

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ
XXV МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКА
ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ



Том 3

Харків 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 25-го МІЖНАРОДНОГО
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ»**

20 – 22 квітня 2021 р.

Том 3

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«ІНФОРМАЦІЙНІ РАДІОТЕХНОЛОГІЇ
ТА ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ»**

Харків 2021

УДК 004.056+004.03+654.1+621.37+004.4'277

25-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ. 2021. – 228 с.

В збірник включені матеріали 25-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті».

Видання підготовлено
факультетом інформаційних радіотехнологій
і технічного захисту інформації (ІРТЗІ)
Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ)

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
тел.: (057) 7021397
факс: (057) 7021515

Email: mref21@nure.ua

© Харківський
національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2021

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Прудіус І.Н.** проф., директор Інституту телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки НУ «Львівська політехніка», м. Львів, Україна.
- Піза Д.М.** проф., зав. каф. ЗНТУ, м. Запоріжжя, Україна.
- Рогожкін Є.В.** проф., зав. каф. НТУ «ХП», м. Харків, Україна.
- Сакало С.М.** проф., декан ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Антіпов І.Є.** проф., зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Карташов В.М.** проф. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Цопа О.І.** проф. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Свид І.В.** доц. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Pawel Komada** PhD, assistant professor Department of Electronics Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, deputy director of the institute for general matters Institute of Electronics and Information Technology Zaklady Optoelektroniki i Sieci Teleinformatycznych, Lublin University of Technology, Poland.
- Кокорін О.В.** завідувач відділу криміналістичних видів досліджень Харківського НДЕКЦ МВС України.
- Колесник В.Г.** завідувач відділу комп'ютерно-технічних та телекомунікаційних досліджень Харківського НДЕКЦ МВС України.
- Олейніков А.М.** проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Олейніков В.М.** проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Горелов Д.Ю.** доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Гавва Д.С.** доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Грецьких Д.В.** доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Воргуль О.В.** доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

УДК 654.1+621.37

**ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ,
РАДІОТЕХНІЧНІ ПРИСТРОЇ
ТА ЗАСОБИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПИРАЛЬНЫХ АНТЕНН

Коробко А.А.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Щербина А.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. КРиСТЗИ, тел. (057) 702-14-30)

e-mail: d_ret@kture.kharkov.ua, факс (057) 702-11-13

Considered volumetric cylindrical spiral antennas (SA) with circular polarization of the decimeter and centimeter wavelength ranges (in radar to obtain a more contrast image of the target against the background of interference, in telemetry systems and communications with aircraft, whose position is not stabilized in space, as irradiators of mirror antennas and array elements). The results of computer simulation of SA in various electrodynamic modes are given.

Рассмотрены объёмные цилиндрические спиральные антенны (СА) с круговой поляризацией дециметрового и сантиметрового диапазонов длин волн. Приведены результаты машинного моделирования СА в различных электродинамических режимах.

СА являются слабо- и средне- направленными широкополосными антеннами. Волна тока, распространяясь от места возбуждения вдоль провода спирали, доходит до его свободного конца и отражается в обратном направлении. Подбором геометрии спирали и частоты питающего напряжения можно добиться спада как падающей, так и отраженной волн тока.

Эти волны интерферируют друг с другом. В результате интерференции распределение амплитуды тока вдоль спирали будет иметь соответствующую форму. На большей части провода спирали амплитуда тока будет почти постоянной, а фаза будет изменяться почти по линейному закону, т.е. на большей части провода спирали имеет место бегущая волна тока. Отсутствие заметной отраженной волны тока в некотором интервале частот обеспечивает хорошее постоянство входного сопротивления.

Указанными свойствами СА обладает при определенных условиях. Распространяющаяся вдоль провода спирали бегущая волна тока не может вызвать внутри спирали электромагнитных волн (ЭМВ) типа H или E , как это имеет место в волноводе со сплошными проводящими стенками. Благодаря более сложным граничным условиям на поверхности спирали, указанная волна тока возбуждает внутри спирали ЭМВ более сложной структуры. Эти волны принято обозначать символом T_n , где n – число длин волн тока, укладывающихся на окружности витка цилиндра.

Характеристики направленности СА зависят от возбужденного в спирали типа волны T_0 , T_1 , T_2 . Режиму T_0 бокового излучения соответствует область (рис.1) на плоскости в виде треугольника, ограниченного осью абсцисс α и осью ординат kR , а также дугой

$(kR_{max})^0$ (пунктирн. линия).

Режиму T_2 конического излучения соответствует часть другого треугольника (рис.1), ограниченного осью ординат при $kR > 1$, осью абсцисс при $\alpha < 380$ и частью дуги $(kR)_1$ (пунктирная линия).

Между 1-й и 2-й зонами расположена третья зона ABC, соответствующая режиму T_1 осевого излучения.

По форме эта зона представляется в виде треугольного «паруса» (рис.1), ограниченного дугами $(kR)_1$, $(kR_{min})_2$ (сплошная линия) и $(kR_{max})_0$. Верхняя точка B «паруса» определяет угол, равный $\alpha = 19,5$ град., который для СА является оптимальным. При оптимальном (или близком к нему) угле α можно изменять радиус спирали и «проходить» через различные области (рис.1), различных типов волн и соответствующих диаграмм направленности (ДН).

В докладе с использованием метода машинного эксперимента рассмотрены особенности волн T_0, T_1, T_2 в СА и соответствующие пространственные характеристики антенн. Пример ДН осевого излучения на рис.2.

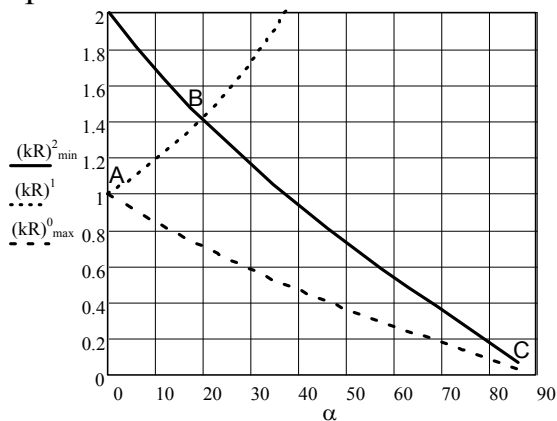


Рисунок 1– Области, соответствующие различным типам волн T_0, T_1, T_2

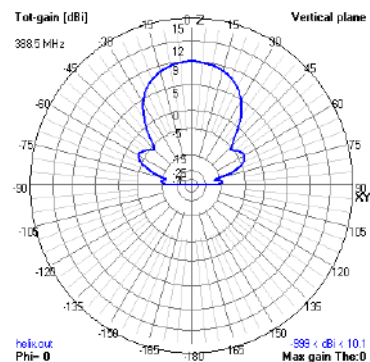


Рисунок 2 – ДН спиральной антенны (программа 4nes2, центральная частота 388,5 МГц, волна T_1)

Список источников

1.Constantine A. Balanis Antenna Theory: Analysis and Design, John Wiley & Sons, Inc., – 2016. –1072 p.

2.Айзенберг Г.З. Антенны УКВ. [Текст] / Г.З. Айзенберг, В.Г. Ямпольский, О.Н. Терешин; под ред. Г.З. Айзенберга. – Ч. 2. – М.: Связь,– 1977.–288 с.

МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ПОЛОСОПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР С ШИРОКОЙ ПОЛОСОЙ ЗАГНРАЖДЕНИЯ

Криворучко А.А.

Научный руководитель – д. ф.-м. н. проф. Должиков В.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. КРиСТЗИ,
тел. (057) 702-14-30)
e-mail: vladimir.dolzhikov@nure.ua

High quality and compact band pass filters are widely used in modern radio engineering and communication systems. Filters are usually implemented by using frequency selective elements and additional elements to suppress harmonics. Multimode resonators, stepped impedance structures or structures on coupled transmission lines can be used as frequency selective elements. To obtain steep slopes in the frequency response, it is common to create transmission zeros at specific frequency points using, for example, stepped resonant structures.

Высококачественные и компактные полосопропускающие фильтры широко используются в современных радиотехнических и коммуникационных системах. Фильтры обычно реализуются путем применения частотно-селективных элементов и дополнительных элементов для подавления гармоник. В качестве частотно-избирательных элементов могут применяться многомодовые резонаторы, ступенчатые импедансные структуры или структуры на связанных линиях передачи. Для получения крутых склонов частотной характеристики обычно создают нули коэффициента передачи в определенных частотных точках с помощью, например, ступенчатых резонансных структур.

В работе приводятся результаты разработки планарного полосно-пропускающего фильтра дециметрового диапазона с очень широкой верхней полосой запираия и крутыми склонами АЧХ. Конструкция представляет собой комбинацию полоснопропускающего ступенчатого фильтра и двух разомкнутых параллельно включенных трехзвенных шлейфов. Длина шлейфов и характеристические сопротивления отдельных звеньев выбиралась так, чтобы обеспечить нули коэффициента передачи на частотах кратных 1 ГГц. В полосе пропускания фильтр имеет потери на отражение не больше -10 дБ на частотах от 0.3 ГГц до 0.45 ГГц ($2\Delta f/f_0 = 43\%$), при этом коэффициент передачи, определенный с учетом свойств материалов из которых выполнен фильтр, меньше -1 дБ на частотах от 0.2 ГГц до 0.45 ГГц. Полоса загнраждения на уровне -20 дБ от 0.32 ГГц до 3.32 ГГц ($2\Delta f/f_0 = 140\%$). Таким образом, данный фильтр подавляет на -20 дБ, как минимум, восемь гармоник основного сигнала.

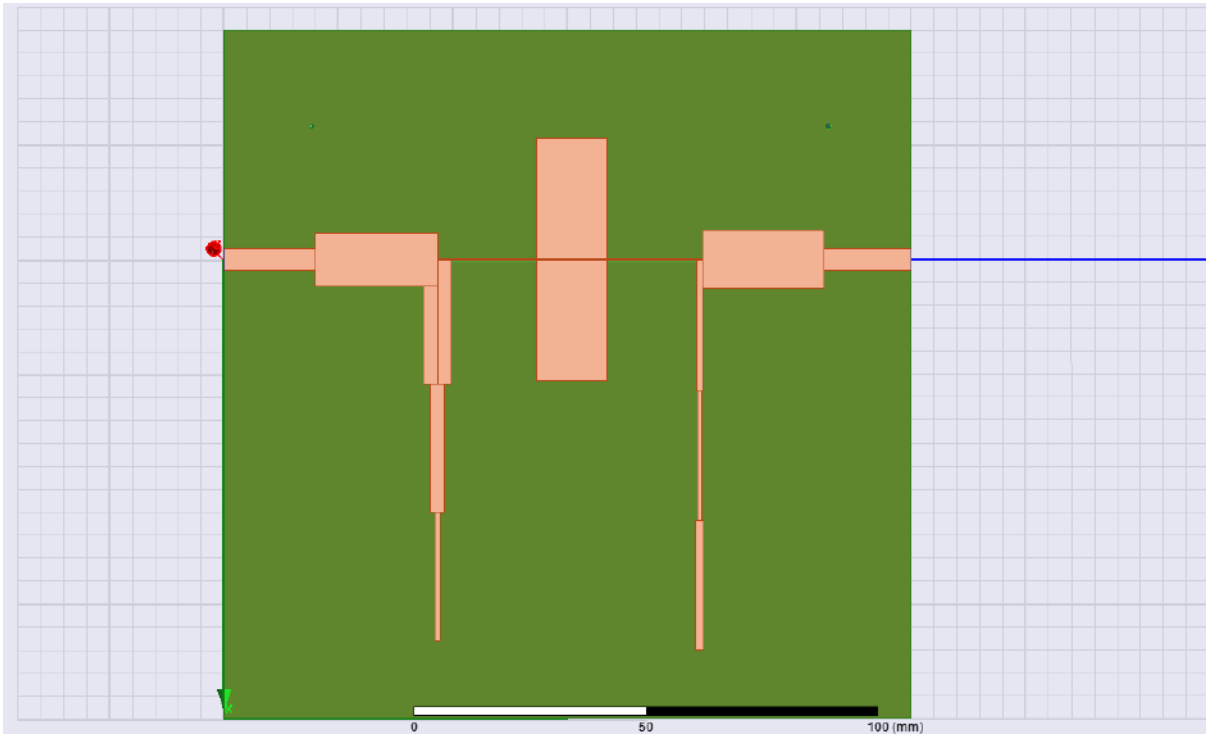


Рис. 1 – Топология фильтра

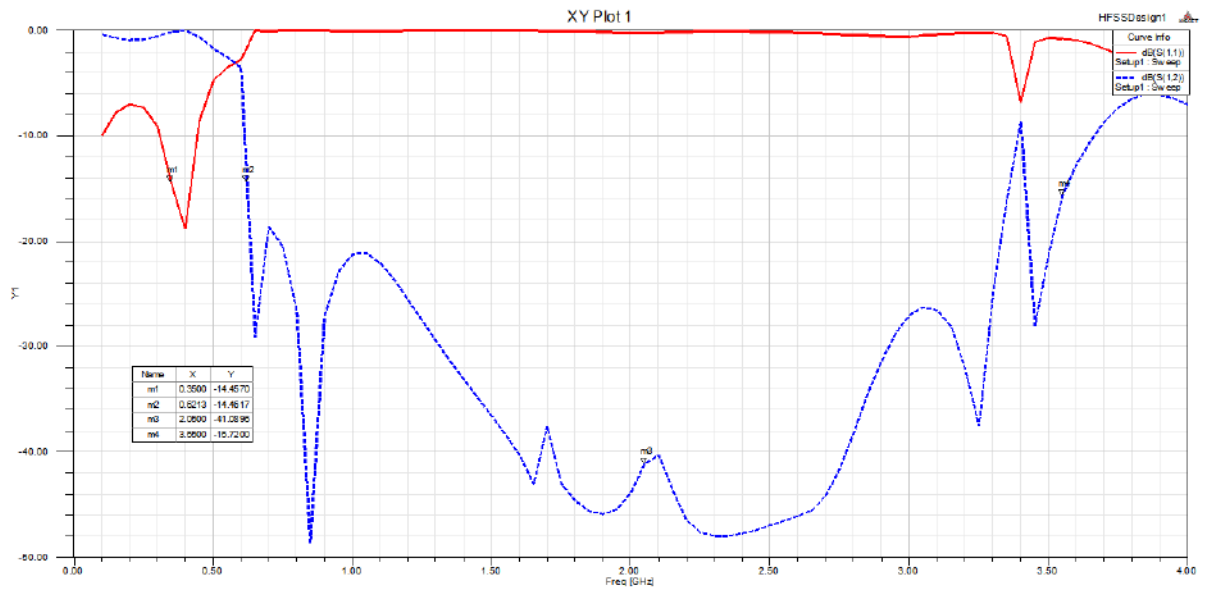


Рис. 2 – Частотные зависимости коэффициентов отражения $|s_{11}|$ - красная кривая и передачи $|s_{21}|$ - синяя кривая

Список литературы: 1. H. N. Shaman, A. M. Almughamis, A. M. Alamro, and Y. S. Alharthi, “Compact ultra-wideband (UWB) bandpass filter with wideband harmonic suppression”, in Proc. 21st Int. Conf. Microw., Radar Wireless Commun. (MIKON), May 2016, pp.1–4.

МИКРОПОЛОСКОВЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ НА СВЯЗАННЫХ ЛИНИЯХ

Чарторийский А.А.

Научный руководитель – д.ф.-м.н. проф. Должиков В.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. КРиСТЗИ,
тел. (057) 702-14-30)
e-mail:vladimir.dolzhikov@nure.ua

Directional couplers with parallel-coupled microstrip transmission lines are easily fabricated, which makes them widely used for various RF and microwave applications because they can be easily incorporated into and implemented with other circuits: designs of various balanced power amplifiers, mixers, modulators, measurement systems, circularly polarized antennas, beam-forming array antennas, etc. The main limitations of the traditional coupled-line couplers are low coupling level and poor directivity in microstrip implementation since the coupling level of microstrip coupled-line coupler is limited by the narrow separation between two parallel edge-coupled transmission lines, usually 0.1 mm. In this paper, the possibility of improving the parameters of the directional coupler with connected lines by introducing into the design series-connected short-circuited and parallel open stubs investigated.

Направленные ответвители на связанных линиях передачи с волной типа ТЕМ широко используются в различных ВЧ- и СВЧ-приложениях, поскольку они могут быть легко интегрированы в другие схемы: в конструкции различных балансных усилителей мощности, смесителей, модуляторов, измерительных систем, антенн с круговой поляризацией, антенных решеток с формированием луча и т.д. Основными ограничениями у традиционных ответвителей на связанных линиях являются низкий уровень связи и плохая направленность при микрополосковой реализации, поскольку уровень связи микрополосковых устройствах на связанных линиях в основном ограничивается малым расстоянием между двумя параллельными линиями передачи с боковой связью обычно 0,1 мм.

В работе исследован вариант конструкции двухзвенного направленного ответвителя на связанных микрополосковых линиях передачи с последовательно включенным короткозамкнутым шлейфом и системой параллельно включенных разомкнутых шлейфов (рис. 1). Направленный ответвитель состоит из трех слоев: диэлектрической подложки - Rogers/RT duroid с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2.33$ и толщиной 2 мм, медного экрана толщиной 1мм, токопроводящих медных полосок толщиной 0.035 мм, габаритные размеры $L_x = 46$ мм, $L_y = 92$ мм. Размеры приведены в табл. 1. Значения параметров в полосе частот 15 %:

направленность 30 дБ, развязка -30 дБ, переходное ослабление -3.2 дБ
 рабочее затухание - 2.9 дБ , потери на отражение -22.5 дБ.

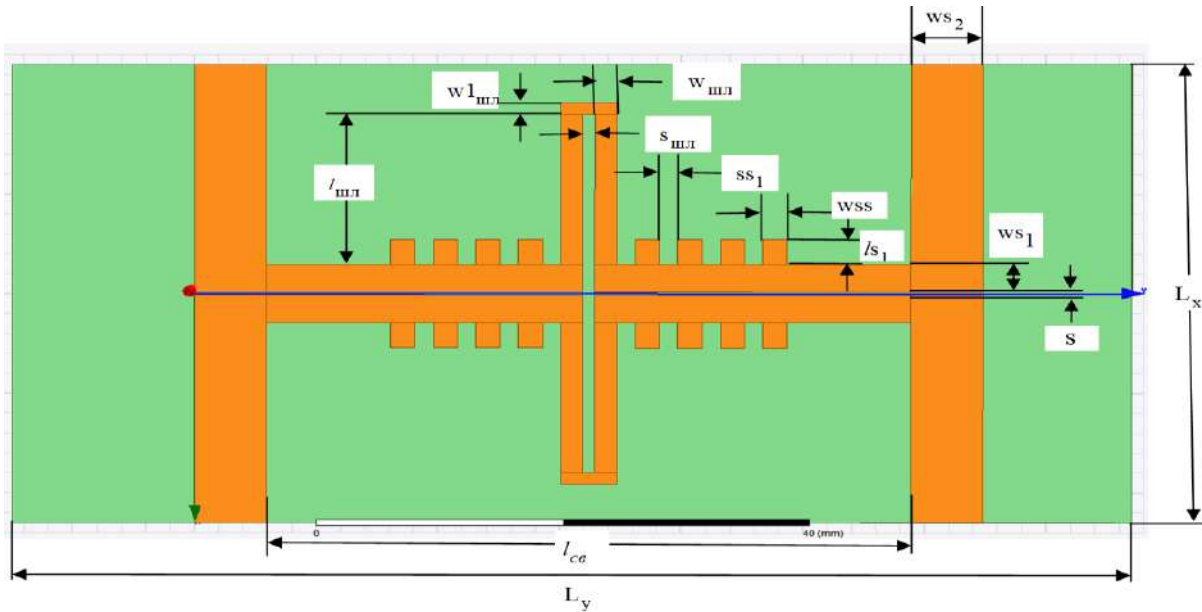


Рисунок 1- Топология направленного ответвителя

Таблица 1

Размер	ws_1 , MM	ws_2 , MM	wss , MM	$w_{шл}$, MM	$w1_{шл}$, MM	s , MM	$ss1$, MM	$s_{шл}$, MM	$l_{св}$, MM	$l_{шл}$, MM	l_{s1} , MM	L_x , MM	L_y , MM
	2.8	5.9	2.0	1.8	1.2	0.3	1.5	1.0	63.8	15	0.5	46	92

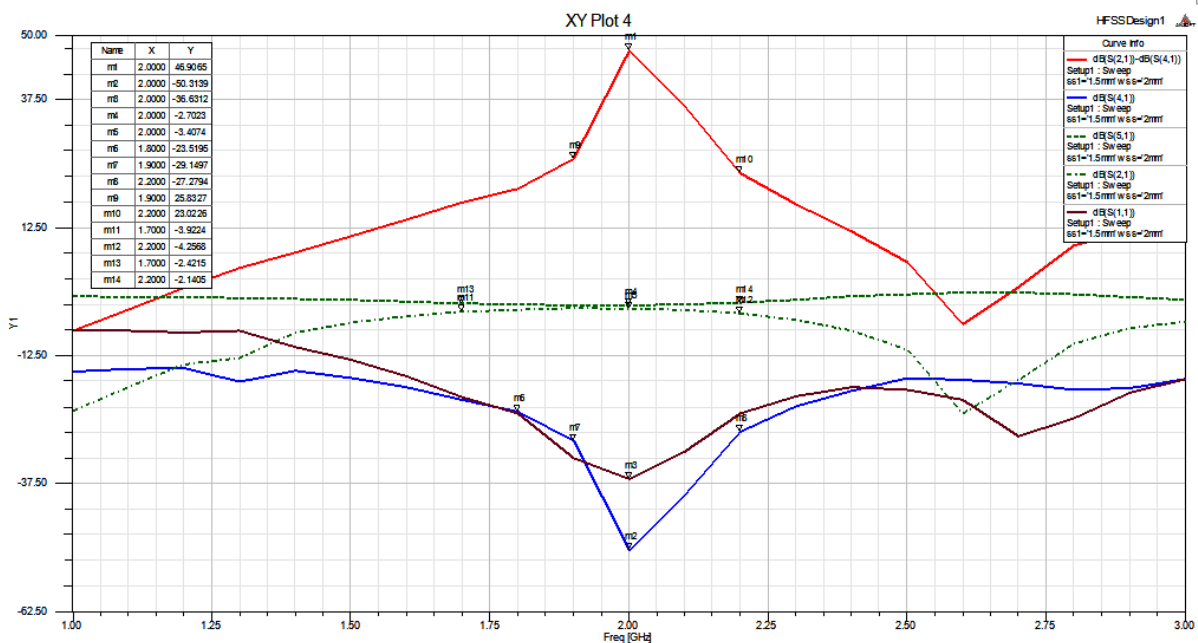


Рис. 2 – Частотные зависимости основных параметров НО

Наилучшие значения параметров: направленность 47 дБ, развязка - 50.3 дБ, переходное ослабление -2.86 дБ. рабочее затухание -2.9дБ, потери на отражение -37 дБ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ВАХ ВИПРЯМНОГО ДІОДА НА ВЕЛИЧИНУ ККД РЕКТЕННОГО ЕЛЕМЕНТА

Алексєєв В.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Грецьких Д.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. комп'ютерної радіоінженерії та систем технічного захисту інформації, тел. (057) 702-14-30
e-mail: vasyli.alexsiiev@nure.ua.

In this paper the evaluation of potential energy characteristics of rectenna's elements was made. It was shown that rectifier diodes parameters of rectenna's elements significantly affect conversion efficiency of the rectification. Were also given recommendations regarding the choice of rectifier diodes of rectenna's elements to ensure their energy characteristics close to the maximum possible.

Розглянемо один з можливих варіантів побудови ректенних елементів у яких використовуються однопівперіодні схеми випрямлення (рис. 1) [1].

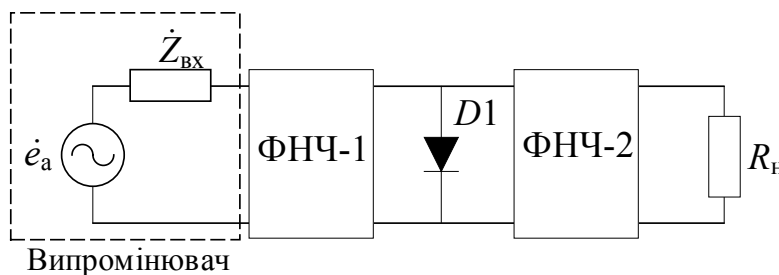


Рис. 1. Ректенний елемент

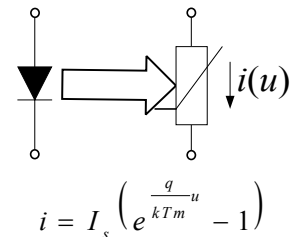


Рис.2. Модель діода у вигляді резистивної нелінійності

Для того, щоб оцінити вплив потужності втрат у діоді на ККД елемента ректени бажане, по можливості, виключити з розгляду втрати потужності за рахунок інших факторів. Це можна зробити припустивши, що вхідний (ФНЧ-1) і вихідний (ФНЧ-2) фільтри (рис. 1) мають характеристики ідеальних фільтрів. У якості випромінювача ректенного елемента будемо використовувати симетричний вібратор який має вхідний опір $R_{вх} = 80,2$ Ом. Параметри ректенного елемента будемо визначати як в [1].

У роботі проведені розрахунки залежності КПД ректенного елемента від опору навантаження $R_{н}$ при різних значеннях m (коефіцієнта неідеальності ВАХ діода), I_s (струму насичення) і T (температури р-п-переходу) для моделі випрямного діода наведеної на рис. 2. Показано, що величина оптимального опору навантаження $R_{нopt}$ при якому ККД випрямлення досягає максимального значення пов'язана з вхідним опором випромінювача простим співвідношенням $R_{нopt} = 2R_{вх}$ і не залежить від

зміни параметрів t , I_s і T що й підтверджується результатами моделювання.

На рис. 3 для оптимального опору навантаження $R_{н\text{opt}} = 160,4$ Ом наведені залежності ККД випрямлення від коефіцієнта неідеальності характеристики діода m , струму насичення I_s й температури T .

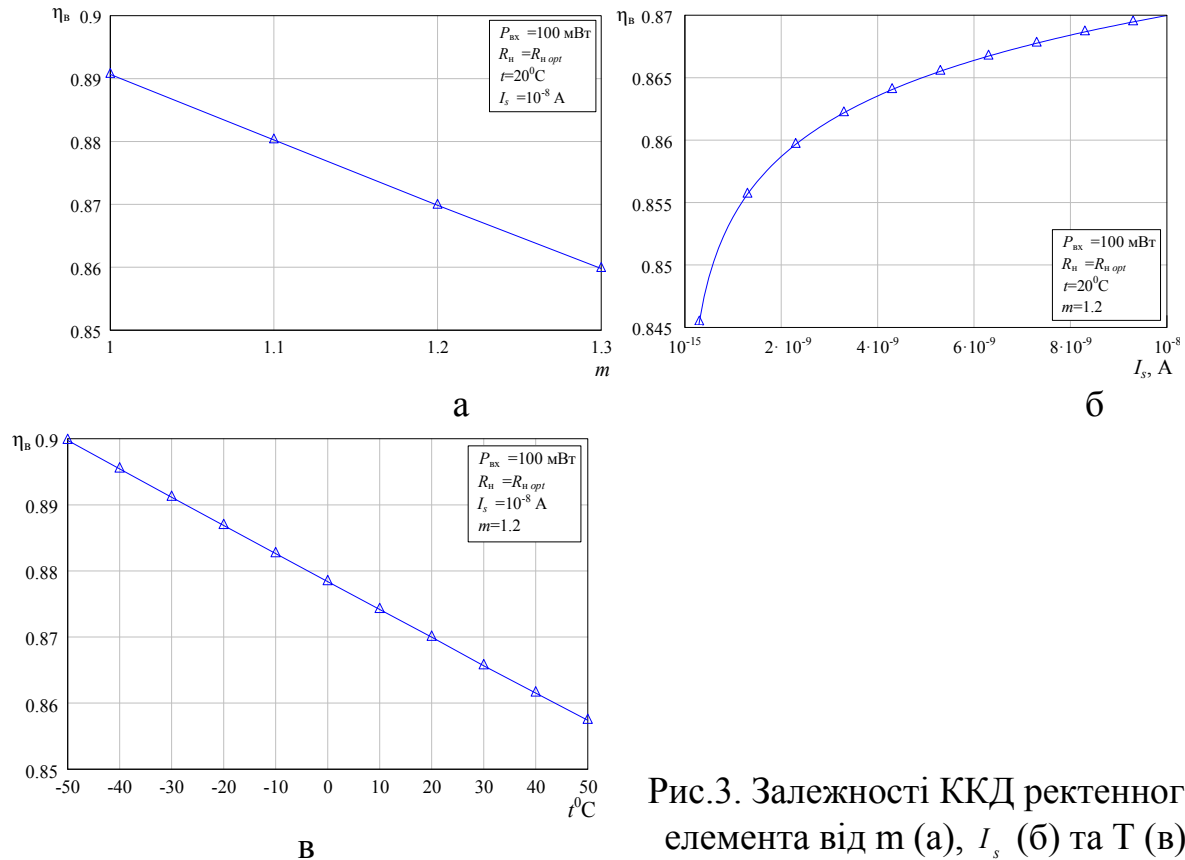


Рис.3. Залежності ККД ректенного елемента від m (а), I_s (б) та T (в)

З рис. 3,а та 3,б видно, що зменшення m і збільшення I_s при тому самому рівні вхідної потужності й тому самому опору навантаження призводить до росту коефіцієнта корисної дії ректенного елемента. Це цілком природній результат, тому що при постійній напрузі на діоді зі зменшенням m або збільшенням I_s збільшується струм діода, тобто зменшується його внутрішній опір, і, як результат, зменшується потужність втрат у діоді. Для забезпечення максимально можливого ККД випрямлення бажане використовувати діоди з коефіцієнтом m близьким до 1 і струмом насичення I_s порядку 10^{-6} А. Також при проектуванні ректен застосовуваних у різних системах БПЕ необхідно враховувати й температурний режим їх експлуатації (рис. 3,в). Наведені вище результати моделювання служать орієнтиром при виборі випрямних діодів.

Література

1. Крупноапертурные антенны-выпрямители систем беспроводной передачи энергии микроволновым лучом / В.М. Шокало, А.И. Лучанинов, А.М. Рыбалко, Д.В. Грецих. – Харьков: Коллегиум, 2006. – 308 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНЫХ И КУСОЧНО-НЕЛИНЕЙНЫХ МГНОВЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ РПУ И РПРУ

Ромаш А.А., Пилюшко А.А.

Научный руководитель – начальник кафедры связи,
к.т.н., доцент Пилюшко А.А.

УО «Военная академия Республики Беларусь»

220057, Минск, пр-т. Независимости, 220, каф. Связи, тел. (017) 287-42-24
e-mail: andryusha.romash@mail.ru

The report provides a review and analysis of scientific and technical literature devoted to nonlinear phenomena in radio receivers. Various options for combating nonlinear phenomena in radio receivers are considered. Conclusions are made about the need to develop new or improve (optimize) existing methods of dealing with nonlinear phenomena in radio receiving and radio transmitting devices. The results of mathematical modeling of piecewise-linear "limiter-corrector" and methods of splicing sections of piecewise-linear and piecewise-nonlinear transmission characteristics with each other are considered. Conclusions are made about the adequacy of the simulation modeling results.

Обзор современной научной и технической литературы [1-5] показывает, что при проектировании радиоприемных устройств (РПУ) и радиопередающих устройств (РПРУ) различного назначения по-прежнему возникает ряд проблем, связанных с нелинейными явлениями. В настоящее время известны различные способы борьбы с нелинейными явлениями [4,5], позволяющие в той или иной мере осуществлять их подавление. Учитывая, что предложенные способы не позволяют в полной мере подавить либо ослабить влияние нелинейных явлений, это приводит к необходимости разработки новых либо совершенствования (оптимизации) существующих способов.

В докладе рассматриваются результаты математического моделирования кусочно-линейного «ограничителя-корректора» и способов сращивания участков кусочно-линейных и кусочно-нелинейных характеристик преобразования между собой.

При этом ограничитель предназначен для предотвращения воздействия мощного внешнего мешающего сигнала (помехи) на тракт приема путем ограничения характеристики преобразования РПУ по амплитуде. Корректор предназначен для коррекции (линеаризации) характеристики преобразования в рамках ограниченного участка (разработанное устройство позволяет задавать пределы ограничения и степень коррекции характеристики преобразования).

В докладе представлены:

математическая модель разработанного устройства «ограничитель-

корректор», которая основана на представлении характеристики преобразования линеаризируемого устройства (тракта) в виде ряда Фурье с последующим представлением каждого члена этого ряда в соответствующий временной ряд с помощью функций Бесселя;

различные варианты включения «ограничителя-корректора» в тракт прохождения сигнала РПУ;

результаты имитационного моделирования разработанного устройства в программной среде MathCAD;

выводы о целесообразности применения «ограничителя-корректора» в составе РПУ для борьбы с нелинейными явлениями.

результаты имитационного моделирования сращивания кусочно-линейных и кусочно-нелинейных участков характеристик преобразования;

сделаны выводы об оптимальном сращивании кусочно-линейных и кусочно-нелинейных характеристик преобразования на основании результатов имитационного моделирования.

Предполагается, что предложенные устройства позволят бороться с нелинейными явлениями и улучшить линейность тракта РПУ, соответственно повысить помехозащищенность (увеличить дальность и качество связи). При этом потребуются минимум специализированного программного обеспечения для проведения имитационного моделирования, поскольку все расчеты опираются на типовые пакеты прикладных программ (например, Mathcad или MathLab). Кроме того, представленные типовые пакеты прикладных программ позволяют достаточно легко и точно обеспечивать хорошую наглядность результатов расчета.

Литература:

1. Кириллов В.И. Гармонический анализ нелинейных устройств и трактов передачи сигналов в инфокоммуникациях: учеб.-метод. пособие / В.И. Кириллов, А.А. Пилюшко. – Минск : БГУИР, 2015. – 100 с.: ил.]

2. Курочкин А.Е. Конспект лекций по курсу «Радиоприемные устройства» для студентов специальностей: Радиотехника 39 01 01, Радиотехнические системы 39 01 02. – Минск, 2006.

3. Погорелов А.А., Бортникер В.Ю., Дворников С.В., Пшеничников А.В., Потехин А.А. Радиоприемные устройства. – СПб.: ВАС, 2016. – 440 с.

4. Малевич И.Ю. Конспект лекций по курсу «Методы и устройства приема и обработки сигналов» для студентов специальности I-39 01 03 «Радиоинформатика». – Минск, 2007.

5. Слюсарь Н.М. Конспект лекций по учебной дисциплине «Радиоприемные устройства». – Минск, 2020.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АМПЛИТУДНОГО ОГРАНИЧИТЕЛЯ НА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ПРИЁМНИКА ШПС

Гузенко М. Р.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Антипов И.Е.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. КРиСТЗИ

(057) 702 14 30) e-mail: maksim.guzenko@nure.ua

The features of the effect of such interference on the nodes of the direct conversion receiver are considered. Harmonic interference effects are analyzed using a specially developed mathematical model. It is shown that the interference separately and the Gaussian noise separately practically do not affect the amplitude limiter. However, their combined effect leads to a sharp increase in the probability of bit error.

Шумоподобные сигналы (ШПС) широко применяются в системах связи, радиолокации и радионавигации. При достаточно большой базе (200...1000), эти сигналы обладают хорошей скрытностью и помехоустойчивостью. Они могут успешно приниматься и декодироваться даже когда сигнал многократно слабее шума. Хорошая помехоустойчивость ШПС может создавать иллюзию их неуязвимости для помех.

К сожалению, это далеко не так. Существуют помехи, специально разработанные для противодействия приёму ШПС. Эти помехи используют как особенности самих сигналов, так и аппаратуры, предназначенной для их приёма и обработки. Одной из таких помех, которая может препятствовать приёму фазоманипулированного (ФМ) ШПС, является гармоническая помеха, частота которой несущественно отличается от средней частоты подавляемого сигнала. При её воздействии на приёмник прямого преобразования (ППрП) могут возникать эффекты, которые приводят к частичному или полному искажению модулирующей последовательности. Речь идёт о «биениях» между частотами помехи и гетеродина. При этом существенное влияние на способность приёмника «справится» с такой помехой оказывает амплитудный ограничитель, который может быть в тракте приёмника прямого преобразования.

Для оценки степени мешающего воздействия такой помехи было применено математическое моделирование. Разработана модель, которая позволяет формировать ФМ ШПС, добавлять к нему шум и помехи, осуществлять ограничение, декодирование и др. Было проведено моделирование приёма ФМ ШПС с базой 15 при наличии только шума, только помехи и при шуме совместно с помехой. Моделировался приём оптимальным приёмником (ОП) и ППрП с амплитудным ограничением.

Рассмотрим результаты моделирования. На рис. 1 показана зависимость вероятности битовой ошибки от отношения сигнал/шум при

отсутствии помех. Хорошее совпадение результатов моделирования с теорией говорит об адекватности модели, а ППрП показывает себя ненамного хуже, чем ОП – разница всего 1...1,5 дБ. При воздействии помехи, но в условиях слабого шума существенных различий между приёмниками также не выявлено.

Наибольшее влияние оказывает помеха, воздействующая совместно с шумом. На рис. 2 и 3 показаны зависимости вероятности битовой ошибки от отношения сигнал/помеха при разном отношении сигнал/шум. Здесь видно, что даже при сравнительно слабом шуме, который сам по себе несущественно влиял бы на ошибки, совместное воздействие помехи и шума приводит к существенному росту вероятности ошибки. Причём, для приёмника с прямым преобразованием частоты этот рост особенно заметен.

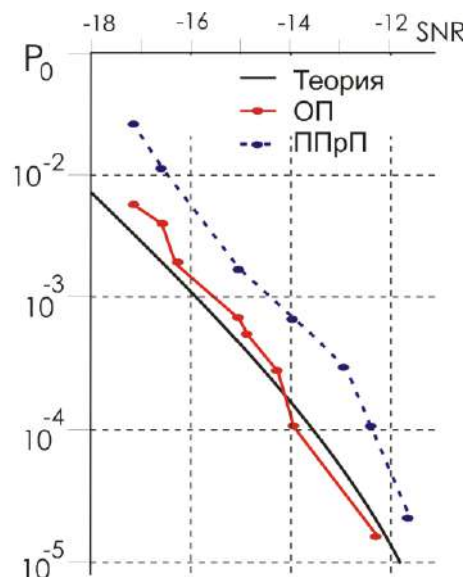


Рис. 1

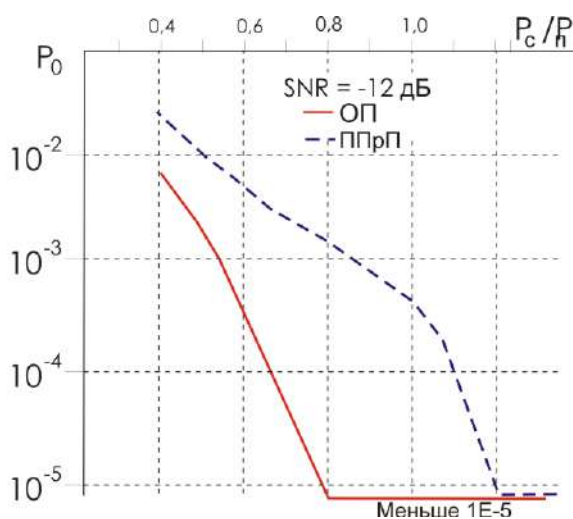


Рис. 2

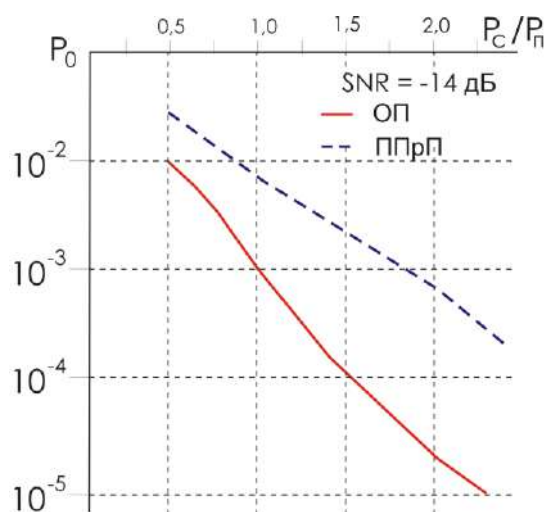


Рис. 3

Также была исследована зависимость вероятности битовой ошибки от частоты помехи. Как и следовало ожидать, наиболее эффективной оказывается помеха с частотой, которая в разности с частотой гетеродина даёт биения с длительностью полупериода, равного длительности одного элемента модулирующей последовательности.

Вывод, которые можно сделать на основании данного исследования - применение ППрП для приёма ШПС в условиях совместного воздействия помехи и шума нежелательно.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС РЕГИСТРАЦИИ МОМЕНТОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МЕТЕОРНЫХ СЛЕДОВ

Козак В. А.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Антипов И.Е.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, кафедра КРиСТЗИ
(057) 702 14 30) e-mail: vladyslav.kozak@nure.ua

The thesis is about passive methods for studying meteor phenomena based on the signals reception from remote TV centers. For the development of the method, it is proposed to supplement its function for storing the time scale, which will allow not only obtaining the amplitude-time characteristics, but also measuring the length of the path. This, in turn, will provide information on the height and position of the meteor trail in space.

Метеорные исследования – традиционное направление научной деятельности кафедры КРиСТЗИ (в прошлом, кафедры ОПТ). На существующем Балаклейском геофизическом комплексе продолжают пассивные измерения метеорной активности с использованием стороннего излучения.

Эти измерения основаны на регистрации сигнала от удалённого телецентра, работающего в аналоговом формате на первом частотном канале. При этом измеряется численность метеорных радиоотражений и их амплитудно-временная характеристика (АВХ). Работы продолжается на протяжении многих лет [1]. Для совершенствования комплекса предлагается дополнить его функцией точной регистрации момента появления метеорного следа. С учётом того, что элементы ТВ сигнала привязаны к шкале времени, это позволит вычислить время распространения, измерить длину трассы и найти местоположение следа. Совместно с АВХ это даёт почти ту же информацию, которая получается при активной локации.

В докладе показан расчёт диапазона измеряемого времени, обоснована необходимая погрешность измерения, сделан выбор способа синхронизации.

В качестве источника точного времени предлагается использовать навигационный приёмник U-Blox M8. Но сформированный им сигнал PPS сам по себе не может быть использован для регистрации времени возникновения метеорного следа. Он бывает всего раз в секунду, а метеорные следы могут длиться меньше 1 секунды.

Следовательно, для решения задачи необходимо иметь непрерывную шкалу времени – по сути, непрерывно идущие часы, которые бы только синхронизировались сигналами PPS. Для этого предусмотрен генератор с кварцевой стабилизацией частоты. От часов требуется отображать только миллисекунды и микросекунды текущей секунды. Также необходимо

предусмотреть возможность фиксации на часах момента возникновения метеорного следа с последующей передачей её в компьютер. Указанным условиям удовлетворяет структурная схема, представленная на рис. 1.

Отражённый от метеорного следа сигнал с выхода приёмника, поступает на звуковую карту и обрабатывается и записывается в файл с именем, соответствующим текущей дате и времени. Сигнал PPS (pulse per second) от навигационного приёмника через преобразователь USB/COM поступает на вход синхронизации внешних синхронизируемых часов. Зафиксированное время считывается компьютером, причём, уже после окончания метеорного следа, потому что пока длится метеорный след, идёт его запись и обработка, процессор и память компьютера могут быть загружены на 80% и более. Из-за этого возможны задержки и ошибки.



Рисунок 1

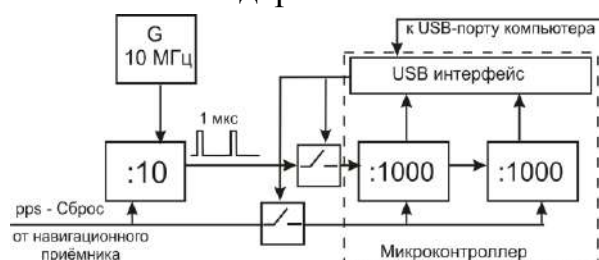


Рисунок 2

Схема внешних синхронизируемых часов показана на рис. 2. В работе предложены именно внешние синхронизируемые часы, а не синхронизация системных часов компьютера по сигналам GPS. В их состав часов входит кварцевый генератор с частотой 10 МГц. На выходе первого делителя формируются счётные импульсы с периодом следования 1 мкс. Далее частота следования этих импульсов делится на 1000 (микросекунды) и ещё раз на 1000 (миллисекунды). Значение миллисекунд и микросекунд могут быть считаны через USB-интерфейс после остановки счётчиков. Для остановки счётчиков служит верхний по схеме выключатель. Он программно, по команде компьютера, размыкается, пока длится метеорный след. В течение этого времени счётчики хранят данные о моменте начала следа.

Для реализации функции синхронизации сигнал PPS от GPS приёмника поступает на входы «сброс» счётчиков. Они устанавливаются в «ноль» в начале каждой новой секунды. Для предотвращения их сброса пока длится след, предусмотрено размыкание цепи сброса нижним по схеме выключателем. Предотвращать сброс первого делителя частоты нет необходимости, потому что его значения не считываются.

Литература:

1. Лыков Ю. В. Олейников А. Н., Кукуш В. Д., Шкарлет А. И. Результаты исследования параметров метеорных отражений сигналов телевизионного вещания разнесенной радиолокационной системой // Системы обработки информации. – Х.: ХУВС. – 2010. – № 1 (82).

ПІДВИШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИДІЇ ШИРОКОПОЛОСНИМ ЗАВАДАМ

Цибульник Д.І.

Науковий керівник – доц. Єпішкін С.О

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Кафедра інфокомунікаційної
інженерії ім. В.В. Поповського (ІКІ), тел. (057) 702-55-92
e-mail: dmytro.tsybulnykov@nure.ua.

This work described the basics of technology FHSS (Frequency Hopping Spectrum Spreading), functioning of modern radio jamming stations in broadband interference mode. Was described way that can counter such interference, and way to improving its efficiency.

Запропонований метод заснований на технології FHSS (Frequency Hopping Spectrum Spreading) або псевдовипадкової перебудови робочої частоти, при якому виділена для роботи системи смуга частот розділяється на велику кількість прилеглих один до одного елементарних смуг спектру. При роботі, в певний момент часу спектр переданого радіостанцією сигналу займає одну з цих елементарних смуг. Вибір смуг відбувається за відомим передавачу і приймачу псевдовипадковому закону.

Розглянемо, як реалізується придушення ліній з ППРЧ у сучасних засобах РЕБ на прикладі комплексу «Мандат-Б1Є. Комплекс має у своєму складі 3 станції перешкод, кожна з яких працює на придушення у певному діапазоні частот (1,5 – 30, 30 – 230, 225 – 1000 МГц відповідно). Діапазон роботи кожної станції розбитий на піддіапазони (до 3 шт.), на кожний з яких є свій передавач перешкод. У 1 момент часу передавач може формувати 1 сигнал перешкоди на 1 конкретній частоті. Виходячи з цього, у 1 піддіапазоні забезпечується придушення 1 радіолінії з ППРЧ. Подібна схема реалізується і при використанні станцією перешкод широкополосної загороджувальної завади. Засіб РЕБ може розширювати спектр завади у певному піддіапазоні, але це призводить до зменшення ефективності завади, що графічно показано на рисунку нижче, де сірий прямокутник показує розподіл потужності на спектрі завади. Розширення спектру пропорційне зниженню спектральної ефективності завади.

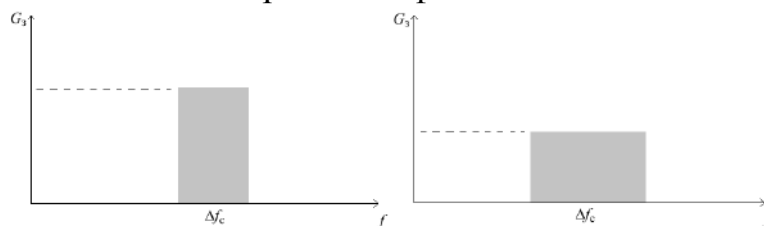


Рисунок 1 – спектральна щільність потужності при різній ширині завади

При впливі шумової завади, що частино або повно перекриває діапазон використовуваних у алгоритмі ППРЧ частот, має сенс розширювати цей діапазон, у межах якого здійснюється перебудова частот. При цьому супротивник також може змінювати ширину спектра встановлюваної їм завади, що буде вести до змін енергетичного потенціалу станції перешкод. Вичерпання цього потенціалу унеможливить створення завади з необхідною спектральною щільністю потужності. Також необхідно забезпечити виконання декількох умов:

- недопускання потрапляння набору частот з діапазону роботи у інші під діапазони роботи засобу РЕБ;

- забезпечити мінімально необхідний розмір діапазону роботи, бо зі збільшенням використовуваного діапазону змінюється розповсюдження радіохвиль, що може впливати на дальність зв'язку.

Для підвищення швидкості та ефективності розширення діапазону було запропоновано метод, що передбачає побудову радіопередавального пристрою, який містить 2(або більше) передавача, кожний з яких матиме свій алгоритм ППРЧ, але передаватиме один інформаційний сигнал. Фактично буде організовано 2 мережі (назвемо їх підмережами), робота яких буде проводитись у 1 піддіапазоні роботи станції завад. Проводячи аналіз стану підмереж (співвідношення сигнал/завада, BER, тощо) можливо визначити оптимальний розмір діапазону роботи ППРЧ.

Графічно це показано на рисунку нижче:

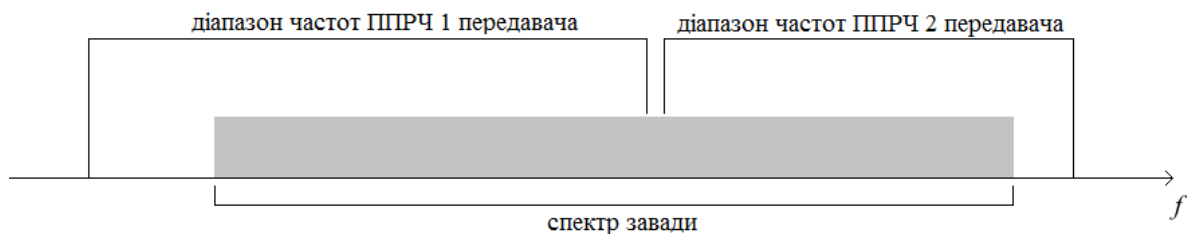


Рисунок 2 – розміщення спекрів завади та 2 передавачів на частотному діапазоні

Результати моделювання показали, що запропонований метод дозволив зменшити показник BER (bit error ratio) – відношення бітів, переданих з помилкою до загальної суми переданих бітів з 0,7502 до 0,5002.

Перелік джерел: 1. Макаренко С. И. Помехозащищенность систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. Монография. / С. И. Макаренко, М. С. Иванов, С. А. Попов. – СПб: Свое издательство, 2013. – 166 с. 2. Кривенко О. В. Методи формування сигналу в радіозасобу з ППРЧ в умовах впливу навмисних шумових завад. / О. В. Кривенко. // Системи озброєння і військова техніка. – 2017.

УДК 654.1+004.4'277

**ІНФОРМАЦІЙНІ РАДІОЕЛЕКТРОННІ
СИСТЕМИ**

ПОЛІФОНІЧНІ ОПТОЕЛЕКТРОННІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ АКУСТИЧНИХ КОЛИВАНЬ НА ЕЛЕКТРИЧНИЙ СИГНАЛ ДЛЯ СТРУННО-СМИЧКОВИХ МУЗИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ (З ДОСВІДУ РОЗРОБКИ ТА ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ)

Сидоренко Д.С., Мельник Є.Ю.

Компанія “Auscaler Pickups”

61110, Україна, Харківська обл., м. Харків, вул. Ферганська, буд.33, кв.63

e-mail: jp94@ukr.net, +380962685676

All of the modern strings instruments players use pickups system (constant or from time to time). There are many types of modern pickups such as electromagnetic, piezo, electrostatic etc. The report discusses the main design features of Auscaler Pickups polyphonic infrared optical pickups for double bass, cello, guitar and balalaika.

Практична реалізація поліфонічних оптоелектронних перетворювачів акустичних коливань на електричний сигнал (звукознімачів) для струнно-смичкових інструментів є доволі складним завданням. На даний час лише одна компанія в світі – Willcox Guitars – серійно випускає струнні музичні інструменти з використанням такої технології (рис.1).



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд системи оптичних звукознімачів



Рисунок 2 – Щілинний оптрон

Проте, їїня запатентована конструкція має, на наш погляд, ряд суттєвих недоліків:

- неможливість самостійного встановлення безпосередньо самим виконавцем, оскільки система є вимогливою до налаштувань (кут та місце встановлення);
- система отримала практичну реалізацію лише для електрогітари та бас-гітари (для інших струнних інструментів вона не придатна);
- необхідність жорсткої фіксації до корпусу інструменту, відсутність можливості швидко перевстановити систему на інший інструмент (такий підхід є вкрай важливим для музикантів, особливо контрабасистів, що активно гастролюють).

Спробуємо сформулювати вимоги, що висувалися нами при розробці поліфонічної системи оптичних звукознімачів:

- 1) Легкість встановлення та демонтажу;
- 2) Невелика вага та розмір;
- 3) Можливість регулювання підсилення, гучності та АЧХ для кожної струни;
- 4) Відсутність впливу світла видимого діапазону на роботу системи;
- 5) Можливість роботи системи від батареї чи акумулятора напругою 9В.

Основою нашої першої конструкції став щілинний оптрон (рис.2), що працює в інфрачервоному спектрі випромінювання.

Щілинний оптрон складається з інфрачервоного світлодіоду (940 нм) та фототранзистору, чутливого до довжини хвилі, що випромінюється світлодіодом.

Дана конструкція була дуже зручною для нас, оскільки мала готовий корпус і щілину, розміри якої підбиралися відповідно до діаметру струни.

Обробка сигналів здійснювалася за допомогою попереднього підсилювача, побудованого на базі операційних підсилювачів із низьким рівнем шуму NJM 2068.

Перші ж лабораторні випробування показали, що конструкція має ряд переваг (достатній рівень сигналу від кожного з сенсорів, відсутність впливу світла видимого діапазону), проте мала й суттєвий недолік – була доволі шумною.

Після дослідження впливу на коефіцієнт та характер шуму різноманітних сучасних операційних підсилювачів, нами було зроблено висновок про те, що істотну роль у формуванні шумових характеристик системи відіграє якість фототранзистора та його режим роботи.

Сила струму, що споживається пристроєм обробки сигналів, стала другим суттєвим недоліком, оскільки стандартна батарея типу «Крона» витримувала менше години роботи системи.

Усе вищезазначене сприяло створенню принципово нової системи обробки сигналів та іншого підходу до створення оптичних сенсорів необхідної якості.

У доповіді розглядаються основні конструктивні особливості поліфонічних інфрачервоних оптичних звукознімачів системи “Auscaler Pickups” для контрабасу та віолончелі.

1. Сидоренко Д.С. Віртуальні лабораторні комплекси в галузі радіотехніки, електроніки та телекомунікацій. Монографія. Том 1. – Х.: Найкраще місто, 2014. – 451 с.

ШИРОКОСМУГОВА ОБРОБКА АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Рибников М.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87
e-mail: d_res@nure.ua

Antenna arrays are used in many applications where high gain and electrically variable radiation patterns are required. However, the main disadvantage of such antennas is their relatively narrow bandwidth. In this article, it is proposed to use time filters in the elements of the antenna array to generate frequency-dependent weights for processing acoustic signals emitted by UAVs.

Широке поширення і доступність малих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) дозволяє зловмисникові мати на озброєнні малопомітні і компактні пристрої, які можуть використовуватися, як для збору конфіденційної інформації порушуючи приватну територію, так і бути потенційною зброєю. Тому актуальним завданням на сьогоднішній день є виявленням таких пристроїв. Як показує практика, традиційні засоби радіолокації не є достатньо ефективними, та не забезпечують достатнього рівня імовірності виявлення БПЛА. У цьому випадку прийом і обробка акустичного сигналу, випромінюваного електродвигунами БПЛА, дозволяє в значній мірі підвищити вірогідність виявлення. Для отримання кутових координат цілі в пасивній акустичній локації активно застосовують антенні решітки (АР), які складаються з деякої кількості рознесених на однакову відстань d антен, з'єднаних одним каналом передачі. Однак, як відомо, такі антени відносно вузькосмугові, що обумовлено принципом роботи самої АР.

З результатів дослідження відомо, що в процесі польоту електродвигуни БПЛА випромінюють акустичний сигнал в широкому діапазоні частот, крім того в спектрі сигналу також присутні високоенергетичні гармонійні коливання, які залежать як від частоти обертів електродвигуна, так і від матеріалів, з яких виготовлено той чи інший електродвигун БПЛА. Тому для алгоритмів визначення БПЛА важливо підсилювати сигнал в широкому діапазоні частот, що дозволить задіяти весь енергетичний потенціал спектру корисного сигналу, а також значно збільшити дальність виявлення.

Амплітудно-фазовий розподіл АР зручно описувати у вигляді комплексних вагових коефіцієнтів \vec{W} . Як відомо при зміні частоти також буде змінюється форма діаграми спрямованості (ДС) АР, тому вагові коефіцієнти, розраховані на деяку частоту f , не даватимуть необхідний амплітудно-фазовий розподіл на інших частотах [2]. Тому для отримання

частотно-залежних вагових коефіцієнтів $\vec{W}(f)$, в даній роботі пропонується використовувати серію відгалужень з лініями затримок у кожному мікрофонному блоці мікрофонної решітки, узагальнена схема якої представлена схема на рис. 1.

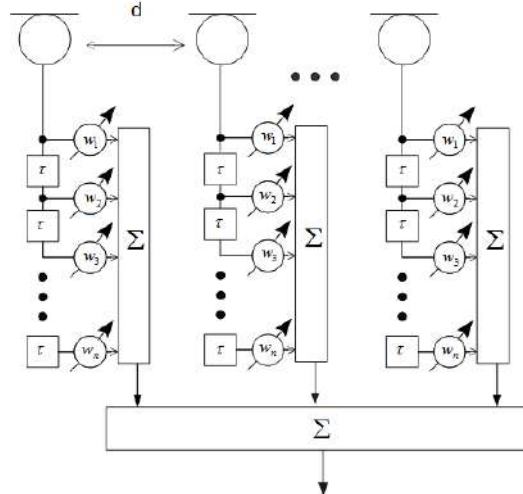


Рисунок 1. – Схема мікрофонної решітки з лініями затримок

В якості таких відгалужень можна використовувати КІХ або НІХ фільтри які будуть виконувати процес часової фільтрації, щоб сформувати частотно-залежний відгук для кожного з прийнятих широкосмугових сигналів [2].

У процесі польоту БПЛА, частота обертів електродвигунів може швидко змінюватися, тому потрібна постійна оптимізація вагових коефіцієнтів $\vec{W}_{opt}(f)$, яка може проводитися по одному з відомих критеріїв адаптації [1]. У даній роботі стосовно до широкосмугової АР був використаний такий критерій якості, як максимум відносини сигнал шум (МСШ). Застосування адаптивної обробки дозволяє значно підвищити відношення сигнал шум, за рахунок формування нулів ДС і провалів в АЧХ для частот і напрямків основних джерел перешкод.

Таким чином, реалізація адаптивної антенної решітки з частотно-залежними ваговими коефіцієнтами, дозволяє значно розширити робочий діапазон частот АР, що в свою чергу дозволить значно підвищити дальність виявлення та розпізнавання БПЛА.

Перелік посилань:

1. Карташов В.М. Модели и методы обработки сигналов систем радиоакустического и акустического зондирования атмосферы. -Харьков: ХНУРЭ, 2011. - 234 с.
2. Kartashov, V.M., Oleynikov V.N, Zubkov, O.V., Korytsev I.V., Babkin, S.I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M. Spatial-temporal Processing of acoustic Signals of Unmanned Aerial Vehicles. Telecommunications and Radio Engineering, 2020, Vol. 79, №9. P.769-780.

ENHANCED DRONE DETECTION ALGORITHM WITH INTERPULSE AND INTRAPULSE DATA ANALYSIS

Pershyn I. V.

Scientific supervisor – D.Sc., prof. Kartashov V. M.

Kharkiv National University of Radio Electronics

MEIRES Department, 14, Nauky Ave., Kharkiv 61166, Tel. (057) 702-15-87

e-mail: yevhenii.pershyn@nure.ua

One of the urgent scientific and technical problems of our time is the development of methods and means of protecting various objects from the impact of unmanned aerial vehicles (UAVs) which carry a significant potential threat to various areas of human activity. Significant technical capabilities, a wide range and relatively low cost of UAVs, in combination with the difficulties of their observation and control, are the main features of this problem.

The article [1] discusses the information capabilities of each of the detection methods: radar, acoustic, optical and infrared. It is shown that the radar method has the best search capabilities. New effective methods of complex processing of multimodal signals and images were synthesized [1].

Recent research in drone detection technologies yield to new algorithms. Visiting military exhibitions and analyzing products of companies with state-of-the-art technologies of drone detection gave results in finding an interesting product with an enhanced drone detection algorithm implemented.

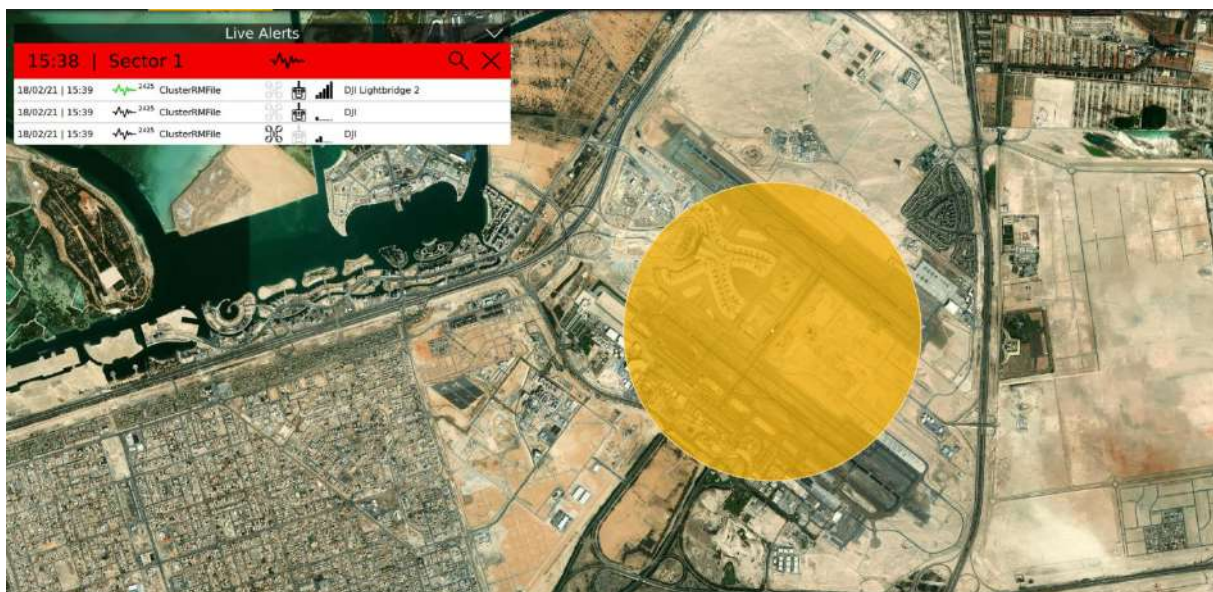
During the IDEX 2021 exhibition held in Abu Dhabi on Feb 21-25, 2021 one of the companies have introduced a product for purposes of drone detection [2]. The product is based on the analysis of the radiofrequency spectrum. That is a direction finding system with sensors that scan the electromagnetic spectrum for frequencies used by the communication protocols of commercial drones.

As soon as a signal is intercepted, the product characterizes it by comparing it to a database with signatures and gives operators an azimuth of origin symbolized on the interface of a command and control center. The device is coupled with another product – a specially designed jammer, which is actionable when the threat is clearly confirmed. This radio jamming cuts the communication link between the drone and its operator, thereby forcing the UAV to land [2].

Finally, there is a product with a combination of these two systems for special forces (police, army, etc.). Composed with 3 connected hardware items: an antenna, located in the dedicated backpack, a digital command and control tablet attached to the front of the tactical vest, and an effector, the third product allows a single operator on a mission to detect and neutralize hostile drones [2].

There is an increasing number of false alarms reported in environments saturated with electromagnetic radiations. To solve this problem, an enhanced algorithm has been developed. The core of this detection algorithm is based on a mapping of the frequency / time space. By performing a first detection, the

overall characteristics of the packets sent between the drone and the remote control are identified, then the first filter on the entire spectrum is applied in order to precisely isolate the potential packets emitted by the specified model of a drone. After this crucial step, the new enhanced algorithm analyzes the content of the packet to detect patterns of each communication protocol. If these indicators are present in the package, a confirmation with an absolute certainty of the nature of the drone can be provided [2]. The new algorithm scrutinizes both the interpulse data and the intrapulse data. The interpulse data is the relative positions between the different transmitted packets. The intrapulse data is the data relating to a packet. Example of the drone detection results is presented on a Figure below.



The biggest challenge is to get the clearest signal possible. Multiple recordings to be analyzed and thousands of tests to be carried out to calculate and synthesize this algorithm. This technology is more reliable, eliminating as much as possible false alarms, which can generate unnecessary actions for the user.

References:

1. Complex processing of signals of integrated unmanned aerial vehicles surveillance system with the use of target designation / V.M. Kartashov, V.M. Oleinikov, V.P. Ryabukha, V.I. Leonidov, V.V. Voronin, A.I. Kapusta, I.S. Seleznirov, I.V. Pershyn // Radiotekhnika : All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2020. №203. ISSN 0485-8972.
2. Exhibitor List | IDEX [Electronic resource]. – Mode of access : URL : <https://idexuae.ae/exhibitor/exhibitor-list/#1768> – Title from the screen.

АНАЛИЗ ЖАНРА МОБИЛЬНЫХ ИГР «ГРАФИЧЕСКИЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ НОВЕЛЛЫ»

Климова А.М.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Карташов В.М.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Науки, 14, кафедра МІРЕС, тел. 702-14-84
e-mail: anastasiia.klymova@nure.ua

Visual novel is a genre of computer games, a subspecies of a text quest, in which a story is shown to the viewer by displaying text, static or animated images, as well as sound and / or musical accompaniment. Inserts of full-fledged videos are also often used. The degree of interactivity in such games is usually low, and the viewer is only rarely required to make a certain choice, in particular, to choose an answer option in a dialogue, and even then not always.

Существует множество литературных и кино произведений, сюжеты которых в значительной степени повторяются. Поэтому, в последние годы особую популярность стали набирать графические интерактивные новеллы [1]. Пользователь может выбрать внешность персонажа, его имя и принимать различные решения, которые будут иметь свои последствия. Это даёт возможность более глубокого погружения в материал, чем при чтении художественной литературы.

Суть подобных приложений заключается в том, что пользователю предоставляется история с рисунками фонов и персонажей. Периодически в повествовании предоставляются выборы [2]. Некоторые из них влияют на отношения с другими персонажами и сюжет, а некоторые нет. В результате получается несколько разных финалов.

Для разработки графической интерактивной новеллы необходимы художники, сценаристы и программисты. Сценарная работа является самой простой, ведь сюжеты всегда берутся из различных фильмов и книг. Художники рисуют фоны и персонажей. Это часть очень важна для пользователей. Если им не нравится графическая составляющая, то такие приложения обходят стороной, даже не обращая внимания на сценарий. Программистам достаётся самая сложная задача – написать само приложение с учётом всех ветвлений в сюжете.

Исходя из существующих на данный момент приложений, можно сделать вывод, что разработчики не особенно старательны. Развилки в историях влияют скорее на финал, чем на всю игру. Прохождения всех пользователей практически идентичны, за исключением некоторых деталей. Возможно, это вызвано программными сложностями, ведь гораздо проще создать алгоритм в виде одного столба с несколькими листьями (рис. 1), чем полноценное дерево (рис. 2).

Например, перед пользователем стоит выбор - пойти в лес или домой. Если он выбирает второй вариант, то всё идёт по сюжету, а если первый – у входа в лес его что-то испугает и ему всё равно придётся идти

домой. Так делают, потому что иначе придётся создавать новую ветку алгоритма, от которой пойдут ещё ветки, дерево будет расти и, соответственно, работа будет усложняться. Поэтому разработчики предпочитают *складную структуру*. Её суть в том, что ветки выбора в итоге всё равно сходятся в одной точке.

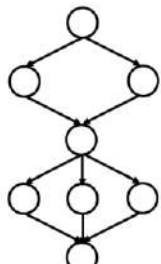


Рис. 1 Схема складной структуры

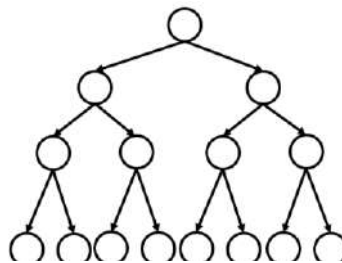


Рис. 2 Схема дерева

В качестве звукового сопровождения используются мелодии, без слов. Чтобы не иметь проблем с авторским правом, создаётся собственная музыка, которую можно зациклить в случае, если игрок слишком долго думает над ответом.

Графические новеллы, несмотря на современную популярность, переживают не лучшие времена. Используются заимствованные сюжеты и срисованные лица. Не удивительно, что каждую игру в итоге взламывают, ведь защита у них не высокого уровня. Но особо предприимчивые разработчики стараются бороться со взломщиками. С каждым обновлением они меняют программный код, из-за чего приходится заново взламывать её. Обычно на это уходит около недели.

Таким образом, жанр «графические интерактивные новеллы» нуждается в дальнейшем развитии. Прежде всего, необходимо усовершенствовать сценарий. Однотипные истории быстро наскучат пользователям, и они вернуться к чтению книг. Ведь они дешевле и полностью готовы, а, значит, нет необходимости ждать обновление. Цены в подобных приложениях слишком завышены. К тому же люди предпочитают систему подписки - оплачивать приложение один раз в месяц и пользоваться всеми его преимуществами.

Список использованных источников:

1. « Визуальная новелла - Visual novel Визуальная новелла» - режим доступа: [https://ru.qaz.wiki/wiki/Visual_novel]
2. « Визуальная новелла: почему бы и нет? » - режим доступа: [<https://dtf.ru/gamedev/13837-vizualnaya-novella-pochemu-by-i-net>]

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Пархомов А.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587)
email: anton.parkhomov@nure.ua

Small, unmanned aerial vehicles (UAVs), often called drones, are enabling unprecedented applications but, at the same time, new threats are arising linked to their possible misuse. The main challenges related to the problem of drone identification are discussed, which include detection, possible verification, and classification. An overview of the most relevant technologies is provided. More specifically, the main focus is on the frequency modulated continuous wave (FMCW) radar sensor, which is a key technology also due to its low cost and capability to work at relatively long distances, as well as strong robustness to illumination and weather conditions.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят широкое применение в различных областях деятельности человечества. К примеру, в сельском хозяйстве БПЛА с GPS- навигацией используются для опыления растений на полях. При этом достигается значительная экономия химикатов и более тщательная обработка посевов по сравнению с пилотируемой авиацией. БПЛА используются для доставки медикаментов и гуманитарных грузов в труднодоступные районы, они могут применяться для проверки линий электропередач и трубопроводов. Дроны, другое название БПЛА, могут использоваться и государственной службой по чрезвычайным ситуациям для мониторинга и прогнозирования, а также контроля опасных объектов.

По разнообразию конструкции существует четыре основных типа беспилотных летательных аппаратов. Мультикоптерные дроны представляют собой летающую платформу с бесколлекторными двигателями, с пропеллерами. Они имеют возможности для вертикальных взлетов или зависания над объектом и являются самой дешёвой и доступной версией БПЛА. БПЛА с неподвижным крылом реализуют структуру самолета и идеально подходят для дальних операций. Однороторные дроны – беспилотные вертолеты гораздо эффективнее, чем многороторные версии. Они имеют более длительное время полета и могут даже приводиться в действие двигателями внутреннего сгорания. Известны также гибридные дроны.

По мере распространения дронов все более актуальным становится вопрос обнаружения БПЛА в воздухе. Для этого используются следующие методы и средства – радиолокационные, оптические и акустические.

Оптическое обнаружение БПЛА очень сильно зависит от факторов

окружающей среды. Увеличение дальности обнаружения достигается за счет сужения поля зрения, уменьшения зоны обзора и увеличения времени поиска. Поэтому визуальные сенсоры являются неэффективными устройствами для проведения поиска.

Достаточно актуальным становится использование акустических каналов для обнаружения БПЛА. Акустические сенсоры позволяют наземным средствам производить поиск и обнаружение БПЛА в пассивном режиме, снижая таким образом вероятность определения противником собственных позиций. Поэтому модификация существующих акустических систем поиска или создание новых систем может обеспечить надежный метод обнаружения БПЛА.

Дроны также могут быть обнаружены путем приема и анализа радиосигналов: линий связи и управления, радиолокационных высотомеров, постановщиков активных помех и радиолокационных станций. Однако этим методом можно установить лишь направление на БПЛА, причем точность определения повышается при увеличении времени наблюдения.

Некоторые низкочастотные линии связи могут быть обнаружены на значительных дальностях. Излучение бортовых радиолокационных станций (РЛС) и постановка активных помех БПЛА могут быть обнаружены на еще больших дальностях. Этот метод требует минимального оборудования и позволяет быстро определить пеленг цели при дальнейшей выдаче целеуказаний на средства оптического или ИК наблюдения.

Поиск БПЛА с помощью активных радиолокационных станций достаточно продуктивен, так как они имеют относительно большой импульсный объем поиска и значительную дальность обнаружения.

Существенным недостатком радиолокационного метода является то, что большинство БПЛА изготавливают из композитных материалов, которые достаточно плохо отражают электромагнитные волны. Радиоволны проникают через поверхность аппарата и только частично отражаются от нее.

Еще одной проблемой является то, что из-за небольшого размера беспилотных летательных аппаратов, с учетом ограничений в полосе пропускания и, что немаловажно, из-за высокой стоимости, радиолокационные радары наблюдения не могут использоваться часто, особенно когда необходимо развернуть сеть радаров, чтобы гарантировать полное покрытие контролируемой зоны. Радиолокаторы непрерывного (CW) и непрерывного излучения с частотной модуляцией (FMCW) в настоящее время представляют собой наиболее привлекательное и экономичное решение этой проблемы.

Сигнал FMCW состоит из линейно модулированной непрерывной радиоволны, передаваемой в желаемом направлении. Эти виды сигналов

отличаются от CW сигнала, в котором рабочая частота не изменяется во время передачи.

В большинстве случаев обнаружение цели направлено на выявление наличия объектов, которые не являются постоянными в наблюдаемом сценарии, то есть объектов, которые могут динамически появляться или исчезать. Индикатор движущейся цели — это режим работы радара, позволяющий системе различать цель как среди помех, так и среди неподвижных объектов в зоне наблюдения. Это свойство основано на эффекте Доплера, поскольку неподвижные цели не вызывают какого-либо доплеровского сдвига частоты в наблюдаемых сигналах.

Таким образом, основным методом обнаружения БПЛА на значительных расстояниях является радиолокационный метод и соответствующие РЛС, характеризующиеся значительным энергетическим потенциалом.

Список использованных источников:

1. Карташов В.М., Олейников В.Н., Воронин В.В., Рябуха В.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В., Селезнев И.С. Методы комплексной обработки и интерпретации радиолокационных, акустических, оптических и инфракрасных сигналов беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника (Харьков), 2020, Вып. 202. С. 173-182.
2. Карташов В.М., Олейников В.Н., Шейко С.А., Бабкин С.И., Корытцев И.В., Зубков О.В. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. (Харьков). 2018, Вып. 195. С. 235-243.
3. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, В.И. Леонидов, В.В. Воронин, А.И. Капуста, И.С. Селезнев, Е.В. Першин/ Комплексная обработка сигналов интегрированной системы наблюдения беспилотных летательных аппаратов с использованием целеуказания// Радіотехніка (Харків). 2020, Вып. 203. С. 148-161.
4. В.А. Тихонов, В.М. Карташов, В.М. Олейников, В.И. Леонидов, Л.П. Тимошенко, И.С. Селезнеов, Н.В. Рыбников. Обнаружение-распознавание беспилотных летательных аппаратов с использованием составной модели авторегрессии их акустического излучения// Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка. Радіоапаратобудування. 2020, Вип. №81. С.38-46.
5. Карташов В.М., Олейников В.Н., Шейко С.А., Бабкин С.И., Корытцев И.В., Зубков О.В., Анохин М.А. Информационные характеристики звуковых сигналов малых беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. Всеукр. Межвед. Науч.-техн. Сборник. Вып. 191. - Харьков, 2017. - С. 181-187.

ВИМІР ХАРАКТЕРИСТИКИ СПРЯМОВАНOSTІ АКУСТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ БПЛА

Громова С.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Олейніков В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587

email: d_res@nure.ua

The characteristic of the straightness of the acoustic vibration of the UAV is one of the most important characteristics of the victorious when it is detected and identified. The factor of straightforwardness of vupromynuvannya vikoristovyvayutsya for the development of cleanliness in the noise and lightness of small UAV.

Характеристика спрямованості акустичного випромінювання (АВ) БПЛА - одна з найважливіших характеристик використовується при його виявленні та ідентифікації [1]. Фактори спрямованості випромінювання використовуються для розрахунку очікуваних рівнів шуму і помітності малорозмірних БПЛА. У той же час, як правило, в даних алгоритмах закладені узагальнені осереднені чинники спрямованості сумарного випромінювання або окремих його складових отримані за результатами дослідження великої кількості літальних апаратів. При цьому для поліпшення точності прогнозу необхідно більш детальне вивчення характеристик спрямованості окремих складових випромінювання для конкретного типу БПЛА.

Характеристика направленості АВ джерела шуму визначається як різниця між фактичним розподіленням акустичної енергії джерела у оточуючому просторі і рівномірним по простору розподіленням.

У експерименті здійснювалось вимірювання характеристик направленості АВ квадрокоптера DJI Phantom 3. Квадрокоптер встановлювався на висоті 2,2 м на жорсткому штативі, на якому закріплений поворотний вузол, який дозволяє обертати по куту місця штангу довжиною 2 метра відносно точки, яка лежить у площині обертання гвинтів БПЛА. Вимірювальний мікрофон встановлювався на кінці штанги з використанням звукоізольуючої втулки (з метою подавлення передачі вібрації при роботі квадрокоптера DJI Phantom3). Вимірювання направленості АВ з використанням цього устаткування проводилось у діапазоні кутів місця $0^{\circ} \dots 180^{\circ}$ з кроком 15° , (0° — zenit, 180° — надир). При вимірюваннях рівень природного фону був суттєво нижче рівня шуму об'єкту, який досліджується, у всьому діапазоні частот, який вимірюється. Характеристики направленості АВ пронормовані до одиниці на рівні 90° , що відповідає напрямку випромінювання паралельно поверхні землі. Характеристики направленості побудовані по експериментальним точкам з апроксимацією кубічним сплайном. На рис.1 представлені нормалізовані характеристики направленості для

гвинтомоторної групи квадрокоптера (поз.1), електродвигунів квадрокоптера (поз.2) та спільні характеристики АВ електродвигунів і гвинтомоторної групи квадрокоптера у вертикальній площині (поз.3).

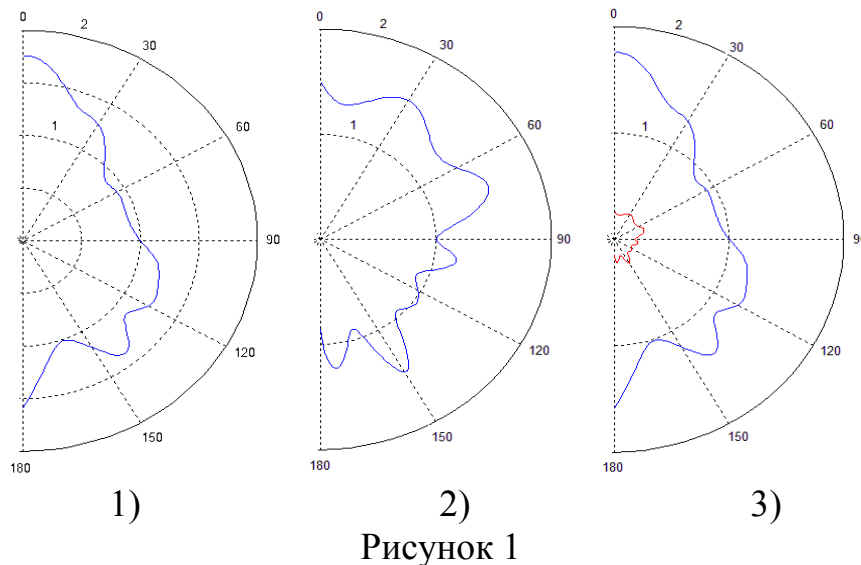


Рисунок 1

Як видно на рис.1 , сумарне випромінювання усіх спектральних складових АВ не є ізотропним: воно має виражену просторову направленість, основне випромінювання здійснюється у верхню півкулю. Характеристика направленості АВ електродвигунів БПЛА суттєво відрізняється від характеристики направленості випромінювання гвинтомоторної групи, оскільки має іншу природу формування сигналу. Для акустичного випромінювання спостерігається ефект екранування у нижній півкулі, обумовлений наявністю пластикового кожуха двигуна.

Рівні випромінювання двигунів, нормовані по відношенню до рівня випромінювання двигуна з гвинтом, приблизно на порядок нижче та мають форму характеристики направленості, яка суттєво відрізняється від направленості випромінювання двигуна з гвинтом, оскільки мають іншу природу формування АВ.

Перелік джерел:

1. Исследование эффективности обнаружения и распознавания малоразмерных беспилотных летательных аппаратов по их акустическому излучению / Олейников В.Н., Зубков О.В., Карташов В.М., Корытцев И.В., Бабкин С. И., Шейко С.А.// Радиотехника: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. – 2018. – Вип. 195. – С.209-217.

ВИКОРИСТАННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ БПЛА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ПРИХОДУ

Берлан В.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Олейніков В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587
email: d_res@nure.ua

The features of the use of wideband signals of acoustic radiation from UAVs to determine its location are considered. It is shown that correlation processing of signals makes it possible to apply efficient methods of location.

Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в різних областях людської діяльності відкриває нові можливості і забезпечує значний економічний ефект. Доступність БПЛА створює ряд проблем, пов'язаних з несанкціонованим моніторингом об'єктів і територій. У ряді випадків актуальною стає завдання визначення місцеположення БПЛА методами пасивної акустичної локації. У відповідність з цим вдосконалення методів пеленгації БПЛА шляхом прийому і обробки їх акустичних сигналів є актуальним завданням.

Як впливає з результатів досліджень шумових характеристик БПЛА [1], сумарний спектр акустичного випромінювання БПЛА обумовлений гармонійними і широкосмуговими випадковими складовими. Акустичне випромінювання (АВ) БПЛА представляє собою широкосмуговий сигнал, амплітудний спектр якого подано на рис. 1. Для визначення напрямку приходу АВ широкосмугових сигналів широко використовується метод взаємної кореляційної функції (ВКФ). Вимірювання зсуву часу приходу широкосмугового акустичного сигналу τ до окремих мікрофонів МР здійснюється шляхом обчислення положення максимумів ВКФ сигналів, які приймаються відповідними мікрофонами. Обчислення ВКФ сигналів БПЛА, отриманих з мікрофонів мікрофонної решітки (МР) виконується за формулою:

$$r_{ij}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T S_i(t) S_j(t + \tau) dt,$$

де $S_i(t), S_j(t)$ — широкосмугові акустичні сигнали на вході i -го і j -го мікрофонів, T - час аналізу.

Згідно теоремі Вінера – Хінчина енергетичний спектр стаціонарного випадкового процесу та його ковариаційна функція пов'язані прямим і зворотнім перетворенням Фур'є, і чим ширше смуга частот, яку займає сигнал, тим вужче смуга головної пелюстки кореляційної функції.

З рис. 2 видно, що ВКФ головної пелюстки акустичних сигналів квадрокоптера DJI Phantom 3, отриманих з МР, має вигляд, близький до δ -

функції. Це дозволяє при великих відношеннях сигнал/шум визначати величину зсуву часу приходу широкосмугового акустичного сигналу між мікрофонами МР з точністю до кроку дискретизації сигналу. При відомих відстані d між i -м і j -ми мікрофонами та затримки часу приходу τ , можна визначити кутове положення джерела випромінювання:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{\tau c_{зв}}{d} \right),$$

де $c_{зв}$ — швидкість розповсюдження звуку

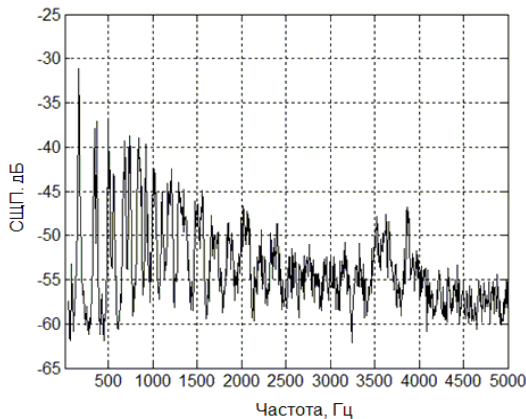


Рисунок 1 — Амплітудний спектр акустичного випромінювання квадрокоптера DJI Phantom 3

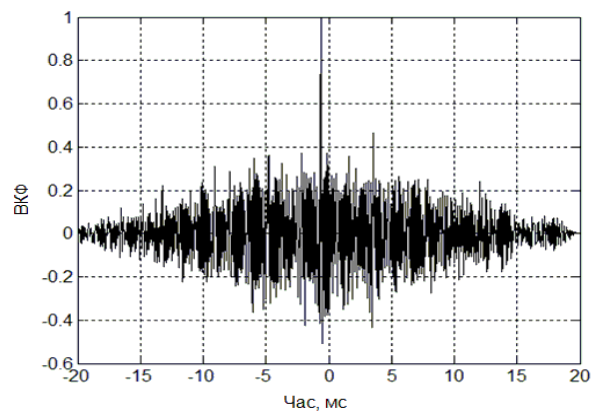


Рисунок 2 — ВКФ сигналів квадрокоптера DJI Phantom 3, отриманих з МР

Основна особливість акустичного випромінювання квадрокоптера — сигнал розподілений у широкій смузі частот. Це не дає можливості використовувати фазові методи вимірювання кутових координат. Використання широкосмугових сигналів у частотній області після кореляційної обробки дозволяє отримати короткі сигнали у часовій області (дельта-функції).

З теореми Вінера — Хінчина випливає, що чим ширше смуга частот, яку займає сигнал, тим вужче кореляційна функція. Використання широкосмугових сигналів дозволяє підвищити точність просторового розрізнення акустичної системи позиціонування.

Перелік джерел:

1. Kartashov V.M., Oleynikov V.N, Sheyko S.A., Babkin S.I., Koryttsev I.V., Zubkov O.V., Anokhin M.A. Information characteristics of sound radiation of small unmanned aerial vehicles. Telecommunications and Radio Engineering (English translation of *Elektrosvyaz and Radiotekhnika*), V.77(10), 2018, pp. 915-924.

ВПЛИВ ОСЛАБЛЕННЯ ЗВУКУ У АТМОСФЕРІ НА ПРОСТОРОВУ МІНЛИВІСТЬ СПЕКТРІВ АКУСТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ БПЛА

Білюк В.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Олейніков В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587
email: d_res@nure.ua

An important role in the technology of detection and recognition of UAVs is played by the spectra of acoustic radiation, which in the process of observation undergo significant changes even from the same aircraft. The reasons for the weakening and degradation of the UAV acoustic radiation spectra are analyzed.

В даний час безпілотні літальні апарати (БПЛА) виконують широкий спектр корисних функцій, а з іншого боку несуть потенційну загрозу для різних областей діяльності людини. Труднощі їх виявлення і спостереження з використанням сучасних технічних засобів призводять до підвищення безкарності протиправних дій з їх використанням. Відповідно до цього завдання захист від впливу БПЛА являє актуальну задачу. З метою виявлення та розпізнавання безпілотних літальних апаратів активно використовують акустичні методи і засоби. Важливу роль в технології виявлення і розпізнавання БПЛА [1] грають спектри акустичного випромінювання, які в процесі спостереження зазнають суттєвих змін навіть від одного і того ж літального апарату.

При проходженні акустичною хвилею відстані s вихідний звуковий тиск p_i внаслідок поглинання звуку атмосферою падає за експонентою. Зниження рівня звукового тиску p_i на відстані s , за рахунок поглинання звукових коливань атмосферою $\delta L_i(f)$, дБ, при гармонічному акустичному сигналі з частотою f , розраховують за формулою [2]

$$\delta L_i(f) = 10 \lg(p_i^2 / p_i^2) = \alpha s,$$

де α – коефіцієнт ослаблення внаслідок поглинання звуку атмосферою.

Змінними величинами під час розрахунку ослаблення є частота звуку, температура та відносна вологість повітря. На рис 1 подана залежність погонного ослаблення при розповсюдженні акустичної хвилі у атмосфері при температурі 25⁰ С і відносній вологості $\varphi=50\%$).

Для оцінки форми спектрів БПЛА при відльоту його на деяку відстань необхідно знати вихідний спектр випромінювання, дисперсні властивості атмосфери, а також враховувати вплив поверхні, яка підстилає. При збільшенні відстані, яку пройшла акустична хвиля, відбувається деградація спектру АВ з помітним подавленням високочастотних складових (рівень подавлення досягає 3,7 дБ на частоті 5 кГц при віддаленні 100 м.)

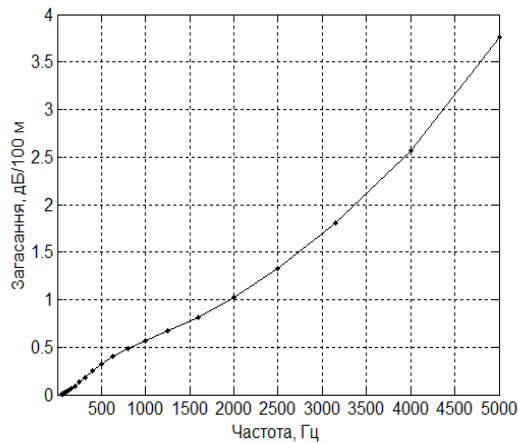


Рисунок 1

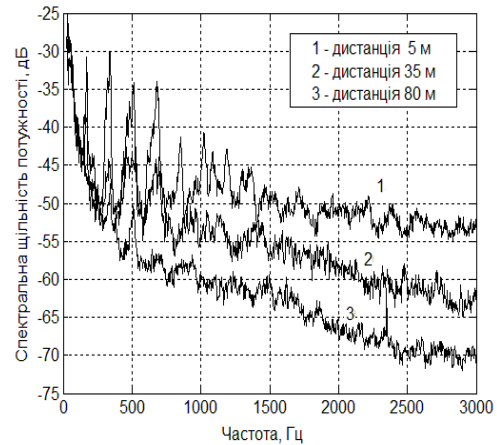


Рисунок 2

Ослаблення акустичного сигналу у атмосфері $L(r)$ розраховують за формулою

$$L(r) = L_{рас}(r) + L_{ногл}(r) + L_{экр},$$

де r – відстань від джерела шуму до приймача; $L_{рас}(r)$ – ослаблення внаслідок розходження енергії при випромінювання у вільний простір; $L_{ногл}(r)$ – ослаблення, яке обумовлене звукопоглинанням у атмосфері; $L_{экр}$ – ослаблення через екранування перепонами.

Ослаблення у вільному просторі внаслідок розходження звукової енергії, що відбувається у результаті сферичного розповсюдження звуку точечного джерела шуму у вільному просторі, розраховують за формулою:

$$L_{рас}(r) = 20 \lg(r/r_1),$$

де r – відстань від джерела шуму до приймача; r_1 – опорна відстань.

На рис. 2 подано спектри акустичних сигналів БПЛА на різних відстанях 5, 35 и 80 м, отримані в натурному експерименті. Наведені спектри акустичних сигналів демонструють ослаблення у вільному просторі внаслідок розходження і деградації спектру АВ з помітним придушенням високочастотних складових.

Перелік джерел:

1. V. M. Kartashov, V. N. Oleynikov, S. A. Sheyko, I. V. Koryttsev, S. I. Babkin, O. V. Zubkov. Peculiarities of small unmanned aerial vehicles detection and recognition. Telecommunications and Radio Engineering (English translation of *Elektrosvyaz and Radiotekhnika*) Volume 78, Issue 9, 2019, Pages 771-781.

2. ISO 9613-1:1993. Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors -Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere (MOD).

ВИМІРЮВАННЯ АКУСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТУДІЇ ЗВУКОЗАПИСУ

Козлов А.І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

The paper investigates how and by how much the real acoustic characteristics of a recording studio may differ from the calculated or model ones, taking into account all factors. The characteristics of a home recording studio have been studied. The reverberation time is calculated according to the Eyring formula. A three-dimensional model of the room was created in the EASE acoustic design environment. Measurements were performed in a real studio using the EASERA program. At medium frequencies, the measured reverberation time is slightly lower than the calculated and model.

Технічна організація студії звукозапису є багатостадійним і коштовним процесом. Важливою його частиною є акустичний проект, який може проводитися як шляхом розрахунків [1], так і шляхом моделювання [2]. В обох випадках є ряд припущень. В роботі досліджується, як і на скільки можуть відрізнятися реальні акустичні характеристики студії звукозапису від розрахункових або модельних при врахуванні всіх факторів.

Досліджено характеристики домашньої студії звукозапису в м. Харкові. Розміри приміщення: 2,8x3,5x2,4 м. Підлога – ковролін на гумовій основі по дубовому паркету. Застосована обробка стелі і стін пористо-волокнистих плит з мінеральної вати щільністю 25 кг/м³. Для зменшення часу реверберації на нижніх частотах застосований гіпсокартон товщиною 2,5 см на відстані 15 см від стін і стелі. Встановлено двері 2 м x 0,7 м, є вікно в операторську 0,6 м x 0,4 м.

Виконано розрахунок часу реверберації за формулою Ейрінга для октавного ряду частот від 125 Гц до 8 кГц. Враховано основний фонд звукопоглинання (за рахунок стін, підлоги, стелі, дверей, вікна), додатковий фонд звукопоглинання (поглинання виконавцями, кріслами) і додатковий фонд звукопоглинання (за рахунок проникнення звукових хвиль в щілини і отвори приміщення). Для площі студії менше 15 м² оптимальним часом реверберації вважають 0,2-0,35 с. У нашому випадку площа 8,4 м², час реверберації близько 0,2 с, що називають "мертвою" акустикою. Це дозволяє позбутися від провалів АЧХ на низьких частотах, викликаних акустичними резонансами (формантне звучання). У центрі частотного діапазону допуски становлять $\pm 10\%$, на краях діапазону $\pm 25\%$.

У середовищі акустичного проектування EASE [2] створена тривимірна модель приміщення, в місці розташування виконавців

розміщені імітуючі гучномовці. Поверхні в моделі задані частотними залежностями коефіцієнтів поглинання. Задана площина можливого розташування мікрофонів – на відстані 1,5 м від підлоги.

Частотна характеристика часу реверберації за результатами моделювання вписується у межі нормальної роботи і її можна порівняти з розрахунковою. Модельний експеримент дав середній час реверберації приблизно на 0,05 с менше розрахункового. Зменшення часу реверберації є більш сприятливим випадком в порівнянні зі збільшенням, тому що розбірливість звуку покращується.

Проведено вимірювання в приміщенні реальної студії за допомогою програми EASERA [3]. За допомогою джерела звуку – активного студійного монітора, підключеного до зовнішнього аудіоінтерфейса, в приміщенні студії випромінювалися звукові хвилі випробувальних сигналів, тиск яких реєструвався в двох точках за допомогою мікрофонів. EASERA обчислювала часи реверберації T10, T20, T30 в октавних інтервалах відповідно до енергетичними діапазонами від -5 дБ до -15 дБ (T10), від -5 дБ до -25 дБ (T20) і від -5 дБ до -35 дБ (T30).

Вимірний час реверберації починаючи з частоти 1 кГц постійний і близький до 0,12 с, а на частоті 125 Гц не перевищує 0,22 с. Отримані експериментальні результати дуже близькі до розрахункових і модельних.

Розрахунковий, модельний і експериментальний графіки (рис.1) практично повністю збігаються на низьких і верхніх частотах. На середніх частотах вимірний час реверберації трохи нижче розрахункового та модельного. Зменшення часу реверберації є більш сприятливим випадком в порівнянні зі збільшенням, тому що це зменшує резонанси приміщення малого об'єму і робить частотну характеристику рівномірною.

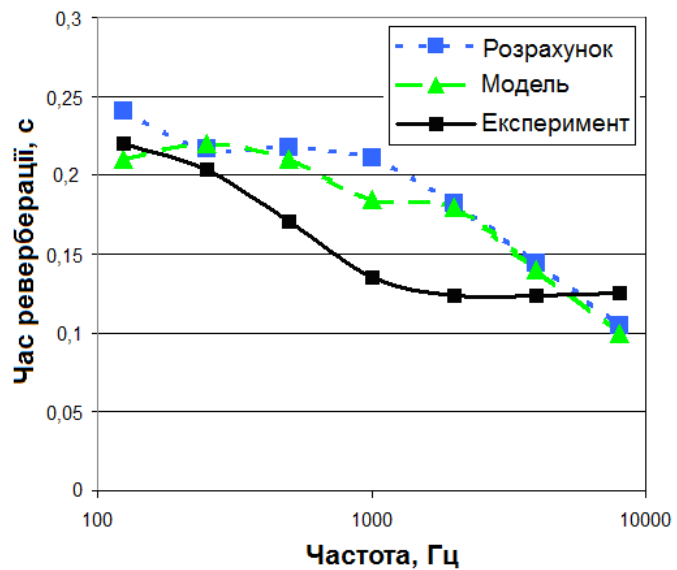


Рис.1

Перелік джерел: 1. Буйницький Д.В. Апаратно-программный комплекс для исследования акустических устройств // 23-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». – Харків, 16–18 квітня 2019 р. – с. 92-93. 2. Шевченко П.Д. Система вимірювання та аналізу акустичних характеристик приміщень: атестаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра. – Х.: ХНУРЕ. – 2019 р. – 68 с.

ВИЯВЛЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗАСОБАМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

Логвінов О.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587)
email: oleksii.lohvinov@nure.ua

One of the directions in the detection of unmanned aerial vehicles (UAV) is visual observations. In systems for detecting UAVs from video images, video cameras operating in the visible and infrared ranges are used, powerful video analytic software for detecting, tracking, and classifying UAVs in real-time. Today, the urgent tasks are the design of UAV location detection systems, development of measures, and tools to reduce emerging threats.

Безпілотні літальні апарати (БЛА) знаходять все більш широке застосування в житті суспільства. Зокрема, БЛА з GPS-навігацією використовуються в сільському господарстві при запиленні полів, для доставки медикаментів і гуманітарних вантажів в важкодоступні райони. Міністерство надзвичайних ситуацій використовує дрони для моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій та контролю за небезпечними об'єктами. Все це - мала частина тих завдань, що можна доручити БЛА.

Але пристрої також можна використовувати для транспортування контрабанди, наркотиків, глушіння радіосигналів, а також у розвідувальних цілях. У зв'язку з чим, сьогодні актуальними завданнями є проектування систем виявлення місцезнаходження БЛА, розробка заходів та засобів щодо зниження виникаючих загроз.

Враховуючи конструктивні особливості БЛА, для ефективного виявлення необхідно одночасне використання декількох методів виявлення. Основними методами виявлення БЛА є: використання тепловізора інфрачервоного діапазону; використання камер оптичного діапазону; використання радіолокаційних станцій; здійснення радіомоніторингу, а також використання акустичних хвиль.

У системах виявлення БЛА за відеозображенням використовуються відеокамери, що працюють у видимому та інфрачервоному діапазонах, потужне відеоаналітичне програмне забезпечення для виявлення, відстеження і класифікації БЛА в режимі реального часу.

Алгоритм функціонування системи дистанційного моніторингу БЛА з використанням комплексування парціальних зображень включає в себе наступну послідовність етапів обробки інформації та прийняття рішень:

1. Просторова прив'язка зображень в різних каналах системи.
2. Процедура попередньої оцінки вхідних зображень, отриманих в різних спектральних діапазонах, з метою прийняття рішення про можливість або неможливість їх використання.

3. Попередня обробка отриманих парціальних спектрозональних зображень.

4. Процедура оцінки інформативності вхідних зображень для прийняття рішення про якість наявних зображень.

5. Комплексування спектрозональних зображень з метою отримати спільне рішення на основі рішень, прийнятих в окремих каналах обробки, або з метою отримати покращене зображення.

6. Попередня обробка комплексованого зображення.

7. Процедура розпізнавання комплексованого зображення.

8. Прийняття остаточного рішення про використання одного з трьох наявних зображень (двох вхідних і одного комплексованого зображень).

9. Постобробка результуючого зображення в залежності від поставленого завдання.

Основним завданням поєднання зображень при комплексуванні є отримання синергетичного ефекту від об'єднання і отримання деякого нового, більш інформативного повідомлення. При цьому потрібно забезпечити високу швидкість обробки інформації в реальному масштабі часу. В даний час відомо велика кількість методів комплексування: метод максимуму, метод маски, метод усереднення, метод вагової функції, метод статичного перетворення, метод черезрядкового комплексування, метод Фур'є спектрів, комплексування на основі функцій вейвлет-перетворення. Велика кількість алгоритмів комплексування свідчить про те, що не існує найкращого алгоритму для всіх умов, і при проектуванні системи виявлення БЛА слід використовувати алгоритми, які найбільшою мірою відповідають вимогам, що пред'являються.

Однак, ефективність оптичного виявлення БЛА суттєво залежить від факторів навколишнього середовища. Найбільш ефективним рішенням є комбінування основних методів виявлення: використання радіолокаційних засобів, обладнання радіомоніторингу, ІК і оптичних відеокамер. Алгоритм роботи наступний: радар виявляє БЛА, паралельно з цим комплекс приймає сигнали, і шукає серед них підозрілі, далі відеокамери наводяться на ймовірний об'єкт, і приймається рішення про передачу команди на перехоплення або знищення цілі.

Перелік посилань:

1. Карташов В.М., Олейников В.Н., Колендовская М.М., Тимошенко Л.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В. Комплексование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. (Харьков). 2020. Вып. 201; С.120-129.

ОЦІНКА ДАЛЬНОСТІ ДІ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО КАНАЛУ ПРИ ВИЯВЛЕННІ БПЛА

Сидоренко Е.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)
e-mail: d_res@nure.ua

The evaluation of the UAV detection range limited by the noise of the thermal imager is performed in the work. To determine the signal-to-noise ratio according to the formulas, the following initial data were taken: a model describing the dispersed composition of continental temperate air in the summer season; spectral range of heat waves, absolute humidity, meteorological visibility, maximum length of the route. It is shown that the sensitivity of most modern thermal imagers is sufficient to detect UAVs at distances greater than 3 km. Therefore, the main limiting factor is the fulfillment of Johnson's criterion.

Для виявлення БПЛА використовують радіолокаційні, радіочастотні, акустичні і оптико-електронні методи і їх комплексування [1, 2]. В даній роботі розглядається тепловізійний канал на довжинах хвиль 7-14 мкм. Задача роботи – оцінити дальність виявлення БПЛА, обмежену шумами тепловізора.

Дальність виявлення, обмежена відношенням сигнал-шум:

$$SNR = \frac{\Delta T \cdot \tau_a(\Delta\lambda)}{\Delta T_{ш}}, \quad (1)$$

де ΔT – значення теплового контрасту об'єкту спостереження; τ_a – коефіцієнт пропускання атмосфери для заданого спектрального діапазону; $\Delta T_{ш}$ – еквівалентна шумова різниця температур.

Значення $\Delta T_{ш}$ для більшості сучасних тепловізорів не гірше 50 мК. Визначення коефіцієнта τ_a виконаємо по методиці, яка враховує спектральний діапазон ТПВ, кліматичний регіон застосування тепловізора, абсолютну вологість повітря, метеорологічну дальність видимості і довжину траси спостереження. Середня величина коефіцієнта пропускання атмосфери для спектрального діапазону $\Delta\lambda$ розраховується за формулою

$$\tau_a(\Delta\lambda) = \tau_a^M(\Delta\lambda) \cdot \tau_a^a(\Delta\lambda), \quad (2)$$

де $\tau_a^M(\Delta\lambda)$ – коефіцієнт пропускання атмосфери, який характеризує поглинання тепла атмосферними газами, $\tau_a^a(\Delta\lambda)$ – коефіцієнт пропускання атмосфери, який характеризує теплові втрати через вологість повітря.

Вважатимемо, що система виявлення БПЛА оснащена автоматом захоплення тепловізійного зображення цілей. В роботі [2] вказано, що для впевненого виявлення та супроводу повітряних цілей необхідно

забезпечити, відношення сигнал-шум в тепловізійних каналах не менше 6. Це значення є пороговим показником тепловізійного каналу захоплення цілей на різних дальностях.

Для визначення величин за формулами (1) і (2) і характеристик, які входять до них, приймалися такі вихідні дані: модель, що описує дисперсний склад континентального помірного повітря в літній сезон; спектральний діапазон 7-14 мкм; абсолютна вологість повітря 10 г/м³; метеорологічна дальність видимості 15 км; максимальна протяжність траси 10 км.

Отримані відношення сигнал-шум в відеосигналі тепловізора з $\Delta T_{ш} = 50$ мК за умови виявлення малорозмірних БПЛА з радіаційними контрастами ΔT від 0,5 до 2 К на дальностях до 10 км (рис. 1).

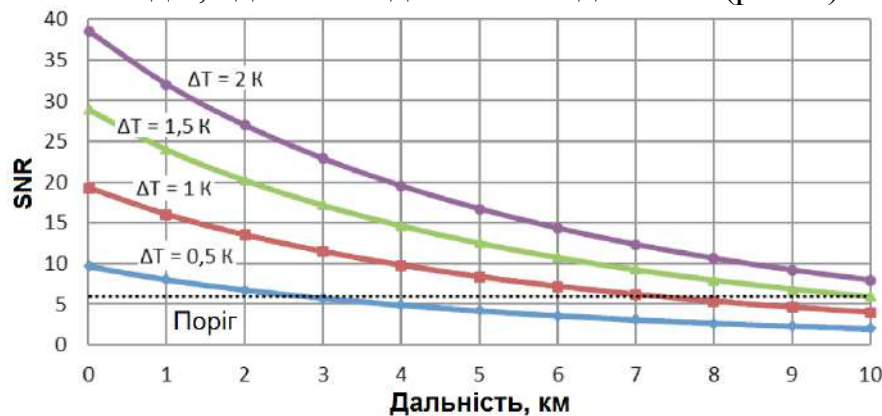


Рис. 1

Аналіз графіків, наведених на рис. 1 показує, що чутливості більшості сучасних тепловізорів вистачає для виявлення БПЛА на відстанях більше 3 км. В такому разі, головним обмежуючим фактором для надійного виявлення, розпізнавання і ідентифікації малорозмірних БПЛА є виконання критерію Джонсона, згідно якого мінімальний (критичний) розмір об'єкта в площині матричного перетворювача повинен дорівнювати певній кількості чутливих елементів.

Перелік джерел:

1. И.В. Корытцев, С.А. Шейко, В.М. Карташов, О.В. Зубков, В.Н. Олейников, С.И. Бабкин, И.С. Селезнев. Обработка сигналов при пеленгации и определении дальности до малоразмерных БПЛА в оптическом и инфракрасном диапазонах // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 125 – 134.

2. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, М.М. Колендовская, Л.П. Тимошенко, Н.В. Рыбников, А.И. Капуста. Комплексирование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 201. – С. 120 – 129.

ОЦІНКА ДАЛЬНОСТЕЙ ВИЯВЛЕННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ БПЛА В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОМУ КАНАЛІ

Тимченко Г.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

In this paper we consider the optoelectronic channel for detecting UAVs in visible wavelength range. The aim of the work is to estimate the range of the system limited by size of UAV image on the matrix converter. To determine the maximum range of detection, recognition and identification of UAVs, we use the Johnson test. It determines at what distance the critical size of the object in the plane of the matrix will be equal to the required number of sensitive elements. The obtained graphs of the maximum range of detection, recognition and identification of UAVs depending on the focal length of the optical system.

В даній роботі розглядається оптико-електронний канал виявлення БПЛА у видимому діапазоні хвиль [1, 2]. Метою роботи є оцінка дальності дії системи, обмеженої розміром зображення БПЛА на матричному перетворювачі. Для визначення максимальної дальності виявлення, розпізнавання та ідентифікації БПЛА скористаємося критерієм Джонсона. Він встановлює, на якій дальності критичний розмір об'єкта в площині матриці дорівнюватиме потрібній кількості чутливих елементів (табл.1).

Табл. 1

Задача-Об'єкт	Людина	БПЛА
Виявлення	4x1 пікс.	2x2 пікс.
Розпізнавання	15x4 пікс.	8x8 пікс.
Ідентифікація	29x8 пікс.	16x16 пікс.

При складанні табл. 1 вважалось що пропорції зображення малого БПЛА становлять 1:1, звідси і розраховані розміри зображення для різних задач.

Площа об'єкта в межах поля зору системи на площині матричного перетворювача визначається за формулою

$$S_{ab} = \frac{S_{AB} \cdot f^2}{l}, \quad (1)$$

де f – фокусна відстань об'єктива, l – дальність спостереження або вимірювання, S_{AB} – площа проекції об'єкта спостереження на матрицю.

Кількість елементів матричного перетворювача, що приймають і фіксують світлове випромінювання від об'єкта

$$N_{el} = \frac{S_{ab}}{S_{el}}, \quad (2)$$

де S_{ab} – розмір об'єкта на чутливій площині матричного перетворювача, S_{el} – розмір одного чутливого елемента матриці.

Значення $N_{ел}$, розраховані за формулами (1–2) для малогабаритних БПЛА площею 0,1, 0,25 і 0,5 м², показані на рис. 1. Фокусна відстань $f=100$ мм, розрізнення матриці – 1920x1080 пікселів.

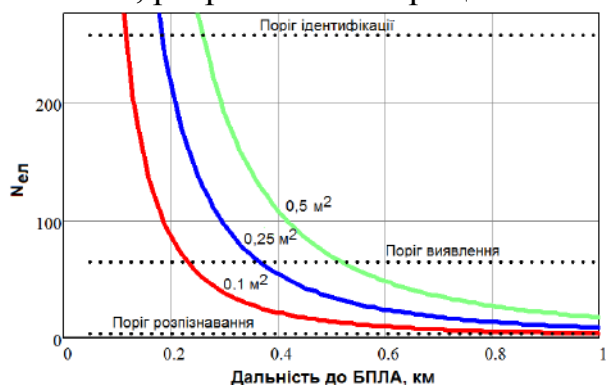


Рис.1

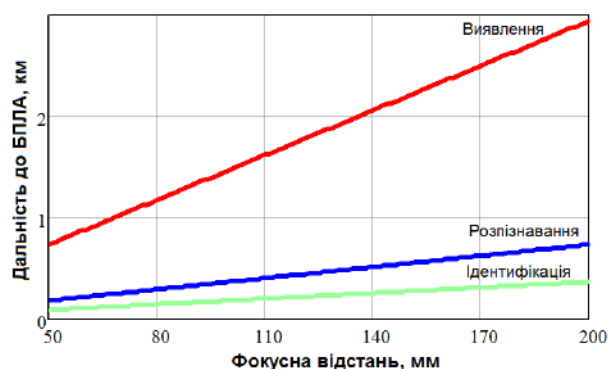


Рис.2

Максимальну дальність виявлення, розпізнавання і ідентифікації малих БПЛА з врахуванням кількості елементів його зображення на матричному перетворювачі можна розрахувати за формулою:

$$l = f \sqrt{\frac{S_{AB}}{S_{ел} N}}. \quad (3)$$

На рис. 2 показані графіки максимальної дальності виявлення, розпізнавання і ідентифікації БПЛА в залежності від фокусної відстані оптичної системи для площі об'єкта 0,25 м².

Для фокусних відстаней від 50 до 200 мм максимальна відстань виявлення малороз-мірного БПЛА DJI Phantom 3 з площею 0,1 м² (33x30 см) становить від 0,5 км до 1,8 км, розпізнавання – від 120 м до 460 м, ідентифікації – від 60 м до 240 м. При площі об'єкта 0,5 м² (70 см x 70 см) дальність виявлення становить від 1 км до 4 км, розпізнавання – від 260 м до 1 км, ідентифікації – від 130 м до 520 м. Використані розрахункові формули дають нижній результат оцінки максимальної дальності виявлення, розпізнавання або ідентифікації БПЛА.

Перелік джерел:

1. И.В. Корытцев, С.А. Шейко, В.М. Карташов, О.В. Зубков, В.Н. Олейников, С.И. Бабкин, И.С. Селезнев. Обработка сигналов при пеленгации и определении дальности до малоразмерных БПЛА в оптическом и инфракрасном диапазонах // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 125 – 134.

2. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, М.М. Колендовская, Л.П. Тимошенко, Н.В. Рыбников, А.И. Капуста. Комплексирование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 201. – С. 120 – 129.

ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Левский Н.А., Селезнев И.С.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. МИРЭС, тел. (057) 702-15-87)
e-mail: d_res@nure.ua, факс (057) 702-15-87

Methods for measuring the directional pattern of acoustic radiation of an unmanned aerial vehicle in acoustic systems for detecting and measuring coordinates of aircraft are considered. Examples and modifications of varieties of the main direction finding methods implemented using antenna arrays are considered. Shown are the main radiation patterns of unmanned aerial vehicles.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в настоящее время получили широкое распространение и применение во многих областях человеческой деятельности [1]. Они могут выполнять широкий набор полезных функций: доставку различных грузов, осуществление аэрофотосъемки поверхности, выявление нарушений технического состояния объектов, составление карты грунтов, оценку степени вырубки лесных массивов и т.п. Военные используют БПЛА для выполнения таких задач, как разведка местности, ретрансляция радиосигналов, целеуказание артиллерии, постановка помех радиосредствам противника и др. В то же время БПЛА могут нести также значительную физическую или информационную угрозу в военной области, хозяйственной деятельности, частной жизни людей.

В соответствии с потребностями практики, достаточно острой является проблема обнаружения и определения координат БПЛА. Для этого могут быть использованы различные методы и средства – радиолокационные, акустические, а также работающие в оптическом диапазоне.

Наиболее эффективные методы решения задачи обнаружения БПЛА реализуются с использованием антенных решеток (АР). Адаптивная антенная решётка (ААР) представляет собой систему, состоящую из многоэлементной АР и адаптивного процессора, осуществляющего подстройку весовых коэффициентов в диаграммообразующей схеме [2]. По сути, осуществляется сканирование пространства изменением весовых коэффициентов в схеме.

Но свою специфическую диаграмму направленности акустического излучения имеют также и БПЛА, что тоже стоит учитывать при пеленгации. На рис. 1 приведены диаграммы направленности акустического излучения БПЛА, полученные экспериментально, в режиме зависания аппарата в одной точке. На рис. 1 а) приведена диаграмма направленности, а также амплитуды акустического давления, измеренные

напротив силовой установки (двигателя и винта) БПЛА, при перемещении измерительного микрофона.

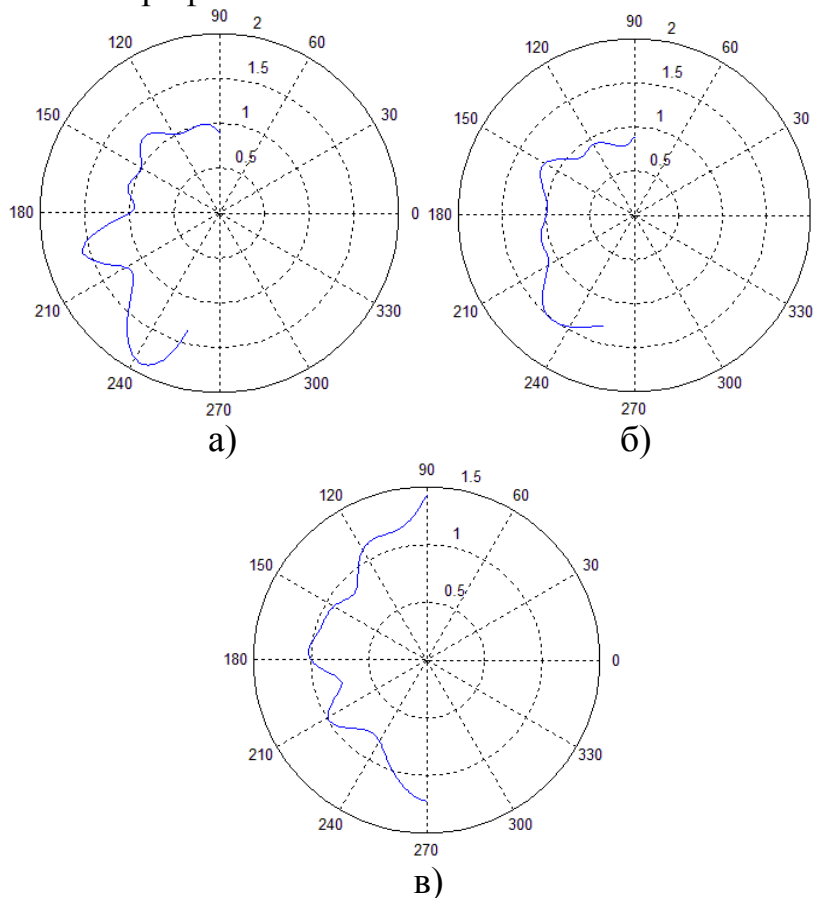


Рисунок 1. Диаграммы направленности акустического излучения БПЛА:
а) азимут 30° , угол места $0^\circ - 180^\circ$; б) азимут 90° , угол места $0^\circ - 180^\circ$;
в) угол места 90° , азимут $0^\circ - 180^\circ$

На рис. 1 б) приведена диаграмма направленности при установке измерительного микрофона на азимут 90° , что соответствует положению измерительного микрофона между двумя силовыми установками. На рис. 1 в) представлена диаграмма излучения, полученная в режиме перемещения измерительного микрофона по азимуту в диапазоне углов от 0° до 180° , при угле места 90° .

Перечень ссылок

1. Кошкин Р.П. Беспилотные авиационные системы. – М.: Изд-во «Стратегические приоритеты», 2016. - 676 с.
2. Ситнік О.В., Карташов В.М. Радіотехнічні системи: навч. посіб.– Х.: Компанія СМІТ, - 2009. -430 с.

МОЖЛИВОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ ТА ТАКТИЧНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Сергієнко В.А.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587

email: d_res@nure.ua

The main problem with radar detection of operational-tactful and tactful UAVs є їх small radio-locating unit is so small, so for the detection of such lithal devices, the necessary radio-locating devices are required with a high energy potential. Such a potential of the RTV radar may not be possible, but the ways of doing it in case of flight detection at a distance of hundreds of kilometers and UAVs at ranges of 10.

Одним з пріоритетних напрямків використання новітніх технологій у ході бойових дій в зоні проведення антитерористичної операції (АТО) є широке застосування БПЛА, як з розвідувальною метою, так і для здійснення терористичних атак.

Найбільш широке застосування знайшли БПЛА оперативно-тактичного призначення російського виробництва типу "Орлан-10" та "Форпост", а також БПЛА Camcopter S100 виробництва австрійської компанії Schiebel, який використовується в зоні АТО спостережною місією ОБСЄ. Серед БПЛА тактичного призначення противником широко використовуються міні-БПЛА типу "Иркут-2М", "Иркут-3" та "Zala". Спеціальних засобів своєчасного виявлення таких літальних апаратів на сьогодні практично не існує. Через це постає питання про можливість застосування тих радіолокаційних засобів, які є на озброєнні радіотехнічних військ (РТВ), для виявлення оперативно-тактичних та тактичних БПЛА [1].

Ефективність застосування такого класу озброєнь, як БПЛА, наочно доведена в чисельних локальних війнах та збройних конфліктах за останні три десятиліття. На сьогодні в арміях провідних країн світу все більше і більше бойових завдань покладаються саме на БПЛА. Саме ці типи БПЛА є найбільш проблемними щодо їх своєчасного виявлення та знищення. За останні роки здійснюються активні пошуки ефективних способів та засобів боротьби з означеними типами літальних апаратів.

Для своєчасного виявлення БПЛА використовують різноманітні фізичні явища, які супроводжують БПЛА, як матеріальний об'єкт, і демаскують його в середовищі перебування. На основі цих явищ активно розробляються різноманітні засоби своєчасного виявлення БПЛА [2,3].

Але кожен з означених засобів уособлено не є і не може бути універсальним засобом виявлення таких своєрідних об'єктів, як БПЛА, через слабкість супроводжуючих їх явищ. Більш-менш ефективно завдання

виявлення БПЛА може бути вирішено через системне поєднання усіх можливих способів, як це пропонується.

На сьогодні поки що такі засоби у військах відсутні, тому в реальності виявлення БПЛА змушені здійснювати тими радіолокаційними засобами, які є в розпорядженні командування. Але безпілотні літальні апарати (БПЛА) тактичного та оперативно-тактичного рівнів є досить специфічними об'єктами радіолокаційної розвідки. Особливостями БПЛА, як цілей для засобів радіолокаційної розвідки, є:

- можливість польоту до об'єктів удару (розвідки) на гранично малих висотах, що, ускладнює їх своєчасне виявлення, а також впливає на безперервність їх супроводження підрозділами РТВ, ЗРВ;

- мала радіолокаційна помітність, яка зумовлена малою ефективною поверхнею розсіювання, також ускладнює своєчасне виявлення радіолокаційними засобами РТВ, ЗРВ;

- виявлення БПЛА відбувається в зоні засвічувань від місцевих предметів, що вимагає включення апаратури захисту від пасивних завад.

Одним із завдань радіолокаційної станції (РЛС) комплексної інтегрованої системи спостереження БПЛА є видача координат і параметрів руху цілей на рубежі цілевказівки з точністю, що дозволяє іншим засобам зробити за даними цілевказівки, отриманими від РЛС, енергетичне виявлення аналізованої цілі без додаткового пошуку (допошуку). Таким чином відбувається «зав'язування» процесу обробки інформації по кожній радіолокаційній цілі, виявленій РЛС [2,3]. У свою чергу ціль, у міру наближення до об'єкту, що охороняється, надає, забезпечує можливість для отримання все більшої кількості інформації, як би втягуючись в невидиму «інформаційну павутину».

Список использованных источников:

1. Карташов В.М., Олейников В.Н., Шейко С.А., Бабкин С.И., Корытцев И.В., Зубков О.В. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. (Харьков). 2018, Вып. 195. С. 235-243.

2. Карташов В.М., Олейников В.Н., Воронин В.В., Рябуха В.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В., Селезнев И.С. Методы комплексной обработки и интерпретации радиолокационных, акустических, оптических и инфракрасных сигналов беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника (Харьков), 2020, Вып. 202. С. 173-182.

3. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, В.И. Леонидов, В.В. Воронин, А.И. Капуста, И.С. Селезнев, Е.В. Першин/ Комплексная обработка сигналов интегрированной системы наблюдения беспилотных летательных аппаратов с использованием целеуказания// Радиотехника (Харків). 2020, Вып. 203. С. 148-161.

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ ТРІАНГУЛЯЦІЇ ДЕЛОНЕ В ПОБУДУВАННІ АНІМАЦІЙНИХ ДОДАТКІВ НА ВЕБ-САЙТАХ

Гисцев А.Ю.

Научный руководитель – к.ф.-м.н. доц. Цехмистро Р.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. МИРЕС, тел. (057) 70211587)

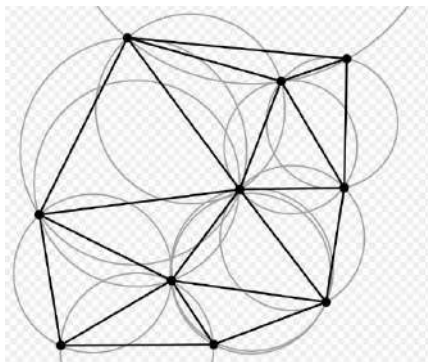
e-mail: d_res@nure.ua

An example of creating a two-dimensional effect such as "Broken Mirror" created on the basis of the algorithm proposed by mathematician Boris Delaunay in 1934. The essence of the algorithm is briefly described and its practical implementation using modern web technologies -javascript, HTML, CSS, CANVAS and modern professional animation library TweenMax.js.

Тріангуляцією називається покриття трикутниками, в якій для будь-якого трикутника вірно, що всередині описаного навколо нього кола не знаходиться точок з вихідної множини.

Тріангуляція Делоне – тріангуляція для заданої множини точок S на площині, при якій для будь-якого трикутника всі крапки з S за винятком точок, які є його вершинами, лежать поза окружності, описаної навколо трикутника. Для заданої множини точок, в якому ніякі 4 точки не перебувають на одному колі, існує рівно одна тріангуляція Делоне [1,2].

Розглянемо умову Делоне. На множині точок задана тріангуляція. Будемо говорити, що деяка підмножина точок задовольняє умові Делоне, якщо тріангуляція, обмежена на це підмножина, є тріангуляцією Делоне для нього. На рисунку нижче наведена геометрична інтерпретація тріангуляції Делоне.



В описі алгоритму використовуються видимі точки і видимі ребра [1].

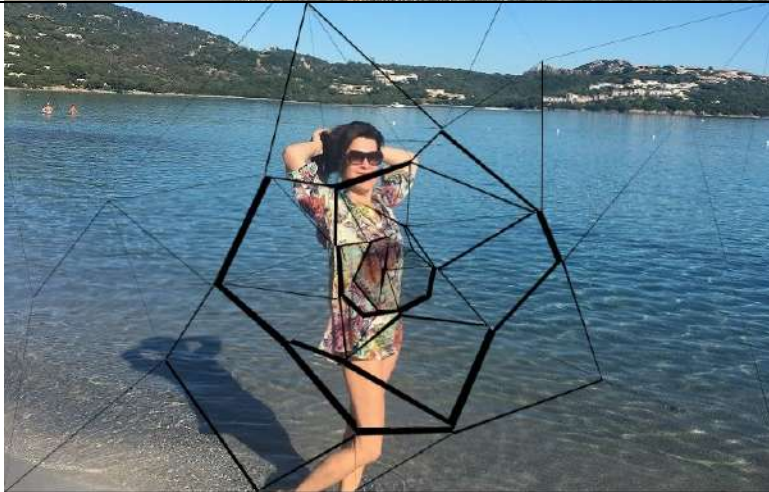
Нехай задана мінімальна опукла оболонка (далі МВО) кінцевої безлічі точок (ребра, що з'єднують деякі з точок так, щоб вони утворювали багатокутник, що містить всі точки безлічі) і точка A , що лежить поза оболонки. Тоді точка площині називається видимою для точки A , якщо відрізок, що

з'єднує її з точкою A , не перетинає МВО. Ребро МВО називається видимим для точки A , якщо його кінці видимі для A .

Бібліотека GSAP (Java Script Animation Built For Professionals) платформа для анімації має в своєму складі бібліотеку TweenMax.js. <http://greensock.com/>. Ви можете завантажити його у вигляді zip-файлу з проекту GIT або використовувати через cdn (мережа доставки контенту). Ви знайдете html-файл з керівництвом і файл документації також в html-файлі. Щоб використовувати цю бібліотеку, скопіюйте TweenMax.min.js .

Наступним кроком буде додавання бібліотек в ваш проект на JavaScript.

Приклад включення `<script src = "js / TweenMax.min.js"> </script>`.



Приклад ефекту руйнування зображень наведений на малюнку з фото [1]. Процедура триангуляції в проекті представлена в окремому файлі на мові Javascript.

`<Script src = "js / delaunay.js"> </script>`.

Файл стилів `href = "delaunay.css">` включає в себе підключення бібліотеки малювання CANVAS, яка відображає трикутні області і задає місце розташування (позиціонування) початкового зображення. Виклик бібліотеки TweenMax.js відбувається з головного коду. TweenMax.set (container, {perspective: 500}) - при заванта-

женні збережений. І TweenMax.fromTo (image, 0.75, {y: -1000}, {y: 0, ease: Back.easeOut}, де 0.75-швидкість анімації в секундах, параметр у-змінюється в процесі анімації [1]. EasyOut - параметр, що повідомляє движку анімації TweenMax, як інтерполювати зміну значення протягом заданого часу.

Нижня фотографія демонструє руйнування зображення на основі випадкового розбиття його на триангуляційні багатокутники при натисканні миші на центрі зображення.

Перелік джерел.

1. М.А. Омаров Основи технологій сучасної web-анімації. [Текст] Навчальний посібник /М.А. Омаров, В.М. Карташов, Р.І. Цехмістро, В.В. Усик – Харків ХНУРЕ- 2020р.- 234с.

2.Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение - Томск: Изд-во Том. ун-ту, 2002. - 128 с. ISBN 5-7511-1501-5.

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК В СИСТЕМАХ АКУСТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ

Кушельман Є.О.

Науковий керівник – Стрюк К.М.

Харківський радіотехнічний коледж

61057, м. Харків вул. Сумська 18/20, тел. 057-731-17-11

email: 2869524ja@gmail.com

The paper proposes an algorithm for the functioning of systems for acoustic sounding of the atmosphere with an antenna array, which, when sources of external interference appear, modifies the directional pattern of the sodar antenna array in such a way that dips are formed in the directional pattern of external noise sources. Moreover, the depth of each dip and the adaptation rate of the antenna array depend on the "interference / thermal noise" ratio, and the optimal vector of the weighting coefficients of the array, regardless of the selected criterion of the algorithm optimality, is calculated as a solution to the Wiener-Hopf equation.

Метод дистанційного акустичного зондування нижніх шарів атмосфери дозволяє визначати основні характеристики середовища проживання людини - швидкість і напрям вітру, характеристики турбулентності, вологість повітря [1]. Ефективність акустичного методу дослідження атмосферного прикордонного шару (АПС) забезпечується інтенсивною взаємодією акустичних хвиль з атмосферними турбулентними неоднорідностями, що забезпечує оперативність отримання метеоданих, мобільність і відносно невисоку вартість станцій зондування (содар).

Основним обмежуючим фактором для содар є значна зашумленість місць їх використання (аеропорти, міські умови, промислові підприємства), що не дозволяє їм функціонувати з необхідною ефективністю. Відомі апаратні методи захисту від перешкод (найбільш поширені звукопоглинальні укриття акустичних антен) не задовольняють вимогам практики, а наявні алгоритмічні методи потребують доопрацювання і вимагають подальшого розвитку.

Аналіз літературних джерел показує, що застосування акустичних антенних решіток в содар є сучасною тенденцією розвитку техніки акустичного зондування [2,3]. Розробка ефективних п'єзоелектричних елементів для фазованих антенних решіток содар провідними фірмами - виробниками електронних компонентів значно розширила можливості розробників апаратури.

У той же час алгоритми адаптивної просторово-часової обробки, поширені як ефективний засіб боротьби із зовнішніми шумами штучного походження в радіолокаційних системах, в содар практично не використовуються. Таким чином, в даний час існує актуальне завдання

розробки адаптивних просторово-часових методів підвищення перешкодозахищеності систем акустичного зондування.

В роботі запропонований алгоритм функціонування содар з адаптивною антенною решіткою (ААР), який при появі джерел зовнішніх перешкод видозмінює діаграму спрямованості (ДН) ААР таким чином, що в напрямках на джерела зовнішніх шумів в ДН формуються провали [4]. Причому глибина кожного провалу і швидкість адаптації антеною решітки залежать від співвідношення "перешкода / тепловий шум", а оптимальний вектор вагових коефіцієнтів ААР, незалежно від обраного критерію оптимальності алгоритму, обчислюється у вигляді рішення рівняння Вінера-Хопфа і записується з точністю до постійного множника наступним чином

$$\vec{W}_{opt}(\theta_0) = \mu \cdot \vec{R}^{-1} \cdot \vec{B}^*(\theta_0), \quad (1)$$

де μ - комплексний нормуючий множник; $\vec{R} = E\{\vec{N}^* \cdot \vec{N}^T\}$ - усереднена кореляційна матриця відліків суміші зовнішньої перешкоди і власного шуму кожного елемента ААР; $\vec{N}^T = [n_1, n_2, \dots, n_N]$ - вектор миттєвих значень шумового процесу в елементах решітки.

Поле акустичних перешкод і власних шумів в розкритті решітки содар є аддитивною сумішшю двох компонентів - некорельованої (обумовленої впливом внутрішніх шумів елементів решітки) і корельованих (обумовленої впливом зовнішньої перешкоди) складових. Суть процесу адаптації ААР полягає в формуванні вектора вагових коефіцієнтів на основі оцінки параметрів корелятивної складової поля.

Перелік посилань:

1. Дистанционные методы и средства исследования процессов в атмосфере Земли / Прошкин Е.Г., Бабкин С.И., Груша Г.В., Карташов В.М. и др. / Под ред. Б.Л. Кашеева, Е.Г. Прошкина, М.Ф. Лагутина. – Харьков: Бизнес Информ, 2002. - 426 с.

2. Карташов В.М. Модели и методы обработки сигналов систем радиоакустического и акустического зондирования атмосферы. - Харьков: ХНУРЭ, 2011. - 234 с.

3. Ситнік О.В., Карташов В.М., Радіотехнічні системи. Навч. посібник. Х.: Сміт, 2009. 448 с.

4. Карташов В.М. и др. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы. - Харьков: ХНУРЭ, 2014. - 312 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ЯК ІНТЕРАКТИВНОГО ЗАСОБУ НАВЧАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Кірипичев Ю.А.

Науковий керівник – Старченко О.П.

Харківський радіотехнічний коледж

61057, м. Харків вул. Сумська 18/20, тел. 057-731-17-11

email: 2869524ja@gmail.com

No sphere of human life is growing or developing on such a large scale as the computer. And the education system faces the task of using modern educational technologies to form the necessary competencies. An important point in the use of games in the learning process is to assess the effectiveness in achieving goals, as well as motivating students to further study.

Жодна сфера життєдіяльності людини не росте і не розвивається так масштабно, як комп'ютерна. І перед системою освіти стоїть завдання застосування сучасних освітніх технологій для формування необхідних компетенцій.

Одним з найбільш суперечливих способів вирішення цієї ситуації є комп'ютерні ігри та гейміфікація освіти, яка широко використовується в шкільній освіті та інших сферах життя. Багато дослідників відзначають, що застосування гейміфікації в освіті позитивно впливає на мотивацію учнів, що в кінцевому підсумку підвищує їх результати навчання. І як наслідок, завданням викладача в цьому напрямку є освоєння такого інструменту як гейміфікація для підвищення якості підготовки студентів.

Аналіз літератури показав, що єдиного визначення гри немає до сих пір. Дослідники поняття відштовхуються від певної реальності, культури, інтуїтивного усвідомлення і місця гри. Людина постійно вдосконалюється, «йде» вперед, тому гра не піддається остаточному, однозначному визначенню. Гра - це завжди щось більше і щось інше, ніж може припустити про неї людина.

У різних народів поняття про гру досить сильно відрізняється. Наприклад, в Древній Греції «гра» означала дії, властиві дітям, або, іншими словами, те, що називається «віддаватися дитячисть». У римлян грою були радість і веселощі. Пізніше в європейських мовах грою стали позначати широке коло дій, в який входило все: від дитячої гри в солдатики до роботи артистів на сцені, від бігання на іграшковій конячці до мистецтва музиканта.

Початок розробки теорії гри зазвичай пов'язують з вченими ХІХ століття: В. Вундтом, Г. Спенсером, Ф. Шиллером. У своїх роботах вони встановлювали зв'язок між грою і мистецтвом. Наприклад, для Шиллера гра - насолода, яке пов'язане з проявом надлишку життєвих сил. У той же час, Спенсер знаходить в грі вираження нижчих здібностей, а в естетичній діяльності - вищих. Хоча Вундт також вважає джерелом гри задоволення,

але стверджує, що немає жодної гри, прототипом якої не була б якась форма праці.

В даний час на ринку комп'ютерних ігор з'являється все більше ігор, які називають «навчальними».

Навчальна гра - складне системне утворення, що допускає різні способи подання. Відомо, що гра, як метод навчання, існує з давніх часів, і широко використовувалася для передачі досвіду від старшого покоління молодшому. Поєднання елементів гри та навчання залежить від того, як педагог розуміє функції гри та класифікує їх. Від цього також залежить місце і роль ігрової технології в навчальному процесі.

Так як навчальна комп'ютерна гра, є формою навчально-виховної діяльності, яка імітує ті чи інші практичні ситуації, також вважається засобом активізації навчальної діяльності і може сприяти розумовому розвитку.

За своєю суттю, навчальна комп'ютерна гра є дидактичною грою, але організованою на більш високому рівні. У таких іграх, з одного боку, грає здійснює певні дії, пов'язані з вирішенням конкретних завдань. З іншого боку, діяльність у віртуальному світі носить умовний характер, який дозволяє відволіктися від реальної ситуації, зняти з себе відповідальність за скоєні помилки, які в реальному світі могли б привести до певних наслідків. Крім того, візуалізація і одночасний вплив на різні органи чуття активізують пізнавальну діяльність і сприяють полегшенню засвоєння матеріалу.

У навчальному процесі грати в ігри можна строго певну кількість часу, який регламентується віковими та індивідуальними особливостями.

Як відомо, ігри відносять до активних способів навчання, оскільки навчальний процес проходить не тільки у формі пасивного слухання або читання. Гру можна підлаштувати під індивідуальні характеристики і потреби дитини, що відкриває можливості для самостійного здійснення відкриттів, може допомогти надовго запам'ятати вивчений матеріал, сприяє зростанню мотивації та залучення в навчальний процес.

Однак хоча гра і є важливою частиною навчального процесу, вона обов'язково повинна використовуватися в сукупності з іншими педагогічними методами. «Серйозними іграми» називають навчальні ігри, розроблені для сфери освіти. Такі ігри мають чітку структуру і мету, а результати спрямовані на реальне використання в житті. Це відрізняє їх від ігор для розваги.

Таким чином ми можемо визначити, що використання ігор з оцінюванням в навчальному процесі, буде поєднувати своєчасне подання інформації та адаптивну структуру умов. Важливим моментом застосування ігор у процесі навчання є оцінка ефективності в досягненні поставлених цілей, а також мотивація студентів до подальшого навчання.

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ТА МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РІЗНИХ ДИСЦИПЛІН В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Утча В.О.

Науковий керівник – Романовська І.О.

Харківський радіотехнічний коледж

61057, м. Харків вул. Сумська 18/20, тел. 057-731-17-11

email: 2869524ja@gmail.com

Development of computer equipment, telecommunications, microprocessor equipment for control of complex technological processes, consumer electronics, power electronics devices. Along with the development of technology, software is being intensively improved, which greatly simplifies the tasks of designing and modeling complex electronic devices based on microcontrollers.

Сучасний рівень електронної техніки в значній мірі визначається розвитком технологій цифрової схемотехніки. Тому викладання дисциплін цього напрямку з використанням мультимедіа є актуальною задачею. Термін мультимедіа (Multum + Medium) - одночасне використання різних форм подання інформації і її обробок у єдиному об'єкті-контейнері. Наприклад, в одному об'єкті-контейнері (англ. container) може міститися текстова, аудіальна, графічна й відео інформація, а також, можливо, спосіб інтерактивної взаємодії з нею. Термін мультимедіа також, найчастіше, використовується для позначення носіїв інформації, що дозволяють зберігати значні обсяги даних і забезпечувати досить швидкий доступ до них. У такому випадку термін мультимедіа означає, що комп'ютер може використати такі носії й надавати інформацію користувачеві через всі можливі види даних, такі як аудіо, відео, анімація, зображення й інші на додаток до традиційних способів надання інформації, таким як текст.

Розвиток комп'ютерної техніки, телекомунікацій, мікропроцесорної техніки для управління складними технологічними процесами, побутової електроніки, пристроїв енергетичної електроніки. Поряд з розвитком технологій, інтенсивно вдосконалюються програмні засоби, які значно полегшують задачі проектування і моделювання складних електронних пристроїв на базі мікроконтролерів, ОЕОМ, програмованих логічних матриць. Таким чином, використання різноманітних технологій відображення та передачі інформації у ході учбового процесу дасть можливість учням і студентам мати доступ до учбових матеріалів в любий зручний їм час. Це значно підвищує доступність навчання під час пандемії.

Для подальшого аналізу розглянемо класифікацію засобів мультимедіа. Мультимедіа може бути грубо класифікована як лінійна й нелінійна. Аналогом лінійного способу подання може бути кіно. Людина, що переглядає даний документ ніяким чином не може вплинути на його

виклад. Нелінійний спосіб подання інформації дозволяє людині брати участь у викладі інформації, взаємодіючи яким-небудь чином із засобом відображення мультимедійних даних. Участь людини в даному процесі також називається «інтерактивністю». Такий спосіб взаємодії людини й комп'ютера найбільш повним чином представлений у категоріях комп'ютерних ігор. Нелінійний спосіб подання мультимедійних даних іноді називається «гіпермедіа». Як приклад лінійного й нелінійного способу подання інформації в освітньому процесі, можна розглядати таку ситуацію, як проведення презентації. Якщо презентація була записана на плівку й показується аудиторії, то цей спосіб повідомлення інформації може бути названий лінійним, тому що переглядаючи дану презентацію не мають можливості впливати на доповідача. У випадку ж живої презентації, аудиторія має можливість задавати доповідачеві питання й взаємодіяти з ним іншим чином, що дозволяє доповідачеві відходити від теми презентації, наприклад пояснюючи деякі терміни або більш докладно.

Мультимедіа почалася зі звуку. Звукові пристрої значно видозмінилися в ході еволюційного розвитку. Ad Lib - перша звукова карта для РС. Вона могла тільки синтезувати звуки по командах центрального процесора, тому що ні цифрового запису, ні відтворення не було.

Сучасні пристрої відтворення й запису звуку можуть більш точно передавати реальну картину, це досягається завдяки новим технічним нововведенням таким як використання декількох смуг звучання (стерео, квадро), ефектам побудованим на особливостях сприйняття звуку людиною (3D-звук, ефекти реверберації, що імітують відбиття й поглинання звуку різними матеріалами). Так само вдосконалюються й способи подання звуку в цифровому виді і його зворотнє декодування із цифрових форматів (wav, ogg vorbis, mp3) засноване наприклад на непостійній частотній щільності спектру звуку (бітрейт який змінюється в часі), що дозволяє оптимізувати співвідношення об'єм-якість.

Особливе місце в роботі з зображеннями посідає комп'ютерна графіка, тобто графіка, яка обробляється і відображається засобами обчислювальної техніки. Щоб зображення можна було зберігати, переглядати і обробляти на комп'ютері, воно має бути представлено в так званому цифровому вигляді.

Комп'ютерну графіку визначають як вид діяльності, в якій комп'ютер використовують як інструмент для синтезу та обробки візуальної інформації, отриманої з реального світу.

Оскільки апаратні засоби мультимедіа містять у собі різні технічні інструменти створення й відтворення мультимедійного контенту. Так само досить широкий спектр мультимедійних засобів, і засобів презентацій - проектори, лайтбокси та інші технічні пристосування тому використання їх в навчальному процесі для вивчення різноманітних дисциплін дозволяє суттєво покращити процес навчання.

РОЗВИТОК МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СУЧАСНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Чепіжна О.В.

Науковий керівник – Кожемякіна А.І.

ЗОШ № 143

Вул. Владислава Зубенка, 21а, Харків, Харківська область, 61170

email: Kozhemiakina0307@gmale.com

The constant integration of multimedia into educational processes is indisputable and obvious.

Many of the available media represent information and interaction between them, differently affect the processes of perception and memorization. The principles of memorization originate from the idea of the science of thinking, the limitations of working memory and the principles of coding in long-term memory.

Незаперечним і очевидним є постійна інтеграція засобів мультимедіа в освітні процеси. Вже нікого не здивуєш мультимедійними курсами вивчення не тільки іноземних мов алей інших дисциплін. Завдяки використанню засобів дистанційного навчання за останній рік широкого застосування набули засоби використання мультимедійних онлайн курсів. Сучасний учбовий процес складається саме з дистанційного вивчення матеріалів, навіть певні лабораторні роботи робляться дистанційно за допомогою програм віртуальних пристроїв, що імітують поведінку реальних технічних засобів.

Безліч наявних медіазасобів подання інформації та взаємодії між ними, різним чином впливають на процеси сприйняття і запам'ятовування. Принципи запам'ятовування беруть свій початок із уявлення науки про мислення, обмеженість робочої пам'яті і принципи кодування в довготривалій пам'яті. Саме вони стали основою досліджень Ричарда Майера, професора психології Каліфорнійського університету, який вивчав питання впливу мультимедіа на запам'ятовування і передачу інформації [15, 16]. Його ідея заснована на теорії подвійного кодування інформації Алана Паівіо та моделі робочої пам'яті Алана Беддлі. Відповідно до моделі робочої пам'яті пам'ять людини складається із двох практично незалежних, працюючих паралельно структур – візуальної та вербальної, що дозволяє одночасно обробляти інформацію, яка надходить від органів слуху й зору без взаємного пригнічення. Згідно теорії подвійного кодування мозок людини сприймає й обробляє інформацію нелінійно – вербальну та візуальну інформацію він кодує одночасно, причому з установленням внутрішніх взаємозв'язків й асоціацій. Таким чином комплексне аудіовізуальне подання інформації може значно підсилювати засвоєння навчального матеріалу за умови, що інформація логічно взаємозалежна та представлена синхронно.

Висновки Р. Майера згодом були підтверджені й іншими дослідниками. Базові принципи когнітивного мультимедійного навчання послужили теоретичною основою і стартовою площадкою для масового створення й впровадження електронних освітніх продуктів. Крім того, вони значно вплинули й на розробку стандартів з мультимедіа серії ISO 14915, в яких велика увага приділяється можливостям мультимедіа, способам їх організації та подання користувачам.

Також постійного впливу розвитку мультимедійних засобів зазнає і галузь реклами, приймаючи новітні рішення такі як лайтбокси, банківські термінали тощо.

В галузі телебачення цікавою пропозицією, що розвивається, є “TVondemand”, тобто телебачення за запитом, коли користувач самостійно обирає що і коли дивитись в інтерактивному режимі.

На цьому список прикладів використання мультимедійних технологій не завершується, оскільки постійно з'являються нові способи та засоби обміну та впливу на інформаційні потоки. Постійний розвиток мережі Інтернет вже не можна розділити з прогресом мультимедійних технологій.

За повідомленнями інформаційного агентства СІА глобальна технологічна революція намічена на найближчі 15 років. Її фундаментом стануть біо-, нано- і інформаційні технології (у тому числі й технології мультимедіа). У промисловості почнуть застосовуватися якісно нові технологічні рішення. Швидке конструювання на базі розвинених мультимедійних САПР дозволить у стислий термін створювати й аналізувати моделі майбутніх товарів і пристроїв (наприклад, автомобілів) без тривалого циклу проектування. Максимально індивідуалізується процес обслуговування клієнтів.

Перспективи нанотехнологій (зборка нанороботами довільних об'єктів з будь-яких підручних матеріалів - землі, піску) виглядають ще більш привабливими, але менш певними. Найбільш імовірна поява розроблених за допомогою нанотехнологій високопродуктивних процесорів і комп'ютерних пристроїв зберігання даних і створення одиничних пробних версій квантових комп'ютерів, що у свою чергу спричинить вихід технологій мультимедіа на небачений рівень в зв'язку з мінітюаризацією відповідних пристроїв.

Основною й сполучною ланкою всіх цих технологій стають інформаційні технології, зокрема технології мультимедіа, але ситуацію з ними складно пророчити. Наприклад, практично неможливо пророчити, яким буде Internet через 15 років. Ясно одне, що вже найближчим часом технології мультимедіа стануть невід'ємною частиною повсякденного життя кожної людини.

РОЗГЛЯД ПРИНЦИПУ ПОБУДОВИ ОПТОАСКУСТИЧНОГО ЗАСОБУ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ У МЕТАЛІ

Шужмова Т.В.

Науковий керівник – Коновалова Т.І.

Харківський радіотехнічний коледж

61057, м. Харків вул. Сумська 18/20, тел. 057-731-17-11

email: 2869524ja@gmail.com

A brief description of the problem of applying the concept of using optical radiation to interact with the ultrasonic signal for a better diagnosis of the state of metal products is given. The practical purpose of the project is to use circuits of optical interferometers.

Принцип дії засобу заснований на відбиванні від дефектів в металоконструкціях акустичних коливань, збуджуваних імпульсним лазером. Знімання ехо-сигналів з поверхні виробу проводиться за допомогою інтерферометра з безперервним лазерним випромінюванням. Ультразвукові імпульси генеруються імпульсами звукової напруги, що створюються імпульсами лазера, що підводяться до поверхні досліджуваного об'єкта за допомогою скануючого електронно-оптичного приладу. Частота повторних лазерних імпульсів вибирається рівною частоті акустичної хвилі. Відбитий від дефекту ультразвуковий імпульс взаємодіє з іншим лазерним. Він сканує поверхню досліджуваного об'єкта. Відбите від поверхні об'єкта безперервне лазерне випромінювання фокусується на двох приймальних майданчиках когерентного квадратного детектора. Сигнали детектуються за амплітудою и реєструються за часом відповідно до зміни положення контрольованого об'єкта. За наявності сигналів на виході амплітудного детектора можна судити про наявність дефектів, а за величиною їх затримки відносно області опромінення - про координати дефекту.

Наявність деформацій поверхні виробу, обумовлених впливом на неї акустичних сигналів, відбитих від датчика, може бути індуковано дистанційно шляхом опромінення поверхні когерентним світлом та наступним виділенням інформації, замкненої у відбитому від неї світлі. У якості джерела когерентного випромінювання слід використовувати лазер. У загальному випадку випромінювання лазера є частково когерентним, що характеризується довжиною когерентності випромінювання в десятки долі метру – одиниці метрів. З урахуванням часткової когерентності випромінювання лазера описується функцією [1]

$$I_{\lambda}(t) = E(T) \exp \{j[\omega_0 t + \varphi(t)]\}, \quad (1)$$

де $E(t)$, $\varphi(t)$ – амплітуда і фаза генерованих коливань.

При опроміненні поверхні виробу випромінюванням лазера електромагнітне поле, розсіяне поверхнею, в площині $\mu 0\nu$, при збудженні акустичних коливань одиночним імпульсом описується інтегральним

перетворенням

$$l_c(\mu, \nu; t) = \alpha E_c(t) \exp \{jk(r_n + r) + j\varphi(t)\} \times \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} S(x, y) \exp \left\{ jk \left[\frac{x^2 + y^2}{2r_n} + \frac{(x - \mu)^2 + (y - \nu)^2}{2r} \right] \right\} \times \quad (2)$$

$\times [\exp \{-jkh_1 \delta(x, y; t)\} + \exp \{-jk\gamma(x, y)\} + \exp \{-jk\zeta(x, y; t)\}] dx dy$,

де $S(x, y)$ – функція розсіювання галузі поверхні, освітленої лазерним випромінюванням;

r_n – відстань між апертурою, яка випромінює когерентні коливання, та поверхнею виробу, що контролюється;

r – відстань між поверхнею виробу, що контролюється, та площиною реєстрації сигналів;

$$\sigma(x, y; t) = 1 \left[t - \frac{1}{v} (2r_n - x \cos \alpha - y \sin \beta) \right] \times \times 1 \left[\tau - t + \frac{1}{v} (2r_n - x \cos \alpha - y \sin \beta) \right]. \quad (3)$$

У наведених співвідношеннях перший доданок описує корисну складову сигналу. Стосовно другого, то він описує складові, які характеризують перешкоди, на фоні яких повинно виконуватися виділення сигналу, який несе інформацію від датчика.

Аналізуючи складову, яка описує корисний сигнал, слід відзначити, що при збудженні акустичних коливань одиничними імпульсами оптичний сигнал є фазоманіпульованим, а при збудженні акустичних коливань «пакетом» імпульсів частотно-модульованим сигналом.

Існує опис практичної (апаратної) реалізації даного приладу - дефектоскопа (лабораторного зразка), що показує його принципові переваги перед морально застарілими пристроями з прямим контактом зонда і поверхні металу, наприклад [2].

Перелік посилань:

1. Бондаренко А. Н. Лазерные методы возбуждения и регистрации акустических сигналов. –М.: Изд.стандартов, 1983, – 116 с.

2. Омаров М. А., Цехмистро Р.И. Метод оптимальной комплектации модулятора оптического модуля бесконтактного рельсового дефектоскопа // Збірник наукових праць. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті -2016 - № 5.С. 51-57.

2. Карташов В.М. Модели и методы обработки сигналов систем радиоакустического и акустического зондирования атмосферы. -Харьков: ХНУРЭ, 2011. - 234 с.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ

Животівський С. М.

Науковий керівник - к.т.н., доцент, Огородник К. В.

Вінницький національний технічний університет

21021, Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95.

Каф. ЕНС, тел. (043-2) 56-08-48.

e-mail: zhyvotivskiyi.s@gmail.com

The analysis of methods of formation of a polygonal grid, for the further development of more effective method is carried out.

Розрахунок тривимірних моделей представляє досить трудомістку обчислювальну задачу, оскільки потрібно враховувати такі властивості модельованого об'єкта, як координати, об'ємність і інші. Чим реалістичніша модель, тим більше обчислень необхідно для її формування. Тому зазвичай процес формування розбивають на менш затратні завдання [1].

Метою роботи є аналіз методів обробки зображення, для відтворення полігональної сітки та геометричних розмірів сканованого об'єкта та подальшої розробки точнішого та швидшого методу сканування.

Результати дослідження

Формування відбувається фрагментно. Для цього модель розбивається на деяку кількість складових частин, які в свою чергу розбиваються на найпростіші полігони. Найчастіше відбувається розбиття на трикутники. Для цього є такі причини:

- легко визначаються сусідні елементи, з якими присутня загальна грань;
- процес відображення найбільш простий для області, яка обмежена трикутником;
- вершини однозначно визначають грань;
- будь-яка область може бути розбита на трикутники;
- складність алгоритмів розбиття на трикутні області набагато менше, ніж у інших полігонів.

Процес розбиття полігональної області на набір трикутників називається триангуляція. Алгоритми триангуляції представляють інтерес тому, що вони задіюються в більшості функцій машинної графіки, таких як відсікання, зафарбування, формування поверхонь. Будь-яку область можна розбити на набір трикутників з потрібною точністю.

Точність розбивання визначається кількістю трикутників і способом їх вибору. Зміна точності дозволяє зменшувати або збільшувати деталізацію об'єкта в залежності від умов, що досить зручно.

Триангуляція набору точок застосовується при наявності поверхні, яка описана набором точок і інтенсивністю їх кольорів. Точковий опис

поверхні необхідний при її складній структурі і необхідно детальне уявлення всіх геометричних особливостей. Оскільки вихідні дані в поточному завданні представляють собою набір точок, то варто докладніше розглянути один із методів, який спрямований на це. Зазвичай при скануванні більш-менш складного об'єкта таких точок сотні тисяч. Сенс функції $f(p)$ і нормалей простіше зрозуміти в 2D (рис. 1).

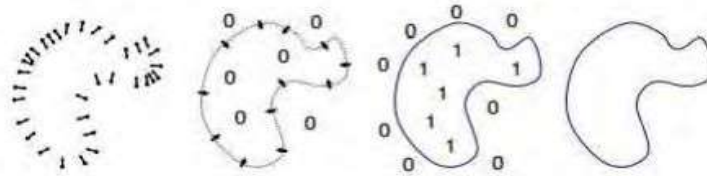


Рисунок 1 - Приклад методу Пуассона в 2D

Точки (p, n) лежать на поверхні, в ідеалі:

$$f(p_i) = 0, \nabla f(p_i) = n_i \quad (1)$$

Нормалі в точках і самі позиції точок містять помилки виміру, тому не знайдеться такої функції f . У цьому випадку вводять поле нормалей $v(x)$ і потрібно мінімум функції:

$$\int |\nabla f(x) - v(x)|^2 dx, \quad (2)$$

мінімізація цієї функції, вирішується за допомогою рівняння Пуассона:

$$\Delta f = \nabla v \quad (3)$$

Як правило, можна ще використовувати такий спосіб редагування, як згладжування, або заповнення пустот. Це відбувається в основному методом екстраполяції по медіанам, або середнім квадратичним, або методом дискретного оператора Лапласа

$$F(p) = \sum_m f(mT) e^{-pmT} \quad (4)$$

Метод передбачає, що відбувається покрокове розгортання сітки, що допомагає обчислювати межі предмета, тобто утворювати контур. Співвідношення узгодить зв'язок між решітковою функцією [2].

Висновки

Встановлено, що проаналізовані методи потребують складних перетворень, при складній геометрії сканованого об'єкта, тривалість сканування відомих методів і формування полігональної сітки мають низьку швидкодію, що не завжди задовольняє поставленим задачам. Тому залишається актуальною задача розробки нових методів і засобів на їх основі, які б забезпечили високу швидкодію 3D сканування об'єктів.

Список використаної літератури

1. Язловецкий Б.М 3D-сканеры / Язловецкий Б.М., Воронов С.И. // Компьютерная графика и моделирование.. – Київ. – 2010. – С. 2-16.
2. 3D сканирование: предназначение, методы и применение [Электронный ресурс]. <https://ad-ma.ru/trehmernoie-skanirovanie/>

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ПО ГОЛОСУ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Марчуков В.Ю.

Научный руководитель – Усик В.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. МИРЭС тел. 70-21-587)
e-mail: vitalii.marchukov@nure.ua

Emotion recognition by voice finds application in many areas: the development of social assistance robots, autonomous vehicles, equipment for neuro-feedback, etc. However, at the moment there is no sufficiently effective solution to this problem. According to recent studies, high efficiency in various tasks of recognition are convolutional neural networks.

Распознавание эмоций по голосу находит применение во множестве областей: разработке социальных вспомогательных роботов, автономных транспортных средств, оборудовании для нейро-обратной связи и т. д. Однако в настоящий момент не существует достаточно эффективного решения данной задачи. Согласно последним исследованиям высокую эффективность в различных задачах распознавания имеют сверточные нейронные сети.

Первый шаг в распознавании - необходимо преобразовать звуковую волну в цифровой вид. Для этого выполняется процедура дискретизации звуковой волны. Частотный диапазон человеческой речи укладывается в полосу 4кГц, тогда, согласно теореме Котельникова, для восстановления сигнала достаточно частоты дискретизации 8кГц. После выполнения этой операции на выходе будет получен массив чисел, каждое из которых представляет амплитуду звуковой волны через интервалы 1/8000 секунды.

В качестве характерных особенностей исходного сигнала используются MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients) . Для извлечения MFCC необходимо разложить звуковую волну на отдельные составляющие. Делается это при помощи дискретного преобразования Фурье. Полученные звуковые волны необходимо разложить на мел шкале, используя треугольную оконную функцию, в данной работе мел-частотное пространство разбивалось на 12 отрезков. Полученные мел-частотные кепстральные коэффициенты, можно в дальнейшем использовать в качестве уникальной характеристики входной звуковой волны.

Загрузить аудиоданные и преобразовать их в формат MFCC можно легко с помощью пакета Python librosa.

Построение нейронной сети и ее обучение

В данной работе используется сверточная нейронная сеть, которая имеет следующую архитектуру:

1. Первый уровень обработки представляет собой два сверточных слоя и max pooling с 128 фильтрами размера 5, имея на выходе 216x128x2

нейронов.

2. Второй уровень обработки состоит из трех слоев свертки также с 128 фильтрами. На выходе второго слоя модель имеет $216 \times 128 \times 3$ нейронов.

3. Последний уровень обработки представляет собой полносвязный слой, который производит классификацию по 10 эмоциям.

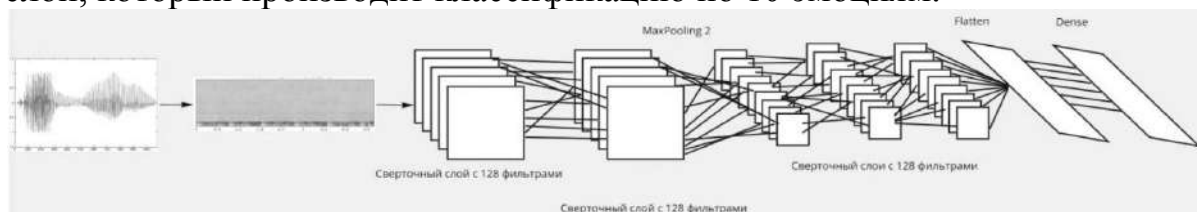


Рис. 1. Алгоритм определения эмоций при помощи сверточной нейронной сети

Сверточная нейронная сеть была реализована на языке Python с использованием библиотек TensorFlow и Keras. На вход сеть принимает 3-х мерную матрицу (Количество входных аудио файлов, количество строк, количество каналов входных аудио файлов).

В проведенной работе была разработана система распознавания эмоций по голосу на основе сверточной нейронной сети. По результатам экспериментов точность данной системы составила 73%, что сопоставимо с другими алгоритмами, но не является пределом. В дальнейшем планируется расширить класс акустических признаков, а также использовать двухмерную сверточную нейронную сеть, что в конечном итоге должно повлиять на точность распознавания эмоций диктора.

Использованные источники:

1. H. Kun, Yu. Dong, and I. Tashev, Speech emotion recognition using deep neural network and extreme learning machine, proceedings of INTERSPEECH, ISCA, Singapore, pp. 223-227, 2014.

2. Белов Ю.С., Гришунов С.С. Основные математические методы выделения речевых особенностей в системах распознавания диктора 2015. С. 57-62..

3. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории.

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМ ТРИВИМІРНОГО ПРОСТОРУ

Довгаль К.С.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Коритцев І. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87
e-mail: <mailto:kostiantyn.dovhal@nure.ua>.

The report is devoted to creation of the 3d objects and environment. This technology is very popular nowadays and starts to be used in various production brunches and industry of games and amusement. Considered the main stages of the 3d objects creation and the software applied. The analysis conveyed with illustrations allows choose the most effective way to create realistic 3d objects and environment.

3D графіка (тривимірна графіка) - це особливий вид комп'ютерної графіки - комплекс методів та інструментів, що застосовуються для створення зображень 3d об'єктів (тривимірних об'єктів). 3d технології графіки та друку проникли в багато сфер людської діяльності і приносять колосальний прибуток. 3d зображення не складно відрізнити від двовимірного, бо воно включає створення геометричної проекції 3d моделі сцени на площину, за допомогою спеціалізованих програмних продуктів. Отримана модель може бути об'єктом з реальної дійсності, наприклад модель будинку, автомобіля, комети, або ж бути абсолютно абстрактною. Процес побудови такої тривимірної моделі отримав назву 3d моделювання і спрямований, перш за все, на створення візуального об'ємного образу об'єкта, що моделюється.

Сьогодні на основі тривимірної графіки можна створити високоточну копію реального об'єкта, створити щось нове, втілити в життя самі нереальні дизайнерські задумки. Тривимірні зображення щодня бомбардують нас на телебаченні, в кіно, при роботі з комп'ютером і в 3d іграх, з рекламних щитів, наочно представляючи всю силу і досягнення 3d графіки.

Досягнення сучасної 3d графіки використовуються в наступних галузях.

1. Кінематограф і мультиплікація – це створення тривимірних персонажів і реалістичних спецефектів.

2. Створення комп'ютерних ігор - розробка 3d персонажів, віртуальної реальності оточення, 3d об'єктів для сцени.

3. Реклама - можливості 3d графіки дозволяють вигідно представити товар ринку, за допомогою тривимірної графіки можна створити ілюзію кристально-білої сорочки або апетитного фруктового морозива з шоколадною стружкою і т.д. При цьому в реальному рекламованому товарі можна знайти чимало недоліків, які легко ховаються за красивими і

якісними зображеннями.

4. Дизайн інтер'єрів - проектування і розробка дизайну інтер'єру також не обходяться сьогодні без тривимірної графіки. 3d технології дають можливість створити реалістичні макети меблів (дивана, крісла, стільця, комода і т.д.), точно повторюючи геометрію об'єкта і створюючи імітацію матеріалу.

5. У будівництві - за допомогою тривимірної графіки можна створити ролик, який демонструє всі поверхи проектованої будівлі, яка, можливо, ще навіть не почала будуватися.

6. Виготовлення 3D-моделі по фотографії іноді застосовується в промисловому дизайні. Це дозволяє швидко оцінити масштаби роботи зі створення повноцінної робочої моделі. Проте, такий спосіб не підходить для створення складних виробів. В цьому випадку краще створювати 3D-модель з нуля.

Для отримання 3d -зображення об'єкта необхідно виконати наступні кроки: 1) моделювання - побудова математичної 3d-моделі загальної сцени і її об'єктів; 2) текстурування включає накладення текстур на створені моделі, настройку матеріалів і надання моделям реалістичності; 3) налаштування освітлення, яке підкреслює об'ємність та тіні; 4) створення анімації (рухомих об'єктів); 5) візуалізація – це процес представлення зображення об'єкта по попередньо створеній моделі; 6) композітинг або компонування - постобробка отриманого зображення; 7) моделювання - створення віртуального простору і об'єктів усередині нього, включає створення різних геометричних форм, матеріалів, джерел світла, віртуальних камер, додаткових спецефектів.

Найбільш поширеними програмними продуктами для 3d моделювання є: Autodesk 3D max, Pixologic Zbrush, Blender. Текстурування представляє собою накладення на поверхню створеної тривимірної моделі растрового або векторного зображення. Освітлення – це створення джерел освітлення сцени, їх спрямування та настройка. Графічні 3d редактори, як правило, використовують такі види джерел світла, як spot light (розбіжні промені), omni light (всенаправлене світло), directional light (паралельні промені) та інші. Деякі редактори дають можливість створення джерела об'ємного світіння (Sphere light). Анімація – це створення рухомих об'єктів, а точніше, імітація руху моделі. Сучасні 3d редактори, а також спеціалізовані програмні продукти містять безліч інструментів для створення анімації і побудови тривимірних моделей. Часто застосовують «рендеринг» - перетворення тривимірної моделі об'єкта в «плоске» зображення. Існує кілька типів технології рендеринга, кожна з яких має свої плюси і мінуси: сканлайн, z-буфер, трасування променів, глобальне освітлення.

ОБНАРУЖЕНИЕ МАЛЫХ БПЛА МЕТОДОМ РАДИО- И РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Капуста А.И.

Научный руководитель - д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, просп. Науки,14, каф. МІРЕС, тел. +38 (057) 70-21-587

e-mail: d_res@nure.ua

Monitoring and conducting radar airspace using radar is a fairly widespread and traditional method of detecting air targets by air defense systems. Radar detection is effective when the target's radar signature matches the radar resolution. The traditional airspace reconnaissance radars that are currently in service are practically incapable of effectively detecting small-sized low-speed UAVs even in a noise-free environment. Developed advanced radars designed to solve the problem of detecting small-sized UAVs, presumably will be able to detect them at short ranges

БПЛА могут быть обнаруженными средствами радио- и радиотехнической разведки (РРТР) путем приема и анализа радиосигналов. Применительно к БПЛА, основным объектом радиоразведки (РР) является параметры БПЛА, а также передаваемые данные, а объектом радиотехнической разведки (РТР) – излучение бортовых РЛС, бортового оборудования, полезной нагрузки.

Преимуществом средств РРТР является то, что они позволяют однозначно идентифицировать БПЛА среди естественных объектов, со схожими характеристиками, прежде всего, птиц. Недостатком – то, что средства РЛР (?) могут с достаточной точностью установить лишь общее направление (пеленг) на БПЛА, причем точность его определения повышается при увеличении времени наблюдения, а вот дальность и высоту до цели средства РРТР определяют со существенными погрешностями [1].

Дальность обнаружения малых БПЛА средствами РРТР существенно зависят от мощности средств радиосвязи БПЛА, утечки сигналов бортового оборудования, значений коэффициента усиления антенны БПЛА и чувствительности приемника средства РРТР. Необходимость ведения постоянного интенсивного обмена данными БПЛА с пунктом управления (ПУ) требует наличия одного или даже нескольких широкополосных каналов радиосвязи, для которых очень сложно обеспечить требуемую скрытность функционирования.

Например БПЛА RQ-1 Predator при функционировании формирует три линии радиосвязи: широкополосную УКВ-радиолинию прямой видимости (3,9-6,2 ГГц) для прямой передачи данных на наземный ПУ с пропускной способностью 4-4,5 Мбит/с; спутниковую радиолинию УВЧ-диапазона (шириной 25 кГц с пропускной способностью 16,6 кбит/с) для

передачи команд управления, программ автономного полета и телеметрии; широкополосную спутниковую радиолинию Ku-диапазона для передачи полезных данных со скоростью 1,54 Мбит/с [2].

По сравнению с излучением средств радиосвязи БПЛА, излучение другого бортового оборудования БПЛА имеет более низкую интенсивность. К сопоставимому, по своему демаскирующему значению, можно отнести излучение бортовой РЛС, если она установлена на БПЛА. Утечка же паразитных излучений другого оборудования БПЛА, по сравнению с интенсивностью излучения средств радиосвязи и бортовой РЛС – несопоставимо мала. Все это делает обнаружение малых БПЛА для РТР сложной в техническом отношении задачей.

Например, в зависимости от применяемых типов бортовых средств радиосвязи, РЛС и другого оборудования дальности обнаружения БПЛА средствами РРТР могут иметь значения от 4 до 50 км. [3]. Эти значения получены, при допущении о наличии на борту БПЛА активно работающей РЛС бокового обзора. Однако, как указывается, на практике эти значения для малоразмерных БПЛА будут еще более низкими, ввиду отсутствия режимов длительного непрерывного излучения, а полученные значения дальностей обнаружения на практике будут более соответствовать БПЛА среднего и крупного класса.

Дальность обнаружения малых БПЛА средствами РРТР существенно зависят от мощности средств радиосвязи БПЛА, утечки сигналов бортового оборудования, значений коэффициента усиления антенны БПЛА и чувствительности приемника средства РРТР

Список использованных источников:

1. Карташов В. М., Олейников В. Н., Шейко С. А., Бабкин С. И., Корытцев И. В., Зубков О. В. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. 2018. № 195. С. 235-243.2.

2. Рощина Н. В. Системы и средства управления беспилотных летательных аппаратов как объект их поражения // Вестник Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны. 2019. № 1 (4). С. 68-74.3.

3. Еремин Г. В., Гаврилов А. Д., Назарчук И. И. Малоразмерные беспилотники – новая проблема для ПВО // [Электронный ресурс]. <https://army-news.org/2015/02/malorazmernye-bespilotniki-novaya-problema-dlya-pvo/> // (дата посещения 25.02.2021).

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНІХ ЦІЛЯХ

Момот І.В.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87
e-mail:vladyslav.lysychenko@nure.ua

Games are created directly for training, in any field. They can be equated to the category of "simulator" which is very strong from a farm simulator to a pilot simulator. Thus, we see the relevance of the use of gaming technology in various fields of human activity.

Гра. Що це таке? Розвага? Спосіб вбити час? Приємне заняття, щоб відволіктися? Однак, ігри - це щось більше, ніж просто спосіб розважитися. Це унікальний інструмент для навчання всіляким навичкам. Використання ігор у освітніх цілях - називається Гейміфікація.

Гейміфікація - це коли ігрові правила використовують для досягнення реальних цілей. Іншими словами, за рахунок гри ви робите нудні завдання цікавими, уникаюче - бажаним, а складне - простим. Освіта вже частково гейміфіціровано. У школі або ж університеті учень або студент правильно виконавши завдання - отримує хорошу оцінку. Найяскравішими прикладами Гейміфікація можна вважати наступні проекти:

1) Lingualeo - освітній проект для вивчення іноземних мов з використанням Гейміфікація. В даний час більше 18 мільйонів чоловік користуються платформою в освітніх цілях. Користувачі вивчають нові слова, побудова речень і багато іншого. Все це розбите по "рівнями" за проходження яких "гравець" отримує бали і досягнення, наприклад якусь кількість вивчених слів.

2) Американська армія - це серія шутерів від першої особи, розроблених і виданих армією США, призначених для інформування, навчання та найму майбутніх солдатів. Запущена в 2002 році, гра стала стратегічним комунікаційним пристроєм, розробленим, щоб дозволити американцям фактично досліджувати армію на своєму власному прикладі, і дозволяло визначати, чи відповідає професія військового їхнім інтересам і здібностям. Американська армія являє собою перше широкомасштабне використання ігрових технологій урядом США в якості стратегічної комунікації та підтримки рекрутингу армії США.

3) Mars Classroom Simulator Challenge, представлений Cisco на конференції ISTE 2019, являє собою квест, який вимагає від учасників спільної роботи для вирішення проблеми в вигаданому сценарії на

планеті Марс. Ідея полягає в тому, щоб дати вчителям можливість брати участь в спільному практичному навчанні зі своїми вихованцями. Симулятор також сприяє розвитку навичок вирішення проблем, які, за словами керівників Cisco, є найважливішим компонентом набору навичок 21 століття.

4) *Desertion Force* - спосіб зацікавити ІТ-фахівців в області кібербезпеки з допомогою розважального контенту, запобігаючи атакам на центри обробки даних. Дозволяє гравцям шукати і знищувати лиходіїв, одночасно вивчаючи технології вторгнення

5) Дія ігор серії *Assassin's Creed* відбувається в різні епохи в історії людства і в різних країнах, на тлі різних історичних подій, таких як Третій хрестовий похід або Велика французька революція де використовуються так само і реальні історичні особи, з додаванням там наукової фантастики, міфології і криптоісторія. Але не дивлячись на це все екоторіе люди дізналися і запам'ятали більше інформації, ніж з будь-якого традиційного підручника. І цьому є пояснення.

Візьмемо для прикладу гру *Assassin's Creed III*. В її основу розробники поклали події американської Війни за Незалежність. Людина в дійсності не вчиться чогось до тих пір, поки не відчує це на власному досвіді. Так, ви можете послухати розповіді про Бостонському чаюванні, епічних битвах і про те, як поселенці ставилися до корінних американців, але ви не зможете випробувати це, поки не зіграєте в гру. І як тільки це станеться, у вас з'явиться нове розуміння історії Америки.

Таким чином ця серія ігор може бути непоганим способом навчання не тільки історії але і культури інших країн.

Всі ці ігри створені безпосередньо для навчання, в якій-небудь галузі. Їх можна прирівняти до категорії "симулятор" яких сила-силенна від симулятора ферми до симулятора пілота. Таким чином ми бачимо актуальність використання ігрових технологій у різних галузях людської діяльності.

Перелік посилань:

1. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ В ВИРОБНИЦТВІ І СИСТЕМАХ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Булага А.В.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87,
e-mail: anastasiiia.bulaha@nure.ua)

Scanners allow 3D scanning of hard-to-reach objects, cultural and architectural monuments, as well as jewelry. There is also an industrial 3D scanner that scans houses, embankments and other large objects

3D-сканер - це спеціальний пристрій, який аналізує певний фізичний об'єкт або ж простір, щоб отримати дані про форму предмета і, по можливості, про його зовнішній вигляд (наприклад, про колір). Відштовхуючись від отриманої інформації, створює 3D образ об'єкту сканування.

За класифікацією 3D-сканери діляться на два типи: контактні сканери; безконтактні (активні і пасивні).

Контактні 3D-сканери досліджують об'єкт безпосередньо через фізичний контакт, поки сам предмет перебуває на прецизійної повірочної плиті, відшліфованою і відполірованою до певної міри шорсткості поверхні. Якщо об'єкт сканування нерівний або не може стабільно лежати на горизонтальній поверхні, то його будуть утримувати спеціальні лещата.

Контактні 3D-сканери є устрою зі спеціальним щупом, який, проходять по контурах об'єкта.

Механізм сканера буває трьох різних форм:

1. Каретка з фіксованою вимірювальною рукою, розташованою перпендикулярно; Вимірювання відбувається по осях, поки рука ковзає уздовж каретки. Система оптимальна для плоских або звичайних опуклих кривих поверхонь.

2. Маніпулятор з фіксованими складовими і з високоточними кутовими датчиками. Розташування кінця вимірювальної руки тягне за собою складні математичні обчислення, що стосуються кута обертання шарніра зап'ястя руки, а також кута розвороту кожного із з'єднань руки. Цей механізм ідеально підходить для зондування поглиблень або внутрішніх просторів з невеликим вхідним отвором.

3. Одночасне використання попередніх двох методів.

Наприклад, маніпулятор можна поєднати з кареткою, що дозволити отримати 3D-дані від великих об'єктів, що володіють внутрішніми порожнинами або перекривають один одного поверхнями.

Безконтактні сканери дозволяють проводити 3D-сканування важкодоступних об'єктів, пам'ятників культури і архітектури, а також

ювелірних виробів. Також існує промисловий 3D-сканер, який сканує будинку, насипу і інші великі об'єкти.

Наприклад, такі сканери застосовуються для оцінки стану газопроводів і водопровідних магістралей. Апарат створює модель, на основі якої обчислюється ступінь зносу матеріалу, його характеристики.

Ще одна область, яка почала застосовувати такого роду сканери, стала медицина. Сканери легко розпізнають геометрію тіла і не опромінюють організм, завдяки використанню структурованого світлового випромінювання. Розробляють ортопедичні корсети і протези, проектується шоломи для правильного розвитку кісток, використовуючи індивідуальні мірки, зняті з конкретного пацієнта.

Пасивні сканери не випромінюють світло, замість цього вони використовують відбите світло з навколишнього простору. Більшість сканерів цього типу призначені для виявлення видимого світла, адже це найбільш доступний вид навколишнього випромінювання. Інші типи випромінювання, наприклад, інфрачервоне, також може бути задіяно.

Пасивні методи сканування відносно дешеві, адже в більшості випадків вони не мають потреби в спеціальному обладнанні, достатньо звичайної цифрової камери.

Стереоскопічні системи передбачають використання двох відеокамер, розташованих в різних місцях, але в одному напрямку. Аналізуючи відмінності в знімках кожної камери, можна визначити відстань до кожної точки на зображенні. Цей метод за своїм принципом схожий на стереоскопічний зір людини.

Фотометричні системи зазвичай використовують одну камеру, яка робить зйомку декількох кадрів при будь-яких умовах освітлення. Ці методи намагаються перетворити модель об'єкта, щоб відновити поверхню по кожному пікселю.

Силуетні техніки використовують контури з послідовних фотографій тривимірного об'єкта на контрастному тлі. Ці силуети екструдують і перетворюють, щоб отримати видиму оболонку об'єкта. Однак цей метод не дозволяє просканувати поглиблення в об'єкті (наприклад, внутрішню порожнину чаші).

Перелік посилань:

2. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403

МЕТОДИ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНИХ НАЗЕМНИХ РОБОТІВ В НЕДЕТЕРМІНОВАНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Незовибатько О. І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87, e-mail:
oleksandra.nezovybatko@nure.ua)

Mobile robotic systems are used today in a wide variety of industries. At the same time, all devices should ideally move confidently in unfamiliar and unpredictable real world environments. Now the main problem of all currently existing mobile devices moving independently, without human control, remains navigation.

Сучасна науково-технічна революція характеризується активним розвитком у робототехніці. Наразі впровадження роботів відбувається в різних сферах життя, адже вони є універсальними автоматами для відтворення рухових та інтелектуальних функцій людини.

На сьогодні практичною метою розробки роботів є передача їм таких видів діяльності, що є складними, монотонними або шкідливими для життя та здоров'я людини. Ними є допоміжні виробничі операції, основні виробничі операції та робота в екстремальних умовах.

Умови функціонування роботів визначаються типом середовища експлуатації та характером робочого процесу. Їх можна розділити на дві категорії: детерміновані (визначені); недетерміновані (невизначені).

Загальні вимоги до мобільних роботів: висока рухливість та прохідність; надійність у діях за непередбачених природних умов та в середовищах, що спеціально підготовлені для проживання людини; конструкція має забезпечувати швидке розгортання та високий рівень мобільності.

Робототехніки виділяють такі навігаційні схеми:

- глобальну (визначення абсолютних координат пристрою під час руху довгими маршрутами);
- локальну (визначення координат пристрою по відношенню до деякої (зазвичай стартовою) точки);
- персональну (позиціонування роботом частин свого тіла і взаємодія з прилеглими предметами, що актуально для пристроїв, забезпечених маніпуляторами).

Глобальні методи засновані на тому, що перед початком руху роботів повністю відома карта місцевості. Знаючи своє місцезнаходження, точку фінішу, а також розташування всіх перешкод, він, використовуючи заданий алгоритм дій, знаходить найкоротший шлях від старту до фінішу і після цього долає цей шлях.

Перевага глобальних методів навігації полягає в можливості заздалегідь спланувати оптимальний маршрут руху, спираючись на глобальну інформацію про зовнішнє середовище. Найбільш значимий недолік таких методів – підвищена обчислювальна складність і необхідність зберігання карти середовища (найчастіше великого розміру).

Локальні методи навігації використовуються в тих випадках, коли роботу не відома глобальна карта зовнішнього середовища або перешкоди в цьому середовищі мають динамічний характер (можуть з'являтися і зникати, змінювати своє місце розташування). [2]

До найбільш часто використовуваних локальних методів навігації можна віднести:

- методи, засновані на використанні потенційних полів перешкод;

- методи сімейства BUG, що використовують для отримання навігаційної інформації тактильні датчики;

- методи сімейства VisBUG, які передбачають отримання навігаційної інформації від ультразвукових датчиків, що дає можливість не торкатися перешкод в процесі руху. [3]

До переваг методів локальної навігації слід віднести їх обчислювальну простоту. Недоліки цих методів в порівнянні з методами глобальної навігації складаються у відхиленні від оптимального маршруту і більш складною процедурою локалізації робота у просторі.

Для обох груп методів навігації характерна проблема переходу від подання робота у вигляді матеріальної точки до його просторового подання з урахуванням форми корпусу, розташування датчиків, конструкції системи руху.

Більшість існуючих методів навігації не передбачає врахування реальних розмірів, форми і розташування сенсорної системи роботів. Через це часто мають місце великі похибки їх локалізації у просторі, які не дозволяють успішно досягти мети навігації.

Перелік посилань:

1. Навігація мобільних наземних роботів у недетермінованих середовищах. Сергієнко О.Ю., Карташов В.М., Колендовська М.М. Харків: ХНУРЕ, 2020. 297 с.

2. Watanabe H., Dettloff W., Yount E. A VLSI Fuzzy Logic Inference Engine for Real-time Process Control // IEEE Journal of Solid State Circuits, 1990. – V.25, N.2. P.376 – 382.

3. Карташов В.М. и др. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы. - Харьков: ХНУРЭ, 2014. - 312 с.

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ В ВИРОБНИЦТВІ І СИСТЕМАХ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Ярова Ю.Д.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87,
e-mail: yuliia.yarova@nure.ua)

In today's world, due to the intensive development of new technologies in various fields of human activity such as: military industry, medicine that serves the field, as well as various industries need systems to detect, automatically monitor and analyze objects according to their images.

У сучасному світі в зв'язку з інтенсивним розвитком нових технологій в різних сферах діяльності людини таких як: військова промисловість, медицина, яка обслуговує сфера, а також різні галузі промисловості потрібні системи, що забезпечують виявлення, автоматичний контроль і аналіз об'єктів за їхніми зображеннями.

Системи технічного зору в даний час вважаються невід'ємною частиною багатьох промислових процесів, тому що вони можуть пропонувати швидкі, точно відтворені можливості контролю. Наприклад, в харчовій промисловості, де система технічного зору грає вирішальну роль в процесах, коли швидкість і точність надзвичайно важливі і допомагають забезпечити конкурентну перевагу для виробників. Сам харчовий продукт перевіряється на предмет контролю і якості порцій, а також на якість упаковки і маркування.

Проведемо аналіз існуючих СТЗ.

У загальному вигляді СТЗ, крім телевізійного датчика (ТД) з оптичною системою (ОС) 2 для сприйняття об'єкта 1, містить пристрій

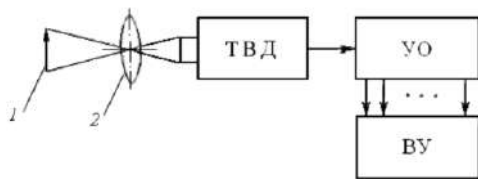


Рисунок 1 - Загальна схема СТЗ

1 - об'єкт; 2 - оптична система;

ТВД - телевізійний датчик;

УО - пристрій обробки відеосигналу;

ВУ - обчислювальний пристрій

обробки (УО) для амплітудно-часової селекції відеосигналу, вимірювання інформативних параметрів і перетворення їх в цифрову форму; обчислювальний пристрій ВУ (спеціалізоване або ЕОМ), що накопичує і обробляє інформацію, що надходить за певними алгоритмами розпізнавання.

В апаратну частину пристрою, що розробляється входить камера з лінзою, Raspberry Pi, принтер.

В даний час для ідентифікації людини використовуються біометричні методи. У зв'язку з простотою розпізнавання особи і великою

кількістю камер у всіх аспектах життя людини, все більш актуальним стають розробки в розпізнаванні осіб. Завдання розпізнавання осіб актуальне як в області інтелектуальних середовищ, так і в системах безпеки. У зв'язку з затребуваністю розробкою алгоритмів розпізнавання осіб працюють і великі компанії, але серед продуктів з відкритим вихідним кодом можна виділити OpenCV. Це бібліотека алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень та чисельних алгоритмів загального призначення.

Але якщо людина може визначити і порівняти особу з особами, що зберігаються в пам'яті, за частки секунди, то без належної технології розпізнавання машина не зможе відрізнити людину від стовпа. Людина впізнає знайоме обличчя, орієнтуючись на індивідуальні риси, а саме: відстань між очей, їх колір, висота губ і їх ширина. Для початку комп'ютер повинен не просто розпізнати людину, але і зрозуміти, хто чи що знаходиться перед ним – особа чи це якийсь об'єкт. При тому ракурсі, з якого камера приймає обличчя людини, гра світла або ж зайві предмети на обличчі людини відіграють величезну роль.

Проблема розпізнавання осіб розглядалася ще на ранніх стадіях комп'ютерного зору. Ряд компаній протягом більше 40 років активно розробляють автоматизовані, а зараз і автоматичні системи розпізнавання людських облич.

Для вирішення задачі розпізнавання осіб були запропоновані різні методики, серед яких можна виділити підходи, засновані на нейронних мережах, на методі Карунена - Лоева, на алгебраїчних моментах, лініях однакової інтенсивності, еластичних (деформуються) стандартах порівняння. У розробках алгоритмів розпізнавання особливі зусилля спрямовані на автоматичне виділення елементів обличчя (очі, ніс, рот, підборіддя і ін.) На його різних зображеннях: фас, профіль і довільний ракурс (перспектива). Далі ці геометричні характеристики використовуються в рішенні задачі розпізнавання.

Перелік посилань:

1. Навігація мобільних наземних роботів у недетермінованих середовищах. Сергієнко О.Ю., Карташов В.М., Колендовська М.М. Харків: ХНУРЕ, 2020. 297 с.
2. Watanabe H., Dettloff W., Yount E. A VLSI Fuzzy Logic Inference Engine for Real-time Process Control // IEEE Journal of Solid State Circuits, 1990. – V.25, N.2. P.376 – 382.
3. Гридин В.Н., Титов В.С., Труфанов М.И. Адаптивные системы технического зрения, — СПб.: Наука, 2009. — 442 с.
4. https://kipia.ru/upload/iblock/d78/Auton_sist_tech_zrn.pdf

THE USE OF THE SOLID-STATE PLASMA-BASED MATERIAL FOR THE PROTECTION OF RADIO-ELECTRONIC MEANS OF LASER EMISSION

Самсонова С.Ю.

Научный руководитель – к.т.н. доц., доцент каф. ОП Самсонов Ю.В.

Национальная академия Национальной гвардии Украины

61001, Харьков, пл. Защитников Украины, 3

e-mail: svitlana.samsonova@nure.ua

The results of the development of a formalized mathematical model for describing the interaction of laser radiation with the plasma material intended to protect REM by reflecting this radiation are presented in this research. The basic structure of the physical model of solid-state plasma material is presented. It has been found out that the generation of the Langmuir noise in the protective layer of solid-state plasma of the screen of radio-electronic means provides shielding from laser radiation at a sufficiently small value of the field strength of the Langmuir wave. In this case, there is a reemission of laser energy in the opposite direction.

Nowadays, powerful laser radiation generators are rapidly developing, which can lead to unintentional destructive effects and the destruction of the radio-electronic means. The most well-known and effective methods of laser radiation protection are ablative protection and structural insulation.

Yet, the use of known methods for protecting radio-electronic means from destructive effects of laser radiation is not always appropriate due to the impossibility of reusable user, weight-dimensional characteristics (the inadmissibility of its usage on light aircraft objects), the lack of the ability to protect the mounting holes, cable entries of the body of the electronic means. It is possible to make a qualitative leap in improving the effectiveness of remedies on the basis of the usage of environmentally-friendly technologies, the use of physical mechanisms of which will ensure effective absorption, reflection and removal of laser radiation. Such technologies can be used by environmentally-friendly plasma technologies, which satisfy a complex of requirements for the means of protection to the greatest extent.

The impact of high-power laser radiation on materials leads to the appearance of a plasma layer, the parameters of which are determined by laser radiation and the characteristics of the material itself. The flux of the electromagnetic energy falling on the surface of the REM screen is partially reflected, while the remaining part of the flux, penetrating deep into the substance, is absorbed.

In order to protect from laser radiation, the plasma layer can be supplemented with an artificially created solid-state plasma by introducing, for example, the radioisotope elements into a semiconductor layer of the protective screen. Determining the possibility of using solid-state plasmato protect REM

from high-power laser radiation calls for an analysis of the interaction of this radiation with the plasma of the shielding material.

To protect REM from laser radiation, the best screen is a mirror, which, regardless of the magnitude of the energy in the EMR, is able to reflect it. Therefore, we will estimate the reflective capabilities of the plasma material. To screen the laser radiation when creating a plasma “mirror”, a plasma of sufficiently high density is needed.

Thus, with the directed generation of the Langmuir noise in the protective layer of solid-state plasma of the REM screen, the possibility arises of shielding from laser radiation at a sufficiently small value of the field strength of the Langmuir wave. In this case, there is a re-emission of the laser energy in the opposite direction.

Thus, the aforementioned estimations show that the reflection of the laser radiation can be carried out with the usage of materials having a small thickness and weight. The structure of the physical model of solid-state plasma materials for protection against the impact of laser radiation is shown in Fig. 1.

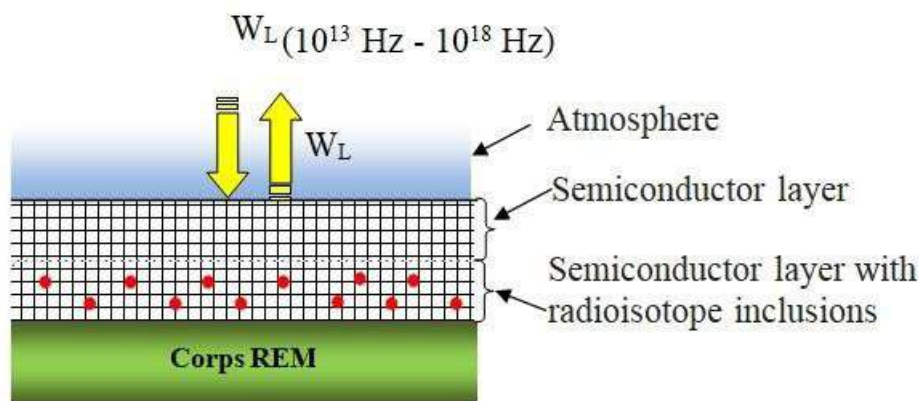


Fig 1. The structure of the physical model of solid-state plasma materials for protection against the impact of laser radiation

The temperature distribution satisfied the inhomogeneous heat conduction equation with the corresponding initial and boundary conditions. The solution of the equation in question will determine the growth of the temperature of the protective material over time along the axis of the laser beam.

The ratio, is a formalized mathematical model for describing the interaction of the laser radiation with a plasma material designed to protect REM by reflecting this radiation.

REFERENCES

1. A. Sotnikov and M. Iasechko, “Counteraction to the powerful electromagnetic radiation is for defence of radio electronic facilities”, Information processing systems, 9(135): Kharkiv, Ukraine, 2017, pp.76–81.
2. O. Sotnikov, M. Iasechko, V. Larin, O. Ochurenko, and D. Maksyuta, “The model of a medium for creation of electric hermetic screens of the radio electronic means”, IJATCSE, 8(2): 2019, pp. 300-304.

ЗАСТОСУВАННЯ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ В МЕДИЦИНІ

Лисиченко В.О.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87
e-mail:vladyslav.lysychenko@nure.ua

3D modeling is the process of creating a detailed, three-dimensional model of any object, including the organs of any living being. The task of 3D modeling is to develop a visual three-dimensional image, the desired object.

In fact, three-dimensional objects can be human organs, both men and women.

3D-моделювання - це процес створення детальної, тривимірної моделі будь якого об'єкта, в тому числі це може бути і органи будь якої живої істоти. Завданням 3D-моделювання є розробка зорового об'ємного образу, бажаного об'єкта. Тобто таким чином за допомогою спеціалізованих програм, ми маємо змогу дуже детально відтворювати будь-яку форму, яка існують в реальному світі.

Такими програмами виступають 3Ds Max, Maya, Blender та інші.

Розглянемо, яким чином моделювання 3D об'єктів можливо застосувати в медицині. Власне тривимірними об'єктами можуть виступати органи людей, як чоловіків так і жінок. За допомогою вище сказаних програм ми маємо змогу розробити дуже детальні моделі органів, кісток, м'язової та навіть нервової системи. Таким чином в нас є змога створити повний, та дуже детальний макет людини, який в свою чергу буде надаватися для детального вивчення студентам медичних ВНЗ. Студент матиме змогу більш детально опанувати побудову конкретних органів людини, можливо для подальшого оперування ракових пухлин або інших операцій (для хірургів).

Мається на увазі інтерактивний підхід до взаємодії з моделями органів людини. Тобто, якщо студента, для його навчання, цікавить конкретне захворювання, будь якого органу, він може в реальному часі подивитись на цей орган з усіх сторін, на його нормальній стан, та стани при яких цей орган рахується болючим. Також, наприклад, він зможе запуснути анімацію на якій буде зображено способи хірургічного видалення та по шагова інструкція, при цьому процес видалення, наприклад пухлини, можливо роздивитися з будь якої сторони, що тільки покращить прийняття навчального матеріалу студентом, бо цей процес відтворюється на його очах.

Також такий підхід має і практичну цінність. Використання інтерактивної моделі для проведення власних хірургічних операцій під час навчання з викладачем, або як закріплення пройденого матеріалу

самостійно в тримірному просторі.

Таким чином використання 3D моделей збільшить цікавість студентів до навчання, та якісь опанування навчального матеріалу, бо раніше потрібно було багато часу проводити в морзі, для більш детального вивчення органів людини. А також зросте кількість висококваліфікованих робітників медичної галузі, що в свою чергу покращить спільний рівень здоров'я громадян. Це дасть можливість підготувати персонал для складних операцій, які вони будуть проводити в нашій країні.

Перелік посилань:

3. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

ОГЛЯД СТАНУ РОЗВИТКУ СИСТЕМ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Бабак К.В.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Шаповалов С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. (057)70-21-587

email: d_res@nure.ua

There are many new technologies and technologies that will be used in the new 5G cellular or mobile telecommunications system. However, these new 5G technologies are still being developed and common standards have not yet been defined. However, as the necessary technologies develop, they will be included in a new system to be defined by standardization bodies in the coming years.

Значне зростання об'ємів трафіку в мережах зв'язку свідчить про підвищення популярності високошвидкісних сервісів, пов'язаних із передачею мультимедійної інформації та відео. Зростанню трафіку в мобільних мережах сприяє популярність смартфонів типу iPhone і ультракомпактних персональних комп'ютерів, а також «мобілізація» популярних сервісів Gmail, YouTube, Google та ін.

Розвиток мобільних мереж порівняно з іншими задачами продовжує здійснюватися випереджальними темпами. Причиною цього є зростання потреб послуг мобільного зв'язку, а також всі зростаючі вимоги до якості надання послуг. Тобто дане зростання здійснюється як кількісно, так і якісно. Загальна позиція щодо даної проблеми в технологічному аспекті викладена компанією Ericsson в документі [1], де зазначено, що на даний момент існує ряд програм, що вимагають надмалих часових затримок у мережі для вирішення завдань дистанційних вимірювань, забезпечення безпеки дорожнього руху, управління виробничими процесами та ін. Так само висунуті вимоги щодо забезпечення високого рівня надійності мережі, властивостями управління критичною інфраструктурою, наприклад, мережам передачі електроенергії, індустриальному контролю, забезпеченню 27 соціально важливих функцій: телемедицина, транспорт, управління «розумним» будинком і містом, а також відповідних форматів швидкої передачі даних – великих обсягів, що при від-даленому відеоспостереженні, а малих – в завданнях моніторингу пересування вантажів та ін. У 2013р. ряд провідних світових операторів мобільного зв'язку і виробників телекомунікаційного обладнання (Ericsson, Samsung, Huawei, Vodafone та ін.) на всесвітніх форумах (MWC-13, LTE World Summit) анонсували початок дослідницьких робіт зі створення технології 5G [1,2]. У світі розвитком 5G найбільш активно займаються:

– Європейський Союз – припускає до 2020 р. витратити на розвиток 5G € 50 млрд, досягти угоди з Китаєм, Японією і Південною Кореєю про кооперацію в розробці 5G;

– Китай – вкладе в 5G 315 млрд. €, Huawei вкладе в 5G 600 млн

доларів.

- Японія (NTT DoCoMo)
- планує надавати послуги 5G на літній Олімпіаді 2020 року.
- Великобританія 5G планує запуснути до 2022 року.
- в Швеції і Естонії TeliaSonera і Ericsson запуснуть 5G в 2018 р.
- в США – ситуація з розвитком 5G викликає у регулятора занепокоєння в плані наміченого відставання в розвитку 5G, а також можливої втрати глобального контролю над інтернетом. Основний двигун 5G в США - Verizon.

Європейське співтовариство на основі розпочатих досліджень створення технологій 5G прагне в майбутньому стати панівним технологічним лідером, що відкриє можливості створення в індустрії інформаційно-комунікаційних технологій нових робочих місць.

У Європі в даний час на пропонованій концепції створення 5G спеціалізуються два центри на основі проектів Єврокомісії в рамках програм FP7 METIS (координатор - компанія Ericsson) [12] і 5GIC при Університеті Суррея (The University of Surrey, Велика Британія) [13]. Координований американською компанією Intel проект ISRA, судячи з обсягу складу учасників і фінансування, є скоріше іміджевим, що позначає американська присутність в проекті 5G.

Існує багато нових технологій і технологій, які будуть використовуватися в новій стільниковій або мобільній телекомунікаційній системі 5G. Разом з тим, ці нові технології 5G все ще розробляються, а загальні стандарти ще не визначені. Однак у міру розвитку необхідних технологій вони будуть включені в нову систему, яка буде визначена органами зі стандартизації в найближчі роки.

Перелік посилань:

1. Yu S.-J., Lee J.-H. Effect of random weight errors on the performance of partially adaptive array beamformers // Signal Processing. Elsevier BV, 1994. Vol. 37, № 3. P. 365–380. doi:10.1016/0165-1684(94)90005-1

2. Москалец Н.В. Анализ методов повышения производительности современных сетей мобильной связи на основе организации пространственно-временного доступа. Зб. матер. 20-го Ювілейного міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка і молодь у XXI ст.», м.Харків, ХНУРЕ, 19-21 квітня, 2016. Харків, 2016. С. 53–54.

ВИЯВЛЕННЯ НЕГАУСОВИХ ПОЛІВ СИГНАЛІВ НА ФОНІ ГАУСОВИХ ШУМІВ

Іваницький С.О.

Науковий керівник – д.ф.-м.н, проф. Тихонов В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

The aim of paper was to study the possibility of detecting areas with non-Gaussian signals against the background of Gaussian signals. The detection of objects with non-Gaussian signals can provide additional information about them, and reduce the effect on the desired signal of Gaussian and non-Gaussian interference and noise. To study the possibility of determining areas with non-Gaussian reflected signals, the method of statistical modeling was used. Estimates of excess in areas of the field with a non-Gaussian signal are significantly higher than in areas of the field with a Gaussian distribution.

При аналізі гауссових і негаусових сигналів часто необхідно оцінювати характеристики розподілу щільності ймовірності. Чим сильніше відхилення характеристик розподілу від гауссова, тим точніше і стійкіше статистики вищих порядків негаусових сигналів, а, отже, і вище ефективність їх використання в прикладних задачах [1]. Багато корисних сигналів і перешкод в радіотехніці мають негаусові розподіли [2]. Розглянемо задачу отримання зображення полів моделі корисних негаусових сигналів на тлі гауссова шуму. Корисний сигнал і шум були некорельованим полем білого шуму з рівномірним розподілом та однакової потужності. Під час моделювання в кожній точці поля генерувався сигнал або шум довжиною 150 відліків. Для виділення сигналів використовувалися статистики 3-го і 4-го порядків. У якості статистик використовувалися асиметрія і ексцес, які розраховувалися для кожної точки поля з використанням формул:

$$\gamma_1(x, y) = m_3(x, y) / \sigma^3(x, y), \quad \gamma_2(x, y) = m_4(x, y) / \sigma^4(x, y) - 3,$$

де $m_3(x, y)$, $m_4(x, y)$ – центральні моменти третього і четвертого порядків, $\sigma(x, y)$ – середньоквадратичне відхилення сигналу в точці з координатами (x, y) .

На рис. 1 показано виділення негаусових сигналів з рівномірним розподілом при довжині вибірок 150 відліків: а – перетин сигналів (на рівні 20-го відліку); б – статистики 3-го порядку; в – статистики 4-го порядку.

В результаті застосування статистик 3-го і 4-го порядків виявилось, що значення асиметрії у сигналів з гауссовим розподілом близькі до нуля, а у областей з негаусовим розподілом вони помітно відмінні від нуля. Оскільки для моделювання використовувалися білі шуми, то оцінки кореляційної функції для всіх точок областей суміші сигналу були близькі

до нуля. Величина асиметрії для рівномірного розподілу дорівнює нулю, а для ексцесу вона становить 1,8.

Як видно з графіка (рис. 1а), величини сигналів з гаусовим і негаусовим розподілами слабо відрізняються. Величини оцінок асиметрії у сигналів з гаусовим і негаусовим розподілом близькі до нуля (рис. 1б). Оцінки ексцесу в областях поля з негаусовим сигналом помітно вище, ніж в областях поля з гаусовим розподілом (рис. 1в).

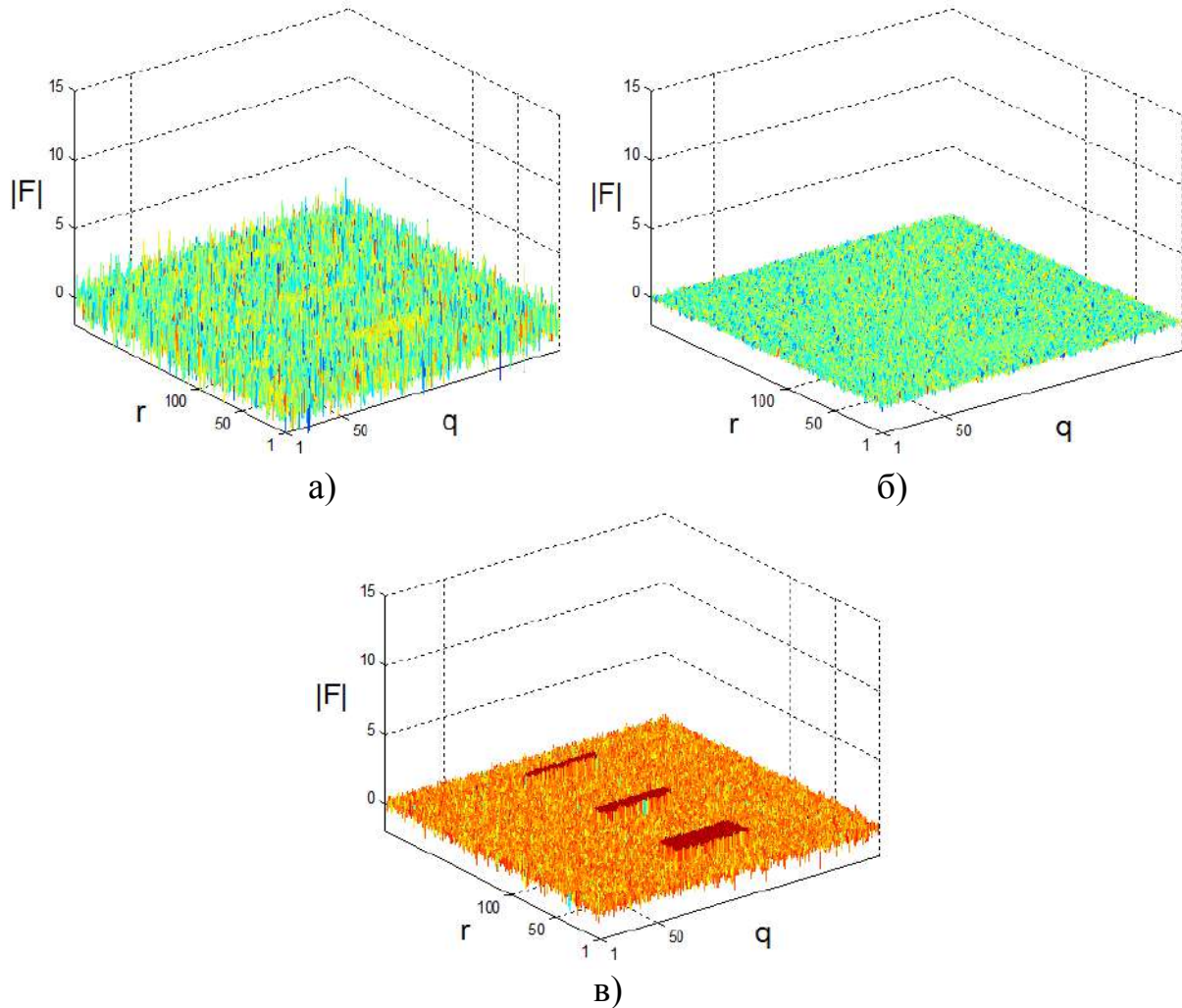


Рис. 1

Аналіз проведених досліджень дозволяє вважати, що використання статистик 3-го і 4-го порядків значень асиметрії і ексцесу, дає додаткову інформацію про досліджуваний об'єкт і має перспективи для подальшого вивчення.

Перелік джерел: 1. Шелухин О.И. Негауссовские процессы в радиотехнике. – М.: Радио и связь, 1998. – 310 с. 2. Kudriavtseva N., Tykhonov V., Netrobenko K. The Non-Gaussian Signals Spectra Estimation Against a Background of Gaussian Correlated Interference. Pardubice, Czech Republic. April 21-22, 2015. – P.359-363.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО ДОСТУПУ В СИСТЕМАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Столяренко О.А.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Шаповалов С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. (057)70-21-587
email: d_res@nure.ua

As the number of mobile users in the world and in Ukraine is rapidly increasing, at the same time the signal-interference situation is complicated, the conditions of radio wave propagation in the used frequency bands are deteriorating, so the use of adaptive antenna solutions is necessary to increase the physical radio resource high-speed services

Оскільки число мобільних користувачів у світі і в Україні стрімко збільшується, в той же час ускладнюється сигнально-завадова обстановка, погіршуються умови поширення радіохвиль у діапазонах використовуваних частот, тому застосування адаптивних антенних рішень є необхідним для збільшення обсягу фізичного радіо-ресурсу з метою забезпечення надання сучасних високошвидкісних послуг, додатків та збільшення продуктивності мережі в цілому.

Синтез антенної решітки і DSP-процесора для формування оптимальної діаграми спрямованості в просторі дозволяє системі міняти напрямок випромінювання, адаптуючись до умов передачі сигналу, що призводить до істотного поліпшення характеристик радіоканалу. Адаптивне формування діаграми спрямованості забезпечує збільшення дальності дії, зниження рівня інтерференції і збільшення пропускну здатності системи. Це призводить до значного розширення зони обслуговування в умовах побудови мережі за принципом комірчастої технології з повторенням частотних каналів.

Відомі дві основні категорії адаптивних антен (Smart -антенн) відповідно до їх функцій: з комутацією променя; фіксованим набором променів певної форми або їх об'єднанням у різних комбінаціях за секторами; адаптивні антенні решітки з необмеженою кількістю форм діаграми спрямованості, які налаштовуються під час роботи в потрібному напрямку. Обидва варіанти систем забезпечують збільшення (підсилення) сигналу в місці розташування мобільного користувача. Антени з комутацією променя є простими і недорогими, але є малоефективними в умовах впливу завад діючих в системах мобільного зв'язку (СМЗ). Використання сучасних алгоритмів просторово-часової обробки сигналів, реалізовані в сигнальних процесорах, адаптивні системи створюють максимальне підсилення, вирішують завдання пошуку, супроводу користувача, забезпечують максимальну якість прийому і мінімізацію інтерференції сигналів. Звичайна антена з шириною променя 120 градусів

для базової станції WiMax з двома елементами дає 15 дБ, а адаптивна антена з 8 елементами має максимальне підсилення 24 дБ.

Практична реалізація таких антен використовує принципи множинного доступу з просторовим розділенням користувачів SDMA (Space Division Multiple Access), що забезпечує високу призначену для користувача ємність в обмеженому частотному спектрі без будь-яких істотних технологічних змін. Аналіз літератури показав, що схема просторового доступу SDMA представляє один із найскладніших методів реалізації технології смарт-антен, яка характеризується розвиненими можливостями просторової обробки сигналу і забезпечує обслуговування безлічі кореспондентів за рахунок синтезу окремого променя для кожного з них.

У SDMA-системах реалізовано розпізнавання сигналів на базовій станції за просторовим розташуванням мобільних джерел випромінювання і, як правило, використовуються спільно зі схемами частотного (FDMA), часового (TDMA) або (CDMA), що забезпечує додаткові можливості для аналізу просторових характеристик кореспондентів.

Схема SDMA забезпечує можливість здійснення ефективного багатостанційного абонентського доступу на основі просторового поділу каналів в одній комірці, що не впливає на одночасну передачу в іншій. Так, наприклад, система GSM/GPRS з підтримкою SDMA – передбачає обслуговування декількох користувачів в одному частотному діапазоні, що відповідає збільшеній пропускній здатності системи порівняно з традиційним стандартом мобільного зв'язку GSM/GPRS.

Схема доступу SDMA покращує значення співвідношення сигнал-шум при роботі спільно з системою множинного доступу з кодовим поділом каналів (CDMA) і, як наслідок, забезпечує доступ до мережі більшої кількості користувачів.

Перелік посилань:

1. Yu S.-J., Lee J.-H. Effect of random weight errors on the performance of partially adaptive array beamformers // Signal Processing. Elsevier BV, 1994. Vol. 37, № 3. P. 365–380. doi:10.1016/0165-1684(94)90005-1
2. S. Bellofiore, C. A. Balanis, J. Foutz, and A. S. Spanias. «Smartantenna systems for mobile communication networks. Part 1: Overview and antenna design», IEEE Antennas Propagat. Mag., vol. 44, no. 3, pp. 145-154, June 2002. doi:10.1109/MAP.2002.1039395.

ЗАДАЧА ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНІ В СИСТЕМАХ МАШИННОГО ЗОРУ РОБОТІВ

Бабич А.О.

Науковий керівник – Викладач, Ковальова Н.В.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський
політехнічний інститут»

36000, Полтава, Полтавская область, ул. Пушкина, 83а, тел. (0532) 60-74-52
email: kovaleva04011980@gmail.com

Currently, the problem of measuring distance in machine vision systems of robots is relevant. In times of a pandemic, when it is necessary to have as little contact with people as possible, robots come to the rescue. They can deliver food, basic necessities, including medicines, food, etc. Therefore, nowadays equipping robots with contactless distance determination methods (BMVV) is a very relevant topic.

Завдання вимірювання відстані між двома об'єктами завжди було актуальною задачею, проте в даний час її значення в техніці особливо зросло, що зумовлено необхідністю високоточного позиціонування об'єктів в будівництві, геодезії, військовій справі, навігації і т.і. При цьому в різних областях використання далекомірів постійно посилюються вимоги до точності, граничної вимірюваної дальності, темпу вимірювань, масою і габаритами апаратури.

В даний час актуальною є задача вимірювання відстані в системах машинного зору роботів. В часи пандемії, коли необхідно як можна менше контактувати з людьми, на допомогу приходять роботи. Вони можуть доставляти продукти, предмети першої необхідності, зокрема ліки, їжу та т.і. Тому, в наш час оснащення роботів безконтактними методами визначення відстані (БМВВ) є дуже актуальною темою. Оснащення роботів безконтактними методами визначення відстані забезпечує істотне розширення їх технологічних і функціональних можливостей. Сприйняття та обробку візуальної інформації про поточний стан процесу, відносно розташування та орієнтацію роботів та об'єктів маніпуляцій дозволяє автоматизувати такі операції.

У простих системах машинного зору роботів широко використовуються ультразвукові та інфрачервоні далекоміри. Однак, їх великим недоліком є низька просторова роздільність внаслідок широкої діаграми спрямованості випромінювачів. Огляд літератури показав, що даного недоліку позбавлені лазерні далекоміри. В якості випромінювача вони використовують лазер, який забезпечує гранично вузьку діаграму спрямованості і високу точність визначення дистанції до предмета.

За допомогою лазерів можна виміряти відстань двома способами. Перший спосіб полягає у вимірюванні часу за яке світло досягне об'єкта і

повернуться назад. Цей метод застосовують в основному в тих випадках, коли об'єкт знаходиться на досить великій відстані, так як через те, що швидкість світла досить велика, буває досить складно виміряти час прольоту світла, і отже, відстань. Щоб виміряти невеликі відстані (до 1 м), знадобиться точність вимірювання часу до десятків наносекунд.

Інший метод вимірювання відстані - фазовий. У цьому методі лазер працює в безперервному режимі, але його випромінювання піддається амплітудної модуляції сигналом певної частоти (зазвичай менше 500МГц). При цьому довжина хвилі лазера не змінюється

Фаза сигналу, відбитого від об'єкта порівнюється з фазою опорного сигналу, фіксується зсув фаз, за допомогою якого відбувається подальший розрахунок відстані по формулі:

$$D = \frac{c}{2f} \cdot \frac{\varphi}{2\pi}, \quad (1.1)$$

де D - відстань в метрах, f - частота модуляції лазера, c - швидкість світла, φ - фазовий зсув.

Формула діє тільки в тому випадку, якщо вимірювана відстань менше половини довжини хвилі сигналу, яка розраховується за формулою:

$$\lambda = c/2f \quad (1.2)$$

Точність вимірювання відстані при фазовому способі вимірювання може доходити до 0.5 мм.

Метод має деякі недоліки, наприклад потужність випромінювання лазера, що знаходиться в безперервному режимі роботи помітно менше, ніж у імпульсного лазера, що не дозволяє використовувати даний метод для вимірювання великих відстаней. Крім того, швидкодія приладу обмежується швидкодією вимірювання різниці фаз із заданою точністю.

Перелік посилань:

1. Карташов В.М., Олейников В.Н., Колендовская М.М., Тимошенко Л.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В. Комплексование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. (Харьков). 2020. Вып. 201; С.120-129.

2. Карташов В.М. и др. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы; Харьков: ХНУРЭ, 2014. 312 с.

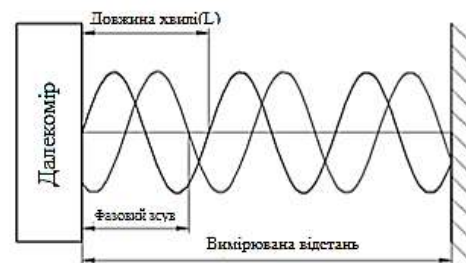


Рисунок 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОТОМЕТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРАПЕЛЬ ДОЩУ

Дзябенко А.Ю.

Науковий керівник – викладач Олійник В.В.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський
політехнічний інститут»

36000, Полтава, Полтавская область, ул. Пушкина, 83а, тел. (0532) 60-74-52
email: amanka156@gmail.com

One of the main problems with the use of external surveillance systems is the effect of bad weather conditions on the video due to the presence of fog, snow, smoke, rain, hail, etc. In this work the problem of elimination of influence of rain is considered, photometric properties of drops are investigated. The photometric model shows that the raindrops have a large field of view – about 165° , and the incident light, which is refracted towards the camera, is attenuated by only 6%. It is shown that the brightness of the drops is very large, above the corresponding background intensity. In addition, these peak values are approximately the same, although the intensity of the background is very different.

Досить часто відеопослідовності не мають потрібного рівня їх візуальної якості. Це ускладнює їх аналіз і прийняття достовірних рішень про наявність об'єкта пошуку в кадрі, а також його розпізнавання, ідентифікації та вимірювання координат. Відеоспостереження є невід'ємною частиною безпеки в багатьох сферах – від цивільних до військових. Його використовують для забезпечення законності і порядку, включаючи задачі боротьби з незаконним використанням БПЛА [1,2].

Одна з основних проблем при застосуванні зовнішніх систем спостереження – це вплив поганих погодних умов на відео із-за наявності туману, снігу, диму, дощу, граду і т.д. У даній роботі розглядається задача усунення впливу дощу, досліджуються фотометричні властивості крапель.

Відомо, що краплі дощу поводять себе як лінзи, які заломлюють і відбивають (дзеркально та внутрішньо) зображення сцени у бік камери. Фотометрична модель показує, що краплі дощу мають великий розмір поля зору – приблизно 165° (рис. 1), а падаюче світло, яке заломлюється в бік камери, послаблюється лише на 6%.

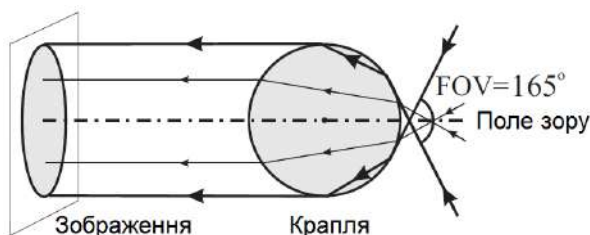


Рис.1

Виходячи з цих оптичних властивостей краплі, можна зробити такі висновки:

– краплі дощу заломлюють світло з великого кута навколишнього середовища (включаючи небо) в бік камери;

дзеркальні і внутрішні відблиски ще більше додають яскравості краплі. Таким чином, падіння краплі, як правило, набагато яскравіше, ніж фон (частина сцени, яку вона закриває).

– суцільний кут фону, закритий краплею набагато менше загального поля зору самої краплі; таким чином, незважаючи на прозорість, середня яскравість в фіксований момент часу (без розмиття руху) несильно залежить від яскравості фону.

В даній роботі перевірено ці висновки, з використанням відео падіння крапель з крану на фоні зі змінною яскравістю. Відео було зроблено з малим часом експозиції (1/1000 с), щоб запобігти розмитості за рахунок руху крапель. Фон сцени складався з горизонтальних смуг різної яскравості, як показано на рис. 2.

Середня яскравість областей, позначених від А до Е, будуться як функція часу. Кожен пік відповідає раптовому збільшенню яскравості коли крапля проходить через позначену область.

Звертає на себе увагу, що яскравості крапель (пікові значення стрибків) дуже великі, вище відповідної інтенсивності фону. Крім того, ці пікові значення при-

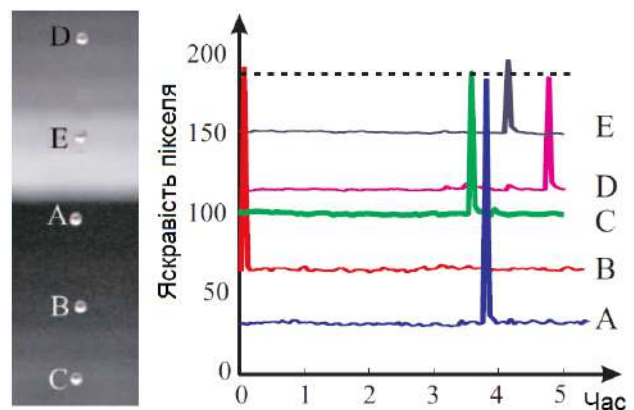


Рис.2

близно однакові, хоча інтенсивність фону дуже відрізняється (пунктирна лінія на рис. 2).

Таким чином, різкий стрибок сигналу яскравості може бути використаний як інформаційна ознака для виявлення крапель дощу на відеозображенні. В реальних відео падаючі краплі дощу матимуть розмите зображення по причині кінцевого значення часу експозиції камери. В результаті падаючі краплі виглядатимуть на зображенні як смуги дощу. На відміну від розглянутої моделі у фіксований момент часу, яскравість смуги дощу залежатиме від яскравості нерухомої краплі, а також від яскравості фонові сцени та часу експозиції камери.

Перелік джерел:

1. И.В. Коротцев, С.А. Шейко, В.М. Карташов, О.В. Зубков, В.Н. Олейников, С.И. Бабкин, И.С. Селезнев. Обработка сигналов при пеленгации и определении дальности до малоразмерных БПЛА в оптическом и инфракрасном диапазонах // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 125 – 134.

2. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, М.М. Колендовская, Л.П. Тимошенко, Н.В. Рыбников, А.И. Капуста. Комплексование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 201. – С. 120 – 129.

ЗАСТОСУВАННЯ 3D-ГРАФІКИ В СУЧАСНОМУ СВІТІ

Кишинець В.В.

Науковий керівник - викладач Серебренніков С.О.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

36000, Полтава, Полтавская область, ул. Пушкина, 83а, тел. (0532) 60-74-52
email: sserebrennikov@polytechnic.poltava.ua

3D modeling is firmly entrenched in our daily lives. It is used in marketing, architecture, design, the entertainment industry, not to mention industry. With the advent of 3D printing, 3D modeling has reached a new level and has become more popular than ever. However, the construction of 3D models requires special knowledge and skills, requires special training. There is a new profession 3D-designer, interesting, creative and very necessary.

Історія тривимірної візуалізації починається в далекому 1962 році, коли аспірант університету міста Юти, США, створює програму, яка дозволяє візуалізувати найпростіші 3D-моделі. Пізніше в цьому навчальному закладі відкривається перша в світі кафедра комп'ютерної графіки. Перший анімаційний фільм під назвою «Історія іграшок», повністю зроблений з допомогою об'ємної графіки, вийшов через кілька десятиліть - в 1995 році. Багато хто вважав, що фільм приречений на провал, однак сталося з точністю навпаки – робота зажила світової слави і визнання.

3D моделювання міцно увійшло в наше повсякденне життя. Воно застосовується в сфері маркетингу, архітектури, дизайну, в розважальній індустрії, не кажучи вже про промисловість. Завдяки появі 3D-друку тривимірне моделювання перейшло на новий рівень і стало затребуване, як ніколи. Однак побудова 3D-моделей вимагає особливих знань і навичок, необхідно спеціальне навчання. З'явилася нова професія 3D-дизайнер, цікава, творча і дуже потрібна.

Де сьогодні використовується 3D моделювання? Спектр дуже широкий:

- Мультиплікація. Створення тривимірних персонажів для мультфільмів і комп'ютерних відеоігор
- 3D візуалізація будівель і інтер'єрів
- Реклама і маркетинг. Часто потрібні нестандартні об'єкти для рекламування. 3D презентації дозволяють зробити більш яскраве враження на зацікавлених осіб і заощадити на реквізиті
- Виробництво меблів. Виробничі меблеві компанії використовують тривимірну модель для розміщення своєї продукції в електронних каталогах
- Промисловість. Кожну складну деталь збирають по готової і

продуманої 3D-моделі

- Медична сфера

Сучасні 3D-сканування дозволяють виявити дефекти органів і тканин, які приховані при простому рентгені або УЗД. Поява таких технологій зробило можливим визначення захворювання в тих ситуаціях, коли раніше проводилися діагностичні операції. Широке поширення вони набули в стоматології та щелепно-лицевої хірургії.

Втілений в життя результат томографії може стати основою для створення імпланта, наприклад, зуба, який буде ідеально підходити за розмірами пацієнтові. У більш складному варіанті технологія допомагає змодельовати протез кінцівки, слуховий апарат, вени, нерви і навіть штучний серцевий клапан. Активно розвивається біопечать - в ній замість фарб використовуються живі людські клітини. Але перший етап конструювання залишається за комп'ютерними 3D програмами. Тут, як і при побудові мультиплікаційних героїв, використовується полігональне моделювання. Викривлення пластин показує дефекти тканин. Вплив на фрагменти дозволить створити об'ємну фігуру ідеального імпланта, а обертання і пересування частин покаже, як буде рухатися протезувати рука.

Переваг у 3D моделювання перед іншими способами візуалізації багато. Тривимірне моделювання дозволяє створити дуже точну модель, максимально наближену до реальності. Сучасні графічні програми характеризуються високою деталізацією. Відобразити тривимірний об'єкт в двомірній площині не просто. 3D візуалізації дає можливість ретельно прорахувати і переглянути всі нюанси моделі.

Тривимірна модель дозволяє вносити зміни і правки, без перемальовування всієї конструкції. Попередній перегляд показує, як ці зміни впливають на результат.

3D моделювання зручно не тільки для презентації кінцевому замовнику, а й дає багато переваг виробнику. З тривимірної моделі отримують креслення окремих деталей або всієї конструкції цілком. Незважаючи на те, що створення тривимірної моделі процес ретельний і не швидкий, працювати з ним надалі набагато простіше і зручніше, ніж з традиційними кресленнями.

Перелік використаних джерел: 1: Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS / Mykhailo Ivanov, Oleg Sergiyenko, Vladimir Kartashov, Yelizaveta Tolstykh et al. //МРФ-2017. Конференція «Радиолокация. Спутниковая навигация. Радиомониторинг». Сборник научных трудов. Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ, Издательство «Точка», 2017. С. 55-60. 2. Учебный центр вычислительной техники [інтернет ресурс]. – Режим доступу: <https://ucvt.org/blog/oblasti-primeneniya-3d-tehnologij-v-sovremennom-mire/>.

ЕЛЕКТРОННИЙ ПУЛЬМАНОЛОГ

Міщенко І.Г.

Науковий керівник - викладач Гриценко С.Є.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

36000, Полтава, Полтавская область, ул. Пушкина, 83а, тел. (0532) 60-74-52
email: svhrytsenkko@gmail.com

Over the past six months, the main problem in Europe, as in the rest of the world, is the problem of acute respiratory diseases (ARI), which mainly affect the human bronchi and lungs. Inflammatory processes and complications develop very quickly in these organs. In addition, the problem of pulmonary tuberculosis has not diminished in scale and severity.

За останні півроку головною проблемою Європи, як і усього іншого світу, є проблема гострих респіраторних захворювань (ОРЗ), які вражають переважно бронхи і легені людини. У цих органах дуже швидко розвиваються запальні процеси і вникають ускладнення. До того ж не стала меншою за масштабами та гостротою проблема з захворюваннями легень на туберкульоз.

До появи такого грізного різновиду ОРЗ, як COVID-19, проблему захворювань бронхів і легень досить легко вирішували за рахунок відносно невеликої кількості пацієнтів, розгалуженої мережі медичних установ, великої кількості цілком доступного медичного персоналу, зрозумілих, доступних і забезпечених ліками протоколів лікування захворювань.

Усе різко змінилося з появою COVID-19.

По-перше, різко збільшилася кількість хворих, а кількість доступного медичного персоналу у тій же мірі зменшується через високу вірулентність захворювань і відсутність масового захисту від зараження (маски і самоізоляція – слабка допомога), невизначеність з методами та медикаментами, придатними для лікування нових небезпечних хвороб.

По-друге, суттєво зменшився доступ пацієнтів до медичних установ, оснащених томографами, рентген-апаратами, пристроями УЗД тощо, а також зменшилась кількість досвідчених лікарів-клініцистів, які вміють за хрипами у бронхах і легенях діагностувати початок або розвиток запальних процесів у цих органах. До того ж стало просто небезпечно відвідувати медичні установи через небезпеку зараження великої кількості людей від відносно невеликого, але не визначеного контингенту хворих на небезпечні хвороби.

Тому великої актуальності набуває задача створення відносно недорогого, масового, малогабаритного, автономного, а тому - фактично персонального медичного апарату, який дозволив би у домашніх умовах з високою ймовірністю автоматично діагностувати початок або розвиток

запальних процесів у бронхах або легенях конкретної людини, незважаючи на її вік, стать, біометричні показники. Термін "автоматично" означає, що алгоритми користування подібним апаратом повинні бути максимально простими і доступними для невідготовленого та неосвіченого користувача.

Технічна пропозиція щодо даного проекту органічно вписується у напрям багаторічних досліджень, які ведуться на кафедрах вищих учбових закладів, спеціалізованих дослідних організацій, науково-виробничих підприємств і цілком базується на досвіді попередніх напрацювань з питань приймання акустичних коливань зі складним спектром, їх обробки у аналоговому або цифровому форматах у реальному масштабі часу та візуалізації результатів обробки.

Але, наявність спеціалізованого науково-дослідного обладнання та компонентної бази є недостатнім для успішної реалізації проекту. Додатково потрібно створювати специфічні бази даних про:

- комплексний спектр "хрипів", як ознаки захворювань (скоріше за все мова йде лише про звуковий діапазон, оскільки людина-клініцист з давніх часів "оперує" саме у цьому діапазоні, хоча, може виникнути потреба додатково розглянути вплив акустичних інфразвукових та ультразвукових коливань); саме класифікація характерних за спектром коливань обумовлює автоматичне визначення типу конкретного захворювання та ступінь ураження пацієнта;

- комплекс супутніх, потужних акустичних артефактів, пов'язаних з диханням, роботою інших органів, рухами пацієнтів, наявністю рідини у легенях тощо, які треба відфільтрувати від інформативних "хрипів" в умовах малого співвідношення (сигнал/завада);

- динаміку зміни "хрипів" в залежності від способу дихання, рухів тощо;

- похибки в роботі обладнання в залежності від параметрів джерел живлення, факторів оточуючого впливу різного характеру.

Подібну базу даних можливо отримати через залучення до проекту медичних установ (у тому числі медичних університетів, міськими клініками, інститутом підвищення кваліфікації лікарів тощо). Оскільки медичний аспект є самою відповідальною і важкою частиною цього проекту, оскільки потрібен певний досвід для ідентифікації паталогічних "хрипів" і відсікання від них акустичних коливань, пов'язаних з життєдіяльністю людини. Тому виконання цього проекту неможливе без широкого залучення фахівців і науковців різного профілю, з різних установ.

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ КРАПЕЛЬ ДОЩУ НА ВІДЕОЗБРАЖЕННЯХ

Орлеан К.Е.

Науковий керівник – викладач вищої кваліфікаційної категорії Бабич О.В.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський
політехнічний інститут»

36000, Полтава, Полтавская область, ул. Пушкина, 83а, тел. (0532) 60-74-52
email: obabich@polytechnic.poltava.ua

When operating external CCTV systems weather conditions often occur that degrade video quality. These include the presence of fog, snow, smoke, rain, hail, etc. Rain and snow can be seen as dynamic weather conditions that change in each frame of the video. In this paper the problem of elimination of influence of rain at operation of video systems of detection of the UAV is considered, the dynamic model of drops is investigated. The binary rain field is broadly stationary. The time correlation between pixels in any area of the image is high in the direction of rain and can be used to detect rain and calculate its direction.

При експлуатації зовнішніх систем відеоспостереження часто виникають погодні умови, які погіршують якість відео. Вони включають наявність туману, снігу, диму, дощу, граду і т.д. Наявність диму і туману можна розглядати як стійкі погодні умови і вони потрапляють в іншу категорію поліпшення відео. Дощ і сніг можуть розглядатися як динамічні погодні умови, які змінюються в кожному кадрі відео. У даній роботі розглядається задача усунення впливу дощу при експлуатації відеосистем виявлення БПЛА [1,2], досліджується динамічна модель крапель.

Краплі випадковим чином розподіляються в об'ємі і падають з великими швидкостями. Проекція цих крапель на площину зображення дає змінюване в часі випадкове бінарне поле $b(\vec{r}, t)$ в просторі зображень, де \vec{r} – просторові координати на зображенні, t – час.

Розглянемо краплю, що падає зі швидкістю \vec{v}_i на зображенні. За час Δt , зміщення цієї краплі становитиме $\vec{v}_i \Delta t$. Отже, двійкове поле у моменти часу t і $t + \Delta t$ пов'язані як

$$b(\vec{r} + \vec{v}_i \Delta t, t + \Delta t) = b(\vec{r}, t). \quad (1)$$

В результаті кореляція $R_b(\vec{r}, t, \vec{r} + \vec{v}_i \Delta t, t + \Delta t)$ є високою:

$$R_b(\vec{r}, t, \vec{r} + \vec{v}_i \Delta t, t + \Delta t) = R_b(\vec{v}_i \Delta t, \Delta t). \quad (2)$$

Це означає, що значення двійкового поля b у будь-яких двох точках зображення, розділених на $\vec{v}_i \Delta t$ у просторі, співвідносяться із затримкою часу Δt . Це проілюстровано на рис. 1, а. Ми аналізуємо кореляцію R_b у неперервній області. Однак системи відеоспостереження мають кінцевий

розмір пікселів p і кінцевий час експозиції T . У дискретному просторі позначимо кореляцію як $R_b(\vec{m}p, nT)$, де \vec{m} – зміщення в цілочисельних координатах зображення, n – зміщення в часі в кількості кадрів.

Дискретне двійкове поле в будь-якому кадрі отримується за допомогою інтегрування неперервного двійкового поля протягом часу T . На рис. 1, б показано пікселі, для яких кореляція з нульовою затримкою часу $R_b(\vec{m}p, 0)$ є високою при $[0 \leq \vec{m}\Delta t \leq \vec{v}_i T]$.

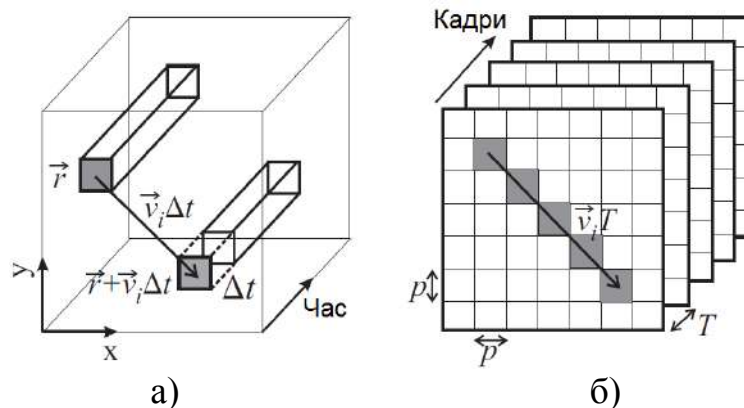


Рис.1

Відмітимо, що різні краплі можуть мати різну (невідому) величину швидкості $|\vec{v}_i|$ зображення залежно від їх розмірів та відстані до камери. Однак у межах локального регіону краплі будуть падати більш-менш у тому ж напрямку $\vec{v}_i/|\vec{v}_i|$. Отже, незалежно від величин швидкості падіння, кореляція R_b залишається високою у напрямку дощу $\vec{v}_i/|\vec{v}_i|$ і буде низькою у всіх інших напрямках.

Таким чином, двійкове поле b , що створюється дощем, демонструє наступні важливі властивості:

- оскільки розподіл крапель рівномірний у просторі та часі, двійкове поле b дощу є в широкому сенсі стаціонарним;
- часова кореляція між пікселями в будь-якій області зображення висока в напрямку дощу і може бути використана для виявлення дощу і обчислення його напрямку.

Перелік джерел:

1. И.В. Коротцев, С.А. Шейко, В.М. Карташов, О.В. Зубков, В.Н. Олейников, С.И. Бабкин, И.С. Селезнев. Обработка сигналов при пеленгации и определении дальности до малоразмерных БПЛА в оптическом и инфракрасном диапазонах // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 125 – 134.

2. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, М.М. Колендовская, Л.П. Тимошенко, Н.В. Рыбников, А.И. Капуста. Комплексирование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 201. – С. 120 – 129.

ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ

Харченко В.С.

Науковий керівник – Викладач II кваліфікаційної категорії, Нестерук О.Г.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський
політехнічний інститут»

36000, Полтава, Полтавская область, ул. Пушкина, 83а, тел. (0532) 60-74-52
email: nesteruk.alexа@mail.com

This work is an attempt to give a perspective understanding of some points of the first three classes of the mentioned problems and is aimed at finding out possible ways of their optimal, interconnected solution in the interests of production of effective electronic equipment.

Все розмаїття проблем, пов'язаних з сучасними та перспективними цифровими і цифро-аналоговими пристроями різного призначення можна умовно розподілити на чотири класи:

1) архітектурні проблеми (функціональне призначення, ідеї втілення, алгоритми функціонування, інформаційна структура, технічне завдання, проект конкретного рішення тощо);

2) технологічні проблеми (наявні та перспективні технології рішення конкретної задачі, елементна база, фізичні принципи функціонування, можливості виробництва, технічні наробки тощо);

3) експлуатаційні проблеми (надійність, довговічність, простота обслуговування, універсальність, ремонтпригодність, сумісність в самому широкому сенсі тощо);

4) економічні проблеми (вартість, час окупності, ефективність за різними економічними критеріями, конкурентна здатність тощо).

Дана робота є спробою перспективного осмислення деяких моментів перших трьох класів відзначених проблем і спрямована на з'ясування можливих шляхів їх оптимального, взаємопов'язаного рішення в інтересах виробництва ефективної електронної техніки.

Як відомо, існуючі радіотехнічні компоненти можливо віднести або до класу аналогових, або до класу дискретних приладів (за виключенням відносно вузької групи аналого-цифрових пристроїв, які функціонально стикують між собою зазначені класи електронних компонентів). Кожен з цих типів приладів має свої переваги і недоліки, що обумовлено відмінностями інформаційної структури аналогових або дискретних (цифрових) сигналів.

Тому дуже привабливою є ідея створення проміжного класу радіотехнічних приладів, які повинні увібрати в себе найбільш важливі позитивні риси аналогових і дискретних компонентів.

Матеріальною основою для створення таких приладів можуть стати

електронні пристрої, які використовують ідеї і методи рециркуляції певної сигнальної структури. В даному разі під сигнальною структурою розуміється аналоговий сигнал, на який накладається певне нормуюче обмеження, яке наближає цей сигнал до класу дискретних сигналів. Тобто сигнальна структура, що розробляється, повинна мати риси як дискретних (зокрема – цифрових), так і аналогових сигналів.

Рециркуляційний підхід до формування та перетворення сигналів такого типу дозволяє при відносно невеликих апаратурних затратах реалізувати пристрої пам'яті, пристрої складної реакції на елементарну ініціюючу дію, автономні, асинхронні перетворюючі пристрої. Слід підкреслити, що асинхронність перетворень по відношенню до зовнішніх пристроїв є найбільш цінною властивістю рециркуляційних структур.

У наш час відомі і широко використовуються рециркулятори амплітуди і рециркулятори імпульсних сигналів, робота яких заснована на використанні різноманітних ліній затримки, елементи динамічної (регенеративної) пам'яті тощо. Практичний досвід створення подібних вузлів може стати практичною базою для конструювання рециркуляційних пристроїв нового покоління.

У якості сигнальної структури доцільно обрати імпульсні сигнали довільної тривалості (в рамках певного діапазону), але з нормованою амплітудою. Такий вибір дозволяє різко розширити можливості існуючої цифрової і аналогової мікросхемотехніки в плані їх сумісного використання для існуючих потреб і в перспективі розвитку для створення різноманітних радіоелектронних пристроїв на базі єдиної інтегральної технології.

Спосіб формування як одиночних, імпульсів так і імпульсних послідовностей (пачок), що розглядається, передбачає деяке інтегрально-дискретне перетворення тривалості вхідного, ініціюючого імпульсу. Причому, це перетворення повинно досягатися відносно невеликими апаратурними затратами при високій надійності та ефективності в роботі.

Даний спосіб формування імпульсних сигналів довільної тривалості може бути практично реалізований на основі тригерних схем, стабільних елементів затримки та елементів імпульсної (цифрової) логіки.

Слід підкреслити, що формувачі тривалості рециркулюючих імпульсів є лише окремий випадок порівняно простої організації рециркуляції довільної інформаційної структури, яка в загальному випадку може бути набагато більш складною і інформативною, ніж нормовані за амплітудою відеоімпульси довільної тривалості. У цьому зв'язку лише відмітимо, що сама по собі ідея рециркуляції (як база для розвитку) імпульсних сигналів не є новою і достатньо добре опрацьована в радіотехніці взагалі і в інформаційних системах зокрема.

ТРЕНДИ 2021 ГРАФІЧНОГО ДИЗАЙНУ

Чередніченко С.Ю.

Науковий керівник - викладач Кожем'якін М.В.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

36000, Полтава, Полтавская область, ул. Пушкина, 83а, тел. (0532) 60-74-52
email: kozhemiakinkolya@gmail.com

We live in times of instability, and this is reflected in many areas of life, including design. Trends reflect the spirit of the era, our values and aspirations. New styles and trends appear every year. Some of them are short-term, while others remain relevant for a long time. All the trends of 2021 are a reaction to the rapidly changing world around us. We know for sure that users are currently overwhelmed with information and content. They want simpler, minimalistic solutions with an intuitive interface, emojis and blurry elements that tell them where to look.

Ми живемо в часи нестабільності, і це відбивається в багатьох сферах життя, в тому числі і дизайні. Тренди відображають дух епохи, наші цінності і прагнення. Нові стилі і течії з'являються щороку. Деякі з них короткострокові, а інші довго зберігають актуальність. В роботі представлені тренди графічного дизайну будуть популярні в 2021 році.

- Елементи природи

У зв'язку з урбанізацією і цифровізацією сучасного світу люди все більше тягнуться до елементів, що зв'язує їх з природою. У графічному дизайні вже спостерігається тенденція до використання форм та кольорів, натхнених пейзажами, деревами, листям і тваринами.

- Абстрактність

Чіткі форми і лінії поступово відходять у минуле, а їх місце займають абстрактні елементи. Вони відмінно контрастують із суворим макетом і привертають увагу глядача. Цей напрямок характерно тим, що використовує візуальну мову різних форм, кольорів і ліній для створення композицій.

- Незвичайні поєднання кольорів і ефекти розмиття

Яскраві градієнти вже були популярні в 2020 році і збережуть свої позиції в 2021 році. Все більше графічних дизайнерів додають розмиті колірні переходи і шуми в свої роботи. Таке поєднання робить елементи дизайну, типографіки та зображення більш яскравими і привабливими.

- 3D-типографіка

Цей напрямок буде особливо популярно в 2021 році. Тривимірні букви різних форм, кольорів і розмірів, як анімовані, так і статичні, виглядають дуже ефектно. Вже зараз їх можна побачити всюди: на сайтах, білбордах і в друкованих виданнях.

- **Символи**

Символи використовувалися ще в доісторичні часи, задовго до появи графічного дизайну. Зараз вони використовуються, щоб розкрити ідею і представити продукт. Зазвичай вони представлені значками, іконками та словами і допомагають долати мовний бар'єр.

- **Монохромність**

Мінімалізм можна використовувати не тільки в формах, але і в кольорах. Монохромна колірна схема також дозволяє створити привабливий візуал. Чорно-білий фон відмінно поєднується з текстом, а також графікою, символами і зображеннями.

- **Ретрофутуризм**

Це стиль викликає ностальгію за часами, коли люди мріяли про повністю автоматизованому майбутньому з літаючими машинами та дослідженнями далеких галактик. Популярність ретрофутуристичного дизайну в 2021 році допоможе повернути оптимістичний погляд на майбутнє.

- **Геометричні форми**

Навіть прості геометричні форми можуть додати велике значення дизайну. Цей тренд спостерігався в роботах 2020 року і збереже актуальність в 2021 році. Геометричні форми відмінно підходять як для 2D, так і 3D-дизайну.

- **Класичні вінтажні шрифти**

Останнім часом випускається все більше елегантних шрифтів в вінтажному стилі. Наприклад, Glamour Absolute, який підійде для різних проектів. Ці шрифти додають приємний ефект старовини в дизайн.

- **Емоджі**

Соціальні мережі впливають не тільки на наше повсякденне життя, але і на тренди графічного дизайну. Так як емоджі - популярний спосіб візуалізувати емоції і душевний стан, дизайнери почали застосовувати їх при створенні сайтів і упаковки продуктів.

Всі тренди 2021 року - це реакція на швидко мінливий світ навколо нас. Ми точно знаємо, що в даний час користувачі перевантажені інформацією і контентом. Їм потрібні більш прості, мінімалістичні рішення з інтуїтивним інтерфейсом, смайликами і розмитими елементами, які підказують, куди дивитися.

Перелік посилань: 1. Росс Унгер, Кэролайн Чендлер – UX-дизайн. Практичний посібник з проектування досвіду взаємодії. – 1. видання: Символ-Плюс. 2011. – 336 с. 2. RUSBASE [інтернет ресурс]. – Режим доступу: <https://rb.ru/story/10-design-trends-in-2020/>. 3. PURRWEB [інтернет ресурс]. – Режим доступу: <https://www.purrweb.com/blog/ru/trendy-ui-ux-dizajna-2021/>

ІГРОВИЙ КОНТРОЛЕР «ПУЛЬТ ЕЛЕКТРОПОЇЗДА»

Волков М.О.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. (057)70-21-587

email: d_res@nure.ua

The gaming industry has long had game controllers for racing, and a rudder to simulate the control of an aircraft. They have proven themselves well, and there is a great variety in price and level of immersion. But surprisingly, there are almost no controllers for railway-themed games, and if there are, they have a high price. This paper considers the creation of such a controller.

В ігровій індустрії давно існують ігрові контролери для гри у перегони, та штурвал для симуляції управління літаком. Вони добре зарекомендували себе, та існує велике різноманіття по ціні та рівню занурення. Але контролерів для ігор на залізничну тематику на здивування майже немає, а якщо є, то мають високу ціну. Хоча прихильників залізничної тематики немало. Такі контролери в своїй більшості існують у вигляді домашніх проєктів спрямовані частіш всього на певну серію тягового рухомого складу.

Є універсальні контролери-пульт керування локомотивом, його дизайн керування притаманний сучасним видам локомотивів та моторо-вагонним составам.

Проблема створення універсального контролера керування локомотивом полягає у тому що хоч принцип роботи органів один, класифікації органів керування мають різні геометричні розміри та кількість положень. Що сильно впливає на рівень занурення. Як варіант з цією задачею мабуть на відмінно впоралась технологія віртуальної реальності.

Мій проєкт це пульт керування для гри - симулятора керування електропоїздом метрополітена. Невеликий, але має основні функції керування електропоїздом, а саме: контролер машиніста - управління тягою електропоїзда та електричними гальмами, реверс – для задання напрямку руху, роз'єднувальний кран - для управління пневматичною системою. Кнопки та тумблери управління дверима, тифон і інформатор та гніздо для підключення педалі що має назву «педаля пильності» для підтвердження того, що машиніст у свідомості та сконцентрований.

Для обробки роботи кнопок і т.п. та передавання було вибрано мікроконтролер Arduino Leonardo. Тому що мова програмування проста, а типу Leonardo, бо розпізнається комп'ютером як клавіатура і написання коду для програмування кнопок на ній простіше. По суті пульт керування це клавіатура тільки зі своїми кнопками. Корпус виготовлений з підручних матеріалів та має таку форму, щоб нагадувати реальний пульт керування електропоїзда 81.717/714 («Номерной»).

Розглянемо контролер машиніста реалізований на галетному

перемикачу. У гри контролер має 7-м положень та керується клавішами на клавіатурі від 1-го до 7-и. Положення (контакти) галетного перемикача виступають у ролі кнопок, до яких послідовно підключено 6-ть резисторів однакових номіналів, 7-е положення галетного перемикача не має резистора. При замиканні того чи іншого положення, на аналоговий вхід мікроконтролера буде поступати різний рівень напруги. Цей рівень напруги зчитується АЦП, та на перетворені значення написаний код, що перетворює значення на «натискання» кнопок від 1-го до 7-ми.

Кнопки, тумблери та педаль, підключені до цифрових входів мікроконтролера, на кожен вхід написано код, при натисканні фізичної кнопки набирається та чи інша літера що відповідає клавіатурі для натискання віртуальної кнопки у гри.

Реверс та роз'єднувальний кран реалізовані на потенціометрах, підключені до аналогових входів. Працюють за таким же принципом як і контролер – на перетворенні значення напруги написано код.

Реверс має три положення «вперед», «нейтральне» та «назад». На клавіатурі для переведення реверса вперед це кнопка «9», для переведення до положення назад кнопка «0». Працює за такою логікою: якщо попереднє значення більше того що прийшло, то реверс йде у напрямку «вперед» тобто натискається кнопка «9». Реверс йде «назад» тобто «0», якщо значення що прийшло більше.

Кнопки що відповідають за відкриття дверей мають підсвічування, що сигналізує про обрану сторону відкриття дверей: ліві чи праві.

Пульт підтвердив очікувані емоцій від гри на ньому як мої так і моїх друзів хто тестував. Цей варіант контролера має недоліки і є тестовим, та добре показує що є можливість створити відносно не дорогий та в водночас приємний «девайс» для гри. Є ідеї по покращенню цього варіанту, та варіанту більш технічно кращого та надійного, бо галетний перемикач, можливо при довгому використанні вийде з ладу досить швидко. Ще з'єднання кнопок с платаю не через дроти, а створити плату, до якої будуть монтуватися органи управління. Прибрати брязкіт контактів при перемиканні з одного положення контролера машиніста в інше.

Можна зробити висновок, що якщо підібрати влучний функціонал та співвідношення ціна – якість, контролери такого типу будуть у попиті для своєї аудиторії чи навіть будуть першим кроком для людей хто почав цікавитися симуляторами на залізничну тематику.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ РАДІОПОГЛИНАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ВІДБИВАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ І ЗНИЖЕННЯ ЕПР В ГІГАГЕРЦОВОМУ ДІАПАЗОНІ ЧАСТОТ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ

Донець Д.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чубукін О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Фізики, тел. (057) 702-13-45
e-mail: oleksandr.chubukin@nure.ua

The possibility of using the evolutionary methods of computation based on genetic optimization algorithm for the development and creation of ferrite radar absorbing coating, increasing the radio absorption of reflecting surfaces and reducing radar cross-section (RCS) within 8-12 GHz range was analyzed. Several ferrite materials were selected for these purposes, whose frequency dependences of dielectric and magnetic permeability indices determined experimentally. The obtained data of dependencies $\epsilon(f)$ and $\mu(f)$ were compiled into a database, which served as the basis for a genetic algorithm for finding the most suitable ferrite materials capable of providing maximum radio absorbing capacity and minimizing the radar cross-section in the frequency range of 8-12GHz.

Однією з найбільш важливих задач для військових літаків, ракет, винищувачів-невидимок, малопомітних літальних апаратів та інших військових об'єктів є зниження їх радіолокаційної помітності.

З цією метою використовують радіопоглинаючі матеріали (РПМ), які у виді покриттів (РПП) наносяться на поверхні, що відображають випромінювання радарів

Найбільш високою поглинаючою здатністю володіють нерезонансні магнітні РПМ, до складу яких входять ферити.

В умовах впливу високочастотного випромінювання РЛС на покриття з такого РПМ, в останньому виникають молекулярні коливання, в результаті чого змінне магнітне поле зовнішнього випромінювання накладається на змінні магнітні поля молекул, що коливаються, і перетворює енергію радіолокаційного випромінювання в тепло, яке передається конструкції ЛА і розсіюється при польоті.

Основна перевага нерезонансних магнітних РПМ - вони є широкосмуговими поглиначами, електромагнітного випромінювання.

Використовують нерезонансні РПМ у вигляді тонкошарових феритових покриттів, що поглинають більшу частину енергії падаючого випромінювання (хвиль) ще до досягнення ним металевої підкладки.

Щоб отримати загасання в усьому діапазоні необхідних частот (8-12ГГц), феритові шари повинні бути оптимізовані по товщині на цьому інтервалі .

В процесі розробки багатошарового РПП з феритних радіопоглинаючих матеріалів за допомогою методики еволюційних методів розрахунку з генетичним алгоритмом оптимізації [1] проводилось дослідження багатошарового покриття, що наносилося на пластину зі сплаву Д-16.

В результаті було отримано чотиришарове радіопоглинальне покриття з оптимізованими за допомогою генетичного алгоритму оптимізації параметрами. А саме: було визначено придатні для використання феритні матеріали, їх поєднання, та оптимізована послідовність нанесення шарів з цих матеріалів і товщина кожного з них.

Для практичної реалізації таких РПП були приготовлені компоненти у вигляді лакофарбових матеріалів, основа яких на 40% складалася з латексного клею PUNTACOL C, а наповнювачем служили феритні матеріали [2]. Оптимізовані генетичним алгоритмом шари феритних матеріалів і їх товщини були реалізовані в покритті і протестовані на поглинаючу здатність методом віднімання відображених енергій на частотах 8 – 12 ГГц. Тести показали, що загасання збільшується при збільшенні кількості шарів, а при 4-шаровим покритті загасання стабілізується. Потім ті ж шари наносили на пластинку з алюмінієвого сплаву Д16 розміром (304,8×304,8 мм²) і вимірювали ЕПР в інтервалі частот 8-12 ГГц як для непокритих пластин, так і пластин з покриттям.

Було доведено, що ЕПР (ефективна площа розсіювання) знижується на 10-35% при нанесенні феритового покриття. Найкращі результати по ЕПР були отримані на частоті 10 ГГц в разі двошарового покриття і на частоті 8 ГГц. З вищенаведених результатів можна зробити висновок, що треба оптимізувати товщину шару РПП для кожної конкретної частоти, щоб було легко створити багатошарову систему. Це відповідає вимогам рівномірного широкосмугового поглинання.

Список використаних джерел

1. Piao D, Li Y, Lu G. Broadband electromagnetic absorber designs using genetic algorithm. *IEEE Automation Congress, WAC 2008*.

2. Синтез і властивості наноструктур, поглинаючих надвисокочастотне електромагнітне та нейтронне випромінювання / П.П. Горбик, С.М. Махно, І.В. Дубровін, М.В. Абрамов, В.М. Міщенко, Р.В. Мазуренко, А.Л. Петрановська, Є.В. Пилипчук, С.Л. Прокопенко // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології: Зб. наук. пр. — К.: РВВ ІМФ, 2017. — Т. 15, № 1. — С. 47-82

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТИВОВ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Андреев М.С.

Научный руководитель – к.т.н., проф. Корытцев И. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87

e-mail: mailto:maksym.andreiev@nure.ua.

This work is devoted to explaining how camera lenses work with basic vocabulary. The main goal is to enlighten a newer person to the subject in order to help them in their first lens choice. Here you can see all the basic characteristics of lenses explained in a simple manner while keeping in mind practical application of the information presented. This is on no way a comprehensive guide regarding photo optics however it should help a fresh person who's just starting in the field to make a more thought-out choice for their first lens usage.

Объектив — это техническое воплощение оптических особенностей глаза человека. Он обеспечивает формирование оптического изображения объекта на фоточувствительной матрице, которое преобразуется в электрический сигнал. Это очень информативный сигнал, и его обработка в электронной метрической видеосистеме позволяет определить угловые координаты объекта и дальность, системы видеонаблюдения обеспечивают обнаружение объекта и его распознавание, телевизионные же системы воспроизводят всю нашу реальность. Точность измерений, надежность обнаружения и распознавания, а также четкость и красочность телевизионных изображений и фотографий значительно зависят от параметров, характеристик объектива и правильности его выбора.

От объектива зависит наше видение сцены и то, какая ее часть будет в фокусе, какая часть запишется, а какая нет. Разные величины фокусного расстояния дают нам разный взгляд на окружающую среду, они могут ограничивать наши фото графические устремления, соответствовать им или расширять. Объективы подразделяются на 2 категории: объективы с переменным фокусным расстоянием (зум-объективы) и объективы с постоянным фокусным расстоянием (так называемые "фиксы"). Фокусное расстояние объектива — это длина отрезка между поверхностью фоточувствительной матрицы, на которой формируется изображение, и оптическим центром объектива, необязательно совпадающим с физическим, измеряемая в миллиметрах. Важно понимать, почему длиннофокусный объектив увеличивает объекты, а короткофокусный охватывает большее поле обзора. Чем больше фокусное расстояние, тем меньше угол обзора. Представим, что вы смотрите через отверстие в листе бумаги. Если глаз находится близко к отверстию, то вы можете видеть больше из того, что расположено по другую сторону листа, поскольку угол

об зора шире. Но если вы отодвигаетесь дальше, то угол обзора уменьшается. Если вы мысленно растянете это изображение, чтобы оно приобрело те же размеры, что и первое, то все детали в пределах отверстия станут больше, как при длиннофокусном изображении.

Широкоугольные объективы подчеркивают перспективу пространства в кадре. Подходят для съемки пейзажей и сцен, охватывающих большой угол зрения. Широкоугольные объективы [1] подразделяются на: сверхширокоугольные, умеренно широкоугольные и широкоугольные (рис.1).

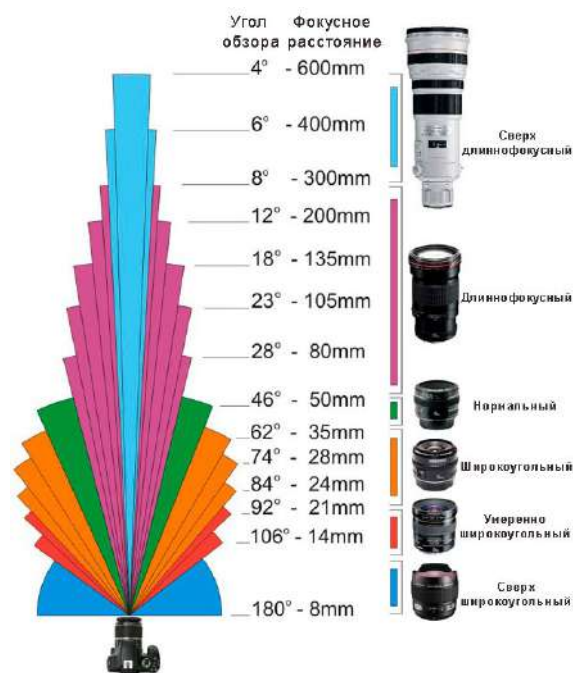


Рисунок 1

Нормальные объективы нейтральны по своему действию, т.е. они не имеют эффекта ни длинно фокусного, ни широкоугольного. Такие объективы передают перспективу аналогично человеческому глазу. Подходят для съемки портретов.

Телеобъективы приближают объекты, создавая плотную компоновку кадра, т.к. как угол зрения, который они могут охватить очень мал. Подходят для съемки животных издалека (фотоохота) и всего прочего, к чему нет возможности подойти близко. Телеобъективы делятся на длиннофокусные и сверхдлиннофокусные.

Рассматриваются также особенности таких характеристик, как светосила (показатель способности пропускать свет), диафрагмирование (уменьшение количество света) и глубина резкости, а также портативность объективов. Преимущество светосильной оптики в том, что она дает возможность вести съемку в более затемненных местах и дает оператору больше свободы в выборе экспозиционных параметров.

Список использованных источников

1. <http://profotovideo.ru>

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МУЗЫКИ В ФОРМАТЕ MIDI

Гриненко В.О.

Научный руководитель – к.т.н., проф. Корытцев И. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87
e-mail: volodymyr.hrynenko@nure.ua

This report is devoted to explaining how transfer a music through a multimedia system in economical way. The main attention is paid to the peculiarities of representing music in the form of its musical notation, namely the score, in binary codes. This representation allows significantly reduce the information volume for recording music or its transmission in comparison with pulse-code modulation. Additional compression methods are also considered due to more efficient use of service commands. The quality of music playback is analyzed for several codecs of the MIDI format.

Записанный музыкальный фрагмент можно передать пользователям двумя способами. Фрагмент можно воспроизвести, записать звук и отослать запись, или же можно записать музыку, применяя некоторые условные обозначения, описывающие аранжировку, и отослать, грубо говоря, партитуру, чтобы пользователь мог сам сыграть это произведение. В первом случае отсылается собственно звук, во втором — то, что равносильно инструкциям по производству звука. В любом случае делаются определенные предположения о возможностях пользователя. При записи предполагается, что компьютер пользователя способен воспроизвести те носители, на которых записано произведение. При передаче партитуры делается более сильное предположение, что пользователь может выполнять считывание в выбранной форме записи, имеет доступ к инструменту (инструментам), фигурирующему в произведении. В цифровой реальности подобный выбор альтернатив существует при доставке музыки. Существует и эквивалент передачи партитуры, т.е. доставка указаний о том, как получить музыку, которые можно интерпретировать с помощью подходящего программного или аппаратного обеспечения и средства генерации звуков, соответствующих подходящим инструментам.

Основы для удовлетворения этим требованиям предлагает формат *MIDI* (Musical Instruments Digital Interface — цифровой интерфейс музыкальных инструментов). Определив стандартный аппаратный интерфейс и набор инструкций, указывающих, например, начало и конец ноты, *MIDI* позволил контролировать совокупность таких инструментов с одной клавиатуры, объединить традиционные клавишные инструменты (особенно синтезаторы) с другими контроллерами, например барабанными установками или духовыми инструментами.

Еще важнее то, что MIDI позволяет контролировать инструменты автоматически с помощью устройств, которые можно запрограммировать на передачу последовательно стей MIDI-команд. Компьютерные программы предлагают более удобные и гибкие средства организации последовательностей, т.е. компьютер имеет MIDI-интерфейс, что позволяет отсылать необходимые сигналы другим MIDI-устройствам. Подобный интерфейс является относительно простым и дешевым устройством, поэтому компьютерные цифровые синтезаторы являются распространенными. Программный синтезатор содержит функции редактора и композитора, поэтому он требует, чтобы MIDI-последовательности записывались в файлы. Очевидно, такие файлы можно передавать между компьютерами, которые оборудованы программным обеспечением, поддерживающим формат MIDI и использовать в мультимедийной продукции.

Воспроизведение MIDI-файлов осуществляется средством, "понимающим" формат MIDI, но компьютер, оборудованный подходящим программным или аппаратным обеспечением, сам является таким исполнителем. Звуки могут синтезироваться в звуковой карте, либо храниться на диске в форме выборок, которые проигрываются в ответ на команду MIDI. Таким образом, файлы MIDI — это средства музыкального сообщения. Поскольку они не содержат аудиоданных, они значительно компактнее реальных оцифрованных звуковых файлов.

Кодирование MIDI сообщений происходит так же, как и для машинных инструкций: байт состояния указывает тип сообщения (например, «включить ноту»), за ним следуют 1-2 байта данных, в которых указываются значения параметров. Эти байты различаются по значению старшего бита. Когда вся последовательность сообщений имеет один байт состояния, во всех сообщениях, начиная со второго он не передается, т.е. байт состояния считается таким же, как у предыдущего сообщения. Благодаря этому экономится значительное количество байтов, когда передается последовательность нот без модификации. По умолчанию, конец ноты указывается сообщением «включить ноту» с нулевой скоростью, при этом вся последовательность может состоять из одного байта состояния «включить ноту», за которым следует набор байтов данных, указывающих ноты, которые нужно воспроизвести с соответствующими скоростями.

Список использованных источников

1. <https://soft.su/multimedia/audio/sozдание-midi-melodii>

СТВОРЕННЯ АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ КАМЕРАМИ-ПАВУКАМИ ДЛЯ ТЕЛЕТРАНСЛЯЦІЇ РІЗНИХ ПОДІЙ (частина 1)

Солодов В.Д.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87,
e-mail: vitalii.solodov@nure.ua

In this paper, we will consider a method of improving the use of so-called spider chambers flying over the stadium on special suspension cables. Such technologies came from Hollywood, and now they are used in the shooting of almost all high-budget films

Телетрансляції різних подій тісно пов'язані з життям і діяльністю сучасного суспільства, тому організація таких трансляцій та розробка пристроїв та систем для створення більш якісного контенту є досить актуальною задачею. В цій роботі ми розглянемо метод підвищення якості використання так званих камер-павуків, літаючих над стадіоном на спеціальних тросах-підвісах. Такі технології прийшли з Голлівуду, а зараз їх використовують при зйомці практично всіх високо бюджетних фільмів. Потім ці системи стали застосовувати на великих концертах (зокрема, на Євробаченні), а також при трансляції спортивних заходів.

Трансляція ведеться ніби то з гвинтокрила або дирижабля (втім, і такий вид трансляції не рідкість). Але з «павука» можна отримувати не тільки статичну картинку з можливістю масштабування. Головною особливістю такої зйомки є стеження за об'єктом, тобто камера може без проблем переміщатися в просторі, кожен раз опиняючись саме в тій точці, яка потрібна режисерові.

Ці пристрої складаються з чотирьох основних частин:

1. центрального процесора, за допомогою якого ведеться управління;
2. системи тросів, за допомогою яких і відбувається переміщення пристрою;
3. барабанів;
4. гіростабілізованої головки і камери, що здійснює зйомку.

По кутах стадіону розставлені лебідки з закріпленими на них тросами. На ці троси підвішена роботизована голова. За допомогою електроприводів вона може рухатися у всіх напрямках, як в горизонтальній, так і вертикальній площинах. На станції управління систему контролюють дві людини - оператор камери і пілот роботизованої голови. Вся система з'єднана оптоволоконно.

В системі «Spidercam» закладено 12-кратний запас міцності тросу. До того ж, при обриві одного з чотирьох тросів, станеться автоматичне

гальмування пристрою, що забезпечує безпеку футболістів і глядачів. Швидкість переміщення камери становить до восьми метрів в секунду, тобто вона здатна пролетіти від воріт до воріт всього за лічені миті. Спеціальний підвіс головки витримує великі прискорення, різкі гальмування і гасить вібрації, що виникають при русі. Крім того, камери, що додаються до виробу, мають найсучасніші параметри як масштабування, так і стабілізації зображення.

Для управління такою системою потрібно знати відстань між двома точками в просторі. Таким чином алгоритм управління камерами за допомогою «павука» повинен вирішити наступні питання.

Для знаходження відстані між двома точками в просторі введемо прямокутну систему координат $Oxyz$. І отримаємо формулу для знаходження відстані від точки $A(X_A, Y_A, Z_A)$ до точки $B(X_B, Y_B, Z_B)$

У загальному випадку, точки A і B не лежать в площині, паралельній одній з координатних площин. Проведемо через точки A і B площині, перпендикулярні координатним осям Ox , Oy і Oz . Точки перетину цих площин з координатними осями дадуть нам проекції точок A і B на ці осі. Позначимо проекції $A_x, A_y, A_z, B_x, B_y, B_z$

Відстань між точками A і B , яку ми шукаємо, є діагональ прямокутного паралелепіпеда. За побудовою, вимірювання цього паралелепіпеда рівні 1. В курсі геометрії середньої школи було доведено, що квадрат діагоналі прямокутного паралелепіпеда дорівнює сумі квадратів трьох його вимірів, тому,

$$|A_x B_x|, |A_y B_y|, |A_z B_z| |AB|^2 = |A_x B_x|^2 + |A_y B_y|^2 + |A_z B_z|^2$$

Подальші розрахунки будуть наведені в другій частині.

СТВОРЕННЯ АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ КАМЕРАМИ-ПАВУКАМИ ДЛЯ ТЕЛЕТРАНСЛЯЦІЇ РІЗНИХ ПОДІЙ (частина 2)

Солодов В.Д.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87,
e-mail: vitalii.solodov@nure.ua

In this paper, we will consider a method of improving the use of so-called spider chambers flying over the stadium on special suspension cables. Such technologies came from Hollywood, and now they are used in the shooting of almost all high-budget films

Виходячи з відстані між точками на одній осі можна записати:

$$|A_x B_x| = |X_B - X_A|, |A_y B_y| = |Y_B - Y_A|, |A_z B_z| = |Z_B - Z_A|,$$

Отже,

$$\begin{aligned} |AB|^2 &= |A_x B_x|^2 + |A_y B_y|^2 + |A_z B_z|^2 = \\ &= |X_B - X_A|^2 + |Y_B - Y_A|^2 + |Z_B - Z_A|^2 \end{aligned}$$

звідки отримуємо формулу для знаходження відстані між точками в просторі $|AB| = \sqrt{|X_B - X_A|^2 + |Y_B - Y_A|^2 + |Z_B - Z_A|^2}$.

Ця формула також справедлива, якщо точки: збігаються; належать одній з координатних осей або прямий, паралельної одній з координатних осей; належать одній з координатних площин або площині, паралельній одній з координатних площин.

Виходячи з даного рівняння можна отримати рівняння для знаходження відстані від чотирьох "базових" точок до однієї загальної точки.

$$Ra := \sqrt{|X - Ax|^2 + |Y - Ay|^2 + |Z - Az|^2}$$

$$Rb := \sqrt{|X - Bx|^2 + |Y - By|^2 + |Z - Bz|^2}$$

$$Rc := \sqrt{|X - Cx|^2 + |Y - Cy|^2 + |Z - Cz|^2}$$

$$Rd := \sqrt{|X - Dx|^2 + |Y - Dy|^2 + |Z - Dz|^2}$$

Ґрунтуючись на даних рівняннях складемо систему рівнянь для трьох "базових" точок і однієї загальної точки. Допустивши що координата Z всіх "базових" точок дорівнюють нулю отримаємо проекцію на площину XY.

$$\begin{cases} Ra := \sqrt{|X - Ax|^2 + |Y - Ay|^2 + |Z - Az|^2} \\ Rb := \sqrt{|X - Bx|^2 + |Y - By|^2 + |Z - Bz|^2} \\ Rc := \sqrt{|X - Cx|^2 + |Y - Cy|^2 + |Z - Cz|^2} \\ Z = 0 \end{cases}$$

З даної системи рівнянь знайдемо рішення для знаходження координати X і Y.

$$X = \frac{(By - Ay) (Rb^2 - Rc^2 - Bx^2 + Cx^2 - By + Cy) - (Cy - By) (Ra^2 - Rb^2 - Ax^2 + Bx^2 - Ay^2 + By^2)}{2 ((Cy - By) (Ax - Bx) - (By - Ay) (Bx - Cx))}$$

$$Y = \frac{(Bx - Ax) (Rb^2 - Rc^2 - By^2 + Cy^2 - Bx + Cx) - (Cx - Bx) (Ra^2 - Rb^2 - Ay^2 + By^2 - Ax^2 + Bx^2)}{2 ((Cx - Bx) (Ay - By) - (Bx - Ax) (By - Cy))}$$

Грунтуючись на цих формулах можна отримати рівняння для знаходження координати X і Y для різних груп "базових" точок.

Для збільшення точності обчислення координат знайдемо X_{abc} , X_{cda} , Y_{abc} , Y_{cda} .

$$X_{abc} := \frac{(By - Ay) (Rb^2 - Rc^2 - Bx^2 + Cx^2 - By + Cy) - (Cy - By) (Ra^2 - Rb^2 - Ax^2 + Bx^2 - Ay^2 + By^2)}{2 ((Cy - By) (Ax - Bx) - (By - Ay) (Bx - Cx))}$$

$$Y_{abc} := \frac{(Bx - Ax) (Rb^2 - Rc^2 - By^2 + Cy^2 - Bx + Cx) - (Cx - Bx) (Ra^2 - Rb^2 - Ay^2 + By^2 - Ax^2 + Bx^2)}{2 ((Cx - Bx) (Ay - By) - (Bx - Ax) (By - Cy))}$$

$$X_{cda} := \frac{(Dy - Cy) (Rd^2 - Ra^2 - Dx^2 + Ax^2 - Dy + Ay) - (Ay - Dy) (Rc^2 - Rd^2 - Cx^2 + Dx^2 - Cy^2 + Dy^2)}{2 ((Ay - Dy) (Cx - Dx) - (Dy - Cy) (Dx - Ax))}$$

$$Y_{cda} := \frac{(Dx - Cx) (Rd^2 - Ra^2 - Dy^2 + Ay^2 - Dx + Ax) - (Ax - Dx) (Rc^2 - Rd^2 - Cy^2 + Dy^2 - Cx^2 + Dx^2)}{2 ((Ax - Dx) (Cy - Dy) - (Dx - Cx) (Dy - Ay))}$$

Знайдемо середньо арифметичне для знаходження координати X і Y.

$$X := \frac{X_{abc} + X_{bcd}}{2} \quad Y := \frac{Y_{abc} + Y_{cda}}{2}$$

Знайдемо координату Z за формулами:

$$\begin{aligned} Za &:= \sqrt{Ra^2 - (|X - Ax|^2 + |Y - Ay|^2)} & Zb &:= \sqrt{Rb^2 - (|X - Bx|^2 + |Y - By|^2)} \\ Z &:= \frac{Za + Zb}{2} \end{aligned}$$

Завдяки даним формулами ми маємо можливість знаходити відстань до точки в просторі, так і знаходити координати точки в просторі знаючи тільки відстань до неї. Дані обчислення можливо використовувати для проектування систем з позиціонуванням по відстані.

ОПТОЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВИХ І ЛІНІЙНИХ КООРДИНАТ У ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

Солодов В.Д., Харченко Д.М.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87,
e-mail: vitalii.solodov@nure.ua

In this paper, we will consider a method of improving the use of so-called spider chambers flying over the stadium on special suspension cables. Such technologies came from Hollywood, and now they are used in the shooting of almost all high-budget films

Оскільки технічною задачею цієї роботи є розширення функціональних можливостей, підвищення точності вимірювання, підвищення мобільності оптоелектронної системи для вимірювання куткових і лінійних координат у тривимірному просторі за рахунок введення в систему додаткового блоку, що забезпечує мобільність.

Ця задача вирішена наступним чином.

Оптоелектронна система для вимірювання куткових і лінійних координат у тривимірному просторі (рис.1).

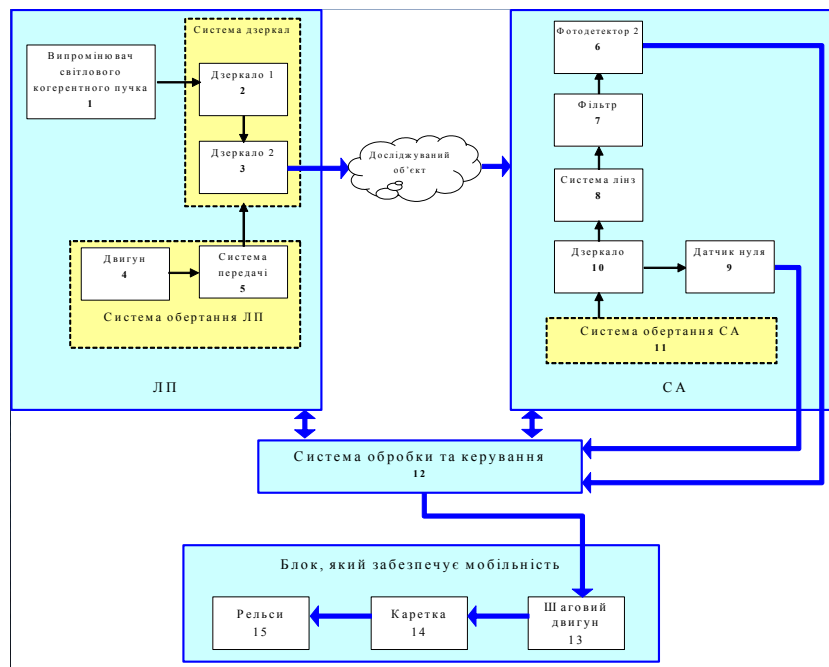


Рисунок 1 – Структурна схема оптоелектронної системи

Розглянемо роботу цієї системи. По рельсах 15 за допомогою шагового двигуна 14 пересувається каретка 13 на якій розміщено пристрої.

В блоці лазерного позиціонувача (ЛП) промінь з випромінювача когерентного світла попадає на систему дзеркал, що містить дзеркало 1 зі зрізом 45° та дзеркало 2 теж зі зрізом 45° , яке за допомогою системи обертання лазерного позиціонувача обертається навколо своєї вісі, система обертання містить двигун 4 та систему передач 5, які пересилають світло до поверхні яка цікавить, промінь відбитого від сканованої поверхні світла попадає на скануючу апертуру, що містить дзеркало скануючої апертури (СА), зі зрізом 45° , яке за допомогою системи обертання СА 11 обертається навколо своєї вісі, коли дзеркало скануючої апертури - СА починає обертатися та датчик нуля 9 генерує електричний імпульс, що вказує на початок виміру кута, після цього знаходить відбиття когерентного променя світла, який проходить через систему лінз і спрямовується на фільтр 7, що пропускає лише вибраний спектр світла, який реєструє фотодетектор 6, що вказує на кінець виміру кута, сигнали з датчика нуля 9 та фотодетектора 6 надходять в систему обробки та керування 12, яка згідно отриманих сигналів керує та узгоджує роботу лазерного позиціонувача ЛП та скануючої апертури СА і виконує необхідні для цього математичні обчислення. Ця система слідує за появою сигналу відбиття лазерного променя від сканованої поверхні досліджуваного об'єкту, при появі такого сигналу запускає два паралельних процеси – перевід позиціонувача у наступний крок сканування та запуск алгоритму обчислювання поточної координати, слідує за рівнем перешкод в оптичному каналі, та, при необхідності, може змінювати узгоджену частоту позиціонування і сканування водночас, при виході динамічного трикутника за межі сектору обзору відключає живлення лазера та закриває оптичний канал апертури.

Завдяки включенню обох елементів динамічного трикутника лише при проходженні заданого сектору обзору, та їх виключенню у інші моменти повного циклу обертання, а також введення в систему додаткового блоку, що забезпечує мобільність з'явилась можливість сканувати об'єкт з усіх боків, підвищується точність сканування та до 10 % точність обчислювання поточної координати. Таким чином, досягнуто рішення поставленої задачі.

Перелік посилань:

1. Algorithm For Generating Refined Frequency Estimates In Atmospheric Radio Sounding Systems / Kartashov V., Hernandez W., Hernandez-Balbuena D., M. Kolendovska, Konovalenko O., Melnyk V.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152562, Pages 79-82

ЗАСТОСУВАННЯ ЕФЕКТУ СТОХАСТИЧНОГО РЕЗОНАНСУ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ РАДІОСИГНАЛІВ

Журавський А.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Харченко О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра МІРЕС, тел. 702-14-84
e-mail: artem.zhuravskiy@nure.ua

The main and most difficult problem of receiving signals is the problem of noise immunity, that is, the task of finding the best methods of receiving radiosignals in the presence of interference.

Analysis of radiosignals extraction with the help of stochastic resonance effect are given. As an object of research, linear frequency modulated and phase-code-manipulated signals are considered. The amplitude spectrum of the radiosignal and the process at the output of the stochastic resonator is calculated, the possibility of amplifying the signal and reducing noise at the stochastic resonator output is shown.

It has been shown that the stochastic resonance effect provides the standing out of the radiosignal against the background white Gaussian noise.

У ряді програм радіотехніки і радіолокації необхідно вирішувати задачу виявлення сигналів у складній обстановці із перешкодами. Основною і найбільш складною проблемою прийому сигналів є проблема завадостійкості, тобто задача відшукування найкращих способів прийому радіосигналів при наявності перешкод. Це пояснюється збільшенням кількості перешкод і підвищенням вимог до якості відтворення сигналів.

Разом з тим, дослідження, проведені в кінці ХХ століття, привели до парадоксальних висновків. Наявність шуму на вході нелінійних систем, що володіють ефектом так званого стохастичного резонансу (СР), дозволяє виділити слабкий (в порівнянні з шумом) сигнал з адитивною суміші з білим шумом. В даний час це явище є фундаментальним і виявлено в різних областях науки, від біології, хімії до соціології.

Рівняння СР має вигляд [1]

$$dy / dt = y(t) - y(t)^3 + s(t) + \xi(t),$$

где $\xi(t)$ – білий гаусів шум; $s(t)$ – процес на вході стохастичного резонатора; $y(t)$ – процес на виході стохастичного резонатора.

Рівняння СР є рівнянням Абеля 1-го порядку і не має аналітичного рішення.

Вироблено чисельне моделювання відгуку при впливі на вхід системи адитивної суміші гармонійного сигналу і білого шуму. Частота гармонійного сигналу дорівнює $f = 0.125$ Гц, відношення сигнал / шум на вході $SNR = 3$ дБ.

Амплітудний спектр відгуку наведено на рис.1.

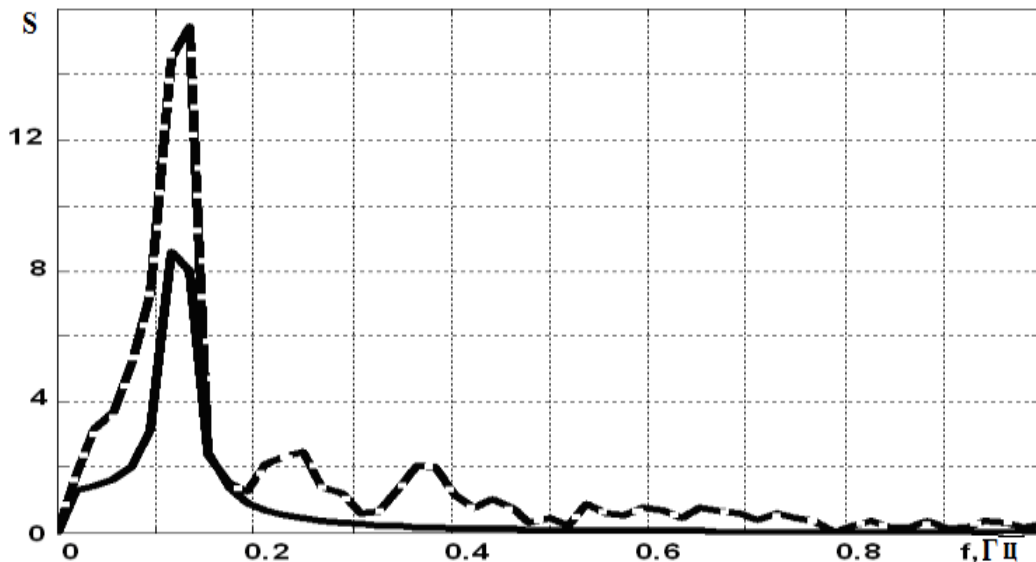


Рис. 1. Амплітудний спектр вхідного сигналу (суцільна лінія) і вихідний сигнал (пунктир)

Рис. 1 показав, що в результаті обробки вдається значно зменшити шумову компоненту коливання. Крім того, вихідна потужність шуму падає, частота гармонійних коливань не змінюється. Таким чином, забезпечується ефективно придушення шуму.

У роботі показані фільтруючі властивості ефекту СР [2].

Розглянуто застосування ефекту СР для виділення лінійно-частотно модульованих (ЛЧМ) і фазово-кодово маніпульованих (ФКМ) сигналів з адитивною сумішшю з білим шумом. Як правило, в якості ФКМ сигналів використовуються сигнали з кодом Баркера, так як в їх кореляційних функціях реалізується найменший рівень бокових пелюсток, що забезпечує стійкість зв'язку, радіолокації і т.д. Розглянемо сигнал Баркера для кількості позицій $N = 13$.

Проведено порівняння фільтрації на основі ефекту СР і фільтрації лінійної. Отримано залежності відносини сигнал / шум на виході стохастичного резонатора від дисперсії вхідного шуму.

Порівняння результатів обробки ЛЧМ і ФКМ сигналів за допомогою стохастичного резонатора і узгодженого фільтра показали, що стохастичного резонатора забезпечує краще виділення сигналу. Але в цьому випадку посилення сигналу не відбувається.

Перелік посилань:

V. S. Anishchenko, A. B. Neiman, F. Moss, L. Schimansky-Geier. Stochastic resonance: noise-enhanced order // Uspekhi Fizicheskikh Nauk, Russian Academy of Sciences. 1999, 42(1), p.7-34.

В.М. Карташов, О. И. Харченко, В. И. Чумаков Использование эффекта стохастического резонанса для анализа спектров акустического излучения малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. - 2019. - Вып. 197. - С. 100-106.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ КОРЕКЦІЇ ЗВУКА ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ ВПЛИВУ ПРИМІЩЕННЯ

Древальський Р.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

This paper investigates the method of compensation of the room acoustic characteristics. Compensation is performed by the method of complex frequency response equalization. The equalizer frequency response is inverse to the room frequency response. To determine the latter, preliminary sweep-tone measurements are used. The possibilities of the system of through equalization are experimentally investigated, the limitations of its use are determined. The equalization system allowed to reduce the non-uniformity of the frequency response from 10 to 3 dB.

Корекція звуку під особливості приміщення давно використовується звукорежисерами. Мета корекції – ослаблення впливу акустичних характеристик приміщення на звук. Автоматичні системи корекції повторюють дії звукорежисера, але роблять це з використанням вимірювального мікрофона [1]. У більшості статей, що описують подібну апаратуру, тонкощі роботи і можливості систем калібрування практично не розглядаються, порівняння різних методів еквалізації не проводиться [2]. У даній роботі досліджуються деякі методи корекції, проводяться кількісні порівняння об'єктивних параметрів систем еквалізації.

Для зняття характеристик звучання в точці прослуховування використовується вимірювальний мікрофон ВМ, який підключений через зовнішній аудіоінтерфейс АІ в USB-порт персонального комп'ютера ПК.

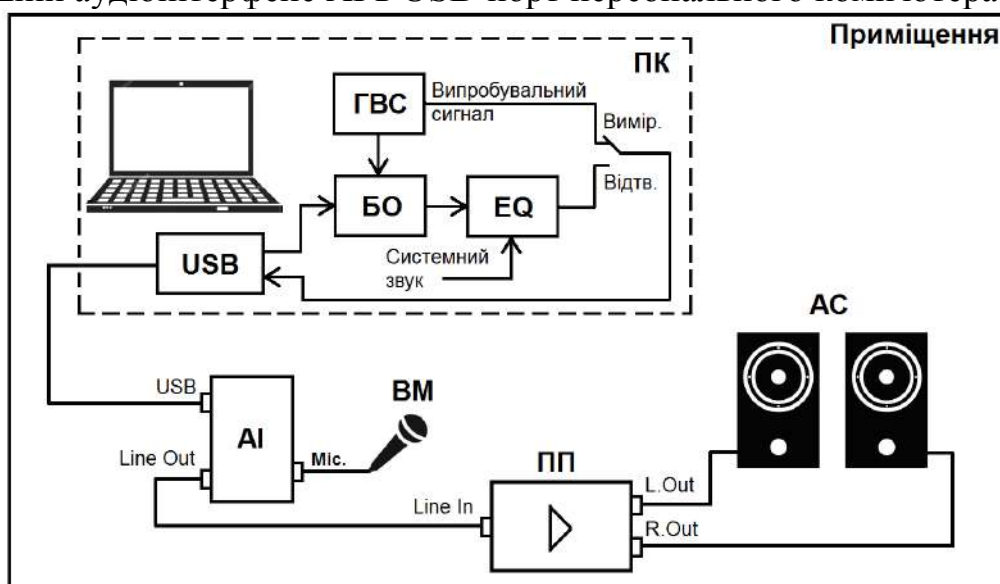


Рис.1

На ПК встановлюється спеціальне програмне забезпечення ПЗ для проведення вимірювань. Вихід звукової карти підключається до входу підсилювача потужності. ПЗ формує тестовий сигнал, який відтворюється обраною АС через підсилювач потужності ПП. Звукові хвилі приймаються вимірювальним мікрофоном, дані з якого обробляються в ПЗ. В результаті чого формується комплексний коефіцієнт передачі. Отримані АЧХ, ФЧХ, ГЧЗ використовуються для настройки коригуючого еквалайзера EQ.

Дослідження проводилося в приміщенні житлової кімнати з розмірами 6 м x 3,5 м x 2,8 м. У приміщенні є вхідні двері, вікно і двері на балкон, килим на підлозі, журнальний стіл, два кресла. Для озвучення застосована система 5.1, АС фронту і тилу – різних виробників. На етапі калібрування використаний свіп-тон, а на етапі корекції – КІХ-фільтр по 1024 точкам. В результаті отримані характеристики корекції (рис.2).

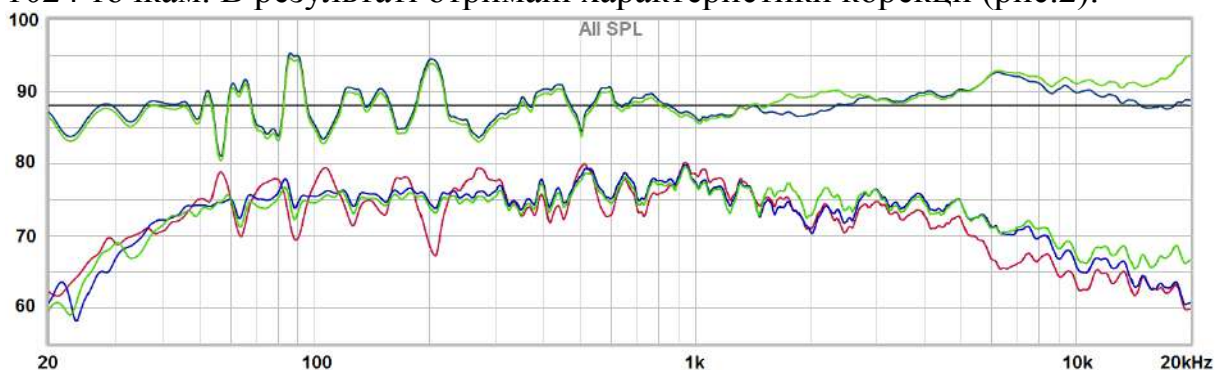


Рис.2.

Робота системи еквалізації дозволила зменшити нерівномірність АЧХ з 10-12 до 3-4 дБ. Однакові колонки сильно відрізняються по АЧХ в точці прослуховування, оскільки знаходяться в різних місцях і мають різну картину перевідбиттів в зв'язку з відсутністю повної симетрії в розстановці. При роботі системи еквалізації ця різниця істотно зменшується.

У всіх експериментах помітна схильність системи еквалізації вирівнювати АЧХ на будь-яких частотах. Так, наприклад, навіть на частотах вище 400 Гц система намагається підняти рівень звуку, який сабвуфер вже не відтворює. При відсутності частотної фільтрації в підсилювачі потужності така корекція може привести до виходу з ладу апаратної частини.

Перелік джерел: 1 Буйницький Д.В. Дослідження методів компенсації ревербераційних завад: атестаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра. – Х.: ХНУРЕ. – 2019 р. – 67 с. 2. Тушев В.О. Исследование влияния фазовых искажений аудиоаппаратуры на качество звучания // 23-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». – Харків, 16–18 квітня 2019 р. – с. 84-85.

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕДБАЧЕННЯ ДЛЯ ФАКТОРИЗАЦІЇ ПАРАМЕТРИЧНИХ СПЕКТРІВ

Медінцев Р.В.

Науковий керівник – д.ф.-м.н, проф. Тихонов В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

To analyze complex composite processes, it is proposed to use a multiplicative autoregressive model. Expressions describing such a model are presented. Decomposition of a complex multimode parametric spectrum of the process into simple components is substantiated. The model can be used to solve a number of problems in statistical radio engineering and artificial intelligence.

Складні процеси з багатомодовим спектром можуть бути представлені як результат послідовного перетворення вхідного процесу. Для опису цього класу процесів можна використовувати мультиплікативну модель лінійного передбачення [1]. Будемо вважати, що породжуючий процесом є гаусів або негаусів білий шум. Якщо фільтри лінійні і мають дрібно-раціональну передавальну функцію, то вони описуються моделями лінійного передбачення. Схема формуючих авторегресійних (АР) фільтрів таких процесів представлена на рис. 1.

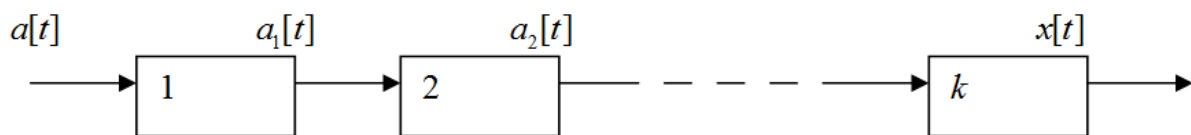


Рис. 1

Різницеве рівняння мультиплікативної моделі $AP_1 \times AP_2 \times \dots \times AP_k$ має вигляд

$$x[t] = \sum_{i=1}^{p_k} \Phi_k[i]x[t-i] + \dots + \sum_{i=1}^{p_1} \Phi_1[i]a_1[t-i] + a[t],$$

де $\Phi_v[i]$ – коефіцієнти і p_v – порядок моделі AP_v .

Рівняння мультиплікативної моделі можна виразити через оператор АР наступним чином

$$\Phi_1(z)\Phi_2(z)\dots\Phi_k(z)x[t] = a[t],$$

де оператор АР дорівнює

$$\Phi(z) = 1 - \sum_{i=1}^p \Phi[i]z^{-i}.$$

У операторній формі рівняння для розрахунку параметрів моделі має вигляд

$$\Phi_k(z)\dots\Phi_2(z)\Phi_1(z)R[j] = 0.$$

Рівняння мультиплікативної моделі представимо в операторному

вигляді

$$H(z)a[t] = H_n(z) \cdot \dots \cdot H_2(z)H_1(z)a[t] = x[t],$$

де системна функція виражається через оператор АР

$$H(z) = \Phi(z)^{-1} = \left(1 - \sum_{i=1}^p \Phi[i]z^{-i}\right)^{-1}.$$

Вираз для параметричної оцінки СПМ мультиплікативної моделі можна представити у вигляді добутку

$$P(f) = |H(f)|^2 D_a = |H_k(f)|^2 \cdot \dots \cdot |H_2(f)|^2 |H_1(f)|^2 D_a.$$

З цього виразу слідує параметрична спектральна оцінка [2] для моделі $AP_1 \times AP_2 \times \dots \times AP_k$

$$P(f) = \frac{D_a}{\left|1 - \sum_{i=1}^{p_k} \Phi_k[n]e^{-j2\pi f iT}\right|^2 \dots \left|1 - \sum_{i=1}^{p_1} \Phi_2[n]e^{-j2\pi f iT}\right|^2 \left|1 - \sum_{i=1}^{p_1} \Phi_1[n]e^{-j2\pi f iT}\right|^2}$$

де T – інтервал дискретизації. Цей вираз дозволяє описувати багатомодову параметричну спектральну характеристику мультиплікативного процесу.

Аналіз спектральної щільності коливань дає інформацію про розподіл потужності в залежності від частоти коливань. Застосовуючи мультиплікативну модель АР можна розкласти багатомодовий спектр на його складові. Така факторизація представляє складний спектр набором простіших одномодових, двухмодових і т.д. спектрів. Факторизація спектрів на складові використовувалася для розпізнавання мови, при аналізі ритмограм кардіограм серця [3, 4].

У доповіді розглянуто метод факторизації багатомодових параметричних спектрів складних процесів. Такий складний процес запропоновано описувати мультиплікативною моделлю АР. Метод факторизації випробуваний при розпізнаванні людей по їх мовним сигналам, на ритмограмах кардіограм серця.

Перелік джерел: 1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. М.: Мир, 1974. – 406 с. 2. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990. – 584 с. 3. Tykhonov V.A., Kudriavtseva N.V., Chmelar P. Factorization of speech signals parametric spectra using multiplicative linear prediction models. Proceedings Elmar. 57th International Symposium ELMAR-2015, Zadar, 28-30 September 2015. 4. Тихонов В.А., Кудрявцева Н.В., Филь И.О. Составные векторные модели случайных последовательностей // 4-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ 2011. Сб. научных трудов. Том. III. Междунар. Конференция «Актуальные проблемы биомедицины». – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ. 2011. – С. 121 – 122.

УДК 004.056

**ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ
ІНФОРМАЦІЇ**

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПРОТИДІЇ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ЗАПИСУ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Петров А. С.

Науковий керівник: проф. Олейніков А. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КРiСТЗi, тел. (057)702-14-30)
e-mail: andrii.petrov@nure.ua

The article is devoted to the comparison of methods and means of countering unauthorized recording of speech information.

Диктофони можуть використовуватися для несанкціонованого запису мовної інформації, що часто призводить до серйозного морального або матеріального збитку.

Для протидії несанкціонованого запису мови в даний час використовують два основні методи: виявлення диктофонів і придушення записи мови.

Виявлення диктофонів складне технічне завдання: необхідно реєструвати дуже слабке ЕМ випромінювання диктофона на тлі більш сильних перешкод від різних побутових приладів. З цього випливає, що ефективність виявлювачів низька і цей метод застосовується тільки в стаціонарних умовах.

Існують три методи протидії несанкціонованого запису на диктофон: акустичний, електромагнітний і ультразвукової.

Акустичний метод полягає в тому, що генератор пригнічувача виробляє перешкоду зі спектром, що збігається з мовним діапазоном і випромінює її в напрямку можливого розташування записуючого пристрою. Такий метод має деякий негативний психологічний вплив на співрозмовників, що ускладнює проведення переговорів.

Електромагнітний метод має кілька варіантів реалізації:

1) наведений високочастотний сигнал протидії в результаті детектування на нелінійних мікрофонного підсилювача диктофона перетворюється в низькочастотний сигнал перешкоди і негативно впливає на мовний сигнал.

2) перевантаження вхідних каскадів підсилювача перешкодою, що перевищує рівень мовного сигналу, через це корисний сигнал виявляється під порогом реальної чутливості підсилювача.

3) АЦП не розрахований на рівень шумів порівняний за амплітудою з корисним сигналом. При співвідношенні сигнал / шум близькому до одиниці АЦП виходить з регламентованого режиму роботи, через що значно погіршується якість сигналу на виході.

4) для АЦП дуже важлива синхронізація, тому сигнал перешкоди який наводиться на генератор тактової частоти виведе систему з режиму синхронізації, і диктофон не зможе нормально функціонувати.

Варто зазначити що через конструктивного виконання сучасних диктофонів і смартфонів (екранування корпусу, зменшення розмірів компонентної бази) електромагнітний метод рідше зустрічається в практиці.

Ультразвуковий метод заснований на випромінюванні потужного сигналу (з частотою понад 20 кГц), яке не сприймається людським вухом. У більшості сучасних диктофонах та смартфонах використовується електретні мікрофони з діапазоном частот які захоплюють ультразвук. УЗ метод включає в себе два методи: одночастотний; двочастотний;

У свою чергу одночастотний метод має дві реалізації:

1) перевантаження мікрофонного підсилювача перешкодою з великою інтенсивністю. Відбувається зсув робочої точки підсилюючих елементів, через що відбувається викривлення мовного сигналу.

2) реакція АРУ на перешкоду з великою інтенсивністю. Зменшується коефіцієнт посилення мікрофонного підсилювача до такої міри, що корисний сигнал неможливо якісно записати.

Двочастотний метод використовує перетворення УЗ сигналів перешкоди на нелінійностях мікрофонного підсилювача. Пристрій подає дві потужні УЗ перешкоди з частотами відмінними на кілька кілогерц (1-4 кГц). Ці перешкоди разом впливають на нелінійний елемент, внаслідок чого формується перешкода з різницевої частотою, що лежить в тому ж діапазоні, що і мовний сигнал (1-4 кГц).

З проведеного експерименту з ультразвуковим пригнічувачем, можна зробити висновок що даний метод дуже добре пригнічує сучасні смартфони. Дальність придушення може досягати понад восьми метрів. Але для цього методу дуже критична «пряма видимість» випромінювачів пригнічувача і мікрофона диктофона. Через наявність перешкоди дальність зменшується в рази і на відстані близько одного метра придушення вже не відбувається.

Висновок: застосування одного лише методу придушення не дає гарантований результат повного захисту інформації від несанкціонованого запису мови, тому доцільно застосовувати комбінацію методів, або, модифікований акустичний метод, який використовує для протидії особистості акустичного каналу [1].

1. Антіпов І.Є., Олейников А.М., Ликов Ю.В., Кукуш В.Д., Милютченко І.О. Засоби та системи технічного захисту інформації. Навчальний посібник для студентів ЗВО // Харків: ХНУРЕ, 2019. – 216 с.

2. Олейников А.Н., Пулавский В.А., Кривенко М.А. Ультразвуковые методы защиты речевой информации: Радиотехника. Вып. 169 176 УДК 621.37. – 2012.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ФИШИНГА

Семернин Д.А.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Лыков Ю.В

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(6166, Харьков, просп. Науки, 14, кафедра КРиСТЗИ, тел. (057) 702-14-30)
email: dmytro.semernin@nure.ua

The purpose of the work – develop recommendations for defense from fishing, which is one of the most prevalent and dangerous methods of social engineering. The definition of (ph)ishing is given. The possible content of the phishing letters is described. The recommendations for defense from fishing are developed and are proposed.

Фишинг (англ. fishing – рыбная ловля) – это метод введения человека в заблуждение, реализующийся злоумышленником путём отправки потенциальной жертве электронных писем, личных сообщений в пределах интернет-ресурсов, SMS-сообщений вроде бы от родственников, знакомых, руководства, сотрудников, представителей банков и администраторов интернет-ресурсов с целью: 1) получения конфиденциальных данных, которые обычно представляют собой логины и пароли от страниц в социальных сетях, учётных записей (личных кабинетов, аккаунтов, профилей) на сайтах разных организаций и других интернет-ресурсах, номера и пин-коды банковских карт и т. д.; 2) заражения компьютера или телефона вредоносным программным обеспечением (вирусами) для дальнейшего шпионажа, совершения определённых действий с использованием дистанционного управления компьютером или телефоном жертвы, или для вымогательства денег.

Фишинговое сообщение может содержать:

1) ссылку на фишинговый сайт, при переходе на который жертве загружается вредоносное программное обеспечение или под определённым предлогом предлагается ввести определённые данные (логин, пароль, номер банковской карты и т. п.). Интернет-ресурсы, на которые даётся ссылка, заранее создаются злоумышленником и имеют довольно схожее доменное имя и идентичное визуальное оформление с оригинальным интернет-ресурсом;

2) электронный файл, который предлагается скачать или открыть жертве. При совершении этих действий может произойти следующее: жертва перенаправляется на фишинговый сайт, где ей, по некоторым причинам, предлагается ввести определённые данные, после чего, чтобы избежать подозрений, файл скачивается; происходит заражение её устройства вредоносным программным обеспечением, которое может быть замаскировано/встроено в/под файл и устанавливаться автоматически при скачивании или при попытке его открыть уже после скачивания;

3) требование/просьбу отправить ответ, который содержит необходимые злоумышленнику сведения и/или документы/файлы на определённый электронный адрес.

Рекомендации по защите от фишинга:

- обращать внимание на используемый интернет-ресурсом, предназначенным для совершения онлайн-платежей, протокол передачи данных (пользоваться ресурсами, использующими протокол https);

- не переходить по ссылкам и не пытаться скачивать/скачивать файлы, которые содержатся в сообщениях не только от незнакомых лиц и организаций, но и от известных интернет-магазинов, администрации используемого интернет-ресурса, банка, клиентом которого является адресат. Не стоит также отвечать на эти сообщения, отправлять какие-либо файлы и документы;

- если сообщение со ссылкой или файлом было отправлено родственником/ знакомым/сотрудником/начальником, то следует перед совершением перехода по ссылке или скачивания файла позвонить отправителю и уточнить действительно ли он отправлял это сообщение;

- в случае получения письма или сообщения от начальника или сотрудника с требованием или просьбой сообщить определённую информацию или отправить какие-либо файлы/документы или совершить определённые действия, следует позвонить ему по известному номеру и уточнить этот факт;

- в случае осуществления перехода по ссылке ни в коем случае не вводить логины и пароли к каким-либо своим учётным записям;

- если всё-таки был скачан файл следует проверить не является ли он исполняемым (имеет ли он следующие расширения .exe, .scr, .bat, .vbs). Желательно его не вообще запускать или делать это после проверки с помощью антивируса и/или в песочнице (изолированной среде);

- всегда следует обращать внимание на содержание адресной строки браузера, строки состояния и вид ссылок (следует всегда проверять соответствие доменных имён оригинальных интернет-ресурсов тем, которые содержатся в них);

- не нажимать на всплывающие окна, о чём бы в них не сообщалось;

- по возможности не пользоваться общественными сетями Wi-Fi;

- использовать антифишинговые фильтры, встроенные в браузеры;

- по возможности использовать много- или двухфакторную аутентификацию для доступа к какой-либо учётной записи в интернете и к банковскому счёту, и ни в коем случае не сообщать коды подтверждения для доступа к ним.

ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ТЕХНІЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВІД ДЕСТРУКТИВНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВПЛИВІВ

Басанець І. І.

Научний керівник: проф. Олейніков А. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КРiCTЗi, тел. (057)702-14-30)
e-mail: ihor.basanets@nure.ua,

Organizational and technical methods of protection objects of information
against destructive electromagnetic forces.

Деструктивний електромагнітний вплив (ДЕМВ) - здійснюється шляхом застосування випромінювачів електромагнітного поля або магнітного поля, генераторів напруги і струму і приводить до наведення за амплітудою, тривалістю і енергією, що викликає порушення нормального функціонування електронних пристроїв. Застосування технічних засобів навмисного силового електромагнітного впливу призводить до спотворення, знищення або блокування інформації.

Атаки ДЕМВ можуть бути здійснені або за допомогою деструктивних впливів на систему електроживлення, провідних ліній, за допомогою металоконструкції будівлі, а також атака може бути здійснена за допомогою бездротового каналу. Атаки, що проводяться по мережі електроживлення, викликають більш потужні руйнування, але бездротові атаки дозволяють зловмисникам порушувати роботу об'єкта ззовні, а не вимагати від них фізичною присутності в межах контрольованої зони.

Для захисту об'єкта застосовуються комплекс організаційних мір направлених на стримування можливості використання технічних засобів ДЕМВ та знаходження і нейтралізації засобів ДЕМВ, а також спеціальні технічні засоби захисту.

До організаційних методів захисту об'єктів від ДЕМВ можливо віднести:

- поділ об'єкта на зони захисту: зона захисту по периметру об'єкта, зона захисту окремих поверхів будівлі, зона індивідуального захисту окремих елементів системи;
- забезпечення цілодобової охорони периметра об'єкта щоб зловмиснику було важко наблизитись з руйнівним пристроєм досить близько до вашої системи, щоб його атака була ефективною;
- розробка заходів і документів обмежувального характеру, спрямовані на зменшення можливості використання ТЗ ДЕМВ;
- ретельна перевірка всього електрообладнання, в тому числі і побутового призначення, на предмет розміщення в них ТЗ ДЕМВ;
- копіювання даних системи і зберігати їх в захищеному місці;

- розміщення у контрольованих приміщеннях щитків живлення, розподільних щитів, розеток, клем заземлення;
- при закупівлі електроустаткування необхідно звертати увагу на ступінь його захисту від імпульсних перешкод;
- служба безпеки повинна слідкувати за виконанням ремонтних робіт та обслуговуванням електрообладнання;
- для попередженні і локалізації засобів атак пристроями ДЕМВ на об'єкт потрібно створити пост спостереження за електромагнітної обстановкою як провідних ліній, так і електромагнітного поля, що дозволить своєчасно виявити початок атаки, місце розташування засобу ДЕМВ та прийняти міри щодо захисту об'єкта.

До технічних методів захисту об'єктів від ДЕМВ можливо віднести:

- процедури екранування (самий простий спосіб екранування це металеві сітки на стінах та вікнах);
- заміна мідних кабелів на волоконно-оптичні кабелі, або їх екранування;
- заземлення устаткування на об'єкті;
- застосовування на об'єкті компонентів, що пройшли тестування на захищеність від електромагнітних завад;
- використання засобів для придушення високовольтних електромагнітного імпульсу (розрядників; варисторів; стабілітронів; діодних обмежувачів; коректорів напруги)
- використання засобів фільтрації (оскільки кабелі, що надходять зовні, потенційно можуть бути використані для атаки по каналу електроживлення або провідному каналу).
- забезпечення засобами безперебійного живлення найважливішого обладнання інформаційної системи.

Таким чином описанні вище методи і засоби допоможуть зменшити пошкодження інформаційної системи під час ураження об'єкта засобами ДЕМВ, а також зменшити витрати на подальше відновлення систем об'єкта.

Перелік джерел посилання:

- 1) Takeya, Shinichi. "Protection against Intentional Electromagnetic Interference-Equipments." JOURNAL-INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS OF JAPAN 138.10 (2018): 673-675.
- 2) Д.Б. Кучер, А.И. Харланов, И.В. Медведь, Л.В. Литвиненко. Экспериментальные исследования деструктивного воздействия мощных электромагнитных излучений на подземные многопроводные линии связи. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. — 2010. – С. 170-174.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SDR-ПРИЕМНИКА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТА

Соловей А.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Ликов Ю.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. КРиСТЗИ, тел. (057) 702-14-30)
e-mail: oleksandr.solovei1@nure.ua

The purpose of this thesis is to consider the possibilities of SDR to protect an object from the threat of an attack. Ensuring the security of the facility is undoubtedly the most important task for its employees. Analyzing significant deviations of radio activity, it is possible to draw a conclusion about the possible threat.

Основными средствами переговоров злоумышленников при подготовке нападения на объект являются портативные радиостанции. Основные частотные диапазоны, на которых могут осуществляться переговоры - 144-146 МГц, 430-440 МГц, а также 446 МГц [1].

В работе используются преимущества SDR-приемников для поиска сигналов в радиоэфире. Первое и основное преимущество заключается в том, что программная часть SDR позволяет практически любой демодулятор. Второе, SDR позволяет обнаружить радиосигнал - не только тот, который принимается на определенной частоте, но и сигналы, которые присутствуют в определенном участке диапазона.

Кроме того, фильтрация и подавление шума в SDR значительно лучше, чем в любом аналоговом приемнике, даже оборудованном дополнительными устройствами. Рассматривая SDR, также нельзя не отметить программную реализацию автоматической регулировки усиления, которая, в отличие от классической (аппаратной), обеспечивает оптимальный динамический диапазон выходного сигнала.

Одними из самых эффективных программных обеспечений для работы с SDR-приемниками для построения системы обнаружения являются SDRSharp и GNURadio за счет их широких функциональных возможностей.

В следующем эксперименте проводился мониторинг активности радиоэфира с целью получения данных об обстановке. В качестве приемного устройства выступало RTL SDR V3 Pro, для обработки сигналов использовалось программное обеспечение SDRSharp. На рис. 1 показаны результаты проведения эксперимента.

На основании этих результатов можно сделать выводы, что: во-первых, в будние дни активность значительно выше (на 75%), чем в выходные; во-вторых, более 95% активности приходится на период от 7 до 19 часов; в-третьих, в будние дни четко прослеживается минимум активности в 12:00.

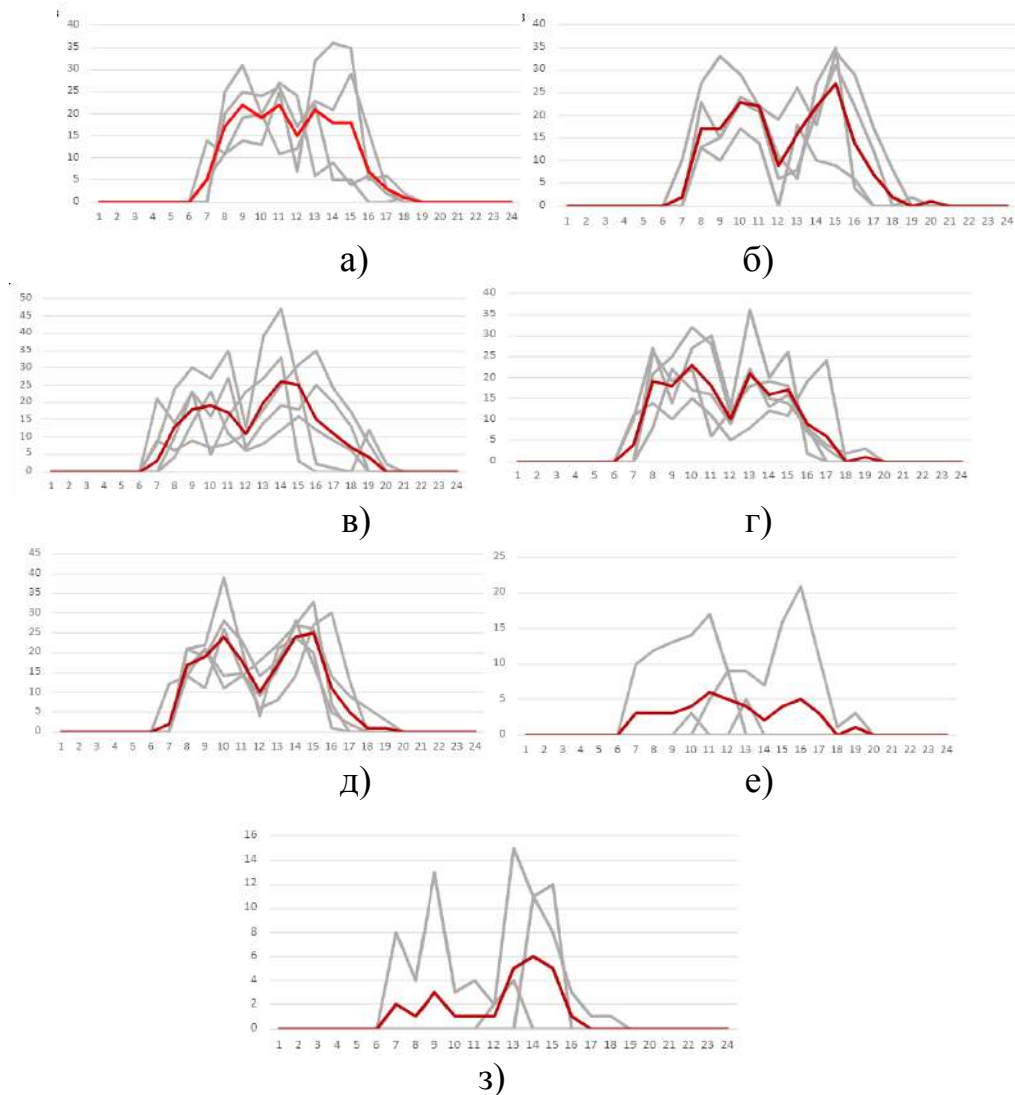


Рисунок 1 – Зависимость активности радиоэфира от времени суток с понедельника (а) по воскресенье (з)

Полученные результаты подтверждают то, что предложенный метод действительно может использоваться для выявления аномалий активности в радиоэфире, что может быть следствием осуществления подготовительных действий к нападению на объект. Более эффективно выявлять аномалии активности позволит применение радиопеленгатора, с помощью которого можно дополнительно провести классификацию выявленных сигналов и тем самым снизить вероятность ложной тревоги.

Список литературы:

1. Постанова КМУ Про затвердження Плану використання радіочастотного ресурсу України [Електронний ресурс] / Режим доступа: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/815-2006-%D0%BF#Text> - 09.06.2020г. – Загл. с экрана.

АТАКА НА ВІДМОВУ КАМЕР СПОСТЕРЕЖЕННЯ ВІД ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА МЕТОДИ ЗАХИСТУ

Поздняков Р.О.

Науковий керівник – асистент каф. Кальченко В.В.

Сумський Державний університет

40000, Суми, вулиця Римського-Корсакова 2, факультет електроніки та інформаційних технологій, каф. Комп'ютерних наук тел. (0542) 770-827 e-mail: zackharduser@gmail.com

Many people do not think about the possibility of reasonable protection of their systems and use ready-made security tools. For the most part, no one thinks about setting up and administering their own security systems until a critical situation or unauthorized hacking occurs. This article describes an attack method that will disconnect any device from the Wi-Fi network, provided they do not have a backup connection over Ethernet. In this article, we will focus on a more familiar thing - a Wi-Fi security camera. We will be able to see the main shortcomings and gaps that exist in their use, and the main methods of protection against this attack.

Тактики електронного протистояння засновані на блокуванні, перериванні або відключенні об'єктів від цієї технології, на основі якої вони працюють. І об'єкти IoT («Інтернет Речей») особливо уразливі до такого роду атак. Бездротові камери безпеки часто використовуються для забезпечення заходів безпеки в різних місцях. Хакер може просто відключити таку веб-камеру або інший пристрій від Wi-Fi мережі, тим самим вивівши камеру з ладу, але не порушуючи при цьому працездатність іншої мережі.

IoT-пристрої відомі тим, що у них є відкриті порти, вони використовують паролі за замовчуванням, а також у них можуть бути і інші серйозні недоліки безпеки, які потенційно може використовувати будь-яка людина, підключений до цієї ж Wi-Fi мережі. Якщо ви підключені до цієї ж мережі Wi-Fi, що і камера безпеки або така камера підключена до мережі без пароля, то можна зробити набагато більше, ніж просто відключити пристрій. Можна навіть спробувати підключитися до самої камери.

Ідея цієї роботи полягає в тому, щоб показати, що хакери або тестувальники з легкістю під час попередньої розвідки можуть зібрати інформацію, яка покаже наявність пристроїв, підключених до цільової мережі. Використовуючи утиліти Kismet або Airodump-ng, засоби для проведення пасивного аналізу Wi-Fi мереж, вони можуть ідентифікувати ті точки доступу, які активно обмінюються даними, зчитують пакети з ефіру і можуть відобразити інформацію про джерело цих даних.

Такі «прогулянки» по цільовому об'єкту буде досить, щоб отримати дані про кожний бездротовий пристрій пер, використовуваному в мережі,

навіть без знання пароля від цієї мережі. Маючи на руках такий список, можна ідентифікувати пристрої по їх MAC-адресу, а також зібрати інші відомості про конфігурацію Wi-Fi, наприклад, про стандартні імена точок доступу. Для такої атаки вам буде потрібен пристрій з підтримкою Kali Linux та Wi-Fi-адаптер, який підтримує ін'єкції пакетів та режим сканування (моніторингу). Вам потрібно буде сканувати область навколо вас, щоб знайти пристрій, який можна відключити від мережі, щоб мати можливість відправляти пакети, що прикидаються, відправленими з тієї точки доступу, до якої підключено цей пристрій.

Принцип атаки полягає в тому, що ми скануємо за допомогою утиліти Kimset та Wi-Fi адаптеру пристрої в радіусі дії, та визначаємо активні пристрої, від яких надходять пакети. Скануємо дані пристрої та отримуємо їх MAC-адреси та канали на яких вони працюють. Отримавши фізичні адреси пристроїв, ми з легкістю можемо отримати інформацію про даний пристрій за допомогою звичайних пошукових систем, адже перші 6 символів в MAC-адресі відповідають певній організації, що виробляє дані пристрої, а після ми зможемо знайти ту компанію, яка займається розробленням камер відеоспостереження.

Щоб розірвати з'єднання з пристроєм, нам потрібно закріпити бездротову мережу нашого адаптеру на тому каналі, де ми бачимо що йде трафік. Наша мережа буде проводити атаку деаутентифікації, тобто, будуть відправлені пакети аутентифікації, які начебто будуть йти від точки доступу, до якої приєднані камери. Така атака буде блокувати Wi-Fi з'єднання між двома пристроями до тих пір, поки атака не закінчиться.

Щоб запобігти відключенню ваших пристроїв від бездротових мереж, найкращим рішенням є використання Ethernet. Це менш зручно, ніж Wi-Fi, але з іншого боку це не дозволяє маніпулювати з'єднанням, і камера не відключиться в критичні моменти віддалено. Ще одна необхідна дія, яку потрібно зробити - знизити потужність точки доступу Wi-Fi мережі, щоб запобігти передачі сигналу на більшу, ніж потрібно, відстань, звідки цей сигнал може бути перехоплений.

Завдяки можливості вибіркового відключення будь-якого пристрою, що залежить від Wi-Fi, хакери можуть експлуатувати цю можливість в тих ситуаціях, коли забезпечення безпеки залежить від працездатності цих пристроїв. У цьому випадку зрозуміло, що на камеру, що працює через Wi-Fi з'єднання, не можна покладатися для забезпечення безперервного потокового бачення в важливих областях.



Рис.1.

Більш детально з даною статтею ви можете ознайомитись за QR-посиланням на рис.1. Посилання на статтю

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБМЕНА БЕСПЛАТНЫМИ SMS-СООБЩЕНИЯМИ ЧЕРЕЗ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

Василец В. В.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Антипов И. Е.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, кафедра КРиСТЗИ
(057) 702 14 30) e-mail: viktoriasvasilec@nure.ua

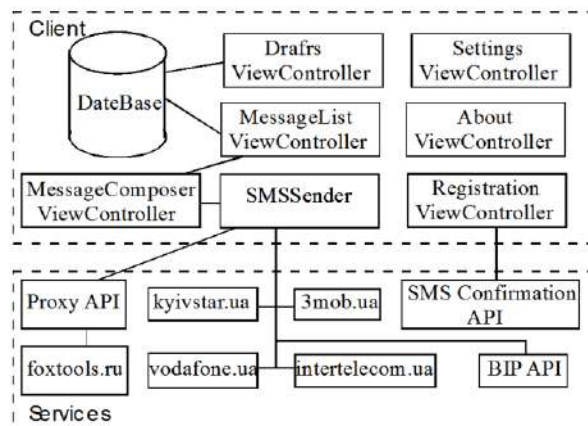
The object of the research is methods of improving the security of free SMS-messaging through a mobile application. The purpose of the work is to study methods of improving security and implementation some methods in the future in previously developed software. Solution Methods - Xcode development environment, Swift and Objective-C programming languages. As a result of this work, methods for enhancing the security of messaging through the mobile application were studied and described, and some of them were successfully implemented.

Всем известные SMS (Short Message Service – «служба коротких сообщений») поддерживаются всеми операторами связи во всех существующих технологиях. SMS остаются актуальными, несмотря на развитие высокоскоростных мобильных технологий передачи данных. Особенностью SMS является то, что они передаются по каналу сигнализации. Это обеспечивает их доставку даже при слабом сигнале, во время разговора, или при ограниченном доступе к услугам связи. Но пропускная способность канала сигнализации ограничена, поэтому мобильные операторы не могут позволить своим абонентам отправлять sms-сообщения массово. (Ни в одном тарифном плане нет безлимитных или очень дешёвых sms.) При всём при этом, большинство операторов предлагают на своих сайтах возможность бесплатно отправлять SMS-сообщения на номера абонентов своей сети. Однако, пользование такими Интернет-сервисами с мобильного устройства является не очень удобным.

Для упрощения пользования сервисом отправки бесплатных сообщений через сайт оператора было разработано мобильное приложение. Его функциональная схема показана на рис. Разработанное программное обеспечение имеет простой и понятный интерфейс, удобное в использовании.

Для обеспечения безопасности обмена бесплатными sms-сообщениями были выбраны такие методы, как SSL, а именно SSL-пиннинг, обязательная валидация номера телефона пользователя при каждом входе в приложение на корректность и на предмет существования, посредством отправки проверочного кода на указанные номер, CAPTCHA (логическая и звуковая) и её более современный вариант reCAPTCHA (с вводом слов из оцифрованных книг, а также с вводом «флажка» напротив поля «я не робот»).

Также рассмотрены другие методы повышения безопасности, которые могут быть успешно имплементированы в разработанное приложение: многофакторная аутентификация пользователя (в частности, двухфакторная и трёхфакторная), само удаляющиеся сообщения (сообщения, которые не доставляются получателю, а хранятся на внешнем ресурсе, откуда могут быть прочитаны, и удаляются по истечению определенного времени или по выполнению определенных действий), самозащита рабочего приложения (RASP), а также шифрование передаваемых и сохраняемых данных.



Каждая из рассмотренных мер предотвращает ту или иную угрозу, что показано в таблице.

Мера повышения безопасности	Способ реализации	Устраняемая угроза
SSL-pinning	Проверка SSL сертификата на стороннем ресурсе	Защита от атаки man-in-the-middle
Валидация номера	Отправка проверочного SMS при регистрации приложения	Защита от использования приложения для рассылки спама
CAPTURE	Тестовые изображения или звуковые сигналы	
2-х/3х факторная аутентификация	Проверочное SMS перед началом использования, запрос биометрических данных	Защита от использования приложения при похищении телефона
Самоудаляющиеся SMS	Сообщение размещается на внешнем ресурсе, а адресат получает ссылку на него	Защита от перехвата
Самозащита (RASP)	Проверка целостности кода программы при каждом её запуске	Защита приложения от попыток модификации кода
Шифрование при передаче	Шифрование SMS открытым ключом получателя перед передачей	Защита от перехвата на всех этапах доставки сообщения
Шифрование при хранении	Шифрование принятых и отправленных сообщений перед записью в архив	Защита архива на случай похищения/изъятия телефона

НУЛЕВОЕ ДОВЕРИЕ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ УДАЛЁННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КЛИЕНТА С БАНКОМ

Овчаренко Д. Р.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Антипов И.Е.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(61166, Харьков, пр. Науки, 14, кафедра КРиСТЗИ

(057) 702 14 30) e-mail: diana.naidonova@nure.ua

Today it is impossible to imagine any area of business without the use of information technologies. But the number of cybercrimes is also growing rapidly. Such crimes are extremely dangerous for financial institutions, so banks try to secure their systems as much as possible from cybercriminals. This work presents an effective way to protect Internet banking from intruders - the principle of Zero Trust. Singly this method does not guarantee full safety, but as an additional measure it is a very effective protective measure.

Все последние годы с ростом уровня цифровизации бизнеса растёт и ущерб от киберпреступлений. По данным Cybersecurity Ventures, потери бизнеса от киберпреступности к 2021 году могут составить \$6 триллионов [1]. Киберугрозы в первую очередь опасны финансовым учреждениям, как филиалам, так и их онлайн помощникам в виде интернет-банков. В настоящее время удаленное использование банковских услуг является очень распространённым. Банки, безусловно, прилагают усилия по обеспечению безопасности своих клиентов и их средств, но, зачастую, злоумышленники оказываются «на шаг впереди» в части изобретения и реализации различных мошеннических схем [2].

Доклад посвящён организационным и техническим мерам, основанным на так называемом принципе нулевого доверия (Zero Trust).

При строгом следовании принципам нулевого доверия можно рассчитывать на защищённость банков и клиентов как от уже налаженных, так и от новых мошеннических схем. Эти принципы уже частично реализованы в работе как зарубежных, так украинских банков. Например, давно являются обязательным использование:

- SSL-сертификатов;
- cookies-файлов;
- двухфакторной аутентификации;
- мобильной аутентификации.

В работе произведен анализ угроз, характерных для вышеназванных мер, из-за которых их использование ещё не гарантирует безопасность. Их краткий перечень приведён в таблице. Предложен комплекс организационных и технических мер, направленных на предотвращение совершения злоумышленниками мошеннических действий как на стороне клиента и самого банка.

Метод	Что обеспечивает	Уязвимости	Дополнительные меры
SSL-сертификаты	Целостность данных, невозможность стороннего вмешательства; шифрование, повышенное доверие пользователей к сайту.	Отсутствие обязательной проверки сертификата со стороны пользователя	SSL-pining
Cookies-файлы	Сохранение личных данных; автоматическая авторизация.	Хищение и перехват cookies-файлов злоумышленником	Удаление cookies-файлов после окончания работы
Двухфакторная/многофакторная аутентификация	Общее повышение безопасности за счёт нескольких этапов авторизации, в том числе с использованием технических средств	Обусловлены уязвимостями соответствующих технических средств	Отдельные для каждого из технических средств

Названные в таблице, но не уточнённые уязвимости технических средств и дополнительные меры по повышению безопасности для них будут рассмотрены в докладе

Также в докладе будут рассмотрены конкретные приёмы, используемые злоумышленниками: подмена номера, фейковые sms «от банка», звонки от «службы безопасности банка» и др., и показана эффективность принципа нулевого доверия для противодействия им.

Метод Zero Trust в настоящее время не формализован в виде свода конкретных правил и рекомендаций. В основном он пока он представляет собой ряд правил, которые во многом каждый понимает по-своему. Тем не менее, выработка общих мер и принципов необходима, и потому работа в данном направлении является достаточно перспективной.

Следует отметить, что отдельные крупные компании (Cisco, Google) уже пытаются внедрять принцип Zero Trust в своей работе, в том числе рекомендуя их своим партнёрам.

Список используемых источников

1. Рынок кибербезопасности 2021-2025: угрозы и инвестиционные возможности // [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://megatrends.ru/блог/cybersecurity/>

2. Нулевое доверие – единственный верный подход для борьбы с новыми угрозами ИБ// [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<https://www.securitylab.ru/blog/company/PandaSecurityRus/346416.php>

ВПЛИВ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ SRNet НА ТОЧНІСТЬ ВИЯВЛЕННЯ СТЕГАНОГРАМ, СФОРМОВАНИХ ЗГІДНО АДАПТИВНИХ МЕТОДІВ

Яриш М.Б., Прогонов Д. О.

Науковий керівник - к.т.н., доцент Прогонов Д. О.

03056, м. Київ, просп. Перемоги 37, кафедра фізико-технічних засобів захисту інформації, тел. (044) 204-90-57, e-mail: yarysh.mariia@gmail.com

The paper investigates the effectiveness of using structural regularization methods on the accuracy of the SRNet neural network for detecting steganograms formed according to the adaptive MG method. It was found that the use of regularization methods can significantly (up to 20%) increase the accuracy of detecting steganograms, regardless of the degree of filling the container image with hidden data.

Особлива увага сьогодні приділяється протидії витоку конфіденційних даних (КД) державних і приватних установ з використанням прихованих (стеганографічних) систем зв'язку. Для формування прихованих каналів зв'язку широко використовуються методи вбудовування повідомлень в цифрові дані, зокрема цифрові зображення (ЦЗ). Забезпечення високої точності виявлення сформованих стеганограм потребує використання обчислювально складних методів стегааналізу [1], що унеможлиблює виявлення витоку КД в режимі реального часу. Тому важливою задачею є пошук швидких методів виявлення стеганограм, зокрема з використанням згорткових нейронних мереж (ЗНМ).

Сучасні методи стеганографії ЦЗ засновані на адаптивному підході щодо вбудовування даних в зображення-контейнер (ЗК). Даний підхід полягає в представленні процесу приховання повідомлень як вирішення оптимізаційної задачі - мінімізації спотворень ЗК при вбудовуванні фіксованої кількості стегобіт. Одним з сучасних адаптивних стеганографічних методів є метод MG [2], заснований на мінімізації відстані Кульбака-Лейблера D_{KL} між розподілами значень елементів зображення-контейнеру P_C та сформованої стеганограми P_S :

$$D_{KL} = \sum_{q \in Q} P_C(q) \cdot \log_2 [P_C(q)/P_S(q)]$$

де $Q = \{0, 1, \dots, 2^k - 1\}$ - діапазон значення яскравості пікселів ЦЗ; k - кількість біт, що використовується для представлення яскравості пікселів.

Забезпечення високої точності виявлення стеганограм, потребує обчислювально складних методів статистичного аналізу для виявлення слабких змін характеристик ЗК, обумовлених прихованням повідомлень. Для зменшення тривалості аналізу ЦЗ при збереженні високої точності оцінки статистичних характеристик зображень в роботі запропоновано використовувати ЗНМ, зокрема мережу SRNet [1]. Особливістю даної

нейронної мережі є аналіз компонент ЦЗ, які відповідають власним шумам зображення та можуть бути використані для приховання повідомлень [1].

В роботі проведено аналіз ефективності стегодетектору (СД) на основі SRNet для виявлення стегограм, сформованих згідно адаптивного методу MG. Розглянуто випадок використання додаткового шару регуляризації мережі SRNet, спрямованого на підвищення точності класифікації ЦЗ при роботі мережі на вибірках зображень різної якості.

Ступінь заповнення ЗК стегоданими варіювалася в наступному діапазоні: 3%, 5%, 10% та 20%. Дослідження проводилося з використанням псевдовипадкової вибірки 2000 зображень з тестового пакету MIRFlickr. Для оцінки якості роботи СД були використані стандартні метрики: точність виявлення стегограм, помилки першого (англ. False Acceptance Rate, FAR) та другого (англ. False Rejection, FRR) роду. Значення даних показників, отриманих за результатами процедури перехресної перевірки налаштованого СД, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння точності роботи вихідної та модифікованої нейронної мережі SRNet при виявленні стегограм, сформованих згідно методу MG

Ступінь заповнення зображення-контейнеру стегоданими, %	Без використання шарів регуляризації			При використанні шарів регуляризації		
	FAR, %	FRR, %	Точність, %	FAR, %	FRR, %	Точність, %
3	8.50	1.70	83.00	1.20	2.45	97.60
5	14.20	0.65	71.60	4.10	3.20	91.80
10	4.55	2.45	90.90	1.95	1.55	96.10
20	3.85	5.10	92.30	2.05	1.00	95.90

За результатами проведеного дослідження встановлено, що використання шарів регуляризації в нейронній мережі SRNet дозволяє суттєво підвищити точність виявлення стегограм - від 3% у випадку сильного заповнення ЗК стегоданими (більше 20%), до 20% у випадку слабого заповнення (менше 10%).

Список використаних джерел: 1. J. Fridrich. Deep Residual Network for Steganalysis of Digital Media – IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – 2018. 2. J. Fridrich. Multivariate Gaussian model for designing additive distortion for steganography – IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing – New York, 2013.

БІОМЕТРИЧНА РЕЄСТРАЦІЯ ТА АУТЕНТИФІКАЦІЯ В МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

Апостол В.В., Великов Д.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiСТЗi),
тел. (057) 702-13-06, email: vladyslav.apostol@nure.ua.

The design and implementation of effective and efficient biometric systems presents a series of challenges to information technology (IT) designers to ensure robust performance. One of the most important factors across biometric systems, aside from algorithmic matching ability, is the human interaction influence on performance. Changes in biometric system paradigms have motivated further testing methods, especially within mobile environments, where the interaction with the device has fewer environmental constraints, which may severely affect system performance.

Контрольована біометрична реєстрація. У певних сценаріях є доцільною контрольована біометрична реєстрація користувача на зовнішній по відношенню до мобільного пристрою платформі. Одним із прикладів є банківський додаток, коли біометрична реєстрація повинна бути проведена в філії банку, і далі біометрична інформація завантажується в мобільному пристрої користувача. Такий сценарій дозволить клієнтові міняти мобільний пристрій без повторення процесу біометричної реєстрації за умови, що завантажений біометричний шаблон має сумісність з попереднім і новим мобільними пристроями. Перевагами такого підходу є: 1) відсутність повторення процесу біометричної реєстрації; 2) наявність можливості у оператора при контрольованій біометричної реєстрації надати клієнту всю необхідну інформацію і провести демонстрацію клієнту взаємодії з пристроєм збору даних і додатком; 3) застосування оператором доступних механізмів для перевірки особистості клієнта і перешкоджання крадіжці особистих даних; 4) сприяння користувачеві в найкращій біометричної реєстрації з урахуванням різних ситуацій, з якими йому доведеться зіткнутися при подальшому розпізнаванні.

Неконтрольована біометрична реєстрація. Незважаючи на те що мобільні пристрої все частіше використовують біометричні сканери гарантії щодо того, що користувачі будуть слідувати інструкціям виробника про правильне їх використання не існує. Однак в разі використання біометрії на мобільних пристроях користувачі обов'язково експериментують для того, щоб зрозуміти, що буде системою прийнято. Наприклад, вони можуть пробувати робити різні вирази обличчя, орієнтувати камеру на вухо або інші частини тіла, використовувати сторону або кінчик пальця, а не плоску частину і т.д. Такі спроби будуть

успішними або неуспішними в залежності від того, яку технологію розпізнавання використовує вбудований біометричний сканер і які пороги якості встановлені.

Дистанційна неконтрольована аутентифікація. Для забезпечення певного рівня довіри в мобільному середовищі повинні бути реалізовані надійні технічні процедури безпеки при розробці всіх додатків і транзакцій для гарантії того, що: 1) проходить «on-line» збір відповідних біометричних характеристик людини в момент запиту аутентифікації, що дозволяє протидіяти спуфінг-атакам, шахрайській подачі вкрадених зображень або інших представлень біометричних характеристик зареєстрованого користувача; 2) цифрові дані, одержувані мобільним додатком з зібраних біометричних даних, сертифіковані як надійно пов'язані з часовим процесом збору. Даний спосіб дозволяє запобігти способу шахрайства з використанням перехоплених і записаних даних від попередніх реєстрацій зареєстрованого користувача; 3) цифрове представлення зібраних біометричних даних проводять в односторонньому порядку, що це не дозволяє використовувати ці дані для створення синтетичного зображення, яке може бути використане для інших шахрайських спроб аутентифікації.

Локальна неконтрольована аутентифікація. Особливості локальної неконтрольованої аутентифікації співпадають з особливостями віддаленої аутентифікації, за винятком того, що біометрична інформація не передається на сервер. Це послаблює вимоги безпеки з точки зору передачі біометричної інформації, але фокусує увагу на тому, як саме біометрична інформація зберігається і використовується в мобільному пристрої, а також на вимогах до додатків, встановлених на мобільному пристрої, для використання біометричних служб.

Використання мультифакторної аутентифікації. Сучасне мобільне і непрофесійне устаткування містить ряд пристроїв збору біометричних даних, які можуть підтримувати оцінку декількох біометричних модальностей. Пристрої збору біометричних даних і алгоритми, найчастіше, показують більш низькі рівні надійності результатів в індивідуальному режимі. Наприклад: в алгоритмах розпізнавання мови використовують запис голосу, в алгоритмах розпізнавання обличчя – зображення обличчя. У деяких ситуаціях, зокрема в середовищах з високим рівнем шумів, одна модальність може не забезпечити необхідний рівень надійності, і для його підвищення може бути запропонований алгоритми об'єднання модальностей. При використанні злиття розпізнавання голосу і обличчя в середовищі з високим рівнем шумів об'єднання «АБО» результативно відхиляє компонент розпізнавання голосу в шумному середовищі або компонент розпізнавання обличчя в середовищі з поганими умовами освітлення (наприклад, занадто темними). Об'єднання «АБО» зменшує ймовірність помилкового недопуску, але

збільшує ймовірність помилкового допуску через збільшення вірогідності помилкового недопуску обох модальностей. Об'єднання «І» збільшує ймовірність помилкового недопуску. У прикладі з розпізнаванням голосу і обличчя шум або погані умови освітлення приведуть до недопуску. Однак ймовірність помилкового допуску істотно скорочується, тому що зловмисник повинен бути верифікований за обома модальностями.

Що стосується спуфінг-атак, то об'єднання «І» не підвищує значною мірою рівень безпеки, тому що обидві модальності можуть бути підроблені незалежно одна від одної. Наприклад, при розпізнаванні голосу і обличчя зловмисник може представити зображення або послідовність зображень для обману модальності «обличчя» і запис голосу для обману модальності «голос». Без зіставлення зображення (послідовності зображень) із записом голосу результат атаки є сумою результатів окремих атак.

Результат протидії спуфінг-атакам може бути підвищений з допомогою кореляції записів голосу і зображення обличчя. Кореляція може бути досягнута за допомогою різних класів алгоритмів об'єднання, які комбіновано працюють з вхідним сигналом на відміну від підсумкових результатів порівняння окремих модальностей.

Крім біометричних сканерів в мобільних пристроях існують інші пристрої збору даних, які можуть бути використані додатково до біометричного розпізнавання для забезпечення додаткових рівнів безпеки, наприклад: служба GPS або інші служби визначення місцезнаходження (зокрема, місце розташування користувача відносно базових станцій або розпізнавання оточуючих користувача об'єктів за допомогою камери). Клавіатура також може бути використана для введення додаткових паролів, ПІН-кодів, інших секретних або персональних даних для підвищення рівня безпеки аутентифікації. При наявності акселерометрів можуть бути використані рухи жестикуляції в порівнянні з раніше записаними рухами.

Перелік джерел посилання: 1. M. O. Derawi, C. Nickel, P. Bours, and C. Busch «Unobtrusive user authentication on mobile phones using biometric gait recognition» in Proc. 6th Int. Conf. Intell. Inf. Hiding Multimedia Signal Process., 2010, pp. 306 – 311. 2. R. Wong, N. Poh, J. Kittler, and D. Frohlich «Towards inclusive design in mobile biometry» in Proc. 3rd Int. Conf. Human Syst. Interact., 2010, pp. 267 – 274. 3. R. Sanchez-Reillo, R. Blanco-Gonzalo, J. Liu-Jimenez, M. Lopez, and E. Canto «Universal access through biometrics in mobile scenarios» in Proc. 47th Int. Carnahan Conf. Secur. Technol., 2013, pp. 1 – 6. 4. D. Petcu and D. A. Stoichescu «A hybrid mobile biometric-based evoting system» in Proc. 9th Int. Symp. Adv. Topics Elect. Eng., 2015, pp. 37 – 42. 5. R. Sanchez-Reillo, D. Sierra-Ramos, R. Estrada-Casarrubios, and J. A. Amores-Duran «Strengths, weaknesses and recommendations in implementing biometrics in mobile devices» in Proc. Int. Carnahan Conf. Secur. Technol., 2014, pp. 1 – 6.

ДВОФАКТОРНА СИСТЕМА АУТЕНТИФІКАЦІЇ ДЛЯ WEB-РЕСУРСІВ НА ОСНОВІ QR-КОДІВ

Данильченко М.М., Лисенко Б.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiCTЗІ),
тел. (057) 702-13-06, email: maksym.danylchenko@nure.ua.

In this work the author review a reliable and convenient two-factor authentication system based on one-time passwords, QR-codes and a fingerprint scanner in a smartphone.

Наразі широко поширена наступна форма одноетапної аутентифікації: користувач пам'ятає пін-код (перший фактор), має на руках апаратний або програмний (в смартфоні) токен, що генерує одноразовий пароль (другий фактор). В полі введення пароля він вводить пін-код і поточне значення одноразового паролю. Головний недолік цієї схеми – у разі компрометації десктопу користувача одноразове введення пін-коду призводить до його розкриття і зловмисникові залишається тільки підібрати другий фактор.

Нівелювати цей недолік можна наступним шляхом: пароль цілком генерується з секретного ключа, але в смартфоні зберігається тільки частина цього ключа, а інша частина вводиться користувачем при кожній генерації паролю. Таким чином, смартфон сам по собі є фактором володіння, а пароль залишається в голові користувача і є фактором знання.

Я якості «nonce» (випадкового числа, що використовується для гарантування унеможливлення використання старих сеансів зв'язку в атаці повторного відтворення) може виступати або лічильник, або поточний час. Логічно вибрати поточний час, бо це дозволяє запобігти розсинхронізації алгоритму формування одноразових паролів.

Таким чином, є додаток для смартфона, куди користувач вводить свою частину секретного ключа, вона змішується з частиною, що зберігається в смартфоні, а результат використовується в якості ключа для НМАС (механізму перевірки цілісності інформації, що передається або зберігається в ненадійному середовищі), яким підписується поточний час, округлений до 30 секунд. Вихід НМАС приводиться до звичайної послідовності букв, цифр та символів, тобто отримується одноразовий пароль.

Для забезпечення вимоги відсутності взаємодії користувача з клавіатурою (наприклад, у випадку коли користувач хоче увійти в систему на комп'ютері в потенційно небезпечному місці – в бібліотеці або комп'ютерному клубі) можна використати QR-коди. В такому способі аутентифікації користувач запускає додаток на смартфоні, вводить в нього

свій пін-код і сканує QR-код на екрані свого комп'ютера. Якщо пін-код введено правильно, сторінка в браузері перезавантажується і користувач стає аутентифікованим.

В QR-коді міститься номер сесії, і, коли додаток сканує його, цей номер передається на сервер разом зі сформованим звичайним способом паролем та ім'ям користувача. Це нескладно, адже смартфон майже завжди знаходиться online. У верстці сторінки, яка б показала QR-код, працює JavaScript, що очікує з боку сервера відповіді на перевірку пароля з даної сесії. Якщо сервер відповідає, що пароль вірний, разом з відповіддю встановлюються сесія і користувач вважається аутентифікованим.

Підвищити безпеку аутентифікації можна за рахунок сканеру відбитків пальців. В ОС Android та iOS робота з ним доступна зі сторонніх додатків. Таким чином, в додаток смартфоні, що відповідає за збереження другої частини секретного ключа, захищається за допомогою відбитка пальця користувача і потреби вводити її з клавіатури немає. В такому разі сценарій аутентифікації виглядає наступним чином: користувач відкриває додаток на смартфоні, прикладає палець до сканеру відбитків, сканує QR-код на екрані монітора десктопа, успішно аутентифікується і заходить на відповідну сторінку web-ресурсу. Як можна побачити, тут фактор знання замінено на біометричний і наявна повна відмова від паролів.

Таким чином, 1) запропонована система дозволяє значно спростити процес проходження аутентифікації для користувача, тому що для цього не потрібне введення реєстраційних даних; 2) запропонована система є більш безпечною, за рахунок відсутності поділу секретних даних з тими чи ресурсами. Мобільний додаток зберігає всю необхідну інформацію; 3) відсутність процесу реєстрації, тому що сервер аутентифікації автоматично виконує цю функцію; 4) користувач зможе відмовитися від зберігання різних паролів для різних сервісів, бо мобільний додаток генерує нові пари ключів для кожного нового сайту, при цьому вони є унікальними для кожного сайту і ніколи не повторюються; 5) мобільний додаток може виступати в ролі універсального аутентифікатора, якщо у web-сервісах реалізувати підтримку SQRL-протоколу.

Перелік джерел посилання: 1. How to Find Out if Your Password Has Been Stolen. Режим доступу до ресурсу: <https://www.pcmag.com/how-to/how-to-find-out-if-your-password-has-been-stolen>. 2. Simple OTP Bruteforce. Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/corvasto/simple-otp-bruteforce>. 3. Безпека через неясність. Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Безпека_через_неясність. 4. Краткий анализ решений в сфере COB и разработка нейросетевого детектора аномалий в сетях передачи данных. Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/358200>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК КЛАВІАТУРНОГО ПОЧЕРКУ ВЛАСНИКІВ СМАРТФОНІВ

Довбня А.А., Мінін Д.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiCTЗІ),
тел. (057) 702-13-06, email: andrii.dovbnia@nure.ua.

In the study the informative features of "mobile" keystroke dynamics are analyzed. There are three main classes: time parameters, parameters of interaction with touch-screen (pressure and finger-area) and psychophysiological parameters, where the pressure and finger-area are added to the 3D acceleration parameters and finger movement dynamics on touch screen.

Одним з плюсів поведінкової біометрії, до якої відноситься клавіатурний почерк, є розпізнавання не тільки знайомих загроз, а й виявлення нових шахрайських схем. Оскільки цей метод заснований на характеристиках поведінки, він дозволяє розпізнавати аномальну поведінку незалежно від схеми атаки – а значить, є ефективним засобом запобігання новим, ще невідомим, типам атак.

За даними датасетів «MEU-Mobile KSD Data Set» та «The Mobikey Keystroke Dynamics Password Database» інтегральна точність мультикласової класифікації за часовими параметрами (час натискання клавіші, час між послідовним натисканням двох клавіш, час між відпусканням попередньої клавіші та натисканням наступної клавіші) мобільного клавіатурного почерку складає 75.8-79.3 % з «просіданнями» до 50-60 %. Таким чином, нестабільність часових параметрів мобільного клавіатурного почерку обумовлює неможливість побудови аутентифікаційних систем, що враховують лише часові параметри.

За даними датасетів «MEU-Mobile KSD Data Set» (тиск на екран смартфона в момент натискання клавіш та розмір області екрана, яка утворюється в момент натискання клавіші) та «The Mobikey Keystroke Dynamics Password Database» (тиск, розмір «плями» від пальця, показання акселерометру та динаміка руху кінчика пальця по екрану) інтегральна точність мультикласової класифікації складає 53.2 % та 86.7 % відповідно. Отже тиск та розмір «плями» не є настільки унікальними параметрами «мобільного» клавіатурного почерку, щоб будувати тільки за ними аутентифікаційну систему.

За даними датасету «The Mobikey Keystroke Dynamics Password Database» найінформативнішими параметрами мобільного клавіатурного почерку є прискорення по трьох осях координат та динаміка руху кінчика пальця по екрану. Використання лише цих п'яти параметрів дає інтегральну точність мультикласової класифікації 64.7 %.

Інтегральна точність класифікації методом Random forest користувачів з датасету «MEU-Mobile KSD Data Set» за часовими параметрами, тиском та розміром «плями» складає 90.3 %. Інтегральна точність мультикласової класифікації методом Random forest користувачів з датасету «The Mobikey Keystroke Dynamics Password Database» за часовими параметрами, тиском та розміром «плями», показаннями акселерометру та динамікою руху кінчика пальця по екрану складає 93.3 %. Таким чином, додавання до аналізу таких параметрів, як тиск на екран, розміру «плями» від пальця, показання акселерометра, динамічні показники руху кінчика пальця по екрану, піднімає інтегральну точність аутентифікації до 93.3 %. Такій системі також властиві 5 % випадків «просідання» точності до 74.3 % та забезпечення у 76 % випадків точності понад 90 %. Ці показники дуже близькі до систем аутентифікації за «класичним» (комп'ютерним) клавіатурним почерком.

Підвищити точність аутентифікації також можна за рахунок побудови двійкової системи аутентифікації. Це можливо, оскільки на відміну від комп'ютера, де зареєстрованими користувачами можуть бути декілька людей, у мобільного пристрою завжди тільки один власник. Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про забезпечення 98 % точності аутентифікації за сценарію двійкової класифікації та використання часових параметрів, тиску та розміру «плями», показань акселерометру та динаміки руху кінчика пальця по екрану.

Інтегральна точність двійкової класифікації за показниками акселерометра та динамічних показників руху кінчика пальця по екрану становить не менше 98 %. Таким чином, на базі цих параметрів мобільного клавіатурного почерку можна будувати аутентифікаційну систему, яка забезпечить скритий неперервний моніторинг особистості користувача з високою точністю.

Перелік джерел посилання: 1. Khalil M.S., Wan F.K. A review of fingerprint pre-processing using a mobile phone, International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition (ICWAPR), pp. 152-157, 2012. 2. Jiayang Liu, Lin Zhong, Jehan Wickramasuriya. "uWave: Accelerometer-based personalized gesture recognition and its applications," in Pervasive and Mobile Computing, vol. 5, issue 6, pp. 657-675, 2009. 3. MEU-Mobile KSD Data Set. Режим доступу: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/MEU-Mobile+KSD>. 4. The Mobikey Keystroke Dynamics Password Database. Режим доступу: <https://ms.sapientia.ro/~manyi/mobikey.html>. 5. Дослідження інформативних параметрів диграфів клавіатурного почерку для задач ідентифікації користувачів комп'ютерних мереж / Д.Ю. Горелов, О.О. Іванова, О.В. Кокорін, Д.В. Маслій, О.В. Литвиненко // Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. – 2020. – вип. 201. – с. 194 – 200.

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ РІШЕНЬ В ОБЛАСТІ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЇ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ІНФОРМАЦІЙНИМ ПОЧЕРКОМ

Жалдаченко Д.С., Данильченко М.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiСТЗi),
тел. (057) 702-13-06, email: dmytro.zhaldachenko@nure.ua.

In this work the author review the commercial multimodal authentication systems based on keystroke dynamics recognition algorithms.

В останній час на ринку отримали поширення комерційні продукти, які здійснюють мультифакторну динамічну аутентифікацію користувачів за їх інформаційним почерком.

Одним з рішень, які здійснюють динамічну мультифакторну аутентифікацію користувачів, є широко відомий продукт Biocatch [1], що аналізує в режимі online динаміку роботи користувачів з клавіатурою, мишею і web-ресурсами. При аналізі клавіатурного почерку крім динамічних параметрів вводу тексту дане рішення дозволяє також визначати чи є розглянутий користувач правшею або лівшею, обчислює розмір його руки і також враховує ці характеристики для визначення легітимності користувача. Всього дане рішення обчислює близько 2000 характеристичних ознак, з яких алгоритмами машинного навчання відбираються 20 найбільш значущих. Даний продукт пропонується використовувати для захисту web-додатків від несанкціонованого доступу, а також для захисту користувачів online банківських систем. Аналітикам надається широкий інструмент моніторингу, що відображає на різних графіках можливі ризики і аномалії, а також формує високо інформативні звіти про роботу системи.

Продукт продукт BioTracker компанії Plurilock [2]. Для того, щоб з високою точністю аутентифікувати користувача, додатку необхідно навчатися впродовж 30 хвилин на його безперервній роботі на клавіатурі. Додатково для поліпшення якості побудованої моделі також аналізується робота користувача з мишею. BioTracker періодично перебудовує модель користувача, що дозволяє враховувати зміну динаміки його роботи з клавіатурою і мишкою протягом тривалого періоду часу.

Продукти SVMetrics і Tickstream компанії Intensity Analytics [3] широко використовуються для безперервної аутентифікації користувачів по динаміці їх роботи з клавіатурою і мишкою. Дані рішення знайшли своє застосування в сфері електронної комерції, енергетики, судово-медичній експертизі, державних структурах – місцях, де захист комп'ютерів від сторонніх вторгнень є однією з найважливіших задач. Крім аналізу

взаємодії користувачів з мишею і клавіатурою, продукт Tickstream також додатково аналізує текстові документи, з якими працює користувач. Розробники зауважують, що основним в їх методиці є саме аналіз динаміки роботи користувачів з клавіатурою, тому що, на відміну від динаміки роботи з мишею, клавіатурний почерк є більш стабільною характеристикою. Механізм аутентифікації заснований на обчисленні різних статистик, що визначають ступінь схожості тестових даних з даними легітимного профілю.

Високу якість роботи демонструє продукт Symantec VIP [4], що пропонує свої рішення як для захисту домашніх комп'ютерів користувачів від несанкціонованого доступу, так і для захисту систем електронної комерції від мережеских вторгнень. Динамічна мультифакторна аутентифікація користувача здійснюється на основі аналізу динаміки його роботи з клавіатурою і мишкою. Процедура аутентифікації проводиться через кожні 125 клавіатурних натискань, при цьому характеристики взаємодії користувача з мишею використовуються для уточнення побудованої моделі. Для прийняття рішення про легітимність даного користувача використовується статистичний підхід. У разі виявлення зловмисника відбувається блокування системи, також система може сфотографувати зловмисника.

Цікавим рішенням є продукт NuData Security всесвітньо відомої платіжної корпорації Mastercard [5]. Рішення NuData Security використовується для забезпечення безпеки електронних переказів за допомогою даної платіжної системи. Аутентифікація ведеться на підставі безперервного аналізу динаміки роботи користувача з клавіатурою і мишкою. Також при побудові моделі користувача враховуються характеристики пристрою, з якого здійснюється вхід на сайт платіжної компанії, і час, проведений користувачем на даному сайті. У разі виявлення аномалії, всі операції по рахунку блокуються. Розробники відзначають, що отримати доступ до їх системи, копіюючи поведінку легітимного користувача, практично неможливо. Для навчання моделі потрібно досить невеликий проміжок часу – орієнтовно одне відвідування користувачем web-сайту компанії із здійсненням платіжної операції.

Перелік джерел посилання: 1. Biocatch. Continuous Authentication [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.biocatch.com/continuous-authentication-solutions>. 2. BioTracker. Stop Threats in Seconds with BioTracker Defend [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.plurilock.com/products/biotracker-defend-edr>. 3. Intensity Analytics. Protecting your identity is just a start. Own your identity [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.intensityanalytics.com/Default.aspx>. 4. Symantec.VIP. Secure Authentication Anywhere [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://vip.symantec.com>. 5. NuData Security. Mastercard. Imagine a world that protects you and your customers [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nudatasecurity.com>.

РОЗМЕЖУВАННЯ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНИХ ГРАФІЧНИХ ПАРОЛІВ

Коробка С.В., Жила О.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiCTЗІ),
тел. (057) 702-13-06, email: stanislav.korobka@nure.ua.

In this work the author review the using of graphical passwords for authentication. The main advantage of this authentication is the users friendly approach. However, with multiple browsing of the logon session, the attacker can see and understand the password. To avoid this drawback, the authors recommend to use dynamic graphical passwords. On three examples of dynamic graphical authentication article demonstrates how with user-friendly, graphical password can be stable.

Графічний пароль – метод аутентифікації, коли для доступу в систему користувачеві необхідно виконати деякі операції над зображеннями, наприклад, вибрати один або кілька заздалегідь визначених об'єктів. Графічна інформація дає великі можливості для унікальності вибору пароля. Таким чином, графічні схеми паролів дають можливість зробити паролі більш зрозумілими людині при одночасному підвищенні рівня безпеки.

Найбільший недолік «звичайних» статичних графічних паролів – проблема підглядання через плече. Хоча графічні паролі важко вгадати, зловмисник, що вів спостереження кілька сеансів входу в систему, може в залежності від схеми, в кінці кінців, зрозуміти пароль. Однак цього недоліку можна уникнути, використовуючи динамічні графічні паролі.

Суть методу динамічних графічних паролів полягає в тому, що користувачеві відомий певний алгоритм і, знаючи його та свої парольні зображення, він може визначити пароль для поточної сесії. Плюси очевидні: запам'ятати алгоритм і самі зображення користувачу легше, ніж запам'ятати складний буквено-цифровий пароль, який до того ж доводиться періодично міняти. При цьому навіть якщо процес аутентифікації зможуть спостерігати сторонні люди, це не знизить безпеку процесу. Кожен раз користувач буде вибирати різні зображення (вводити різні дані), що не дозволить зловмиснику побачити самі парольні зображення.

Плюсом також є те, що варіантів аутентифікації можна запропонувати безліч. Їх кількість обмежена лише фантазією розробника і складністю реалізації. Для кращого розуміння розглянемо приклади динамічної графічної аутентифікації.

Перший варіант. Користувач запам'ятовує піктограми з якогось

списку, задає їх порядок, а потім для кожної з них вибирає жести. При вході в систему кілька піктограм відображається на екрані, а користувач повинен просто з'єднати обрані ним піктограми в потрібному порядку (або обвести їх правильно). Якщо порядок піктограм і жестів заданий правильно, то він отримує доступ.

Другий варіант. Користувачеві не потрібно придумувати жести для кожної з обраних ним піктограм. При вході в систему на екрані гарантовано відображаються три або чотири з них. Користувачеві потрібно просто знайти серед всіх піктограм на екрані «свої», з'єднати їх в розумі лініями і поставити крапку усередині утвореної геометричної фігури (трикутника або чотирикутника). Для більшої безпеки, щоб такий пароль складніше було вгадати, можна повторити цю процедуру неодноразово, кожен раз змінюючи набір відображуваних на екрані піктограм.

Третій варіант. При натисканні кнопки включення екрану пристрою псевдовипадковим чином генерується сітка з символами, картинками, смайликами, кольоровими елементами тощо. Серед символів в цій сітці обов'язково присутні символи пароля.

Для розблокування пристрою необхідно виконати наступні дії: 1) знайти букви пароля на сітці; 2) подумки з'єднати ці букви лінією, рухаючись, наприклад, вгору, вниз, вліво або вправо; 3) порахувати кількість пройдених клітин, послідовно пройшовши по всіх буквах секретного пароля, тобто необхідно обчислити відстань в клітинах між буквами пароля, виведеними серед інших букв в сітці. Отримана відстань буде значенням динамічного паролю; 4) ввести значення динамічного пароля у відповідне поле.

Для розблокування пристрою навіть не треба торкатися до екрану, крім як на останньому етапі, і при кожній розблокуванні користувач вводить різне значення динамічного паролю.

Таким чином, для динамічних паролів зберігаються такі плюси використання графічних паролів, як простота їх запам'ятовування і складність злому. При цьому вирішуються дві проблеми "простих" графічних паролів: наявність слідів на поверхні екрану і можливість підглядати пароль.

Перелік джерел посилання: 1. Яковлев В.А., Мирошніченко В.В. Исследование аутентификации на основе графического пароля и разработка системы оценки графического материала. Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. 2013. С. 864-867. 2. Абденов А.Ж., Голяков С.А. Аутентификация методом динамического графического пароля. Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. 2013. № 2 (72). С. 78-83. 3. Минаков В.А. Анализ эффективности аутентификации с помощью графических паролей. Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. Т. 5. № 11. С. 228-230.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ВЛАСНИКІВ СМАРТФОНІВ ЗА ГЕОМЕТРІЄЮ ДОЛОНІ

Лєсковська В.В., Ясменко В.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiСТЗi),
тел. (057) 702-13-06, email: viktorii.leskovska@nure.ua.

In this work the author review the smartphones owners authentication based on the palmprint recognition algorithms.

У роботі [1] представлено систему верифікації по внутрішній стороні долоні, що працює на мобільному пристрої. Передбачається, що в центрі зображення знаходяться пікселі долоні, за якими обчислюють пороги в просторі nRGB для порогової сегментації. В основі роботи метод CompCode [2]. Зібрано власну базу зображень 30 осіб, по 20 зображень на людину з роздільною здатністю 640×480 пікселів. Як пристрій використано iPhone 4. Мобільний додаток працює з окремими фотографіями, обробка кожної виконується близько за 0.5 с. без урахування часу зіставлення з об'єктами-еталонами. Зразкові досягнуті показники методу: $EER = 2.8\%$, $FAR = 0.005$.

У роботі [3] запропоновано мобільну систему, що також працює з зображеннями внутрішньої сторони долоні. Сегментація долоні виконується за допомогою алгоритму зростання області, початкове наближення для якого вибирається в середині долоні за кольором шкіри в просторі HSV. За допомогою функції відстаней точок контуру від деякої референсної точки на долоні визначаються особливі точки, за якими відбувається локалізація квадратної області аналізу. Далі на зображенні всередині області аналізу виділяються блоки, кожному з яких ставиться у відповідність блок на порівнюваному зображенні. Витяг признакового опису і подальше зіставлення робиться по блоках на основі функції фазової кореляції методом Band-Limited Phase-Only Correlation [4]. Підсумкова відстань між об'єктами визначається як пік функції фазової кореляції, що являє собою усереднення по відповідних функціях в блоках.

Використаний телефон HTC Nexus One. Мобільний додаток працює з окремими фотографіями, для кожного знімка генерація ознак займає близько 0.6 с., ще 0.4 с. витрачається на зіставлення з об'єктами-еталонами. На власній базі зображень рисунків долоні (30 осіб, 520 знімків, роздільна здатність 640×480 пікселів) досягнуті значення $EER = 4.072\%$.

Розпізнавання за формою долоні. Представлений в роботі [5] метод використовує контур долоні для розпізнавання. Для сегментації застосовується алгоритм кластеризації k-середніх з двома класами, за яким слідує постобробка морфологічними операціями для збільшення гладкості

кордонів. Алгоритм сегментації розроблено з розрахунком на відсутність обмежень до фону і освітлення, але для більш впевненого розпізнавання рекомендується наявність однорідного фону, що контрастує з рукою. В якості ознак використані два вектора. Перший являє собою набір кутів нахилу дотичної до контуру в точках контуру. Другий набір відстаней від точок контуру до його центроїда. Для порівняння векторів ознак застосований алгоритм вирівнювання послідовностей на базі нечіткої логіки.

База зібрана за допомогою мобільного пристрою та зйомки «з руки» і включає в себе зображення 45 користувачів з роздільною здатністю 1600×1200 пікселів. Досягнуто значення $EER = 3.7\%$. На момент публікації сама система на базі мобільного пристрою авторами не реалізована.

У більш пізній роботі за участю тих же авторів [6] пропонується інший метод розпізнавання по контуру. Алгоритм сегментації заснований на представленні зображення у вигляді графа. Вершинам графа відповідають пікселі, ребра з'єднують сусідні пікселі, ваги ребер відображають відмінності в інтенсивності пікселів. Пікселі об'єднуються в групи, що мають схожі в сенсі текстури властивості. Далі послідовно виконується агрегація отриманих підграфів в більші структури. Процес припиняється, коли залишається два підграфи, вони представляють фон і долоню. Далі морфологічним методом виділяються пальці. Наступним кроком розраховуються геометричні ознаки кожного з пальців (довжина, кривизна, вектор параметрів ширини) і об'єднуються в єдиний вектор ознак. В якості класифікатора обраний SVM з лінійним ядром.

База зібрана за допомогою смартфона Apple iPhone зйомкою «з руки» і включає в себе по 15 зображень для 50 осіб з роздільною здатністю 400×300 пікселів. Досягнуто значення $EER = 6\%$.

Перелік джерел посилання: 1. Palmprint verification on mobile phones using accelerated competitive code / Marc Franzgrote, Christian Borg, Benjamin J Tobias Ries et al. // Hand-Based Biometrics (ICHB), 2011 International Conference on / IEEE. – 2011. – p. 1-6. 2. Zhang L., Zhang D., Zhu H. Online finger-knuckle-print verification for personal authentication. Pattern Recognit. 2010, 43, 2560 – 2571. 3. A Contactless Palmprint Recognition Algorithm for Mobile Phones / Shoichiro Aoyama, Koichi Ito, Takafumi Aoki, Haruki Ota // IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics Communications and Computer Sciences. – 2013. – Vol. J96-A, no. 5. – p. 250–263. 4. K. Ito, H. Nakajima, K. Kobayashi, T. Aoki. A fingerprint matching algorithm using phase-only correlation. IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E87-A(3): pages 682 – 691, March 2004. 5. Silhouette-based hand recognition on mobile devices / Alberto de Santos Sierra, Javier Guerra Casanova, Carmen Sanchez Avila, Vicente Jara Vera // Security Technology, 2009. 43rd Annual 2009 International Carnahan Conference on / IEEE. – 2009. – p. 160-166. 6. An approach to hand biometrics in mobile devices / Alberto de Santos Sierra, Carmen Sanchez Avila, Aitor Mendaza Ormazá, Javier Guerra Casanova // Signal, Image and Video Processing. – 2011. – Vol. 5, no. 4. – p. 469–475.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ WEB-РЕСУРСІВ

Литвиненко О.В., Довбня А.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiCTЗi),
тел. (057) 702-13-06, email: andrii.dovbnia@nure.ua.

The most popular information security management systems were analyzed; analysis of existing solutions of leading suppliers of information security management systems software and selection of recommended supplier of systems for implementation into big web-resources.

Системи User Behavior Analytics (UBA) та User Entity Behavior Analytics (UEBA) є досить важливими складовими систем контролю та запобігання загрозам конфіденційній інформації, але можуть існувати лише як доповнення для більш широкопрофільної системи. Це пов'язано з тим, що UBA та UEBA системи виконують лише збір та аналіз поведінки користувачів і далі отримані дані передаються в зручному для перегляду вигляді адміністратору системи безпеки для подальшого аналізу та прийняття рішення про наявність чи відсутність злочинних дій.

Виходячи з цього можна зробити висновок, що системи UBA та UEBA в чистому вигляді можливо використовувати лише в малих компаніях зі значно обмеженим штатом, але не для, наприклад, соціальних мереж, які в перспективі будуть мати тисячі (мільйони) облікових записів, які необхідно аналізувати цілодобово. Але обираючи між цими двома системами перевагу варто надавати UEBA, адже це дозволить мати повнішу інформацію про користувача, його оточення, програмне забезпечення та обладнання.

Системи UBA/UEBA збирають, аналізують та передають інформацію далі системі SIEM, що отримує ці всі дані, структурує та форматує до вигляду, який стає зрозумілим будь-якій людині, а не лише спеціалісту IT-сфери, як це було у випадку UBA/UEBA. Таким чином SIEM виступає нібито перекладачем. На її виході можна отримати повний, структурований звіт з рекомендаціями до подальших дій, що зможе виконати спеціаліст будь-якого рівня. Це своєю чергою дозволяє звільнити від рутинної роботи більш кваліфікованих фахівців, які у звільнений час можуть зайнятися складнішими завданнями з превентивних заходів безпеки чи запровадження нових систем.

Ринок програмних рішень SIEM достатньо наповнений пропозиціями різних постачальників. Це надає можливість обрати те програмне забезпечення, що буде підходити саме під конкретні поставлені замовником задачі. Але також це своєю чергою ускладнює вибір

необхідного постачальника, адже потрібно обрати серед різноманіття пропозицій різних постачальників.

Для великих web-ресурсів слід використовувати нереляційні бази даних, адже інформація буде надходити на сервер у дуже великих об'ємах. Варто обрати безагентну систему, бо далеко не кожен користувач захоче встановлювати додаткове програмне забезпечення для доступу до соціальної мережі. Система має бути також розрахована на роботу з користувачами поза межею контрольованої зони, адже мова йде про доступ з будь-якого місця світу.

Отримавши звіт від системи SIEM з рекомендованим алгоритмом реагування на інцидент аналітик виконує відповідні дії. Але великомасштабній системі можуть постійно відбуватися однотипні події на кшталт користувач коли ввів пароль від свого облікового запису не перемкнув розкладку клавіатури та натискаючи на необхідні клавіші ввів не ті символи. Це призвело до відмови в аутентифікації. Ця подія є інцидентом, про що буде зіставлено відповідний звіт. Аналітик буде вимушений відреагувати та виконати запропоновані SIEM дії. Це займає певний час, але ця подія не є критичною якщо користувач уже за другою спробою ввів вірний пароль. Тому реакцію на подібні події можна автоматизувати, щоб аналітик мав можливість зайнятися більш критичними інцидентами. Саме така автоматизація закладена в основу роботи систем SOAR.

Основні функції SOAR такі: 1) оркестровка (дозволяє поєднати та синхронізувати між собою системи моніторингу та реагування, що взаємодоповнюють одна одну); 2) автоматизація (завдяки завчасно заданим сценаріям реагування на інциденти дозволяє позбавити персонал однотипної роботи з реагування на некритичні інциденти, що можуть постійно повторюватися); 3) реагування (завдяки оркестровці та автоматизації система може самостійно опрацювати некритичні події та виконувати необхідні дії для максимального зниження чи навіть ліквідації ризику компрометації мережі. Це дозволяє адміністраторам відділу інформаційної безпеки зосередити увагу на подіях, що можуть призвести до критичних наслідків).

Отже, для забезпечення безпечного користування web-ресурсом розробники повинні під час його розгортання відразу впроваджувати систему UEBA для збору та первинного аналізу інформації про користувачів соціальної мережі. Це дозволить надати гарантії захисту конфіденційної інформації, що надається під час реєстрації, та надасть можливість визначити напрямок розвитку програмного забезпечення мережі виходячи з інтересів користувачів та інформації про те, яким пристроям вони надають перевагу при користуванні мережею.

Через рік-два залежно від масштабів використання соціальної мережі потрібно запроваджувати систему SIEM. Це знизить навантаження на IT-

відділ, що своєю чергою дозволить зменшити витрати на відділ інформаційної безпеки та вкласти ці кошти у розвиток багатоплатформного програмного забезпечення для користування соціальною мережею з будь-якого пристрою з будь-якої точки світу.

Далі у залежності від навантаження на адміністраторів та рівня доходів від соціальної мережі потрібно впроваджувати систему SOAR, що дозволить нівелювати чимраз більше навантаження на відділ безпеки через розширення аудиторії користувачів соціальної мережі.

Якщо обирати з рішень, що вже є на ринку безпеки, то слід звернути увагу на рішення від компанії Splunk. Система Splunk UBA незважаючи на назву виконує аналіз поведінки користувача та особливості обладнання, що використовується, тобто виконує функції UEBA системи (це може бути пов'язаним з тим, що досить рідко системи UBA та UEBA розрізняють, дуже часто їх поєднують у одне поняття UBA/UEBA). Серед переваг цієї системи варто відзначити машинне навчання, можливість автоматичного об'єднання типових аномалій поведінки у певну можливу загрозу та класифікацію загроз за джерелом виникнення.

Система SIEM від Splunk для впровадження до соціальної мережі має багато переваг серед інших систем. Зокрема можна виділити короткий термін впровадження, можливість налаштування власної шкали критичності вразливостей, кореляція помилкових спрацювань, широкий вибір правил кореляції подій, для розгортання системи достатньо одного сервера, кількість джерел інформації, що аналізуються, перевищує 2 000. SOAR від Splunk серед переваг має такі основні: потужна візуалізація команд управління та написання плейбуків, швидке сортування інцидентів з використанням трьох режимів, детальні звіти та можливість адміністрування системи зі смартфона, що дозволяє швидше реагувати на події з будь-якої точки світу.

Перелік джерел посилання: 1. Сусліна А. Обзор решений UBA, SIEM и SOAR: в чем различие? [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/UBA-SIEM-SOAR. 2. Грейвс Дж. Machine Learning and UEBA (User Entity Behavior Analytics) [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.fortinet.com/blog/industry-trends/machine-learning-and-ueba-user-entity-behavior-analytics>. 3. Кассето О. What is UBA, UEBA, & SIEM? Security Management Terms Defined [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.exabeam.com/siem/uba-ueba-siem-security-management-terms-defined-exabeam/> 4. The State of SOAR Report, 2018. The second annual state of incident response report. // Demisto. – 2018. 5. Ванерке Р. М. SOAR: автоматизация реагирования [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <http://itsec.ru/articles2/Oborandteh/soar-avtomatizatsiya-reagirovaniya>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК КУРСОРНОГО ПОЧЕРКУ КОРИСТУВАЧІВ ПК

Мінін Д.О., Литвиненко О.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiCTЗI),
тел. (057) 702-13-06, email: dmytro.minin@nure.ua.

Using "The Balabit Mouse Challenge Data Set" and Orange software, has been conducted experimental studies of the informativeness of the computer mouse dynamics features.

Одночасне виконання вимог по безперервності й зручності використання в комп'ютерних мережах не може забезпечити ніякий спосіб ідентифікації, крім динамічного. Крім того, динамічна біометрія дешевше статичної, так як може використовувати стандартні пристрої введення інформації.

Дослідження проводились на основі датасету «Balabit Mouse Challenge Data Set». Навчальні та тестові дані представлені як сесії роботи десяти користувачів, проте тестові дані значно коротші, ніж навчальні. Тестова частина набору даних містить як позитивні (легальні), так і негативні (незаконні) сесії. Кожна сесія складається з 41 інформативного параметру курсорного почерку.

За даними тренувальної частини датасету «Balabit Mouse Challenge Data Set» інтегральна точність мультикласової класифікації становить $CA = 47.7\%$, що є неприпустимим результатом. Проте, параметр True Positive (частка зареєстрованих користувачів, яких вірно ідентифіковано) для двох користувачів з десяти склав більше 90%. Отже, перший висновок: аутентифікацію за динамікою системи «користувач – комп'ютерна миша» слід використовувати для користувачів з добре сформованим «курсорним почерком».

За даними тренувальної частини датасету «Balabit Mouse Challenge Data Set» інтегральна точність двійкової класифікації (у цьому випадку цільовому користувачу було присвоєно клас 1, тобто «зареєстрований», а усім іншим користувачам – клас 2, тобто «зловмисник») $CA = 73.3\%$. Отже, другий висновок: аутентифікацію за динамікою системи «користувач – комп'ютерна миша» слід використовувати для сценарію двійкової класифікації, тобто для випадків, коли на комп'ютері зареєстровано тільки одного користувача.

За даними тестової частини (навчальні дані були збалансовані, тобто кількість позитивних і негативних прикладів вирівнювалась, тому для кожного користувача відповідну базу даних «зловмисників» було зменшено до 20% від максимального об'єму) датасету «Balabit Mouse

Challenge Data Set» інтегральна точність двійкової класифікації очікувано зменшилась до $CA = 36.3\%$. Проте значення параметру True Negative (частка зловмисників, яких правильно не ідентифіковано) знаходилось в межах $89.4\% - 100\%$ з середнім значенням 98.2% . Отже, третій висновок: аутентифікацію за динамікою системи «користувач – комп'ютерна миша» слід використовувати для сценарію двійкової класифікації, причому класифікатор повинен перевіряти користувача на приналежність до класу «зловмисники». В такому сценарії середній відсоток випадків, коли зловмисника правильно не ідентифіковано як зареєстрованого користувача і в доступі відмовлено, становить 98.2% .

Результати двійкової класифікації користувачів з тестової частини «Balabit Mouse Challenge Data Set» на основі класифікатора, побудованого за даними навчальної частини бази даних «Balabit Mouse Challenge Data Set» за трьома типами дії миші (mouse movement – MM, point click – PC, drag-and-drop – DD) наступні: $CA = 61.27\%$ (MM), $CA = 60.41\%$ (PC) та $CA = 63.01\%$ (DD). Водночас, якщо за сценарієм аутентифікації класифікатор перевірятиме користувача на приналежність до класу «зловмисник» (параметр True Negative), то найінформативнішими є «mouse movement» дії: мінімальне значення $TN = 92.2\%$, максимальне значення $TN = 100\%$, середнє значення $TN = 98.5\%$. Отже, четвертий висновок: найінформативнішим параметром з трьох типів дій миші для задач аутентифікації за динамікою системи «користувач – комп'ютерна миша» є «mouse movement» дії миші (для сценарію перевірки класифікатором користувача на приналежність до класу «зловмисник»).

Інформативність параметрів курсорного почерку оцінювалась за допомогою інструмента «Rank» програмного середовища Orange. Внаслідок чого було отримано 11 найінформативніших ознак: 1) прискорення курсору мишки впродовж від початку руху до першої точки часу, де прискорення стає від'ємним; 2-3) максимальне та мінімальне значення кривизни траєкторії курсору мишки впродовж даної дії миші; 4-6) максимальне, мінімальне значення та середньоквадратичне відхилення швидкості зміни прискорення курсору мишки впродовж даної дії миші; 7) максимальне значення кутової швидкості курсору мишки впродовж даної дії миші; 8) середнє значення прискорення курсору мишки впродовж даної дії миші; 9) мінімальне значення кутової швидкості курсору мишки впродовж даної дії миші; 10) кількість критичних точок на траєкторії руху курсору мишки впродовж даної дії миші; 11) кількість взаємодій користувача з мишею, що містяться в даній дії миші.

Перелік джерел посилання: 1. Balabit Mouse Dynamics Challenge Data Set [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/balabit/Mouse-Dynamics-Challenge>. 2. Mouse Dynamics – Measurements on the Balabit Data Set [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ms.sapientia.ro/~manyi/mousedynamics>.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Онiщенко А.В, Семченко К.С.

Науковий керiвник – к.т.н. Иванова О.О.

Харкiвський нацiональний унiверситет рaдiоелектронiки
(61166, Харкiв, пр. Науки,14, каф. Комп'ютерної рaдiоiнженерiї
i систем технiчного захисту iнформацiї (КРiСТЗi),
тел. (057) 702-13-06, email: andrii.onishchenko@nure.ua.

The study review and comparative analys of existing methods of implementation of authentication systems for users of web-resources.

Иснує безлiч способiв програмно реалiзувати контроль доступу до електронних ресурсiв. Бiльшiсть таких способiв заснованi на процедурах iдентифiкацiї i аутентифiкацiї.

Iдентифiкацiя полягає в привласненнi кожному користувачевi системи iдентифiкатора. Iдентифiкатор – це спецiальна iнформацiя, яка ставиться у вiдповiднiсть користувачевi i повнiстю визначає його особистiсть для системи.

Аутентифiкацiя – це процедура перевiрки приналежностi пред'явленого iдентифiкатора користувачевi.

Наразi можна видiлити наступнi методи аутентифiкацiї користувачiв комп'ютерних мереж: фiксованi паролi, хешованi фiксованi паролi, одноразовi паролi, за допомогою вiдкритих ключiв, за допомогою сертифiкатiв, бiометрична аутентифiкацiя.

Проведемо порiвняльний аналiз зазначених методiв аутентифiкацiї за наступними критерiями: 1) вiдповiднiсть першому рiвню гарантiї аутентифiкацiї – вiдсутнiсть вимог конфiденцiйностi iдентифiкацiйних даних; 2) вiдповiднiсть першому рiвню гарантiї аутентифiкацiї – певний рiвень вимог конфiденцiйностi iдентифiкацiйних даних; 3) вiдповiднiсть першому рiвню гарантiї аутентифiкацiї – високий рi-вень вимог конфiденцiйностi iдентифiкацiйних даних; 4) складнiсть реалiзацiї системи з точки зору програмування, участi iнших сторiн/систем в реалiзацiї (оператор стiлькикового зв'язку, сертифiкуючий центр тощо), можливiсть iнтеграцiї системи в iншi системи тощо; 5) зручнiсть використання з боку користувача (необхiднiсть зберiгання паролiв, фiзичного контакту зi співробiтниками сервiсу, володiння фiзичними токенами тощо).

Як можна побачити з таблицi, забезпечують бiльш надiйний захист вiд зловмисникiв методи аутентифiкацiї за допомогою одноразових паролiв, вiдкритих ключiв, сертифiкатiв та бiометричних характеристики користувачiв. Проте всi цi методи аутентифiкацiї вимагають додаткового програмного, апаратного або програмно-апаратного устаткування.

Метод аутентифікації	1-й рівень гарантії аутентифікації	2-й рівень гарантії аутентифікації	3-й рівень гарантії аутентифікації	Складність реалізації	Зручність використання
Фіксований пароль	3	1	1	3	3
Хешований фіксований пароль	3	2	1	3	3
Одноразовий пароль	3	3	2	2	2
За допомогою відкритих ключів	3	3	3	1	1
За допомогою сертифікатів	3	3	3	1	1
Біометрія	3	3	2	2	2

Для web-ресурсів з великою кількістю користувачів вимоги використання додаткового устаткування для підвищення надійності аутентифікації є нераціональними з точки зору зручності використання, тому основним захистом більшості сучасних web-ресурсів є паролі, і насамперед, використання двофакторної аутентифікації. Перший етап такої аутентифікації – звичайна аутентифікація за допомогою пари «логін – пароль». Якщо сервер аутентифікації, розташований на web-ресурсі, приймає рішення про нелегітимність користувацької сесії, то він вимагає від користувача пройти другий етап аутентифікації. На цьому етапі користувачеві, наприклад, відсилається SMS на прив'язаний до акаунту номер смартфона або генерація другого паролю для входу на смартфоні. Якщо користувач ввів другий пароль вірно, сесія вважається повністю аутентифікованою, а якщо ні, то сесія втрачає «попередню» аутентифікацію. Обидва способи – відправка SMS і генерація паролю – докази володіння смартфоном і тому є фактором приналежності. Пароль, що вводиться на першому етапі, – фактор знання. Тому така схема аутентифікації двофакторна.

Таким чином, використання двофакторної аутентифікації дозволяє значно підвищити безпеку web-ресурсів.

Перелік джерел посилання: 1. Бурячок В.Л. Політика інформаційної безпеки: підручник. – К.: ПВП «Задруга», 2014. – 222 с. 2. Борсуковський Ю.В., Бурячок В.Л., Складаний П.М. Аналіз сучасних вимог до створення пароліних політик корпоративних користувачів. Сучасний захист інформації, 2016, 3, 72-76. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://journals.dut.edu.ua/index.php/dataprotect/article/view/709>. 3. Мытник К.Я., Панасенко С.П. Смарт-карты и информационная безопасность / под ред. В.Ф.Шаньгина. – М.: ДМК Пресс, 2019 – 516 с. 4. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам : учебное пособие – Москва: Горячая линия-Телеком, 2012. – 550 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ LMS ТА NLMS АЛГОРИТМІВ АКУСТИЧНОГО ШУМОЗАГЛУШЕННЯ

Тімофєєва Ю.М., Жалдаченко Д.С.

Науковий керівник – к.т.н. Іванова О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiCTЗІ),
тел. (057) 702-13-06, email: yuliia.timofieieva@nure.ua.

The aim of the work is to study the possibilities of reducing the noise (echo) in the input signal (speech + echo or noise) without losing the quality of the useful signal.

В останні роки подвійні мікрофонні системи (Dual Microphone System – DMS) стали популярним рішенням. DMS системи використовуються для різних експериментів з покращення мови та зменшення шуму, для оцінки відношення сигнал/шум (SNR) без припущення статистики шуму [1], придушення гучного нелінійного відлуння [2], зменшення кореляційного шуму за допомогою спектрального віднімання [3] та контролю залишкового шуму [4].

Наразі найпоширенішим рішенням для задач обробки сигналів є адаптивна фільтрація. Основна різниця між лінійною та адаптивною фільтрацією полягає в тому, що остання використовується для нестационарної обробки сигналів. Це особливо важливо для мовленнєвих сигналів, які здебільшого є нестационарними і змінюються в часі та/чи просторі.

Основна концепція адаптивного фільтра полягає у пошуку корекції адаптивного фільтра, яка залежить від адаптивних алгоритмів [5]. Залежно від швидкості збіжності, стабільності, надійності та інших, адаптивні алгоритми можна класифікувати наступним чином:

- 1) Least Mean Square (LMS),
- 2) Normalized Least Mean Square (NLMS),
- 3) Leaky Least Mean Square (LLMS),
- 4) Recursive Least Mean Square (RLMS).

У роботі розглянуто роботу подвійної мікрофонної системи для голосової аутентифікації при умовах зміни відстані між двома мікрофонами. Для більшої гнучкості та надійності використовуємо два всеспрямовані мікрофони. Для видалення шуму використовуємо адаптивний фільтр з двома адаптивними алгоритмами LMS та NLMS.

Алгоритми вибрані з врахуванням продуктивності: найменших затрат на обчислювальні потужності. Порівняння алгоритмів відбувалось при умовах зміни відстані між мікрофонами. При цьому оцінувалося покращення відношення сигнал/шум.

Аналіз результатів роботи алгоритмів LMS та NLMS для задач

зниження сторонніх шумів мовних сигналів дозволяє сформулювати наступні рекомендації щодо використання даних алгоритмів.

1. Алгоритми LMS та NLMS дозволяють отримати відмінні результати щодо шумозаглушення в діапазоні відстаней між мікрофонами 2 – 4 см.

2. Якщо вимоги до апаратної частини потребують мінімальні затрати на об'єм пам'яті і швидкість обробки, то пріоритет необхідно віддати LMS алгоритму, оскільки він потребує менш операцій, ніж NLMS.

3. Результуючі сигнали помилок після обробки з використанням NLMS алгоритму є більш переконливими, ніж сигнали після LMS обробки.

4. Аналіз літератури показує, що існуючі луна-детектори показують кращі результати при використанні NLMS алгоритму.

5. При розробці стаціонарних систем боротьби з луною та шумом (аутифікація у приміщеннях) необхідно отримати імпульсну характеристику конкретного приміщення. Оскільки акустична характеристика різних приміщень неоднакова, вона характеризується спектральним спадом, реверберацією. Характеристики приміщення необхідно враховувати при настройці фільтру.

Перелік джерел посилання: 1. N. Yousefian, P. C. Loizou, “A dual microphone algorithm that can cope with competing talker scenarios,” in IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, USA, 2013, vol. 21, Issue. 1, pp. 145-155. 2. O. Hoshuyama, Dual-microphone echo canceller for suppressing loud nonlinear echo, in IEEE International Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing, Japan, 2012, pp. 181-184. 3. M. Rahmani, A. Akbari, B. Ayad, M. Mazoochi, M. S. Moin, A modified Coherence based method for dual microphone speech enhancement, in IEEE International Conf. signal Processing and Communication, Dubai, 2007, pp. 225-228. 4. B. Zamani, M. Rahmani, A. Akbari, Residual noise control for coherence based dual microphone speech enhancement, in ICCEE International Conf. Computer and Electrical Engineering, 2008, pp. 601-605. 5. Monson H. Hayes, Adaptive filtering” in Statistical Digital Signal Processing and Modeling, Ed. New York: Wiley, 1996, pp. 493-554.

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ РІШЕНЬ В ОБЛАСТІ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ

Тімофєєва Ю.М., Лисенко Б.С.

Науковий керівник – к.т.н. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Комп'ютерної радіоінженерії
і систем технічного захисту інформації (КРiCTЗІ),
тел. (057) 702-13-06, email: bohdan.lysenko1@nure.ua.

In this work the author review the commercial authentication systems based on keystroke dynamics recognition algorithms.

Одним з найбільш відомих комерційних рішень в області безперервної фонові аутентифікації користувачів за клавіатурним почерком є продукт BehavioWeb компанії BehavioSec [1]. Для аналізу поведінки користувача в ньому використовуються ритм і швидкість набору тексту, а також сила натискання на клавіші. Програмне забезпечення вбудовується в web-сайт або web-додаток. Розробники звертають увагу на те, що їх рішення аналізує зміну характеристик динаміки вводу користувачем текстів з плином часу і періодично оновлює модель користувача. Однак, використовувані для цього алгоритми складають комерційну таємницю і невідомі.

Не менш популярним рішенням є продукт KeyTrac [2], що дозволяє здійснювати в фоновому режимі як аутентифікацію, так і ідентифікацію користувачів комп'ютера, ґрунтуючись на динаміці вводу текстів на клавіатурі. Дані користувачів (часові параметри клавіатурного почерку) записуються і відправляються на сервер компанії, де відбувається їх порівняння з побудованою раніше моделлю. При цьому побудова моделі користувача може здійснюватися на будь-якому довільно вводимому тексті, а не тільки при багаторазовому введенні одних і тих же фраз. Розробники системи стверджують, що їх рішення є стійким до зміни використовуваної мови введення, а також до зміни використовуваного обладнання. Використовувані для цього алгоритми, а також методи побудови моделі і подальшої класифікації не називаються.

Іншим відомим рішенням, що здійснює безперервний аналіз динаміки роботи користувачів з клавіатурою комп'ютера, є продукт KeystrokeID компанії ID Control [3]. Для аналізу тут використовуються такі характеристики набору, як проміжки часу між натисканням і відпусканням однієї клавіші і проміжки часу між двома послідовними натисканнями різних клавіш. Спочатку модель навчається при введенні користувачем логіна і пароля, далі відбувається донавчання на даних фонові роботи користувача. Використовувані при цьому алгоритми не розкриваються.

Даний продукт простий у використанні і використовується для захисту комп'ютерів користувачів від мережевих атак.

Цікавим рішенням є продукт компанії Scout Analytics [4], який використовується для коректної аутентифікації користувачів системи зберігання і перегляду електронних публікацій. Він дозволяє запобігти написанню відгуків про публікації різними людьми з одного акаунту, тим самим допомагаючи скласти більш чесну і об'єктивну оцінку публікацій. Для аналізу використовуються код натиснутої клавіші, тип події (натискання/відпускання), а також час події, що сталася. Далі у якості інформативних ознак клавіатурного почерку виступають тривалості натискань на окремі клавіші клавіатури, тривалості пауз при натисканні двох або трьох клавіш, а також різні статистики від даних величин (середнє значення, медіана, середньоквадратичне відхилення, максимум, мінімум і т.д.). В якості класифікатора використовується нейронна мережа. Модель поведінки користувача будується на підставі його поведінки за останні 60 днів (тим самим, кожен день відбувається оновлення моделі). Також, для додаткового статистичного аналізу використовується інформація про пристрій, з якого був здійснений вхід на сайт, та використана при цьому IP-адреса.

Одним з останніх, що з'явилися на ринку рішень в області безперервної аутентифікації користувачів за клавіатурним почерком, є продукт TypingDNA [5]. Розробники пропонують використовувати дане рішення в навчальному процесі: протягом семестру студенти працюють за комп'ютерами під час занять, в той час як у фоновому режимі відбувається збір даних динаміки їх роботи з клавіатурою комп'ютера і навчання персональних моделей на цих даних. Під час контрольних заходів також проводиться збір даних і зіставлення цих даних з побудованими раніше моделями. Таким чином, вдається виявити недобросовісних студентів, що виконують контрольні роботи несамоостійно. Друга область застосування даного продукту – захист клієнтів online банківських систем від несанкціонованого доступу сторонніх осіб до їх облікових записів. В якості інформативних параметрів виступають тривалості натискань, а також тривалості пауз для 44 найбільш часто використовуваних користувачем диграфів. Розробники гарантують високу якість роботи системи за умови, що для побудови моделі користувачем було надруковано на клавіатурі без тривалих пауз не менше 100 символів.

Також набирає популярність комерційне рішення KeystrokeDNA [6], розробники якого дозволяють вбудовувати його в будь-який web-додаток і радять використовувати даний продукт для захисту комп'ютерів користувачів від мережевих вторгнень. При цьому, для аналізу поведінки користувачів використовуються ритм і швидкість набору тексту. Розробники даного рішення заявляють про стабільність його роботи як при зміні мови введення, так і при зміні використовуваної клавіатури.

Проведений огляд індустріальних рішень в області аутентифікації користувачів комп'ютерних мереж за клавіатурним почерком дозволяє зробити наступні висновки.

1. Аутентифікація користувачів за динамікою їх роботи з клавіатурою персонального комп'ютера (ноутбука) є досить перспективним напрямком досліджень, і в першу чергу використовується для захисту комп'ютерів користувачів від доступу зловмисників.

2. Механізми динамічної аутентифікації користувачів можуть як використовуватися для запобігання несанкціонованому доступу до веб-сайтам (в даному випадку буде здійснюватися web-збір даних), так і вбудовуватися в додатки користувачів або використовуватися як самостійні рішення (при цьому дані будуть збиратися за допомогою локального збирача).

3. Розробники відзначають, що з часом модель користувача застаріває, тому її періодично необхідно перебудовувати. Також варто звернути увагу на те, що при зміні використовуваної мови введення, а також при зміні використовуваної апаратури якість розпізнавання зменшується, що також необхідно враховувати. У деяких продуктах системним адміністраторам надаються багатофункціональні інструменти моніторингу активності користувачів в режимі online, що включають в себе перегляд різних графіків ризиків і аномалій, автоматичне складання звітів, а також надається можливість гнучкого налаштування і швидкого коректування політик доступу. Розглянуті комерційні рішення підтримуються всіма найбільш поширеними сьогодні браузерами та операційними системами.

Перелік джерел посилання: 1. BehavioSec. Integrate Behavior Biometrics Authentication [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.behaviosec.com>. 2. KeyTrac. Keyboard biometrics made simple for you [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.keytrac.net>. 3. KeystrokeID [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.idcontrol.com/keystrokeid>. 4. ScoutAnalytics [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://my.scoutanalytics.com>. 5. TypingDNA. Recognize people by the way they type [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.typingdna.com>. 6. KeystrokeDNA. Biometric authentication as a service [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://keystrokedna.com>.

УДК 004.03+654.1

**ПРИСТРОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ
СИСТЕМ**

ПРИЧИНИ ПОЯВЛЕННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ В ІОТ-ПРИСТРОЯХ ТА СПОСОБИ ЇХ УСУНЕННЯ

Дух Я.В., Казьміна Д.Р.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. ЕОМ, тел. (057)-702-13-54)

e-mail: yana.dukh@nure.ua, daryna.kazmina@nure.ua

Security is the main criterion of any IoT device. This applies to both software and hardware. The proliferation of IoT devices has caused an increase in demand for them, and this has required accelerating the production process. And as companies began to turn to various third parties, the development of systems began to take place in geographically distant places. Such changes entail a serious security problem - even if the company purchases the necessary equipment from trusted suppliers, there is no guarantee that somewhere in the supply chain there is no modification of the device, and the hardware is not harmful.

Інтернет речей – концепція обчислювальної мережі фізичних предметів («речей»), оснащених вбудованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем, яка розглядає організацію таких мереж як явище, здатне перебудувати економічні та суспільні процеси, що виключає з частини дій і операцій необхідність участі людини.

Безпека є основним критерієм будь-якого IoT пристрою. Це стосується як програмного забезпечення, так і апаратного. Поширення IoT пристроїв викликало збільшення попиту на них, а це вимагало прискорення виробничого процесу. І оскільки компанії стали звертатися до різних третіх осіб, то розробка систем стала відбуватися в географічно віддалених одне від одного місцях. Такі зміни тягнуть за собою серйозну проблему безпеки – навіть якщо компанія закуповує необхідне обладнання у довірених постачальників, немає гарантії, що в якомусь місці ланцюжка поставок не відбулася модифікація пристрою, а те апаратне забезпечення не є шкідливим [1].

За даними на початок 2021 року об'єм ринку IoT практично досяг 742 млрд доларів. Загальна кількість підключених до інтернету пристроїв оцінюється на поточний момент в 30 з гаком мільярда. Після цього аналітичне агентство IHS Markit прогнозує нелінійний зростання до 125 мільярдів пристроїв до 2030 року. Такий обсяг виробництва цілком можливий, але вже зараз ударні темпи випуску IoT-пристроїв досягаються переважно за рахунок найдешевших «китайських» девайсів, при розробці яких про безпеку думали в останню чергу.

За даними дослідження Palo Alto Networks, 57% розумних пристроїв схильні до атак середньої і високої ступенів небезпеки. Згідно Gartner, близько 20% організацій зазнали принаймні одну атаку на пристрої

інтернету речей за останні три роки. Statista проорокує, що до 2025 року число підключених розумних пристроїв у всьому світі досягне 75 мільярдів, а число атак на них зросте приблизно в п'ять разів [2].

Отже, причинами появи вразливостей у Інтернеті речей можуть бути наступні компоненти:

1. Мережа – те, що робить IoT-пристрій зручним для використання, - можливість віддаленого і централізованого управління з будь-якої точки світу - є і найбільшою загрозою безпеці. Як варіант усунення цієї проблеми можна під час налаштування або вже використання пристрою заборонити видимість для невідомих мереж та закрити усі мережеві порти для використання невідомим мережам.

2. Програмне забезпечення – установка патчів безпеки на пристрої Інтернету речей може викликати багато складнощів. Мало того, що оновлення працюючого обладнання – справа ризикована, так ще і багато виробників взагалі не випускають оновлення ПЗ. Проблема складна і дуже не зручна, але є два рішення: перше – випуск патчів безпеки із закритим вихідним кодом, друге – кожний користувач IoT-пристрою розробляє власні патчі безпеки. І у порівнянні із другим варіантом, перший здається не таким складним.

3. Хмарні сервіси – на даний час IoT-системи практично повністю залежать від хмарних сервісів. Згідно з опитуванням «2018 Cloud Computing Survey», 34% керівників IT та ІБ-служб стурбовані питаннями безпеки хмарних сервісів і зберігання даних. Рішення цієї проблеми просте, але дуже дієве – для різних типів даних та файлів, що зберігаються у хмарному середовищі або сервісі застосовувати власні типи шифрування, особливо для тих даних, що зберігаються у вигляді простого тексту.

4. Застосунки та веб-сервіси – проблеми такі ж самі, як у хмарних сервісах та мережі. Отже, і рішення повинні бути саме такими, як і у перелічених компонентах.

5. Фізичні вразливості – жодна з комп'ютерних заходів безпеки не допоможе, якщо до пристрою є фізичний доступ, а тому треба постійно перевіряти роботу постачальників IoT-пристроїв.

Список використаної літератури:

1. Prashast S. FirmFuzz: Automated IoT Firmware Introspection and Analysis. / Prashast Srivastava, Hui Peng, Jiahao Li, Hamed Okhravi, Howard Shrobe, and Mathias Payer // In Proceedings of the 2nd International ACM Workshop on Security and Privacy for the Internet-of-Things (IoT S&P'19). 2019, ACM, New York, NY, USA, 15-21. doi: <https://doi.org/10.1145/3338507.3358616>.

2. Kolehmainen S. Security of firmware update mechanisms within SOHO routers / Kolehmainen S. // University of Jyväskylä, Finland 2019, pp. 3-97.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН 60 ГГц В УСЛОВИЯХ ЯСНОЙ ПОГОДЫ

Горбовцова И.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Мерзликин А.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. РТИКС)

e-mail: inna.horbovtsova@nure.ua

This report presents studies of the propagation of millimeter-wave radio waves at a frequency of 60 GHz in clear weather conditions in the spring month of May. The results and signal level and modulation depth in a two-day measurement period are given.

На распространение радиоволн ММ диапазона самое большое влияние осуществляют осадки в особенности дождь. Но и в ясную погоду распространение радиосигнала происходит не идеально, так как в окружающей среде всегда есть взвешенные частицы которые влияют на рассеивание радиоволн ММ диапазона 60 ГГц.

Во время проведения нашего исследования мы использовали оборудование MikroTik. Две точки доступа приемо-передачи данных Wireless Wire. Это устройство работает в стандарте 802.11 ad. Данный диапазон использует высокочастотный диапазон радиоволн. Для примера: если стандарты 802.11 n и 802.11 ac используют частоты 5 ГГц то стандарт ad работает на частоте 60 ГГц. Благодаря этому можно передавать и принимать данные в больших объемах и с более высокой скоростью чем в предыдущих стандартах. Но из-за высокой частоты мы теряем возможность устанавливать антенны на больших расстояниях друг от друга.

Устройство MikroTik имеет в доступе 3 канала: 58.32, 60.48 и 62.64 ГГц. Каждый канал имеет ширину в 2.16 ГГц. На практике этих трех каналов более чем достаточно для корректной работы устройства с стандартом 802.11 ad. В качестве антенны используются фазированная решетка с углом охвата 60 градусов. На рисунке 1 изображена антенна которая установлена в устройстве.

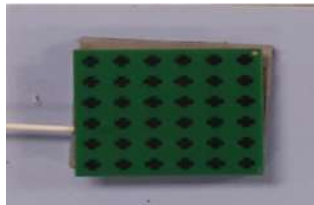


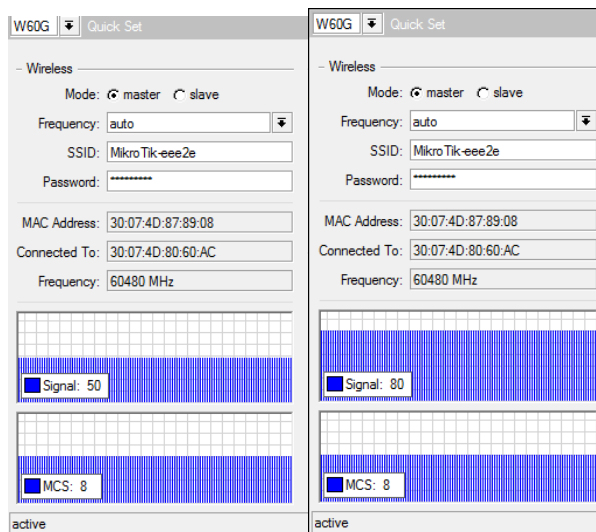
Рисунок 1 - AP Antenna (SEMCO)

Опыт проводился в течении двух дней в весенний месяц май в ясную погоду.



Рисунок 2 – Погодные условия: слева день первый, справа день второй

Осадков в эти дни не было. Расстояние между точками доступа было 100 метров. Ниже приведены результаты исследования в первый день уровень сигнала не превышал значения в 50%. Во второй день уровень сигнала стал выше и составил 80%. Обосновывается это более высокой влажностью.



Подводя итоги, можно сказать, что работа радиомоста на частоте 60 ГГц крайне нестабильна. Для расчета готовности и постоянно стабильной работы необходимо проводить годовые исследования распространения радиоволн ММ диапазона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Millimeter wave technology in wireless PAN, LAN, and MAN/ Под ред. Xiao, Shao-Qiu et al. – CRC Press, 2008. 2. Шахнович И. Персональные беспроводные сети стандартов IEEE 802.15.3 и 802.15.4 – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2004, № 6, С.32-36. 3. Викулов И. 4-мм системы связи. Начало реализации. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2009.

НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ САЙТА NURE

Ионов Г.П.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Битченко О.Н.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. РТИКС, тел. (057) 702-14-44)
e-mail: heorhii.ionov@nure.ua

In today's digital world, testing has become an integral part of the life cycle of any software product, be it a user interface or a critical system.

Since programming, like any human activity, is impossible without errors, it is important to correctly set requirements for a software product, plan its development stages and test goals.

В современном мире цифровых технологий, тестирование стало неотъемлемой частью жизненного цикла любого программного продукта, будь то предназначенный для пользователя интерфейс или критическая система.

Всього було розроблено 9 скриптів (програм) навантажувального тестування сайту NURE:

Програма UC01_ChangeLanguage імітує дії користувача при зміні мови на сайті NURE, всього на сайті доступні 3 мови: українська, російська та англійська.

Програма UC02_Search імітує дії користувача який використовує пошук по сайту NURE.

Програма UC03_UNIVERSITY імітує дії користувача при послідовному переході користувача з головної сторінки на вкладку UNIVERSITY і далі на вкладку ABOUT_UNIVERSITY.

Програма UC04_APPLICANTS імітує дії користувача при послідовному переході користувача з головної сторінки на вкладку APPLICANTS і далі на вкладку EDUCATION_IN_ENGLISH.

Програма UC05_STUDENTS імітує дії користувача при послідовному переході користувача з головної сторінки на вкладку STUDENTS і далі на вкладку Timetable_of_Classes.

Програма UC06_SCIENCE імітує дії користувача при послідовному переході користувача з головної сторінки на вкладку SCIENCE і далі на вкладку SCIENCE_Topic.

Програма UC07_EDUCATION імітує дії користувача при послідовному переході користувача з головної сторінки на вкладку EDUCATION і далі на вкладку SCIENTIFIC_LIBRARY.

Програма UC08_PRESS_CENTER імітує дії користувача при послідовному переході користувача з головної сторінки на вкладку PRESS_CENTER і далі на вкладку PRESS_SERVICE.

Програма UC09_CONTACTS імітує дії користувача при послідовному переході користувача з головної сторінки на вкладку

CONTACTS і далі на вкладку ABOUT_UNIVERSITY.

В каждой программе открываются одна либо несколько дополнительных вкладок, которые не удовлетворяют рекомендованной скорости открытия вкладки сайта, в 2...3 секунды.

Результаты работы программ приведены в итоговой таблице

Название транзакции	Среднее значение отклика в	Результат
UC01 ChangeLanguage RU	6,002	Неудовлетворительно
UC01 ChangeLanguage EN	2,821	Удовлетворительно
UC01 ChangeLanguage UA	3,864	Неудовлетворительно
UC02 Search	8,098	Неудовлетворительно
UC03 NURE	6,059	Неудовлетворительно
UC03 UNIVERSITY	1,671	Удовлетворительно
UC03 ABOUT UNIVERSITY	1,976	Удовлетворительно
UC04 NURE	6,062	Неудовлетворительно
UC04 APPLICANTS	1,658	Удовлетворительно
UC04 EDUCATION IN ENGL	0,698	Удовлетворительно
UC05 NURE	6,535	Неудовлетворительно
UC05 STUDENTS	1,799	Удовлетворительно
UC05 Timetable of Classes	3,946	Неудовлетворительно
UC06 NURE	6,035	Неудовлетворительно
UC06 SCIENCE	1,601	Удовлетворительно
UC06 SCIENCE Topic	34,454	Неудовлетворительно
UC07 NURE	6,089	Неудовлетворительно
UC07 EDUCATION	3,036	Неудовлетворительно
UC07 SCIENTIFIC LIBRARY	34,753	Неудовлетворительно
UC08 NURE	5,878	Неудовлетворительно
UC08 PRESS CENTER	1,699	Удовлетворительно
UC08 PRESS SERVICE	34,892	Неудовлетворительно
UC09 NURE	6,005	Неудовлетворительно
UC09 CONTACTS	1,753	Удовлетворительно
UC09 ABOUT UNIVERSITY	1,975	Удовлетворительно

Результаты нагрузочного тестирования показали, что большинство протестированных частей сайта NURE нуждаются в совершенствовании, с целью улучшения быстродействия и стабильности работы.

Список использованной литературы:

1. Software testing help. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.softwaretestinghelp.com/types-of-software-errors/>
2. Терминология в нагрузочном тестировании. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.protesting.ru/automation/load/terminology.html>
3. Подводные камни в нагрузочном тестировании. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://2016.heisenbug-moscow.ru/talks/spisok-pokupok-chno-nuzhno-ne-zabyt-pri-zapuske-jmeter-testov/>

ПОКРОКОВЕ НАЛАШТУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ

Шабатура Д.С

Науковий керівник – Бітченко О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. РТІКС, тел. (057) 702-14-44)

e-mail: dmytro.shabatura@nure.ua

Currently, wireless technology is experiencing a real boom in its development. This is mainly due to the strong entry into our lives of smartphones, tablets and netbooks, which for full use require constant access to the Internet.

В даний час технологія бездротового зв'язку переживає справжній бум свого розвитку. В основному це пов'язано з міцним входом в наше життя смартфонів, планшетних комп'ютерів і нетбуків, які для повноцінного використання вимагають постійний доступ до мережі інтернет.

Крім цього, в промисловості, сільському господарстві і в військовій сфері назріває необхідність в організації надійних систем управління розподіленими об'єктами і об'єднання їх в глобальну мережу. Подібні тенденції спостерігаються в усьому світі і ведуть до неминучого розвитку бездротових технологій зв'язку.

Основою будь-якої бездротової мережі служить її протокол. Як правило, протокол регламентує топологію мережі, маршрутизацію, адресацію, порядок доступу вузлів мережі до каналу передачі даних, формат переданих пакетів, набір керуючих команд для вузлів мережі і систему захисту інформації. система керування параметрами

Покрокове налаштування перетворювача частоті відбувається за допомогою смартфона по протоколу WiFi. Тобто для мікроконтролера розроблене програмне забезпечення як для серверної частини, так і web оболонка. За допомогою web оболонки відбувається взаємодія користувача с системою перетворювача частоти, навантаженням якого може бути двигун, вентилятор та інші електромеханічні пристрої. На рисунку 1 представлена структурна схема, на прикладі обміну даними між клієнтом та перетворювачем частоти.

Схему системи можливо розділити на 3 частини:

- блок перетворювача частоти (ПЧ);
- блок плати WiFi RS-485;
- клієнт.

Мікроконтролер є пристроєм збору, і обробки даних з блоків периферії, силової частини та привідного механізму.

Блок плати WiFi RS-485 відповідає за взаємодію користувача з програмним забезпеченням системи перетворювача частоти.

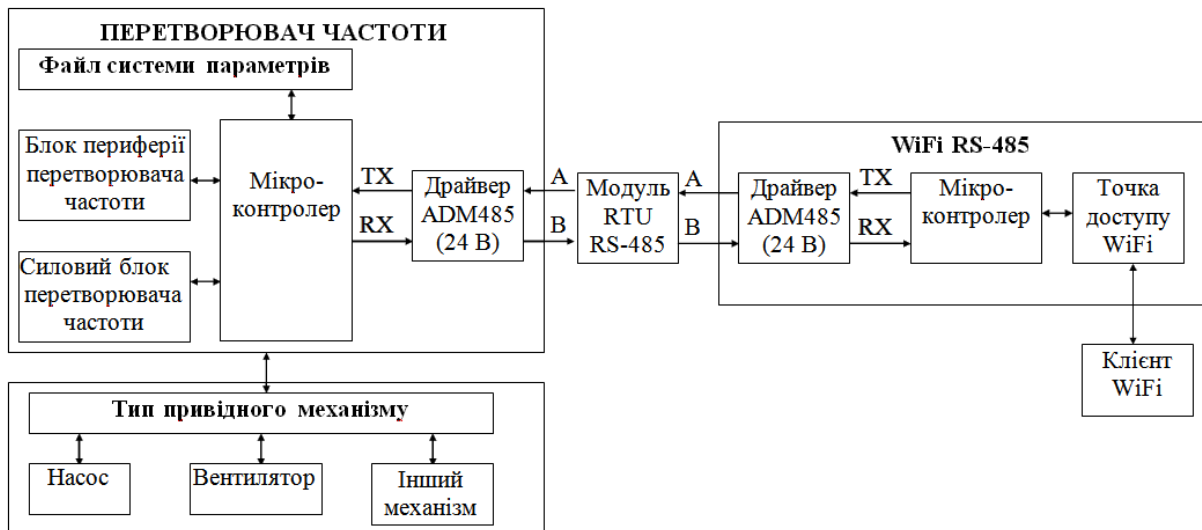


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Перелік використаної літератури:

1. Dogan Ibrahim, Ahmet Ibrahim. The Official ESP32 Book. 1st Publisher, 2019 – 90 с.
2. А. И. Колыбельников. Обзор технологий беспроводных сетей. МФТИ, 2012 – 27 с.
3. Трофимов А. С. Современные беспроводные технологии. МАИ, 2017 – 18 с.
4. Троцкий А. В. Преобразователи частоты. СТА, 2009 – 214 с.
5. Джордж Томас. Введения в протокол Modbus. СТА, 2007 – 55 с.

РОЗУМНИЙ ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД

Койдан А.А., Холодов С.Є., Васильєв О.В.

Науковий керівник –Ганшин Д.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки,14, каф. РТІКС, тел. (057) 702-14-44)

e-mail: anastasiia.koidan@nure.ua

The essence of our project is to implement a smart pedestrian crossing, where a person, a car and a light indication interact with each other to prevent accidents. Since recently, the percentage of deaths and injuries of pedestrians at pedestrian crossings has been studied.

Безпека на дорогах в наш час залишається актуальною темою, особливо безпека пішоходів. В Україні статистика ДТП (дорожньо-транспортні пригоди) з 1.01.2021 по 31.01.2021 відображає що 90% ДТП з загиблими та /або травмованими складає в розділі автопригоди “наїзд на пішохода” . За період 1.1.2020-31.12.2020 в розділі автопригоди “наїзд на пішохода” складає також 90% ДТП з загиблими та /або травмованими [1].

Статистика показує що великий процент травмованих в ДТП при наїзді на пішохода. Ця проблема існує не тільки в Україні а й у світі, оскільки в ЕС та державах СНГ розробляються системи Unlight, Helious, The Starling Crossing (Umbrellium) для запобігання наїзду на пішохода на пішохідних переходах на вулицях міста [2].

Системи що розробляються призначені для міських умов, тобто добре освітленні вулиці, швидкість руху в населених пунктах обмежена до 50 км/год. В Україні багато населених пунктів знаходяться біля або вздовж автомобільних доріг які в темну пору доби погано освітлені, інтенсивність руху велика. Швидкісний режим на автомобільних дорогах складає 90 км/год з окремими проїзними частинами 110 км/год [3].

В додаток до цих факторів додається втома водіїв, що призводить до втрати уваги водія та збільшення часу на реагування для запобігання ДТП.

Нами був розроблений макет системи РПП (розумний пішохідний перехід) (рис. 1) попередження пішоходів про наближення автомобіля до пішохідного переходу яка забороняє або дозволяє переходити дорогу, водночас з цим система попереджає водія при наближенні до пішохідного переходу про наявність або відсутність пішоходів на пішохідному переході, що дає можливість заздалегідь підвищити увагу водія, та при необхідності почати знижувати швидкість для запобігання наїзду на пішохода.

Для реалізації макету системи РПП використовували мікроконтролер ESP-8266, інфрачервоні датчики руху, далекоміри та світлові індикатори для відображення про наявність пішоходу на переході для водія та приближення автомобілю до переходу для пішоходу.

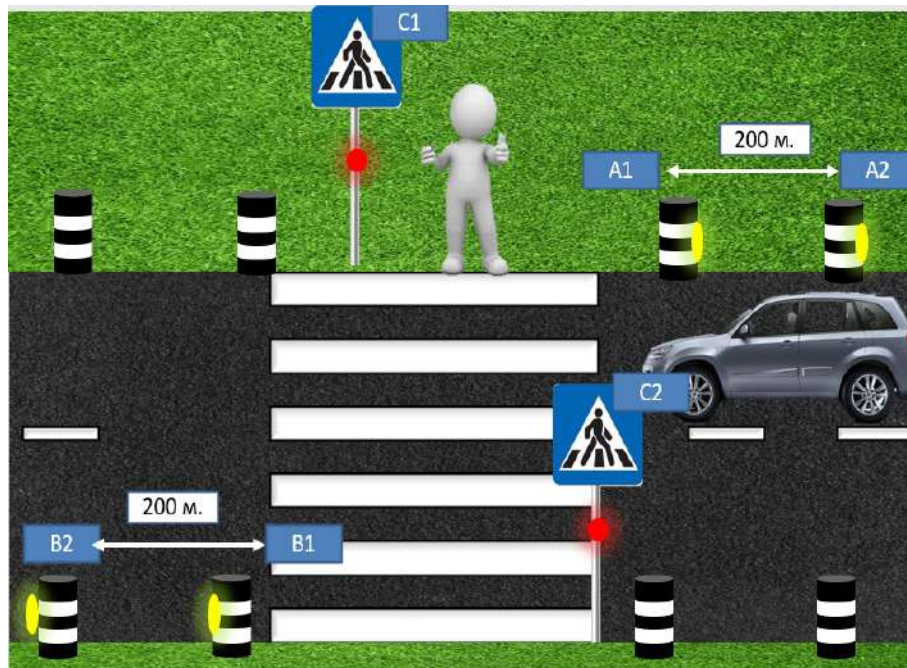


Рисунок 1 - Макет системи “розумний пішохідний перехід”

Система РПП приймає рішення за таким алгоритмом:

Режим очікування при відсутності пішоходу на пішохідному переході та відсутність наближення автомобіля.

При фіксації пішоходу на переході, визначається приближення автомобіля, якщо автомобіль не знаходиться між точками В2 та А2 вмикається світлова індикація між точками В2 - В1 та А1 - А2, що попереджають автомобіль про наявність пішоходу на переході, та вмикається світлова індикація С1, С2 для пішоходу яка дозволяє переходити перехід.

При фіксації автомобіля системою на пішохідному переході спрацьовує світлова індикація про наближення автомобіля на пішохідному переході, та при відсутності пішоходів на переході вмикається світлова індикація С1, С2 заборони на перехід.

Система приймає рішення дозволяти пішоходу перетинати перехід чи забороняти в залежності від дистанції автомобіля до переходу, якщо автомобіль знаходиться до точки А2 чи В2, тобто він не знаходиться між точками В2,В1,А1,А2 в цьому випадку світло індикатори С2 С1 дозволяють пішоходу перетинати перехід.

Розроблена система допоможе зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод за участю пішоходів, та підвищити безпеку на автомобільних дорогах за межами міста. Також це система дозволяє більш раціонально розподіляти пропускну спроможність транспортного вузла.

Список використаних джерел: 1. <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>. 2. <https://umbrellium.co.uk>. 3. <http://pdd.ua/ua/12/>.

ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ ПРИЛЕВНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Макушев І.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Аллахверанов Р.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел.: (057)702-14-86

E-mail: illia.makushev@nure.ua

The paper describes the advantages and disadvantages of near-land power plants in comparison with nuclear and thermal power plants. The work is relevant because in Ukraine and in the world there is a tendency for the efficient use of renewable energy sources.

На сьогодні у світі існує велика кількість проблем, одна з яких пов'язана з нестачею енергоресурсів. Енергонезалежність кожної країни є запорукою її розвитку та процвітання. Сьогоднішня енергетика, у більшості країн світу пов'язана з використанням корисних копалин, що суттєво забруднюють навколишнє середовище. Якщо темп використання корисних копалин буде й надалі збільшуватись, то катастрофа неминуча.

Альтернативою, що зменшить навантаження на природу є використання нових видів електростанцій, які не призводять до забруднення навколишнього середовища. Одна з видів таких електростанцій це – приливна електростанція, принципом роботи якої є використання енергії приливів. Враховуючи той факт, що коливання води біля берега може скласти навіть 18 метрів, то стають зрозумілі можливості використання цих електростанцій.

Для отримання електроенергії з використанням припливу, затоку перекивають греблею, в якій встановлюють гідроагрегати, які можуть працювати як в режимі генератора, так і в режимі насоса. Отримана від генераторів електроенергія обертає насоси для додаткової закачування води у водосховищі і подальшої роботи станції під час відсутності припливів і відливів. Окрім технології приливних гребель також використовують генератори приливного потоку.

В якості переваги над іншими електростанціями слід зазначити певну екологічність та низьку вартість виробництва. Але є суттєві мінуси, що пов'язані в першу чергу з значною вартістю будівництва такої електростанції та значних змін протягом доби її потужності. Останній мінус вказує на те, що використання приливних електростанцій можливе лише при умові, що електростанція буде працювати тільки в складі енергосистеми, яка має достатню потужність електростанцій інших типів. Також слід зазначити, що приливні електростанції теж впливають на екологію, хоча і в меншій мірі ніж АЕС та ТЕС. Хвильові електростанції заважають нормальному обміну прісної води і солоної, тим самим впливаючи на фауну.

На сьогодні кількість країн що проектують та будують приливні

електростанції зростає, що в першу чергу пов'язане зі збільшенням в країнах потреб в енергоресурсах та покращення екологічної ситуації. Враховуючи зменшення кількості корисних копалин, та підвищення цін на енергоресурси можемо стверджувати, що кількість приливних електростанцій та кількості електроенергії яку вони виробляють буде постійно збільшуватись, що безумовно позитивно вплине на екологічну ситуацію у світі та допоможе в деякій мірі вирішити проблему нестачі енергоресурсів у світі.

Список використаних джерел:

- 1) Белей В.Ф., Паршина В.Ф. Система энергетического менеджмента. Стандарт SO 50001// Грозненский естественнонаучный бюллетень 2020.
- 2) Плотиных ГЭС, микроГЭС ... 769 р. 19. Церерин Ю.А. Нетрадиционная энергетика 2007г.
- 3) Безруких П.П. Ресурси і ефективність використання відновлюваних джерел енергії / П.П. Безруких, Ю.Д. Арбузов. – Ст. П.: Наука, 2002. – 320 с.

ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАКУУМНОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА

Рудакова Г.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Аллахверанов Р.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел.: (057)702-14-86)
E-mail: hanna.rudakova@nure.ua

The paper investigates the installation of solar collectors, the feature of which is the use of mirrors placed to the work surface at an angle of 45 degrees, this is the most optimal angle for effective increase of efficiency for this type of installation.

Сонячний колектор – це пристрій для збору теплової енергії Сонця і передачі її теплоносію. Зазвичай застосовується для потреб гарячого водопостачання та опалення приміщень. Система сонячного водонагрівача, окрім самого сонячного колектора, включає також додаткові елементи: бак-акумулятор, циркуляційний насос, регулюючий прилад тощо.

Основним критерієм, який визначає ефективність сонячного колектора, є коефіцієнт його оптичної ефективності або оптичний ККД. Чим вищий цей коефіцієнт, тим ефективнішим є сонячний колектор – більше сонячної енергії перетворюється в теплову енергію.

Колектори поділяються на два види:

- плоскі;
- вакуумні колектори.

Дані системи, перш за все, застосовуються для нагріву води в період найбільш високої сонячної активності, тобто влітку. Використовуючи колектори, вдається значно скоротити витрати, що відводяться для нагріву води. Економія на енергоресурсах при використанні гарячої води становить приблизно 70%. У випадку з опаленням будинку, даний показник дорівнює 30%.

Наше основне завдання – збільшити оптичний ККД вакуумного сонячного колектора, який зображений на рисунку 1.1.

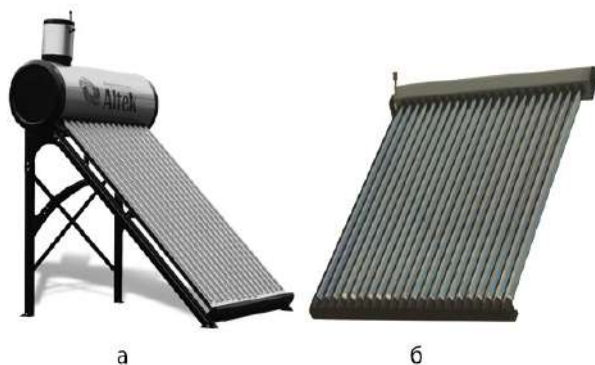


Рисунок 1.1 – Наочне зображення сонячного колектора (а)
та його робочої поверхні (б)

Для цього ми використовуємо найкращий відбивач світла – дзеркало, воно відбиває більш ніж 90% світла, що падає на робочу частину колектора зображену на рисунку 1.1(б).

Принцип дії колекторів трубчастої конструкції:

- сонячна енергія, проходячи крізь вакуумну трубку, поглинається, тим самим перетворюючись на теплову енергію;
 - далі тепло передається робочій рідині теплообмінника;
 - нагріта вода надходить в бак-накопичувач по одній з двох труб.
- Холодна вода подається для нагріву.

За допомогою дзеркала, розташованого до робочої поверхні під певним кутом, ми маємо можливість зібрати більше падаючого сонячного проміння.

На рисунку 1.2 наведена схематичне зображення фокусуєчих дзеркал установки.

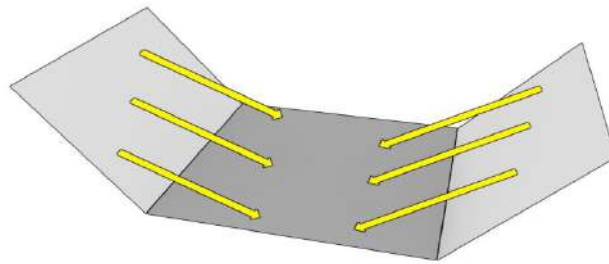


Рисунок 1.2 – Схематичне зображення фокусуєчих дзеркал установки

Як бачимо з рисунку 1.2 робоча поверхня і дзеркала зображені в формі прямокутників, дзеркала розміщені до робочої поверхні під кутом 45 градусів, це найбільш оптимальний кут для ефективного збільшення ККД для данного типу установки.

Список літератури:

1. Безруких П.П. Ресурси і ефективність використання відновлюваних джерел енергії / П.П. Безруких, Ю.Д. Арбузов. – Ст. П.: Наука, 2002. – 320 с.
2. В. Германович, А. Турилин. Альтернативные источники энергии и энергосбережение : практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2014. — 317 с.
3. Сибикин Ю.Д., Сибикин М. Ю. Технология энергосбережения / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Инфра-М, 2018. – 336 с.

УПРАВЛІННЯ ПОТУЖНІСТЮ ВЕУ ПРИ ПОСТІЙНІЙ ЧАСТОТІ ОБЕРТАННЯ

Перебийніс Д.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Аллахверанов Р.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел.: (057)702-14-86)

E-mail: denys.perebyinis@nure.ua

In this article the author considered the potential for the development of wind energy. Described the installation sites, ways to control the power of wind turbines at constant speed, their advantages and disadvantages.

Вітроенергетика за останні кілька десятиліть виділилася в ряді країн в окремі галузі енергетичних господарств, що успішно конкурують з традиційною енергетикою. Основна увага приділяється вітроенергетичним установкам (ВЕУ) середньої і великої потужності в складі мереж розподілу і передачі електроенергії. Вітроенергетика має високий потенціал використання у сільському господарстві, так як вітрові станції доцільно ставити на відкритих місцевостях.

При цьому використовують наступні основні способи управління потужністю вітроенергетичної установки (ВЕУ):

- ВЕУ, що працює при постійній частоті обертання вітроколеса;
- ВЕУ, що працює при декількох фіксованих частотах обертання вітроколеса шляхом перемикання обмоток генератора;
- ВЕУ, що працює при декількох фіксованих частотах обертання вітроколеса шляхом перемикання передавального відносини мультиплікатор;
- ВЕУ, що працює при змінній частоті обертання зі зміною установчого кута лопатей вітроколеса або зміною геометричних розмірів вітроколеса;
- ВЕУ, що працює при змінній частоті обертання з регулятором потужності.

Необхідність регулювання потужності в вітроенергетичної установки можна пояснити особливістю аеродинамічної характеристики вітроколеса.

На рисунку 1.1 показана типова залежність аеродинамічній потужності вітроколеса від частоти обертання для різних швидкостей вітру. При цьому видно, що для кожної швидкості вітру існує певна частота обертання, при якій потужність вітроколеса максимальна.

Найбільш простим в реалізації є спосіб управління потужністю при постійній частоті обертання. Як приклад використання такого способу можна навести конструкцію ВЕУ, в якій ротор вітроколеса безпосередньо або через мультиплікатор з'єднаний з ротором синхронного генератора з перемиканням від постійних магнітів. Обмотки генератора підключені до входу діодного випрямного моста, вихід якого під укладений до

акумуляторної батареї.

При роботі такої ВЕУ при зміні швидкості вітру змінюється напруга на виході генератора і випрямляча відповідно.



Рисунок 1.1 – Залежність генерується від частоти обертання вітроколеса для різних швидкостей вітру

Таким чином, при малих вітрах частота обертання і вихідна напруга стає нижче напруги на акумуляторної батареї (АКБ), струм в АКБ перестає текти, що призводить до зменшення зниження електромагнітного моменту генератора на валу вітроколеса.

Переваги способу управління потужністю при постійній частоті обертання:

- цей спосіб не вимагає таких агрегатів, як коробка передач або механізм зміни установочного кута лопатей;
- спосіб забезпечує можливість застосування генератора з збудженням від постійних магнітів, що дозволяє підвищити ККД генератора і всієї вітроенергетичної установки в цілому, тому що такий генератор не вимагає електричної енергії на збудження магнітного поля;
- можливість застосування простої схеми перетворення електричного струму генератора в постійний струм заряду АКБ за допомогою діодного випрямного моста дозволяє спростити електрообладнання ВЕУ і зменшити вартість кінцевого виробу.

Недоліки цього способу:

- ефективна робота ВЕУ забезпечується тільки у вузькому діапазоні швидкостей вітру;
- необхідно застосовувати спеціальні заходи для захисту від перевищення потужності при швидкості вітру, що перевищує номінальну.

Список літератури: 1. Белей В. Ф. Современное состояние и мировые проблемы развития ветроэнергетики / В. Ф. Белей // Энергетик. - 2007. - № 12. - С. 21-25. 2. Безруких П.П., Безруких П.П. (мл.), Грибков С.В. Ветроэнергетика: Справочно-методическое издание / Под общей редакцией П.П. Безруких. — М.: «Интехэнерго-Издат», «Теплоэнергетик», 2014. — 304 с. 3. Кирпичникова И. М., Мартыянов А. С., Соломин Е. В. Моделирование генератора ветроэнергетической установки / Электротехника. – М.: – 2013. – № 10. – С. 46–49.

АГРЕГАЦІЯ ПАТЕРНІВ ПРОЕКТУВАННЯ ДЛЯ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Дзюба О. Р., Плахонін О. Я.

Науковий керівник – доцент, к.т.н Петренко Т.Г.

Український Державний Університет Залізничного Транспорту

61050, Харків, пл. Фейербаха 7, каф. Інформаційні технології,

тел. +380 66-048-35-03, e-mail: dzyba@kart.edu.ua,

dziubaaleksandr22@gmail.com

The Internet of Things (IoT) edge elements include physical devices, sensors, actuators, controllers, which are supported by compatible hardware and software platforms. Formation of a software platform based on the use of design patterns improves design quality, contributes to a clear project architecture, and facilitates code reuse and refactoring. Since the functioning of the IoT boundary elements is context-sensitive, the use of behavioral patterns is relevant. In the work, the capabilities of the Observer and State patterns were combined for a system for monitoring the state of indicators of a smart home as an example of a fragment of the Internet of Things. The Edge layer pattern has been created, which forms the behavior of the boundary element based on the ESP8266 microcontroller.

Завдяки перевагам патернів проектування створення додатків IoT прискорюється [1-2]. Патерни проектування для IoT різняться за своєю деталізацією та рівнем абстракції. На першому шарі архітектурної моделі IoT містяться граничні елементи, які об'єднують фізичні пристрої, сенсори, актуатори, мікроконтролери що підтримують сумісні пристрої та сумісну програмну платформу. Функціонування граничних елементів IoT є контекстно-залежним, тому використання поведінкових патернів проектування є актуальним.

В роботі пропонується патерн граничного елементу (Edge layer), який містить 11 класів - Observer, State, IObserver, ISubject, Context, ConcreteStateAnnounce, ConcreteStateCheck, ConcreteStateFire, ConcreteStateOn, ConcreteStateMonitoring, ConcreteStateOff (рис.1). Клас Observer реалізує інтерфейс IObserver, а клас Context реалізує інтерфейс ISubject. Класи Context та Observer об'єднані агрегацією. Клас State пов'язаний з Context агрегацією також. Всі інші класи є станами, у якому може перебувати граничний елемент, наприклад, на основі мікроконтролера ESP8266 з набором сенсорів та актуаторів. Класи станів граничного елементу успадковані від класу State. Клас Context зберігає посилання на об'єкт стану та делегує йому частину роботи, яка залежить від станів. Клас Context працює з цим об'єктом через загальний інтерфейс станів. Клас Context повинен мати метод для присвоєння йому нового об'єкта-стану. Також клас Context володіє внутрішнім станом, зміни якого відслідковують спостерігачі. Спостерігач містить механізм підписки:

список спостерігачів і методи підписки та відписки. Клас State описує спільний для всіх конкретних станів інтерфейс. Конкретні стани реалізують поведінки, пов'язані з певним станом контексту. Ієрархія класів станів узагальнює дублюючий код. Стан може мати зворотне посилання на об'єкт контексту. Через нього не тільки зручно отримувати з контексту потрібну інформацію, але й здійснювати зміну стану. Клас IObserver визначає інтерфейс, яким користується спостерігач для надсилання сповіщень. Здебільшого для цього досить одного методу.

Тестування додатку на основі патерну Edge layer виконано для системи моніторингу стану показників розумного будинку як прикладу фрагмента IoT.

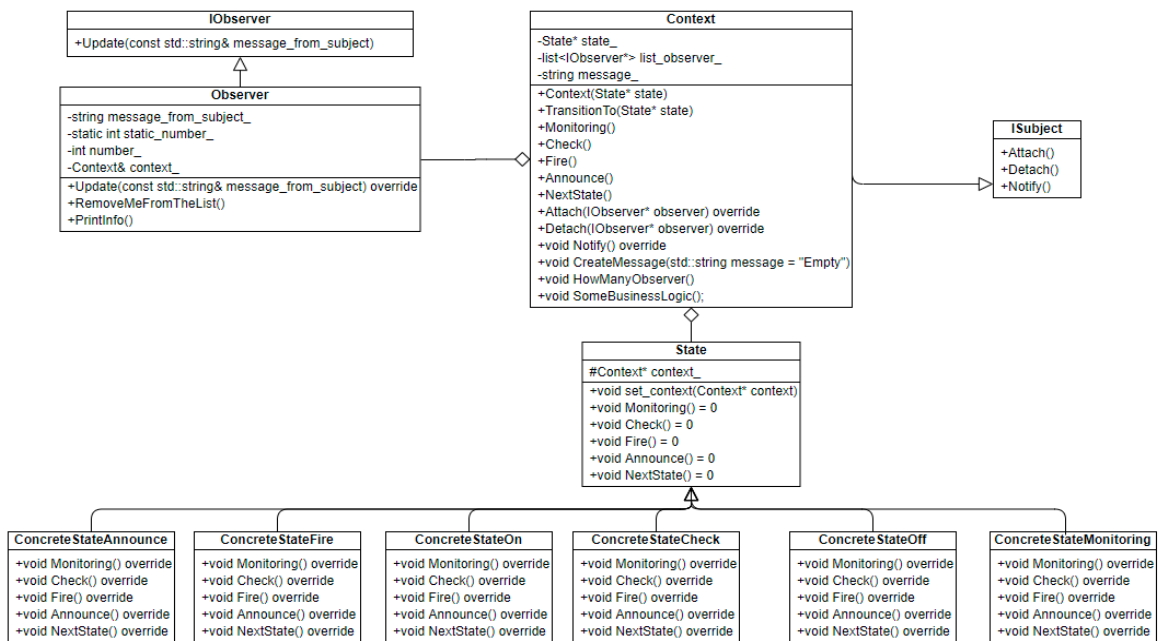


Рисунок 1 – Діаграма класів патерну Edge layer

Список посилань

1. S. Qanbari et al. IoT Design Patterns: Computational Constructs to Design, Build and Engineer Edge Applications. 2016 IEEE First International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI), Berlin, Germany, URL: <https://doi.org/10.1109/IoTDI.2015.18> (Last accessed: 15.02.2021)
2. Design Patterns for Interoperable IoT Systems. Version: 2.3, 2017, 84 p. URL: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b77ffb7f&appId=PPGMS> (Last accessed: 15.02.2021)

УДК 004.03

**СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИСТРОЇВ
НА МІКРОПРОЦЕСОРАХ,
МІКРОКОНТРОЛЕРАХ ТА ПЛІС**

ТЕНДЕНЦІЇ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Білоцерківець О.Г., Зубков А.О.

Науковий керівник - к.т.н , доц. Зубков О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: oleksii.bilotserkivets@nure.ua

General overview of the work - says that in a smart home the main thing is the structure, algorithms and test software of a smart home, developed in Python, html and Java script for the Raspberry PI hardware platform. The approach used allows you to combine wired and wireless technologies, as well as easily add new subsystems and expand the functionality of already connected. The presence of several user interfaces and the ability to operate in low-speed Internet are important features in the Ukrainian market.

На світовому ринку автоматизованих систем існує багато готових рішень у галузі автоматизації та компаній, що пропонують проектування автоматизованих систем під ключ. Готові рішення дозволяють у короткий інтервал часу реалізувати керування виробництвом, будівлею або квартирою, але пропонують тільки обмежений спектр можливостей та не забезпечують адаптацію керуючої системи під конкретного споживача. Тому у останні роки при розробці автоматизованих систем все частіше користувачі звертаються до невеликих фірм, що впроваджують рішення, адаптовані під конкретного споживача.

Розуміючи, що розумний будинок найчастіше є штучним продуктом для конкретної будівлі або квартири та бажань замовника, замовник може забажати тільки одну з підсистем, декілька або усі з обмежаним чи повним функціоналом. Тому система повинна бути розширюєма та мати можливість конфігурації та переконфігурації з часом. Цім вимогам відповідає модульний принцип створення програмного забезпечення, що дозволяю додати стільки модулів підсистем, скільки потрібно. Цей принцип дуже вдало поєднується з реалізацією web інтерфейса, кожна сторінка якого може відображати стан однієї з підсистем. Аналіз сучасних прикладів реалізації розумних будинків дозволив зробити висновок, що найбільш успішними за продажами є недорогі рішення, що легко дозволяють об'єднати різноманітні датчики та виконавчі пристрої різних фірм виробників за різними стандартами передавання даних та різними протоколами. Тому центральний вузол розумного будинку повинен мати як найбільш поширені радіо інтерфейси (WiFi, Bluetooth), так і можливість дротового підключення датчиків чи виконавчих пристроїв. Для України одним із дуже важливих питань при розробці розумного будинку є можливість відстежувати стан та мати доступ до керування будинку в умовах низької якості цифрового зв'язку, чого не дозволяє web інтерфейс. Тому слід використовувати альтернативний інтерфейс керування, що

дозволяє виконувати основні функції в умовах 2G. Аналіз існуючих рішень показує, що найбільш вдалим є поєднання завадостійких протоколів з хмарними технологіями. За результатами аналізу переваг та недоліків існуючих систем була створена наступна структура системи розумного будинку зображена на рис.1.

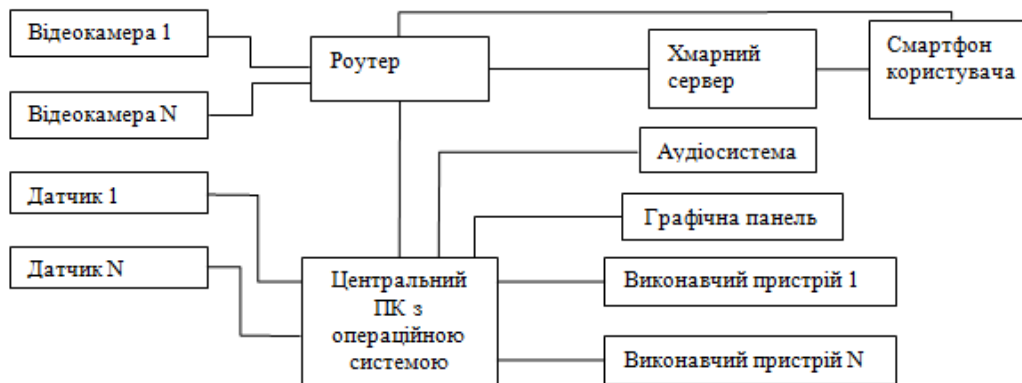


Рисунок 1 – Схема електрична структурна проектованої системи розумного будинку

До спроектованої системи підключаються N різноманітних датчиків. Вони необхідні для збирання інформації для усіх підсистем розумного будинку. Якщо ці датчики дротові, то їх кількість буде обмежена наявністю відповідних інтерфейсів та їх можливостями у центрального ПК. Якщо датчики бездротові, то практичних обмежень немає. Аналогічна ситуація з виконавчими пристроями. Відеокамери входять лише до системи безпеки будинку.

Ринок систем розумного дому постійно розвивається і їх користувачі дуже часто надають перевагу системам індивідуально адаптованим до потреб кінцевого. Крім того, найбільш вдалим комерційними проектами є ті, що дозволяють об'єднати обладнання різних виробників та дротові і бездротові технології у єдину систему. Для вітчизняного ринку також дуже важливими параметрами є відношення ціна/можливості та робота в умовах низько швидкісних каналів зв'язку. Тому, створення сучасної системи керування розумним будинком для вітчизняного ринку, що може конкурувати із закордонними аналогами дуже актуальна.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Андрей Дементьев. «Умный» дом XXI века. М: Ridero. – 2016, – 142 с.
2. Трофимов В.Б., Кулаков С.М. Интеллектуальные автоматизированные системы управления. М.: Инфра-Инженерия. — 2017. - 232 с

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ВУЗЛА ШВИДКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є НА ПЛІС АРХІТЕКТУРИ FPGA

Чумак В.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: valerija.chumak@nure.ua

The controller implements the FFT graph by generating addresses for memory banks, receives the control signal about the start of the conversion, issues the spectrum ready flag and provides the output spectrum array in binary inverse order. It seems reasonable to design the controller in HDL language. This makes it possible to write a universal controller, which makes it possible to build controllers for calculators with different FFT bases by changing a parameter in the text of the controller's program code and its subsequent «recompilation».

Обробка даних в складних системах вимагає рішення задач цифрової обробки сигналів (ЦОС) і великої кількості каналів, з чим справляються Spartan-7, Artix-7, Kintex-7, Virtex-7. ПЛІС Xilinx 7 серії, які мають високошвидкісну смугу пропускання, велику кількість логічних елементів, низьке енергоспоживання і високу продуктивність за низькою ціною [1, 2].

Істотною проблемою, з якою неминуче стикається розробник схеми цифрової сигнальної обробки на ПЛІС, - це вибір оптимальної розрядності обчислювача, в нашому випадку це операція «метелик» (рис.1). Розрядність «метелика» складається з двох складових. Перша - це розрядність коефіцієнтів перетворення W_k (розрядність подання комплексних синусоїд). Друга - розрядність проміжних даних A і B (рис.1).

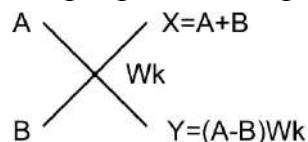


Рисунок 1 - «Метелик» для ШПФ з «проріджуванням по частоті».

На рис.2 наведена одна з можливих блок-схем апаратної реалізації операції «метелик». Вона містить 4 помножувача, які є основними споживачами апаратних ресурсів обчислювача. При цьому досягається максимальна паралельність обчислень та гранична швидкість обчислення швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) при фіксованій тактовій частоті.

Обчислювач «метелик» виконує арифметичні операції над комплексними числами A і B , отримуючи на своїх виходах комплексні числа X і Y з тієї ж розрядністю. Побудову обчислювача «метелик» необхідно проводити за схемою з проміжним запам'ятовуванням даних в регістрах (pipeline). В силу специфіки побудови логічних блоків ПЛІС (slices) це не призводить до зростання апаратних витрат, але дозволяє

отримувати високі тактові частоти.

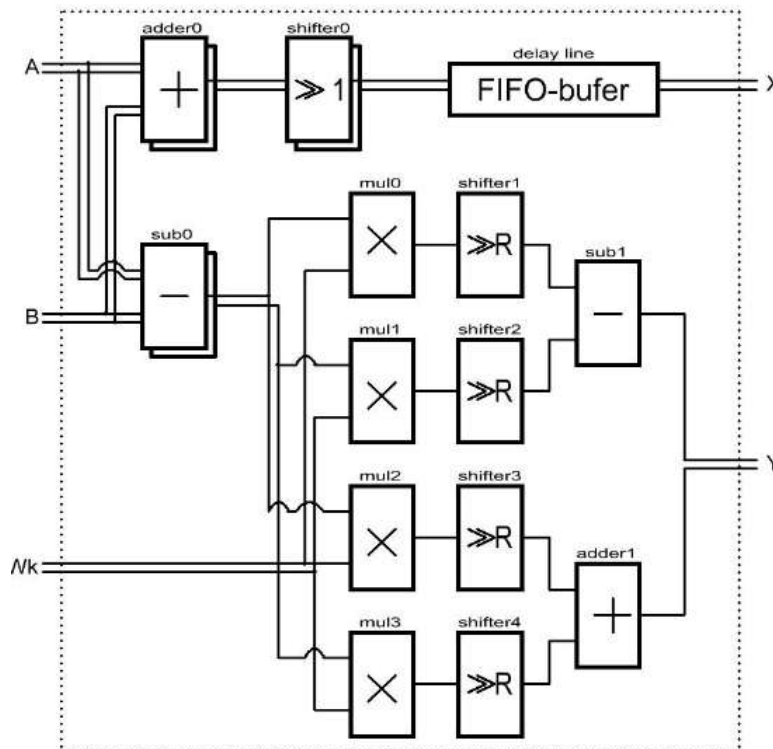


Рисунок 2 - Блок-схема апаратної реалізації операції «метелик»

При цьому утворюється обчислюючий конвеєр, затримки якого необхідно враховувати при побудові контролера. Для цієї ж мети служить FIFO-буфер (delay line), який дозволяє отримувати одночасний вихід перетворювань відліків X і Y з обчислювального конвеєра, незважаючи на несиметричність гілок «метелика».

Також зручно використовувати двопортову внутрикристалну пам'ять ПЛІС для зберігання проміжних даних. Це дає можливість одночасно читати числа A, B і писати числа X, Y незалежно від їх взаємного розташування в пам'яті.

Перелік використаних джерел:

1. В.С. Чумак, И.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна.

2. Oleg Zubkov, Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska. In-circuit Signal Analysis in the Development of Digital Devices in Vivado 2018. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA-2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 12-13.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ FPGA XILINX ДЛЯ ЦОС

Снегурова М.А.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Свид И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. БМИ, тел. ((057)-702-13-64)

e-mail: maryna.snihurova@nure.ua

Today the labor market requires training of professional engineers in accordance with European microprocessor standards technologies and systems. For the education system to be ready to accept modern challenges, certain system transformations are required based on use of modern information technologies. One of the transformations could be the introduction of advanced practical skills in working with DSP on FPGA.

Современный уровень развития технологи и устройств ПЛИС предполагает подготовку профессиональных специалистов в этой области [1,2]. С момента появления FPGA позиционируются как устройства, превосходящие сигнальные процессоры по отношению производительность/цена. Преимущества ПЛИС в системах ЦОС проявляются в случае реализации массово-параллельных вычислительных архитектур. В них максимально полно используется высокая суммарная пропускная способность внутрикристалльной памяти FPGA, блоков цифровой обработки сигналов и, при организации обмена данными с внешними устройствами, скоростных последовательных приемопередатчиков. Соответственно, наиболее эффективны для реализации в ПЛИС методы и алгоритмы, использующие параллельную обработку нескольких потоков данных.

Несмотря на то, что некоторые сигнальные процессоры допускают выполнение двух или четырех операций «умножение с накоплением» одновременно, при расчете фильтров высокого порядка общая скорость вычислений существенно снижается. В то же время FPGA с большим числом блоков ЦОС вполне может обеспечить одноктактное исполнение всех операций, используя параллельный расчет.

Еще одно важное преимущество FPGA – способность обеспечивать обработку данных непрерывно и со стабильной скоростью. Более того, рекомендуется реализовывать высокопроизводительную цифровую обработку с использованием независимых от процессора ресурсов ЦОС. Процессор может выполнять организацию интерфейса, загрузку коэффициентов и прочие операции, которые сложно реализовать аппаратно. При этом единственное процессорное ядро может обеспечивать управление несколькими сотнями ЦОС-блоков ПЛИС, которые непрерывно выполняют обработку входящего потока.

FPGA Xilinx 6 серии имеют в своем составе блоки XtremeDSP, выполняющие умножение с накоплением на системной тактовой частоте

(600 МГц для Virtex-6 и 325 МГц для Spartan-6), что способствует эффективной реализации цифровых фильтров, использующих более точное представление чисел. Данная архитектура применяется и в FPGA Xilinx 7 серии: Virtex-7, Kintex-7, Artix-7, Spartan-7.

Xilinx рекомендует Vivado Design Suite для новых разработок начиная с седьмой серии FPGA. По словам представителей компании Xilinx в FPGA, седьмой серия воплощает в себе все мировые достижения в области разработки архитектуры FPGA [3,4]. Использование System Generator, включенного в Vivado System Edition для ЦОС позволяет разработчикам с небольшим опытом проектирования быстро создавать высококачественные проекты ЦОС при меньших затратах по сравнению с традиционным дизайном RTL. Начиная с 6 серии введен предварительный сумматор. Этот модуль существенно ускоряет расчет цифровых фильтров с симметричными коэффициентами. Количество задействованных блоков XtremeDSP при его использовании уменьшается в два раза.

Унификация архитектуры логических ячеек и аппаратных блоков, увеличение степени их интеграции и простота проектирования маломощных позволяет эффективно применять ПЛИС последних поколений в системах ЦОС.

Перелік використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

2. В.С. Чумак, И.В. Свид. Современные тенденции подготовки технических специалистов. // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2019 року, м. Краматорськ – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 245-247.

3. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

4. В. Чумак, І. Свид. Створення модуля VHDL-опису при проектуванні цифрових систем на ПЛИС в Xilinx ISE Design Suite. // Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2019). Тези доповідей на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції: 27-29 листопада 2019 р., м. Дніпро. – Дніпро, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2019. – С. 94-95.

ЦИФРОВИЙ ДИКТОФОН НА ПЛАТІ NEXUS4

Рошка В.Д.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КН, тел. (057) 702-14-46)

e-mail: veronika.roshka@nure.ua

When developing the curriculum in the discipline "Design of devices on microcontrollers and FPGA" it was taken into account the best European practices of partner universities, the wishes of stakeholders, scientific and pedagogical experience of university professors: the maximum practical component [1]. The paper considers the option of using the existing hardware of the Nexus4 board for use as a digital voice recorder, which allows you to develop a new laboratory lesson based on the course.

На платі Nexus4, крім каналної периферії (USB, Ethernet, VGA), встановлені також сенсор температури, акселерометр і мініатюрний MEMS мікрофон, що дозволяє розробляти різноспрямовані проекти.

Плата Nexus4 включає всенаправлений MEMS мікрофон. У мікрофоні використовується мікросхема Analog Device ADMP421 з високим відношенням сигнал / шум (SNR) 61 дБА і високою чутливістю - 26 дБFS [2]. Він також має плоску частотну характеристику в діапазоні від 100 Гц до 15 кГц. Оцифрований звук виводиться в форматі з модуляцією щільності імпульсів (PDM). З PDM два канали можна передавати, використовуючи два дроти. Частота сигналу PDM зазвичай знаходиться в діапазоні від 1 МГц до 3 МГц. На рис. 1 показано, як синусоїда представлена в сигналі PDM.

У бітовому потоці PDM «1» відповідає позитивному імпульсу, а «0» відповідає негативному імпульсу. Серія, що складається з усіх «1», буде відповідати максимальному позитивному значенню, а серія «0» буде відповідати мінімальному значенню амплітуди. На рис. 1 показано, як синусоїда представлена в сигналі PDM.

Сигнал PDM генерується з аналогового сигналу за допомогою дельта-сигма модуляції (рис. 2).

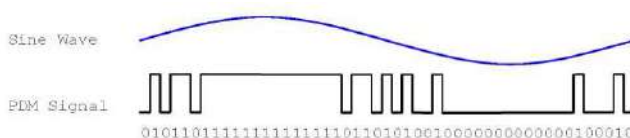


Рисунок 1 - PDM представлення синусоїдального сигналу

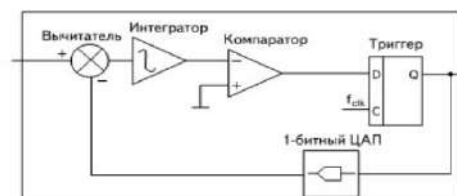


Рисунок 2 - Схема дельта-сигма-модулятора

Сценаріїв експериментів зі звуком може бути декілька:

Сценарій 1. Цифровий диктофон в режимі запису. Звук з мікрофона

записується в пам'ять. Як пам'ять можна використовувати внутрішню пам'ять ПЛІС, зовнішню пам'ять, розташовану на платі Nexus4 або карту пам'яті microSD, яку можна підключити до плати Nexus4.

Nexys4 використовує слот microSD як для конфігурації FPGA, так і для доступу користувачів. Вбудований мікроконтролер допоміжних функцій використовує шину SD-карти з FPGA. Перед налаштуванням FPGA мікроконтролер повинен мати доступ до SD-карти через інтерфейс SPI. Як тільки бітовий файл завантажується в FPGA, мікроконтролер живить цикл SD-слота і відмовляється від управління шиною. Це дозволяє будь-якій SD-картці в слоті скинути стан своїх внутрішніх автоматів і завантажитися в режимі SD-шини. Всі виводи SD картки підключені до FPGA для підтримки повної швидкості SD в режимі власного інтерфейсу. Після того, як контроль над шиною SD передається від мікроконтролера до FPGA, сигнал SD_RESET потрібно перевести донизу збоку FPGA, щоб дати живлення слоту карти microSD. Повна інформація про використання контролера SD-карти згідно із специфікацією SD-карти доступна на веб-сайті [3].

Сценарій 2. Цифровий диктофон в режимі відтворення. У цьому режимі можна використовувати можливості ПЛІС по редагуванню голосу: зміни швидкості, тембру та інше.

Таким чином, використовуючи плату Nexys4 та прикладену документацію можлива реалізація реальних проектів, адже при прийомі на роботу роботодавця цікавить не стільки формат теоретичних знань кандидатів, скільки їх готовність до здійснення професійної діяльності [4].

Перелік використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017.

2. ADMP421 datasheet [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/obsolete-data-sheets/ADMP421.pdf> - 22.02.2021 г.

3. SD Association [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.sdcard.org> - 22.02.2021 г.

4. В.С. Чумак, И.В. Свид. Современные тенденции подготовки технических специалистов. // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2019 року, м. Краматорськ – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 245-247.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛІС У СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Пугач К. О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КРiСТЗi, тел. (057) 702-14-30

e-mail: katelyna.puhach@nure.ua

The relevance of this article lies in the fact that in connection with the increase in the number of cyberattacks on the devices of the Internet of Things, the actual scientific and practical task is getting involved in the development of hardware methods and in the acquisition of digital attachments for illegal access.

Вступ. Кількість пристроїв Інтернету речей, з'єднаних між з собою, зростає разом із кількістю криптографічних атак на дану групу пристроїв. У зв'язку з цим, актуальною науковою та практичною задачею вважається розробка апаратних методів і засобів захисту цифрових пристроїв від нелегального доступу до інформації.

Якісним апаратним методом прискорення роботи реалізованих алгоритмів шифрування є використання програмованих логічних інтегральних схем. Перш за все, це пояснюється високою швидкістю криптографічних операцій. Швидкість обумовлена великою кількістю логічних елементів [4]. Наприклад, возведення у ступінь по модулю, що широко застосовується при шифруванні на відкритих ключах, можна здійснити на FPGA зі швидкістю 1000 транзакцій у секунду. Завдяки максимальній швидкості шифрування даних, на базі ПЛІС створюються криптографічні системи, що потребують зміни алгоритму шифрування після кожного сеансу. ПЛІС такого типу застосовуються в реалізації DES, 3DES, Blowfish, CAST, IDEA і ін. [1].

Так само ПЛІС широко використовуються в задачах генерації випадкових чисел. Апаратно реалізований генератор випадкових чисел має аналоговий та цифровий модулі. При цьому цифровий модуль виконаний на логічному масиві. Для значного зменшення проценту забракованих масивів були розроблені оригінальні алгоритми обробки випадкових чисел, реалізованих в ПЛІС [2].

Будь-яка реалізована криптосистема може мати канали, які пропускають непотрібну інформацію. Прикладами таких каналів можуть бути лінії електроживлення або електромагнітне випромінювання. Аналізуючи споживану ПЛІС потужність при виконанні криптографічних операцій можна визначити області, які корелюють з ключем або іншими потрібними криптоаналітичними параметрами. Метод застосовується для злову програмних засобів або ASIC, але немає ніяких перешкод для використання його при спробах зламати ПЛІС.

Якщо криптосистема представляє собою ПЛІС, і аналітик має вільний доступ до входів і виходів, то набравши необхідну статистику і,

використовуючи карту Карно, він може отримати внутрішню логіку ПЛІС і скомпрометувати шифр. Цей спосіб буде дієвим, якщо аналітик володіє достатніми обчислювальними потужностями і має вільний доступ до системи. В даний час це не є реальною загрозою через складність і розміри сучасних ПЛІС. Реалізовані потокові або блокові шифри мають занадто довгі ключі, щоб шукати їх методом перебору.

Для більшості пристроїв типу FPGA передбачена спеціальна функція «readback», призначена для читання конфігурації схеми з метою полегшення налагодження [3]. Зловмисник може спробувати використовувати її через JTAG або інтерфейс програмування. Запобігти доступу до конфігурації можна за допомогою бітів безпеки. Однак, використання спеціальних регістрів не гарантує повної захищеності і, використовуючи апаратні збої і деактивування бітів безпеки, аналітик може отримати доступ до конфігурації. Вразливість усувається збільшенням кількості бітів безпеки і встановленням ПЛІС в безпечне середовище, в якому, при виявленні втручання, вся конфігурація видаляється або пристрій самознищується.

Висновки. Використання програмного забезпечення логічних інтегральних схем широко застосовується в різних варіантах реалізації системи захисту інформації. ПЛІС відноситься до апаратного методу прискорення роботи реалізованих алгоритмів шифрування. Застосовувані схеми використовуються за допомогою багатопроцесорної швидкості завдяки можливості миттєвої заміни скомпрометованого або застарілого алгоритму шифрування, гнучкості чисто програмних методів та потужності апаратних реалізацій, таких як ASIC.

Список використаних джерел:

1. Protecting against Cryptographic Trojans in FPGAs // Field-Programmable Custom Computing Machines (FCCM), 2015 IEEE 23rd Annual International Symposium on. — 2015.
2. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017
3. И.Тарасов, к.т.н. ПЛИС Xilinx и цифровая обработка сигналов // Электроника. — 2011. — № 3. — С. 70 - 74.
4. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA-2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

НАРУЧНИЙ СТРОБОСКОП

Роєнко О.Г.

Науковий керівник –доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МТС, тел. (057) 70-20-229)

E-mail: oleh.roienko@nure.ua

In the paper presents the development of a hand stroboscope. It can be used to diagnostics damage to rotating and oscillating parts of devices for the study of fast periodic movements. The device is based on ATmega microcontroller (Arduino Nano board). In the paper presents a block diagram of the device and describes principle of operation.

Стробоскопи відносять до демонстраційних або контрольно-вимірювальних приладів, дія яких ґрунтується на стробоскопічному ефекті. Завдяки імпульсному освітленню вони дозволяють візуально «зупиняти» предмети, що швидко обертається, або навіть спостерігати їх уявний рух у зворотному напрямку, простежувати окремі фази руху тіла у його польоті тощо. Так око людини може спостерігати стробоскопічний ефект, коли дивиться на відеозапис обертання лопастей гелікоптера чи вентилятора.

Стробоскопічний ефект широко використовується в кінематографі, на вечірках, дискотеках і рок-концертах. Крім того стробоскопи можуть застосовується для вивчення швидкоплинних процесів, наприклад при збагаченні корисних копалин (відсадка, грануляція, подрібнення у струминних млинах тощо), вимірювання швидкості обертання валу, шківа, регулювання обертових частин (шестерень, валів) у відеомагнітофонах, аудіо і CD програвачах, програвачах вінілових платівок, при регулюванні системи запалювання в двигуні автомобіля і спостерігання вібрації клапанів тощо.

Наручний стробоскоп – це зменшена та більш мобільна версія звичайного стробоскопу. Найбільш зручно його використовувати для діагностики пошкоджень обертальних та коливальних частин пристроїв для спостереження швидких періодичних рухів, дія якого засновано на стробоскопічному ефекті.

Наручний стробоскоп повинен бути компактним, мати малі габарити. Тому він будується на основі на мікроконтролера ATmega (відлагоджувальна плата Arduino Nano). Цей мікроконтролер має робочу частоту до 16 МГц, 14 цифрових входів/виходів, 6 з яких можуть бути використані як ШІМ, 8 аналогових входів, 32 кБ пам'яті, 2 кБ SRAM та 1 кБ EEPROM.

Блок-схема пристрою показана на рисунку 1. Завдяки 10- розрядному АЦП сигнал про зміну повороту пристрою від акселерометра поступає на вхід мікроконтролера, який розраховує кут повороту наручного

стробоскопу і на виході видає сигнал керування світлодіодом.

Відлагоджувальна плата має роз'єм Mini-USB, за допомогою якого вона підключається до комп'ютера для завантаження в мікроконтролер програмного коду. Регулювання кількості спалахів виконується за допомогою ключа регулювання і налаштування. При максимальній позиції ключа світлодіод переходить в режим постійного освітлення. Ввімкнення/вимкання наручного стробоскопу виконується за допомогою модулю гіроскопу-акселерометру, також за допомогою акселерометру реалізовані більш детальні налаштування кількості спалахів.

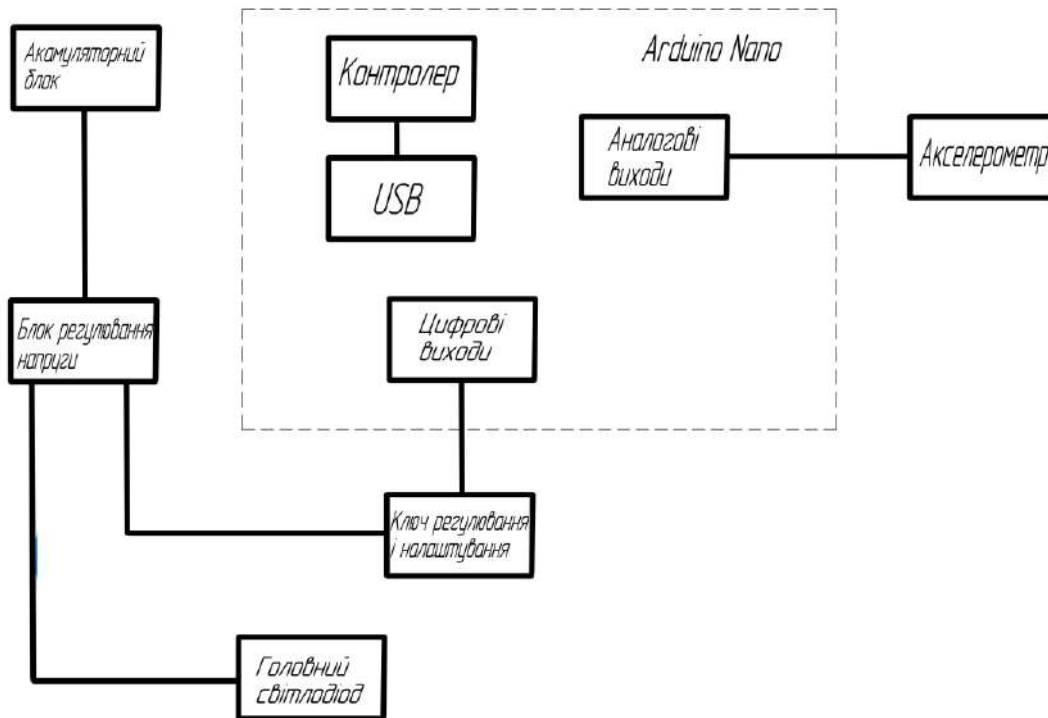


Рисунок 1 – Блок схема наручного стробоскопу

Живлення пристрою відбувається за допомогою трьох літій-іонних акумуляторів. Напруги цих акумуляторів не достатньо для роботи світлодіоду, тому використовується перетворювач напруги для її збільшення на виході до рівня 30 – 32 В.

Список використаних джерел: 1. Ревич Ю.В. Занимательная электроника / Ю.В. Ревич. – 3-е вид., перераб и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 576с. 2. Сайковская Л.Ф. Аппаратное обеспечение оценки функционального состояния оператора зрительного профиля // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник «РАДИОТЕХНИКА» - 2014. – вып. 179, с. 94-98. 3. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256с.

ОГЛЯД ОСНОВНИХ ВИРОБНИКІВ ПЛІС В СВІТІ

Луценко А.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: anastasiia.lutsenko@nure.ua

The purpose of this work is to review the open sources of the state of the manufacturers of FPGA nomenclature, which are produced by leading global companies, as well as their products.

Велика частина компаній-виробників - Achronix, Actel, Altera, Atmel, Lattice Semiconductors, Xilinx, TSMC - розташовані в США. Остання фірма в списку - розташована в Китайській республіці, і виробляє кремнієві пластини, але в основному це виробник для власних фабрик і розробник перспективних технологічних процесів, від 90 нм до 5 нм.

Лідером у цій галузі є Xilinx. Фірма веде 4 напрямки - прості ПЛІС (SPLD і CPLD), власне ПЛІС (FPGA), системи на кристалі (SoC, ПЛІС + процесор) і замовні мікросхеми. Займає більше 50% ринку ПЛІС.

Лінійка продуктів компанії містить:

- Virtex довгий час був флагманом лінійки продуктів. Містить багато спеціальних вузлів на борту, таких як апаратний FIFO, логіку ECC, блоки DSP, контролери PCI-Express, блоки Ethernet MAC і високошвидкісні трансивери;

- Kintex займає середню позицію в лінійці, оптимізований за ціною і продуктивності. Знижена споживана потужність;

- Artix займає нижній сегмент в лінійці продуктів. Незважаючи на це його можливості досить широкі;

- Zynq-7000 - система на кристалі. Поруч з ПЛІС на кристалі розташований повний ARM Cortex A9. Для його програмної підтримки фірма випустила програмне забезпечення HLS - High Level Synthesis, оскільки HDL мов вже недостатньо для процесора;

- Spartan відноситься до дешевого сегменту з лінійки продуктів, однак ба версія є дуже популярною. Тому з'явилася і 7а версія. За словами представників компанії Xilinx в FPGA, сьомий серія втілює в собі всі світові досягнення в області розробки архітектури FPGA [1, 2].

- EasyPath - швидкість дизайну, швидкість виходу на ринок;

- Versal. Архітектура наступного покоління, технологія 7 нм. Позicionується для гетерогенних обчислень, потреб штучного інтелекту, інтернету речей вбудованих обчислень.

Другою на ринку є компанія Altera. Компанія не має власних виробничих потужностей і була поглинена фірмою Intel в 2015 році. Випускає продукцію за технологією 40, 28 і 14 нм. Випускає власне ПЛІС, системи на кристалі (SoC), крім ПЛІС містять АРМ ядро і PowerSoC.

Останні відрізняються перетворювачем DC-DC в кристалі, що дозволяє домогтися більшої щільності потужності і зменшити шум. Компанія також виробляє замовні мікросхеми і проектує IP ядра.

Обидві компанії, що займають 1 і 2 місця, виробляють ПЛІС, є «пристроєм ОЗУ», в тому сенсі, що при виключенні живлення прошивка ПЛІС не зберігається.

Achronix Semiconductor, США. Компанія, що проектує високошвидкісні ПЛІС, до 1,5 ГГц. Виробництво здійснюється на потужностях Intel. У тому числі виробляє і радіаційно стійкі ПЛІС, для спеціальних і космічних застосувань.

Actel, США. Корпорація, виробник мікроелектроніки і ПЛІС. Практично єдиний виробник високоємкісних ПЛІС з вбудованою ПЗУ. У листопаді 2010 року куплена компанією Microsemi Corporation.

Atmel, США. Відомий виробник флеш-пам'яті, мікроконтролерів, ПЛІС. Куплена своїм конкурентом, Microchip Technology в 2016 році. Actel і Atmel виробляє флеш-подібні ПЛІС.

На даний час стан виробників ПЛІС досить мінливий. Деякі компанії змінили свій статус, лідери продовжують розробляти нові технології, основний склад шукає ніші і вбудовується в них. 27 жовтня 2020 було оголошено що компанія AMD домовилася про покупку свого конкурента і одного з найбільших виробників програмованих чіпів Xilinx. Угода може стати однією з найбільших в індустрії. Незважаючи на це, існує тенденція до реалізації завдань на ПЛІС, тому розробка чіпів необхідна, що висуває нові вимоги для підготовки фахівців у цьому напрямку [3].

Перелік використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

2. В. Чумак, І. Свид. Створення модуля VHDL-опису при проектуванні цифрових систем на ПЛІС в Xilinx ISE Design Suite. // Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2019). Тези доповідей на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції: 27-29 листопада 2019 р., м. Дніпро. – Дніпро, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2019. – С. 94-95.

3. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

МОДЕЛЬ РОЗУМНОГО ДОМУ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА

Копиця А.А.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Воргуль О.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)
e-mail: alla.kopytsia@nure.ua

One of the most common trends in modern systems is the use of microcomputers. Easy to use microcontrollers and the ability to attract a relatively large number of sensors to the system allows you to create cheap systems with the desired properties.

Вступ. Сьогодні ринок праці вимагає підготовки професійних інженерів відповідно до Європейських стандартів в області мікропроцесорів технології та системи [1]. Однак реалії сьогодення вимушують нас шукати різні шляхи для підвищення мотивації учасників навчального процесу. Одним із варіантів є заходи, під час яких студенти виконують цікаві навчально-технічні завдання. Жвавість заходам додає їхня організація у вигляді конкурсів та змагань. Тематикою такого заходу може бути «Розумний дім» [2], модель якого розглядається в цій роботі.

Метою дослідження є практична реалізація моделі «розумного дому» на базі існуючого макету, який містить мікроконтролер, набір датчиків та актуаторів. Об'єктом дослідження під час заходу є температура, вологість та освітлення в модельному «розумному домі». Система, керувати якою пропонується команді студентів, дозволяє включати лампочки, щоб підвищити рівень освітлення, провітрювати модельне приміщення, якщо того потребують температура та вологість повітря.

Зміст роботи. Система складається із моделі дома невеликих розмірів із можливістю оперативного встановлення датчиків та актуаторів в різних місцях. Дім містить два поверхи та стінки, які ускладнюють провітрювання. Доступ до свіжого повітря можна одержати за допомогою вікон, відкриття яких керується мікроконтроллером.

Центральним ядром системи є плата STM32F407Discovery, можливостей якої вистачає для підтримки роботи алгоритму, оперативного перепрограмування та підключення великої кількості датчиків.

В якості датчиків використовуються вимірювачі температури та вологості повітря VME280 та датчики освітлення BH1750FVI (GY30).

Керування відкриттям вікон відбувається за допомогою невеликих двигунів постійного струму, швидкість роботи яких можна керувати за допомогою ШІМ з плати мікроконтролеру. Для оперативного провітрювання можливе використання вентиляторів, який керується мікроконтроллером.

Освітлення – найменш складна задача заходу. Її дозволяє вирішити

вимірювач рівня освітлення та світлодіоди, які імітують місцеве або центральне освітлення.

Навчальне навантаження заходу складається із умов, яких потрібні дотримуватись учасники.

За умовами, всі датчики підключаються до мікроконтролеру за допомогою інтерфейсу I2C [3], який є сучасним, підтримується обраним мікроконтролером, дозволяє залучати велику кількість датчиків до системи, займаючи лише 2 лінії даних. Інтерфейс I2C не завжди входить до стандартного курсу «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і ПЛІС» [4], тому для учасників планується лекційно-практичні заняття для опанування цим приладдям.

Також за умовами, в системі необхідно використовувати FreeRTOS.

Регулятор температури, освітлення та вологості рекомендується складати як ПД регулятор, що надасть системі стабільності та урегульованості.

Зовнішні умови моделюються потужним освітлювачем, який швидко підігріє повітря в приміщенні. Важливим є те, що освітлення та зміна вологості є незалежним від системи і може бути легко змінена під час складання умов для завдання певній команді.

Висновок. Проведення таких заходів, безперечно, сприятиме підвищенню зацікавленості студентів у технічній творчості та збільшувати їх кругозір, також дозволяє найкращим чином забезпечити практичну спрямованість підготовки фахівців. З огляду на соціальну епідеміологічну обстановку є можливість розгортання дистанції лабораторії для роботи з технічним обладнанням.

Перелік використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

2. Тесля Е.В. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире — СПб, «Питер», 2008, 346 с.

3. Семенов Б.Ю. Шина I2C в радиотехнических конструкциях – М.:Солон, 2004, 224 с.

4. Особенности разработки и внедрения образовательной компоненты технической направленности / В. В. Семенец, И. В. Свид, О. В. Зубков, А. В. Воргуль // Engineering education: challenges and developments : материалы X Междунар. науч.-метод. конф. (Республика Беларусь, Минск, 26 ноября 2020 года). – Минск : БГУИР. – 2020. – С. 242–247.

РАЗРАБОТКА УЗЛА БПФ ПО АЛГОРИТМУ КЬЮЛИ-ТУКИ С ОСНОВАНИЕМ ДВА НА ПЛИС

Коников Д.С.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Свид И.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. МТС, тел. 057-702-0229)
e-mail: dmytro.konikov@nure.ua

In digital signal processing, without a doubt, the main analysis tool is the Fast Fourier Transform (FFT). The algorithm finds application in almost all areas of science and technology. Today, FFT is the name of more than one, a large number of algorithms designed for fast Fourier transform.

К современным специалистам в области проектирование устройств все чаще выдвигаются требования по: навыкам работы в САПР, знанию типовых этапов проектирования, использованию в работе стандартов микропроцессорных технологий и систем [1, 2].

Xilinx рекомендует для разработок Vivado Design Suite начиная с 7 серии FPGA. По данным компании Xilinx FPGA 7 серии воплощают в себе все мировые достижения в области архитектуры FPGA [3, 4]. Использование System Generator, включенного в Vivado System Edition для ЦОС позволяет не имея большого практического опыта разработчикам быстро создавать высококачественные проекты ЦОС при минимизации затрата по сравнению с традиционным дизайном RTL, что представлено при реализации данного проекта.

В структуре узла БПФ можно выделить 3 функциональных узла: преобразование данных из целочисленного типа в специальный формат с плавающей точкой, входной буфер для записи отсчетов сигнала и ядро БПФ, которое содержит различные законченные узлы специального назначения (рис.1).

Для увеличения эффективности все вычисления проводятся в специальном 23-битном формате с плавающей запятой FP23. Применение данного формата обеспечивает высокую точность обработки сигналов с АЦП вне зависимости от их амплитуды и позволяет избежать вычислительной ошибки при масштабировании данных, свойственной системам с целочисленным аппаратным вычислением с ограничением по разрядности вычислений.

Конвейер ядра БПФ содержит в себе: входной буфер, генераторы поворачивающих коэффициентов, базовую операцию ядра БПФ «бабочка», линии задержки и кросскоммутизаторы. И построен так, что данные на его вход должны поступать в естественном порядке, а на выходе БПФ формируется поток данных в разрядно-инверсном порядке. Для ОБПФ все наоборот – данные на входе в двоично-инверсном порядке, а на выходе в естественном или натуральном порядке.

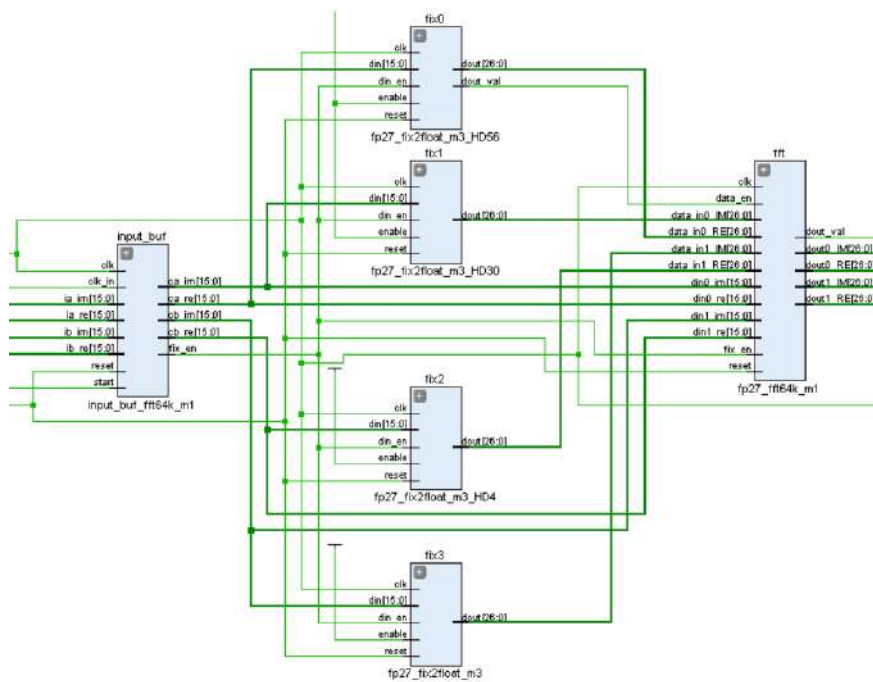


Рисунок 1 – Графическое представление синтезированного проекта

Несомненно, в ЦОС основным инструментом анализа является БПФ. Алгоритм БПФ используется практически во всех областях науки и техники.

Перечень использованных ссылок: 1. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26. 2. В. Чумак, І. Свид. Створення модуля VHDL-опису при проектуванні цифрових систем на ПЛІС в Xilinx ISE Design Suite. // Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2019). Тези доповідей на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції: 27-29 листопада 2019 р., м. Дніпро. – Дніпро, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2019. – С. 94-95. 3. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017. 4. В.С. Чумак, І.В. Свид. Современные тенденции подготовки технических специалистов. // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2019 року, м. Краматорськ – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 245-247.

РОЗРОБКА ПЕРЕНОСНОГО ТЕРМОСТАТНОГО ПРИБОРУ НА МІКРОКОНТРОЛЛЕРІ

Малахова О.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: olena.malakhova@nure.ua

In this work, the possibility of manufacturing a device is considered that allows you to control the air temperature inside a closed volume over a wide range. Considerations are given on the choice and justification of the structure and list of functions

З ростом ступеня інтеграції мікросхем якісно змінюється межа складності систем, які можуть бути реалізовані на їх основі [1]. Актуальною темою для різних застосувань є пристрій, що дозволяє регулювати температуру і вологість в деякій камері. Залежно від призначення, камера може бути як стаціонарною, так і переносною. Замовниками такого пристрою можуть бути медики, фармацевти, біологи. Перевагою такого пристрою може бути можливість завдання теплового режиму в формі: режим 1 (температура 1 з необхідною точністю, час витримки 1), режим 2 (температура 2 з необхідною точністю, час витримки 2), та ще декілька режимів. Залежно від точності установки температури, необхідного робочого об'єму і виконання (стаціонарний/переносний) - пристрій буде відрізнятися за складністю. Для складного технологічного процесу можна автоматизувати зміни режимів за заданою програмою.

Для мобільного пристрою, з некритичною точністю установки температури, пропонується такий набір функцій:

- охолодження робочого об'єму;
- вимір температури зовнішньої атмосфери, всередині робочого об'єму, температури безпосередньо нагрівача і охолоджувача;
- робота від зовнішнього джерела живлення або від батарей;
- індикація відсотка розряду батарей при роботі від батарей; індикація відсотка заряду батарей при роботі від зовнішнього джерела живлення;
- заряд батарей живлення від сонячної батареї.

Для управління температурою можна використовувувати мініатюрний керамічний нагрівальний елемент і елемент Пельтьє для охолодження.

Мікроконтролер був обраний STM32F407VGT в зв'язку з задоволенням вимог для реалізації даного пристрою, великою кількістю вбудованих компонентів, що дозволить в подальшому модифікувати проект і зручною середою розробки STM32CubeMX, STM32CubeIDE [2, 3]. Корпус приладу повинен бути виготовлений з теплоізоляційного матеріалу, але тепловий опір поверхонь приладу має бути низьким. Потім

потрібно визначити необхідні теплові параметри нагрівача і охолоджувача.

Елементи Пельтьє здатні в оборотному порядку перекачувати тепло в заданому напрямку. Переваги технології Пельтьє полягають в варіативності розмірів охолоджуючих елементів, їх тривалої автономності та надійності, а також в гранично точному регулюванні. Крім того, елементи Пельтьє не мають рухомі частини і тому не створюють вібрацій і шумів. Основна перевага полягає у використанні негорючих і екологічно безпечних холодоагентів. Завдяки своїм особливим властивостям технологія термоелектричного охолодження підходить для багатьох специфічних областей застосування.

Основні розрахунки припадають на системний рівень - необхідний обсяг, температурні параметри, необхідна теплова та електрична потужність з урахуванням ККД, число батарей живлення і необхідна потужність при живленні від мережі [4].

Сучасна технологія Пельтьє застосовується в тих випадках, коли компресори не підходять через свої великі розміри, енергоефективність грає лише другорядну роль або потрібна зовсім незначна потужність охолодження. Холодильні бокси з елементами Пельтьє, призначені для інтенсивного охолодження продуктів харчування і напоїв, ідеально підходять для автомобілів і дач на колесах, адже вони мобільні в своєму використанні і можуть живитися від 12-вольтової бортової мережі. Головний недолік модулів Пельтьє застосовується в осушувачі повітря. Повітря що осушується пропускається через холодну сторону модуля Пельтьє, а конденсат що утворюється стікає в спеціальний піддон.

Перелік використаних джерел: 1. В.С. Чумак, И.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна. 2. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017. 3. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26. 4. Стюарт Болл Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров – М. Издательский дом ДОДЕКА XXI, 2007, 360 с.

ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРА ДЛЯ КЕРУВАННЯ ДАТЧИКОМ ЗНОШУВАННЯ ФІЛЬТРА ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

Роговець В.Є.

Науковий керівник –доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МТС, тел. (066) 317-29-80)

E-mail: volodymyr.rohovets@nure.ua

Respiratory protection equipment is the last and least effective method of protection against harmful industrial factors. This fact, as well as the rapidly growing demand for respirators among medical personnel and the population, raise the question of a qualitative improvement of respirators. One of the key factors in optimizing the functioning of personal respiratory protection equipment is the means for monitoring their wear. The most effective means for this is considered to be the use of devices based on microcontrollers. That is why the purpose of this article is choosing the one for this kind of devices.

Факт низької ефективності засобів індивідуального захисту органів дихання, а також стрімко зростаючий попит на респіратори та захисні маски серед медичного персоналу і населення, піднімають питання їх якісного поліпшення. Важливим і важкопередбачуваним фактором, що включає також проблеми екології виробництва, економічну і ергономічну сторони даного класу пристроїв, що став за останній рік товаром першої необхідності, є знос фільтра респіратора. Найбільшим попитом користуються фільтри для захисту від вдихання біоаерозолів, які змінюють свої електричний опір і ємність в залежності від їх зносу, що значно спрощує завдання визначення ступеня зносу за допомогою набору стандартних засобів сучасної електроніки. Таким чином, необхідно сконструювати пристрій, який буде визначати знос фільтра з часом, який відслідковується за зміною цих параметрів. Також, для нормального функціонування такого пристрою, він повинен бути оснащений модулем бездротової передачі даних.

Для управління подібним пристроєм і його зв'язку з ПК або смартфоном доцільно використовувати мікроконтролер, призначений спеціально для роботи з ІОТ. Такі мікроконтролери зазвичай мають вбудований інтерфейс передачі даних, їм властиві низьке енергоспоживання, порівняно невисока вартість, вони підтримують підключення по інтерфейсах I2C, USART / UART, SPI і т.д.

У той же час, мікроконтролер, що підходить для вирішення поставленого завдання, повинен бути вкрай компактним, а вимоги до обчислювальної потужності порівняно невисокі. В якості перспективних рішень обрані мікроконтролери STM32WB55 та ESP8266EX, які мають певні переваги.

ESP8266 – це мікроконтролер китайського виробника Espressif Systems з інтерфейсом Wi-Fi. Крім Wi-Fi, мікроконтролер відрізняється відсутністю флеш-пам'яті в SoC. Програми користувача виконуються із зовнішнього флеш-пам'яті з інтерфейсом SPI. Крім цього, ESP8266EX має розширену версію 32-бітного процесора Tensilica серії L106 Diamond з вбудованою SRAM. Мікроконтролер може бути пов'язаний із зовнішніми датчиками і іншими пристроями через GPIO. Платформа Smart Connectivity Platform (ESCP) Espressif Systems забезпечує складні функції, у тому числі швидке переключення між режимами сну і пробудження для економії енергії, адаптивне зміщення радіосигналу для роботи з низьким енергоспоживанням, розширену обробку сигналів, механізми придушення побічних ефектів і співіснування звичайної мобільного зв'язку, Bluetooth, DDR, LVDS, зменшення перешкод LCD.

Мікроконтролери лінійки STM32WB55 побудовані на базі ядра низького живлення STM32 Cortex-M4F (50 мкА/МГц). Ядро Cortex-M4F має вбудований блок для виконання операцій з плаваючою точкою (FPU), а також реалізує набір операцій цифрової обробки сигналів (DSP). Особливість лінійки STM32WB55 – Cortex-M0 + в якості додаткового ядра, що слугує для розвантаження основного і забезпечення роботи радіочастини мікроконтролера. STM32WB55 має на борту міжпроцесорний контролер зв'язку Inter для зв'язку з Bluetooth Low Energy.

Таким чином, в залежності від обраного мікроконтролера буде відрізнятися спосіб вирішення поставленого завдання. Споживання 50 мкА/МГц, наявність додаткового ядра і міжпроцесорного контролера зв'язку і роблять STM32WB55 більш привабливим для вирішення поставленого завдання. Крім того він має меншу вартість навіть із урахуванням flash-пам'яті.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ольга Шаталова, Сергей Филист. Изготовление биотехнических и медицинских аппаратов и систем 2-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для СПО. - М.: Юрайт, 2019. – 309 с.

2. Сайківська Л.Ф. Розробка та використання інформаційної технології для оцінки функціонального стану оператора зорового профілю / Л.Ф. Сайківська - Технологический аудит и резервы производства, — 2015. — № 4(2). — С. 45-49.

3. ESP8266EX Datasheet / Espressif Systems Copyright // Datasheet. 2020. 31 р. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf

4. Multiprotocol wireless 32-bit MCU Arm®-based Cortex®-M4 with FPU, Bluetooth® 5 and 802.15.4 radio solution / STMicroelectronics // Datasheet. 2020. 193 р. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32wb55cc.pdf>

ВИМІРЮВАННЯ ЧАСУ РЕАКЦІЇ ЛЮДИНИ

Журавель І.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Мікропроцесорних технологій і систем,
тел.:(057-702-02-29)), e-mail: ivan.zhuravel@nure.ua

In this work, the means of measuring the human response were considered. Reflexometers of different types are given. The principle of operation of the reflexometer is given. The STM32 microcontroller was called a good example to use and some of its characteristics are considered.

У процесі професійної діяльності людина-оператор стикається з різноманітними факторами, які впливають на якість виконання нею своїх професійних обов'язків. Часто виникають ситуації, коли за обмежений проміжок часу необхідно прийняти відповідальне правильне рішення, а при довготривалому спостереженні – монотонія. Тому може з'являтися нервово-емоційне напруження, втома, психічного перенасичення. Таким чином на швидкість реакції та правильність прийняття рішення крім особистісних та професіональних якостей впливає також функціональний стан людини, який для людини-оператора значно залежить від стану ЦНС.

Одним з методів оцінки функціонального стану людини є вимірювання часу рефлекторної реакції людини на подразник. Від початку дії подразника до моменту реакції завжди проходить певний час, який залежить від індивідуальних особливостей кожного організму та його стану в поточний час. Рефлекторна реакція людини може бути простою, диференційованою та диференційованою складною. При вимірюванні простої реакції випробуваний повинен якомога швидше зреагувати на будь-який подразник. При вимірюванні диференційованої реакції випробовуваний реагує на один заданий тип подразнювача, наприклад, на вмикання світлодіоду визначеного кольору. При вимірюванні диференційованої складної реакції випробовуваний реагує по різному на різні типи подразнювачів, наприклад, нажимає кнопку кольору ввімкненого світлодіоду тощо. В залежності від типу необхідної отриманої реакції відрізняються і типи пристроїв.

Для вимірювання часу реакції людини використовують пристрої рефлексометри. Рефлексометр вимірює час від моменту пред'явлення подразнюючого сигналу до моменту отримання реакції людини, яка проходить випробовування. Такою реакцією може бути натискання на кнопку взагалі, чи на кнопку «правильного» кольору на пристрої, натискання кнопки комп'ютерної мишки, наведеної на об'єкт, що пересувається на екрані монітора тощо. В якості подразнювача може використовуватися світловий (наприклад, світлодіоди різного кольору, об'єкт, що пересувається тощо) чи звуковий подразнювач.

Рефлексометр, призначений для вимірювання простої рефлекторної реакції, складається з таких основних блоків, як пристрій формування та блок пред'явлення подразнюючих сигналів, блок приймання реакції людини, що проходить випробовування, блок керування, блок реєстрації та візуалізації інформації. Для пред'явлення подразнюючих сигналів використовується світлодіод червоного кольору. Блок реєстрації представляє собою кнопки для здійснення реакції та керування пристроєм. Він складається з перемикача для вмикання живлення та двох кнопок, одна з яких сигналізує про початок експерименту, друга використовується для здійснення реакції. Для візуалізації поточних результатів досліджень використаний рідкокристалічний семисегментний індикатор на 10 знакомісць. При створенні рефлексометра потрібно враховувати те, що він повинен бути мобільним. Тому необхідно щоб блок керування виконував якомога більше функцій. Формування керуючого сигналу, керування вмиканням/вимиканням світлодіоду, первинну обробку прийнятого сигналу реакції, зберігання результатів експерименту та загальне керування усіма вузлами пристрою здійснюється мікроконтролером. В такому випадку буде ефективно використати плату STM32F4DISCOVERY з мікроконтролером STM32, вбудованим відлагоджувачем, набором світлодіодів різного кольору, можливістю підключення до комп'ютера за допомогою роз'єму USB, для якої існує комплексне безкоштовне програмне забезпечення та має підтримку широкого вибору інтегрованих середовищ розробки. Використовуємий мікроконтролер має широкі технічні можливості завдяки наявності двоканального модуля 12-розрядної ЦАП з підтримкою функції прямого доступу до пам'яті, розвиненої системи таймерів, що включає до семи 16-розрядних таймерів з функцією ШІМ, 1 Mb Flash-пам'яті та 192-Kb RAM тощо.

Алгоритм роботи пристрою залежить від програми, завантаженої у мікроконтролер. Тому при використанні відлагоджувальної плати можна перетворити рефлексометр, призначений для вимірювання простої рефлекторної реакції, у диференціальний лише шляхом коректування програми та перепрограмування мікроконтролера без значних змін у конструкції приладу.

Література: 1. Строев, В.М. Проектирование измерительных медицинских приборов с микропроцессорным управлением: учебное пособие / В.М. Строев, А.Ю. Куликов, С.В. Фролов. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 96 с. 2. Боброва Н.Л., Герман О.В. Использование программно-аппаратного комплекса для мониторинга состояния работников атомной станции // Доклады БГУИР. – 2015. - № 7(93). – с. 106-110. 3. М. Л. Кочина, Л. Ф. Сайковская. Информационная технология для оценки функционального состояния оператора зрительного профиля. // Системы обробки інформації. — 2009. — № 6(80). — С. 191-195. 4. 2. Пухальский, Г.И. Проектирование микропроцессорных устройств: учебное пособие для вузов / Г.И. Пухальский. – СПб.: Политехника, 2001. – 588 с. 5. Отладочная плата STM32F4Discovery. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/stm32-discovery-kits.html>

АЛГОРИТМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Солодухина Е.Е.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Хаханова И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. АПВТ, тел. (067) 902-76-89)

e-mail: kateryna.solodukhina@nure.ua

Modeling algorithm comparison and creation of an appropriate algorithm for a desktop Windows Platform application. The purpose of this study is to select the optimal algorithm for modeling signals of a combinational circuit in a WPF application. In this study, the author makes an analysis of advantages and disadvantages of common modeling methods. Also, the work provides a comparison between compilation and event-driven modeling methods. Additionally, the study contains an implementation and a brief description of creation of an alternative modeling method for an existing WPF application.

Целью данной работы был выбор оптимального алгоритма моделирования сигналов комбинационной схемы в приложении WPF. Элементы схемы наследуют функциональность стандартных классов UserControl и содержатся в контейнере Grid, и, соответственно, в его коллекции UIElementCollection. Для осуществления данного выбора необходимо осуществить краткий анализ существующих методов моделирования. Существует два способа моделирования логических схем – компилятивный и событийный.

Компилятивный способ транслируется в последовательность операторов языка программирования или машинных инструкций. Данный способ моделирования требует предварительного ранжирования уровней схемы и разрыва обратных связей для последовательных схем. Особенностью компилятивного метода является то, что каждый логический элемент моделируется заново на каждой итерации моделирования, даже, если изменения сигналов на его входах не произошло. Метод отличается своим высоким быстродействием, однако имеет существенные недостатки – этот метод не учитывает задержек элементов и при каждом изменении схемы, компиляция должна проводится заново.

Таким образом, компилятивный способ моделирования, в основном, используется при моделировании комбинационных и синхронных последовательностных схем.

Событийный способ основан на отслеживании событий, связанных с изменением значений сигналов на входах элементов схемы. Данный метод не имеет ограничений, связанных с моделированием временных задержек. В событийном методе моделирование логического элемента происходит только в случае, когда на его входах произошло событие. Таким событием является изменение значения сигнала хотя-бы на одном его входе, а также

изменение внутреннего состояния элементов памяти.

Так как целью данной программы является моделирование лишь комбинационных схем без возможности обработки обратных связей, и в связи с тем, что реализация традиционных методов моделирования, компиляционного и событийного, затруднительна конкретно для данного случая, было принято решение создать свой алгоритм.

Данный алгоритм имеет несколько ступеней выполнения.

1. Из коллекции выбираются внешние входы в плату и провода, которые к ним подключены. От входов значение сигнала передаётся на провода.

2. Производится выборка проводов, которые получили какое-то значение от источника, к которому они подключены, и из коллекции выбираются порты логических элементов или внешние выходы схемы, которые подключены к данным проводам. Значение из выбранных проводов передаётся на входы подключённых к ним элементов или внешних выходов схемы.

3. Если все входы элемента получили значение, то элемент преобразовывает полученное значение и подаёт на выход.

4. Производится выборка проводов, которые ещё не получили никакого значения и элементов, которые сформировали выходной сигнал. Сигнал элементов передаётся на подключённые к ним провода.

5. Проверка наличия значения на выходных портах схемы и повторение шагов 2-4, пока все выходные порты не будут хранить значение сигнала.

Список источников:

1. Habr: [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/202052/>

2. Elib [Электронный ресурс] Режим доступа: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/8756/1/Met_1.pdf

3. Intuit [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://intuit.ru/studies/courses/3440/682/lecture/14039>

4. Киносита К., Асада К., Карацу О. Логическое проектирование СБИС: Пер. с япон. – М.: Мир, 1988. – 309 с.

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОТРОЛЕРІВ СЕРІЇ STM32F В ЗВУКОВИХ СИСТЕМАХ

Куць С.В., Білоцерківець О.Г.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: serhii.kuts@nure.ua

Microcontrollers are not just its high speed, but a large amount of RAM and flash memory, as well as a large set of peripheral applications. This guarantees the possibility of winning work in the most important areas, for the most complex systems. However, for high performance and versatility of development should use significant amounts of energy resources. Microcontrollers are often used for sound processing.

З ростом ступеня інтеграції мікросхем якісно змінюється межа складності систем, які можуть бути реалізовані на їх основі [1], що призводить до постійного розширення функціональних можливостей мікросхем. STMicroelectronics зумів досягти поєднання низького енергоспоживання з високою продуктивністю та багатим набором периферійних пристроїв у своїх продуктах за доступною ціною. Все це дозволяє знайти нові можливості для використання мікроконтролерів сімейства STM32F. На сьогоднішній день, STM32F використовується (головним чином, сімейство STM32F105xx / 107xx «Connectivity line», а також STM32F103xC / D / E) у різних звукових системах.

Найпростішим прикладом використання STM32F в області звукових додатків є створення вбудованого аудіоплеєра з можливістю зчитування аудіопотоків з USB-накопичувачів та карт пам'яті, підтримка HMI (інтерфейс людини-машини) у вигляді сенсорних екранів або кнопок пристрої введення та з виведенням інформації через шину I2S безпосередньо в ЦАП.

Виробникам вдалося інтегрувати в цю серію також підтримку контролера протоколу передачі даних Ethernet, промислову шину зв'язку CAN із виділеною пам'яттю, багато таймерів та 16-канальний АЦП. Таким чином, цей мікроконтролер поєднує в собі як функції, спрямовані на використання в споживчих додатках, так і властивості, зазвичай властиві промислово орієнтованим контролерам, що дає можливість використовувати серію "Line Connectivity" у складних програмах. Ніщо не заважає будувати на основі цих мікросхем не тільки аудіоплеєр, але і промислову систему автоматичного сповіщення.

В системах управління автомобілем мікроконтролер можливо використовувати з мережею датчиків автомобіля через два незалежних контролери CAN; значна кількість входів / виходів загального призначення (до 81 для мікроконтролерів у пакеті LQFP100) може бути виділена для

управління роботою різних виконавчих механізмів; звукові можливості мікросхеми будуть спрямовані на створення каналу голосової інформації для водія автомобіля або навіть для розпізнавання його голосових команд.

Однією з переваг STM32F є наявність вбудованого USB OTG-контролера та можливість підтримки карт пам'яті, це все в поєднанні з високою продуктивністю архітектури Cortex M3 та звуковими можливостями сімейства "Connectivity line" значно спрощують створення GPS-навігаторів на його основі; залишається лише інтегрувати GPS-приймач та сенсорний екран і з цього отримуємо повністю функціональний пристрій.

Також сферами застосування для мікросхем сімейства можуть бути програми для організації безпеки (аудіовізуальні системи управління периметром, домофони), телефонія, бездротові гарнітури, індивідуальний та колективний радіозв'язок і навіть часткова заміна традиційних процесорів DSP.

Використовуючи вбудований 12-бітний двоканальний ЦАП, можна спроектувати безліч пристроїв: генератори шуму, пристрої для перевірки частотних характеристик схем, синтезатори музичних звуків тощо.

Підкреслимо основні особливості чіпів STM32F сімейства «Connectivity line» з точки зору застосування в звукових додатках, а саме це, повна підтримка цифрового аудіоінтерфейсу I2S, два незалежних ЦАП з можливістю синхронізації; контролер USB OTG, канали SPI (мультиплекуються з I2S), контролер I2C та Ethernet, також важливою складовою є зручна середа розробки STM32CubeMX, STM32CubeIDE з можливістю підключення MatLab для обробки інформації [2, 3].

Перелік використаних джерел:

3. В.С. Чумак, И.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна.

2. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component "Design of Devices on Microcontrollers and FPGA". // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

3. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

ЛОГІЧНІ АНАЛІЗАТОРИ. ЇХ РІЗНОВИДИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ТА В ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ПРАКТИЦІ

Резуненко К.І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: katernya.rezunenko@nure.ua

For the tracking of foldable signals, it has long been possible to adjust the signals in the clock, frequency areas - oscillography, characterograph, and spectrum. Along with the appearance of microprocessors and multi-bit equipment, it is necessary to receive additional signals. Often this is the problem of solving logical analysts.

У 1960-х роках відбулося зростання інтегральних схем (ІС), що означало, що схеми стали ставати менше. У свою чергу, тисячі, мільйони, це не межа - транзисторів можуть бути упаковані в один чіп для виконання складних цифрових логічних операцій, які становлять основу для більшості мікроконтролерів, мікропроцесорів і програмованих вентильних матриць (FPGA). З ростом ступеня інтеграції мікросхем якісно змінюється межа складності систем, які можуть бути реалізовані на їх основі [1, 2].

У 1973 році Hewlett Packard оголосила про винахід першого «логічного аналізатора», який міг вимірювати і відображати логічні стани за допомогою набору світлодіодів. HP 5000A був першим комерційно доступним логічним аналізатором, але був обмежений тільки двома каналами. У наступні роки комерційні логічні аналізатори стали мати десятки каналів, які могли паралельно зчитувати і відображати цифрову логіку [2].

Що робить логічний аналізатор унікальним?

- Запис декількох вхідних каналів. Істотною перевагою логічного аналізатора є його здатність одночасно записувати велику кількість цифрових сигналів, зазвичай від 8 до 100 каналів. Осцилографом не наздогнати за числом каналів і глибиною записи.

- Комплексний цифровий запуск. Подібно осцилографу, логічні аналізатори можна налаштувати для початку запису при подію запуску. Тригери можуть бути такими простими, як одиночний наростаючий або спадаючий фронт певного каналу, або вони можуть бути складним набором умов, які включають фронти або стани декількох каналів або кодове слово.

- Можливість змішаного сигналу. Сучасні логічні аналізатори здатні записувати і аналізувати цифрові і аналогові форми сигналів. Випробувальне обладнання, яке служить безлічі цілей, може спростити визначення характеристик складних схем і систем.

- Аналіз цифрових і аналогових сигналів (змішаний аналізатор).
 - Портативність. Багато автономні логічні аналізатори включають екрани, здатні відобразити дані захопленого сигналу.
 - Легкість навігації за даними.
 - Логічні аналізатори, автономні або підключення до комп'ютера, зазвичай включають програмне забезпечення або елементи управління для навігації по великих обсягах даних сигналів. Це може включати масштабування, панорамування, пошук і т. д.
 - Панорама та масштабування цифрових даних.
 - Швидкі цифрові вимірювання.
 - При аналізі даних передачі між двома системами, логічний аналізатор використовується для тимчасового аналізу.
 - Логічний аналізатор з досить високою частотою дискретизації може допомогти точно виміряти час установки і утримання. Це може допомогти забезпечити правильне читання ваших цифрових повідомлень одержувачем.
 - Декодування і пошук переданих даних. Ще одна унікальна особливість логічних аналізаторів - можливість декодувати сигнали.
- Отже, логічні аналізатори мають наступні переваги перед осцилографами:
- Більше каналів, ніж у осцилографа.
 - Характеризує вихід цифрової схеми (наприклад, ПЛІС).
 - Для налагодження складної вбудованої прошивки шляхом перемикання контактів введення / виведення загального призначення.
 - Для швидкого вимірювання і декодування різних цифрових протоколів.
 - Логічні аналізатори на базі ПК відмінно підходять для налагодження в польових умовах через їх невеликого розміру і портативності.

Перелік використаних джерел:

1. В.С. Чумак, І.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна.
2. Чумак В. С. Реализация структуры нейронных сетей на FPGA / Чумак В.С., Свид І.В. // Наука, технології, інновації: тенденції розвитку в Україні та світі: матеріали міжнародної студентської наукової конференції, 17 квітня, 2020 рік. – Харків, Україна: Молодіжна наукова ліга. –Т.2– С. 30-32.
3. What Is a Logic Analyzer? [Електроний ресурс] –Режим доступу: – <https://articles.saleae.com/logic-analyzers/what-is-a-logic-analyzer> - 25.02.2021 г.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Трубчанинов Р.Н.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Свид И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. БМИ, тел. (057-702-02-29)

e-mail: ruslan.trubchaninov@nure.ua

In addition to increasing the speed of recovery after surgery, they are also necessary to obtain correct laboratory test results, to prevent infections, including postoperative ones. Correctly selected climatic conditions provide comfort in the workplace.

Введение. В ситуациях критических для жизнеобеспечения необходимы идеальные микроклиматические условия. Опираясь на динамику здравоохранения для обеспечения превосходного ухода за пациентами при меньших затратах, поставщики требуют повышенной визуализации, передачи медицинских изображений и видео данных от производителей оборудования. С ростом степени интеграции микросхем качественно меняется предел сложности систем, которые могут быть реализованы на их основе [1, 2].

Бесспорно, управление параметрами микроклимата в различных зонах медицинского учреждения, каждая из которых предъявляет собственные требования, довольно сложная задача. Поэтому потребность в системах индивидуального управления климатом растет.

Основная часть. В состав системы входят микроконтроллер, датчики температуры, датчики влажности, датчики пыли Dust Sensor, нагреватели, осушители воздуха и вентиляционная система. Диапазон измерения температуры лежит в пределах от -55 до +125°C, что позволяет реализовать предлагаемый к использованию датчик DS18B20. Его параметры удовлетворяют требованиям, а также он лучше всего подходит для совместной работы с микроконтроллерами. Датчик влажности предлагается НН-4000, в связи с высокой точностью и удобным для обработки выходным сигналом, диапазон измерения влажности находится в пределах от 0 до 100%.

За результатами анализа выбран микроконтроллер STM32F407VGT, в связи с удовлетворением всем требованиям для реализации данной системы. Это обусловлено большим количеством встроенных компонентов и позволит в дальнейшем модифицировать проект с помощью удобной САД-системы STM32CubeMX, STM32CubeIDE с возможностью подключения MatLab для обработки информации [3, 4].

Перед началом работы устройства пользователю необходимо задать требуемые параметры микроклимата (температуру, влажность, уровень запыленности и скорость воздушного потока), а также их допустимые

отклонения. Вводится время начала и окончания рабочей смены, дополнительно задается режим работы устройства на нерабочий промежуток времени. Устройство определяет свой режим работы (смена или нерабочее время) в зависимости от показаний встроенных часов.

Следующим шагом микроконтроллер получает данные от датчиков (температуры, влажности и запыленности) и при недопустимых отклонениях регулирует соответствующие параметры с помощью исполнительных устройств.

Во время работы устройства допустимы ручные изменения в настройках параметров микроклимата по усмотрению работников.

Вывод. Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье. Требования к микроклимату и воздушной среде помещений установлены СанПин 5179-90 «Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров». В ходе данной работы разработано устройство, которое способствует поддержанию микроклимата в соответствии нормам с автоматизированной подстройкой под требования в различных зонах медицинского учреждения.

Список использованных источников:

1. В.С. Чумак, И.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна.
2. Чумак В. С. Реализация структуры нейронных сетей на FPGA / Чумак В.С., Свид І.В. // Наука, технології, інновації: тенденції розвитку в Україні та світі: матеріали міжнародної студентської наукової конференції, 17 квітня, 2020 рік. – Харків, Україна: Молодіжна наукова ліга. –Т.2– С. 30-32.
3. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017
4. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

АВТМОБІЛЬНІ СЕНСОРИ НА ОСНОВІ FPGA

Деркач Д.М.

Науковий керівник – ст. викл. каф МЕЕПП Карнаушенко В.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. 057 702-13-62

e-mail: dmytro.derkach@nure.ua

Now vehicles rely on many sensors to measure internal and external variables, which could affect the behavior of the car in control, as well as additional parameters such as visibility and comfort of passengers. Depending on their level sensors measure individual parameters which are determined by environmental parameters using broad-spectrum signals. Considering that intelligent sensors use data of various kinds under them, in which complex and nonlinear forms of behavior.

Давно минули часи, коли автомобілі були просто механічними системами. З 1980-х років виробники транспортних засобів активно впроваджували різноманітну електроніку, перетворюючи їх на складні мехатронні системи.

Спочатку вони оснащувалися декількома простими електронними датчиками, такими як датчики кутової швидкості, датчики крутного моменту, акселерометри та гіроскопі, які разом з іншими приводами створювали системи безпеки, Такі як анти блокувальна гальмівна система (ABS), система контролю тяги (TCS) та програма електронної стабільності (ESP).

Це вдосконалення призвело до загального зобов'язання встановлювати ці системи в кожному новому автомобілі в США з 2011 року та в Євросоюзі з 2014 року. У сфері комфорту водіїв прості датчики швидкості відіграють важливу роль у звичайних системах зворотного зв'язку, таких рішеннях, як круїз-контроль (СС), які позбавляють водіїв від розумово навантаження утримувати швидкість у стійкому стані під час тривалої їзди по автострадах.

Однак, незважаючи на системи круїз-контролю, що сприяють зниженню втоми водіїв, не завжди коректна робота систем може спричиняти небезпечні ситуації. Для вирішення цих проблем в якості альтернативи, окрім внутрішніх сенсорів, виступили зовнішні сенсорні системи, такі як адаптивний круїз-контроль (АСС), що забезпечує підвищені функції безпеки та комфорту.

Системи круїз-контролю базуються на вимірювання відстані до будь якого транспортного засобу в реальному часі. Це дозволяє утримати часовий проміжок і запобігти зіткненню транспортного засобу спереду, або ззаду, таким чином підвищуючи безпеку дорожнього руху.

Такі системи, як АСС, базуються на складних інтелектуальних датчиках, які вимірюють зовнішні параметри за допомогою сенсорів

близькості, таких як радары, LIDAR або відео. Ці види вдосконалення систем відомі як сучасні системи допомоги водію (ADAS).

Система ADAS використовує безперервний потік даних з декількох первинних перетворювачів, які вимірюють внутрішні та зовнішні змінні для забезпечення розширення функціональних можливостей систем керування транспортним засобом.

Їх можна класифікувати на дві категорії з урахуванням рівня їх роботи: пасивні та активні системи допомоги водію. Перший надає поради або інформацію водієві. Прикладами пасивного ADAS є датчики сліпих плям, які Використовують контур системи персоналізації стилю водіння. Активні системи самостійно корегують і виконують рішення, що необхідні для запобігання надзвичайних ситуацій на дорозі.

Розумні датчики проходять два добре диференційовані етапи: офлайн-етап проектування та онлайн-етап експлуатації автомобіля. Етап проектування проводиться з використанням FPGA сімейства пристроїв Altera. Точніше, це програмована система на кристалі, PSoC, який інтегрує процесори і їх периферію з програмованою логікою. Класифікатор стилю водіння, заснований на FPGA, діє як інтелектуальний датчик, здатний адаптувати відповідь систем автомобіля з манерою керування водія в різних умовах руху.

Реалізація на базі FPGA обумовлена через надзвичайно високі робочі частоти та низьке енергоспоживання програмованою логікою. Обробка даних може бути забезпечена лише високопродуктивними обчислювальними платформами, такими як мікропроцесори, графічні блоки обробки (GPU) або програмованими пристроями (FPGA). У контексті автомобільної галузі інтелектуальні датчики в поєднанні з програмованою логікою є ключовими компонентами потокових інформаційних систем допомоги водію в складних умовах жорстких транспортних потоків.

Література

1. Coutinho, M.G.F.; Torquato, M.F.; Фернандес, М.А.С. Апаратна реалізація глибокої нейронної мережі на основі Stacked Sparse Autoencoder. IEEE Access 2019, 7, 40674-40694. [Google Scholar] [CrossRef]
2. Bengler, K.; Dietmayer, K.; Farber, B.; Maurer, M.; Stiller, C.; Переможець, Х. Три десятиліття систем допомоги водієві: огляд і перспективи на майбутнє. IEEE Intell. Pers. Syst. Mag. 2014 року, 6, 6-22. [Google Scholar] [CrossRef]
3. Leiber, H.; Czinczel, A.; Anlauf, J. Antiblockiersystem (ABS) für Personenkraftwagen. BOSCH TECH BER 2000, 2, 65-94.

ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ НА ПЛІС

Руденок С.І,

Науковий керівник – к.т.н., доцент Зубков О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікропроцесорних технологій і

систем, тел. (057) 702-02-29

e-mail: serhii.rudenok@nure.ua.

It is now difficult to name a branch of science and technology that does not use Digital Signal Processing (DSP). The most active DSP is used in transport, radio engineering, communications, television, telecommunications, measuring and household appliances. The tasks of the DSP are characterized by high productivity of the means that solve them, as well as a number of features of the DSP algorithms, such as data streaming, a special mathematical apparatus, widespread.

Зараз важко назвати галузь науки і техніки, де не використовується цифрова обробка сигналів (ЦОС). Найбільш активно ЦОС застосовується у транспорті, радіотехніці, зв'язку, телебаченні, телекомунікаціях, вимірювальній та побутовій техніці. Задачі ЦОС відрізняються високою продуктивністю засобів, що їх вирішують, а також рядом особливостей алгоритмів ЦОС, таких як потокова обробка даних, особливий математичний апарат, широке розповсюдження.

Цифрова обробка сигналів має справу з перетвореннями сигналів, які є цифровими. Основні закономірності ЦОС визначені для дискретних сигналів і уточнюються для цифрових сигналів лише на етапі реалізації ЦОС у конкретному пристрої. Такі уточнення стосуються вибору розрядності даних, точності результатів, перевірки надійності обчислень, але істотно не впливають на властивості алгоритму.

Алгоритми ЦОС мають періодичну природу і полягають в обробці майже безперервних потоків даних. Найбільш природно такі алгоритми задавати на поточковій моделі. На цій моделі основана універсальна високорівнева мова VHDL. Досі ця мова використовувалась лише для моделювання та опису дискретних систем. Але вона має ряд неоцінених переваг у порівнянні з традиційними мовами, якими часто описують алгоритми ЦОС.

Часто алгоритм ЦОС представляють як сигнальний граф, рідше — як граф синхронних потоків даних (ГСПД). Два потоки у графовій моделі є синхронними, якщо є взаємна відповідність між усіма даними в одному та іншому потоках. Наприклад, у синхронних потоках можна перенумерувати дані й тому потоки $y(n)$ та $x(n)$ є синхронними так як є відповідність між n -ми відліками в них. Причому n розглядається як номер циклу дискретизації або тактового періоду, чи ітерації алгоритму.

Оскільки, у переважній більшості алгоритмів ЦОС сигнальні потоки

є синхронними, тому такі алгоритми можна представити ГСПД. Якщо у результуючому потоці наявність даних умовно залежить від вхідного потоку, то такі потоки можуть бути несинхронними. Це, наприклад, потоки в компресорі сигналів, який замінює ланцюжки нульових відліків кодами довжини цих ланцюжків.

Опис ЦОС мовою VHDL відбувається наступним чином: задаються алгоритми, що представлені на графовій моделі потоків даних загального виду. При цьому відсутність блокувань алгоритму перевіряється на етапі компіляції та під час виконання алгоритму у VHDL-симуляторі. ГСПД є різновидом потокової моделі, на яку накладено певні обмеження. Ці обмеження мають відображення в описі алгоритму мовою VHDL.

Основним обмеженням є те, що вершина графа повинна видавати результат при кожному своєму запуску. Тобто результат $y(n)$ має такий самий номер або номер зі сталим зміщенням, що й вхідне дане $x(n)$. Тоді ці сигнали - вхідні дані й результат - будуть синхронними. Для цього елемент затримки повинен моделюватись оператором процесу, що запускається за синхросигналом, який є єдиним для усієї моделі. Для того, щоб елементи затримки, що стоять у замкнених циклах, мали певне початкове значення, оператори процесу повинні мати послідовні оператори початкового встановлення затриманих сигналів. Ці умови прийняті до уваги при формуванні відповідності між елементами ГСПД та операторами VHDL-програми (табл.1).

Таблиця 1 – Представлення елементів ГСПД у VHDL програмі

Елемент алгоритму	VHDL-програма
Сигнал $u(n)$	signal u: real;
Вхідний та вихідний порти, джерело та приймач сигналів $x(n), y(n)$	port (clk, rst: in std_logic; x: in real; y: out real);
Затримка $u(n)$ на 1 цикл: $v(n) = u(n-1)$	process (clk,rst) begin if rst = '1' then v<=0.0; elsif clk='1' and clk'event then v<=u; end if ; end process ;
Додавання сигналів $y(n) = a(n) + b(n)$	y<=a+b;
Множення сигналу на константу $y(n) = a \cdot x(n)$	або generic (a:real:=0,9876); constant a:real:=0,9876; ... y<=a*x;

Перелік джерел

1. А.М. Сергієнко, Ю.М. Виноградов, Т.М. Лесик, Цифрова обробка сигналів. Комп'ютерний практикум мовою VHDL. К.: НТУУ «КПІ», 2012.-104с.
2. Стешенко В. ПЛІС фірми ALTERA: Проектування пристроїв обробки сигналів. – М.: Додека, 2000. – 128 с

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Суханюк М.С.

Науковий керівник –доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харьков, пр. Науки 14, кафедра МТС, тел. (057) 70-20-229)

E-mail: maksym.sukhaniuk@nure.ua

The paper presents the design features of microcontroller measuring devices. Special attention is paid to the importance of the choice of analog-to-digital converters in their development. The paper describes the main characteristics of analog-to-digital converters, basic operating modes. Shown how do they affect technical features analog-to-digital converters on their capabilities.

При розробці пристроїв з мікроконтролерним управлінням часто виникає потреба у вимірюванні зовнішньої величини, в використанні різних датчиків, наприклад, термоопору, датчика тиску, мікрофона, тощо, вихідною величиною яких є аналогова напруга. У таких випадках вдаються до використання аналого-цифрового перетворювача (далі АЦП), що перетворює аналоговий сигнал в цифровий. Тому при розробці мікроконтролерних вимірювальних пристроїв АЦП приділяється велика увага і великим пріоритетом у розробників користуються мікроконтролери (МК) з вбудованим АЦП. На сьогоднішній день промисловість випускає широкий спектр таких МК. У різних МК АЦП відрізняється за параметрами: кількістю АЦП в одному МК, розрядністю в бітах, частотою дискретизації Мвиб / сек, кількістю вхідних каналів, часом перетворення в мкс, похибкою перетворення молодшого значущого розряду.

Найпростіші АЦП могли розрізняти тільки наявність або відсутність сигналу на його вході і, відповідно, видавати на виході логічний 0 або 1. В даний час для більшості систем стандартним вважається 24-бітова роздільна здатність, а 12-16 біт вже вважається мінімальною. Якщо в пристрої є два або три незалежних АЦП, то існує можливість значно збільшити частоту дискретизації шляхом їх налаштування на змінну вибірку значень.

Сучасні АЦП зазвичай містять пристрій вибірки та зберігання (ПВЗ). АЦП в STM32 будуються за схемою врівноваження зарядів. Роль ємності ПВЗ виконує внутрішня матриця конденсаторів. Конденсатори матриці в процесі перетворення перезаряджаються. Точність перетворення залежить від часу заряду конденсаторів, вихідного опору джерела сигналу. Для забезпечення точності вимірювання АЦП час вибірки має бути не менше певного значення, що залежить від вихідного опору джерела сигналу.

Мікроконтролери STM32 мають до трьох вбудованих АЦП розрядністю 12 біт, частотою дискретизації до 2 Мвиб / сек в одиночному

режимі і з кількістю вхідних каналів до 24 в залежності від моделі. Регулярні канали АЦП STM32 зберігають результат перетворення шляхом перетворення через DMA-контролер. Для одного АЦП їх може бути до 18. Інжектвані канали мають власні регістри для зберігання результату. Залежно від розв'язуваної задачі розробник має можливість налаштувати роботу каналів АЦП в довільному порядку, використовувати зовнішні та програмні події для старту перетворення. Важливою особливістю АЦП сімейства STM32 є можливість встановити тривалість перетворення для кожного каналу. Для кожного каналу є вісім значень часу в діапазоні 1,5 ... 239,5 циклів тактування модуля АЦП.

Ще однією особливістю АЦП сімейства STM32 є різноманіття режимів як в одиночному, так і в парному режимах двох АЦП з різними конфігураціями регулярних і інжектваних каналів. При парній роботі розширюються можливості з оцифрування сигналу і додаються кілька більш просунутих режимів роботи.

У сімействі STM32 також існує варіант роботи АЦП як аналогового сторожового таймера, тобто задаються верхній і нижній пороги чутливості і відбувається відстеження сигналу в фактично створеному вікні. При виході сигналу за один з порогів генерується переривання. Це дозволяє уникнути роботи в небезпечному режимі, так як в разі виходу контрольованого параметра за допустимий інтервал система скидається і перезапускається.

Таким чином технічні характеристики сучасних АЦП дають розробнику широкі можливості. А вибір МК з вбудованими АЦП дають можливість спростити схемотехнічну частину, в результаті чого розроблювані пристрої виходять більш компактними, дешевими при цьому не втрачаючи в продуктивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Квашнін, В. О. Програмування та застосування мікроконтролерів STM32F4Discovery : монографія / В. О. Квашнін, А. В. Бабаш, В. В. Квашнін. – Краматорськ : ЦТРІ «Друкарський дім», 2017. – 143 с.
2. ADC [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://blog.radiotech.kz/perevod/adc-perevod-iz-knigi-mastering-stm32/>
3. Сайковская, Л. Ф. Результаты исследования частотных характеристик зрительной системы с использованием автоматизированного прибора / Л. Ф. Сайковская // Бионика интеллекта. Информация. Язык. Интеллект : научно-технический журнал/ Мин-во образования и науки Украины.-ХНУРЭ.- Х .- 2008 .- №2(69).- С. 173-176.
4. STM32 Cortex®-M4 MCUs and MPUs programming manual / STMicroelectronics // Datasheet. 2020. 262 p. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.st.com/resource/en/programming_manual/dm00046982-stm32-cortex-m4-mcus-and-mpus-programming-manual-stmicroelectronics.pdf

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ І ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ STM32 В ПРИКЛАДНІЙ ФІЗИЦІ

Бондаренко В.В, Яшунін О.Б.

Наукові керівники – завідувач кафедри фізичної електроніки, доктор фіз.
мат. наук, професор Веклич Анатолій Миколайович
асистент кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем Фесенко
Сергій Олександрович

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
03022, Київ, просп. Академіка Глушкова, 4-г, факультет радіофізики,
електроніки та комп'ютерних систем, тел. (044) 521 0532
e-mail: oleksandr.yashunin@gmail.com,
bondarenko.vlad.univ@gmail.com

Microcontrollers are Integrated Circuit (IC) devices that, unlike microprocessors, consist of various discrete chips. They usually include a microprocessor unit (MPU), memory, and some peripherals. Microcontrollers are applied in robotics, vehicles, medical equipment, consumer electronics, industrial devices, military systems, other devices. What makes microcontrollers so attractive for practical application is that they can be programmed not only by experienced engineers but also by students [1]. This article provides an overview of the educational benefits of STM32 microcontrollers when developing / creating microcontroller programs and their subsequent use.

Мікроконтролери – мікросхеми, які поєднують у собі відразу всі елементи мікропроцесорної системи та складаються з арифметико-логічного пристрою, генератора тактових імпульсів, пам'яті даних та програм, портів вводу-виводу. Мікроконтролери також мають вбудовані програмовані таймери, компаратори, цифро-аналогові перетворювачі тощо [2].

Широкий набір периферії і порівняно низька вартість цих пристроїв є привабливими для багатьох розробників. При цьому можна обрати найкращий варіант для вирішення конкретного завдання [2].

Для отримання базових навичок програмування мікроконтролерів добре підходить STM32F429-discovery – це плата, що, окрім мікроконтролера, має вбудований програматор та периферію (сенсорний дисплей, світлодіоди, тощо). Також є виводи, до яких можна під'єднати додаткову периферію. Завдяки таким можливостям ця плата може бути використана і для керування експериментальними установками у прикладній фізиці.

Для роботи з мікроконтролером STM32 була використана програма STM32CubeMX і також середовище розробки Keil μ Vision® 5.

STM32CubeMX – програма, яка дозволяє провести попереднє налаштування мікроконтролера для подальшої роботи з ним. Зручність програми полягає в тому, що все це можна робити у графічному режимі [3].

Keil μ Vision використовується для написання та редагування коду. Перевагою програми є наявність засобів автоматичної компіляції та подальшого

завантаження коду до пам'яті мікроконтролера [4]. Робота в Keil μ Vision реалізується з допомогою двох бібліотек HAL (Апаратний рівень абстракції) та LL (Низькорівневий) мовою програмування C [5].

Для демонстрації можливостей такої плати до неї було під'єднано датчик температури та вологості повітря, який був розміщений біля джерела тепла. Можна побачити (див. Рис. 1) як датчик реєструє підвищення температури T і зміну вологості H .

Отже, як підсумок, мікроконтролери серії STM32-discovery зручні як для отримання початкових навичок роботи з мікроконтролерами, так і для їх використання в експериментах, зокрема в прикладній фізиці.

Список використаних джерел:

1. What Is a Microcontroller? The Defining Characteristics and Architecture of a Common Component. – дата звернення 18.02.2021. – <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/what-is-a-microcontroller-introduction-component-characteristics-component/>

2. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтролерах AVR / А.В. Белов // Санкт-Петербург: Наука и Техника. – 2008. – С. 71.

3. STM32Cube – дата звернення 20.02.2021. – [st.com/en/ecosystems/stm32cube](https://www.st.com/en/ecosystems/stm32cube)

4. Keil μ Vision. – дата звернення 04.12.2020. – <https://www2.keil.com/mdk5/uvision/>

5. Магда Ю. С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM. - М.: ДМК Пресс, 2012

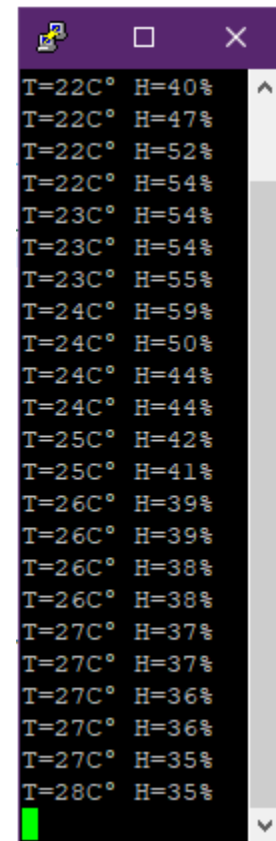


Рис. 1. Скринінг даних, знятих з датчика AM2320 за допомогою плати STM32

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Р		Ж	
Pershyn I.V.	26	Жалдаченко Д.С.	147, 160
		Животівський С.М.	63
А		Жила О.С.	149
Алексеев В.О.	11	Журавель І.В.	207
Андреев М.С.	107	Журавський А.В.	117
Апостол В.В.	140		
		З	
Б		Зубков А.О.	185
Бабак К.В.	83		
Бабич А.О.	89	И	
Басанець І.І.	128	Ионов Г.П.	170
Берлан В.А.	35	Іваницький С.О.	85
Білоцерківець О.Г.	185, 211		
Білюк В.В.	37	К	
Бондаренко В.В.	223	Казьміна Д.Р.	166
Булага А.В.	73	Капуста А.И.	69
		Кишинець В.В.	93
В		Кірпичев Ю.А.	55
Василец В.В.	134	Климова А.М.	28
Васильєв О.В.	174	Козак В.А.	17
Великов Д.О.	140	Козлов А.І.	39
Волков М.О.	103	Койдан А.А.	174
		Коников Д.С.	201
Г		Копиця А.А.	199
Гисцев А.Ю.	51	Коробка С.В.	149
Горбовцова И.В.	168	Коробко А.А.	5
Гриненко В.О.	109	Криворучко А.А.	7
Громова С.О.	33	Куць С.В.	211
		Кушельман Є.О.	53
Д		Л	
Данильченко М.М.	143, 147	Левский Н.А.	47
Деркач Д.М.	217	Лєсковська В.В.	151
Дзюба О.Р.	182	Лисенко Б.С.	143, 162
Дзябенко А.Ю.	91	Лисиченко В.О.	81
Довбня А.А.	145, 153	Литвиненко О.В.	153, 156
Довгаль К.С.	67	Логвінов О.С.	41
Донець Д.С.	105	Луценко А.В.	197
Древальський Р.В.	119		
Дух Я.В.	166		
Данильченко М.М.	143, 147		

М	
Макушев І.А.	176
Малахова О.Ю.	203
Марчуков В.Ю.	65
Медінцев Р.В.	121
Мельник Є.Ю.	22
Мінін Д.О.	145, 156
Міщенко І.Г.	95
Момот І.В.	71

Н	
Незовибатько О.І.	75

О	
Овчаренко Д.Р.	136
Оніщенко А.В.	158
Орлеан К.Е.	97

П	
Пархомов А.О.	30
Перебийніс Д.А.	180
Петров А.С.	124
Пилюшко А.А.	13
Плахонін О.Я.	182
Поздняков Р.О.	132
Прогонов Д.О.	138
Пугач К.О.	193

Р	
Резуненко К.І.	213
Рибников М.В.	24
Роговець В.Є.	205
Роєнко О.Г.	195
Ромаш А.А.	13
Рошка В.Д.	191
Рудакова Г.В.	178
Руденок С.І.	219

С	
Самсонова С.Ю.	79
Селезнев И.С.	47
Семернин Д.А.	126
Семченко К.С.	158

Сергієнко В.А.	49
Сидоренко Д.С.	22
Сидоренко Е.В.	43
Снегурова М.А.	189
Соловей А.Н.	130
Солодов В.Д.	111, 113, 115
Солодухіна Е.Е.	209
Столяренко О.А.	87
Суханюк М.С.	221

Т	
Тимченко Г.О.	45
Тімофєєва Ю.М.	160, 162
Трубчанинов Р.Н.	215

У	
Утва В.О.	57

Х	
Харченко В.С.	99
Харченко Д.М.	115
Холодов С.Є.	174

Ц	
Цибульников Д.І.	19

Ч	
Чарторійський А.А.	9
Чепіжна О.В.	59
Чередніченко С.Ю.	101
Чумак В.С.	187

Ш	
Шабатура Д.С.	172
Шужмова Т.В.	61

Я	
Яриш М.Б.	138
Ярова Ю.Д.	77
Ясменко В.М.	151
Яшунін О.Б.	223

ЗМІСТ

Електродинамічні системи, радіотехнічні пристрої та засоби радіозв'язку.....	4
Інформаційні радіоелектронні системи	21
Технічний захист інформації	123
Пристрої та технології інформаційно-комунікаційних систем	165
Системи та технології пристроїв на мікропроцесорах, мікроконтролерах та ПЛІС	184
Алфавітний покажчик	225
Зміст	227

«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ»

Матеріали 25-го Міжнародного молодіжного форуму

Відповідальні за випуск:

С.М. Сакало
(голова конференції)
Д.Ю. Горелов
(вчений секретар)

Комп'ютерна верстка

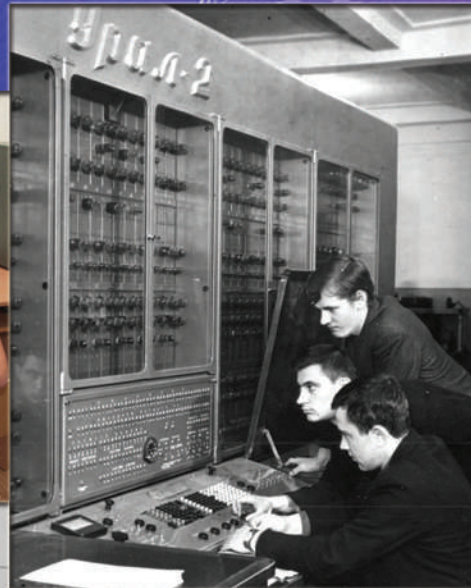
Д.Ю. Горелов

Матеріали збірника публікуються в авторському варіанті
без редагування

Підп. до друку 09.04.21. Формат 60x84 1/16. Спосіб друку – ризографія.
Умов. друк. арк. 13,31. Тираж 121 прим.
Зам. № _____. Ціна договірна.

ХНУРЕ. Україна. 61166, Харків, просп. Науки, 14

Надруковано в редакційно-видавничому відділі ХНУРЕ
61166, Харків, просп. Науки, 14



NURE