

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Шкурат Оксани Сергіївни за темою «Методи та інформаційна технологія оброблення архівних медичних зображень», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми дисертації.

Невід'ємною частиною медичної діяльності та наукових досліджень є візуалізація даних у вигляді медичних зображень. Стрімкий розвиток інформаційних технологій спростив процеси зберігання, оброблення, аналізу, пошуку та передачі медичних графічних даних. Ці можливості розширилися з появою різних медичних інформаційних рішень, в тому числі медичних інформаційних систем. Проте значний обсяг медичних даних, що постійно збільшується, спонукає до створення нових автоматизованих, а в деяких випадках, автоматичних інструментів обробки даних з метою зменшення навантаження на спеціаліста. У такому аспекті розроблення нових підходів до оброблення бази даних, що включатиме великі обсяги різномірних медичних зображень є актуальною науковою задачею. Визначальним з точки зору актуальності є також те, що дане дисертаційне дослідження направлене на розширення можливостей Національної електронної системи охорони здоров'я eHealth, створеної в Україні в рамках медичної реформи. Як наслідок світової диджиталізації, система eHealth охоплює процеси накопичення та зберігання, оброблення та аналізу, пошуку та передачі медичних даних. Інтегрування до eHealth методів та інформаційної технології оброблення медичних зображень забезпечить автоматизоване складання архівів даних для наукових медичних досліджень, а також технічних досліджень, зокрема розроблення інформаційних рішень новітнього покоління. Інтегрування медичних знань шляхом долучення архівних зображень до сучасних медичних зображень створить передумови для розширення можливостей персоналізованої медицини, зміни у медичній теорії та практики, розроблення новітніх інформаційних технологій оброблення медичних даних. У зв'язку з вищезазначеним, тема дисертації О.С. Шкурат є актуальною та своєчасною.

Наукова новизна одержаних результатів:

– вперше розроблено метод сегментації зображень, який ґрунтується на аналізі статистичних показників вхідного масиву однорідних зображень та дозволяє отримувати складові частини та контури зображень шляхом утворення однорідних областей без урахування просторової близькості елементів зображення для масивів медичних зображень;

– вперше розроблено метод опису медичних зображень, який ґрунтується на контурному представленні зображення та його елементів довільної форми масивами координат «опорних» вершин, розмір яких задається залежно від вимог, які визначаються поставленою задачею пошуку та потрібною точністю відтворення, що дозволяє зменшити обсяг графічних даних, які зберігаються та оброблюються у медичній програмно-апаратній системі, у порівнянні з методом Differential Equation Interpolant;

– вперше розроблено метод нечіткого пошуку векторних зображень, який ґрунтується на визначенні областей припустимих значень координат вершин для двоетапного аналізу схожості зображення-кандидата та зображення-шаблону, що дозволяє підвищити точність пошуку у порівнянні з методом пошуку зображень за змістом;

– удосконалено метод підвищення яскравості медичних зображень, який ґрунтується на застосуванні нелінійних функцій до колірних компонент зображень для моделі HSV, що дозволяє підвищити точність виявлення контурів у порівнянні з методом лінійного розтягування;

– удосконалено метод згладжування контурних кривих об'єктів зображень, який ґрунтується на застосуванні нелінійних операцій перетворення координат контурних вершин, що дозволяє підвищити точність відтворення об'єктів зображення у порівнянні з методом медіанної фільтрації.

Практичне значення одержаних результатів.

За результатами дисертаційного дослідження було запропоновано інформаційну технологію оброблення архівних медичних зображень, що ґрунтується на безперервному накопиченні бази медичних зображень, отриманих різними засобами візуалізації, визначальними рисами якої є виконання процедур класифікації медичних даних, формування архівів медичних даних, оброблення та аналізу медичних даних для інтерактивного автоматизованого моніторингу, а саме, ідентифікації об'єктів дослідження, їх оброблення, виявлення відхилень, здійснення

пошуку подібних випадків, що дозволяє створювати медичні інформаційні системи з розширеними функціональними можливостями.

Практичні результати роботи не викликають сумнівів та підтверджуються відповідними актами впровадження.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.

Високий рівень обґрунтованості наукових положень, сформульованих у дисертації підтверджується використанням сучасних підходів теорії комп'ютерної обробки зображень та розпізнавання образів. Формалізація описання цифрових та векторних зображень виконана засобами лінійної алгебри та аналітичної геометрії. Реалізація методів здійснена за допомогою відомих програмних інструментів моделювання. Достовірність отриманих положень підтверджена проведеними змодельованими експериментами із використанням відомих тестових баз даних, а також розв'язанням практичних задач на основі реальних експериментальних даних, порівняльним аналізом з результатами інших методів та літературними даними. Висновки та практичні рекомендації, що сформульовані у дисертації є логічними та повністю відповідають поставленій меті, а також задачам дослідження. Отримані здобувачем теоретичні та практичні результати є доцільним для їх впровадження у сучасні медичні інформаційні системи з метою розширення їх можливостей оброблення даних та для розроблення новітніх медичних комп'ютерних систем прийняття рішень на основі аналізу архівів графічних даних.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Основні результати повно відображено у 11 наукових працях, зокрема в 2 статтях у закордонних наукових періодичних виданнях, 3 статтях у наукових фахових виданнях ДАК України та 6 публікацій в збірниках праць наукових конференцій. З них 3 роботи є одноосібними, 3 статті входять до наукометричної бази Scopus.

Аналіз особистого внеску здобувача у публікаціях, виконаних у співавторстві, показав самостійність отриманих результатів з питань дисертації.

Структура та обсяг дисертації.

Робота складається з анотації двома мовами, списку здобувача за темою дисертації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 8 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 210 сторінок, основний текст

викладено на 119 сторінках, в якому міститься 36 рисунків та 12 таблиць. Список використаних джерел містить 262 найменування.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, відзначено зв'язок роботи з темами, програмами та планами НДР, сформульовано мету та задачі наукового дослідження, визначено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів дослідження за темою.

У першому розділі проведений критичний аналіз сучасних інформаційно-комунікаційних рішень в галузі електронної охорони здоров'я, зокрема розглянуті головні напрями та критерії розвитку галузі, призначення та перспективи застосування телемедицини в охороні здоров'я, проаналізовані сучасні підходи до інформатизації охорони здоров'я та створення медичних інформаційних систем в Україні та світі. На підставі проведеного аналізу запропоновано архітектуру інформаційної технології оброблення архівних медичних даних, зокрема медичних зображень, що отримані засобами візуалізації. В результаті аналізу сформульована мета роботи та визначені задачі, які мають бути вирішені.

Другій розділ присвячений методам попередньої обробки та класифікації медичних зображень, зокрема розглянуті методи візуалізації медичних зображень, методи представлення та перетворення колірної гами зображень, обґрунтовані компоненти вектору ознак та вибір вирішального правила для подальшої класифікації архівних медичних зображень. Удосконалено метод підвищення яскравості медичних зображень, що ґрунтується на застосуванні нелінійних функцій до колірних компонент зображень для моделі HSV, який доцільно застосовувати для зображень мікроскопічних досліджень тканини та клітин. Крім того в розділі наведені результати дослідження ефективності запропонованого методу підвищення яскравості медичних зображень.

У третьому розділі наведено основні підходи до аналізу, оброблення та виділення об'єктів інтересу на медичних зображеннях, проведено аналіз методів сегментації, зокрема перетворення колірного простору зображень, визначення статистичних параметрів масиву зображень, кількості початкових сегментів та їх центрів та належності елементів зображень до сегментів, виявлення контурів сегментів. Крім того у розділі запропонований автоматизований метод сегментації медичних зображень, що ґрунтується аналізі статистичних показників масиву однорідних зображень, який доцільно застосовувати для автоматизованого визначення відхилень на об'єктах зображень, а також подальшого їх дослідження

лікарем. Крім того в розділі наведені результати дослідження ефективності запропонованого методу сегментації медичних зображень.

Четвертий розділ присвячений методам векторизації та пошуку зображень, зокрема методам виявлення контурів, контурного опису об'єктів спостереження зображень різного походження і пошуку медичних векторних зображень та їх об'єктів. Вперше розроблено метод опису зображень, що ґрунтується на контурному представленні зображення та його елементів масивами координат «опорних» вершин. Удосконалено метод згладжування контурних кривих об'єктів зображень, який ґрунтується на застосуванні нелінійних операцій перетворення координат контурних вершин, що дозволяє пригнічувати перешкоди на медичних зображеннях, представлених у векторному форматі. Вперше розроблено метод пошуку медичних зображень, що ґрунтується на визначенні областей припустимих значень координат вершин векторних зображень для оцінки ступеня схожості геометричних форм об'єктів зображень-кандидатів відповідно до зображень-шаблонів. Крім того в розділі наведені результати дослідження ефективності запропонованих методів контурного опису об'єктів та пошуку векторних зображень.

У **висновках** сформульовано основні теоретичні положення та результати дослідження.

Відповідність дисертаційної роботи вимогам МОН України.

Матеріал дисертації викладений досить грамотно, логічно та обґрунтовано. Кожен з чотирьох розділів має свою специфіку, котра у сукупності свідчить про цілісність та завершеність дисертаційної роботи.

Таким чином, представлена дисертаційна робота є завершеним дослідженням та написана науковим стилем. Зміст дисертації, структура, послідовність та повнота розв'язаних задач цілком відповідають темі роботи.

Автореферат дисертації ідентичний за змістом із основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні наукові положення, практичну значимість і висновки. Дисертаційна робота та автореферат оформлені у відповідності із встановленими вимогами.

Недоліки та зауваження щодо змісту дисертації та автореферату:

1. Другий, третій та четвертий розділи мають елементи огляду, який доцільно б було перенести до першого розділу. При тому в першому розділі пропонується архітектура нової інформаційної технології оброблення архівних медичних даних, що ґрунтується на нових розроблених методах, які тільки будуть розглянуті у наступних розділах. Доцільно було б завершити дослідження розробкою такої

інформаційної технології, а не починати з цього.

2. В другому розділі на рис. 2.7 наведений «розподіл діагностичних зображень нервової та дихальної систем відповідно до ознак p1-p4», але з тексту не зрозуміло позначення «p1-p4». Використовуються тільки дві ознаки p1 та p4 або діапазон, тобто чотири ознаки від p1 до p4. Якщо чотири, то не зрозуміло, які саме наведені на рис. 2.7.

3. У висновках до другого розділу зазначено «Запропонований метод дозволяє підвищити точність виявлення контурів на $31.83 \pm 5.81\%$ у порівнянні з методом лінійного розтягування», але з тексту розділу не зрозуміло, яким чином отримані ці результати.

4. В третьому розділі у виразі (3.2) для колірному простору застосуються позначення R, G, B та $R^{(1)}$, $G^{(1)}$, $B^{(1)}$, але не пояснюється різниця між ними.

5. В четвертому розділі не обґрунтовано вибір нормування колірних компонент зображення за виразом (4.2).

6. У висновках до четвертого розділу зазначено, що запропонований метод згладжування контурних кривих об'єктів зображень дозволяє підвищити точність відтворення об'єктів на $10.96 \pm 1.53\%$ у порівнянні з методом медіанної фільтрації, а також, що застосування запропонованого методу пошуку медичних зображень дозволяє підвищити точність пошуку на $20.23 \pm 2.14\%$ у порівнянні з методом пошуку зображень за змістом, але з тексту розділу не зрозуміло, яким чином розраховані ці результати.

7. Оформлення дисертаційної роботи та автореферату виконано акуратно, послідовно, логічно, але у тексті дисертації та автореферату зустрічаються незначні технічні помилки, зокрема:

– на рис. 2.7 не позначені вісі координат;

– при поясненні змінних в формулах слово «де» повинно писатися без абзацного відступу;

– текстові позначення рис. 2.1-2.2 стор. 45, рис. 4.2 стор. 98, рис. 4.5 стор. 103, рис. 4.7 стор. 105, рис. 4.8-4.9 стор. 106, рис. 4.13 стор. 111, рис. 4.14 стор. 114 дисертації менші мінімально допустимих.

Однак зазначені зауваження не є принциповими і не знижують цінності проведеного здобувачем дослідження, отриманої наукової новизни та практичної значущості дисертаційної роботи.

Загальний висновок.

З огляду на викладену актуальність дослідження, новизну та важливість отриманих автором наукових результатів, їх обґрунтованість та достовірність, а

також практичну цінність сформульованих положень і висновків вважаю, що дисертація Шкурат Оксани Сергіївни «Методи та інформаційна технологія оброблення архівних медичних зображень» є самостійним, оригінальним та завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне наукове завдання, що полягає у розробці та удосконаленні інформаційних рішень для автоматизованого оброблення великих масивів різнорідних медичних даних.

На підставі вищезазначеного, можна зробити висновок, що дисертація Шкурат Оксани Сергіївни «Методи та інформаційна технологія оброблення архівних медичних зображень» відповідає сучасним вимогам МОН України, зокрема п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567, а її автор, Шкурат Оксана Сергіївна, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

Професор кафедри обчислювальної техніки та програмування
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
доктор технічних наук, професор

