

ВІДЗИВ ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію Машталіра Сергія Володимировича
«Моделі та методи темпоральної обробки відео для інформаційного пошуку»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми дослідження. Тренд розвитку сучасних інформаційних технологій, як свідчить аналіз сучасного стану цієї галузі, є вибухове збільшення обсягів інформації, що потребують обробки в різних галузях наукової і науково-технічної сфер, а також у сфері бізнес-застосувань. Яскравим прикладом великих даних є відеодані, проблема аналізу яких полягає не тільки у великих обсягах, а й в надлишковості та поганій структурованості даних цієї природи, що пояснюється в першу чергу фізичними принципами формування відеоінформації. Таки чином, забезпечення з одного боку зменшення надлишковості, а з іншого – збереження достовірності та повноти при проведенні аналізу відеопослідовностей стає однією з важливих проблем в умовах обробки даних великих обсягів. Зважаючи на те, що в рамках навіть однієї послідовності відео існує велика кількість елементів і їх сукупностей з тільки їм властивими характеристиками, пошук стійких зв'язків може забезпечити покращення представлення відео в цілому, а тому структуризація відеопотоків дозволяє згрупувати елементи відео за ступенем їх схожості та виявити логічні зв'язки між виділеними групами елементів відеопослідовностей, і тим самим забезпечити створення моделей, що мають можливість покращити ефективність аналізу та інтерпретації для різноманітних задач інтелектуальної обробки відео. В цьому контексті слід зазначити, що однією з найбільш характерних задач з подібною проблематикою в Content-Based Visual Image Retrieval є задача інформаційного пошуку із запитом 'ad exemplum', що передбачає проведення великої кількості порівнянь багатовимірних даних. Зрозуміло, що в цьому випадку виключення з розгляду заздалегідь нерелевантної запиту інформації дозволяє значно підвищити швидкодію та якість результатів інформаційного пошуку.



Зважаючи на викладене вище, можна зробити висновок про те, що розробка моделей та методів темпорального аналізу відео, що передбачають проведення структуризації відеопослідовностей, є актуальною та важливою науково-технічною проблемою для задач Content-Based Visual Image Retrieval.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності і цілому. Дисертація є завершеною науковою роботою і складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел та додатка.

В першому розділі автором проаналізовано сучасний стан задач контекстного аналізу візуальної інформації, зокрема відео, спрямованих на виявлення змін під впливом будь-яких перешкод. Проаналізовано сучасні методи виділення дескрипторів візуальної інформації, які дозволяють перейти від безпосереднього аналізу візуальної інформації до аналізу їх математичного опису. В якості прикладу математичного опису відеопослідовностей розглянуто моделі багатовимірних часових рядів. На підставі результатів аналізу автором визначено мету дисертаційної роботи, а саме – розв'язання науково-технічної проблеми розробки моделей та методів темпоральної обробки відеопотоків для інтелектуальних інформаційних технологій пошуку погано структурованих даних. Відповідно до мети роботи сформульовані задачі досліджень.

Другий розділ присвячений синтезу моделей темпоральної сегментації відеопослідовностей при інформаційному пошуку з запитом «за зразком», заснованих на побудові областей елімінації об'єктів, які дозволяють виключати з розгляду інформацію, яка гарантовано не є подібною до запиту. В рамках розробки моделей структуризації відео дані математичні формулювання для понять відеосегмент, зв'язність сегментів, слідкувальна функція та інше. Досліджені можливості пошуку для довільного метричного простору сегментів відео з використанням off line отриманих відстаней між сегментами колекції. В свою чергу в on line режимі розраховуються відстані лише для обраного набору опорних точок деякої конфігурації, що дозволяє значно скоротити часові затрати на пошук. Введено загальний критерій

виключення (елімінації) об'єктів з конфігурації.

В третьому розділі, по перше, введено матричні модифікації методів кластеризації, що дозволяє адаптувати їх використання під багатовимірні дані такі як зображення або відео. Запропоновані модифікації дозволяють істотно підвищити швидкодію та уникнути проблем, які виникають в процесі векторизації/девекторизації багатовимірних даних. По друге, в розділі проаналізовано підходи до виділення векторів характерних ознак та надано рекомендації по використанню ознак стосовно задачі сегментації відеопослідовностей.

Четвертий розділ присвячений моделям та методам сегментації відеопослідовностей на основі аналізу індукованих багатовимірних часових рядів. Запропоновано ряд методів на основі налаштовуваної моделі, експоненційного згладжування, аналізу головних компонент та адаптивного прогнозування, які дозволяють виявляти зміни в часових рядах, а, відповідно, дозволяють виявляти межі однорідних сегментів відео. Велика кількість запропонованих методів обумовлюється неоднорідністю довільних відео потоків та різноманітністю необхідних задач по виявленню змін. В залежності від поставленої задачі можливе використання як одного так і декількох методів виявлення змін в часовому ряді для досягнення як найбільш вдалої сегментації відеопослідовності.

В п'ятому розділі запропонований підхід до виділення ключової інформації в відеосегментах, отриманих як результат темпоральної сегментації відео, оснований на побудові діаграм Вороного по виділених характерних точках кадрів. В якості методу пошуку використовується детектор Харріса. Для підвищення ефективності побудови діаграм запропоновано ввести обмеження на пошук характерних точок а також їх перерозподіл методом нечітких J-середніх. Як результат наведено загальну процедуру порівняння діаграм Вороного для пошуку ключової інформації.

Шостий розділ присвячений розробці методів стиснення візуальних даних, що дозволяє значно скоротити обсяги інформації, яку необхідно зберігати для проведення інформаційного пошуку шляхом її порівняння із

запитом. Запропоновано нейромережеві методи стиснення з використанням двох та чотирьох шарових нейронних мереж. Проаналізовано ступінь стиснення, яку можна отримати цими підходами на реальних відеоданих.

В сьомому розділі проводиться експериментальний аналіз методів сегментації відеоданих. Наведено порівняння сегментацій відеопотоків в залежності від вибору вектору ознак, виду входових даних. Проаналізовано валідність інформаційного пошуку на основі запропонованих моделей та методів темпоральної сегментації шляхом побудови коефіцієнта Дайса для множин аналізованих відео. Наведено особливості застосування та впровадження запропонованих моделей та методів темпоральної сегментації відео.

Основні результати дослідження полягають у наступному

- вперше запропонована модель просторово-часової сегментації відео на основі відношень подібності/нерозрізненості послідовностей або окремих відеокадрів, що дозволяє визначати межі сегментів в on line режимі;

- вперше в загальному вигляді отримані критерії елімінації об'єктів, які дозволяють скоротити час пошуку в великих відеосховищах за рахунок виключення необхідності розрахунку відстаней від запиту до аналізованих об'єктів, які не вдовольняють вимогам запиту;

- вперше запропоновані методи фрагментної кластеризації зображень, які дозволяють проводити ефективний аналіз відеопослідовностей в околах областей інтересу;

- вдосконалені методи аналізу властивостей багатовимірних часових рядів, які на основі налаштовуваних моделей, експоненціального згладжування і аналізу головних компонент дозволяють при послідовному аналізі відеопотоків шукати межі сегментів за рахунок відстежування змін в рядах;

- отримали подальший розвиток методи адаптивного прогнозування для сегментації багатовимірних часових рядів, за рахунок введення їх матричних аналогів, що дає можливість виявлення меж сегментів шляхом аналізу послідовностей попередніх відеокадрів;

- отримали подальший розвиток методи виявлення ключових кадрів

сегментів за рахунок побудов діаграм Вороного, що дозволяє врахувати просторові особливості візуальної інформації, завдяки чому підвищується валідність інформаційного пошуку із запитом «за зразком»;

– вдосконалені методи компресії відеокадрів з використанням нейронних мереж, що покращує зберігання інформації при структуризації відеопослідовностей.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій. Належний ступінь обґрунтованості досягнуто за рахунок використання положень математичного апарату розпізнавання образів та обробки зображень, аналізу багатовимірних часових рядів, штучних нейронних мереж та ідентифікації систем. Достовірність висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації забезпечена теоретичною обґрунтованістю, кількісним та якісним дослідженням даних, взятих для експериментальної перевірки запропонованих моделей та методів. Всі основні результати досліджень підтверджуються комп'ютерним моделюванням.

Автореферат достатньо повно відображає зміст дисертаційних досліджень.

Наукові результати кандидатської дисертації не включено до результатів докторської дисертаційної роботи.

Практична цінність роботи полягає в розробці моделей та методів темпоральної сегментації відео, що створює передумови для побудови систем метричного інформаційного пошуку мультимедійних даних та дозволяє провести загальну структуризацію відео, що є важливим для розв'язання різноманітних задач CVBIR. Результати дисертаційних досліджень впроваджено в Харківській обласній державній адміністрації для системи управління архівами селекторних нарад з використанням відеозв'язку (акт від 09.10.2014 р), в ГУМВС України в Харківській області (акт від 28.01.2015 р) з метою детектування значущих фрагментів відео, в Харківському технічному центрі рентгенівського сервісу «Спектр» (акт від 14.12.2014 р) та на Заводі рентгенівського обладнання «Квант» (акт від 18.12.2014 р) для аналізу і

виділення фрагментів в потоках рентгеноскопічної відеоінформації, а також результати роботи знайшли застосування в навчальному процесі Харківського національного університету радіоелектроніки при підготовці фахівців і магістрів за спеціальністю «Інформатика» (акт від 18.05.2016 р). Реалізовано програмний комплекс «Програмний комплекс просторово-часової сегментації відеоданих в задачах пошуку за запитом «за зразком», який сертифікований УкрСЕПРО.

Апробація та повнота викладення результатів дисертаційних досліджень в опублікованих працях. Повнота викладення підтверджена публікаціями у фахових виданнях та матеріалах міжнародних та вітчизняних науково-практичних конференцій. За результатами дисертаційних досліджень здобувачем опубліковано 52 наукові роботи, у тому числі 1 монографія; 24 статті у наукових фахових виданнях України з технічних наук; 8 статей в закордонних журналах; 19 публікацій в трудах і матеріалах міжнародних конференцій; (21 робота входить до міжнародних наукометричних баз, в тому числі 2 роботи в базу Scopus).

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі інформатики Харківського національного університету радіоелектроніки в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт: «Синтез методів обробки інформації в умовах невизначеності на основі самонавчання та м'яких обчислень» (№ ДР0107U003028), «Еволюційні гібридні системи обчислювального інтелекту зі змінною структурою для інтелектуального аналізу даних» (№ ДР0110U000458), «Моделі і методи грануляції і інтерпретації багатовимірних даних» (№ ДР0110U002636), «Моделі і методи аналізу та інтерпретації динамічних процесів» (№ ДР0113U000357), «Нейро-фаззі системи для поточної кластеризації і класифікації послідовностей даних за умов їх викривленості відсутніми та аномальними спостереженнями» (№ ДР0113U00036) «Розробка гібридних систем та методів обчислювального інтелекту для обробки потоків нечіткої інформації за умов нестаціонарності та невизначеності» (№ ДР0116U002539).

Зауваження до роботи. Дисертаційна робота Машталіра С.В. не вільна від недоліків, серед яких слід зазначити:

– дисертаційні дослідження в задачах інформаційного пошуку в відеопослідовностях обмежені лише запитами «за зразком», розширення видів запитів (по онтологічним описам, ескізам, на об'єктному рівні) істотно б розширило сферу застосування пропонованих методів темпоральної обробки відео потоків;

– недостатньо обговорені питання використання областей елімінації при пошуку із запитами «за зразком», не вивчено реальне зниження обчислювальної складності для різних конфігурацій відеосегментів, не досліджені, хоча б в загальному вигляді їх властивості, не відстежено зв'язок з відомими алгоритмами метричного пошуку;

– використання результатів просторової сегментації відеокадрів для скорочення семантичного розриву між низькорівневими дескрипторами і високорівневою інтерпретацією візуальної інформації інтуїтивно зрозуміло, але в роботі недостатньо формальних обґрунтувань;

– з роботи не ясно, коли і за яких умов доцільно використовувати запропоновані методи виявлення змін властивостей багатовимірних часових рядів на основі налаштовуваної моделі, експоненціального згладжування, аналізу головних компонент, адаптивного прогнозування часових рядів;

– при пошуку ключових кадрів на основі діаграм Вороного високих порядків з різними генераторами (зокрема, використовуючи метод нечітких J-середніх) не визначені розумні діапазони варіації цих порядків, які в принципі можуть впливати на релевантність пошуку;

– для запропонованих моделей нейромережевої компресії відеокадрів не пропонуються методи темпоральної обробки відеопотоків в просторах параметрів методів стиснення, що могло б надати нові можливості структуризації даних у часі;

– просторова сегментація кожного зображення відеопослідовності виконується незалежно від результатів обробки попередніх відеокадрів,

вносячи кожен раз нову похибку, яка не враховує наявні результати, що може помітно ускладнювати темпоральну обробку індукованих багатовимірних часових рядів.

ВИСНОВКИ

Висловлені зауваження не знижують цінність представленого наукового дослідження, його науково-теоретичного та практичного значення. Незважаючи на вказані недоліки дисертаційну роботу Машталіра Сергія Володимировича «Моделі та методи темпоральної обробки відео для інформаційного пошуку» слід вважати завершеною, цільною науковою працею, в якій отримані нові теоретичні і експериментальні результати та розв'язана науково-технічна проблема синтезу моделей темпоральної сегментації відео. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології. Вважаю, що дисертаційна робота Машталіра С.В. відповідає вимогам до докторських дисертацій, зокрема пунктам 9, 10, 12-14 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент: доктор технічних наук,
професор, декан факультету математики і
інформатики Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна

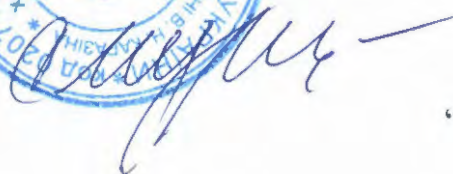


Жолткевич Г.М.

“21” 11 2016 року

Підпис професора Жолткевича Г.М. ЗАСВІДЧУЮ

Начальник відділу кадрів Харківського
національного університету
імені В.Н. Каразіна

Куліш С.М.

“22” 11 2016 року