних ККД з параметром  $C$  1,25; 1,6; 2,0 відповідно.

4,5,6 – ККД ФП на основі GaAs з одним  $p-n$  переходом, двома та трьома  $p-n$  переходами з використанням потрійних з'єднань відповідно

Рисунок 7. Часові залежності коефіцієнта

концентрації

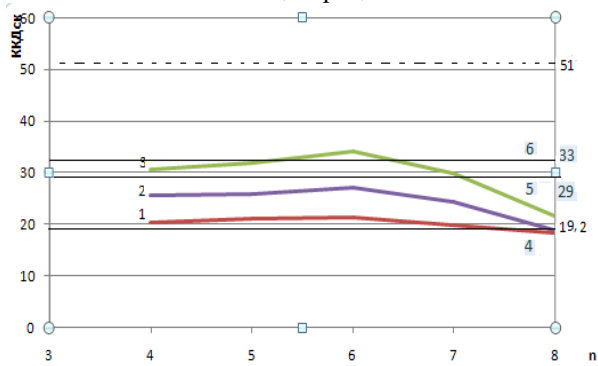


Рис. 8 – Порівняльний аналіз концентраторних кремнієвих ФП на одному  $p-n$  переході та GaAs ФП з 1, 2, 3  $p-n$  переходами

Для виготовлення одно- та двухперехідних ФП на основі GaAs використовувалася технологія рідиннофазової епітаксії, а для трьох перехідних – технологія МОС гідридної епітаксії.

Відзначимо, що в таких структурах існує технологічна проблема суміщення кристалічних градок матеріалів різного складу, що ускладнюється при збільшенні кількості  $p-n$  переходів. З наведених графіків можна зробити висновок, що при значенні параметра  $C=2$  одноперехідний кремнієвий ФП

конкурує з трьохперехідним GaAs ФП. Більш того, при  $C=3$ , що для кремнію, з урахуванням теплового режиму, можливо реалізувати ККД  $17*3=51\%$  (пунктирна лінія на рис.7).

## ВИСНОВКИ

1. Отримано ККД концентраторного сонячного модуля 34% при ККД кристалу фотоперетворювача 17% з одним  $p-n$  переходом, що підтверджує ефективність використання параболоциліндричного концентратора.

2. Показано конкурентоздатність концентраторного кремнієвого фотоперетворювача з одним  $p-n$  переходом, у порівнянні з трьохперехідним гетерофотоперетворювачем (ккд 35 %).

3. З урахуванням реалізованого коефіцієнта концентрації при весняних випробуваннях макету досягнуто загальний ККД 51 %.

4. Доцільне продовження досліджень для оцінки ефективності параболоциліндричного концентратора в умовах суцільного хмарного покриву, а також при спільній роботі з сонячними колекторами.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] А да Роза. Возобновляемые источники энергии физико -технические основы пер. с англ. М. изд. дом. МЭИ; 2010. – 704 с.
- [2] Солнечная тепловая станция украинского изобретателя вырабатывает энергию дешевле, чем при сжигании газа cheapсол @ ukr. net .
- [3] С. М. Воронин, Н.С. Овсянников. Пути повышения конкурентоспособности солнечных фотоэлектростанций. Научный журнал КубГАУ, №76 (02), 2012г.
- [4] Ж.И. Алферов, В.М. Андреев, В.Д. Румянцев Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики. ФТП, т. 38 вып.8, 2004г. с. 937 – 948
- [5] Н.П. Искрянников, К.Н. Свиридов, В.И. Шадрин Автономные солнечные установки с концентраторами солнечного излучения. Журн. Интеграл. – 2003г., № 2. – с.121 – 138.
- [6] Д.С. Стребков. Концентраторы солнечного излучения. М.: ГНУВ и ЭСХ. 2007. – 316с.
- [7] С.М. Воронин, А.А. Таран Параметры автономной системы электроснабжения на основе солнечной электростанции. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007г. №3. с. 24 – 25.
- [8] Adam Hilqer, Bristol and Philadelphia, pp. 382, fig. 11.18.
- [9] Слипченко Н.И. Письменецкий В.А. Фролов А.В. Прогнозные оценки надежности монокристаллических кремниевых фотопреобразователей электронная компонентная база состояние и перспективы развития. Сб. науч. трудов II Междунар. конф. Харьков – Кацивели, 2009. с. 194 – 197.
- [10] Слипченко Н.М., Письменецкий В.А., Глушко Е.С., Борщов В.И., Применение фокальных концентраторов для повышения эффективности работы кремниевых преобразователей. Сборник научных трудов 5 международной конференции «Функциональная база нанoeлектроники», Харьков - Крым, 2012., с 325- 328.

# Портративний спектроаналізатор на основі ПЛІС

Польовий Сергій Миколайович

«Київський Політехнічний Інститут ім. Ігоря Сікорського»,  
вул Янгеля 9, Київ, UA-61166, serhiy23412@gmail.com

**Анотація.** Метою даної роботи є розробка апаратного малогабаритного приладу, побудованого на широко розповсюдженій та сучасній елементній базі, який відобразить спектр вхідного сигналу в режимі реального часу на звичайному VGA моніторі.

**Ключові слова:** спектр, аналіз, звук, сигнал, FPGA.

## I. ВСТУП

Зараз напрям цифрової обробки сигналів активно розвивається і його сфера застосування з часом тільки розширюється, витісняючи аналогові технології з відповідних галузей. Представлення сигналу в часовій області не завжди є інформативним, особливо при роботі зі складними сигналами чи при змішуванні різних сигналів. Враховуючи це, обробка складних сигналів здійснюється, в основному, в частотній області. Даний прилад може стати зручним інструментом для перетворення і візуалізації аудіо сигналу в частотній області.

Для досягнення поставленої мети було розглянуто існуючі базові методи, покладені в основу такої апаратури. В більшості, такі прилади реалізуються програмно або за допомогою набору паралельних аналогових фільтрів та відображення смуги частот матрицею світлодіодів.

Програмні реалізації мають певну прив'язку до ОС та до задіяної апаратури. Реалізації на аналогових фільтрах, наразі, є морально застарілими. Вони зазвичай доволі дорогі та громіздкі, а їх параметри залежать від температури і ступеню зносу компонентів і т.д.

Тому, запропонований прилад буде чимось середнім між програмною та аналоговою реалізаціями спектроаналізаторів, зберігши їхні найкращі сторони.

В даній статті наведено приклад практичної реалізації спектрального аналізатора сигналу на основі FPGA. Даний прилад має VGA інтерфейс для відображення спектру на звичайному моніторі у вигляді спектрограми або у вигляді амплітудно-частотної характеристики.

## II. СТРУКТУРА ПРИСТРОЮ

Структурна схема пристрою показана на рисунку 1. Вхідний сигнал дискретизується аудіокодеком. Відповідно до спектру вхідного сигналу, можна змінювати частоту дискретизації аудіокодека щоб отримати більш щільний спектр.

На ПЛІС реалізована основна логіка приладу. Для отримання спектрограми вхідного сигналу використовується алгоритм дискретного перетворення Фур'є. Потім результати ДПФ записуються в відеопам'ять для подальшого відображення за допомогою потрібного алгоритму, після чого відправляється на VGA контролер.

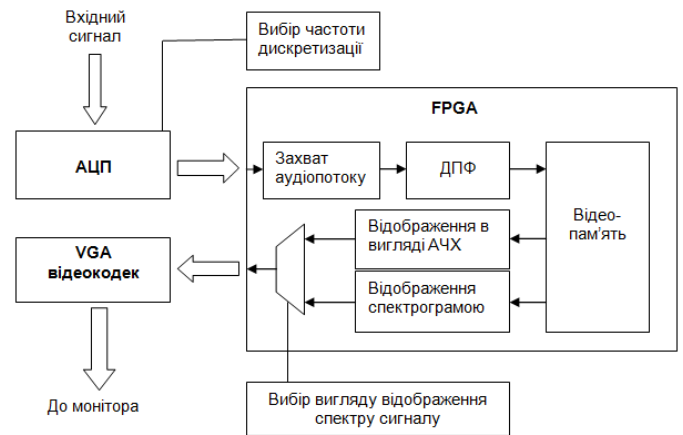


Рис.1 Структура пристрою

## III. РОЗРАХУНОК СПЕКТРУ СИГНАЛУ

Канонічне ДПФ виконується за такою формулою:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{\frac{2\pi i k n}{N}}$$

Зробимо деякі математичні спрощення для реалізації на ПЛІС:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{\frac{2\pi i k n}{N}} = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \left( \cos \frac{2\pi k n}{N} + i \sin \frac{2\pi k n}{N} \right)$$

$$X_k = \text{Re}(X_k) + i \cdot \text{Im}(X_k) = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cos \frac{2\pi k n}{N} + i \sum_{n=0}^{N-1} x_n \sin \frac{2\pi k n}{N}$$

$$|X_k| = \sqrt{\text{Re}(X_k)^2 + \text{Im}(X_k)^2} \sim |\text{Re}(X_k)| + |\text{Im}(X_k)|$$

$k$  – номер вихідної частотної складової (від 0 до  $N/2$ )

$n$  – номер вхідного відліку сигналу (від 0 до  $N-1$ )

$N$  – кількість точок

$X_k$  - значення вихідної частотної складової

$x_n$  - значення вхідного відліку сигналу.

Таким чином, отримали формули, які потрібно реалізувати на ПЛІС. Але перед тим як почати проектування, необхідно розглянути проблему швидкодії, яка безпосередньо впливатиме на спосіб реалізації даного алгоритму.

## IV. РОБОТА В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Задача реалізації режиму роботи в реальному часі полягає в тому, щоб система встигала робити всі математичні операції за час надходження нових порцій

аудіо сигналу. Наприклад, для обчислення спектру з 128 точок потрібно 8192 операції множення. Таким чином, для роботи в реальному часі необхідно встигати робити ці 8192 операцій множення за час, поки надходить кожних 128 аудіовідліків. Для обчислення достатніх умов для роботи пристрою в режимі реального часу, була введена нескладна формула яка показує залежність частоти дискретизації, тактової частоти пристрою та кількості відліків для ДПФ:

$$\frac{f_{clk}}{f_s} = \frac{N}{2} \quad (1)$$

Прилад спроектований таким чином щоб він міг функціонувати на частотах до 90МГц. Тому, з формули (1) видно, що даний прилад має великий запас по швидкодії. Даний запас можна використовувати розширивши розрядність ДПФ для отримання більшої точності.

Алгоритм швидкого перетворення Фур'є міг би забезпечити ще більшу швидкодію, але він не був реалізований так як потребує більше апаратних ресурсів ПЛІС, та і для більшості випадків цілком вистачає швидкодії алгоритму реалізації на базі ДПФ.

#### V. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ

Спочатку в ПЗП, при ініціалізації ПЛІС, завантажується таблиця дискретних значень косинусу від 0 до  $2\pi$  з кроком  $2\pi/N$ .

Для запам'ятовування кожних  $N$  вхідних відліків використовується невеликий блок ОЗУ.

Основним обчислювальним модулем є перемножувач з накопиченням (МАС). В пристрої використовуються лише два блоки МАС (для обчислення косинусної і синусної складових) та регістри - вказівники на відповідні точки сигналів для перемноження. Арифметичні операції виконуються послідовно, чим ми значно економимо апаратні ресурси, а таким чином, в випадку збільшення розрядності ДПФ, збільшиться лише обсяг вхідної ОЗУ та відеопам'яті. Ресурси іншої логіки залишаться практично незмінними.

Після кожних послідовних  $N$  дій множення, накопичені результати для косинусної та синусної складової додаються (по абсолютному значенню) та виводяться на вихід як значення амплітуди відповідної гармоніки. Після чого, акумулятор очищується і процес повторюється для інших частотних складових.

Отримані значення передаються до відеопам'яті, яка реалізована на ПЛІС за допомогою вбудованих М4К блоків пам'яті. Для цієї пам'яті реалізовано два алгоритми відображення спектру на екрані монітору - у вигляді спектрограми, або у вигляді амплітудно-частотної характеристики. Згенеровані сигнали кольорів (RGB), та сигнали вертикальної і горизонтальної синхронізації з ПЛІС подаються на відеокодек, який формує вихідний сигнал на VGA монітор.

#### VI. ВИСНОВКИ

Враховуючи важливість використання спектрального аналізу звукового сигналу у різних

галузях, був спроектований компактний прилад для візуалізації спектру в реальному часі на звичайному VGA моніторі.

Завдяки реалізації на основі FPGA, архітектура приладу спроектована максимально оптимально що забезпечує високу швидкодію. Прилад має можливість змінювати частоту дискретизації, кількість відліків для обчислення ДПФ, спосіб візуалізації спектру сигналу. Це дозволяє виконувати налаштування для певного сигналу, отримати певну точність обчислення в залежності від конкретної задачі.

Основні переваги даного приладу:

- немає прив'язки до ОС
- не потребує додаткового апаратного забезпечення
- має можливість налаштування параметрів
- точність обчислення не залежить від температури і зовнішніх чинників
- простота в експлуатації і відсутність калібровки
- можливість візуалізації на звичайному VGA екрані
- невеликий розмір
- дешевизна в порівнянні з апаратними аналогами.

#### ЛІТЕРАТУРА

- [1] Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов – Москва. 2002р. – С. 256-260.
- [2] Христофоров А.В. Методы анализа спектра сигнала – Казань. 2004р. – С. 7-11
- [3] Эммануил С. Айфичер., Барри У. Джервис. Цифровая обработка сигналов. Практический подход – Москва. 2009р. – С. 210-236.
- [4] Richard G. Lyons. Цифровая обработка сигналов –. 1997р. – С. 131-132.
- [5] Steve Kilts. Advanced FPGA design –. 2006р. – С. 29-31

# Исследование зависимости эффективной теплопроводности радиоэлектронного аппарата от его формы

Синотин Анатолий Мефодиевич,

Харьковский Национальный Университет Радиозлектроники,  
прос. Науки 14, Харьков, индекс 61166, Украина,  
anatolii.sinotin@nure.ua

Роменский Вячеслав Иванович

Харьковский Национальный Университет Радиозлектроники,  
прос. Науки 14, Харьков, индекс 61166, Украина,  
d\_tapr@nure.ua

**Аннотация** В данной работе проведено анализ факторов, влияющих на формирование температурного режима радиоэлектронных аппаратов. Предложена методика минимизации параметра теплопроводности. Рассмотрены пути улучшения конструктивных характеристик электронной аппаратуры.

**Ключевые слова:** теплопроводность, блок, конструкция, радиоэлектронный аппарат.

## I. ВВЕДЕНИЕ

При проектировании радиоэлектронных аппаратов (РЭА), специалисты, занимающиеся их созданием, всё больше обращают внимание на тепловые режимы. Это вызвано рядом причин: значительная часть различных форм энергии, примерно 90%, в радиоэлектронном аппарате превращается в тепловую, что приводит к повышению температуры всего радиоэлектронного аппарата. В конечном итоге надёжность деталей аппарата падает с повышением их температуры.

Повышение температуры в радиоэлектронном аппарате вызывает ухудшение изоляционных свойств отдельных материалов, изменение плотности и подвижности носителей тока в полупроводниках, общее увеличение интенсивности старения материалов, снижение индуктивности насыщения в сердечниках и т. д. Все это оказывает влияние на точностные характеристики аппарата в целом и даже может привести к выходу аппарата из строя.

Для создания компактных и надёжных радиоэлектронных аппаратов (РЭА) наряду с разработкой конструкции блока, разработкой электрических схем, расположения элементов в заданном объёме необходим всесторонний учёт температурного режима элементов будущей конструкции, а также умение разработчика с помощью различных конструктивных параметров влиять на температурное поле прибора или системы в целом. одного элемента В процессе температурных испытаний (поверочных расчётов) можно легко выявить и устранить неправильное размещение любого элемента. Устранение ошибок в общей компоновке элементов приводит к дорогостоящей переработке всего блока, т.е. ошибки, допущенные на первых этапах проектирования, ведут к дополнительным затратам. Поэтому теплофизическое проектирование следует осуществлять на всех стадиях разработки и создания надёжной малогабаритной экономичной конструкции аппарата.

## II. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЭА

Существенное влияние на минимизацию радиоэлектронных аппаратов оказывает эффективная теплопроводность нагретой зоны, выраженная через относительный параметр теплопроводности.

$$F_{\lambda} = \frac{1}{1 + \frac{\delta_m}{\lambda_o} \cdot \frac{\delta_m}{\Delta + \delta_m}} \cdot \frac{A_2 \cdot (\mu_{x_2} \cdot \xi_{x_0})^2 + (\mu_{y_2} \cdot \xi_{y_0})^2 + (\mu_{z_2} \cdot \xi_{z_0})^2}{A_1 \cdot (\mu_{x_2} \cdot \xi_{x_0})^2 + (\mu_{y_2} \cdot \xi_{y_0})^2 + (\mu_{z_2} \cdot \xi_{z_0})^2},$$

где  $\lambda_o$ ,  $\lambda_m$  – эффективная теплопроводность нетеплопроводных и теплопроводных плат;  $\delta$  – толщина плат;  $\Delta$  – расстояние между платами;

$A_s, \mu_i$  – амплитуды и собственные значения при  $B_{i_0}$ ;

$\xi_i$  – относительные размеры сторон аппарата;

$$B_{I_1} = B_{I_0} \cdot \frac{\sqrt{\xi_{x_0} \cdot \xi_{y_0} \cdot \xi_{z_0}} \cdot \lambda_o}{\xi_{I_0} \cdot \lambda_{max}}, \quad I = X, Y, Z$$

В результате проведенных исследований установлено, что форма параллелепипеда практически не влияет на характер минимизации параметра  $F_{\lambda}$  изотропных нагретых зон ( $\lambda_x = \lambda_y = \lambda_z = \lambda_{max}$ ). С увеличением  $\lambda_{max}$

параметр  $F_{\lambda}$  минимизируется. При этом эффективность минимизации существенно возрастает с ростом интенсивности охлаждения на поверхности нагретой зоны. При увеличении значений  $B_{i_0}$  от 0,5 до 20 параметр  $F_{\lambda}$  соответственно минимизируется с 1 до 0,7 – 0,07.

Достижение определённых уровней минимизации наблюдается при определённых значениях эффективной теплопроводности для каждого  $B_{i_0}$ . Дальнейшее увеличение  $\lambda_{max}$  практически не вызывает существенного изменения  $F_{\lambda}$ . Значения параметра

$F_{\lambda}$  для всех форм при  $B_{i_0} = \infty$  выражается зависимостью

$$F_{\lambda_x} = \frac{\lambda_0}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{1 + \frac{\delta_M}{\Delta + \delta_M}},$$

где  $\lambda_0$  -- эффективная теплопроводность при нетеплопроводных платах, в Вт/м·град;

$\lambda_{\max}$  -- максимальная теплопроводность, Вт/м·град;

$\delta_M$  -- толщина сплошных металлических плат, м;

$\Delta$  -- расстояние между платами.

Конструктивно теплопроводность нагретой зоны можно изменить двумя путями. Первый состоит в применении высокотеплопроводных заполнителей.

В этом случае  $\lambda_x = \lambda_y = \lambda_z = \lambda_{\max}$ , т. е. нагретая зона удовлетворяет всем рассмотренным выше закономерностям минимизации параметра  $F_{\lambda}$ . Параметр анизотропности при этом равен единице ( $\lambda_{\text{ан}}=1$ ).

Второй путь - использование плоских теплостоков, выполненных в виде сплошных металлических плат (медь, дюралюминий и др.) либо в форме теплопроводных пластин по размеру [1-3]. При этом имеет место анизотропии по теплопроводности ( $\lambda_x = \lambda_y = \lambda_{\max} \neq \lambda_z$ ), что требует исследовать влияние параметра анизотропности. В случае оптимальной формы квадратного «бруса», когда платы (теплостоки) располагаются параллельно основанию, т.е. перпендикулярно большей оси, все рассмотренные выше закономерности минимизации параметра остаются в силе. Таким образом, степень минимизации параметра теплопроводности зависит от интенсивности системы охлаждения и линейного размера аппарата. При линейных размерах аппарата больше 0,5 м, или интенсивном поверхностном охлаждении наблюдается предельная минимизация параметра теплопроводности.

Для существенного изменения интенсивности теплообмена на поверхности нагретой зоны необходим переход от естественного к вынужденному поверхностному охлаждению путем продувки воздуха, т. е, требуются дополнительные изменения в конструкции аппарата. При этом согласно равенству

$$\lambda_i = \lambda_{oi} \left( 1 + \frac{\lambda_n}{\lambda_{oi}} \cdot \frac{\delta_M}{\Delta + \delta_M} \right); \quad i = x, y, z,$$

необходимо либо одновременно увеличить интенсивность теплообмена между нагретой зоной и кожухом ( $K^1$ ), и кожухом и окружающей средой ( $\alpha$ ), или предварительно совместить кожух с нагретой зоной ( $K^1 \rightarrow \infty$ ) в противном случае рост  $K_0$  будет незначительным, несмотря на существенное увеличение  $\alpha$ . Таким образом, второй путь минимизации  $F_0$  за счёт увеличения  $K_0$  предусматривает переход к новой системе охлаждения с предыдущим совмещением кожуха с нагретой зоной, особенно в конструкциях с плотным монтажом.

Увеличение объема нагретой зоны за счет уменьшения плотности размещения элементов находится в противоречии с требованием минимизации

размеров конструкции, поэтому может быть применено только в том случае, когда отсутствуют жесткие ограничения на размеры конструкции в техническом задании.

Для реализации схемных решений целесообразно выбирать элементную базу с наименьшей потребляемой мощностью и материалы с высокой температуростойкостью. В случае необходимости использования отдельных элементов с малой допустимой температурой перегрева  $\theta_0$  целесообразно выделять эти элементы в самостоятельную группу, чтобы не усложнять обеспечение заданного теплового режима конструкции прибора в целом. Это замечание очень важно учитывать при выборе элементной базы электрической схемы, так как после задания конструктору электрической схемы он лишен возможности влиять на фактор рассеиваемой мощности и температуростойкости элементов схемы.

### III. ВЫВОДЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ

В результате исследования установлены следующие рекомендации по формированию конструкций РЭА:

- увеличение эффективной теплопроводности свыше 2-4 Вт/(м·град) не вызывает дальнейшей минимизации. Значит, не следует стремиться к увеличению теплопроводности заполнителей (компаундов) свыше этих значений;
- для изотропных нагретых зон ( $\lambda_x = \lambda_y = \lambda_z$ ) никакие ограничения на размещение монтажных плат не накладываются. Они могут иметь форму либо большой, либо малой грани «квадратного бруса»;- при применении теплостоков, практически, нецелесообразно увеличивать эффективную теплопроводность свыше 3-4 Вт/м·град. В случае медных теплостоков это соответствует относительной толщине 0,01 – 0,015 по отношению к расстоянию между платами  $\Delta$  и удовлетворительно согласуется с экспериментальными данными [1];
- конструктивное совмещение кожуха аппарата с нагретой зоной (при обеспечении хороших тепловых связей между платой и стенкой кожуха) позволяет в 2 раза повысить коэффициент теплопередачи в условиях естественной конвекции. Дальнейшее увеличение коэффициента теплоотдачи может быть достигнуто применением специальных систем вынужденного воздушного охлаждения.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Дульнев, Г.Н. Тепловые режимы электронной аппаратуры [Текст] / Г.Н. Дульнев, Н.Н.Тарнавский. - Л., "Энергия",1971. 287 с.
- [2] Лыков А.В. Теория теплопроводности [Текст] / Госэнергоиздат. 1982. 392 с.
- [3] Майко, И.М. Экспериментальное определение эффективной теплопроводности нагретых зон РЭА [Текст] / И.М. Майко, А.М. Синотин // Вопросы радиоэлектроники. ТРТО. 1982. №2. С. 23-25.
- [4] Майко И.М. О теплофизическом конструировании одноблочных радиоэлектронных аппаратов с заданным тепловым режимом [Текст] / И.М. Майко, А.М. Синотин, Ю.М. Детинов. // Вопросы радиоэлектроники. ТРТО. 1974. № 1. С.14-18.

# Виявлення об'єктів шляхом аналізу їх відтінку в задачах оптичного сортування

Шевченко Ігор Олександрович,  
Варфоломєєв Антон Юрійович

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
просп. Перемоги 37, Київ 03056, shigor1206@gmail.com

**Анотація.** Запропоновано автоматичне виявлення об'єктів матеріалу на конвеєрній лінії за допомогою аналізу складової відтінку кольорового простору HSV методом довірчих інтервалів. На прикладі показано, що даний підхід дозволяє ефективно вирішувати дану задачу.

**Ключові слова:** оптичне сортування, кольоровий простір HSV, конвеєрна лінія.

## I. ВСТУП

У сучасному світі автоматизація широко застосовується у багатьох галузях сільського господарства, харчової промисловості, на виробництві тощо. Це дозволяє збільшити продуктивність праці та забезпечує стабільну якість, зменшуючи вплив людського фактора, що обумовлює актуальність подальшого впровадження автоматизованих систем.

Дану роботу присвячено одній з таких систем, а саме пристрою автоматичного оптичного сортування, так званого фотосепаратора. Зазначений пристрій працює з потоком сипучого матеріалу і дозволяє вилучати з нього необхідні частинки оцінюючи їх форму, наявність дефектів чи колір. При цьому вилучення частинок найчастіше виконується шляхом їх видування за допомогою спеціальних повітряних ежекторів з потоку матеріалу, що падає з конвеєра [1].

Важливою складовою наведеного підходу є виявлення частинок матеріалу, що мають бути відсортовані. Існуючі рішення, що виконують дану процедуру, ґрунтуються здебільшого на підборі освітлення таким чином, щоб його колір співпадав із кольором необхідних частинок матеріалу, роблячи останні непомітними для камер. Завдяки цьому можна легко виявляти та вилучати усі інші частинки з потоку. Така реалізація виявлення, тим не менш, не є ідеальною, оскільки потребує конструктивного ускладнення (декількох блоків підсвічування) при необхідності одночасного сортування (виявлення) декількох видів матеріалу за один прохід. У даній роботі пропонується альтернативне рішення, ґрунтоване виключно на аналізі кольору в кадрах, отримуваних із відеокамер систем оптичного сортування.

## II. ЗАПРОПОНОВАНЕ РІШЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТ

Швидкодія та точність аналізу кольору в значній мірі залежить від системи кольору [2], в якій даний аналіз проводиться. На сьогодні розроблено ряд кольорових систем (просторів), а саме: RGB, YCbCr, HSV, LAB та ін., але не всі з них є прийнятними у задачі, що розглядається.

З огляду на вимоги щодо швидкодії та надійності виявлення об'єктів, яке необхідно виконувати в рамках оптичного сортування, доцільним вбачається

застосування саме системи HSV [2]. Даний простір має три канали: Hue – відтінку, Saturation – насиченості та Value – яскравості. Найбільш зручним для виявлення об'єктів за кольором є канал відтінку (H), що володіє наступною важливою характеристикою: він відповідає за «чисті» кольори і є інваріантним до змін яскравості освітлення [2]. Користуючись лише даним каналом можна з легкістю виявляти пікселі, що належать об'єктам заданого кольору (окрім об'єктів, які мають лише градації сірого). При цьому для вищої надійності виявлення пропонується використовувати метод довірчих інтервалів. Приклад виявлення об'єктів (частинок матеріалу), що падають з конвеєрної лінії за допомогою описаного підходу показано на рис. 1.

Рисунок 1. Виявлення і розпізнавання об'єктів за кольором шляхом аналізу каналу відтінку H простору кольору HSV

Для спрощення підбору довірчих інтервалів у випадку, коли матеріал містить частинки декількох кольорів, пропонується здійснювати аналіз параметрів розподілів відтінків матеріалу за допомогою EM-алгоритму [3].

## III. ВИСНОВКИ

Запропоновано спосіб виявлення об'єктів матеріалу для використання в автоматичних системах оптичного сортування. Даний спосіб оснований на представленні зображення в просторі кольору HSV з подальшим аналізом каналу відтінку H методом довірчих інтервалів. Такий підхід на відміну від існуючих рішень потенційно дозволяє сортувати одразу декілька видів матеріалу за один прохід та спрощує підбір параметрів кольору матеріалу, що має бути відсортований.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Фотосепараторы: принцип работы. Режим доступу: <http://csort.ru/technology/photoseparator/>
- [2] Гонсалес Р., Вудс Р. «Цифровая обработка изображений», М.: Техносфера, 2012.
- [3] The EM algorithm, The Elements of Statistical Learning. — New York: Springer, 2001. — P. 236–243.



# Swarm Motion of Autonomous Unmanned Aerial Vehicles

Skyrda Ihor Ihorovych

Ukrainian State Air Traffic Services Enterprise (UkSATSE),  
Airport,  
Boryspil, Kyiv region, UA-08301, Ukraine  
National Aviation University, 1 Kosmonavta Komarova Ave.,  
Kyiv UA-03058, Ukraine, skyrda2@gmail.com

**Abstract.** In this, paper described the motion of Autonomous Unmanned Aerial Vehicles (UAV) group. UAVs become more popular for use in inaccessible or dangerous areas for pilots. Group of interacting UAVs have a number of benefits in comparison to single one but it leads to the constant presence of potential conflicts between them and with other static/dynamic obstacles. In order to deal with such issue in paper proposed safe and efficient control scheme for UAVs swarm based on potential field method, where each UAV has some degree of autonomy in planning and tracking its own dynamic trajectory. This conflict resolution scheme based on flight parameters change in combination of heading angle and airspeed. For this purpose considered direct communication among UAVs, so to reduce the time for data exchange.

**Keywords:** autonomous unmanned aerial vehicle; swarm flight control; potential field; protected zone; alert zone; heading angle; airspeed.

## I. INTRODUCTION AND PROBLEM STATEMENT

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is an aircraft, which does not require a pilot on board and control can be performed either in an autonomous way by onboard autopilot, or in manual way by operator from ground station, or in semi-autonomous way. UAVs swarm gives wide range of application benefits [1] and the main peculiarities of its usage are small distances between them and low time value for decision-making or in other words not enough space for conflict resolution maneuvers performance.

In [2] a survey of multiple conflict resolution methods performed and as a result potential field method chosen. Methods that solve multiple conflicts requires big computational performance and link with ground station to build general air picture, so to generate required commands for onboard autopilot. In comparison to potential field methods group this task solved without ground part, where UAVs separately take a decision about resolving maneuver.

## II. PROBLEM SOLUTION

Potential fields approach based on assignments magnetic or electrical charges of the same sign to UAVs and the opposite charges to destinations, where based on physical laws particles with the same charges will repel each other while being attracted by the destinations that assigned by opposite charges. The matter itself is a typical example of the self-organization principle in nature [3]. The minimum separation standard between UAVs describes protected zone of UAV. There is also present alert zone, which means adaptive shape zone that depends on airspeed, accuracy of positioning equipment, UAV performance, traffic situation and system response time. The UAVs system defined as safe if their trajectories are such that protected zones never

overlap. When UAV enters alert zone of another UAV, an alert is issued to onboard autopilot and depending on the relative configurations (positions, velocities) of UAV, a maneuver generated in order to resolve a conflict [4]. The conflict resolution algorithm synthesizes the parameters of maneuver, such as heading angle, bank angle, and airspeed.

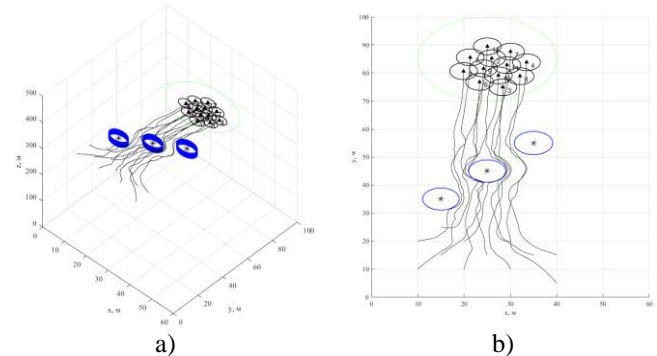


Figure. 1. UAVs swarm motion in: a) 3D view; b) horizontal plane view

In Fig. 1a-b simulated potential field method application for UAVs swarm control by means of flight parameters change, that are mentioned above. There is considered a situation with 12 UAVs that move into destination area, with three static obstacles on the way. The task was to reach a destination area at the same time keep the shape of formation avoid any standard separation minimum violations.

## III. CONCLUSIONS

For multi-UAV formation control the potential field method used, where UAVs denoted as dynamic objects and interacts between each one by influence of attraction and repulsion forces. The method allows to provide UAVs swarm motion with minimum separation provision and keeps the shape of group. It is scalable and computationally efficient mechanism for multiple dynamic objects control.

## REFERENCES

- [1] Xu. Zhu, Zh. Liu, J. Yang, "Model of Collaborative UAV Swarm Toward Coordination and Control Mechanisms Study", *Procedia Computer Science*, vol. 51, 2015, Pages 493-502, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.274>.
- [2] Chepizhenko V.I., Skyrda I.I., "Analiz metodiv upravlinnya hrupoyu bezpilotnykh povitryanykh suden", *Zbirnyk naukovykh prats' Derzhavnoho naukovo-doslidnoho instytutu aviatsiyi*. 2017. Vyp.№13(20), str 130-135.
- [3] V.I. Chepizhenko, "Synthesis of artificial gravitational fields virtual meters for the polyconflicts resolution in the aeronavigation environment", *Proceedings of the National Aviation University*, 2012, № 2. – P.60–69.
- [4] Claire J. Tomlin, "Towards Automated Conflict Resolution In Air Traffic Control", *IFAC Proceedings Volumes, Volume 32, 1999, Pages 6564-6569*.



# Використання візуальної інформації при керуванні роботами

Бронніков Артем Ігорович

Харківський Національний Університет Радіоелектроніки,  
прос. Науки 14, Харків, індекс 61166, Україна,  
artem.bronnikov@nure.ua

**Анотація** В даній роботі проведено аналіз керування роботами на основі візуальної інформації. Приведено основні схеми візуального керування – прямого та непрямого. Проаналізувавши літературу було виявлено, що основними завданнями візуального керування є саме керування сервоприводами.

**Ключові слова:** автоматизація, візуальне керування, сервоуправління, робот, комп'ютерний зір.

## I. ВСТУП

Для підвищення гнучкості і точності роботизованих систем були введені петлі візуального керування зі зворотним зв'язком. Метою цього підходу є управління роботом, використовуючи інформацію, надану системою комп'ютерного зору.

У більш загальному плані, комп'ютерний зір може використовуватися для управління розрізненими динамічними системами, такими як, наприклад, транспортні засоби, літальні апарати і підводні човни. Системи комп'ютерного зору зазвичай класифікуються залежно від кількості камер і їх положень. Системи з однією камерою зазвичай використовуються, оскільки вони дешевше і простіше у використанні, ніж системи з декількома камерами. З іншого боку, використання двох камер в стереоконфігурації (тобто дві камери мають спільне поле зору) полегшують кілька проблем комп'ютерного зору.

## II. ОСНОВНІ СХЕМИ УПРАВЛІННЯ РОБОТАМИ

Існують гібридні системи, в яких одна камера знаходиться в руці, а інша камера автономна, спостерігає за сценою.

Основна класифікація візуальних систем керування сервоприводами залежить від конструкції схеми управління. Дві різні схеми управління зазвичай використовуються для візуального сервомеханізму динамічної системи [48, 30]. Перша схема управління називається схемою з прямим візуальним керуванням сервоприводом, оскільки контролер на основі зору безпосередньо обчислює вхід динамічних систем (див. рис. 1). Візуальне керування сервоприводом виконується дуже швидко (не менше 100 Гц зі швидкістю 10 мс). Друга схема управління може бути викликана, всупереч першому, непрямым візуальним керуванням сервоприводом, оскільки управління на основі зору обирає закон керування, який відправляється на контролер низького рівня динамічної системи (див. рис. 2). Велика частина візуального керування сервомеханізмами, запропонована в літературі, слід за непрямою схемою управління, яка називається «динамічним поглядом і рухом» [30]. В цьому випадку сервопривід внутрішнього контуру (як правило, швидкість 10 мс) повинен бути

швидше, ніж сервопривід, який керується системою візуального керування (зазвичай швидкість складає 50 мс)

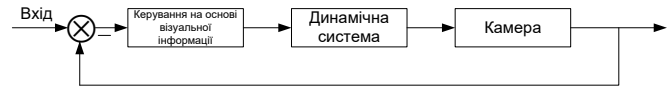


Рисунок 1. Пряме візуальне керування



Рисунок 2. Непряме візуальне керування

Камера виконує перспективну проекцію тривимірної точки на площині зображення. Площина зображення являє собою матрицю світлочутливих клітин. Роздільна здатність зображення – це розмір матриці. Одна клітина називається піксель. Для кожного пікселя координат  $(u, v)$  камера вимірює інтенсивність світла. Наприклад, тривимірна точка з однорідними координатами  $\chi = (X, Y, Z, 1)$  проєкт до точки зображення з однорідними координатами  $p = (u, v, 1)$  (див. рис. 3):

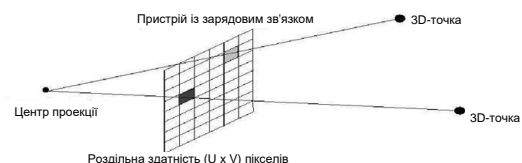
$$p \propto [K \ 0] \chi$$

де  $K$  – матриця, яка містить матрицю власних параметрів камери:

$$K = \begin{bmatrix} f k_u & f k_u \operatorname{ctg}(\varphi) & u_0 \\ 0 & \frac{f k_v}{\sin(\varphi)} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

де  $u_0$  та  $v_0$  є координатами пікселів головної точки  $k_u$  та  $k_v$  є масштабними факторами уздовж осей  $\vec{u}$  та  $\vec{v}$  (в пікселях / метрах),  $\varphi$  – кут між цими осями, а  $f$  – фокусна відстань. Для більшості комерційних камер це розумне наближення, щоб припустити квадратні пікселі (тобто  $\varphi = \frac{\pi}{2}$  та  $k_u = k_v$ ).

Внутрішні параметри камери часто тільки приблизно відомі. Точна калібрування параметрів є стомлюючою процедурою, для якої потрібна спеціальна калібрувальна сітка.



Таким чином, переважно оцінювати внутрішні параметри, не знаючи модель спостережуваного об'єкта. Якщо є кілька зображень будь-якого жорсткого об'єкта, можна використовувати алгоритм самокалібрування для оцінки внутрішніх параметрів камери.

Візуальні схеми керування можуть бути класифіковані на основі знань, які ми маємо про ціль і параметри камери. Якщо відомі параметри камери, ми можемо використовувати підхід з «відкаліброваним візуальним керуванням сервоприводами», а якщо вони тільки приблизні, ми повинні використовувати підхід «невідкаліброваного візуального керування сервоприводами». Якщо доступна тривимірна модель мети, ми можемо використовувати підхід «візуального керування сервоприводами на основі моделі», а якщо 3D-модель цілі невідома, ми повинні використовувати підхід «візуального керування сервоприводами без моделі».

Нехай  $F_0$  – координатна рамка, прикріплена до цілі,

$F^*$  і  $F$  – координатні рамки, прикріплені до камери в її бажаному і поточному стані відповідно. Знаючи координати, виражені в  $F_0$  чотирьох точок цілі (тобто передбачається, що 3D-модель цілі цілком відома), з їх проєкції можливо обчислення бажаної орієнтації камери і струму камери (таким чином, робот може бути підключений до еталонної позиції). В цьому випадку параметри камери повинні бути добре відомі, і ми знаходимося в режимі відкаліброваного візуального керування сервоприводами. Якщо є більше чотирьох цільових точок, можна обчислити орієнтацію камери, не знаючи параметрів камери, і ми знаходимося в невідкаліброваній схемі візуального керування сервоприводами.

Якщо цільова модель невідома, завдання позиціонування все ще може бути досягнуте з використанням підходу «навчання СКЗ показом». При такому підході, робот переміщується в цільове положення, камера показує цільовий вид і «еталонне зображення» об'єкту (тобто набір особливостей еталонного зображення). Положення камери щодо об'єкта буде називатися «контрольною позицією». Після того, як зображення яке відповідає бажаному розташуванню камери, було запам'ятовано, і після того, як камера і/або ціль була переміщена, вектор управління помилками можна отримати з двох видів цілі. Нульова помилка означає, що кінцевий елемент робота досяг бажаного положення з точністю, незалежно від помилок калібрування.

Управління роботом на основі зору може бути розцінене в залежності від помилки, яку використовують для обчислення закону управління, в чотири групи: засновані на позиції, засновані на зображеннях, гібридні системи і системи управління на основі руху. В системі управління позицією помилка обчислюється в 3D-картезіанському просторі (з цієї причини цей підхід можна назвати тривимірним візуальним підходом для керування сервоприводом). В системі управління зображенням помилка обчислюється в просторі 2D-зображення (з цієї причини цей підхід можна назвати 2D візуальним керуванням сервоприводом). Нещодавно був запропонований новий клас гібридних систем візуального керування сервоприводами. Нарешті, система управління на основі руху обчислює помилку як функцію оптичного потоку, виміряного на зображенні, і еталонний оптичний потік, який повинен бути отриманий системою/

Візуальне керування – дуже гнучкий метод управління автономними динамічними системами. Тепер можливе застосування широкого спектра додатків: від захоплення об'єктів до мобільних роботів. Спочатку візуальні методи керування, що використовують 3D-модель цілі і завдання позиціонування, виконувалися з візуальним керуванням на основі положення. Однак тривимірну модель цілі не завжди легко отримати. В цьому випадку безмодельне візуальне керування дозволяє розташувати робота щодо невідомого об'єкта. Візуальне керування на основі зображень стійко до шуму при помилках зображення і калібрування. Однак може виникнути проблема збіжності, якщо початковий зсув камери великий. Крім того, необхідно дотримуватися обережності, щоб забезпечити розумну оцінку розподілу глибини тривимірних точок. Гібридне візуальне керування і, зокрема, візуалізація –

$2 \frac{1}{2}$  -D візуального керування – це можливе рішення для

поліпшення візуального керування на основі зображень і позиціонування. Нарешті, уніфікований підхід до візуального керування, заснованому на моделі і без моделі, незмінний для внутрішніх параметрів камери, є новим перспективним напрямком досліджень, оскільки він дозволяє використовувати камеру масштабування в контурі управління на основі зору. Основними обмеженнями сучасних систем бачення, властивими всім візуальним керуванням, є обробка зображень природних зображень, витяг надійних функцій для візуального керування. З точки зору управління, стійкість до помилок калібрування як і раніше залишається проблемою.

#### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] R. Basri. Visual homing: surfing on the epipole. *International Journal of Computer Vision*, 33(2):22–39, 1999.
- [2] F. Chaumette. Potential problems of stability and convergence in image-based and position-based visual servoing. In D. Kriegman, G. Hager, and A. Morse, editors, *The confluence of vision and control*, volume 237 of LNCIS Series, pages 66–78. Springer Verlag, 1998.
- [3] Цимбал, О.М. Адаптивні методи та їх реалізація в робототехніці [Текст] / О.М. Цимбал, А.І. Бронніков // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції 23 – 28 травня 2011 р.: тези доп. – Київ, 2011. – С. 335.
- [4] Цимбал, О.М. Завдання прийняття рішень у робототехніці [Текст] / О.М. Цимбал, С.С. Мілотіна // Стратегія качества в промышленности и образовании: Материалы международной научно-технической конференции 4 – 11 июня 2010 г.: тезисы докл. – Днепропетровск-Варна, 2010. – С. 660-662.
- [5] Цимбал, О.М. Адаптивні процеси у завданнях робототехніки [Текст] / О.М. Цимбал, А.І. Бронніков // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 3 (101), т. 1, С. 68-73.

# Віддалена система розпізнавання образів на основі мобільного пристрою

Гудков Євген Вікторович

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки 14, Харків-61166, Україна, yevhen.hudkov@nure.ua

**Анотація.** Розпізнавання об'єктів є складною проблемою, для якої немає загальних рішень. Класична постановка проблеми розпізнавання образів – це витяг характерних ознак об'єктів, а також ряду відомих об'єктів, а їх опис буде вихідною інформацією. На основі цієї інформації синтезується алгоритм, який визначає знову отримані об'єкти так, як вони відносяться до кінцевого числа класів.

**Ключові слова:** OpenCV; каскад Хаара; ідентифікація; TCP; Android.

## I. ВВЕДЕННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Існує ряд принципів, яких слід дотримуватися для виконання оптичного розпізнавання об'єктів (образів):

- при вирішенні задачі завжди йти від найпростішого. Набагато простіше розмістити на одязі людини мітку оранжевого кольору, ніж стежити за людиною, виділяючи її за ознаками побудови тіла. Набагато простіше взяти камеру з великою роздільною здатністю, ніж розробляти зверхрозподілюючий алгоритм;
- сувора постановка задачі в методах оптичного розпізнавання на порядки важливіше, ніж в задачах системного програмування: одне зайве слово в ТЗ може додати 50% роботи;
- у завданнях розпізнавання немає універсальних рішень. Не можна зробити алгоритм, який буде просто «розпізнавати будь-який напис». Табличка на вулиці і лист тексту – це принципово різні об'єкти. Напевно, можна зробити загальний алгоритм, але це викличе великі складнощі для великої команди, і складатиметься з десятків різних підпрограм.

Універсальне рішення, яке дозволило б вирішувати довільні завдання комп'ютерного зору відсутнє, існуючі методи можна розбити на три групи: попередня фільтрація і підготовка зображення, логічна обробка результатів фільтрації, алгоритми прийняття рішень на основі логічної обробки. Для вирішення завдання далеко не завжди потрібно застосовувати методи з усіх груп, буває достатньо двох, а іноді навіть одного.

Велика різноманітність мобільних платформ дає широкий вибір, кожна з платформ має свої переваги та недоліки. Відеозображення має бути передано в реальному часі з мобільного пристрою на ПК де буде виконуватись його обробка.

Об'єктом, що буде розпізнаватись на відеозображенні буде виступати гайка виготовлена з різних матеріалів.

## II. ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

В якості базової структури використовувалась бібліотека OpenCV, яка вже має описані алгоритми розпізнавання. В якості метода, що буде виконувати розпізнавання був обраний метод на основі використання класифікатора (каскаду) Хаара.

Каскад Хаара це один з найпростіших способів розпізнавання класів об'єктів з великою швидкістю роботи. До них відносяться особи і руки людей, номери автомобілів, пішоходи. Детектором Хаара просто знаходити об'єкти не складної форми в кадрі. До того ж, готові реалізації OpenCV є під більшість існуючих систем. Все це робить Хаара одним з найбільш зручних методів, що дозволяють вирішувати завдання відеоспостереження навіть людям, які ніколи не працювали з обробкою відео.

Весь процес навчання вибірки не вимагає навичок програмування. Для цього є вже готові консольні програми, присутні в основний збірці OpenCV під мови C, C++, C#, Java, Python і т.д.

Для навчання необхідно:

- фотографії предмета в реальному середовищі існування. Чим більше схожа вибірка буде на те, що ми будемо розпізнавати, тим краще будуть результати. Якщо навчати розпізнавати об'єкт на білому фоні, то в реальному середовищі результати будуть набагато гірші, на це впливають тіні, освітлення;
- вибірка негативних фотографій, на яких немає об'єкта розпізнавання. Фотографії повинні бути зроблені в тому ж середовищі де буде виконуватись розпізнавання;
- OpenCV. У цій роботі використовується версія бібліотеки 3.2.

Для навчання каскаду Хаара для розпізнавання об'єкту гайка використовується 20 фотографій об'єкту під різними ракурсами та кутами. Для створення позитивних екземплярів кожне фото об'єкту розміщується на різних фонах робочої площини зберігаються в папку «Good» та фон без об'єкту зберігається в папку «Bad». Кількість позитивних, негативних прикладів, кількість етапів навчання, час навчання, максимальна похибка розпізнавання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вхідні данні для навчання каскаду Хаара

Найменування	Значення
Кількість позитивних прикладів	2000 шт.
Кількість негативних прикладів	4000 шт.
Кількість етапів навчання	13
Час затрачений на навчання	12 годин
Якість розпізнавання	0.995 %

Послідовність створення каскаду схематично наведена на рис. 1.

Розроблена система віддаленого розпізнавання об'єктів складається з двох основних пристроїв:

- пристрій з вбудованою камерою під керуванням OS Android;
- IBM сумісний пристрій з можливістю багатопоточного виконання задач.

Інтерфейсом для передачі зображення з камери мобільного пристрою на IBM-сумісну машину без використання мережі Інтернет може слугувати Bluetooth або Wi-Fi-радіомодуль. Зображення повинно

передаватись з пристрою на пристрій з достатньою швидкістю.

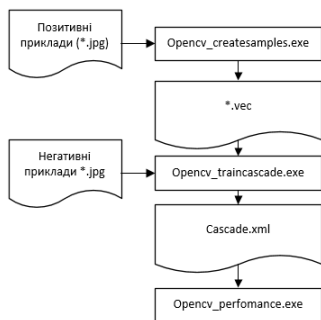


Рисунок 1. Алгоритм створення каскаду Хаара

Для специфікації Bluetooth 3.0 максимальна підтримувана швидкість передачі даних досягає 24 Мбіт/с, яка зможе гарантувати лише 16.7 кадрів в секунду при ідеальних умовах, що не є достатнім.

Другим варіантом з'єднання двох пристроїв є використання Wi-Fi-радіомодулів для створення локальної мережі між пристроями. Як зазначалось, максимальна швидкість у 70 Мбіт/с при ідеальних умовах може забезпечити передачу 49 кадрів в секунду, що є достатнім для виконання поставлених задач.

В якості протоколу передачі зображень у локальній мережі був обраним протокол TCP, через наявність контролю за доставкою даних, та гарантію доставки пакетів даних в незмінному вигляді та у необхідному порядку.

Мережа створена за допомогою Wi-Fi-радіомодулів може досягати дистанції у 100 метрів, якщо на шляху сигналу немає перешкод та 50 метрів у приміщенні. Такі перешкоди, як цегляні стіни і металеві елементи можуть зменшити радіус дії більш ніж на 25%. Задля розширення зони дії та покращення сигналу можна використовувати репітери.

Розроблена система з визначеною архітектурою має включати в себе два головні пристрої:

- сервер;
- клієнт.

В якості сервера виступає IBM-сумісний пристрій (ПК), а саме ноутбук під керуванням ОС Windows. Серверна програма створює точку доступу Wi-Fi мережі на ПК, до якої можуть підключитись інші пристрої з вбудованим WiFi-радіомодулем.

В якості клієнта виступає пристрій під керуванням ОС Android з вбудованим радіомодулем та зовнішньою камерою. Після запуску точки доступу сервером, клієнт може підключитись до нього, та почати передачу кадрів з камери.

Алгоритм з'єднання та передачі фотоінформації між клієнтом та сервером наведений на рис. 2.

Після запуску сервером точки доступу Wi-Fi мережі, під'єднується пристрій-клієнт. Сервер має власну IP-адресу у мережі та порт, який він прослуховує в очікуванні коли з ним з'єднається клієнт.

Сервер отримавши запит встановлює з'єднання та налаштовується на отримання зображень від клієнта. Клієнт з'єднавшись з сервером починає передачу кадрів з камери. Після передачі кожного кадру клієнт очікує на повідомлення від серверу, що зображення оброблене, та дозвіл на передачу нового.

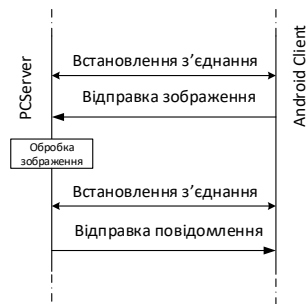


Рисунок 2. Алгоритм з'єднання клієнт-сервер

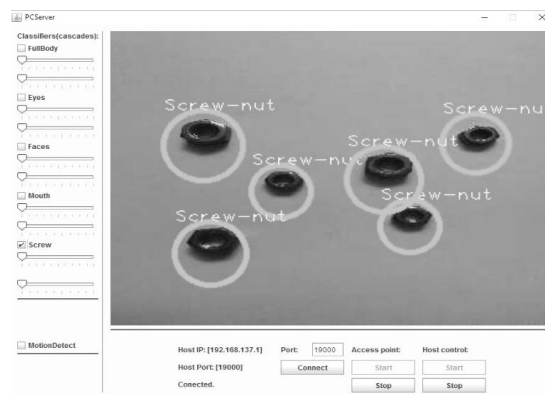


Рисунок 3. Результат розпізнавання об'єктів

### III. ВИСНОВКИ

Результатом виконаної роботи є розроблене клієнт-серверне програмне забезпечення для отримання та передачі кадрів з камери мобільного пристрою на комп'ютер та його обробка, побудований каскад Хаара для ідентифікації об'єкту гайка; створено за допомогою мови програмування Java з використанням бібліотеки OpenCV.

Були проаналізовані ряд методів для ідентифікації об'єктів на зображенні, та обраний найбільш відповідний для виконання задачі. Мобільні пристрої під керуванням OS Android є досить надійними та мають достатньо переваг для використання їх у системах віддаленого розпізнавання об'єктів та у системах відеоспостереження. Каскад Хаара є досить швидким методом для ідентифікації образів, складність полягає в тому, аби коректно підготувати вибірку зображень для навчання та потужний ПК для більш швидкого тренування системи.

### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Джон Кенні. A Computational Approach to Edge Detection. / Кенні Д. – IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – vol. PAMI-8. – No 6. – 1986.
- [2] Тропченко А.Ю. Методи вторичної обробки та розпізнавання зображень. [Електронний ресурс] : Тропченко Андрій Юрійович / Методи розпізнавання об'єктів. – 2012. – Режим доступу: [http://open.ifmo.ru/images/b/bf/137961\\_up.pdf](http://open.ifmo.ru/images/b/bf/137961_up.pdf)
- [3] Салил Капур, Нисарг Тхакар. Mastering OpenCV Android Application Programming / Салил К. Нисарг Т. – Packt Publishing Ltd. – 2013. – 130 с.
- [4] Гурченко О.О. Технічний зір в керування мобільними роботами. [Електронний ресурс] : Гурченко Олександр Олександрович / Технічний зір. – 2014. – Режим доступу: <http://www.smrobotics.ru/technologies/>
- [5] Пилипенко М. Інтернет речей – а що це? [Електронний ресурс] : Пилипенко Миколай / Інтернет Речей. – 2012. – Режим доступу: <https://geektimes.ru/post/1495>

***ПРОЕКТУВАННЯ, ВПРОВАДЖЕННЯ ТА  
ЕКСПЛУАТАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ***

# Модель архітектурного фреймворка знання-орієнтованого проектування інформаційної системи

Євланов Максим Вікторович

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
пр. Науки 14, Харків, 61166, Україна, maksym.ievlanov@nure.ua

**Abstract.** The main problems of representation of information system design architectural framework are considered. The task of modeling an architectural framework for knowledge-oriented development of information systems is formulated. A theoretical-category model of an architectural framework is proposed. The main way of practical implementation of the architectural framework model is proposed.

**Keywords:** architectural framework, information system, generating pattern, model, theory of categories.

## I. ВСТУП ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО ФРЕЙМВОРКА ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Сучасна точка зору учасників процесів створення інформаційної системи (ІС) на архітектурний фреймворк (АФ) представляє його як своєрідний фільтр, що виділяє і формує зі всієї множини концептуальних положень, видів моделей, методів, знань, правил і практик створення ІС внутрішню несуперечливу підмножину, елементи якої необхідні для створення конкретної ІС. Під внутрішньою несуперечливістю тут слід розуміти існування відображень, що зв'язують в єдину цілісну систему концептуальні положення, види моделей, методи, знання, правила і практики створення ІС.

Використання викладеної в [1] концепції формування знання-орієнтованих описів ІС кардинально змінює моделі, методи, знання, правила і алгоритми, що використовуються в ході виконання процесів, які безпосередньо працюють з вимогами, а також процесу проектування архітектури системи. Це дає можливість говорити про існування АФ, заснованого на положеннях запропонованої концепції формування знання-орієнтованих описів ІС. Подібний АФ надалі будемо називати АФ знання-орієнтованого проектування ІС.

## II. РОЗРОБКА МОДЕЛІ АРХІТЕКТУРНОГО ФРЕЙМВОРКА ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Будь-який АФ можна розділити на дві частини. До першої частини відносяться види моделей, методи, декларативні знання, процедурні правила і алгоритми, які піддаються формальному опису і можуть бути використані в процесах створення ІС. До другої частини відносяться концептуальні положення, стандарти, знання, правила і практики, які можуть бути використані конкретними представниками Постачальника та Споживача в процесах створення ІС чи ІТ [1]. Для моделювання АФ знання-орієнтованого проектування ІС використано припущення, що компоненти, які описують

моделі ( $L_{Md}$ ) та методи ( $L_{Mt}$ ) АФ, визначаються як сукупність структурних та поведінкових патернів проектування елементів ІС [1, 2]. Тоді модель АФ знання-орієнтованого проектування ІС можна описати категорією, яка матиме вигляд:

$$M_{AF} = [ M_{IS}^{Pt}, L_{Kn}, L_{Al}, \Phi_{L_{Kn}}^{M_{IS}^{Pt}}, \Phi_{L_{Al}}^{M_{IS}^{Pt}}, \Phi_{L_{Al}}^{L_{Kn}} ], \quad (1)$$

де  $M_{AF}$  – узагальнена модель формальних елементів АФ;  $L_{Kn}$  – модель набору декларативних знань, використовуваних АФ;  $L_{Al}$  – модель набору процедурних правил і алгоритмів, які використовуються АФ;  $\Phi_{L_{Kn}}^{M_{IS}^{Pt}}$  – одномісний коваріантний функтор, що встановлює зв'язок між моделлю породжуючого патерну  $M_{IS}^{Pt}$  і моделлю  $L_{Kn}$  набору декларативних знань, використовуваних АФ;  $\Phi_{L_{Al}}^{M_{IS}^{Pt}}$  – одномісний коваріантний функтор, що встановлює зв'язок між моделлю породжуючого патерну  $M_{IS}^{Pt}$  і моделлю  $L_{Al}$  набору процедурних правил і алгоритмів, які використовуються АФ;  $\Phi_{L_{Al}}^{L_{Kn}}$  – одномісний коваріантний функтор, що встановлює зв'язок між моделями  $L_{Kn}$  і  $L_{Al}$ .

## III. ВИСНОВКИ

Використання моделі (1) дозволяє ставити і вирішувати проблеми і задачі побудови нових інформаційних технологій проектування ІС. Головною особливістю таких технологій є можливість автоматизувати наступні операції:

- автоматична зміна забезпечуючих комплексів інформаційної технології внаслідок зміни елементів породжуючого патерну;
- автоматизоване коригування породжуючого патерну внаслідок аналізу змін забезпечуючих комплексів інформаційної технології.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Левыкин В.М. Паттерны проектирования требований к информационной системе: моделирование и применение / В.М. Левыкин, М.В. Євланов, М.А. Керносов: монографія. – Харьков: ООО «Компанія СМІТ», 2014. – 320 с.
- [2] Євланов М.В. Паттерни проектування вимог до інформаційної системи / М.В. Євланов // Вісник національного університету «Львівська політехніка». -2014. – № 783. – С. 429-434.



# Методы и модели повышения эффективности процесса мониторинга компьютерной сети

Гриценко Алексей Игоревич

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина, alegrys@ukr.net

**Аннотация.** Актуальной является задача уменьшения объема служебного трафика при мониторинге компьютерных сетей. Важность задачи возрастает с увеличением масштаба компьютерной сети. Предлагаются методы и модели, позволяющие уменьшить объем служебного трафика за счет сокращения набора контролируемых переменных и сокращения числа точек измерения на фиксированном интервале. Реализация метода ориентирована на использование хранилищ WBEM\CIM\WMI.

**Ключевые слова:** эффективность мониторинга компьютерной сети; служебный трафик; SNMP, WMI.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Пусть эффективность решения задачи мониторинга компьютерной сети представляется как  $E=P/C$ , где  $P$  – коэффициент полноты собираемой информации,  $C$  – коэффициент информационных затрат. Тогда, исходя из соображения, что коэффициент полноты собираемой информации всегда должен быть близок к единице, основным путем повышения эффективности мониторинга является снижение информационных затрат.

К информационным затратам мониторинга относится использование пропускной способности каналов передачи данных компьютерной сети распределенными компонентами системы мониторинга. Генерируемый трафик складывается из сообщений типа запрос/ответ. Объем трафика запросов незначителен, а объем трафика ответов, состоящего из значений наблюдаемых переменных, может достигать существенных размеров. Чем больше число переменных и чем чаще производится измерения, тем больше объем передаваемых данных. Как можно уменьшить этот объем? Можно уменьшить число наблюдаемых переменных и число точек контроля (частоту измерения). Но как это сделать, не теряя точности решения задачи? Ответ на вопрос является предметом данной работы.

Целью работы является улучшение существующих методов повышения эффективности мониторинга компьютерной сети. Проблема актуальна для крупных корпоративных сетей с централизованным управлением. Сложность, размер и распределение таких сетей требуют удаленного мониторинга большого количества различных сетевых устройств, которые включают в себя измерение большого количества переменных. Это приводит к значительному использованию сетевых ресурсов.

Задача нахождения компромисса между снижением информационных затрат и сохранением достаточной полноты собираемой информации сталкивается с множеством практических ограничений, зависящих как от технических, так и от организационных условий контролируемой компьютерной сети. Существуют решения, предлагающие методы, которые частично или полностью фокусируются на решении

сформулированной задачи. Они основаны на таких идеях, как перераспределение трафика мониторинга по сетевым путям [1, 2], компрессия передаваемых данных [3], выбор наблюдаемых переменных [4], реализация функций анализа на стороне контролируемых объектов [5], организация событийного мониторинга [6], применение математических методов для корректировки интервала измерений [7, 8], аппроксимация измеренных значений наблюдаемых переменных [9, 10]. Каждый из существующих методов мониторинга может быть эффективным при определенных условиях. Например, такая технология, как дистанционный мониторинг (RMON) [5], позволяет уменьшить объем передаваемых данных, но в то же время увеличивает нагрузку на узлы мониторинга.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В [11] описаны основные этапы проведения мониторинга компьютерной сети: инициализация, планирование, спецификация, выбор инструментальных средств, проведение измерений, и обработка измеренных данных.

На этапе *инициализации* необходимо указать цели и задачи мониторинга и выбрать контролируемые объекты и измеряемые переменные. На этапе *планирования* следует дать ответ на вопрос «Как следует организовать измерение выбранных переменных?». Ответ на этот вопрос используется на этапе *спецификации*, где формально определяется каждый измерительный эксперимент. На этапе *выбора инструментальных средств* должны быть подготовлены контролируемые объекты и требуемое для проведения измерений программное и аппаратное обеспечение.

Как правило первым шагом организации запланированного мониторинга компьютерной сети является формирование согласованных, не избыточных, четко сформулированных задач мониторинга. Следующий шаг – выбор контролируемых объектов и измеряемых переменных.

В [4] было предложено решение выбора набора измеряемых переменных на основе использования специальных классификаторов. Данные классификаторы состоят из классификационных характеристик, характеризующих различные качества анализируемых переменных. Сформировано два пространства классификационных характеристик:  $P_x$  – содержит характеристики, которые описывают значимость переменных для задач мониторинга в целом,  $P_a$  – содержит характеристики, которые описывают значимость переменных по их поведенческим свойствам. Все эти характеристики связаны следующим выражением

$$R = \bigvee_i (x_i \wedge (\bigwedge_j a_{ij})), \quad \text{где}$$

$x_i \in P_x$ ,  $a_{ij} \in P_a$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$ ,  $n$  – мощность  $P_x$ ,  $m$  – мощность  $P_a$ .

Правило классификации:  $v_i \in C_1 \mid R(v_i) = \text{истина}$ , где  $C_1$  – класс значимых переменных,  $v_i$  – измеряемая переменная из  $V$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $k$  – мощность  $V$ .

Когда определены цели и задачи мониторинга, выбраны контролируемые объекты и измеряемые переменные, определена спецификация проведения измерений и подготовлены соответствующие инструментальные средства, почти все готово что бы перейти к этапу проведения мониторинга. Однако для метода мониторинга, основанного на аппроксимации измерений, необходим дополнительный анализ измеряемых переменных.

Любую измеряемую переменную можно рассматривать как стохастический процесс с неизвестной функциональной зависимостью. Однако, априори известные свойства наблюдаемой переменной и анализ тренда позволяют выбрать для нее адекватную аппроксимирующую функцию  $\hat{f}(t)$ . В [9] мы предложили две информационные модели измеряемой переменной. Эти модели являются формальными описаниями свойств измеряемой переменной, которые являются основными показателями для структурной идентификации ее аппроксимирующей функции. Априорная информационная модель  $\Gamma = \{d, l, s, t\}$  и апостериорная информационная модель  $\Gamma^+ = \{d, l, s, t, p, m, u\}$  описывают такие свойства, как  $d$  – динамичность,  $l$  – линейность,  $s$  – стационарность,  $t$  – изменчивость,  $p$  – степень нелинейности,  $m$  – монотонность и  $u$  – кривизна. Метод оценивания моделей описан в [10]. Он состоит из алгоритма оценивания параметров моделей на основе специальных наборов правил и предопределенной спецификации мониторинга  $M = \{G, F, O, T, V\}$ , где  $G$  – цели мониторинга,  $F$  – функциональные задачи мониторинга,  $O$  – контролируемые объекты,  $T$  – инструментальные средства,  $V$  – наблюдаемые переменные.

Мы предлагаем выбор аппроксимирующей функции  $\hat{f}(t)$  из предопределенного набора аппроксимирующих функций  $\hat{F}$ , которые охватывают все практические варианты функциональных свойств, описанных в информационной модели  $\Gamma^+ = \{d, l, s, t, p, m, u\}$ . Правило выбора функции  $\hat{f}(t)$ , обозначаемое как  $\rho(\Theta, \Delta)$ , использует  $\Theta$  – набор всех экземпляров модели  $\hat{I}^+$  для  $\forall \hat{f}(t) \in \hat{F}$  и  $\Delta$  – таблицу распределения экземпляров модели  $\Gamma^+$ , построенной на значениях измеряемых переменных. Правило позволяет выбрать оптимальную аппроксимирующую функцию  $\hat{f}(t)$  для измеряемого процесса.

Методы измерения, описанные в [7, 8], используют подход с использованием линейной аппроксимирующей функции для выбора интервала измерений. Мы предлагаем расширить типы аппроксимирующих функций для повышения эффективности метода.

На основе экстраполяции, полученной с помощью выбранной аппроксимирующей функции  $\hat{f}(t)$ , можно увеличить или уменьшить интервал измерений  $\Delta t$  в соответствии со следующим правилом:

аппроксимирующая функция адекватна на основании статистических тестов согласно [12];

абсолютная средняя ошибка в процентах (MAPE) попадает в допустимые интервалы.

### III. ВЫВОДЫ

Были рассмотрены проблемы мониторинга компьютерной сети. Решалась задача повышения эффективности мониторинга путем снижения информационных затрат при передаче сообщений между распределенными компонентами систем мониторинга. При этом, снижение информационных затрат достигается с учетом незначительного снижения полноты собираемой информации.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] J. R. Ballard, I. Rae, A. Akella, "Extensible and Scalable Network Monitoring Using OpenSAFE," in Proceedings of the 2010 internet network management conference on Research on enterprise networking, San Jose, CA, 2010, pp. 8-8.
- [2] C. Yu, C. Lumezanu, Y. Zhang et al. "FlowSense: Monitoring Network Utilization with Zero Measurement Cost," in Proceedings of the 14th international conference on Passive and Active Measurement, Hong Kong, China, 2013, pp 31-41.
- [3] H. Narayanan, G. Ilangovan, S. Narayanan, "Feasibility of SNMP OID compression," Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, vol. 25, no. 1, pp. 35-42, 2013.
- [4] В.И. Саенко, А.И. Гриценко, "Метод выбора наблюдаемых переменных для мониторинга компьютерной сети" Системы обработки информации, № 2 (100), С. 188-195, 2011.
- [5] Remote Network Monitoring Management Information Base Version 2, IETF RFC 4502, 2006.
- [6] M. Dilman, D. Raz, "Efficient reactive monitoring," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 20, no. 4, pp. 668-676, 2006.
- [7] E. A. Hernandez, M. C. Chidester, A. D. George, "Adaptive Sampling for Network Management," Journal of Network and Systems Management, vol. 9 no. 4, pp. 409-434, 2001.
- [8] В.И. Саенко, А.И. Гриценко, "Метод выбора моментов измерений для процессов непрерывного мониторинга" Радиоэлектроника и информатика, № 4, С. 113-118, 2007.
- [9] В.И. Саенко, А.И. Гриценко, "Информационные модели наблюдаемых процессов для мониторинга компьютерных сетей" Вестник ХПИ. Новые решения в современных технологиях, № 48, С. 55-66, 2014.
- [10] А.И. Гриценко, "Метод оценивания информационных моделей наблюдаемых процессов в компьютерной сети." Восточно-европейский журнал передовых технологий, № 1/2 (73), С. 4-11, 2015.
- [11] F. Hoeksema, J. van der Veen and B. van Beijnum, "A Methodical Approach to Performance Measurement Experiments: Measure and Measurement Specification," University of Twente, Centre for Telematics and Information Technology, Enschede, Netherlands, CTIT technical report series TR-CTIT-97-15, Jul 1997.
- [12] Ю. Лукашин. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. Москва, Россия: Финансы и статистика, 2003.

# Разработка шаблона описания ИТ-сервиса

Юрьев Иван Алексеевич

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
ivan.iuriev@nure.ua

**Аннотация.** В процессе формирования каталога ИТ-сервисов возникает проблема формирования шаблона описания конкретного ИТ-сервиса. Набор атрибутов, которым может быть описан ИТ-сервис крайне велик, вследствие чего возникает проблема разработки шаблона описания ИТ-сервисов. Полный набор атрибутов можно определить только для конкретной организации учитывая ее специфику, поэтому стоит задача определения базового набора атрибутов, которые бы удовлетворяли большинству организаций и использовались ИТ-службами при формировании каталога ИТ-сервисов.

**Ключевые слова:** ИТ-сервис, каталог, шаблон, требования, атрибуты.

## I. ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с ITIL каталог ИТ-сервисов разделяется на каталог бизнес-сервисов и каталог технических сервисов, что позволяет сгруппировать ИТ-сервисы по определенным признакам, при этом каждая сформированная группа ИТ-Сервисов может быть описана уникальным набором атрибутов. Это позволяет получить двух-уровневую структуру каталога ИТ-сервисов и формализовать описание всех ИТ-сервисов в информационной системе, что облегчает работу ИТ-службы при устранении возникающих инцидентов и проблем.

Разработчики ITIL оставляют определение описания ИТ-сервиса на усмотрение сотрудников ИТ-службы выполняющих проектирование каталога ИТ-сервисов. Однако главным вопросом остается перечень атрибутов, которыми должен быть описан ИТ-сервис. Для решения данной проблемы предлагается разработать шаблон описания ИТ-сервиса.

## II. РАЗРАБОТКА ШАБЛОНА ОПИСАНИЯ ИТ-СЕРВИСА

Конкретный набор атрибутов можно сформировать только для определенной организации учитывая ее специфику [1, 2]. Поэтому стоит задача определение базового набора атрибутов, которые бы удовлетворяли большинству организаций и использовались ИТ-службами этих организаций при формировании каталога ИТ-сервисов. Полученный в результате набор атрибутов можно представить в виде шаблона описания ИТ-сервиса. [3]. Поэтому задачу разработки шаблона необходимо рассматривать с точки зрения полезности этой информации в процессах управления системой предоставления ИТ-сервисов.

На основании проведенного анализа литературы по описанию ИТ-сервисов [4, 5] были определены наиболее необходимые атрибуты для описания ИТ-сервисов, а именно:

- наименование ИТ-сервиса;
- тип ИТ-сервиса. Показывает принадлежность к бизнес или техническим ИТ-сервисами;
- краткое описание ИТ-сервиса;
- бизнес-владелец ИТ-сервиса. Сотрудник, который является заказчиков ИТ-сервиса;

- ответственный за функционирование ИТ-сервиса. Сотрудник ИТ-службы, компетентный в вопросах функционирования программных и аппаратных систем, входящих в состав ИТ-сервиса;
- потребители ИТ-сервиса. Бизнес-подразделения и отдельные сотрудники организации, использующие ИТ-сервис;
- SLA ИТ-сервиса. Ссылка на соглашение об уровне обслуживания сервиса;
- системы поддержки. Список программно-аппаратных комплексов, которые задействуются в предоставлении ИТ-сервиса;
- стоимость ИТ-сервиса. Стоимость базовой версии ИТ-сервиса для заказчика;
- статус ИТ-сервиса. Каталог ИТ-сервисов содержит в себе разрабатываемые, используемые, выведенные из использования и временно не используемые ИТ-сервисы;
- перечень функциональных задач. Приводится набор функциональных задач решаемых ИТ-сервисом.

Данный набор атрибутов представляет собой базовый шаблон описания ИТ-сервиса.

## III. ВЫВОДЫ

Таким образом, можно сделать вывод о том, что формирование описания ИТ-сервисов по разработанному шаблону позволяет ИТ-службе обосновывать затраты на информационные технологии, распределив их по ИТ-сервисам. Кроме того, расчет затрат по ИТ-сервисам может быть использован при формировании SLA. Классификация заявок пользователей по возникающим инцидентам или проблемам с предоставлением ИТ-сервисов, как правило, сильно ограничивает круг ответственных за их разрешение среди сотрудников ИТ-службы, также появляется возможность формировать отчетность в различных временных отрезках, необходимых сотрудникам ИТ-службы.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Cartlidge A. An Introductory Overview of ITILV3 / A. Cartlidge, S. Colin Rudd // Norwich: The Stationary Office, 2012. – 82p.
- [2] ITIL Service Strategy. AXELOS: Second edition, London: «TSO», 2011 – 500p.
- [3] Melendez K., Dávila A., Pessoa M. Information technology service management models applied to medium and small organizations: A systematic literature review. Computer Standards & Interfaces, Vol. 47, pp. 120-127, 2016.
- [4] Mesquida A., Mas A., Integrating IT Service management requirements into the organizational management system. Computer Standards & Interfaces, Vol. 37, pp. 80-91, 2015.
- [5] Maevsky D. A. A New Approach to Software Reliability / D. A. Maevsky // Lecture Notes in Computer Science: Software Engineering for Resilient Systems. – 2013. – № 8166. – P. 156–168.c.

# Исследование методов обработки данных местоположения объекта в системах внутреннего позиционирования на базе Wi-fi

Кузнецов Игорь Юрьевич<sup>1</sup>,  
Михнова Алина Владимировна<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
проспект Науки 14, Харьков UA-61166, Украина,  
<sup>1</sup>igor.kuznetsov@nure.ua, <sup>2</sup>alina.mikhnova@nure.ua

**Abstract.** *There are examined several methods for processing position data in the indoor positioning system in work. Such systems work where satellite navigation systems do not show good results. The work presents creating the location-based system of the object, where location is determined using Wi-fi access points and mobile devices. The location in such systems is usually determines by using received signal power data. The result of the work is the modification of the data processing method, which will minimize the time of determining location in an emergency situation, and also prevent the data loss.*

**Keywords:** *indoor positioning system, Wi-fi, RSS, mobile device, access point, location.*

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для широкого применения услуг, основанных на местоположении внутри помещений, требуются точные и своевременные данные о местоположении объекта. Такие данные нет возможности получить при помощи спутниковой системы навигации, но для их получения хорошо подойдет система внутреннего позиционирования (IPS)[1].

В настоящее время происходит активное развитие и внедрение IPS. По данным исследований компании «Vanson Bourne»[2], 38% организаций, которые участвовали в исследованиях, уже внедрили данные системы. Те же кто собирается внедрить IPS, планируют сделать это в течении двух лет.

Самым популярным на сегодняшний день решением для IPS является - Wi-fi.

В рамках исследования проводится анализ методов обработки данных местоположения объекта, в IPS, с использованием Wi-fi точек доступа и мобильных устройств. Среди таких методов можно выделить: методы ближайших соседей (KNN, WKNN), методы центроида (Centroid, Weighted Centroid), метод латерации (Lateration)[3-4]. Основными данными при использовании этих методов, являются параметры мощности сигнала (RSS), полученные от точек доступа. Эти данные от точек доступа получает мобильное устройство и самостоятельно обрабатывает их, либо же отправляет их на сервер, используя ту же инфраструктуру Wi-fi сети. При этом минимальное количество Wi-fi точек доступа, которое рекомендуется для реализации методов обработки данных варьируется от трех до одной[5]. Увеличение количества точек доступа увеличит точность местоположения объекта, но если количество точек уменьшить то получить точный результат не получится.

Проблема заключается в том, что при увеличении количества Wi-fi точек доступа, не гарантируется то, что данные будут доставлены и рассчитаны вовремя.

Отключение одной или нескольких точек доступа, по разного рода причинам, лишит возможности пользователя системы определить свое местоположение в этот момент времени.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Частичным решением данной проблемы, полученном в исследовании, является модификация методов обработки данных, основанная на получении данных мощности сигнала не только от точек доступа, но и от других мобильных устройств в радиусе действия Wi-fi модуля мобильного устройства. Это значительно повысит отказоустойчивость системы, так как при отказе одной или нескольких точек доступа система сможет продолжить отправлять данные на сервер и определять местоположение объекта. Мобильное устройство, к которому будет осуществляться подключение, при этом, будет использовано как недостающая точка доступа, так как его координаты будут уже известны. Так же, используя данную модификацию появится возможность передавать данные на сервер через устройство второго пользователя в том случае если в радиусе действия модуля Wi-fi устройства первого пользователя отключатся все Wi-fi точки доступа. Такими данными может быть информация с инерциальных датчиков мобильного устройства.

Модификация методов обработки данных позволит минимизировать время определения местоположения и рассчитать местоположение объекта при отказе точек доступа. Так же, это позволит предотвратить потерю данных, при отказе всех точек доступа в радиусе действия модуля Wi-fi мобильного устройства.

## III. ВЫВОДЫ

Решение, полученное в исследовании, не решит полностью проблему, возникшую при отказе Wi-fi точек доступа, так как для его работы обязательно необходимо наличие других мобильных устройств. Однако при его использовании стоимость системы может быть уменьшена.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Ray Bernard, "Indoor Positioning Systems", Security Industry Association, 2017, с.1-36.
- [2] Vanson Bourne, "The Rise of Indoor Positioning", A 2016 global research report on the indoor positioning market, 2016, с. 1-11.
- [3] С.В. Малодушев, "Определение локации в корпоративных Wi-fi сетях", Вестник ЮУрГУ, том 9, с. 92-104, 2016.
- [4] A. Correa, "A Review of Pedestrian Indoor Positioning Systems for Mass Market Applications", Sensors, том 17, выпуск 8, 2017.
- [5] F. Ramon, "Evolution of Indoor Positioning Technologies: A Survey", Journal of Sensors, том 17, 2017, с. 1-21.

# Контекстні обмеження в базі знань інформаційної системи процесного управління

Левикін Віктор Макарович<sup>1</sup>,

Чала Оксана Вікторівна<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, 14 пр. Науки, Харків 61166, Україна, levikin.victor@gmail.com

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, 14 пр. Науки, Харків 61166, Україна, oksana.chala@nure.ua

**Анотація.** При управлінні знання-ємними бізнес-процесами використовуються персональні знання виконавців. Формалізація та подальше використання цих знань в рамках системи процесного управління потребує створення бази знань. Остання повинна містити у собі умови та обмеження на виконання дій бізнес-процесу. Обмеження на виконання дій залежать від властивостей об'єктів предметної області, з якими оперує бізнес-процес, а також зв'язків між цими об'єктами. Зв'язки між об'єктами можуть враховувати їх атрибути, а також значення цих атрибутів. В першому випадку залежності можуть бути відомі апіорно, при побудові моделі процесу, а в другому – потребують перевірки під час виконання дій бізнес-процесу. Запропоновано представлення обмежень в базі знань, що враховує наведені особливості знання-ємного бізнес-процесу.

**Ключові слова:** база знань; процесне управління; інформаційна система; знання-ємні бізнес-процеси, контекст.

## I. ВСТУП І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

Інформаційні системи процесного управління (ІСПУ) реалізують управління бізнес-процесами (БП) підприємства. Бізнес-процеси задають «горизонтальний» опис діяльності підприємства у вигляді послідовностей дій з виробництва продукції та послуг, що відповідають вимогам клієнтів [1]. Для класу знання-ємних бізнес-процесів існує проблема забезпечення адекватності моделі БП [2]. Дана проблема виникає внаслідок невідповідності між властивостями знання-ємних БП та можливостями існуючих workflow - підходів до побудови моделей таких процесів [3]. Ключова особливість знання-ємних БП полягає в тому, що послідовність дій може бути динамічно змінена виконавцями на основі їх персональних знань у відповідності до еволюції вимог клієнтів та зовнішніх впливів [4]. Ці персональні знання визначають, зокрема, обмеження на виконання дій відповідно до стану предметної області [5]. Існуючі ж підходи до моделювання БП орієнтовані на традиційні процеси із наперед визначеною множиною можливих послідовностей дій. Вирішення цієї проблеми потребує створення бази знань в системі процесного управління. Таким чином, виникає актуальна задача структуризації та формалізації представлення знань, що задають обмеження на виконання дій знання-ємного бізнес-процесу.

## II. ПРЕДСТАВЛЕННЯ КОНТЕКСТНИХ ОБМЕЖЕНЬ В БАЗІ ЗНАНЬ

Модель бізнес-процесу описує не лише його дії, але й всі артефакти предметної області. В якості артефактів розглядаються не тільки об'єкти, що використовуються при виконанні бізнес-процесу (виконавці, ресурси, постачальники, тощо), але і його дії. Персональні знання

виконавців містять у собі неформалізовані правила та обмеження на виконання дій з урахуванням поточних властивостей артефактів бізнес-процесу. Відповідно, знання – ємний бізнес-процес має таку структуру: контекст як множина артефактів процесу; послідовність дій, що відображає алгоритм виконання БП; знання, які визначають необхідні й достатні умови виконання дій в залежності від стану контексту. Це дає можливість побудувати представлення знань про статичні і динамічні властивості БП як об'єкту управління.

Статичні властивості БП визначаються в першу чергу взаємозв'язками між об'єктами, з якими оперує процес, а динамічні – між об'єктами та діями процесу.

Зазначені особливості опису поведінки знання-ємних бізнес-процесів дають можливість визначити таку структуру представлення контекстних обмежень:

- набір артефактів бізнес-процесу;
- множина атрибутів артефактів БП;
- апіорно відомі залежності між атрибутами об'єктів, з якими оперує процес;
- залежності між атрибутами об'єктів, що потребують верифікації з урахуванням поточного стану процесу.

Останній вид залежностей може бути отриманий та/або перевірений на основі аналізу логу бізнес-процесу методами process mining.

## III. ВИСНОВКИ

Запропоновано представлення обмежень на виконання дій бізнес-процесу у вигляді множин аксіоматичних обмежень та обмежень, що потребують верифікації. Верифікація обмежень з урахування поточного стану контексту дозволяє визначити допустимі дії бізнес-процесу у відповідності до поточних вимог клієнтів та зовнішніх впливів на процес.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Vom Brocke, J. Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems / J. vom Brocke, M. Rosemann. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. – 709 p.
- [2] Gronau, N. Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice (English) / N. Gronau. – Gito, 2012. – 522 p.
- [3] Чала О.В. Структуризація знання-ємних бізнес-процесів // Системи управління навігації та зв'язку. – П.: ПолтНТУ, 2015. – Вип.2 (35) – С. 151-155.
- [4] Левикін В. М. Модель знание-емкого бизнес-процесса для задач интеллектуального анализа процессов // В. М. Левыкин, О.В. Чала // УСИМ, 2016, №6. – С. 59-66.
- [5] Левыкин В. М. Выделение элементов контекста знание-емких бизнес-процессов на основе анализа логов // В. М. Левыкин, О.В. Чала // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. - № 5/2(31). - С. 65-71.

# Задача взаимного преобразования визуальных представлений бизнес-процесса

Неумывакина Ольга Евгеньевна<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
olga.neumyvakina@nure.ua

Петриченко Александр  
Вячеславович<sup>2</sup>,

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
oleksandr.petrychenko@nure.ua

Корнеева Евгения Владимировна<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Дніпровський державний проектний інститут житлового  
та цивільного будівництва «Дніпроцивільпроект», вул.  
Січеславська набережна 29-а, Дніпро, 49000, Україна,  
korneeva425@gmail.com

**Abstract.** An unresolved problem of mutual transformation of the business process visual models is highlighted. The main types of visual models of business processes are indicated. It is suggested to consider the solutions of the problem of mutual transformation of the selected types of visual models. For a formal description of this problem, it is proposed to use the mathematical apparatus of category theory. As a way to solve the problem of mutual transformation of visual models, it is suggested to use correspondence tables.

**Keywords:** visual model, business process, interconversion, functor, Use Case, Activity, IDEF0.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЗАИМНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА

В отличие от информационного и аналитического представлений бизнес-процесса (БП), процессы и методы формирования его онтологической модели на основе визуального представления достаточно широко распространены и апробированы в многочисленных CASE-средствах разработки информационных систем (ИС) и программных приложений. Такие CASE-средства позволяют не только формировать онтологическую модель БП на основе его визуального представления, но и использовать эту модель для экспорта/импорта представлений БП и его отдельных работ, выполненных с использованием других языков моделирования и технологий визуального представления [1, 2].

В то же время остается нерешенной задача взаимного преобразования визуальных представлений БП, выполненных на основе структурных и объектно-ориентированных подходов. В качестве типовых визуальных представлений БП могут рассматриваться три разновидности визуальных моделей – структурная IDEF0-диаграмма (технология SADT) и объектно-ориентированные диаграммы вариантов использования (Use Case) и деятельности (Activity Diagram) (язык объектно-ориентированного моделирования UML). Решение задачи взаимного преобразования этих визуальных представлений БП позволит в любой момент времени визуально представить автоматизированный БП в том виде, в котором пользователю разрабатываемой ИТ будет выгодней решать ту или иную задачу мониторинга и управления этим БП.

## II. ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЗАИМНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА

Исходя из результатов разработки формализованного описания визуального представления БП, основные преобразования визуальных моделей БП друг в друга в общем случае можно описать функторами  $F_{IDEF0}^{UseCase}$ ,  $F_{Act}^{UseCase}$ ,  $F_{UseCase}^{IDEF0}$  и  $F_{UseCase}^{Act}$ . Причем описание БП диаграммами вариантов использования позволяет согласовать структурные визуальные IDEF0-модели и объектно-ориентированные диаграммы деятельности.

Предлагается представить процесс взаимного преобразования визуальных представлений БП как процесс определения соответствий элементов визуальных структурных и объектно-ориентированных моделей этого БП с помощью так называемых таблиц соответствий [3]. Использование подобных таблиц является характерным для языка моделирования UML и позволяет решить проблему взаимного преобразования различных визуальных моделей друг в друга [4].

## III. ВЫВОДЫ

Предложенный подход к решению задачи взаимного преобразования визуальных моделей БП с применением таблиц соответствий позволяет сформулировать правила взаимного преобразования IDEF0-диаграмм, диаграмм UseCase и диаграмм Activity. Эти виды визуальных моделей могут быть использованы для формирования визуального представления БП предприятий.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Мацяшек Л.А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML / Л.А. Мацяшек. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 432 с.
- [2] Eriksson H. Business Modeling with UML: Business Patterns at work / H. Eriksson, M. Penker. – NY.: Wiley Computer Publishing, 2000. – 480 p.
- [3] Антонов В.А. Взаимное преобразование визуальных моделей бизнес-процессов промышленного предприятия / В.А. Антонов, Е.В. Корнеева // Управління розвитком. Міжнародна науково-практична конференція „Стратегії ІТ-технологій в освіті, економіці та екології” 15-16 листопада 2007 р. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2007 - № 7. – С. 20-21.
- [4] MOF 2.0 / XMI Mapping, Version 2.1.1. // Сайт Object Management Group. URL: <https://www.omg.org/spec/XMI/2.1.1/PDF> (дата просмотра 30.0-3.2018).



# Облачные вычисления – технология будущего

Носова Александра Евгеньевна,  
Ситников Виталий Игоревич,  
Мовсесян Яна Самвеловна

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
проспект Науки 14, Харьков 61166, Украина,  
oleksandra.nosova@nure.ua  
vitalii.sitnikov@nure.ua  
yana.movsesian@nure.ua

**Реферат.** На сегодняшний день для выполнения повседневных задач, таких как планирование дел, распределение документов, необходимы программные ресурсы. Зачастую обычный пользовательский компьютер либо портативный гаджет не справляется с постоянным пополнением ПО как минимум из-за избыточных затрат памяти. В данной работе рассмотрен подход к вопросу с точки зрения облачных систем, как эквивалент популярных программ и приложений.

**Ключевые слова:** облачные вычисления, облачные сервисы, облако, технологии, Интернет, пользователь.

## I. АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

В современном мире технологии развиваются со стремительной скоростью, и от повседневных гаджетов требуется обработка все более сложных задач. Соответственно, увеличивается необходимость инвестирования в не дешевые устройства. Для решения этой проблемы была изобретена технология облачного вычисления.

Облачные вычисления - это катализирующая технология в области распределенных вычислений. В основном они используются в приложениях, не исключая хранения и обработку данных. С помощью них пользователи интернета в любой момент смогут получить доступ к различного рода услугам в качестве веб-сервисов, не прибегая к покупке дорогостоящего оборудования.

## II. CLOUD-ТЕХНОЛОГИИ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Работа с облачными технологиями представляет собой запрос от пользователя к поставщику услуг посредством использования Интернета. В свою очередь поставщик услуг обрабатывает этот запрос посредством алгоритмов планирования и управления своими ресурсами.

Так как облачные вычисления - это технология, требующая доступ в Интернет, запросы пользователей должны быть отправлены в режиме онлайн. В одно и то же время может быть создано несколько различных запросов, потому как каждый сервис, использующий облачные технологии, имеет всевозможное количество пользователей.

Самым простым примером такой работы является использование сервисов GoogleApps как аналог к MicrosoftOffice. Для передовых предприятий, в особенности малого бизнеса, данное замещение является выгодным решением. Необходимость в затратах на аппаратное и лицензионное программное

обеспечение отпадает. Такой эквивалент приведен в следующей таблице [2].

Таблица 1. Традиционные компоненты типичной инфраструктуры IT малых и средних предприятий и их эквиваленты в облачной инфраструктуре

Традиционная инфраструктура	Облачная инфраструктура
Файл-сервер	Google Docs
MS Outlook, Apple Mail	Gmail, Yahoo!, MSN
SAP CRM/Oracle Siebel CRM	SalesForce.com
Quicken/Oracle Financials	Intacct/NetSuite
Microsoft Office/Lotus Notes	Google Apps
Stellent	Valtira
Дистанционное резервное копирование	Amazon S3
Сервер, стойки и брандмауэр	Amazon EC2, GoGrid, Mosso

Интересное заявление выдвинула глава совета директоров компании HTC Шер Вонг на своей странице в социальной сети Instagram. По ее словам с приходом сетей пятого поколения будущее смартфонов кардинально изменится. Появится возможность отказаться от мощных вычислительных процессоров и, вследствие емких аккумуляторов.

«Смартфоны могут стать совершенно непохожими на эти «прямоугольники», которые мы знаем и любим, — заявила Шер Вонг. — Думаю, что они примут другие формы, потому как 5G снизит потребность в высокой производительности конкретного устройства». [3]

Однако работа с Cloud-системами так же несет и свои негативные стороны. Среди недостатков облачных технологий выделяют:

- сложность переноса всех приложений в облако ввиду особенности некоторых архитектур приложений;
- потребность в непрерывном доступе к сети Интернет;
- надежность. Как бы ни были привлекательны возможности облачных систем, от сбоев не застрахован никто. [4]

Облака могут быть как публичными, так и частными. Выбор между ними осуществляется самим предприятием. К примеру, частное облако контролируемо и имеет высокий уровень безопасности, но выгодно не для каждой компании. В то время, как публичное Cloud-хранилище значительно дешевле, проще и эффективнее, но нет возможности контроля данных и надежность на порядок ниже частных.

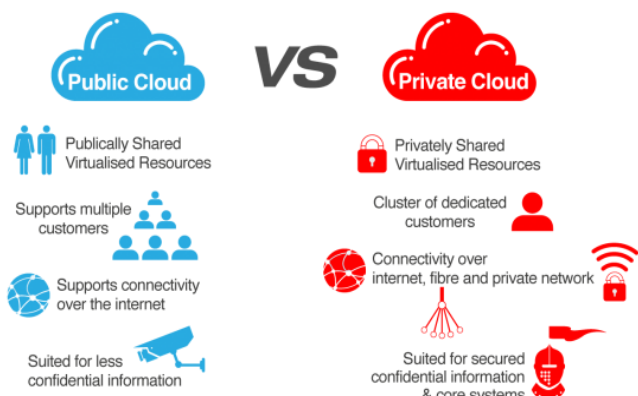


Рисунок 1. Сравнение публичных и частных облачных сервисов

Из этого следует, что оба вида популярны. Это же показывает следующая схема:

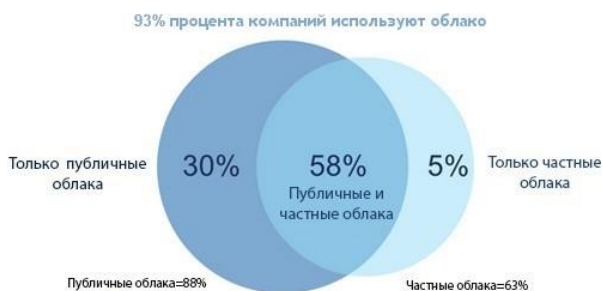


Рисунок 2. Популярность использования Cloud-систем предприятиями

### III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАКА - ЖЕЛАНИЕ ИЛИ НЕОБХОДИМОСТЬ?

Первое о чем должен беспокоиться предприниматель, при переходе на использование облачных систем, это экономическая составляющая. Облака, хоть и удешевляют такой процесс перехода, однако полностью бесплатное пользование сервисами позволить не могут. Ниже проанализированы некоторые популярные системы относительно стоимости их использования за месяц.

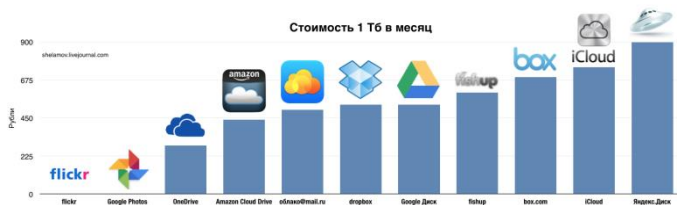


Рисунок 3. Сравнение стоимости Cloud-систем хранения мультимедиа

Где облако@mail.ru — Максимальный размер загружаемого файла до 32Гб. Хранит оригинальные файлы, в том числе RAW.

OneDrive — Дополнительно предоставляется пакет Office 365 для дома включающий 1 ТБ хранилища OneDrive для каждого из членов семьи (до 5), а также новейшие приложения Office для 5 компьютеров (ПК или Mac) и 5 планшетов. Хранит оригинальные файлы, в том числе RAW.

fishUP — Неограниченное место хранения, дополнительные фишки для профессиональных фотографов. Не хранит RAW. Предназначен только для хранения фото.

box — Неограниченное место хранения. Максимальный размер загружаемого файла 5 Гб.

flickr — Предназначен только для хранения фото и видео до 200 мегапикселей. Не хранит RAW.

GooglePhotos — Предназначен только для хранения фото до 16 мегапикселей и видео до 1080р. Не хранит RAW.

AmazonCloudDrive — Безлимитное хранилище. Предназначен для хранения фото до 5 Гб и видео. Дополнительно файловое хранилище.

GoogleDrive — Хранит оригинальные файлы, в том числе RAW.

Яндекс.Диск — Хранит оригинальные файлы, в том числе RAW.

Dropbox — Хранит оригинальные файлы, в том числе RAW.

iCloud — Хранит оригинальные файлы, в том числе RAW.

Рассмотрев все позитивные и негативные грани применения облачных сервисов, можно прийти к выводу, что решение о переходе на данные системы приходится на страх и риск пользователя. К примеру, утрата личных сообщений не несет за собой таких тяжелых последствий, как потеря деловых данных или же документов.

Так или иначе, человечество прибегает к применению Cloud-технологий, открывая перспективу их развития.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Task scheduling and resource allocation in cloud computing using a heuristic approach [Электронный ресурс] – Режим доступа к ресурсу: <https://journalofcloudcomputing.springeropen.com/articles/10.1186/s13677-018-0105-8>.
- [2] Риз Д. Облачные вычисления / Джордж Риз. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 288 с.
- [3] Статья [Электронный ресурс] // ixbt.com. – 2018. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.ixbt.com/news/2018/03/11/htcschitaet-cto-5g-izmenit-vsju-industriju-i-formu-smartfonov.html>.
- [4] Осколков И. Проблемы облачных вычислений [Электронный ресурс] / Игорь Осколков // Компьютерра. – 2009. – Режим доступа к ресурсу: <http://old.computerra.ru/vision/485315/>.
- [5] Публичные облака vs Частные облака [Электронный ресурс] // TADVISER. – 2015. – Режим доступа к ресурсу: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Публичные\\_облака\\_vs\\_Частные\\_облака](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Публичные_облака_vs_Частные_облака).

# Исследование модели выбора варианта информационной системы под требования объекта управления

Поколотный Станислав Юрьевич<sup>1</sup>,  
Левыкин Виктор Макарович<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
проспект Науки 14, Харьков UA-61166, Украина,  
<sup>1</sup>stanislav.ua.kh@gmail.com, <sup>2</sup>viktor.levykin@nure.ua

**Abstract.** Many commercial companies want to use information systems. They must take into account various factors. In addition, companies have minimum requirements. When you select information system, you must consider the following factors: functionality, cost and security. Security means how to defend any information from any impact. The best way to choose information system its use analytic hierarchy process. This method allows you to find an option that best suits the requirements

**Keywords:** information system, AHP, functionality, cost, security.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Выбор информационной системы для любой компании является актуальной и достаточно сложной задачей. Из всего многообразия представленных на рынке информационных систем необходимо выбрать именно ту, которая будет соответствовать требованиям и будет оптимальным вложением средств. На данный момент разработано множество методик и подходов, позволяющих проводить оценку на качественном и количественном уровне.

Ни использование одной методики оценки эффективности ИС, ни совместное использование нескольких методик не позволит однозначно решить задачу выбора той или иной информационной системы. Ситуация выбора ИС на предприятии усугубляется дополнительными факторами, влияющими на процесс принятия решения при выборе системы [1]. Безусловно, наиболее серьезной проблемой при выборе ИС являются критерии, по которым принимается решение в пользу той или иной системы. Наличие нескольких критериев усугубляется тем, что необходимо определить приоритеты или предпочтения каждого из критериев, чтобы решение о выборе ИС максимально соответствовало предпочтениям ИТ-директора и стратегическим целям предприятия.

Зачастую решение о выборе информационной системы формируется на основании мнений одного, а чаще нескольких экспертов. При этом каждый эксперт имеет свою точку зрения на проблему, которая чаще всего отличается от видения этой же проблемы другим экспертом. Мнения могут отличаться, как в оценках эффекта от внедрения ИС (затраты и положительные эффекты), так и на приоритетность критериев. Таким образом, многокритериальную задачу выбора ИС приходится решать на основании экспертных мнений нескольких лиц, что еще более усложняет выбор информационной системы.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве способа, позволяющего решить проблему, наиболее оптимальным вариантом видится использование метода анализа иерархий (АИР – Analytic hierarchy process).[2] Этот метод используется для принятия решений в зависимости от различных факторов. Данный метод позволяет установить “веса” для конечного набора нескольких сравниваемых объектов на основании результатов попарных сравнений этих объектов.

Суть метода заключается в декомпозиции проблемы на части, которые оцениваются по шкале метода анализа иерархий в виде суждений лиц, принимающих решения. Совокупность суждений экспертов обрабатывается методом матричной алгебры и формируют конечные оценки.[3].

Использование метода анализа иерархий подразумевает выбор из большого числа существующих систем такой системы, которая будет соответствовать требованиям. Выбор информационной системы будет осуществляться по следующим критериям: функциональность, стоимость, защищенность. Под функциональностью подразумевается возможность выполнять поставленные задачи. Стоимость подразумевает финансовые затраты на приобретение, поддержку, внедрение и модернизацию информационной системы. Защищенность же подразумевает безопасность информации от случайного или преднамеренного воздействия, которое может нарушить целостность, конфиденциальность и доступность информации.[4]

## III. ВЫВОДЫ

Применение метода анализа иерархий позволяет проводить оценку любого количества информационных систем для различных предприятий и организаций. Данный метод, позволит ИТ-директорам предприятий и организаций сделать выбор информационной системы под необходимые требования.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] А.В. Затеса, “Выбор информационной системы на предприятии: проблемы и способы их преодоления”, Креативная экономика, 2010, Том 4, №11, с. 64-71
- [2] Т. Саати, “Принятие решений. Метод анализа иерархий”, М.:Радио и связь, 1993, с. 278
- [3] И. В. Левыкин, “Метод выбора аналога информационной системы управления полиграфическим предприятием”, Вісник Академії митної служби України. Серія : Технічні науки, 2015, №1, с. 56-64
- [4] Информационная безопасность, сайт “Обеспечение информационной безопасности”, Режим доступа: <http://searchinform.ru/informatsionnaya-bezopasnost>, Заголовок с экрана

# Отображение оперативной информации в системе управления электрическими сетями

Росинский Дмитрий Николаевич<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, г. Харьков, UA-61166, Украина,  
dmytro.rosinskyi@nure.ua

Кузьменко Евгений Романович<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, г. Харьков, UA-61166, Украина,  
yevhen.kuzmenko@nure.ua

**Аннотация.** Исследования, проведенные в данной работе, направлены на создание инструментальных средств, улучшающих представление графической информации и ее визуального восприятия при решении задач оперативно-диспетчерского управления в энергетической системе. Предложена предикатная модель участка жергосистемы, алгоритмическое обеспечение, концепция создания программного обеспечения для ведения оперативных схем.

**Ключевые слова:** автоматизированная система, база данных, диспетчерское управление, предикат, управление, электрическая сеть, электроэнергетическая система.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетическая система (ЭЭС) любого современного государства представляет собой сложную техническую систему, для которой характерны: непрерывность технологического процесса; специфические особенности электроэнергетического оборудования; специфика системы управления, реализуемой с приоритетом решения задачи бесперебойного снабжения потребителей электроэнергией.

Одним из направлений развития электроэнергетики в течение последних десятилетий является активная деятельность, направленная на совершенствование структуры оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) электрическими сетями (ЭС) и на реконструкцию диспетчерских центров (ДЦ). Эта работа ведется как в Украине, так и за рубежом [1], и базируется на применении непрерывно совершенствующихся технических средств сбора, обработки и отображения информации.

Энергосистема в целом обладает иерархичностью построения и иерархичностью уровней управления, общностью электроэнергетической среды, однородностью инфраструктуры, общностью технологического процесса. Сложившиеся правила управления и структура всей системы управления ЭЭС определяется рядом особенностей, характеризующих основной технологический процесс в ЭЭС, среди которых обычно выделяют [2]:

- непрерывность протекания процесса;
- одномоментность протекания всех фаз процесса;
- общность режимов электростанций, подстанций и электрических сетей;
- высокую опасность для людей и окружающей природной среды, которую представляют возможные аварии.

В результате многочисленных исследований [1] к настоящему времени разработаны эффективные способы декомпозиции как самой ЭЭС, так и задач комплексной

оптимизации процессов в ЭЭС. В данном случае применимы следующие основные виды декомпозиции [3, 4]: территориальная; ситуационная; функциональная; техническая; организационная.

Основным средством управления технологическим процессом в ЭЭС является традиционно сложившаяся структура оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) [3]. ОДУ, наряду с другими видами управления, в решающей степени зависит от особенностей технологического процесса производства, преобразования, распределения и потребления электроэнергии, а также определяется спецификой основного оборудования ЭЭС. Несмотря на некоторое различие в распределении функций между уровнями оперативного управления в энергетике разных стран, оно в основном аналогично [1, 3]: один или два высших уровня, которые осуществляют оперативное управление производством и передачей электроэнергии в основной сети, и один или два низших уровня, обеспечивающих распределение электроэнергии.

В результате последовательной обработки данных диспетчеру представляется разнообразная информация, на основании которой он формирует управляющие команды и передает их с разной степенью автоматизации на низшие уровни оперативного управления или непосредственно на энергообъекты. В связи с этим, важное значение имеют вопросы исследования методов разработки и реализации операторского интерфейса, обеспечения быстродействия графической подсистемы.

Наиболее актуальной на данный момент является решение задачи обработки и отображения информации в системах ОДУ. При этом возникают следующие задачи исследования:

- исследование методов и алгоритма построения моделей элементов и участка электрической сети;
- исследование методов и алгоритма построения модели состояния ЭС;
- исследование методов и алгоритма выделения элементов по признаку общих свойств ЭС;
- реализация прикладного программного обеспечения для графического отображения оперативной информации.

## II. СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Исследование структуры участков ЭС [3] показывает, что они могут быть описаны четырехуровневой предикатной моделью (П-модель) [5], которая учитывает последовательность соединения элементов, их взаимное расположение и свойства. Схема П-модели в виде графа (П-графа) приведена на рис. 1.

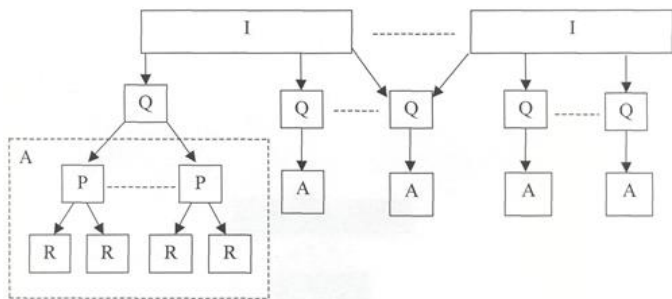


Рисунок 1. Предикатная модель участка ЭС

П-модель включает в себя следующие предикаты:

- предикат I, который соответствует четвертому уровню и содержит общие свойства элементов ветвей, подсоединенных к данному узлу, и информацию о месте их соединения, а также указатели на соответствующие предикаты Q;
- предикат Q, который соответствует третьему уровню и содержит общие свойства элементов одной ветви и указатели на соответствующие предикаты P;
- предикат P, который соответствует второму уровню и содержит: общие свойства двух соседних элементов и информацию о месте их соединения, а также указатели на предикаты R этих элементов;
- предикат R, соответствующий первому уровню и представляющий собой модель элемента электрической сети.

Четырехуровневая модель позволяет следить за динамикой изменения конфигурации сети. Общие свойства элементов поднимаются на вышележащие уровни в последовательности:  $R \rightarrow P \rightarrow Q \rightarrow I$ . Такой механизм позволяет сокращать поиск на количество элементов, принадлежащих узлу I. Введение предикатов R, P, I обусловлено необходимостью обнаружения обрывов электрической сети. В П-модели возможно определение таких их типов: перевод элементов в выключенное состояние (тип А); неисправность элементов (тип Б); отсутствие контакта в месте соединения элементов (тип В).

При построении модели состояния электрической сети приняты следующие допущения: установившийся характер режима сети; синусоидальный характер изменения тока в элементах сети; симметрия нагрузок по фазам сети [6].

Модель состояния электрической сети (С-модель) представляет собой трехуровневую предикатную модель, которая включает три типа предикатов R, Q и I. Она построена таким образом, чтобы ее можно было использовать в расчетах режимов, которые выполняются на всех стадиях проектирования и эксплуатации сетей. Целью проведения таких расчетов является проверка выполнения технических условий, т.е. соответствия токов в отдельных элементах и напряжений в узлах сети допустимым значениям.

Верхний уровень модели описывает узлы и соответствует предикату I, средний – ветви (предикат Q), а нижний – элементам электрической цепи (предикат R), входящим в схему замещения. Отсутствие уровня предикатов P в сравнении с П-моделью обусловлено тем, что при расчетах режимов отсутствует необходимость в данных об участке цепи из двух элементов и месте их соединения.

Алгоритм построения модели участка электрической сети содержит два последовательно выполняющихся этапа: построение ориентированного симметричного графа; построение графа модели подстанции и ориентированного ациклического антисимметричного графа (ОАА-графа).

Алгоритм построения модели состояния электрической сети состоит из двух последовательно выполняющихся этапов: исключение нулевой полустепени Q вершин П-графа; преобразование П-графа к С-графу.

Для алгоритмов анализа моделей объектов электрических сетей в качестве исходных данных используется информация о схеме соединения и свойствах объектов электрической сети, которая представлена в виде соответствующих предикатных моделей.

Алгоритм формирования формул предикатов P, Q, I реализует метод нахождения общих свойств.

На основе предложенной модели в настоящее время проводится разработка системы ведения оперативных схем электрической сети с использованием технологий объектно-ориентированного программирования. Задачей системы является построение схем элементов и участков электрической сети, формирование четырехуровневой предикатной модели, которая позволяет автоматически окрашивать элементы схем в зависимости от класса напряжения. Раскраска способствует лучшему восприятию графического изображения на экране оперативных схем объектов ЭС. Для функционирования системы требуется использование баз данных.

### III. Выводы

Для решения задачи обработки и отображения информации оперативно-диспетчерского управления в энергосистеме предложена предикатная модель, основанная на реализации алгоритмов: построения моделей объектов электрической сети; построения модели состояния электрической сети; нахождения формул предикатов P, Q, I; активизации элементов схемы подстанции по признаку общих свойств; активизации участков с разрывом сети. Программное обеспечение системы ведения оперативных схем реализуется на основе объектно-ориентированного подхода с применением технологий баз данных и позволяет создавать графические образы элементов и схем ЭС, автоматически реализует функцию выделения группы элементов по признаку общих свойств.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Р. А. Абрамов, Ю. А. Лебедев, “К вопросу об управлении электроэнергетикой,” *Современные проблемы науки и образования*, т. 1, № 1, 2015.
- [2] Н. И. Овчаренко, *Автоматика энергосистем*, ИД МЭИ, 2016.
- [3] Е. В. Калентионюк, В. Г. Прокопенко, В. Т. Федин, *Оперативное управление в энергосистемах*. Минск: Вышэйшая школа, 2006.
- [4] P. Roche, and E. Connolly, “Challenges and strategies for refurbishment of Power system control centres,” *Energija*, vol. 48, no 1, pp. 3–11, 1999.
- [5] Ю. Л. Ершов, Е. А. Палютин, *Математическая логика*. СПб: Лань, 2005.
- [6] Г. В. Пилипенко, “Тенденции построения технологической сети связи электроэнергетики в современных условиях,” *Электрические станции*, № 3, с. 26–29, 2014.

# Инструментарий администрирования компьютерной сети с использованием Powershell

Саенко Владимир Иванович<sup>1</sup>,  
Сериков Максим Андреевич<sup>2</sup>

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave,  
Kharkiv UA-61166, Ukraine,  
<sup>1</sup>vladimir.sayenko@nure.ua, <sup>2</sup>maksym.serikov@nure.ua

**Abstract.** *The system solution for the monitoring of resources state in a computer network is proposed. The solution is presented as repository of the PowerShell tools. The PowerShell is a special Windows OS Framework for network administrators. The architecture of such repository and the concept of their use in the tasks of continuous monitoring for the resources states in a computer network are proposed. This architecture is included a special set of tools based on counters in Windows OS. The solutions are designed to help administrators to monitor the status of components in computer networks and to create a special service library of special tools. The practical significance is that the findings can be successfully used to solve problems of computer management of the network infrastructure.*

**Keywords:** *PowerShell; performance counters; computer network; network management, network monitoring.*

## I. ВВЕДЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Microsoft Windows PowerShell — это оболочка командной строки на основе задач, а также язык сценариев, предназначенный специально для системного администрирования [3, 4]. Созданная на основе .NET Framework, служба Windows PowerShell помогает ИТ-специалистам в управлении и автоматизации администрирования операционной системы Windows. Майкрософт разработала Windows PowerShell в качестве инструмента, который помогает автоматизировать и быстро решать многие утомительные задачи администрирования приложениями, работающими под управлением Windows OS [3].

PowerShell имеет набор команд (командлеты) [7], используемый в командной строке и позволяет создавать простые программы (скрипты) [4, 6]. Кроме того, Windows PowerShell включает многофункциональное средство синтаксического анализа выражений и полностью разработанный язык сценариев. Поверх стандартной оболочки командной строки также может быть использован Windows PowerShell ISE. ISE выступает как интегрированная среда сценариев – это графический пользовательский интерфейс, который позволяет создавать различные сценарии и скрипты без необходимости вводить все команды в командной строке.

Командлеты позволяют получить доступ к хранилищам данных, например реестру и хранилищу сертификатов и к файловой системе. Согласно [6], имеется возможность использовать PowerShell, чтобы увидеть все USB-устройства, установленные на одном или нескольких компьютерах в сети, или настроить требующую много времени задачу на выполнение в фоновом режиме, пока администратор делает другую работу. Можно также определить и завершить процессы, которые не отвечают, или отфильтровать

конкретную информацию о компьютерах в сети и экспортировать ее в формате HTML.

Перечисленные возможности PowerShell позволяют создать специализированный репозиторий инструментальных средств для администратора компьютерной сети.

Согласно [5], задача автоматизации мониторинга непременно возникает при управлении большой сетью, содержащей свыше нескольких десятков машин, и необходимости следить за их состоянием.

Задача системного администратора состоит в том, чтобы гарантировать работоспособность всех компонент компьютерной сети. Для этого осуществляется конфигурационный и динамический мониторинг состояния всех компонент. Как показано в [5], динамический мониторинг является непрерывным мониторингом производительности системы. Он позволяет выявить основные проблемы до того, как они окажут неблагоприятное воздействие на работу пользователя с компьютером

Один из путей решения задачи контроля производительности – контроль состояния счетчиков производительности [1, 2, 8]. Конечно, можно подключиться к каждой машине вручную и посмотреть значения переменных. Однако в этом случае понадобится слишком много времени на выполнение задачи. Возможности PowerShell позволяют упростить и автоматизировать трудоемкие и повторяющиеся задачи путем создания сценариев и объединения нескольких команд вместе.

С помощью PowerShell возможно проделать эту работу в течение нескольких минут, так как все операции могут быть выполнены с помощью одного сценария.

Задача формулируется, как создание удобного, гибкого, многофункционального репозитория инструментальных средств для администратора компьютерной сети.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Предлагаемая система инструментальных средств реализует некоторые функции сбора данных. С этими результатами необходимо что-то делать. Будем различать четыре основных направления использования данных: *оперативное наблюдение-справка, оперативное наблюдение контроль на отрезке времени, отчет, сбор информации для последующего анализа.* Каждое направление полностью согласуется с базовыми функциями менеджмента (конфигурация, производительность, отказы, безопасность, контроль расхода ресурсов). Кроме того, каждое из них связано с определенной формой отчетности.

Каждое из направлений требует своего способа реализации. Оперативное разовое наблюдение – справка представляет собой компактную информацию сведений о каком-то объекте или процессе.



Фактически это конфигурационная информация. Справка такая обычно выдается в виде информационного блока на экран пользователя или для временного хранения в txt формат в файл.

Наблюдение на отрезке времени характерно для получения информации о поведении какого-либо процесса. Это характерно для решения задач для функции производительности.

Отчет всегда представляет собой некую бумажную табличную форму. Для формирования такой формы наиболее пригоден Excel.

Накопление данных для последующего анализа целесообразно проводить в базу данных. Простейшим вариантом может быть MS Access.

Архитектура программы скрипта может быть представлена в виде ядра и дополнительных блоков подготовки данных. Ядро фактически обеспечивает доступ к переменным мониторинга через классы WMI\CIM. Дополнительные блоки решают задачи подготовки данных и выдачи их в заданной форме.

Формально программный модуль реализует общую схему мониторинга: обращение к удаленному компьютеру, получение необходимых значений и передачу их исходной программе. При изменении задачи меняется имя переменных мониторинга, частота опроса собираемых значений и форма вывода получаемой информации.

Для поддержки решения каждой этой подзадачи формируется блок-шаблон. Выбор таких блоков шаблонов дает возможность администратору быстро разработать необходимый модуль.

Модуль получает уникальное имя, код и признаки описатели программы. Модуль занимает определенную ячейку в гиперкубе.

Вся информация хранится в базе данных (например, Access). Теперь для формирования нового скрипта достаточно набрать необходимые признаки, и будет получена информация о существовании такой готовой программы.

Если готовой программы нет, будет сформирован набор необходимых блоков будущей программы.

Наиболее сложные компоненты – компоненты контроля и анализа состояния производительности.

Одним из эффективных средств контроля состояния трафика и компьютеров в сети является контроль состояния счетчиков на каждом из них. Сложности использования такого подхода состоят в выборе из сотен счетчиков те, которые необходимы, и в выборе методики контроля значений этих счетчиков.

Счетчики производительности Windows являются важнейшим компонентом операционной системы для анализа производительности аппаратной и программной платформы. К текущему времени функционал счетчиков является исчерпывающим и необходимости в каких-либо других средствах отпадает в 99% случаев. Необходимость в стороннем ПО возникает лишь в случаях отслеживания специфических аппаратных компонентов (например, средства мониторинга состояния RAID-контроллеров от их официальных производителей). Тем не менее, и в этих случаях можно получить многие данные с помощью счетчиков

Счетчики производительности и средства анализа позволяют найти слабые места и определить, что

можно улучшить с помощью мониторинга текущих показателей производительности системы и средств накопления данных (журналов) о загрузке и производительности машин. Для верной интерпретации полученных фактов необходимо понимать взаимосвязи аппаратных компонентов, влияющих на производительность рабочих станций, и правильно использовать имеющиеся инструменты.

Все решения разрабатываются, чтобы помочь администраторам контролировать конфигурацию и задачи производительности для рабочих станций в компьютерных сетях и создать специальную управляющую библиотеку инструментов сценария.

### III. Выводы

Предложено системное решение задач мониторинга состояния ресурсов компьютерной сети на основе использования PowerShell - оболочки командной строки и скриптового языка. Предложена архитектура такого репозитория инструментальных средств и концепция использования этих средств в задачах непрерывного мониторинга состояния ресурсов компьютерной сети. Отдельно рассмотрена задача создания скриптов с использованием счетчиков.

Полученные решения предназначены помочь администраторам контролировать состояние компонент в компьютерных сетях и создать специальную управляющую библиотеку инструментов для мониторинга компьютерной сети.

Практической значимостью полученных результатов является то, что эти результаты могут быть успешно использованы для решения задач компьютерного управления всей инфраструктурой компьютерной сети.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Счетчики производительности [электронный ресурс]/Сайт Очередной блог системного администратора. – Режим доступа: <http://blog.bissquit.com/windows/windows-server/performance-counters>. – Заголовок с экрана.
- [2] Использование счетчиков производительности для мониторинга [электронный ресурс]/Сайт «Windows IT Pro/RE» выпуск №04, 2010. – Режим доступа: <https://www.osp.ru/winitpro/2010/04/13003220>. – Заголовок с экрана.
- [3] Википедия [Электронный ресурс]/Сайт Windows PowerShell — Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Windows\\_PowerShell](https://ru.wikipedia.org/wiki/Windows_PowerShell)
- [4] Info-Comp [Электронный ресурс]/Сайт Основы Windows PowerShell — Режим доступа: <http://info-comp.ru/sisadminst/546-windows-powershell-basics.html#PowerShellVersions>
- [5] www.ibm.com [Электронный ресурс]/Сайт Continuous system-performance monitoring advantages — Режим доступа: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/ssw\\_aix\\_71/com.ibm.aix.performance/advantages\\_cont\\_monitoring.htm](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/ssw_aix_71/com.ibm.aix.performance/advantages_cont_monitoring.htm)
- [6] Techdays [Электронный ресурс]/Сайт Доклад о возможностях PowerShell и основах написания сценариев — Режим доступа: <https://www.techdays.ru/videos/1187.html>
- [7] Франк Кох. Windows PowerShell(Введение в технологии языка сценариев для пользователей без базовых знаний). — С. 44. — [http://window.edu.ru/resource/459/61459/files/Windows\\_Powershell%20-%20RU.pdf](http://window.edu.ru/resource/459/61459/files/Windows_Powershell%20-%20RU.pdf)
- [8] Oszone.net [Электронный ресурс]/Сайт Применение счетчиков производительности. Часть 1 — Режим доступа: <http://www.oszone.net/12774/perfmon1>



# Визначення розташування об'єктів у просторі

Шевченко Ігор Олександрович,  
Варфоломєєв Антон Юрійович,  
Лебедев Денис Юрійович

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
просп. Перемоги 37, Київ 03056, shigor1206@gmail.com

**Анотація.** Запропоновано спосіб визначення місцеположення об'єкта в двовимірному просторі за допомогою морфологічних операцій цифрової обробки зображень. Наведено приклади практичної реалізації цих методів для застосування на конвеєрних лініях автоматичного виробництва.

**Ключові слова:** пошук об'єкту на зображенні, пошук центру об'єкта, морфологічна обробка зображень.

## I. ВСТУП

На сьогоднішній день більшість виробництв є автоматичним. Промислові роботи замінили людей майже на всіх стадіях – від прийому сировини до контролю якості вихідного продукту.

В умовах виробництва, де об'єкти потрапляють у випадковому порядку на конвеєрну лінію, з'являється задача пошуку їх місцеположення в просторі для подальшого надання координат маніпулятору [2] (керований механізм, виконуючий рухові функції, аналогічних руці людини) котрий виконуватиме подальші технологічні операції.

“Очами” промислових роботів слугують відеокамери, котрі реєструють деяку частину простору та за допомогою методів цифрової обробки зображень проводять її аналіз.

У даній роботі пропонується алгоритм пошуку об'єктів на світлині за допомогою морфологічних операцій.

## II. ЗАПРОПОНОВАНЕ РІШЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТ

Для виконання морфологічної операції потребуються два двійкових зображення: вхідне та структурний елемент (примітив). Якщо відеокамери роблять знімок в кольорі, для подальшої обробки треба перевести його за відомими формулами у градації сірого та біналізувати по пороговому значенню [3]. Структурний елемент являє собою довільну матрицю (як правило симетричну та значно меншу вхідного зображення), вміст якої залежить від розв'язуваної задачі.

Морфологічні операції проходять наступним чином: на кожен піксель двійкового вхідного зображення по черзі накладається примітив. Перевіряється деяка умова на відповідність пікселів структурного елемента і точок зображення під ним. Якщо точки співпадають, то виконується задана операція, базовими з яких є ерозія та дилатація. На рис. 1 наведено приклад їх виконання.

На основі базових операцій виконують більш складні – розмикання, замикання, потоншення, реконструкцію, пошук контурів та інші [3]. Також є можливість виділити зв'язні області – ті котрим для кожного пікселя з області існує сусід з тієї ж області. Виділивши такі області можна аналізувати їх властивості, а саме – знаходити периметр,

площу, описуючий еліпс, координати центру мас та багато інших параметрів.

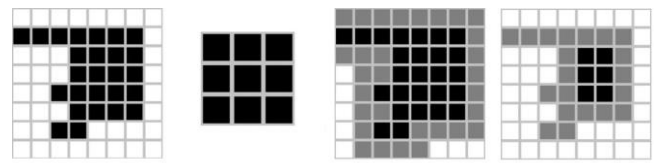


Рисунок 1. Виконання базових морфологічних операцій

Застосуємо морфологічні операції для знаходження координат об'єктів на конвеєрній лінії. Вхідне зображення завчасно переведемо у двійкове та знайдемо масив компонентів зв'язності виконавши розмикання – послідовну дилатацію та ерозію, що розділить області, які можуть випадково знаходитись занадто близько одна до одної. Після цього знайдемо центри мас, координати яких будуть повністю описувати місцеположення об'єкту на двовірній площині. При необхідності можна проаналізувати форму, виділити контури чи знайти займану площину. На рис. 2 наведено приклад виконання цієї процедури. Вхідне зображення – конвеєрна лінія шоколадних цукерок, котрі робот-фасовщик маючи координати центру (білі зірочки) захоплює своїм маніпулятором та переміщає у відповідну нішу в коробці.

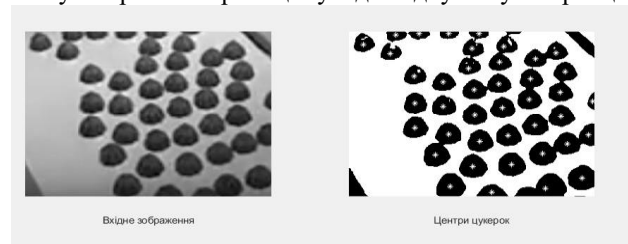


Рисунок 2. Пошук місцезнаходження об'єктів на зображенні

## III. ВИСНОВКИ

В роботі представлено спосіб пошуку центрів об'єктів на зображенні. Алгоритм є простим у реалізації оскільки на конвеєрних лініях дотримуються майже ідеальні умови освітлення, що дозволяє якісно проводити морфологічні операції. Це надає можливість легко виділяти потрібні області, та аналізувати їх властивості. Також морфологічні операції дозволяють за рахунок процедури розмикання відокремити об'єкти котрі торкаються один одного, тим самим створюючи спільну область зв'язності.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Иванов А. Основы робототехники. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 223 с
- [2] Зенкевич С. Л., Основы управления манипуляционными роботами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 480 с.
- [3] Р. Гонсалес Р., Вудс Р. “Цифровая обработка изображений”, М.: Техносфера, 2012. — 1105 с.

# Исследование механизма фишинговых атак

Скакун Ростислав Гориславович<sup>1</sup>,  
Кудрявцева Марина Сергеевна<sup>2</sup>

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
проспект Науки 14, Харьков UA-61166, Украина,  
<sup>1</sup>rostyslav.skakun@nure.ua,  
<sup>2</sup>maryna.kudryavtseva@nure.ua

**Abstract.** Phishing is one of the major problems faced by cyber-world and leads to financial losses for both industries and individuals. Phishing website looks very similar in appearance to its corresponding legitimate website to deceive users into believing that they are browsing the correct website. This paper presents a comprehensive analysis of phishing attacks, their exploitation, some of the recent visual similarity based approaches for phishing detection, and its comparative study.

**Keywords:** internet, phishing, fraud, spam, Safe Browsing, e-mail.

## I. ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Согласно данным исследований [1], фишинг и другие виды кражи персональных данных ежегодно наносят ущерб приблизительно на 5 миллиардов долларов США, атакуя как обычных пользователей, так и целые корпорации. Фишинг – это преступление, направленное на получение конфиденциальных данных пользователя обманным путем, будь то спам – рассылка, подделка веб – сайта известного бренда или даже взлом официальных сайтов. Распознавание фишинговых атак с высокой точностью – сложная задача. Анализ поддельного веб-сайта включает в себя объемный перечень анализируемых критериев и переменных, при этом актуальность такого анализа сохраняется только при постоянном совершенствовании методов борьбы с интернет-мошенничеством. Борьба с фишингом ведется с 90-х годов 20-го века, но из года в год злоумышленники всегда находили обходные пути для успешных атак пользователей, а объем этого преступного рынка только продолжает расти. Стоит отметить рост финансовых потерь и объемов фишинга с 2005 по 2015 годы [2], что представлено на рис. 1 и рис. 2.

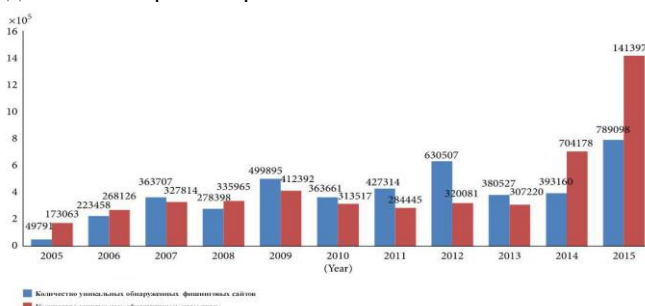


Рисунок 1. Статистика по обнаружению поддельных сайтов и спам-атак

Можно заметить, что рост количества атак растет практически в геометрической прогрессии. Но, несмотря на возросшее количество вредоносных сайтов, финансовые потери удается сдерживать на одном уровне.

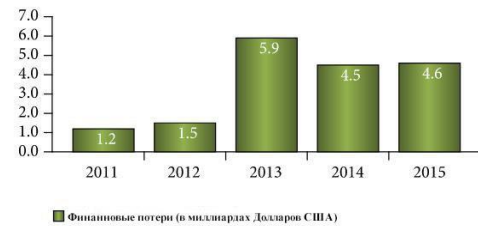


Рисунок 2. Общемировые финансовые потери

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Механизм фишинга остается неизменным и по сей день:

- атакующий имитирует реальный сайт, устанавливая его копию на схожее с реальным доменное имя. Рядовому пользователю интернета, не имеющему должного представления о компьютерной безопасности, достаточно тяжело распознать подделку. Поддельный сайт, как правило, имеет специальные поля для ввода данных и может быть предназначен для кражи аккаунтов, паролей, номеров кредитных карт и многих других ценностей;
- атакующий рассылает ссылку на поддельный сайт с помощью различных методов спама (e-mail рассылки, спам в социальных сетях и т.д.);
- жертва атаки, получив фишинговую ссылку, под разными предлогами оставляет свои конфиденциальные данные, тем самым передавая их злоумышленнику;
- атакующий использует эти данные на реальном веб-сайте, похищая собственность жертвы либо использует полученные данные для будущих атак.

Очевидно, что сейчас множество таких атак может быть отражено средствами различных защитных механизмов, таких как спам-фильтры, черные списки сайтов, составляемые браузерами, антивирусы и специальные антифишинговые системы. Но на практике мошенники давно модифицировали свои способы продвижения поддельных сайтов, создавая большую угрозу даже для тех людей, которые не пользуются почтовыми сервисами и привыкли ожидать фишинговых атак только средствами e-mail рассылок.

Возросшая эффективность атак связана со значительным уменьшением цикла жизни поддельных сайтов. Создание поддельных сайтов, спам и многие другие действия уже давно автоматизированы. Технология Google Safe Browsing [3] внедрена во все популярные веб-браузеры: Safari, Chrome, Mozilla, Opera и др., и работает по принципу:

- сканирование потенциального вредоносного веб-сайта. При помощи сбора жалоб, эвристического и интеллектуального анализа сайт утверждается как опасный;

- адрес опасного веб-сайта заносится в специальную базу данных «черного списка» веб-сайтов;
- пользователь, использующий браузер с технологией Safe Browsing, получит предупреждение при посещении сайта, внесенного в «черный список».

Система работает исправно, но время, необходимое для распознавания поддельного веб-сайта, варьируется в среднем от 2 до 48 часов.

Естественно, за это время сайт может нанести большой ущерб. Возникает проблема – жизненный цикл вредоносного сайта будет составлять от 2 до 48 часов, а создание нового не составит проблемы для злоумышленника. Именно эта уязвимость породила новую волну поддельных сайтов – однодневок, а все более изобретательные способы их продвижения подвергают опасности практически любого пользователя.

Одним из таких методов продвижения являются рекламные кампании Google Adwords, безответственная модерация которых привела к тому, что в ответ на поиск официального сайта, в поисковую выдачу попадали их клоны – подделки, при этом находясь в самых верхних, платных строках выдачи. По подсчетам Киберполиции Украины, только одна рекламная кампания, направленная на пользователей криптовалютного кошелька blockchain.info с сентября по декабрь 2017 года позволила злоумышленникам похитить около 700 биткоинов, что на данный момент эквивалентно 5 млн долларов США. Успех данной кампании обусловлен тем, что пользователи привыкли доверять ссылкам из поисковой выдачи, которые находятся в верхних строках, обычно занимают официальные и проверенные сайты.

Пример такой поисковой выдачи Luno – сервис по покупке криптовалют, пользователи которого были целью злоумышленников, изображен на рисунке 3 [4]:

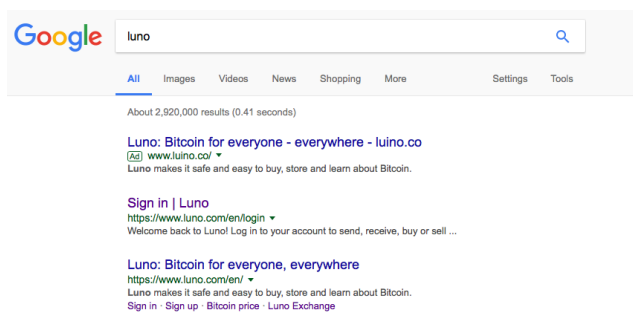


Рисунок 3 – Поисковая выдача по запросу Luno

Самая верхняя строка выдачи является ссылкой на фишинговый сайт.

Несмотря на то, что Google уже отреагировала и направила больше средств на модерацию рекламных кампаний, никто не гарантирует, что мошенники не найдут новые обходные пути для продвижения. И не смотря на новые методы борьбы с фишингом, основанных на использовании искусственного интеллекта и анализа данных, никакого гарантированного средства защиты на данный момент не существует. Но практически полностью можно себя обезопасить соблюдая такие простые правила:

- при вводе пароля, данных банковской карты или важных сведений необходимо убедиться в том, что находишься на оригинальном веб-сайте. Домен должен быть идентичен оригинальному, не должно присутствовать посторонних символов юникода, включая нелатинские символы из других языков (т.н. интернациональные доменные имена [5]), которые визуально практически не отличаются от латинских;
- фишинговые рекламные кампании направлены на максимальное привлечение пользователей, часто предлагая очень выгодные сделки и условия. Необходимо осознавать, что многое из того, что обещает быструю прибыль или экономию, может быть попыткой завладеть данными кредитных карт или учетных записей;
- социальная инженерия – частый прием в мошенничестве. Если содержимое письма или сайта призывает к срочным действиям и создает стрессовую ситуацию, скорее всего, оно вредоносное.

### III. Выводы

Ознакомившись с методами похищения конфиденциальных данных и рассмотрев способы борьбы с ними, может показаться, что современные системы совсем не защищают пользователя от фишинговых атак, поисковые сайты переполнены опасными ссылками, а рекламные гиганты только способствуют всему этому, но это не так. Борьба ведется очень активно, и огромная часть атак остается отраженной, браузеры пополняются системами распознавания опасностей, защищая пользователей и затрудняя кражу их данных. И все же наиболее эффективной борьбой с любыми типами похищения данных могла бы стать массовая осведомленность пользователей об опасностях в интернете и своевременное информирование об актуальных угрозах. Крупные компании давно ввели программу обучения сотрудников на тему компьютерной безопасности, что потенциально защитит их от большинства фишинговых и других типов атак, полагающихся на социальную инженерию и человеческий фактор. Но компании – не единственные жертвы мошенников. Соблюдение безопасности в интернете ложится и на плечи обычных малообразованных в этой сфере пользователей. Потому своевременное оповещение своих коллег и знакомых, а также распространение основных правил безопасности положительно скажется на защищенности пользователей в целом.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] B. B. Gupta, A. Tewari, A. K. Jain, and D. P. Agrawal, "Fighting against phishing attacks: state of the art and future challenges," *Neural Computing and Applications*, 2016
- [2] G. Weaver, A. Furr, and R. Norton, *Deception of Phishing: Studying the Techniques of Social Engineering by Analyzing Modern-Day Phishing Attacks on Universities*, 2016
- [3] M. Moghimi and A. Y. Varjani, "New rule-based phishing detection method," *Expert Systems with Applications*, изд. 53, стр. 231–242, 2016.
- [4] Realini, Carol "Financial Inclusion at the Bottom of the Pyramid" *FriesenPress*. стр. 188, 2016
- [5] Dürst, Martin J. "Internet Draft: Internationalization of Domain Names. The Internet Engineering Task Force (IETF)", *Internet Society (ISOC)*, 2009

# Простой IoT сервис удаленной диагностики для пользователя автомобилем

Саенко Владимир Иванович<sup>1</sup>,  
Соловьев Максим Игоревич<sup>2</sup>

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave,  
Kharkiv UA-61166, Ukraine,  
<sup>1</sup>vladimir.sayenko@nure.ua, <sup>2</sup>maxsolovj@gmail.com

**Abstract.** Budding and dynamically developing market of information technologies today is Internet of Things. This direction is perspective in the automotive sector. In the paper a simple inexpensive service for remote car diagnosis is considered. It is based on the use of IoT technologies. It is designed to control a car battery. The service implementation system includes sensors, operating devices, a mobile application and a cloud platform. The cloud platform is used for connecting these parts to each other. The system is cross-platform orientation and can be installed on any car that has the battery. In addition the system cost is minimized due to a flexibility set of functions and functionality for specific task. The main market for such systems is the fleet of vehicles with mileage.

**Keywords:** IoT; Автомобильный сервис; Облачные вычисления; Мобильное приложение; Микросервисная архитектура; Java; AWS

## I. ВВЕДЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Информационные технологии сегодня проникают во все сферы деятельности человека и интегрируются с основными процессами этой деятельности или с функциями объектов. Чаще всего эта интеграция осуществляется в виде информационных сервисов. Отдельным направлением таких сервисов является Интернет Вещей (the Internet of Things, IoT). Это направление сегодня является одним из самых перспективных и динамично развивающихся. В течение последних лет рынок IoT показывает стабильно высокий уровень прироста как в процентном соотношении, так и в номинальном. В то же время, как указывалось в [1], это направление имеет свои характерные проблемы. Одна из причин – необходимость быстрого внедрения информационных технологий в уже существующие функциональные структуры объектов при отсутствии хорошо проработанной документации. Такая интеграция не должна снизить основные экономические показатели для основной системы.

Одной из промышленных областей, где IoT технологи успешно начали внедряться, оказалась автомобильная промышленность. Потенциал этой области очень велик. Автомобильные концерны, тюнинг-ателье, производители электрооборудования, мобильные компании предлагают свои IoT решения для автомобилей. Среди них можно выделить "умные" системы безопасности с геопозиционированием, удаленную диагностику и приглашение на обслуживание при возникновении неисправностей, системы бесключевого доступа и системы дистанционного управления. Специфика данных решений состоит в их премиальном статусе, предназначенном для дорогих автомобилей. Ориентация на подобный сегмент рынка обусловлена трудоемкостью и наукоемкостью направления в

противовес экономическому показателю возврата инвестиций. Дорогие системные решения приносят большую прибыль [2].

Анализ рынка Украины показал, что наблюдается моральное старение автопарка. Это означает, что большинство существующих IoT решений часто невозможно реализовать на многих устаревших автомобилях по техническим причинам. В то же время существует формальный спрос на эти изделия и для устаревшего парка автомобилей, и автомобилей с пробегом. Данный сегмент рынка представляется также перспективным для внедрения небольших сервисных систем IoT. Согласно [2, 3], соблюдая общие принципы построения бизнес-процессов, такие сервисные системы должны быть недорогими, легко интегрироваться в любую конфигурацию автомобиля и позволять расширять свою функциональность (гибкость).

Для обеспечения свойств мобильности в таких системах целесообразно использовать облачный сервис. Сами по себе, облачные технологии на сегодняшний день имеют сложные инфраструктуры, направленные на создание, развертывание, тестирование и поддержание сервисов [4]. Это приносит большую мобильность и отказоустойчивость, необходимые для автомобильных сервисов. Все сказанное создает базу готовых технологических решений для создания сервисных систем на основе концепций IoT

В работе рассматривается задача разработки простого недорогого сервиса на основе IoT технологий. Основными итоговыми показателями такого решения становятся стоимость и модульность.

## II. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Предлагается диагностическая система удаленного контроля состояния автомобиля. При этом рассматриваются только определенные его характеристики.

Система состоит из физического устройства (датчики и передающие элементы), мобильного приложения для отображения информации; и обрабатывающего серверного приложения. Для примера рассмотрен сервис контроля аккумуляторной батареи [5]. В рамках данного сервиса отображаются величины напряжения аккумуляторной батареи автомобиля на мобильном устройстве клиента, и предоставляется возможность дистанционно включать и выключать данную батарею с мобильного устройства.

Почему данная задача является актуальной? Каждый автомобиль имеет пусковой ток двигателя, т. е. минимальное напряжение в вольтах, которое необходимо для запуска двигателя. При наличии информации о напряжении, которое выдает батарея в данный момент, можно определить способность аккумулятора завести автомобиль. Второй аспект

ориентирован на сохранение заряда батареи, поскольку даже не заведенный автомобиль является крупным потребителем энергии аккумулятора. Возможность дистанционно отключать аккумулятор даст не только экономию заряда, особенно в зимний период, но и станет дополнительной системой безопасности при попытке кражи.

Расширенная структура системы, реализующей данный сервис, включает три компонента: физическую часть (средства идентификации, измерения и передачи данных), прикладную (мобильные приложения для клиента) и средства взаимосвязи между ними (облачные ресурсы).

Физическое устройство и датчики согласно общей концепции IoT [6] целесообразно строить, исходя из подхода микросервисной архитектуры. В этом случае каждое физическое устройство отвечает за свой сервис. Парадигма данной архитектуры позволит наилучшим образом создать масштабируемую систему, это крайне необходимо в рамках рассматриваемого решения. Основным достоинством данного выбора является наличие готовых, открытых программных и концептуальных решений, доступных для использования без лицензий. К самой распространенной группе таких решений относится продукция на базе Arduino [7].

Для создания мобильного приложения целесообразно использовать язык программирования Java, который является объектно-ориентированным и агрегирует преимущества данной концепции [8], а с другой стороны, имеет библиотеки, позволяющие удобно взаимодействовать компонентам физической системы и управляющего приложения [9]. Эта технология является кроссплатформенной и позволяет создавать приложения под самые популярные платформы iOS и Android.

Для создания управляющего приложения предлагается использовать облачные платформы с расширенной функциональностью. В частности облачное решение Amazon - AWS имеет три сервиса, состоящих из множества инструментов, которыми можно воспользоваться для построения IoT автомобильного сервиса. К ним относятся: AWS IoT Core - платформа, которая позволяет подключенным устройствам легко и надежно взаимодействовать с облачными приложениями и другими устройствами; AWS IoT Device Management - сервис, который упрощает безопасное размещение, организацию, мониторинг и дистанционное управление устройствами IoT; AWS Greengrass - это программное обеспечение, которое позволяет безопасно запускать локальные вычисления, обмениваться сообщениями и кэшировать данные для подключенных устройств. [10].

Предлагаемое решение может быть сравнено с системами дистанционного управления автомобилем. Но системы дистанционного управления имеют высокую стоимость и излишнюю функциональность. Иногда эти системы снижают безопасность

эксплуатации автомобиля, позволяя использовать их функциональность при угоне автомобиля. Эти системы направлены в первую очередь на удобство водителя, но не на сохранение работоспособности батареи. В большинстве случаев такие системы могут обслуживаться только у производителя.

Предлагаемое решение лишено недостатков систем дистанционного управления, оно направлено на решение конкретной, узкой задачи. В отличие от других IoT систем, которые устанавливаются на автомобили, сохраняется возможность обслуживаться на любом СТО, в связи с тем, что решение никак не влияет на работу любой другой системы автомобиля. Предложенное решение оставляет автомобиль в безопасности, так как влияет только на работу аккумуляторной батареи.

Достоинствами предлагаемого решения являются его кроссплатформенность, так как система может быть установлена на любое авто имеющее аккумулятор. Кроме того, минимизируется стоимость системы благодаря ограниченному для узкой задачи набору деталей и простой функциональности.

### III. Выводы

Рассмотрен простой недорогой сервис удаленной диагностики состояния автомобиля, основанный на использовании технологий IoT. Он предназначен для удаленной диагностики и управления автомобильной батареей. Система реализации сервиса включает в себя датчики, операционные устройства, мобильное приложение и облачную платформу для соединения этих частей друг с другом. Основным рынком потребления таких систем рассматривается парк автомобилей с пробегом.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Грингард С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / Сэмюэл Грингард., 2017. – 188 с
- [2] Остервальдер А. Построение бизнес-моделей. / А. Остервальдер, И. Пинье., 2017. – 288 с.
- [3] Ньюмен С. Создание микросервисов / Сэм Ньюмен. – Санкт Петербург: Питер, 2016. – 304 с..
- [4] Erl T. Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture / T. Erl, R. Puttini, Z. Mahmood., 2013. – 528 с.
- [5] Kofman F. Conscious Business: How to Build Value through Values / Fred Kofman., 2013. – 360 с. – (Reprint edition).
- [6] Kranz M. Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry / Maciej Kranz., 2016. – 272 с.
- [7] Purdum J. Beginning C for Arduino: Learn C Programming for the Arduino (Technology in Action) / Jack Purdum., 2012. – 280 с. – (Technology in Action).
- [8] Вайсфельд М. Объектно-ориентированное мышление / Мэтт Вайсфельд. – Санкт Петербург: Питер, 2014. – 304 с.
- [9] Хорстманн К. Java. Библиотека профессионала. Том 1. Основы / К. Хорстманн, Г. Корнелл., 2014. – 864 с.
- [10] Rossman J. The Amazon Way on IoT: 10 Principles for Every Leader from the World's Leading Internet of Things Strategies / John E. Rossman., 2016. – 168 с

# Компенсація акустичного ехо на мобільних пристроях

Стрельченко Олександр Леонідович

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського», 03057, м. Київ, вул. Металістів 8, Україна, olexandrstr@gmail.com

**Анотація.** Дана робота пропонує підхід до рішення задачі компенсації акустичного ехо для мобільних додатків, який складається з комбінації лінійної і нелінійної обробки, з забезпеченням хороших показників зниження ехо-складової та низької складності обчислень. Зі збільшенням кількості мобільних пристроїв з функціями голосового набору і керування, ехо-компенсація стає ще більш актуальною задачею, маючи негативний вплив як на системи АРМ так і на досвід користувача.

**Ключові слова:** ехо-компенсація; акустичне ехо; ЦОС; мовлення; системи АРМ

## Вступ та постановка задачі

Ефект проникнення паразитного сигналу з динаміка на мікрофон через акустичне середовище називають акустичним ехо. Ефект акустичного ехо властивий усім мобільним пристроям, які можуть одночасно відтворювати і записувати звуковий сигнал. Ефект акустичного ехо негативно впливає як на комунікаційні додатки (під час розмови з динаміка чути власний голос) так і на системи автоматичного розпізнавання мовлення (АРМ). Процес зменшення вмісту ехо-складової в вихідному сигналі називають ехо-компенсацією. Незважаючи на десятки років досліджень і велику кількість теоретичних напрацювань, задача ехо-компенсації не є вирішеною для всього спектру практичних застосувань [1].

В даній роботі пропонується алгоритм вирішення задачі ехо-компенсації для мобільних додатків. Ключовою вимогою є забезпечення максимального часу роботи від батареї (низька обчислювальна складність), при низькому рівні вмісту ехо-складової в вихідному сигналі..

## Вирішення проблеми та результати

Для рішення задачі ехо-компенсації потрібно створити модель ехо-шляху, потім, маючи модель і зразок вихідного сигналу, розрахувати оцінку ехо-складової і відняти її від вхідного сигналу. Ехо-шляхом для мобільних пристроїв є ланцюг із динаміка, повітря і мікрофону. Кожен етап даного шляху вносить спотворення в сигнал: лінійні спотворення під час поширення повітрям, нелінійні спотворення в динаміку і мікрофоні.

Природним для даної задачі є використання адаптивних фільтрів [2]. Дослідження показали, що лінійні фільтри на справляються з задачею моделювання ехо-шляху, оскільки не можуть змоделювати суттєві нелінійні спотворення в сучасній мініатюрній компонентній базі. Нелінійні фільтри показали можливість якісного моделювання ехо-шляху [2-3], але їх використання зв'язано з великою кількістю обчислень.

Для вирішення задачі пропонується послідовне включення лінійного і нелінійного фільтрів. Лінійна

частина складається з лінійного адаптивного NLMS фільтру в частотній області. Розмір фільтру прямо пропорційний довжині ехо-шляху, яку треба змоделювати. Для мобільних пристроїв відстань від динаміка до мікрофону не велика, тому довжина фільтра в 20 мс є достатньою. Необхідною умовою є синхронізація вхідного і вихідного (зразкового) сигналів на вході адаптивного фільтру, для забезпечення стаціонарності та зменшення довжини фільтру до мінімуму. Для забезпечення кращого сходження адаптивного фільтра, потрібно використати механізм детектування подвійної розмови (DTD), який керуватиме процесом адаптації [4].

Входом нелінійного фільтру є вихід лінійного - сума корисного сигналу і нелінійної ехо-складової. Це дозволяє звести задачу компенсації нелінійної ехо-складової до задачі продавлення адитивного шуму. Такий підхід вимагає оцінки потужності шуму для кожного частотного відліку. Для зменшення складності обчислень, пропонується оцінювати відношення сигнал-шум не по частотних відліках, а по полосах частотного сприйняття, використовуючи психоакустичну метрику ERB [5].

## Висновки

В даній роботі запропоноване вирішення задачі ехо-компенсації для мобільних пристроїв. Якісні тести запропонованого підходу показують суттєве зменшення ехо-складової в вихідному сигналі. Кількісні виміри на системі Google Cloud Speech показали приріст розпізнавання слів до 15%, приріст розпізнавання фраз-команд до 18%. Запропоновано алгоритм є альтернативою використанню нелінійних адаптивних фільтрів для ехо-компенсації. Йому властива дещо гірша якість продавлення нелінійної ехо-складової, але набагато нижча обчислювальна складність, що забезпечить довший час роботи від батареї. Особливістю даного алгоритму є побічне зниження фонових шумів, що якісно впливає на сприйняття акустичного сигналу людським вухом, але практично не впливає на показники АРМ.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Sondhi M. M. "The History of Echo Cancellation", IEEE Signal Processing Magazine., Septembet 2006, pp. 95 – 102
- [2] Jong Han Joo, "Acoustic Echo Cancellation Techniques for Far-End Telephony Speech Recognition in Barge-In Situations", Contemporary Engineering Sciences, Vol. 7, 2014, no. 22, pp. 1113 – 1120
- [3] Stenger A., Rabenstein R. "Adaptive Volterra Filters for nonlinear acoustic Echo Cancellation", University of Erlangen-Nürnberg, Germany
- [4] M. Hamidia, A. Amrouche, and D. L. Wang, "Double-talk detector based on speech feature extraction for acoustic echo cancellation" SoftCOM, 2014
- [5] Howard D. M., Angus James, "Acoustics and Psychoacoustics", Taylor & Francis, 2001



# Структурные паттерны описаний внедряемых элементов информационной системы

Васильцова Наталия Владимировна<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
natalia.vasylytsova@nure.ua

Панферова Ирина Юрьевна<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
iryna.panforova@nure.ua

**Abstract.** *The main problem of representation of elements of the implemented information system is formulated. The need to develop patterns of representation of information system elements at the information level is conditioned. The models of basic structural patterns of the description of the elements of the implemented information system are developed. The main conditions for the application of the developed pattern models are singled out.*

**Keywords:** *information system, element, pattern, introduction, functional task.*

## ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ СТРУКТУРНЫХ ПАТТЕРНОВ ОПИСАНИЙ ВНЕДРЯЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Представлением элементов информационной системы (ИС) в ходе внедрения существующими стандартами и методологиями предложено считать множество возможных описаний элементов в виде текстов на естественных или формальных языках. Однако повторное использование подобных текстов чрезвычайно затруднено. Поэтому повторное использование таких представлений в процессах внедрения ИС нецелесообразно.

В то же время представления элементов ИС на уровне информации следует рассматривать как набор описаний этих элементов, выполненных с различных точек зрения различными участниками проекта создания ИС с целью фиксации знаний этих участников о предметной области и разрабатываемой ИС [1]. Однако рассмотрение представлений элементов ИС только как множества публикаций, выполненных одним или несколькими из перечисленных выше способов, является недостаточным для повторного использования этих элементов в других проектах создания и внедрения ИС. Для выделения из этих описаний знаний об управляемом объекте или процессе, а также о разрабатываемой ИС и об ее элементе необходим специальный механизм преобразования описаний элементов ИС к виду, пригодному для извлечения знаний.

Основной задачей исследования является разработка моделей структурных паттернов описаний внедряемых элементов ИС на уровне информации как инструмента, позволяющего решить задачу добычи знаний, доступных для повторного использования, из описания внедряемого элемента ИС. Эти паттерны должны быть в максимальной степени независимы от особенностей их технологической реализации, в частности – от особенностей формального описания конкретных моделей данных. Это условие позволит обеспечить возможность использования разрабатываемых паттернов даже в случае кардинального изменения технологий хранения данных.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРНЫХ ПАТТЕРНОВ ОПИСАНИЙ ВНЕДРЯЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Основными структурными паттернами описаний внедряемых элементов ИС будут являться [2]:

- а) структурный паттерн проектирования описания функциональной задачи (ФЗ) внедряемой ИС;
- б) структурный паттерн проектирования описания представителя Поставщика (разработчика) ФЗ ИС;
- в) структурный паттерн проектирования описания представителя Потребителя (пользователя) ФЗ ИС.

При этом под ФЗ ИС следует понимать не только перечень функций данной задачи, но весь комплекс проектных решений, образующий обеспечивающую часть данной задачи.

Применение предложенных паттернов возможно при выполнении таких условий:

- полная определенность организационной структуры предприятия и должностных обязанностей каждого сотрудника;
- внедрение и заполнение данными ФЗ ИС, которые обеспечивают автоматизацию процессов управления персоналом предприятия;
- предоставление сотрудникам ИТ-подразделения возможности контролировать все профили комплексов технических средств внедряемой ИС;
- предоставление сотрудникам ИТ-подразделения и сотрудникам, отвечающим за сохранение служебных тайн предприятия, информации о расписании работ пользователей ФЗ ИС.

## Выводы

Применение моделей предложенных паттернов значительно облегчает работы по внедрению ИС за счет учета индивидуальных особенностей внедряемых ФЗ ИС, а также участвующих в проекте представителей Поставщика и Потребителя. Однако область применения знаний, добытых в ходе внедрения ИС, требует дополнительных исследований.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Евланов М.В. Концепция представления требования к элементу информационной системы / М.В. Евланов, Н.В. Васильцова, И.Ю. Панферова // Вісник Кременчуцького національного університету. – 2014. – Випуск 5/2014 (88). – С. 34-41.
- [2] Васильцова Н.В. Профильный метод управления проектированием информационных систем организационного управления / Н.В. Васильцова, М.В. Евланов, И.Ю. Панферова, Е.С. Здор // Нові технології. Науковий вісник Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління. – 2006. – № 2(12). – С. 205-211.



# Мобильный сервис определения местоположения пользователя в закрытых публичных центрах

Саенко Владимир Иванович<sup>1</sup>,  
Волчанецкий Илья Сергеевич<sup>2</sup>

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave,  
Kharkiv UA-61166, Ukraine,  
<sup>1</sup>vladimir.sayenko@nure.ua, <sup>2</sup>illia.volchanetskyi@nure.ua

**Abstract.** The work examines the technology for building a location service for a user's mobile device in large public buildings. The technology is based on the use of signals from Wi-Fi networks installed in these buildings. Two methods of constructing the service are considered, in which the calculation is performed either on the user's device or on the server. Three existing algorithms for calculating the user's location are considered: Proximity, Centroid, Weighted Centroid. The modification of Weighted method is chosen as basic. The advantage of this technology is that it is not necessary to install any expensive equipment.

**Keywords:** indoor positioning; indoor navigation; Wi-Fi-based positioning system; geolocation; location calculation algorithm.

## ВВЕДЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

С развитием мобильных переносимых устройств (мобильные телефоны, планшеты) расширился набор информационных сервисных функций. Одной из требуемых функций становится определение местоположения пользователя. На открытой местности данная задача успешно реализуется существующими системами спутниковой навигации, такими как GPS, ГЛОНАСС, Galileo.

Существуют свои особенности при решении задачи определения местоположения в закрытых публичных пространствах. К таким пространствам относятся офисные здания, торгово-развлекательные центры, аэропорты, метро, университеты и т. п.

Решение задачи определения местоположения находит множество применений: отслеживание перемещения персонала в зданиях предприятий, предоставление пользователям мобильных устройств информации о размещении интересных объектов, сообщение информации членам компании о размещении каждого из них в пространстве публичного центра.

Применение традиционных спутниковых систем навигации становится ограниченным из-за преград в виде стен, перекрытий или слоя грунта (в случае с подземными сооружениями), которые существенно ослабляют радиосигналы, используемые в работе этих систем.

В то же время всё шире и шире распространяются беспроводные сети (WLAN), использующие радиосигналы для передачи данных. Наиболее популярным на данный момент является стандарт IEEE 802.11 Wi-Fi сети. Эти сети используются для предоставления сервиса доступа к Интернет в общественных местах. Будем рассматривать крупные публичные центры.

В работе рассматривается метод и технология построения сервиса определения местоположения пользователя мобильного устройства в больших

публичных зданиях, используя сигналы узлов Wi-Fi сетей, установленных в этих зданиях

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Предлагаемый метод основан на предположении, что мощность сигналов от заранее заданных узлов Wi-Fi сетей будет предсказуемо меняться в зависимости от местоположения приёмника.

Определение местоположение происходит таким образом: сначала устройство пользователя выполняет сканирование окружающих узлов (точек доступа) Wi-Fi сетей; затем информация о найденных сетях и мощностях сигналов обрабатывается алгоритмом, который на основе заранее подготовленных данных выполняет расчёт местоположения; далее рассчитанное местоположение используется для предоставления пользователю релевантной информации. Процесс расчёта местоположения повторяется с небольшим интервалом, например в 1 секунду. Алгоритм расчёта местоположения получает на вход данные в виде структуры, где каждой найденной сети ставится в соответствие её идентификатор (MAC-адрес или BSSID), а также мощность сигнала (обычно выраженная в децибел-милливаттах). Алгоритм выполняет сопоставление данных сетей с внутренней базой данных и выдает на выходе координаты устройства и по возможности предполагаемую точность.

Рассматривается два способа реализации сервиса. В первом случае расчёт местоположения выполняется на устройстве пользователя. Во втором – сервис имеет клиент-серверную архитектуру, при которой информация об окружающих сетях передаётся на сервер. Сервер выполняет расчёт местоположения и результат возвращается клиенту (пользователю).

Некоторые алгоритмы требуют выполнить запись реальных уровней сигналов по всему зданию с привязкой к координатам. Однако возникает проблема с тем, что невозможно определить текущие координаты без наличия альтернативной системы определения местоположения. Предлагается при записи использовать полуавтоматическую систему для установления текущих координат.

Рассматриваются три существующих алгоритма расчёта местоположения пользователя: Proximity, Centroid, Weighted Centroid.

Алгоритм Proximity (Ближайшая точка доступа), предложен в [1]. Он позволяет определить местоположение агента как местоположение точки доступа, сигнал которой имеет наибольшую мощность. Преимущества данного алгоритма – простота реализации и низкая вычислительная сложность. К недостаткам относится низкая точность. Данному алгоритму на вход достаточно данных о расположениях точек доступа.

Алгоритм Centroid (Центроид), описанный в [1], определяет местоположение агента как вычисление геометрического центра плоской фигуры, образованной

несколькими точками доступа. Преимущества данного алгоритма – простота реализации и низкая вычислительная сложность, для его работы необходимы только местонахождения точек доступа. Данный алгоритм даёт более высокую точность по сравнению с предыдущим, но не учитывает информацию о мощности сигналов. Поскольку результат работы данного алгоритма зависит только от списка обнаруженных точек доступа, а присутствие точки доступа в этом списке определяется тем, сможет ли устройство принять её сигнал, то точность будет ухудшаться, если устройство будет обнаруживать «лишние» точки доступа, находящиеся на относительно большом расстоянии.

Алгоритм Weighted Centroid (Центр масс), описанный в [1], определяет местоположение агента как линейную комбинацию координат точек доступа с учётом мощностей сигналов окружающих Wi-Fi точек доступа в качестве характеристики веса. Точность работы алгоритма зависит от количества обнаруживаемых сигналов от известных окружающих точек доступа Wi-Fi. Этот алгоритм хорошо использовать в пустых пространствах. Если на пути сигнала будут находиться предметы, мешающие его прохождению, то появятся ошибки в определении позиционирования.

Используя в качестве метрики значения уровня мощности узла Wi-Fi, следует учитывать возможность их искажения. К факторам, влияющим на точность определения местоположения, относятся:

- мощность принимаемого сигнала будет ошибочно определяться при изменении числа подключаемых к узлу пользователей;
- шкала значений абсолютной мощности у конкретного узла может быть сдвинута на некую постоянную величину;
- мощность сигнала варьируется от ориентации устройства: антенны современных мобильных устройств не являются идеально всенаправленными;
- мощность сигнала не будет постоянной из-за изменяющихся условий среды: перемещение людей и других предметов, способных поглощать или отражать сигнал.

Для оценки эффективности работы алгоритмов предлагается ввести метрики, основанные на использовании усреднённых значений ошибки – расстояния между рассчитанным местоположением и реальным. Такими метриками могут быть: среднее значений ошибки, среднеквадратичное отклонение значений ошибки и медиана ошибки.

Учитывая сказанное, предлагается использовать модификацию метода взвешенных оценок. Предлагаемый метод основан на использовании стационарных активных Wi-Fi точек публичного центра. Активные точки имеют фиксированное положение и позволяют рассматривать их, как узлы барицентрической системы координат. Вычисление координат пользователя основано на оценивании количества видимых Wi-Fi точек и их адресов с учетом уровня сигнала до каждой из них. Определенное положение совмещается с цифровой картой публичного центра. Положение рассчитывается, как усредненное на основании нескольких оценок, предлагая пользователю выполнить тестовые небольшие перемещения в заданной

позиции. Этим частично устраняется влияние посторонних препятствий. Расчет проводится специальным агентом, устанавливаемым, как услуга данного публичного центра. Этот сервис не универсален, а привязан к каждому конкретному публичному центру

Преимуществом данной технологии является отсутствие необходимости установки дорогостоящего оборудования: для работы используется существующая сетевая инфраструктура здания. Недостатком является тот факт, что пользователь должен установить дополнительно на свое мобильное устройство специальную программу-агент. Перемещение или замена точек доступа приводит к необходимости постоянного обновления данных (базовой карты) для работы сервиса. В местах отсутствия Wi-Fi сетей необходимо расширить покрытие для обеспечения работы сервиса.

## ВЫВОДЫ

В работе рассматривается технология построения сервиса определения местоположения пользователя мобильного устройства в больших публичных зданиях. Технология основана на использовании сигналов Wi-Fi узлов сетей, установленных в этих зданиях. Необходимость использования предложенной технологии обуславливается отсутствием возможности применения традиционных технологий локации местоположения. Рассматривается два способа построения сервиса, при котором расчёт выполняется либо на устройстве пользователя, либо на сервере. Рассматриваются три существующих алгоритма расчёта местоположения пользователя: Proximity, Centroid, Weighted Centroid. Предлагается расширение существующего метода «взвешенных оценок», как базового решения задачи. Рассматриваются особенности работы, преимущества и недостатки данных алгоритмов. Показываются факторы, влияющие на точность определения местоположения. Делается заключение о преимуществах и недостатках данной технологии в целом.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Обзор алгоритмов локального позиционирования для мобильных устройств / Р.М. Миннахметов, А.А. Рогов, М.Л. Цымблер. – Челябинск: ЮУрГУ, 2013. – 14 с..
- [2] Violettas, G. E.; Theodorou, T. L.; Georgiadis, C. K. (August 2009). "NetArgus: An SNMP Monitor #x00026; Wi-Fi Positioning, 3-tier Application Suite". 2009 Fifth International Conference on Wireless and Mobile Communications: 346–351.
- [3] Youssef, Moustafa; Agrawala, Ashok (2007-01-04). "The Horus location determination system". *Wireless Networks*. 14 (3): 357–374.
- [4] Chang, N; Rashidzadeh, R; Ahmadi, M (2010). "Robust indoor positioning using differential Wi-Fi access points". *IEEE Transactions on Consumer Electronics*. 56 (3): 1860–7.
- [5] Jaimyoung Kwon, Baris Dunder, Pravin Varaiya "Hybrid Algorithm for Indoor Positioning Using Wireless LAN", University of California
- [6] Ladd, A. M., Bekris, K. E., Rudys, A., Kavradi, L. E., and D. S. Wallach, On the Feasibility of Using Wireless Ethernet for Indoor Localization. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 20(3):In Press, June 2004.
- [7] Kotanen, A., Hannikainen, M., Leppakoski, H., and T. D. Hamalainen, Positioning with IEEE 802.11b wireless LAN, 14th IEEE Proceedings on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2003., Vol. 3, (September 2003):2218 - 2222.

# Дослідження моделей застосування GPS-систем у сфері транспортних послуг

Виниченко Андрій Сергійович,  
Міхнов Дмитро Кіндратович

Харківський національний університет радіоелектроніки  
проспект Науки 14, Харків, 61166, Україна,  
andrii.vynychenko@nure.ua

**Abstract.** *With the development of modern technologies, companies are getting more and more technical opportunities to improve the quality of their services. The GPS system is very popular on the market today. High competition in the market pushes companies which providing individual transportation services to continually improve their level of services provided. The analysis of business processes of transportation companies has revealed shortcomings typical for most of the companies in interaction with the client, which can be solved. Proposed solutions for such problems using the latest technical and technological developments.*

**Keywords:** *information system, GPS-systems, transportation systems, innovativeness.*

## Введення і постановка проблеми

З розвитком сучасних технологій компанії отримують все більше технічних можливостей для вдосконалення своїх послуг і збільшення гарантій якості їх надання.

Незважаючи на те, що спочатку проект GPS був направлений на військові цілі, сьогодні GPS широко використовуються в цивільних цілях. Системи GPS-моніторингу рухомих об'єктів отримують все більшу популярність і доступність на ринку технічних рішень.

Завдяки впровадженню систем глобального позиціонування у бізнес-процеси компаній, значних змін зазнала сфера транспортних послуг. Так, компанії, що надають індивідуальні послуги з перевезення, отримали нові можливості для вдосконалення рівня надаваних послуг, наприклад, відслідковування руху машини, складання оптимального маршруту у режимі реального часу.

Наразі існує безліч транспортних компаній які користуються GPS-системами у своїй роботі. Висока конкуренція на ринку і неможливість бескінченного зниження цін вимагає від компаній постійного пошуку методів для вдосконалення рівня надаваних клієнтам послуг.

Велике значення має вибір шляху вдосконалення. Кожна компанія має свої фінансові, технічні, географічні та багато інших особливостей. В ситуації, коли не існує універсального рішення, такі проблеми можуть бути вирішені методом порівняння з урахуванням найважливіших критеріїв. Тому вибір варіанту реалізації потребує детальної інформації щодо переваг того чи іншого методу у різних умовах.

## РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

Дослідив моделі застосування GPS-систем компаніями, що надають індивідуальні послуги з перевезення були знайдені і класифіковані найбільш поширені проблеми на кожному з етапів.

Наприклад, на сьогоднішній день компанії, що надають індивідуальні послуги з перевезення пасажирів, відчувають значні труднощі при різкому тимчасовому зростанні числа споживачів. Для підвищення рівня задоволення користувачів може бути поставлена і вирішена логістична задача, шляхом комбінування схожих маршрутів і виконання декількох замовлень за одну поїздки.

Надані рішення з кожної проблеми та рекомендації, щодо вибору методів враховуючи фактори, котрі на це безпосередньо впливають. Використовуючи надану інформацію можна досягнути значного вдосконалення бізнес-процесів компаній, що надають індивідуальні послуги з перевезення.

## ВИСНОВКИ

Аналіз бізнес-процесів виявив типові для більшості компаній недоліки при взаємодії з клієнтом, які можуть бути вирішені використовуючи останні технічні та технологічні розробки.

У роботі запропоновано ряд технічних рішень, які можуть значно вплинути на якість надання послуг або, вивести компанію на новий рівень надання послуг у роботі з клієнтами.

Надані рішення частково або цілком орієнтовані на покращення процесу взаємодії користувачів з системою та надання більш ефективних рішень проблем взаємодії постачальника з клієнтами. А саме ці фактори є найважливішими показниками інноваційності послуги.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Величко О.Г., Інноваційна діяльність у сферах техніки, технології, технічного регулювання і забезпечення якості: підручник – Донецьк: Свідлер, С. 203-204.
- [2] Лужецкий М. Г., Управление информационными системами электронной коммерции. Прикладная информатика. 2006. С. 65 - 71.
- [3] Ларінов, Ю. І., Дослідження операцій в інформаційних системах : навч. посібник Харків: Компанія СМІТ, 2005.
- [4] Козловский Е.К. Искусство позиционирования. Вокруг света. 2016. С. 204 - 210.
- [5] Терентьев А.В., Вантажні перевезення : навч. посібник. Санкт-Петербург, 2011. С. 210-218.

Серапинас Б.Б., Глобальні системи позиціонування, 4 видання, Москва, 2013. С. 43

# Анализ способов классификации CASE-средств

Левыкин Виктор Макарович<sup>1</sup>,  
Жужукин Денис Александрович<sup>2</sup>

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, Харьков, 61166, Украина,  
<sup>1</sup>viktor.levykin@nure.ua, <sup>2</sup>denis.zhuzhukin@gmail.com

**Abstract.** *In this paper, the main problems of designing information systems and technologies are considered. The main stages of the information systems design that are most labor-consuming are identified. The rationale for the use of CASE-tools to reduce the complexity of the work on the design of information systems and technologies is proposed. The representation of a typical CASE-tool is considered. The basic methods of classification of CASE-means are analyzed. The problem of choosing CASE-tools minimizing the laboriousness of works on the design of information systems and technologies is formulated.*

**Keywords:** CASE-tool, classification, choosing, laboriousness of works, design of information systems.

## ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ АНАЛИЗА И ВЫБОРА CASE-СРЕДСТВ

Современные подходы к проектированию информационных систем и технологий (ИСТ) требуют минимизации затрат на выполнение проектных работ. Основным способом такой минимизации следует считать снижение трудоемкости работ, выполняемых в ходе проектирования, внедрения и сопровождения ИСТ. Наиболее трудоемкими считаются работы, выполняемые на стадиях формирования требований и проектирования ИСТ. При этом большую роль играют методы визуального представления информации. Эти методы предполагают построение разнообразных графических моделей (диаграмм), использование многообразной цветовой палитры, сквозную проверку синтаксических правил. Графические средства моделирования предметной области позволяют разработчикам в наглядном виде изучать существующие ИСТ, перестраивать их в соответствии с поставленными целями и имеющимися ограничениями [1].

Современный рынок CASE-средств достаточно насыщен и насчитывает около 300 различных CASE-средств, наиболее мощные из которых так или иначе используются практически всеми ведущими западными фирмами [1]. Поэтому в ходе проектирования ИСТ возникает задача анализа и выбора таких CASE-средств, которые позволят минимизировать трудоемкость проектных работ в пределах всего проекта или хотя бы в пределах отдельных стадий проекта.

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ КЛАССИФИКАЦИИ CASE-СРЕДСТВ

Современное представление CASE-средств выделяет следующие особенности, присущие данным продуктам: наличие мощных графических средств для описания и документирования системы, обеспечивающих удобный интерфейс с разработчиком и развивающих его творческие возможности; интеграция отдельных компонентов CASE-средств, обеспечивающая управляемость процессом разработки ПО; использование специальным образом организованного хранилища проектных метаданных (репозитория) [1].

Поэтому типовое CASE-средство предлагается рассматривать как продукт, который состоит из таких компонентов:

- репозиторий, являющийся основой CASE-средства;
- графические средства анализа и проектирования;
- средства разработки приложений и генераторы кодов;
- средства управления требованиями;
- средства управления конфигурацией ПО;
- средства документирования;
- средства тестирования;
- средства управления проектом;
- средства реверсного инжиниринга ПО и баз данных.

Наиболее распространенными следует признать такие способы классификации CASE-средств [1-3]:

- по функциональной направленности;
- по уровням;
- по поколениям создания;
- по типам и категориям (отражает функциональную ориентацию на процессы жизненного цикла системы).

Кроме того, в [3] рассмотрены результаты сравнительного анализа CASE-средств по таким критериям:

- поддержка полного жизненного цикла ИСТ;
- обеспечение целостности проекта;
- независимость от платформы;
- одновременная групповая разработка баз данных и приложений.

## ВЫВОДЫ

Предлагаемые способы классификации не учитывают особенности представления типового CASE-средства и не позволяют облегчить решение проблемы выбора CASE-средств для снижения трудоемкости работ по проектированию конкретных ИСТ. Поэтому предлагается провести исследование по разработке таких критериев и модели, которые позволят выбрать CASE-средства, позволяющие снизить трудоемкости выполнения работ по проектированию ИСТ.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Общая характеристика CASE-средств // Сайт «Языки программирования». – Режим доступа: <http://www.maksakovsa.ru/CaseSredstva/HarakterCaseSr/index.html>. - Заголовок с экрана.
- [2] Билялова В.М. Сравнительный обзор case-средств для проектирования программных систем // Материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2015/857/8314>. - Заголовок с экрана.
- [3] Плотникова З.В. Сравнительный анализ CASE средств проектирования информационных систем / З.В. Плотникова, А.Д. Платонова // Технология приборостроения. – 2014. - № 1. – С. 24-27.

# ***ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ***

# Система интеллектуального анализа МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

Аксак Наталия Георгиевна<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, г. Харьков, UA-61166, Украина,  
natalia.axak@nure.ua

Новосельцев Игорь Валерьевич<sup>2</sup>,

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, г. Харьков, UA-61166, Украина,  
i.v.novoseltsev@gmail.com

Росинский Дмитрий Николаевич<sup>3</sup>,

<sup>3</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, г. Харьков, UA-61166, Украина,  
dmytro.rosinskyi@nure.ua

Лебедев Валентин Олегович<sup>4</sup>

<sup>4</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
пр. Науки 14, г. Харьков, UA-61166, Украина,  
lebedevvalen@gmail.com

**Аннотация.** Показаны направления применения интеллектуального анализа больших медицинских данных. Предложена структура нейросетевой медицинской экспертной системы, которая позволяет обрабатывать большое количество разнородной информации, включая цифровые фотографии. Разработанная платформа медицинской системы имеет свойство масштабируемости.

**Ключевые слова:** медицинская информационная система; обработка медицинских графических и текстовых данных.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день большие данные и их аналитика эффективно используются во многих областях. В информационных технологиях результаты анализа могут быть использованы в целях обеспечения безопасности. На основе моделей идентификации клиентов можно улучшать качество их обслуживания. Онлайн-транзакция помогает выявлять мошенничество. В процессе управления рисками в бизнесе и торговле прогнозируются факторы риска. В астрономии появляется возможность узнать больше о вселенной. Система здравоохранения становится способной предоставлять более качественные услуги.

За последние десятилетия в системе здравоохранения существенно увеличились объемы информации. Это привело к тому, что ее стали относить к системам больших данных. Сфера здравоохранения в процессе своего развития породила огромное количество данных, связанных с ведением записей и обслуживанием пациентов [1], что позволяет осуществлять широкий спектр медицинских функций, включая поддержку клинических решений, диагностику состояния здоровья на основе датчиков, мониторинг безопасности пищевых продуктов, эпиднадзор за болезнями и управление здоровьем населения и т.д. [2-4].

Например, для диагностики рака необходимы петабайты данных из разных источников для определения состояния болезни и потенциала выживания пациента. Кроме того, за счет персонализированных профилактики и ухода за пациентами на основе непрерывного мониторинга использование информационных технологий для

крупных медицинских услуг снижает стоимость здравоохранения, повышая его качество [5]. В этом контексте экспертами [6] дана оценка ежегодной экономии только в США \$300 миллиардов.

Сеть здравоохранения США насчитывает более 2700 организаций, больниц и оздоровительных систем, 90000 амбулаторий и 400000 врачей [7]. Накоплена обширная база данных с клинической и финансовой информацией как о пациентах, так и о поставках. На основе собранных данных получены отчеты (о клинических исследованиях, об использовании ресурсов и т.п.), которые позволили принимать более качественные решения и способствовали улучшению процессов лечения примерно в 330 больницах, сохранив при этом приблизительно 29000 жизней и сократив расходы на здравоохранение почти на 7 миллиардов долларов.

Таким образом, возникает актуальная проблема создания системы комплексного интеллектуального анализа медицинских данных, которая могла бы агрегировать и анализировать получаемую из разнородных источников разнотипную информацию, включая числовые, графические и текстовые данные, с целью принятия решений.

## НЕЙРОСЕТЕВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА

Типовой состав медицинских данных, накапливаемых лечебным учреждением, включает текстовые, графические и числовые данные следующих типов: лабораторные данные; инструментальные и визуализационные методы диагностики; показатели комплексного клинического осмотра.

На основе этих данных анализируются: кожа; дыхательная система; сердечно-сосудистая система; система органов пищеварения; мочевыделительная система; опорно-двигательная система; эндокринная система; нервная система и органы чувств.

На основе состава исходных данных определены задачи интеллектуального анализа медицинских данных:

- поиск по запросу сформированных данных, хранящихся в реляционной форме;
- классификация симптомов пациентов для решения задачи первичной диагностики;
- параллельная и распределенная обработка больших массивов данных.

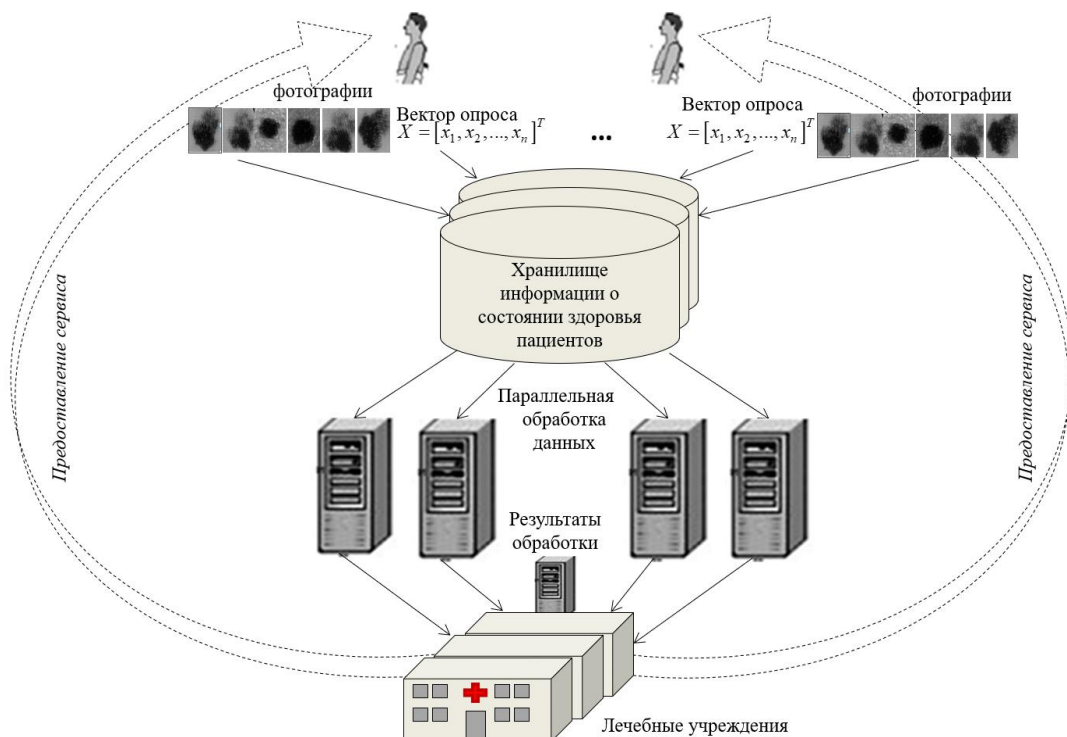


Рисунок 1. Архитектура системы интеллектуального анализа медицинских данных

К разрабатываемой системе выдвинуты следующие требования: географическое распределение ресурсов; большой объем разнородной информации; низкая стоимость; масштабируемость.

Основным назначением разрабатываемой системы является диагностика кожных заболеваний (меланомы) на основе накопленных клинических данных.

Состав и взаимосвязь компонентов нейросетевой медицинской экспертной системы  $S$  (рис. 1) выражается посредством преобразования входных значений  $X$  в выходные величины  $Y$ :

$$S \subset X \times Y, \quad (1)$$

где  $X(i) = [x_1(i), x_2(i), \dots, x_n(i)]$  – вектор опроса;

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_Q\}$  – множество классов.

Таким образом, симптомы заболевания пациента на основе вектора опроса  $X(i)$  классифицируются благодаря системе  $S$  при заданном числе эталонных образов  $Q$ , к которым относится заболевание.

Для выходных величин  $Y$  построено множество заданий, решение которых принадлежит множеству  $D_X = D_{\text{interview}} \cup D_{\text{photo}} \cup D_{NN}$ , где  $D_{\text{interview}}$  – задача составления вектора опроса,  $D_{\text{photo}}$  – задача обработки изображений кожного образования, которая сводится к определению изменения его размера,  $D_{NN}$  – задача постановки диагноза с помощью нейронной сети. Отображение  $T: X \rightarrow Y$  позволяет для каждого  $X(i)$  найти такое  $y_j \in Y$  ( $j = \overline{1, Q}$ ,  $Q$  – количество классов), которое является решением задачи  $D_X$ .

Для моделирования полученных теоретических результатов использована компьютерная сеть Fast Ethernet с физической топологией «звезда» со скоростью передачи 100 Мбит, которая состоит из 10 четырехядерных вычислителей Intel Core 2 Quad CPU Q8200 @2.33GHz. Распараллеливание выполнено с помощью технологий OpenMP и MS MPI на языке программирования C++ в операционной системе Microsoft Windows Compute Cluster Server 2003.

#### ВЫВОДЫ

В работе предложена архитектура нейросетевой медицинской экспертной системы (НМЭС), которая позволяет взаимодействовать с большим количеством разнородных источников, включая цифровые фотографии и медико-регистрационную информацию, и выполнять анализ больших медицинских данных различными методами.

Тестирование показало, что разработанная НМЭС позволяет повысить точность диагностики на 9,3 %.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] S. P. Kudyba, Healthcare informatics: improving efficiency and productivity. Boca Raton: CRC Press, 2010.
- [2] A. Dembosky, "Data prescription for better healthcare," Financial Times, vol. 11, no. 12, p. 19, 2012.
- [3] B. Feldman, E. M. Martin, and T. Skotnes, Big data in healthcare hype and hope. Dr. Bonnie 360, Oct. 2012.
- [4] L. M. Fernandes, M. O'Connor, and V. Weaver, "Big data, bigger outcomes," Journal of AHIMA, vol. 83, no. 10, pp. 38–43, 2012.
- [5] C. C. Yang, G. Leroy, and S. Ananiadou, "Smart Health and Wellbeing," ACM Trans. Manage. Inf. Syst., vol. 4, no. 4, Dec. 2013.
- [6] J. Manyika, M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh, and A. Hung Byers, Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity. McKinsey Global Institute, 2011.
- [7] B. K. Sarkar, "Big data for secure healthcare system: a conceptual design," Complex & intelligent systems, vol. 3, no. 2, pp. 133–151, 2017.



# Розробка програмного комплексу для автоматизації роботи агентства нерухомості

Сас Владислав Анатолійович<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave, Kharkiv UA-61166, Ukraine, vladyslav.sas@nure.ua

Барковська Олеся Юріївна<sup>2</sup>,

<sup>2</sup>Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave, Kharkiv UA-61166, Ukraine, olesia.barkovska@nure.ua

**Анотація.** Надана робота присвячена розробці веб-додатку для автоматизації роботи агентства нерухомості. Додаток використовує одні з найновіших технологій в веб-розробці, це Angular 4, ASP.Net Web Api 2, Entity Framework Code First, що забезпечує легке масштабування, будь це БД чи новий функціонал. Розроблений програмний комплекс являє сервіс, який призначений для надання послуг клієнтам щодо нерухомості, можливості подання заявки для перегляду нерухомості та автоматизації створення розкладу для перегляду нерухомості для рієлтора.

**Ключові слова:** веб-додаток, клієнт, сервер, база даних, рієлтор, Angular 4, Entity Framework Code First, ASP.Net Web Api 2.

## I. ВВЕДЕННЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Агентство нерухомості - комерційна організація, яка надає послуги клієнтам з професійного оформлення і супроводу всіх законних операцій з нерухомістю, таких як продаж і купівля житлової, замиської, комерційної, закордонної нерухомості.

Однією з основних проблем є те, що багато часу витрачається на підбір нерухомості клієнту в офісі або консультації по телефону, оформлення замовлення в Microsoft Excel. Причиною є відсутність єдиного місця зберігання розкладу всіх рієлторів і нерухомості, через що існує можливість втрати клієнтів. Після вибору клієнтом нерухомості, при оформленні договору, необхідно заново заповнювати інформацію про клієнта в договір, що впливає на швидкість обробки договорів і прибуток компанії.

Існуючі рішення дозволяють відображати інформацію про нерухомість на сайтах компанії, кожен може підібрати собі нерухомість, але у рієлторів відсутній особистий кабінет, в якому можна обробляти заявки, отримані від клієнтів, а також заповнювати форму заявки на перегляд нерухомості.

Також існують рішення, які спрощують роботу при оформленні договору, зберіганні даних про клієнтів, а також про нерухомість. В основному ці рішення або платні, або з обмеженим терміном дії безкоштовної версії.

Наведені фактори зумовлюють актуальність створення програмного комплексу, в якому будуть враховані недоліки існуючих систем, а також реалізований розширений функціонал, що забезпечує швидкість і простоту оформлення замовлень на перегляд і покупку нерухомості, доступний для рієлторів.

Завданням роботи є розробка комплексу десктопного та веб-додатка, що забезпечує швидкий доступ співробітників і клієнтів до оформлення договорів і перегляду нерухомості відповідно.

## II. ВИРШЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Запропоноване рішення являє собою комплекс веб-додатку і десктопного додатку, що включає (рис.1):

- клієнтський додаток;
- серверний додаток;
- базу даних.

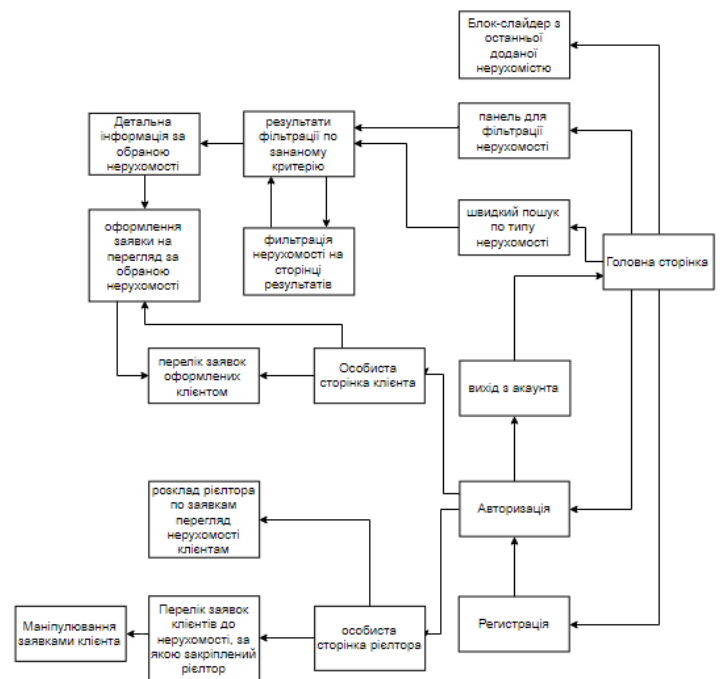


Рисунок 1. Логічна структура розробленого веб-додатку

Веб-додаток є SPA, спроектоване на Angular 4. Десктопна клієнтська частина спроектована на WPF [1,6].

Серверний додаток розроблено з використанням технології ASP.Net Web Api [4,5], яка відрізняється:

- легкістю масштабування;
- розширюваністю;
- надійністю (через строгу типізацію даних);
- безпекою (так як має вбудовані фільтри, такі як авторизація, аутентифікація та інше).

Для взаємодії бізнес логіки використовується Entity Framework, який дозволяє створювати модель БД за допомогою C # класів, що дозволяє швидко оновлювати модель БД, змінивши поля класу [2,3].

Десктопна клієнтська частина написана на WPF з використанням патерну MVVM, перевагою якого є декомпозиція програми на слабо пов'язані модулі, що дозволяє легко розширювати додаток новими рішеннями

Шифроване зберігання паролів в БД, безпечна взаємодія з даними користувача і авторизація відповідають ASP.NET Identity.

### III. ВИСНОВКИ

Розроблений програмний комплекс має наступні можливості:

- загальне джерело даних, у вигляді API, що дозволяє маніпулювати даними на десктопному додатку і відобразити зміни на веб сайті;
- розподіл ролей на адміністратора, ріелтора і клієнта з наданням певних можливостей кожної з ролей (рис.2,3,4);
- автоматизація процесу створення договору в десктопному додатку, де використовуються дані, наявні в БД, що дозволяє економити час на заповнення полів заново (рис.5);
- аналіз роботи співробітників адміністратором;
- особистий кабінет користувача, де можна переглядати стан заявки, а також бачити статус минулих заявок;
- особистий кабінет ріелтора з можливістю перегляду нових заявок і маніпуляція з ними;
- створення розкладу на перегляд нерухомості, де Ви пропонуєте клієнтам тільки вільні дати і час на перегляд нерухомості.

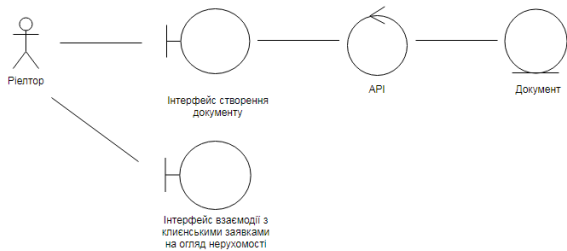


Рисунок 2. Деталізація можливостей для ролі ріелтора

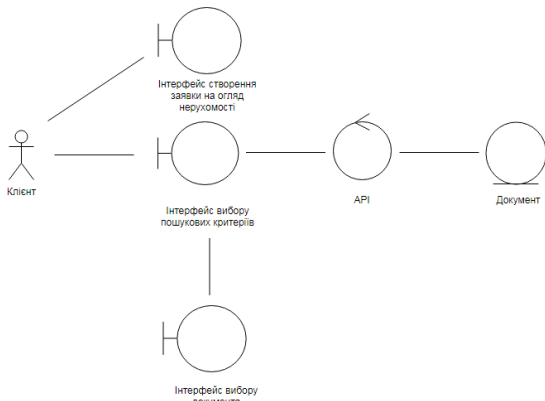


Рисунок 3. Деталізація можливостей для ролі клієнта

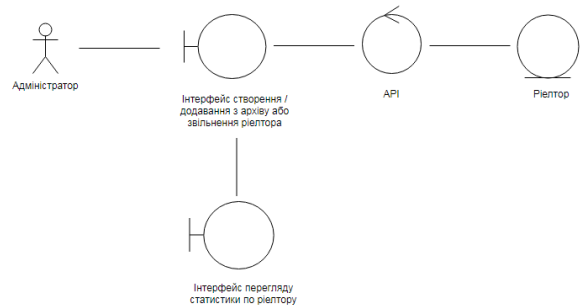


Рисунок 4. Деталізація можливостей для ролі адміністратора

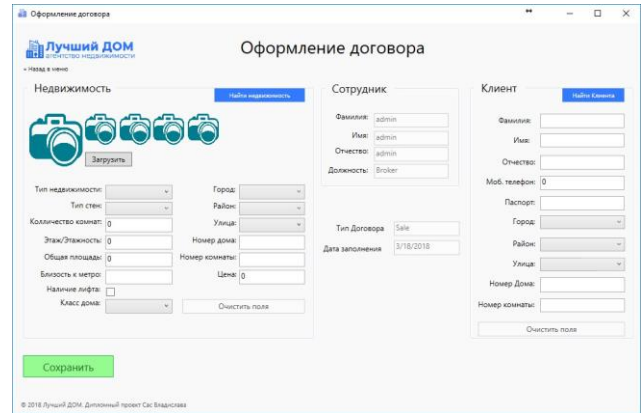


Рисунок 5. Інтерфейс оформлення договору

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] B.Frain, "Responsive Web Design with HTML5 and CSS3," 2nd ed., Packt Publishing - ebooks Account, 2015, 350pp.
- [2] J.Gerner, M.Owens, E.Namore, M.Warden, J.Stolz, "Professional LAMP: Linux, Apache, MySQL and PHP Web Development," Wrox Press, 2005, 379 pp.
- [3] P.Rob, C.Cornel, "Database Systems: Design, Implementation, and Management," 10th ed, US: Course Technology, 2012, 752pp.
- [4] A. Freeman, "Expert ASP.NET Web API 2 for MVC Developers," 1st ed., Apress, 2014, 688pp.
- [5] J.Lerman, R.Miller, "Programming Entity Framework Code First," O'Reilly Media, 2011, 194pp.
- [6] D.Esposito, A.Saltarello, "Microsoft .Net: Architecting Applications for the Enterprise," 2nd ed., Microsoft Press, 2015, 416pp.

# Оптимизация выборки изображений для алгоритма снижения размерности t-SNE

Беденко Дмитрий Александрович,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
61166, Украина, Харьков, пр. Науки, 14,  
dmytro.bedenko@nure.ua

Рубан Игорь Викторович

**Аннотация.** В данной работе рассмотрен разрабатываемый нами подход к оптимизации векторных представлений цифровых изображений, содержащихся в кластеризируемой выборке изображений, целью которого является снижения количества итераций при повторном прохождении алгоритма снижения размерности t-SNE. Представлены очевидные достоинства и недостатки нашего подхода, а так же определён ряд задач, успешность решения которых определит актуальность нашего подхода к оптимизации.

**Ключевые слова:** цифровое изображение; кластеризация; оптимизация; t-SNE; механизм снижения размерностей.

## Введение и постановка задачи

Под механизмом снижения размерности применительно к задачам распознавания, классификации и кластеризации в общем случае понимается процесс отсеивания наименее информативных и отбора наиболее информативных в условиях данной конкретной задачи признаков анализируемого объекта. В рамках проводимой нами работы под анализируемым объектом понимается цифровое растровое изображение, имеющее определённую ширину и высоту в пикселях, а под признаком – значение цветности каждого отдельного пикселя изображения. Таким образом, изображение может быть в общем виде представлено вектором, каждое измерение которого отвечает за цветность одного пикселя изображения:

$$\vec{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, \quad (1)$$

где  $\vec{X}$  – векторное представление изображения;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – значения цветности каждого пикселя изображения.

Данное математическое представление изображений позволяет вычислять евклидово расстояние между двумя изображениями, что, в свою очередь, является ключевым и наиболее ресурсоёмким этапом алгоритма t-SNE [1]. Таким образом, предварительная оптимизация векторного представления позволит значительно уменьшить количество итераций исследуемого нами алгоритма [2].

## ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

Механизм сокращения векторных представлений на данном этапе довольно прост и состоит в предварительном анализе базы изображений с целью выделения прямоугольных моноцветных областей в пределах изображения.

Данный механизм позволит существенно сократить количество итераций при сравнении изображений,

которые изначально имеют схожую структуру. Более того, он так же позволит существенно сократить время повторного прохождения t-SNE по уже известной выборке изображений, снижая тем самым влияние наибольшего недостатка алгоритма – невозможности добавления новых векторов в конечное пространство отображений без повторного пересчёта абсолютно всех евклидовых расстояний с учётом нового добавленного вектора [1].



Рисунок 1. Пример выделения моноцветных областей

Использование данного подхода к оптимизации выборки изображений порождает две основные задачи: необходимость проведения предварительных вычислений, которые, однако, сокращают время повторного прохода алгоритма при больших выборках данных; вторая задача заключается в устранении расхождения размерностей, возникающего в случае, когда количество измерений одного из сравниваемых исходных векторов отличается от количества измерений второго. Данная задача вытекает из необходимости слияния нескольких значений цветности из базового векторного представления и образования соответствующих пустот в местах слияния. Для решения данной задачи нами разрабатывается принципиально новая система представления и предобработки векторов.

## Выводы

В ходе проведённого нами анализа было выяснено, что формирование базы сокращённых векторных представлений в некоторых случаях позволяет значительно снизить время выполнения алгоритма кластеризации, особенно при условии значительного размера изначально входной выборки.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] L.J.P. van der Maaten and G.E. Hinton. Visualizing High-Dimensional Data Using t-SNE. Journal of Machine Learning Research 9(Nov):2579-2605, 2008.
- [2] Z. Yang, J. Peltonen, and S. Kaski. Scalable optimization of neighbor embedding for visualization. In Proc. of the Int. Conf. on Machine Learning, 2013.

# Використання нейронних мереж для придушення реверберації та шуму

Бондаренко Юрій Олексійович

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського», 03057, м. Київ, вул. Металістів 8, Україна, iuriy.bondarenko@gmail.com

**Анотація.** В реальних умовах людська мова зазвичай спотворюється реверберацією та фоновим шумом, що негативно впливає на розбірливість мови і якість роботи систем автоматичного розпізнавання мовлення. У даній роботі запропоновано підхід до придушення реверберації та шуму на основі нейронних мереж, що є концептуально простим. Глибинні нейронні мережі навчаються відображенню амплітуди спектрограми спотвореного голосового сигналу на спектрограму чистого мовлення. Використання частотного представлення голосового сигналу для обробки, забезпечить інваріантність системи до фазового зсуву.

**Ключові слова:** реверберація; корекція; шум; мовлення; глибинне навчання; нейронні мережі; системи АРМ

## Вступ та постановка задачі

Голосовий сигнал перед надходженням до людського вуха чи системи автоматичного розпізнавання мовлення (АРМ), спотворюється фоновим шумом, відбиттям вихідного сигналу від поверхонь в приміщенні (реверберації)). Шум та реверберація істотно впливають на розбірливість мовлення та якість роботи систем АРМ [1].

Більшість існуючих алгоритмів придушення реверберації використовують параметр часу реверберації  $T_{60}$  [2-3], який на практиці отримати неможливо.

В даній роботі розглядається використання нейронної мережі для відображення спектру сигналу, спотвореного реверберацією та шумом, на чистий вихідний спектр.

## Вирішення проблеми та результати

Для вирішення задачі корекції сигналу пропонується використати нейронну мережу, що має архітектуру каскадного автоасоціатора.

Автоасоціатор – метод глибинного навчання, в якому вхідний шар виступає в якості латентних змінних. Головне обмеження – кількість активних нейронів в прихованому шарі має бути меншою за кількість вхідних. Даний метод може відновлювати вихідні дані за зашумленими вхідними, а його каскадування дозволить посилити схильність до виділення спільних ознак [4].

Мережу пропонується навчати на зразках мовлення, спотворених реверберацією та шумом, в якості вхідних даних; та на чистому сигналі – як очікуваний вихід. З вхідного сигналу в часовій області  $s(t)$ , за допомогою віконного перетворення Фур'є, необхідно виділити образ.

Структура нейронної мережі складається з трьох прихованих шарів. На вхідний шар надходять спектрограми (образи), отримані після перетворення Фур'є. Кількість вхідних нейронів дорівнює добутку розмірності вектору образів на кількість відліків спектру.

Вихідний шар – спектрограма поточного образу. Кількість нейронів вихідного шару повинна дорівнювати кількості відліків вхідного спектру.

Для навчання мережі використовується алгоритм зворотного поширення помилки. Вхід та вихід необхідно нормалізувати в межах від 0 до 1. Цільова функція для оптимізації навчання базується на рівнянні середньоквадратичного відхилення [5]. Функція активації прихованих шарів лінійна функція, а вихідного шару – сигмоїдальна. До навчання вагові коефіцієнти нейронної мережі встановлюються випадковими значеннями.

Після генерації вихідного образу, його необхідно перевести в часову область використовуючи зворотне перетворення Фур'є. Застосування зворотнього віконного перетворення до отриманого образу, використовуючи спотворений вихідний фазовий спектр, призводить до деградації якості відкоригованого сигналу у часовій області. Підвищення якості перетворення отриманого сигналу, складає задачу для подальших досліджень.

Для оцінки показників коригованого сигналу були використані співвідношення сигнал-шум, та відсоток розпізнаних слів системою АРМ [4]. Незважаючи на якісне підвищення розбірливості мовлення та збільшенню відношення сигнал-шум на 4 дБ, приріст ефективності роботи системи АРМ виявився незначний – близько 5 %.

## ВИСНОВКИ

В даній роботі запропонований підхід до придушення реверберації та шуму на основі методів глибинного навчання, а саме використання каскадного автоасоціатора для відображення спотвореного вхідного сигналу на чисті вихідні дані. Обґрунтовано вибір архітектури нейронної мережі, розглянуто пропонувану структуру та її обмеження. Експериментальні дослідження виявили збільшення відношення сигнал-шум в певних випадках до 4 дБ та незначне покращення якості розпізнавання системами АРМ – близько 5 %.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] N. Roman, "Speech intelligibility in reverberation with ideal binary masking: Effects of early reflections and signal-to-noise ratio threshold", J. Acoust. Soc. Amer., vol. 133, no. 3, pp. 1707–1717, 2013.
- [2] M. Khan; S. Mohsen; J. Chambers, "A new cascaded spectral subtraction approach for binaural speech dereverberation and its application in source separation" IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Proc. 2013, pp. 6566 - 6570 .
- [3] Yoshioka T. "Making Mashine Understand Us in Reverberant Rooms", IEEE Signal Processing Magazine. – 2012, vol. 29, No. 6. – P. 114-126.
- [4] K. Han, Y. Wang, and D. L. Wang, "Learning spectral mapping for speech dereverberation," in Proc. ICASSP, 2014, pp. 4661–4665.
- [5] J. Duchi, E. Hazan, and Y. Singer, "Adaptive subgradient methods for online learning and stochastic optimization," J. Mach. Learn. Res., vol. 12, pp. 2121–2159, 2011.

# Анализ метода восстановления структуры цифрового изображения с помощью преобразований Фурье

Беденко Дмитрий Александрович<sup>1</sup>

Лукашин Алексей Витальевич<sup>2</sup>,

Щербаков Павел Юрьевич<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 61166, Украина, Харьков, пр. Науки, 14, dmytro.bedenko@nure.ua

<sup>2</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 61166, Украина, Харьков, пр. Науки, 14, oleksii.lukashyn@nure.ua

<sup>3</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 61166, Украина, Харьков, пр. Науки, 14, pavlo.shcherbakov@nure.ua

**Аннотация.** В работе рассмотрено решение задачи улучшения цифрового изображения и восстановления его структуры, основанное на модификации сигнала, который формируется путем применения к изображению преобразования Фурье. Этот способ имеет ряд преимуществ таких как: возможность восстанавливать нечеткие изображения и изображения с дефектами освещения. В результате проведенной исследовательской работы было обнаружено, что частотный метод восстановления цифрового изображения с использованием преобразований Фурье является довольно трудоемким процессом.

**Ключевые слова:** цифровое изображение; восстановление изображения; частотные методы обработки; алгоритм фильтрации изображения; преобразование Фурье.

## Введение и постановка задачи

В современном мире широкое развитие получили отрасли науки и техники, в которых применяют системы обработки информации с использованием данных в цифровом виде. Одним из видов таких данных являются цифровые изображения. В процессе передачи изображения в канале связи на него воздействуют различные помехи, которые осложняют визуальный и автоматический анализ. Существующие подходы относительно решения задачи улучшения цифрового изображения и восстановления его структуры разделяют на две категории: пространственные методы и методы обработки в частотной области (частотные методы), основанные на модификации (фильтрации) сигнала, который формируется путем применения к изображению преобразования Фурье [1].

Пространственная обработка применяется, когда единственным источником искажений является аддитивный шум [2]. В данной работе, рассмотрен метод восстановления цифровых изображений с помощью преобразования Фурье, который является более универсальным, поскольку он, кроме всего прочего, способен восстанавливать нечеткие изображения с дефектами освещения [2].

## ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

Частотные методы основываются на спектральном анализе, под которым понимают разложение сложного сигнала на некоторое множество простых сигналов с

целью определения интенсивности каждого колебания в сложном сигнале [3].

Любой двумерный периодический сигнал может быть представлен в виде ряда Фурье, имеющим вид:

$$Y_{x,y} = \frac{1}{N * M} \sum_{k_1=0}^{N-1} \sum_{k_2=0}^{M-1} Y_{k_1,k_2} \cdot \exp(j \frac{-2\pi}{N} x k_1 + j \frac{-2\pi}{M} y k_2), \quad (1)$$

где  $j = -I^{0.5}$ ,  $x = \overline{0, N-1}$ ,  $y = \overline{0, M-1}$ . Базисные функции этого двумерного представления – двумерные комплексные экспоненты. Коэффициенты Фурье  $Y_{x,y}$  ряда (1) образуют двумерный частотный спектр сигнала  $Y_{k_1,k_2}$  и называются формулой прямого преобразования Фурье [4].

Выражение, восстанавливающее сигнал  $Y_{k_1,k_2}$  по его спектру  $Y_{x,y}$ , является обратным преобразованием Фурье.

Достоинством преобразования Фурье является то, что с его помощью очень просто выполняется стационарная фильтрация сигналов [4]. Для этого требуется получить частотный спектр сигнала и частотный коэффициент передачи фильтра. Затем перемножив их, определить частотный спектр выходного сигнала, и выполнив обратное преобразование Фурье, найти выходной сигнал [5].

## Выводы

В результате проведенной исследовательской работы было обнаружено, что частотный метод восстановления цифрового изображения с использованием преобразований Фурье является довольно трудоемким процессом, а также то, что спектральным методам обработки присущи систематические погрешности, связанные с процедурой перехода в частотную область.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Ларионов И.Б. Алгоритм автоматизированного восстановления поврежденных графических файлов // Вестник Омского университета. 2011. № 2. С. 176-177.
- [2] Грузман И. С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие. / И. С. Грузман, В. С. Киричук, В. П. Косых, Г. И. Перетягин, А. А. Спектор. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – С.168
- [3] Воронин В.В. Методы и алгоритмы восстановления изображений в условиях неполной априорной информации: монография / В.В. Воронин, В.И. Марчук. – Шахты: «ЮРГУЭС», 2010. – С. 89.
- [4] Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – С. 1072.
- [5] Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.Л. Марпл. – М.: Мир, 1990. – С. 584.



# Сравнительный анализ некоторых алгоритмов отслеживания движения транспортного средства по видеоизображению

Орлов Дмитрий Анатольевич

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
просп. Перемоги 37, Київ 03056  
dima.pyh@gmail.com

**Аннотация.** Автор представил и сравнил несколько методов обнаружения и отслеживания транспортных средств. Алгоритмы были протестированы на видео с камер наблюдения в Киеве и Одессе в дневные и ночные условия. Результаты показаны в таблице сравнения.

**Ключевые слова:** Видеоаналитика, компьютерное зрение, слежение за автомобилем, автоматическое обнаружение нарушений правил дорожного движения, каскад Хаара, оптический поток, OpenCV.

## Вступление

С каждым годом увеличивается нужда в быстродействующих алгоритмах для видеоаналитики дорожного движения, таких как автоматическое определение скорости (без использования радаров), определение типа транспортного средства (ТС). Автором было проведено работу по разработке системы автоматической фиксации нарушений правил дорожного движения. Одной из основных частей этой системы является задача нахождения и отслеживания ТС на видеоизображении в реальном времени и построение траектории его движения.

Алгоритм будет протестировано на выборке из 30 видеозаписей общим объёмом 2 часа с углом обзора камеры, который полностью покрывает от двух до четырех полос для движения ТС. В выборке имеются видеозаписи в условиях дневного, ночного и вечернего освещения. Общее количество ТС – приблизительно 1500.

## Предложенное решение и результат

Поскольку система должна работать в режиме реального времени, было выбрано самые простые и надежные алгоритмы, которые доказали свою принадлежность в других задачах видеоаналитики. Было рассмотрено следующие алгоритмы [1]:

- алгоритм разностей;
- вычитание усредненного фона;
- комбинация алгоритмов – нахождение ТС каскадом Хаара [2], трекинг траектории с помощью оптического потока (алгоритм Лукаса-Канаде [3]).

Алгоритм разностей. Основанный на вычитании от поточного кадра предыдущего и анализа результата. Преимуществами алгоритма является его неприхотливость к вычислительным ресурсам и памяти, простота реализации. Было найдено порог отбрасывания ложно найденных областей – площадь описанного прямоугольника меньше 20% площади дорожного

покрытия соответствующей полосы движения. Последняя подсчитывается автоматически один раз при настройке системы.

Алгоритм трекинга работает следующим образом. На всех видеоизображениях количество кадров в секунду составляла от 20 до 30 (стандарт для видеонаблюдения уровня города). Это позволяет сделать предположение, то автомобиль не сместиться больше чем на некоторое расстояние от своего положения на предыдущем кадре, поэтому, если больше чем на двух подряд кадрах ТС не было найдено снова, независимо от его размера, принимается решение что оно или покинуло область обзора камеры, или считается ошибочно захваченным фоном. Таким образом, если на двух соседних кадрах описанные прямоугольники пересекаются и площадь пересечения занимает не меньше чем 80% от меньшего из них, принимается решение, что это новое положение транспортного средства и центр прямоугольника добавляется к вектору координата/время для данного ТС. Пример трекинга показано на рис. 1.

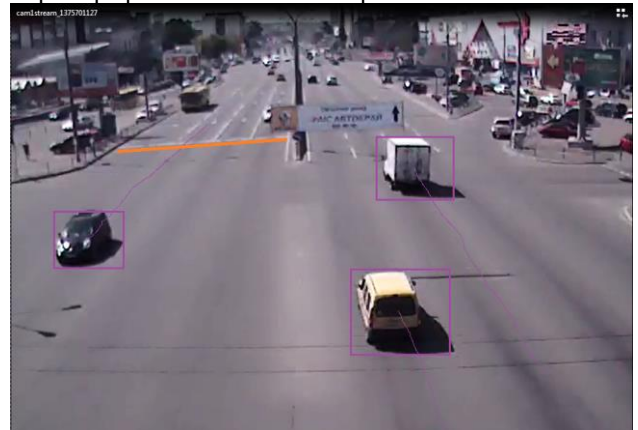


Рисунок 1. Вывод результата трекинга на экран в виде текущей траектории с места первой детекции до текущей позиции

Алгоритм вычитания усредненного фона. Основная идея алгоритма заключается в том, чтобы отделить объекты переднего плана (ТС) от объектов фона. Для этого строится усредненное изображение [4], которое считается фоном. Для выделения ТС из выходящего кадра вычитается фоновое изображение. Алгоритм трекинга было использовано аналогичным образом, как и в предыдущем случае.

Фоновое изображение формируется путем построения усредненного изображения (попиксельно) из последних N кадров, сделанных с интервалом в одну минуту. В нашем случае N = 20. Таким образом, алгоритм устойчив к изменениям освещения и работает

стабильно, как на дневных, так и на ночных видео. Пример детекции методом усредненного фона показано на рис. 2.

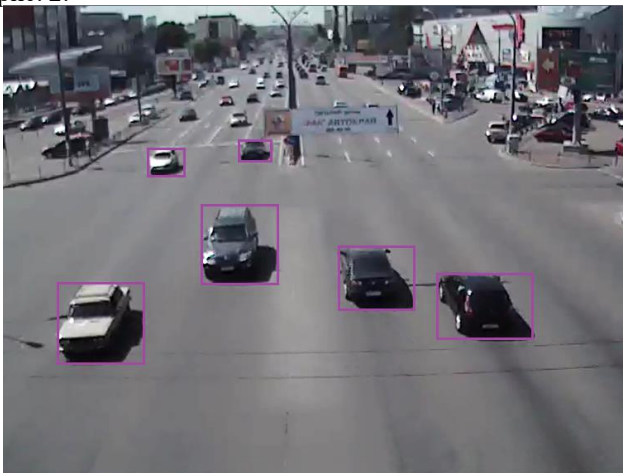


Рисунок 2. Результаты детекции автомобилей методом вычитания среднего фона

Комбинационный алгоритм. Этот алгоритм требует больше вычислительных ресурсов. Он состоит из трех этапов:

- детекция автомобилей на изображении с помощью заранее обученного каскада классификаторов Хаара (Haar cascade);
- трекинг автомобилей с предыдущего изображения с помощью одного из алгоритмов подсчета оптического потока. Было использовано алгоритм Лукаса-Канаде;
- сопоставление найденных автомобилей с поточного кадра (шаг 1) с посчитанными «прогнозированными» значениями согласно предыдущего кадра (шаг 2), а также выравнивание траектории фильтром Калмана [5] (его реализация присутствует в OpenCV). Параметры последнего зависят от разрешения камеры и количества кадров в секунду, впрочем, для большинства задач будут применимы стандартные значения реализации в OpenCV.

Для обучения каскада Хаара было подготовлено выборку из 1500 позитивных и 2000 негативных изображений размером 25x25 пикселей. Было обучено два каскада, отдельно с ночными и с дневными

изображениями автомобилей, так как их вид меняется в зависимости от времени суток. Оба каскада включают в себя 10 уровней и обучение каждого заняло около 18 часов.

## Выводы

Испытания проводились на компьютере с процессором Intel Core i5-7200U и 8 Гб оперативной памяти. Работу каждого алгоритма было протестировано на реальных видео общей продолжительностью около 2х часов и 1500 транспортных средств. Результаты работы каждого из алгоритмов были занесены в таблицу 1 сравнения, для оценивания качества каждого из них.

Таблица 1. Сравнительная таблица для оценки работы алгоритмов.

Алгоритм	Время на обработку одного кадра, мс	Точность детекции на дневных записях	Точность детекции на ночных записях	Точность фиксации нарушений
Алгоритм разностей	2	86%	73%	79%
Вычитание фона	2,5	96%	89%	93%
Комбинационный	25	94%	78%	87%

Таким образом, наиболее эффективным для решения данной задач оказался алгоритм с вычитанием фона.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Acharya T. Image Processing: Principles and Applications / T. Acharya, A.K. Ray. — Wiley, 2005. — 316 с.
- [2] Работа каскада Хаара в OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/recognitor/blog/228195/>
- [3] Optical Flow Estimation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cs.utoronto.ca/~jepson/csc420/notes/flowChapter05.pdf>
- [4] Pratt W.K. Digital Image Processing / W.K. Pratt. — John Wiley & Sons, Inc., 2011— 471 с.
- [5] Фильтр Калмана. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/166693/>



# Алгоритм распознавания сигналов светофора

Орлов Дмитрий Анатольевич

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
просп. Перемоги 37, Київ 03056  
dima.pyh@gmail.com

**Аннотация.** В статье предложен алгоритм распознавания сигналов светофора с использованием детектора границ Кэнни. Для минимизации влияния возможных механических вибраций, как камеры, так и светофора, предложен алгоритм компенсации смещения. Для проверки работоспособности предложенных решений и возможности их использования в системах распознавания сигналов светофоров выполнена их реализация в программной среде Matlab и тестирование на реальных видеороликах.

**Ключевые слова:** светофор, детекция, фиксация нарушений.

## Вступление

Для автоматической фиксации проезда на красный и желтый свет светофора необходимо одновременного распознавать номера автомобиля и сигнал светофора по видеоизображению. И если известные методы распознавания изображений успешно используются для идентификации номеров автомобилей [1], то для задачи распознавания сигнала светофора [2] можно выделить ряд особенностей, которые требуют адаптации существующих методов: существующие различия в конфигурации светофоров, изменение уровня освещенности в различное время суток, возможные механические вибрации, как камеры, так и светофора. Целью данной работы является разработка алгоритма распознавания сигналов светофора с учетом приведенных особенностей задачи распознавания.

## Предложенное решение и результат

Для решения задачи распознавания сигналов светофора сделаем следующие предположения: 1) расположение светофора в кадре меняется незначительно, 2) форма и количество секций светофора (горизонтальный, вертикальный, с поворотными стрелками или без) будет неизменным, 3) наклон плоскости светофора по отношению к перпендикуляру камеры известен. Тогда можно сформулировать следующие требования, которым должен удовлетворять устойчивый алгоритм для решения данной задачи: • поддержка различных конфигураций светофоров (только автомобильных), • работа в реальном времени, • устойчивость к изменению угла освещения (разное время суток), • возможность распознавания сигналов ночью, • возможность нивелировать незначительные вибрации и смещения камеры. Для учета различных конфигураций фонарей светофора (пример приведен на рис. 1) опишем их с помощью квадратной матрицы размером 3x3, в которой значение ячейки примем равным 1 при наличии фонаря в соответствующей конфигурации светофора, равным 0 – при его отсутствии.

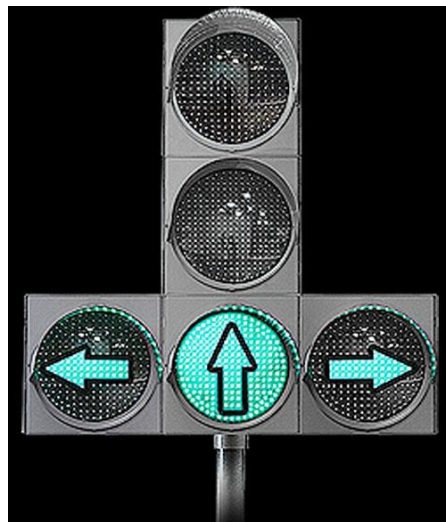


Рисунок 1. Вывод результата трекинга на экран в виде текущей траектории с места первой детекции до текущей позиции

Тогда матрица, описывающая структуру светофора (для конфигурации, приведенной на рис. 1) будет иметь следующий вид:

0	1	0
1	1	0
1	1	1

Матрица, описывающая одну из возможных комбинаций активных сигналов (как пример красный сигнал светофора) будет иметь следующий вид:

0	1	0
0	0	0
0	0	0

Аналогично формируются матрицы состояний и для других возможных комбинаций активных сигналов светофора. Наложение матрицы активных сигналов на исходную матрицу структуры светофора позволяет однозначно определить активные секции светофора.

Предлагаемый алгоритм распознавания сигнала светофора состоит из следующих шагов. Сначала пользователь должен задать исходное положение светофора (ROI, region of interest). ROI превращается в полутоновый формат и обрабатывается детектором границ Кэнни [3] для получения возможных окрестностей фонарей светофора. Потом из полученного набора границ фильтром выделяются только те, которые удовлетворяют следующим условиям: - образуют

замкнутый контур, площадь которого находится в пределах заданной (от 5% до 20% площади ROI – такую площадь занимает замкнутый контур фонаря светофора после обработки детектором границ Кэнни), - средняя яркость в которых находится в следующих пределах при конвертации в цветовую модель HSV (от максимальной яркости до минимально допустимой яркости каждого цвета): • зелёный: h:53-90 s:74-147 v: 160-255 • жёлтый: h:112-124 s:100-255 v: 100-255 • красный: h:0-19 s:100-255 v: 100-255. Такая фильтрация позволяет отбросить почти весь шум, который образовался после применения детектора Кэнни. Также она позволяет проверить, действительно ли позиция активного фонаря соответствует заданному цвету. Как было указано выше, одной из особенностей системы распознавания сигналов светофора является наличие механических вибраций, как камеры, так и светофора, что делает невозможным получение полностью статического изображения. Для минимизации влияния возможных вибраций предлагается следующий алгоритм компенсации смещения: нахождение ключевых точек на изображении путем сравнения начальных и текущих координат и отслеживание изменения в их координатах с помощью алгоритма Лукаса-Канаде [4]. Алгоритм Лукаса-Канаде реализован в ряде программных библиотек и требует преобразования изображения в полутоновые. В предлагаемой реализации ключевые точки выбираются из прямоугольника, который включает в себя область светофора и некоторый фон (в данном алгоритме - 50% от соответствующего размера). Далее рассчитываются средние значения горизонтального и вертикального смещений области светофора и, в соответствии с полученными значениями смещений, смещаются координаты левого верхнего и правого нижнего углов.

Для экспериментальной проверки предложенного алгоритма распознавания сигналов светофора была выполнена его программная реализация в среде Matlab. Работа алгоритма было протестировано на трех видеороликах по 4 минуты: первый в условиях дневного освещения, два других - в условиях ночного. Результаты распознавания приведены в таблице 1. Более качественное распознавание для ночных видеороликов можно объяснить отсутствием другого освещения, кроме сигнала светофора и за счет этого, большему контрасту в соответствующей области распознавания.

Таблица 1. Сравнительная таблица для оценки работы алгоритмов.

№ эксперимента	Время суток	Процент правильного распознавания
1	День	87%
2	Ночь-1	96%
3	Ночь-2	94%

В ходе экспериментальной проверки была выявлена проблема с распознаванием стрелок и нестандартных форм сигналов светофора. Её можно решить с помощью добавления новых форм в матрицу описания конфигураций.

#### Выводы

В данной работе был разработан и реализован в программной среде Matlab алгоритм для распознавания

сигнала светофора в реальном времени. Для учета возможных конфигураций светофоров предложена матрица описания конфигураций. Для устранения шумов, которые образуются после детектирования детектором границ Кэнни, сформулированы условия фильтрации. Для минимизации влияния возможных механических вибраций, как камеры, так и светофора, предложен алгоритм компенсации смещения, предполагающий нахождение ключевых точек на изображении путем сравнения начальных и текущих координат и отслеживание изменения в их координатах с помощью алгоритма Лукаса-Канаде. Программная реализация предложенного алгоритма и его экспериментальная проверка показали возможность его применения для решения поставленной задачи.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] AutoSDK by "Video Internet Technologies" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vit.ua/ru/produkty/autosdk.html>
- [2] К.-Н. Lu, "Traffic Light Recognition". J. of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 31, No. 6, pp. 1069-1075, Dec. 2007
- [3] Canny Edge Detection [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.opencv.org/3.3.1/da/d22/tutorial\\_py\\_canny.html](https://docs.opencv.org/3.3.1/da/d22/tutorial_py_canny.html)
- [4] J.-Y. Bouguet. Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker Description of the algorithm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://robots.stanford.edu/cs223b04/algo\\_tracking.pdf](http://robots.stanford.edu/cs223b04/algo_tracking.pdf)

# A design of a neural network for images classification using Matlab and Java

Savchenko Ihor Vasilyevich

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauky Ave,  
Kharkiv UA-61166, Ukraine, [ihor.savchenko@nure.ua](mailto:ihor.savchenko@nure.ua)

**Abstract.** The subject of the paper is a web-application design with the use of an artificial neural network for portrait images classification. A possibility of Matlab usage for the neural network synthesis, training, simulation, and for Java-code generating based on a Matlab-function is demonstrated. An algorithm of preliminary images handling for a neural network computational complexity decreasing with the application of Daubechies wavelet transform is provided. An example of the web-application practical implementation based on Java 8 facilities and Spring WebMVC technology is considered.

**Keywords:** artificial neural network; wavelet transform; images classification; Java; Matlab; Spring WebMVC.

## Introduction and Problem statement

In the past few years, face recognition and classification has received a significant attention and regarded as one of the most successful applications in the field of image analysis [1]. Developing a computational model for face recognition and classification is difficult. Artificial neural networks (ANT) were used largely in the recent years in the fields of image processing and pattern recognition. In the recent years, different architectures and models of ANT were used for face detection, recognition and classification. In paper [2] was proposed approaches for face recognition based on combined Gabor wavelet faces with ANT feature classifier. The Gabor wavelets used to represent face image. It was proved the representation of face images using Gabor wavelets was effective for facial action recognition and face identification. In reference [3] was proposed approach based on ANT and Gabor wavelets to detect desirable number of faces in fixed photo with gray background. They used correlation of a window with a face with photo. Then they estimated areas of candidate of face presence. After that, they used step algorithm and referred these areas and around them to section of extraction of Gabor wavelets characteristics and neural network classifier. In work [4] was presented a back propagation neural network (BPNN) for face recognition. The BPNN input is feature vector based on Fourier Gabor filters. They used an algorithm for detecting face regions in images using the color of skin which presents overlooked in different background, accessory and clothing. After that, they introduced Gabor filters with 8 orientations and 5 resolutions to get maximum information by varying the resolution and orientation. This is done to generate and extract the features vector of the whole face in image. BPNN is then applied to perform the recognition task. This solution was implemented using Java environment. In reference [5] was considered an efficient face recognition method where enhanced local Gabor binary pattern histogram sequence has been used for efficient face feature extraction and generalized neural network with wavelet as activation function is being used for classification. In papers [6, 7] was compared the effectiveness of Daubechies and Haar wavelet transforms while images classifying with the use of ANT.

Although, many researches have worked on the problems of face recognition and classification for many years, still several challenges need to be solved. This work is attempt to

downsize the computational complexity of an artificial neural network due to the original algorithm with the application of Daubechies wavelet transform.

In many modern web services, for example upwork.com, a visual identification possibility of users is very desirable. New user must upload his real portrait as his avatar during registration on that site. This portrait needs to be a full face focused image which made often with a simple gray or monochromatic background. In such case the portraits with a head rotation are not acceptable. Clearly, images verifying functionality must be realized programmatically.

The purpose of this paper is ANT design for portrait images classification in two categories:

- 1). Full face portraits;
- 2). Portraits with a head rotation.

The practical outcome of the work is a web-application capable to verify uploading images with the use of ANT.

In this work a capability of Matlab tools for preliminary images handling, ANT creating, training and simulating is demonstrated. What's more, Matlab provided Java-code generating from Matlab-function. It's significantly simplifies the programmatic realization of neural networks as parts of Java web-applications.

## PROBLEM SOLUTION AND RESULTS

For ANT training were used 128 portrait RGB-images that made mainly with a light or dark monochromatic background and also with a gradient background. There were people with various ages, ethnicities, skin and hair colors. Half of the images were male portraits and half of the images were female portraits. Half of the images were full face portraits and half of the images were portraits with a head rotation.

For ANT simulating and classification performance assessing were used other 32 portrait RGB-images that were choosed using similar prerequisites, in such proportions as mentioned before.

First of all portrait images were framed to size  $256 \times 256$  px and uploaded to Matlab. With the use of Matlab-functions `rgb2gray` and `im2double` color images were converted to black and white images with range their pixels brightness from 0 to 1. That means we should use the input of ANT that consists from 65536 values to each of images. That means far too much complexity while designing and using the neural network.

In the paper the solution is proposed for resolving this problem. We could reduce a computational complexity due to application of Daubechies wavelet transform with 3 steps to each of images.

The 1-st step scheme for a discrete two-dimensional (2-D) Daubechies wavelet decomposing is shown in Fig. 1.

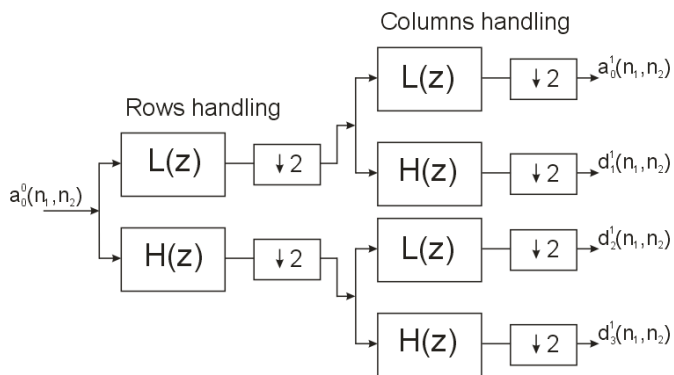


Figure 1. Image decomposition using 2-D wavelet transform

For matrices of images decomposing were used lowpass  $L(z)$  and highpass  $H(z)$  first-order Daubechies filters. Matlab-function `dwt2` computes the approximation coefficients matrix  $a_0^1(n_1, n_2)$  and details coefficients matrices  $d_1^1(n_1, n_2)$ ,  $d_2^1(n_1, n_2)$ ,  $d_3^1(n_1, n_2)$  (horizontal, vertical, and diagonal, respectively), obtained by wavelet decomposition of the input matrix  $a_0^0(n_1, n_2)$ . The result of the 1-st step of Daubechies wavelet transform for one of images is shown in Fig. 2.

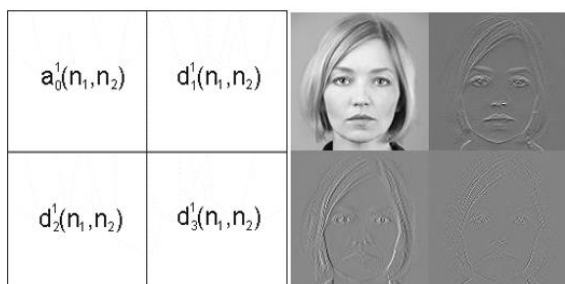


Figure 2. The result of the 1-st step of 2-D wavelet transform

On the 2-nd step of 2-D wavelet decomposition each of these matrices were transforms separately, replacing the input matrix in Fig. 1. And from four result matrices was remained only a corresponding one. The 3-rd step of 2-D wavelet decomposition was executed in the same way. This has given to reduce the image matrix to size  $64 \times 64$  px and downside the input of ANT to 4096 values to each of images.

The design a feed-forward back propagation neural network with 3 layers was performed using Matlab-function `newff` [8]. Matlab-function `trainrp` that updates weight and bias values according to the resilient backpropagation algorithm (RPROP) was used for training. After training with the use of 128 portrait images the simulation using 32 control images was performed. Simulation results for various number of neurons in 1-st layer of ANT is shown in Fig. 3.

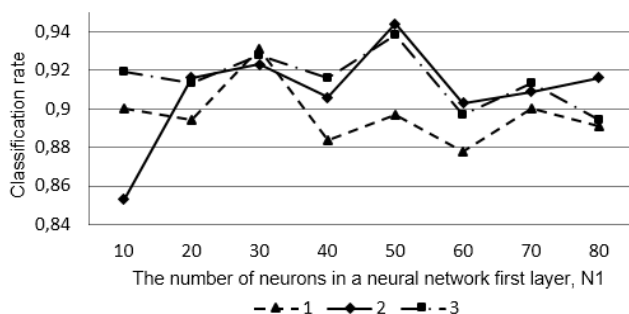


Figure 3. Classification rate curves

Here the number of neurons in 2-nd layer of ANT was equal  $N_2 = 50$  and the number of neurons in 3-rd layer ANT was equal  $N_3 = 2$ . Curves 1-3 in Fig. 3 were acquired for sum square errors (SSE) values 1, 0.1 and 0.01 (during training procedure) respectively.

The resulting fully trained neural network with parameters  $N_1 = N_2 = 50$  and  $N_3 = 2$  was used for converting (using Matlab-function `getFunction`) into a Matlab-function and, further, for Java-code generating with the application of Matlab Library Compiler.

## CONCLUSIONS

This paper presents an efficient face classification method, using artificial neural network. The original algorithm for reducing the computational complexity of ANT is proposed. Experimental results of the proposed method on the open portrait images set have evidently illustrated its effectiveness and robustness. It's significantly simplifies the programmatic realization of Java web-applications with neural network functionality. The optimal configuration of the artificial neural network, that found by simulating, provides the classification rate 0.94.

The web-application based on technologies Java 8, Maven, Spring WebMVC, Apache Commons File Upload Library, JSP, CSS3, Tomcat, including Java-code for the designed neural network, was developed. The source code this web-application and full set of images is available at a link [github.com/bozonhigsa/imagesRecognizing](https://github.com/bozonhigsa/imagesRecognizing). Note that for a stand-alone application that execute on PC without Matlab R2016a you should install Matlab Compiler Runtime 9.0.1.

Future efforts will be focused on images recognition and classification using Python and deep learning algorithms.

## REFERENCES

- [1] Al-Allaf, Omaima N.A. Review of face detection systems based artificial neural networks algorithms, The International Journal of Multimedia & Its Applications (IJMA), Vol. 6, No. 1, February 2014, pp. 1–16.
- [2] Sahooizadeh, Sarikhanimoghdam and Dehghani "Face Detection using Gabor Wavelets and Neural Networks", World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 45, 2008, pp. 552–554.
- [3] Mohammad Abadi, et al, "Face Detection with the Help of Gabor Wavelets Characteristics and Neural Network Classifier", American Journal of Scientific Research, Issue.36, 2011, pp. 67–76.
- [4] Anissa Bouzalmat, et al "Face Detection And Recognition Using Back Propagation Neural Network And Fourier Gabor Filters", Signal & Image Processing: An International Journal (SIPIJ), Vol. 2, No. 3, September 2011, pp. 15–21.
- [5] Sharma P., Arya K.V., Yadav R.N. Efficient face recognition using wavelet-based generalized neural network. Signal Processing, Vol. 93, Issue 6, June 2013, pp. 1557–1565.
- [6] Буй Тхи Тху Чанг, Фан Нгок Хоанг, Спицын В.Г. Алгоритмическое и программное обеспечение для классификации цифровых изображений с помощью вейвлет-преобразования Хаара и нейронных сетей // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – Томск: НИТПУ, 2011. – Т.319. – № 5. – С. 103–106.
- [7] Фан Нгок Хоанг, Спицын В.Г. Алгоритмы для классификации отпечатков пальцев на основе применения фильтра Габора, вейвлет-преобразования и многослойной нейронной сети // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – Томск: НИТПУ, 2012. – Т. 320. – № 5. – С. 60–64.
- [8] Hudson, Hagan and Demuth, Neural Network Toolbox™ User's Guide R2012a, The MathWorks, Inc., 3 Apple Hill Drive Natick, MA 01760–2098, 2012, [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)

# Метод нанесения цифровых водяных знаков с помощью дискретного вейвлет-преобразования

Беденко Дмитрий Александрович<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 61166, Украина, Харьков, пр. Науки, 14, dmytro.bedenko@nure.ua

Щербаков Павел Юрьевич<sup>2</sup>,

<sup>2</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 61166, Украина, Харьков, пр. Науки, 14, pavlo.sherbakov@nure.ua

Ядров Евгений Владимирович<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 61166, Украина, Харьков, пр. Науки, 14, yevhenii.yadrov@nure.ua

**Аннотация.** *Стеганография – это наука о скрытой передаче информации путём сохранения в тайне факта передачи. В статье рассматривается стенографический метод нанесения цифровых водяных знаков, основанный на дискретном вейвлет-преобразовании. Данный метод позволяет наносить цифровые водяные знаки, которые не вызывают видимых человеческому глазу изменений в изображении. Также данный метод применим к изображениям, представленным в формате сжатия с потерями. Рассмотрены основные преимущества и недостатки данного метода.*

**Ключевые слова:** цифровой водяной знак, дискретное вейвлет-преобразование, человеческая система зрения, цифровое изображение, JPEG.

## Введение

Одним из наиболее эффективных методов защиты мультимедийной информации является встраивание в защищаемый объект невидимых меток – цифровых водяных знаков (ЦВЗ). В отличие от обычных водяных знаков ЦВЗ могут быть как видимыми, так и невидимыми. Одним из методов встраивания невидимых ЦВЗ является использование дискретного вейвлет-преобразования [1].

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Эффективность применения вейвлет-преобразований для встраивания ЦВЗ в изображения формата JPEG объясняется тем, что они хорошо моделируют процесс обработки изображения в системе человеческого зрения и отделяют «значимые» детали от «незначимых», а значит, будут хорошо противостоять активным атакам [2].

Метод предполагает выполнение дискретного вейвлет-преобразования (ДВП) сигналов оригинального изображения и ЦВЗ. Далее полученные в результате преобразования коэффициенты объединяются в соответствии с набором правил, учитывающим характеристики человеческой системы зрения. Использование ДВП и модели человеческой системы зрения позволяет сформировать встраиваемый сигнал, который естественным образом маскируется самим исходным изображением [3]. Это обеспечивает внедрение сигнала ЦВЗ с большей энергией и, таким образом, большей робастностью.

Поскольку алгоритм встраивания ЦВЗ включает в себя кратномасштабный вейвлет-анализ, а само встраивание производится на различных уровнях разрешения

изображения-оригинала, то спектр стеговложения распределяется по всем пространственным частотам, присутствующим в сигнале контейнера. Кроме того, алгоритм является адаптивным, т. к. зависит от локальных особенностей маркируемого изображения [4].

Существенным достоинством этого метода является его гибкость при встраивании ЦВЗ в градиентах серого [5]. Исследования показывают, что логотипы могут внедряться в изображения со значительно более высокой мощностью, чем случайные кодовые последовательности, оставаясь незаметными человеческому глазу.

В результате экспериментов было также установлено, что внедренный логотип подвергается при атаках, в худшем случае, той же степени видимых искажений, что и промаркированное изображение. Это указывает на существенное достоинство метода, заключающееся в том, что нарушителю придется фактически уничтожить промаркированное изображение, чтобы гарантировать подавление ЦВЗ-логотипа в достаточной степени.

Недостатком метода является необходимость располагать исходным изображением для извлечения ЦВЗ, что несколько ограничивает область применения [4]. Другим недостатком этого метода является слабая устойчивость ЦВЗ к атакам, связанным с поворотами цифрового изображения.

## Выводы

Проведенный анализ предметной области показал, что ЦВЗ, основанные на методе ДВП, являются стойкими ко многим видам атак и являются невидимыми для человеческого глаза. В то же время данный метод ограничен областью применения и требует сочетания с другими для обеспечения большей стойкости ЦВЗ.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Ларионов И.Б. Алгоритм автоматизированного восстановления поврежденных графических файлов // Вестник Омского университета. 2011. № 2. С. 176-177.
- [2] Грибунин В.Г., Оконов И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. М.:Солон-Пресс, 2002.- 272 с.
- [3] Явна Д.В., Бабенко В.В. Психологически обоснованный метод оценки количества информации в изображении // Инженерный вестник Дона. 2014. Т. 31. № 4-1. С. 116.
- [4] Maheswari S., Rameshwaran K. Robust blind complex double Haar wavelet transform based watermarking algorithm for digital images // IACSIT International Journal of Engineering and Technology. 2011. V. 3. N 6. P. 638-645.
- [5] Воронин В.В. Методы и алгоритмы восстановления изображений в условиях неполной априорной информации: монография / В.В. Воронин, В.И. Марчук. – Шахты: «ЮРГУЭС», 2011. – С. 89.

# Сравнительный анализ формата SVG

Беденко Дмитрий Александрович<sup>1</sup>,

Ядров Евгений Владимирович<sup>2</sup>,

Лукашин Алексей Витальевич<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Харьковський національний університет радіоелектроніки, 61166, Україна, Харків, пр. Науки, 14, dmytro.bedenko@nure.ua

<sup>2</sup> Харьковський національний університет радіоелектроніки, 61166, Україна, Харків, пр. Науки, 14, erilyne22@gmail.com

<sup>3</sup> Харьковський національний університет радіоелектроніки, 61166, Україна, Харків, пр. Науки, 14, oleksii.lukashin@nure.ua

**Аннотация.** Векторная графика – способ представления объектов и изображений в компьютерной графике, основанный на математическом описании геометрических примитивов, таких как: точки, линии, сплайны, кривые Безье, круги и окружности, многоугольники. При выводе на матричные устройства отображения (мониторы) векторная графика предварительно преобразуется в растровую графику, преобразование производится программно или аппаратно средствами современных видеокарт.

**Ключевые слова:** формат, графика, SVG, векторизация, изображение, модель, данные, векторная графика,.

## Введение

Векторизация – это ручное или автоматическое преобразование растрового изображения в векторное. Благодаря такому преобразованию исходное изображение получает все преимущества векторной графики – малые размеры файла, возможность масштабирования и редактирования без потери качества [1].

Выбор формата векторной графики для разрабатываемой системы векторизации является важной проблемой, поскольку от этого выбора будет зависеть производительность и функциональность всей системы.

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Рассмотрим основные форматы векторной графики, их отличия, достоинства и недостатки.

**DXF** – открытый формат файлов для обмена графической информацией между приложениями для систем автоматизации проектирования. Имеет открытую спецификацию, а также поддерживает двоичную версию – **DXB**. По мере того, как в **AutoCAD** появлялись всё более сложные типы объектов, новые объекты в спецификации формата описывались не полностью либо не описывались вовсе.

**WMF** – формат, созданный для отображения изображения на экране компьютера в ОС **Windows**. **WMF** искажает цвет, не сохраняет ряд параметров, которые могут быть присвоены объектам в различных векторных редакторах.

**CDR** – файл проекта **CorelDRAW**, который содержит векторное изображение или растровый рисунок. Формат **CDR** проприетарный, он не поддерживается многими сторонними программами, предназначенными для редактирования изображений.

**EPS** – формат файлов, предназначенный для обмена графическими данными между приложениями. Если приложение не может растривать данные, оно имеет доступ к размерам изображения и его preview, но при этом размер файлов формата **EPS** возрастает. **EPS** не может содержать в одном файле более одной страницы и не сохраняет ряд установок для принтера.

**SWF** – проприетарный формат для флеш-анимации, векторной графики, видео и аудио. Имеет небольшой размер, происходит более быстрая загрузка видеофайла и его воспроизведение.

**SVG** – язык разметки масштабируемой векторной графики, предназначен для описания двумерной векторной и смешанной векторно/растровой графики в формате **XML**. Поддерживает как неподвижную, так и анимированную интерактивную графику. **SVG** является **XML**-совместимым: файлы **SVG** можно считывать и редактировать при помощи обычных текстовых редакторов. Главными достоинствами данного формата являются: уменьшение **HTTP**-запросов, в **SVG** обеспечивается событийная модель, **SVG**-элементами можно управлять с помощью **JavaScript** и **CSS**, текст в графике **SVG** является текстом, а не изображением, поэтому он индексируется поисковыми машинами, доступна возможность вставлять элементы с изображениями растровой графики в **SVG**-документах. Из недостатков стоит выделить то, что с увеличением количества мелких деталей в изображении значительно возрастает размер файла **SVG**-данных и что для корректного отображения маленькой части изображения документ необходимо прочитать целиком.

## Выводы

Проведенный анализ предметной области показал, что наиболее универсальным с точки зрения гибкости и простоты использования является формат **SVG**. Именно гибкость и простоту использования мы выделяем основополагающими критериями при выборе формата представления векторной графики в разрабатываемой системе векторизации растровых изображений.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Бэн Фрэйз., Использование SVG для достижения независимости от разрешения. // HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств – 2 издание. – Санкт-Петербург: Питер, 2017. – С. 175-204. – 272 с.
- [2] Карнев Ч. А., Масштабируемая векторная графика (Scalable Vector Graphics) (бесплатный курс), 07.11.2011
- [3] Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – С. 1072.
- [4] Encyclopedia of graphics file formats, second edition – 2 – O'Reilly Media, 2016 — P. 276. — 1158 p.
- [5] Д. Херн, М. П. Бейкер. Компьютерная графика. – 3-е изд. – М., 2005. – 1168 с.



# Forecasting the market price of software using neural networks

Yerastova Vlada Yuriivna

NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 37,  
Prosp. Peremohy, Kyiv, UA-03056, Ukraine,  
vladayerastova@gmail.com

**Abstract.** *The paper analyzes the existing solutions of the task of estimating and forecasting the cost of software, determines the relevance of this work, examines the practical preconditions of problems in this field, and examines the mathematical basis for their solution. Possible sources of software data are presented. The paper describes the main stages of building a prediction model, such as data collection, feature selection, data processing, construction and training of the neural network.*

**Keywords** *software; market value; dataset; neural network; backpropagation.*

## INTRODUCTION AND PROBLEM STATEMENT

In today's economic environment, the development and implementation of new technologies is especially important for the successful competition of companies. An important element in making investment decisions for technological projects is to evaluate their effectiveness. As the market of the purchase/sale of new technologies exists and functions, there is a need to determine the value of the development.

Estimating the cost of technology is needed to analyze the profitability of current and future technological projects and the feasibility of investments.

The ability to estimate the potential benefits and losses from the project in the early stages, to analyze possible scenarios of the development of events becomes very important.

Before the formation of valuation models, the cost of the software product was estimated according to the "thumb rule". According to it, the created application was often limited by a certain field of activity, where experts exist. These specialists could tell with some degree of certainty what size of the generated code and its cost will be. Used in most cases, this rule often was not suitable for atypical development projects. Also evaluation by analogy was actively used - the data was taken from a similar, successfully completed project and shifted to a new project. Of course, the degree of reliability of such assessments was very low. As the number and size of software projects increased, the scope of their valuation also began to expand. Experts working in the field of software project management began to determine the general tendencies and rules of valuation that were actively used in their work. Having accumulated material on a sufficiently large number of projects, they tried to derive formulas for estimating the cost. Of course, the risk of inaccurate calculations remained high, since the limits of the rules could only be determined after a while, with the increase in the number of projects on which these rules were checked.

The beginning of intensive studies in the field of cost estimation modeling dates back to 1965-1966, when EA. Nelson, a member of the System Development Corporation (SDC), who carried out a study on calculating the cost of software for the US Air Force, published a work entitled "A Handbook for Managing Cost Estimates for Programming".

Since that time, a lot of models for estimating the cost of software have appeared, including some of the most widely used valuation models - SEER-SEM, SLIM, COCOMO.

Nevertheless, it is equally important to be able to estimate the competitive price of a product within the existing software market, that is not allowed in existing evaluation models. For this purpose, the use of assessment methods with the ability to study is the most appropriate - these are updated methods of evaluation by analogy with the subsequent training using artificial intelligence techniques (such as neural networks).

The value of neural network modelling techniques in performing complicated pattern recognition and non-linear estimation tasks has been demonstrated across an impressive spectrum of applications.

This study uses backpropagation artificial neural networks to examine whether they are capable of adequately capturing software cost complexities in their weight space, to enable them to make accurate estimates.

## PROBLEM SOLUTION AND RESULTS

### Data collection

The input for this task is a set of open information about the software of a certain type. Because of the openness criterion, it was decided to choose mobile apps for Android, full information of this type of software is available on an open source Google Play Market. Several API's for access to data were considered:

1. Google Play Unofficial Python API (<https://github.com/egirault/googleplay-api>)
2. Python Android Market Library (<https://github.com/liato/android-market-api-py>)
3. 42matter (<https://42matters.com>)

The third option was the most suitable for this prediction task, because HTTP-request GET that POST of this RESTful API allows to get all the meta-data of any application in a convenient for the next processing format JSON.

The following characteristics of the application were chosen as features for the training set: rating, number of ratings, number of downloads, number of reviews, in-app purchases, number of supported languages. The dependent characteristic, which is called the target variable, is the price of the application.

After the data is collected, it must be prepared. This stage is called preprocessing. The main task of preprocessing is to display data in a format suitable for learning the model. For this purpose, unnecessary information was deleted and all data was normalized.

### Neural network model

For this study, backpropagation artificial neural network models were used. Backpropagation networks are the most generalized neural networks currently in use and this approach was chosen in preference to Hopfield and Kohonen networks. As software development estimation is not a time series problem, approaches such as finite impulse response (FIR) and recurrent networks were not considered.



The backpropagation network requires data from which to learn. To learn the network calculates the error, which is the difference between the desired response and the actual response, and a portion of it is propagated backward through the network. At each neuron in the network the error is used to adjust weights and threshold values of the neuron, so that at the next epoch the error in the network response will be less for the same inputs. This corrective procedure is called backpropagation and is applied continuously for each set of inputs or training data. The training data should consist of as much relevant data as possible. In practice one does not usually have the luxury of a perfect training data set.

For this project the data were divided into three sets. The training set, the test set, and the validation set. The data for each category were randomly chosen, except that the data in the test and validation sets was not allowed to be larger or smaller than the largest and smallest features respectively in the training set. This was done so that predictions were not made outside the data range on which the network had been trained.

The inputs were rating, number of ratings, number of downloads, number of reviews, in-app purchases, number of supported languages. The target against which the network was trained was the price of the application in the training set. The accuracy of the price estimate was taken as the Root Mean Square Error (RMSE).

To try and improve the network performance, the learning rate and momentum were varied, as was the network architecture. Models with one through to six hidden layers were developed. Consistently the models with just a single hidden layer performed better, while the models with multiple hidden layers in many instances did not converge. Various activation functions were tried, and the popular sigmoid function consistently gave the best results.

There is no clearly defined theory which allows for the calculation of the ideal parameter settings and as a rule even slight parameter changes can cause major variations in the behavior of almost all networks. It is through a process of trial and error and experience that settings are selected which will result in a reduced average prediction error. The settings of the learning rate and momentum control the way in which the error is used to correct the weights in the neural network for each training case. When the learning rate is set to high values there is the possibility of unstable behavior, as evidenced by widely varying average error values. When the learning rate is set lower, the possibility of unstable behavior is reduced, but training times are increased and there is a greater probability of getting stuck in local error minima. The higher the momentum, the larger the percentage of previous errors that is applied to the weight adjustment in each training case. For example, when the momentum is set at 0.5, then 50 percent of the weight adjustment will be due to the current error and 50 percent will be the weight adjustment applied in the previous case. For this set of data a learning rate of 0.1 and a momentum of 0.7 gave good results.

The average training error reduced steadily as the network trains, as is the prediction error. For this network, the average of the prediction error was obtained at about 2000 iterations. With further training the training error is further reduced, but the network does not generalize well, and from this point the average prediction error increases. The reason for this is that the network tends to curve-fit the training data, giving a low average training error.

#### Analysis of data

Network models were developed with various combinations of inputs selected from the attributes mentioned above. The results were ambiguous, because prediction errors were erratic. An examination of the results showed that the network overestimate the price of the application with lower rating and worse indicators, as well as underestimate price of the application with higher rating . For the remaining applications, the estimated price was more accurate.

#### CONCLUSIONS

Within the collected data set, backpropagation artificial neural networks appear to indicate the potential to be developed into good software price estimation models. The model is not difficult to develop and has the flexibility of being able to incorporate additional attributes as input if special circumstances warrant their inclusion. Neural networks have the ability to capture knowledge of the complex interrelationships in their weight matrix to enable them to make predictions. Further research will be conducted to use larger set of training examples, that covers all possible values of software characteristics. It will allow to make training networks more stable. Also semantic analysis of application reviews is of interest. This type of analysis can provide an opportunity to identify positive and negative references in order to better prioritize applications.

#### REFERENCES

- [1] Dejaeger K., Verbeke W., Martens D., Baesens B. Data Mining Techniques for Software Effort Estimation: A Comparative Study // IEEE Transactions on Software Engineering. 2012. Vol. 38, Issue No. 2. P. 375–397. URL: <http://www.computer.org/csdl/trans/ts/2012/02/tts2012020375-abs.html>
- [2] Mislick G.K., Nussbaum D.A. Cost Estimation: Methods and Tools, 2015. 344 p
- [3] Subitsha P., Rajan J.K. Artificial Neural Network Models For Software Effort Estimation // International journal of technology enhancements and emerging engineering research, 2014. Vol 2, Issue 4. P. 76–80. URL: <http://www.ijteee.org/finalprint/apr2014/Artificial-Neural-Network-Models-For-Software-Effort-Estimation.pdf>
- [4] Kumar G., Bhatia P.K. Automation of Software Cost Estimation using Neural Network Technique // International Journal of Computer Applications. 2014. Vol. 98, No. 20. P. 11–17. URL: <http://research.ijcaonline.org/volume98/number20/pxc3897709.pdf>
- [5] López-Martín C., Abran A. Neural networks for predicting the duration of new software projects // The Journal of Systems and Software. 2015. Vol. 101, Issue, Elsevier Science Inc. New York, NY, USA. P. 127–135.

# Класифікатор біомедичних зображень у вигляді нейронної мережі

Знакомський Ігор Владиславович

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського,  
просп. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна,  
znakomsky@gmail.com

**Анотація.** Показано застосування радіально-базисних функцій в практичному використанні нейронних мереж. Класифікатор біомедичних зображень шляхом використання нейронних мереж на основі РБФ. Розглянуто алгоритм навчання РБФ мережі для обробки та класифікації біомедичних зображень. Проводиться первинна обробка зображення на основі використання нейронної мережі. Формуються множини ознак для розпізнавання. Визначаються оптимальні параметри нейронної мережі і навчального алгоритму. Проводиться процес проведення навчання нейронної мережі.

**Ключові слова:** радіально-базисні функції, нейронна мережа, штучна нейронна мережа, нейрон, вектор, діагностика, апроксимація, класифікація, кластеризація, обробка зображень, навчальний алгоритм, генетичний алгоритм розпізнавання, множина ознак, оптимальні параметри.

## Вступ

Використання нейронних мереж у світі розвивається дуже швидко. І обробка зображень з використанням нейронних мереж є важливим напрямком застосування сучасної обчислювальної техніки. Відомі такі завдання обробки зображень, як фільтрація і відновлення зображень, сегментація зображень, як засобу стиснення інформації. Проблеми розпізнавання зображень крім класичної задачі розпізнавання фігур заданої форми на зображенні ставлять нові завдання розпізнавання ліній і кутів на зображенні, розпізнавання краю зображення. Проте застосуванню нейронних мереж для класифікації біомедичних зображень приділено не достатньо уваги.

Запропоновано метод класифікації біомедичних зображень у вигляді нейронної мережі з використанням радіально-базисних функцій. [1]

Задача класифікації біомедичних зображень. Об'єкти інтересу дослідження на біомедичних зображеннях, використовуваних в діагностиці, зазвичай бувають невеликими і поганої контрастності порівняно з фоном. При візуальному виявленню цих об'єктів – виконання першого кроку під час діагностики по зображенню можуть виникнути проблеми. [2]

## РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

Штучні нейронні мережі на основі радіально – базисних функцій можуть використовуватися для широкого кругу задач, серед яких найбільш частими є апроксимація, класифікація і кластеризація. Основна властивість радіально – базисних функцій – це монотонне і симетричне відносно деякої вертикальної осі симетрії зміна (збільшення або зменшення) їх відгука.

Структура РБФ мережі містить два шари нейронів. Виходи першого шару активуються множиною радіально базисних функцій. Фактично вони обробляють вектор вхідних значень визначаючи ступінь близькості кожного з нейронів до центрів радіально-базисних функцій. Виходи нейронів другого шару – це лінійні комбінації виходів першого шару.

Склад і кількість входів і виходів визначаються класом розв'язуваної задачі. При апроксимації даних входи – це аргументи апроксимуючої залежності, а виходи – повернені нею значення. При кластеризації або класифікації даних, входи – це характеристичні ознаки, по яким розрізняються об'єкти, які відносяться до кластерів або класів, а виходи вказують на відповідний входу клас.

Кількість скритих елементів також залежить від розв'язуваної задачі. Якщо це апроксимація даних, то їх кількість може бути будь-якою. А у випадку з кластеризацією чи класифікації даних, кількість скритих елементів повинна дорівнювати кількості кластерів чи еталонних образів класів.

Метод класифікації біомедичних зображень на основі радіально-базисних функцій. Оскільки необхідно налаштувати параметри активаційної функції кожного нейрона, нейронна мережа реалізується з використанням ітераційних чисельних методів оптимізації, градієнтних методів. Було обрано один з методів навчання РБФ мережі, в якому використовується поєднання генетичних алгоритмів для підбору активаційних функцій і методів лінійної алгебри для –розрахунку вагових коефіцієнтів вихідного шару за формулою:

$$\bar{W} = A^{-1}H^T \bar{y}, \quad (1)$$

де  $\bar{W}$  – вектор ваги, а  $A^{-1}$  – інверсія добутку матриці  $H$  на транспоновану матрицю  $H$ .  $H$  – інтерполяційна матриця базисних функцій  $h(\bar{x})$ . [3]

$$H = \begin{pmatrix} h_1(\bar{x}_1) & h_2(\bar{x}_1) & \dots & h_m(\bar{x}_1) \\ h_1(\bar{x}_2) & h_2(\bar{x}_2) & \dots & h_m(\bar{x}_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_1(\bar{x}_p) & h_2(\bar{x}_p) & \dots & h_m(\bar{x}_p) \end{pmatrix}$$

Рисунок 1. Інтерполяційна матриця базисних функцій

На кожній ітерації пошуку генетичний алгоритм самостійно обирає в яких точках простору вхідних сигналів мережі розмістити центри активаційних функцій нейронів прихованого шару і назначає для кожної з них ширину вікна. Для отриманої таким чином сукупності параметрів прихованого шару по формулі (1), обчислюються вага вихідного шару і отримана при

цьому помилка апроксимації, яка служить для генетичного алгоритму індикатором того, на скільки поганий або хороший даний варіант. На наступній ітерації генетичний алгоритм відкине погані варіанти і буде працювати з наборами, які показали найкращі результати на попередній ітерації. Алгоритм наведено на рисунку 1.

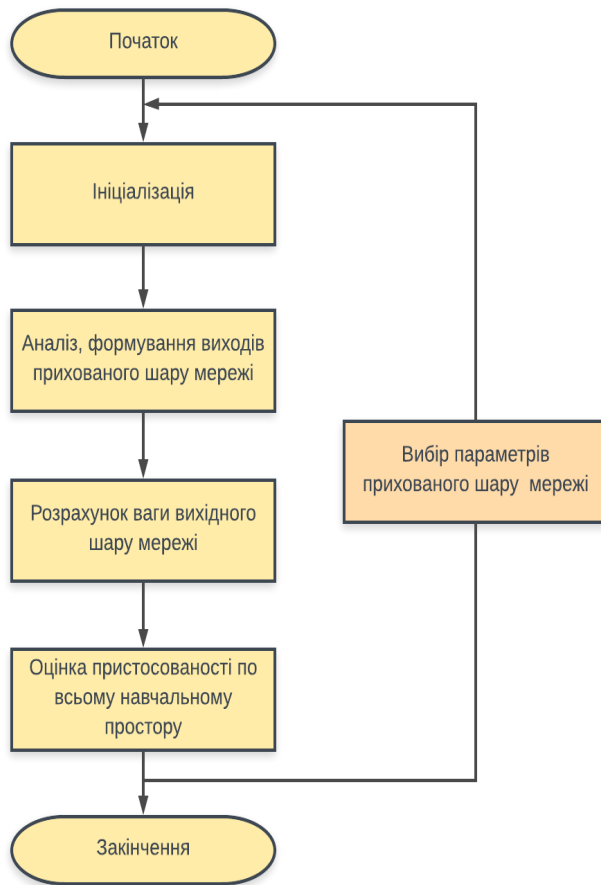


Рисунок 2. Алгоритм навчання РБФ мережі, за допомогою генетичного алгоритму

Далі групуються шаблони навчальної множини за ступенем їх близькості у просторі вхідних значень в меншу кількість кластерів. [4] Кількість таких кластерів задає кількість нейронів у прихованому шарі

мережі, а їх середні характеристики використовують для початкової ініціалізації параметрів активаційних функцій. Для такої автоматичної класифікації використовувався метод k-середніх.

Метод нечіткої кластеризації C-середніх (C-means) дозволяє розбити наявну множину векторів (точок) потужністю  $p$  на задане число нечітких множин. Особливістю методу є використання нечіткої матриці приналежності  $U$  з елементами  $u[i,j]$ , що визначають приналежність  $i$ -го елемента вихідної множини векторів -  $j$ -му кластеру. Кластери описуються своїми центрами  $c[j]$  - векторами того ж простору, якому належить вихідна множина векторів. [5]

#### ВИСНОВКИ

Показано задачу, яка виникає при організації класифікації біомедичних зображень з використанням нейронних мереж. Запропоновано спосіб класифікації таких зображень за допомогою РБФ мереж. З наступним набором вирішуваних задач:

- первинна обробка зображення на основі використання нейронної мережі прямого поширення радіально-базисних функцій;
- формування множини ознак для розпізнавання;
- визначення оптимальних параметрів нейронної мережі і навчального алгоритму;
- процес проведення навчання нейронної мережі.

#### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] The neural network posted on september 14, 2016 by Fjodor Van Veen [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo>
- [2] Дороничева А.В., Савин С.З. Методы распознавания медицинских изображений для задач компьютерной автоматизированной диагностики // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14414>
- [3] <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14414>
- [4] Make Your Own Neural Network Paperback – March 31, 2016 by Tariq Rashid – 83 с.
- [5] Artificial Intelligence: Pearson New International Edition: A Modern Approach Paperback – 5 Aug 2013 by Stuart Russell, Peter Norvig – 124-132 с.
- [6] Нейронные сети с радиальными базисными функциями [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://libraryno.ru/2-9-neyronnye-seti-s-radialnymi-bazisnymi-funkciyami-iis/>

# Компьютерные технологии интеллектуальной поддержки управленческих решений

Ивановская Ксения Анатольевна

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
пр-т Науки 14, г. Харьков, UA-61166, Украина,  
kseniia.ivanovska@nure.ua

**Аннотация.** *Принятие управленческих решений требует довольно большого творческого и интеллектуального вложения. Современные технологии помогают облегчить и автоматизировать управление производством. В работе показывается необходимость внедрения методов и интеллектуальных технологий поддержки принятия решений при управлении предприятием.*

**Ключевые слова.** *Информационные технологии, информация, интеллектуальная система, информационная система, системы поддержки принятия управленческих решений, управление знаниями, экспертные системы.*

## ВВЕДЕНИЕ.

В современном мире предприятия нуждаются в максимально возможной оперативности и автоматизации. Это связано с большим потоком информации, используемым в процессе ежедневной работы. Умение принять правильное решение развивается с опытом, который приобретает каждый день на протяжении жизни. Компетентность специалиста, и руководителя в частности, состоит из опыта, знаний, способностей, качеств и свойств личности, необходимых для успешной профессиональной деятельности. Для принятия правильных, а главное – эффективных, решений руководителю необходимо постоянно быть осведомлённым об изменениях во входящей и исходной информации[1]. Получение новой информации, последующая обработка и подготовка эффективных решений – это ежедневное, непрерывное и цикличное движение. Поэтому, для работы с большими объемами информации, внедряют системы поддержки принятия управленческих решений, которые основаны на уже существующих базах знаний, содержащих информацию о возможных вариантах и алгоритмах выбора правильного решения[2].

**Постановка задачи** – анализ и оценка возможностей современных информационных технологий поддержки принятия управленческих решений.

Объектом исследования являются уже существующие информационные технологии поддержки принятия управленческих решений.

**Актуальность** – изначально автоматизация управленческой деятельности использовалась только для автоматизации некоторых простейших или однотипных операций. Но стремительное развитие компьютерных информационных технологий, совершенствование технической платформы и появление принципиально новых типов программных продуктов привело к изменению подходов к автоматизации управления производством и возможности использования глобальной автоматической поддержки управленческих решений.

Workflow – данная технология автоматизации деловых процессов является современной технологией компьютеризированной поддержки процессов управления предприятием (иначе называемых деловыми процессами) целиком либо частично. Система класса workflow – это программное обеспечение, предназначенное для описания и обеспечения правильного выполнения деловых процессов предприятия. Системы автоматизации деловых процессов основаны на комплексном подходе к решению задач управления, т.е. они в определённой мере поддерживают реализацию всех основных функций управления: планирования, организации, активизации, координирования и контроля. Система управления предусматривает разделение на управляющую (занимается выработкой управленческих решений) и управляемую (является исполнителем решений) подсистемы. Функционал автоматизированной системы позволяет создать и в процессе работы поддерживать четкую технологию жизнеспособности всего аппарата управления, способствует организации работ, совершенствует обратные информационные связи[3]. Известные системы класса workflow: Staffware (Staffware Corp.), ActionWorkflow System (Action Technologies Inc).

## ВЫВОДЫ.

Анализ и оценка систем класса workflow показали, что управленческая работа с помощью этих систем гораздо эффективнее, чем без них. Использование систем автоматизации деловых процессов дает такие преимущества как высокая эффективность принятия решений, интегрируемые информационные процессы, устранение дублирования процессов и функций, повышение скорости и эффективности работы и прочее[4]. Таким образом, видим, что достоинства технологии и её активное использование на современных предприятиях способствуют дальнейшему развитию и усовершенствованию систем интеллектуальной поддержки управленческих решений.

## ИСТОЧНИКИ

- [1] Корниенко В.И. Формирование управленческих команд нового поколения. – М.: Изд-во РАГС, 2000. – 262 с.
- [2] Терелянский П. В. Теория и методы принятия решений : учеб. пособие / П. В. Терелянский; ВолгГТУ. — Волгоград, 2016. — 94 с.
- [3] А. Колесов. WorkFlow для автоматизации документооборота. Журнал: Программное обеспечение. №7 (83), июль 2005.
- [4] Орлов А. И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений. Учебное пособие. — М.: MapT, 2005. — 496с.

## ЗМІСТ

<b>РОЗРОБКА І ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>5</b>
<i>ЛЕБЕДЕВО.Г., ТКАЧЕВ В.Н., ТОКАРЕВ В. В., ЧУРЮМОВ Г.И.</i> ТЕМПОРАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АДАПТАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПУТЕМ РЕКОНФИГУРАЦИИ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ .....	6
<i>ЛУЧКО А. П., БАРКОВСКАЯ О.Ю.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	8
<i>МАЙМЕСКУЛ В. В., ПАРТИКА С. О., ЗАВИЗІСТУП Ю. Ю.</i> НАСТРОЙКА ВАГ ЗВ'ЯЗКІВ В МЕРЕЖАХ OSPF.....	10
<i>АЛЕКСЕЕВ Д.И.</i> КОНЦЕПЦИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБЛАЧНОЙ СРЕДЕ.....	11
<i>МАМОВІТЕНКО В. В., БАРКОВСЬКА О. Ю.</i> ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННІ.....	12
<i>ОСИПОВА Д.Ю., МОВСЕСЯН Я. С.</i> ЭФФЕКТИВНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ DOCKER.....	14
<i>КАНЕВСКАЯ А. Г.</i> РАЗРАБОТКА WEB-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ.....	15
<i>ПЕРЕПАДЯ А. В.</i> МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ АБЕРРАЦИЙ В РЕЙТРЕЙСИНГОВОЙ АБЕРРОМЕТРИИ .....	17
<i>РУБАН І. В., МАРТОВИЦЬКИЙ В.О.</i> МОДЕЛЬ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕРЕЖНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	18
<i>ПРОНИНА О. И.</i> ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ВЫБОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ.....	20
<i>КРУГЛИКОВ Д. О., КРУГЛИКОВ Є.О., РУБАН І. В.</i> МОДЕЛЬ АСИНХРОННО-БЛОЧНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ WEB-САЙТУ .....	22
<i>РОСЛЯКОВ І. М., БАРКОВСЬКА О. Ю.</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ.....	23
<i>КРУГЛИКОВ Д. О., КРУГЛИКОВ Є.О., РУБАН І. В.</i> ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ БАЗ ДАННЫХ.....	25
<i>ПЕРЕПАДЯ О. В.</i> ПІДВИЩЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ МЕТОДУ РЕЙТРЕЙСИНГОВОЇ АБЕРОМЕТРІЇ.....	27
<i>ЯНКОВСКИЙ А.А., НОСОВА Т.В., ЖЕМЧУЖКИНА Т. В., КОСТИН Д. А., ЯНКОВСКАЯ Д. А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОНИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОХОДКИ ЧЕЛОВЕКА.....	29
<i>САС В. А., РОСЛЯКОВ И. Н., ЛЕБЕДЕВ В. О.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ.....	31
<i>ЯНКОВСКИЙ А. А., ЯНКОВСКАЯ Д. А.</i> ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОТ ПРИБОРА НОЧНОГО ВИДЕНИЯ.....	32
<i>СЛОН Я. В., ЧЕРНЕНКО В. П.</i> ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО WEB-ДОДАТКУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ.....	33

СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРО ДИНАМІКУ ЦІН НА НЕРУХОМІСТЬ.....	
<i>ЕПИФАНОВ А. С</i>	
ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ДИНАМИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ТОПОЛОГИЕЙ.....	35
<i>ГОРБАЧЕВ В. А., ПОНОМАРЕНКО О. Е.</i>	
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ.....	37
<i>ДУБІНІН Д. Д.</i>	
КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПАЦІЄНТІВ З ЛІКАРЯМИ.....	40
<i>КОВАЛЕНКО А.А., КУЧУК Г.А.</i>	
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИНТЕЗУ І РЕКОНФІГУРАЦІЇ СТРУКТУР КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ.....	42
<i>РЕДКО І. V., МУКНІАК О.О.</i>	
ЕКСПЛІКАТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ІНТЕГРАЦІЇ.....	43
<i>MELNYK Y. I.</i>	
STARCRAFT 2: REINFORCEMENT LEARNING APPROACH.....	48
<i>МАСЛОВСКИЙ В. Ю., МИХАЛЬ О. Ф.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПОВЕДЕНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ.....	50
<i>ГРИЦЕНКО А. И.</i>	
МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ.....	51
<i>СЕВОСТЬЯНОВА Е. Н., МИХАЛЬ О. Ф.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭВОЛЮЦИОНИРОВАНИЯ КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМ НА КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТАХ.....	53
<i>ВОЛК М.А., ФИЛИМОНЧУК Т.В., ЛУНИЧКИН А.Г., РИСУХИН М.В.</i>	
ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАНИЙ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ НА ОСНОВЕ ТРАНЗАКЦИОННОГО МЕТОДА.....	55
<b>ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>56</b>
<i>ДОДОНОВ О. Г., ГОРБАЧИК О. С., КУЗНЄЦОВА М. Г.</i>	
ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМИ МОБІЛЬНИХ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	57
<i>GAIDUK K. S., SHEVCHENKO O. G.</i>	
THE DEADLOCK PROBLEM & APPROACHES TO ITS SOLUTION.....	59
<i>ПЕРЕПАДЯ В. І., ЗАБОЛОТНИЙ В. І.</i>	
ОЦІНКА РІВНЯ ВИПРОМІНЮВАНЬ СИГНАЛІВ ПОБІЧНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ІМОВІРНІСНИМ МЕТОДОМ.....	60
<i>СОЛДАТОВ Д. В.</i>	
МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ГОЛОСУ ДЛЯ VOIP МЕРЕЖІ.....	62
<i>НОВІКОВА К., АНОХІН В., ЛЯШЕНКО О.</i>	
СТВОРЕННЯ ЕТАЛОНІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗАХИЩЕНОСТІ КОРПОРАТИВНИХ	64

ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ.....	
<i>ГОРБАЧЕВ В. А., АБДУЛРАХМАН К. Б.</i>	
МОДЕЛИ УГРОЗ В ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ.....	65
<i>АРУТЮНЯН В. Е.</i>	
СУЧАСНА КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА МОДЕЛЬ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ МАСОВОГО ОПОВІЩЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	69
<i>SMELYAKOV K., YEREMENKO D., SAKHON A., POLEZHAI V.</i>	
BRaille CHARACTER RECOGNITION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS.....	71
<i>КЛОПКОВ В.А., СМЕЛЯКОВ К.С.</i>	
ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	73
<i>ЛАНЕВСЬКИЙ В. Є.</i>	
МЕТОДИ КОНТРОЛЬОВАНОГО МАШИННОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИЯВЛЕННІ МЕРЕЖЕВИХ ВТОРГНЕНЬ.....	75
<b><i>ГНУЧКІ ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ ТА РОБОТОТЕХНІКА.....</i></b>	<b>77</b>
<b><i>TSYMBAL O.,OLAIDE J.</i></b>	
<i>ISSUES OF HARDWARE CONTROL FOR ARDUINO ROBOT.....</i>	<i>78</i>
<i>БОНДАРЕНКО Ю. О.</i>	
КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ КОРЕКЦІЇ СИГНАЛУ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ МОВЛЕННЯ.....	80
<i>TSYMBAL O.</i>	
LOGICS OF MULTI-STAGE DECISION-MAKING FOR ROBOTS.....	81
<i>ІВАНЦОВА А. А.</i>	
АНАЛІЗ КОЛЬОРУ ОБ'ЄКТІВ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ.....	84
<i>ІХТІЯРОВ А.Ю.</i>	
АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ Й ПОВЕДІНКИ АВТОНОМНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА У НЕДЕТЕРМІНОВАНОМУ ПРОСТОРІ.....	85
<i>НЕВЛЮДОВ І.Ш., ПИСЬМЕНЕЦЬКИЙ В.О., ФРОЛОВ А.В., ЛУК'ЯНЕНКО В.Л., ЧАЛА О.А.</i>	
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КРЕМНІСВИХ КОНЦЕНТРАТОРНИХ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕМЕНТІВ.....	88
<i>ПОЛЬОВИЙ С. М.</i>	
ПОРТРАТИВНИЙ СПЕКТРОАНАЛІЗАТОР НА ОСНОВІ ПЛІС.....	91
<i>СИНОТИН А. М., РОМЕНСКИЙ В.И.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО АППАРАТА ОТ ЕГО ФОРМЫ.....	93
<i>ШЕВЧЕНКО І. О., ВАРФОЛОМЄЄВ А. Ю.</i>	
ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ЇХ ВІДТІНКУ В ЗАДАЧАХ ОПТИЧНОГО СОРТУВАННЯ.....	95
<i>SKYRDA I. I.</i>	
SWARM MOTION OF AUTONOMOUS UNMANNED AERIAL VEHICLES.....	96
<i>БРОННІКОВ А. І.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ КЕРУВАННІ РОБОТАМИ.....	97
<i>ГУДКОВ Є. В.</i>	99



ВІДДАЛЕНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ НА ОСНОВІ МОБІЛЬНОГО ПРИБОРУ.....	
<b>ПРОЕКТУВАННЯ, ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ.....</b>	<b>101</b>
<i>ЄВЛАНОВ М. В.</i> МОДЕЛЬ АРХІТЕКТУРНОГО ФРЕЙМВОРКА ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	102
<i>ГРИЦЕНКО А. И.</i> МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ.....	103
<i>ЮРЬЕВ И. А.</i> РАЗРАБОТКА ШАБЛОНА ОПИСАНИЯ ИТ-СЕРВИСА.....	105
<i>КУЗНЕЦОВ И. Ю., МИХНОВА А. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА В СИСТЕМАХ ВНУТРЕННЕГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА БАЗЕ WI-FI.....	106
<i>ЛЕВИКІН В. М., ЧАЛА О. В.</i> КОНТЕКСТНІ ОБМЕЖЕННЯ В БАЗІ ЗНАНЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ.....	107
<i>НЕУМЫВАКИНА О. Е., ПЕТРИЧЕНКО А. В., КОРНЕЕВА Е. В.</i> ЗАДАЧА ВЗАИМНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА.....	108
<i>НОСОВА А. Е., СИТНИКОВ В. И., МОВСЕСЯН Я. С.</i> ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ – ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО.....	109
<i>ПОКОЛОДНЫЙ С. Ю., ЛЕВЫКИН В. М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ВЫБОРА ВАРИАНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОД ТРЕБОВАНИЯ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	110
<i>РОСИНСКИЙ Д. Н., КУЗЬМЕНКО Е. Р.</i> ОТОБРАЖЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ.....	112
<i>САЕНКО В. И., СЕРИКОВ М. А.</i> ИНСТРУМЕНТАРИЙ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ POWERSHEL.....	114
<i>ШЕВЧЕНКО І. О.ВАРФОЛОМЄСВ А. Ю., ЛЕБЕДЕВ Д. Ю.</i> ВИЗНАЧЕННЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У ПРОСТОРІ.....	116
<i>СКАКУН Р. Г., КУДРЯВЦЕВА М. С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ФИШИНГОВЫХ АТАК.....	117
<i>САЕНКО В. И., СОЛОВЬЕВ М. И.</i> ПРОСТОЙ IOT СЕРВИС УДАЛЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЕМ.....	119
<i>СТРЕЛЬЧЕНКО О. Л.</i> КОМПЕНСАЦІЯ АКУСТИЧНОГО ЕХО НА МОБІЛЬНИХ ПРИБОРАХ .....	120
<i>ВАСИЛЬЦОВА Н. В., ПАНФЕРОВА И. Ю.</i> СТРУКТУРНЫЕ ПАТТЕРНЫ ОПИСАНИЙ ВНЕДРЯЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....	122
<i>САЕНКО В. И., ВОЛЧАНЕЦКИЙ И. С.</i> МОБИЛЬНЫЙ СЕРВИС ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В ЗАКРЫТЫХ ПУБЛИЧНЫХ ЦЕНТРАХ.....	123
<i>ВИНИЧЕНКО А. С., МИХНОВ Д. К.</i>	

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ GPS-СИСТЕМ У СФЕРІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ.....	125
<i>ЛЕВЫКИН В. М., ЖУЖУКИН Д. А.</i>	
АНАЛИЗ СПОСОБОВ КЛАССИФИКАЦІЇ CASE-СРЕДСТВ.....	126
<b>ИНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ.....</b>	<b>127</b>
<i>АКСАК Н. Г., НОВОСЕЛЬЦЕВ И. В., РОСИНСКИЙ Д. Н., ЛЕБЕДЕВ В. О.</i>	
СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ.....	128
<i>САС В. А., БАРКОВСЬКА О. Ю.</i>	
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ АГЕНТСТВА НЕРУХОМОСТІ.....	130
<i>БЕДЕНКО Д. А., РУБАН И. В.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ АЛГОРИТМА СНИЖЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ T-SNE.....	132
<i>БОНДАРЕНКО Ю. О.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРИДУШЕННЯ РЕВЕРБЕРАЦІЇ ТА ШУМУ.....	133
<i>БЕДЕНКО Д. А., ЛУКАШИН А. В., ЩЕРБАКОВ П. Ю.</i>	
АНАЛИЗ МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ФУРЬЕ.....	134
<i>ОРЛОВ Д. А.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ АЛГОРИТМОВ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПО ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЮ.....	135
<i>ОРЛОВ Д. А.</i>	
АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ СИГНАЛОВ СВЕТОФОРА.....	137
<i>SAVCHENKO I. V.</i>	
A DESIGN OF A NEURAL NETWORK FOR IMAGES CLASSIFICATION USING MATLAB AND JAVA.....	139
<i>БЕДЕНКО Д. А., ЩЕРБАКОВ П. Ю., ЯДРОВ Е. В.</i>	
МЕТОД НАНЕСЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ С ПОМОЩЬЮ ДИСКРЕТНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.....	141
<i>БЕДЕНКО Д. А., ЯДРОВ Е. В., ЛУКАШИН А. В.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМАТА SVG.....	142
<i>YERASTOVA V. Y.</i>	
FORECASTING THE MARKET PRICE OF SOFTWARE USING NEURAL NETWORKS.....	143
<i>ЗНАКОМСЬКИЙ І. В.</i>	
КЛАСИФІКАТОР БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ У ВИГЛЯДІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ.....	145
<i>ИВАНОВСКАЯ К. А.</i>	
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	147
<b>ЗМІСТ.....</b>	<b>148</b>

*Наукове видання*

«КОМП'ЮТЕРНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

Відповідальні за випуск:

Рубан І.В.,  
Коваленко А.А.,  
Мовсесян Я.С.

Комп'ютерна верстка:

Коваленко А.А.  
Мартовицький В.О.  
Мовсесян Я.С.

Матеріали збірки публікуються у авторському варіанті без редагування

Затверджено Вченою радою Харківського національного університету  
радіоелектроніки №5/13 від 10.04.2018 р.