

ВІДЗИВ

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

Актуальність теми дослідження

Розвиток інформаційних технологій нерозривно пов'язаний з обробкою послідовностей даних високої розмірності. При цьому, одним з найскладніших напрямів є обробка відеоінформації, що пов'язано в першу чергу з величезними обсягами інформації, яку необхідно аналізувати для виділення найбільш вагомої при розв'язуванні задачі та зберігати для подальших задач. Крім того, останнім часом з'являються великі бібліотеки медіаданих, аналіз яких також є нетривіальною задачею, зокрема для випадку побудови систем інформаційного пошуку, де в якості запиту використовуються зображення або навіть фрагменти відео. У зв'язку зі специфікою формування та зберігання відео виняткового значення набувають методи, які дозволяють опрацьовувати інформацію в реальному часі або, щонайменш, наближено до нього.

При цьому слід зазначити, що в загальному випадку потоки відеоданих є яскравим представником слабоструктурованих даних, в яких питання мінімізації їх надлишковості, забезпечення їх достовірності та повноти при пошуку в великих базах даних стають одними з ключових та потребують розробки нових моделей та методів, спрямованих на впорядкування чи структурування відео.

Таким чином, можна констатувати, що збільшення обсягів відеоданих, які мають досить різні характеристики, ускладнює розв'язання задач інформаційного пошуку та потребує розробки новітнього інструментарію їх опрацювання та структуризації, в якості якого можливо використовувати модель просторово-часової сегментації відеопослідовностей, що дозволяє врахувати як кореляцію в двовимірному просторі окремих кадрів, які можна інтерпретувати як окремі зображення, так і міжкадрову кореляцію, яка враховуватиме зміни, що відбуваються у часі. У зв'язку з цим, розробка моделей та методів темпорального аналізу відеопослідовностей є важливою та



актуальною науково-технічною проблемою з огляду на розв'язання задачі інформаційного пошуку.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.

Концепція роботи здобувача є вмотивованою. Здобувач добре обізнаний у матеріалі, відчувається ґрунтовне опрацювання наукових джерел і володіння сучасними методами дослідження. Дисертація відзначається чіткою послідовністю тез і аспектів, взаємозумовленістю концепції і результатів, чіткою постановкою задач та аргументованістю. Характерною ознакою дисертації здобувача є комплексний підхід до вирішення проблеми дослідження. Це проявляється в представленні загальної задачі інформаційного пошуку в вигляді послідовності етапів, для кожного з яких сформульовані пропозиції по їх розв'язанню при використанні багатовимірних даних.

Структура дисертації розкриває головні ідеї змісту проблеми дослідження. Розділи пов'язані внутрішньою логікою і послідовністю розгляду задач. Здобувач використовує сучасний математичний апарат для реалізації мети дослідження – розробки моделей та методів темпоральної обробки відеопотоків для підвищення ефективності контекстного інформаційного пошуку за рахунок структуризації відео. Ця мета досягається в дисертаційній роботі рішенням такого комплексу науково-практичних задач:

- аналіз тенденцій розвитку методів обробки поганоструктурованих даних на кшталт відео в аспекті виділення однорідних сегментів, пошуку ключової інформації по сегментах та знаходження дескрипторів відеокадрів для побудови перспективних засобів, що впливають на ефективність індексування в великих бібліотеках динамічної візуальної інформації та метричного пошуку в CVBIR;

- синтез моделей та методів аналізу відео, що дозволяють створити низку підходів до інформаційного пошуку з запитами «за зразком» за рахунок побудови областей елімінації для виключення заздалегідь невідповідної запитам інформації для довільних конфігурацій об'єктів в пошуковому просторі;

- розробка методів багатовимірного кластерування та порівняння розбиттів множин для підвищення валідності інформаційного пошуку в великих бібліотеках відеоданих;

- побудова моделей та методів сегментації відео (розбиття даних на однорідні частини) за рахунок аналізу багатовимірних часових рядів шляхом

виявлення зміни їх властивостей ;

– створення методів пошуку ключових кадрів сегментів відео, що значно спрощує задачу аналізу відео на базі механізмів порівнянь зображень при пошуку у великих бібліотеках візуальної інформації;

– розробка методів та моделей компресії відео при просторово-часовій обробці відеопотоків в задачах багатоаспектної індексації.

Розв'язання сформульованих задач за допомогою побудови математичних і інформаційних моделей, дослідження і перевірки теоретичних рішень з використанням методів чисельного моделювання є досить обґрунтованими.

Робота виконувалась в Харківському національному університеті радіоелектроніки протягом 10 років в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт.

Достовірність отриманих результатів

Достовірність і обґрунтованість отриманих у роботі результатів забезпечується використанням математичного апарата теорії обробки зображень, аналізу багатовимірних часових рядів, штучних нейронних мереж, методів сегментації зображень на основі кластерного аналізу та елементів математичної статистики, що логічно інтегровані в концепцію аналізу відеопослідовностей.

Про обґрунтованість і достовірність результатів дисертаційної роботи свідчить також їхня апробація в достатньо широких колах вітчизняної і закордонної наукової громадськості, а також конкретному практичному впровадженні.

Основні наукові результати досліджень і новизна дисертації

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження дозволили сформулювати і вирішити проблему темпоральної обробки відеопотоків шляхом розробки теоретичних основ, моделей та методів структуризації даних великих об'ємів для інформаційного пошуку «за зразком». В рамках цього напрямку отримані такі нові наукові результати.

1. Вперше запропоновано модель темпоральної сегментації відеопослідовностей на основі відношень подібності/нерозрізненості відеокадрів, що дозволяє визначати межі сегментів однорідного змісту з урахуванням специфіки відеоінформації.

2. Вперше в загальному вигляді отримані критерії елімінації об'єктів, які

дозволяють скоротити час пошуку в CBVIR за рахунок виключення необхідності великої кількості трудомістких обчислень відстаней від запиту до аналізованих об'єктів.

3. Вперше запропоновано методи фрагментного кластерування зображень, що забезпечують ефективний аналіз окремих елементів відеопослідовностей в околах областей інтересу за рахунок їх локалізації при темпоральній сегментації відеопослідовностей.

4. Вдосконалено методи виявлення змін властивостей багатовимірних часових рядів, що на основі VAR моделей, експоненціального згладжування і послідовного аналізу головних компонент на відміну від відомих методів надають можливість шукати межі відеосегментів при послідовному аналізі відеопотоків в on line режимі.

5 Отримали подальший розвиток методи сегментації багатовимірних часових рядів за рахунок розробки матричних аналогів методів адаптивного прогнозування, що дає можливість виділення сегментів відеопотоків шляхом врахування передісторії аналізованих кадрів.

6. Отримали подальший розвиток методи формування ключових кадрів сегментів, які використовують розбиття відеокадрів на основі діаграм Вороного, що дозволяє врахувати просторову кореляцію візуальної інформації, завдяки чому підвищується ефективність процедур контекстного інформаційного пошуку.

7. Вдосконалено нейромережеві методи компресії відеокадрів, що забезпечують зменшення необхідної до зберігання інформації при структуризації та темпоральній обробці відеопослідовностей.

Практичне значення отриманих результатів

Запропоновані в роботі моделі і методи аналізу відеопослідовностей дозволяють проектувати нові інформаційні технології контекстного пошуку при запитах «за зразком». Наукові положення та висновки, викладені в дисертації та наукових публікаціях, були використані здобувачем при розробках нових методів структуризації відеопослідовностей з метою спрощення подальшого їх аналізу при розв'язанні різноманітних задач, що підтверджується актами впровадження в Харківській обласній державній адміністрації (акт від 09.10.2014 р), в ГУМВС України в Харківській області (акт від 28.01.2015 р), 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), а також в навчальному процесі

Харківського національного університету радіоелектроніки при підготовці спеціалістів і магістрів за спеціальністю «Інформатика» (акт від 18.05.2016 р). Отримано сертифікат УкрСЕПРО на програмний комплекс «Програмний комплекс просторово-часової сегментації відеоданих в задачах пошуку за запитом « за зразком»».

Оформлення дисертації та автореферату

Дисертаційна робота та автореферат написані на достатньо високому науково-технічному рівні. Стиль викладення досліджень, наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття. Результати досліджень у достатній мірі проілюстровані графічним матеріалом. Приведено приклади практичного використання результатів роботи на реальних даних. Оформлення є акуратним і відповідає вимогам МОН України до дисертаційних робіт.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації

Запропонована в дисертації концепція структуризації відеоданих може бути теоретичною основою для створення нових ефективних підходів до аналізу мультимедіа в випадку обробки великих об'ємів інформації.

Теоретичні положення й експериментальні результати, отримані в дисертації, можуть бути використані при створенні високоефективних методів аналізу відеопослідовностей для широкого спектру задач: трекінгу, детектування руху, інформаційному пошуку та ін. За рахунок розроблених моделей та методів сегментації значно спрощуються процедури пошуку та зберігання найбільш необхідної та ідентифікуючої інформації з усього масиву відеоданих.

Публікація та апробація результатів дисертації

За темою дисертації опубліковано 52 наукових праці, у тому числі одна монографія, 32 статті у фахових виданнях України та інших країн, серед яких 18 робіт входить до міжнародних наукометричних баз, 19 робіт у матеріалах міжнародних наукових конференцій і симпозіумів в багатьох країнах світу (3 в міжнародних наукометричних базах) та відомі широкому колу спеціалістів і науковців та цілком відображають зміст дисертаційної роботи

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації

Автореферат цілком відповідає змісту дисертації та в стислій формі містить всі основні результати роботи. Автореферат за структурою, змістом і оформленням цілком відповідає вимогам МОН України до дисертаційних робіт.

Використання в докторській дисертації результатів наукових досліджень за якими була захищена кандидатська дисертація

Здобувач не виносить на захист положення, за якими була захищена його кандидатська дисертація.

Зауваження

1. Інформаційна технологія пошуку в колекціях відео багато в чому спирається на методи зберігання та вилучення даних, проте в роботі немає ніяких рекомендацій по організації індексації темпоральної структурованої інформації.

2. Безсумнівний інтерес викликає введена в другому розділі узагальнена слідкувальна функція, але її зв'язок з темпоральною обробкою відеопослідовностей практично не простежується тоді, як вона методично може забезпечувати застосування тих чи інших підходів при пошуку «розладнань» багатовимірних часових рядів.

3. Не в повній мірі вивчені питання представлення відеокадрів прямокутними фрагментами в плані вибору областей інтересу, раціональних розмірів фрагментів при обробці як поля зору, так і послідовності фрагментів в часі.

4. Фрагментна сегментація відеопотоку в часі залежить як від розмірів цих фрагментів, так і від їх кількості, а також від розташування на окремих кадрах, але в дисертації вплив всіх цих характеристик на темпоральне опрацювання відеоданих в повній мірі не відображено.

5. Концепція ключових кадрів може бути ефективним інструментом представлення сегментів в задачах інформаційного пошуку, однак, для цього необхідно визначати не лише ступінь подібності з зображеннями аналізованого сегмента, а й відмінності з ключовими кадрами, котрі характеризують інші сегменти, що в роботі не здійснено в достатній мірі.

6. У роботі не наводяться оцінки часових витрат на стиснення зображень, що не дозволяє оцінити їх працездатність в op line режимі навіть при зниженні

роздільної здатності відео або при фрагментній обробці.

7. У роботі на основі тесту Дікі-Фулера для чотирьох різних відеопотоків встановлений досить очікуваний факт, що індуквані відео часові ряди мають нестационарний характер. Більшу зацікавленість викликала б будь-яка інша характеристика цих відео, що прийнята для інтелектуального інформаційного пошуку.

Зазначені зауваження в цілому не змінюють загального позитивного враження від дисертаційної роботи та не є критичними з огляду на отримані результати.

Висновок

Дисертаційна робота Машталіра Сергія Володимировича «Моделі та методи темпоральної обробки відео для інформаційного пошуку» є завершеною, цільною науковою працею, в якій отримані нові обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати, що у сукупності вирішують важливу науково-технічну проблему темпоральної сегментації відеопослідовностей при інформаційному пошуку із запитом «ad exemplum». Вважаю, що дисертація Машталіра С.В. відповідає спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології та 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:

Проректор з науково-дослідної роботи

Львівського державного

університету безпеки

життєдіяльності Державної служби

України з надзвичайних ситуацій.

Доктор технічних наук, доцент



Т.Є. Рак