

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Одайської Христини Савеліївни “Методи та засоби підвищення візуальної якості зображень у комп’ютеризованих оптико-електронних системах”, що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації

При аналізі та розпізнаванні зображень основні складності в ці процеси додають такі фактори, як неоптимальність середньої яскравості та зашумлення зображень, а також відсутність їх чітких контурів. Ці недоліки необхідно усувати ще на етапі передобробки зображень. Тому актуальною задачею є впровадження на етапі передобробки ефективних методів і засобів фільтрації зображень з усуненням, зокрема, зашумлення та спотворення яскравості вхідного зображення.

При цьому треба врахувати такі важливі особливості процесу: необхідність обробки відеозображень, а також визначення найбільшого впливу конкретного типу шумів на спотворення зображень. Перший фактор потребує швидкісних методів і засобів фільтрації відеозображень. Другий фактор потребує детального аналізу впливу всіх типів шумів з урахуванням особливостей зображень для визначення шуму з найбільшим вкладом у зашумлення зображень. Крім того, конкретні області комп’ютерної обробки потребують високоякісних зображень, наприклад, комп’ютерна медична діагностика, що значно підвищує вимоги до фільтрацій таких зображень.

У роботі дисертантка комплексно підходить до розв’язання задачі створення високоефективних засобів підвищення візуальної якості зображень у комп’ютеризованих оптико-електронних системах. При цьому не тільки досягається зниження рівня шуму на зображеннях, але й забезпечується покращення точності та швидкодії такої обробки. Крім того, в роботі дуже вдало використовується принцип адаптації, зокрема, виконується вибір параметра фільтра

залежно від амплітудних і частотних параметрів зображення, а також адаптивна зміна (підлаштування) параметрів відеокамер.

Особливим результатом дисертаційної роботи є реалізація повного циклу проектування від постановки завдань, розробки теоретичних основ процесу фільтрації і через експериментальні дослідження до практичної реалізації засобів комп'ютерних систем на перспективній базі – ПЛІС, а також програмно – у системі Matlab. Отже, дисертаційна робота Одайської Х.С є безумовно актуальною. Крім того, актуальність роботи підтверджується безпосередніми зв'язками з науково-дослідними роботами Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Зв'язок роботи із науковими програмами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до програм наукової тематики кафедри комп'ютерних систем та мереж Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Проведені дослідження є частиною науково-дослідних тем, які фінансувались із коштів державного бюджету Міністерством освіти і науки України.

Загальна оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою. Її структура логічна, містить анотацію, список публікацій здобувача, перелік умовних позначень, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел і 7 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 245 сторінок.

У *вступі* дисертації визначено актуальність, сформульовано мету та розглянуто формальні ознаки роботи (новизну, практичну цінність, ступінь апробації, публікації та структуру роботи).

У *першому розділі* проведено аналіз сучасних методів і засобів підвищення візуальної якості зображень у комп'ютеризованих оптико-електронних системах. Розглянуто будову та принципи роботи комп'ютеризованих систем формування та оброблення цифрових зображень, які як джерело вхідних зображень використовують відеокамери. Показано, що важливим етапом попередньої обробки зображень є зниження їх рівня шуму. Проведено аналіз будови та принципів роботи

відеокамер, також показано, що існуючі методи підвищення візуальної якості зображень шляхом зниження їх рівня шуму та налаштування параметрів відеокамер у багатьох випадках не забезпечують потрібної точності та швидкодії. Це дозволило обґрунтувати вибір напряму досліджень і сформулювати завдання дисертаційної роботи.

Другий розділ присвячений розробленню теоретичних основ побудови комп'ютеризованих оптико-електронних систем, призначених для підвищення візуальної якості зображень, отриманих за допомогою відеокамер. Для таких систем запропоновано архітектуру, згідно з якою комп'ютеризована система складається з підсистем визначення рівня шуму, фільтрації шуму й адаптивної зміни параметрів відеокамер. Удосконалено два методи визначення рівня шуму на зображеннях, які засновані на використанні низькочастотної та високочастотної фільтрації зображень при виділенні їх шумових складових. Такі методи призначені для реалізації підсистеми визначення рівня шуму та підсистеми адаптивної зміни параметрів відеокамер, а їх особливістю є обчислення значень шуму в межах ділянки інтересу на зображенні. Для реалізації підсистеми фільтрації шуму розроблено математичну модель і метод автоматичного зменшення рівня шуму на зображеннях за допомогою фільтра Гауса з використанням енергетичного спектра зображення.

Третій розділ присвячено питанням розробки програмно-апаратних засобів зниження рівня шуму на зображеннях у комп'ютеризованій системі. Запропоновані методи визначення рівня шуму на зображеннях програмно реалізовано в системі Matlab, а також синтезовано структури комп'ютеризованих систем та їх Simulink-моделі. Розроблено структурні схеми блоків для підсистеми визначення рівня шуму. Апаратна реалізація блоків фільтрації зображень у розроблених системах виконана засобами FPGA Artix-7, що дозволило підвищити швидкість оброблення зображень. Результати обробки тестових зображень показали, що запропоновані методи визначення рівня шуму забезпечують на 30% менше похибку порівняно з аналогами. Розроблено програмно-апаратні засоби підсистеми зменшення рівня

шуму на цифрових зображеннях за допомогою фільтра Гауса. Експериментальна перевірка розробленого методу фільтрації показала, що він є квазіоптимальним.

У четвертому розділі розроблено методи адаптивної зміни параметрів «Яскравість» і «Контраст» відеокамер у комп'ютеризованій системі, на основі яких реалізовано програмні та апаратні засоби для підсистеми адаптивної зміни параметрів відеокамер. Синтезовано Simulink-моделі підсистеми та розроблено структурні схеми її блоків. Апаратна реалізація блоків системи засобами ПЛІС дозволила підвищити швидкодію оброблення зображень. У системі Matlab розроблено програми для адаптивної зміни параметрів «Яскравість» і «Контраст» відеокамер на основі критеріїв якості зображень, які враховують співвідношення сигнал/шум на зображеннях. Експериментальна перевірка розроблених засобів показала, що вони забезпечують адаптивну зміну параметрів відеокамер з допустимою похибкою. З використанням паралельних обчислень розроблено швидкодіючі метод і програму для визначення рівня шуму на зображеннях.

Оформлення дисертаційної роботи відповідає вимогам щодо оформлення дисертацій. В ній у достатньому обсязі наведено графічні та ілюстративні матеріали, чітко зображено формули, акуратно оформлено додатки. В додатках є документи, які підтверджують впровадження наукових розробок здобувача.

Зміст автореферату повністю відображає зміст та основні положення дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі, забезпечуються коректністю постановки розглянутих теоретичних задач, строгістю математичних моделей. В роботі коректно використовується теорія чисельних методів та алгоритмів, лінійна алгебра, методи цифрової фільтрації зображень. Апробація запропонованих методів і засобів підтверджує підвищення точності та швидкодії оброблення експериментальних зображень.

Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується результатами комп'ютерного моделювання, а також результатами практичного

використання в конкретних розробках різних моделей цифрових відеокамер та FPGA Artix-7, що підтверджується відповідними актами впровадження. Результати комп'ютерного моделювання задовільно узгоджуються з експериментальними даними, а також з результатами незалежних методів.

Наукова новизна отриманих у дисертації результатів. До головних наукових результатів, отриманих дисертанткою особисто, можна віднести:

- метод підвищення візуальної якості зображень шляхом їх фільтрації з обчисленням амплітудних і частотних параметрів корисного сигналу на основі радіального розподілу для енергетичного спектра;

- методи оцінювання якості формування цифрових зображень з їх згортанням при врахуванні статистичних характеристик яскравості на виділених ділянках інтересу;

- вдосконалені методи обробки зображень з адаптивною зміною параметрів «Яскравість» і «Контраст» цифрової відеокамери;

- вдосконалені методи визначення рівня шуму зображень з розпаралеленням процесу обчислення.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що на основі розроблених і вдосконалених методів і математичних моделей створено програмні засоби в системі Matlab для визначення рівня шуму та підвищення якості зображень у комп'ютеризованій системі, а також апаратні засоби на базі ПЛІС для цифрової фільтрації зображень. Крім того, розроблено програмно-апаратні засоби для адаптивної зміни параметрів «Яскравість» і «Контраст» цифрових відеокамер.

Результати дисертації впроваджені й пройшли апробацію в ІТ-компанії «Юкон-Софтваре» (м. Чернівці). Теоретичні та практичні результати роботи впроваджено в навчальний процес у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича.

Рекомендації щодо використання наукових результатів

Отримані дисертанткою наукові результати можуть бути використані при розробці нових та модифікації існуючих високопродуктивних обчислювальних пристроїв в комп'ютеризованих оптико-електронних системах. Їх доцільно також використовувати в навчальному процесі, зокрема при викладанні курсів, що пов'язані з новими інформаційними технологіями цифрової обробки (фільтрації) зображень.

Повнота, стиль виконання, публікації

Аналіз сукупності наукових результатів, поданих у роботі Одайської Х.С., дозволяє зробити висновок про їх повноту і цілісність, засвідчує особистий внесок автора в розроблення методів та програмно-апаратних засобів оброблення зображень у комп'ютеризованих системах.

Основні результати дисертації з достатньою повнотою відображено в 18 наукових працях, у тому числі 7 статтях у фахових виданнях, з них 2 у роботах у міжнародних виданнях, що входять до наукометричної бази SCOPUS, 7 доповідях у матеріалах міжнародних конференцій, одній доповіді у матеріалах всеукраїнської конференції, 3 свідоцтвах про реєстрацію авторського права на твір (комп'ютерну програму).

Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Недоліки та зауваження щодо змісту дисертації:

1. Серед визначених завдань тільки п.4 стосовно “розробки методу підвищення візуальної якості зображень” відповідає наведеній новизні результатів (п.2), а пп. 3,5,6 коректніше було б визначити як “розробити вдосконалені методи...”.
2. Доречніше використовувати “оцінювання” замість “оцінки”, якщо мова йде про процес, а не про результат.
3. Недостатньо доказовим є отримання емпіричних виразів, наприклад, вирази (2.15), (2.19) і степеневого виразу (2.20) у дисертації.

4. Відсутні часові діаграми процесу спрацювання налаштованих ПЛІС, наявність яких підсилила б практичність схемотехнічних розробок.
5. Просторове розміщення елементів FPGA Artix-7 на кристалі (рис. 3.13) свідчить про нераціональне використання ресурсів FPGA.
6. В дисертації зустрічаються (у незначній кількості) орфографічні та стилістичні помилки. Наприклад, в тексті дисертації зустрічається “Пуссон” замість “Пуассон”.

Зроблені зауваження не впливають на загальний високий науковий рівень і практичну цінність дисертаційної роботи.

Висновок

Дисертаційна робота Одайської Христини Савеліївни «Методи та засоби підвищення візуальної якості зображень у комп’ютеризованих оптико-електронних системах» є завершеною працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують наукове завдання підвищення точності та швидкодії оброблення зображень, отриманих з цифрових відеокамер, у комп’ютеризованих системах.

За своїм рівнем, обсягом та якістю досліджень кваліфікаційна робота задовольняє вимогам ДАК України, які пред’являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор, Одайська Христина Савеліївна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти.

Професор кафедри обчислювальної техніки
Вінницького національного технічного університету
д.т.н., професор



Т.Б. Мартинюк Т.Б. Мартинюк

Підпис *Мартинюк Т.Б.*
ПОСВІДЧУЮ
Зав. канцелярією *[Signature]*