

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Сергієнка Павла Анатолійовича
на тему «Методи та засоби проектування обчислювачів для розпізнавання
образів у зображеннях»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань **12 «Інформаційні технології»**
за спеціальністю **123 «Комп'ютерна інженерія»**

Актуальність теми дисертації.

Системи інтелектуального технічного зору останнім часом все частіше застосовуються в таких галузях, як автоматизація відеоспостереження, бортові автомобільні системи, автоматизація виробництва, медична діагностика, системи дистанційного керування. Це обумовлюється розширеними можливостями інтелектуальних алгоритмів розпізнавання образів у зображеннях. Внаслідок їх високої обчислювальної складності програмна реалізація таких алгоритмів зазвичай здійснюється на віддалених комп'ютерних потужностях з використанням хмарних сервісів та, інколи, технології GPGPU. Таке рішення призводить до перевантаження каналів передачі даних, збільшення енергоспоживання, відчутних затримок, стиснення динамічного діапазону, вживання додаткових заходів з протидії завадам. Запобігти згаданим недолікам здатна апаратна реалізація інтелектуального розпізнавання образів безпосередньо біля відеокамери. Вбудовані спеціалізовані обчислювачі для вирішення таких задач внаслідок їх специфіки та необхідності врахування сучасних реалій потребують додаткового розвитку методів їх створення та апаратно-орієнтованих алгоритмів розпізнавання образів у відеоданих. Саме на вирішення цієї важливої науково-технічної задачі спрямоване кваліфікаційне дослідження П.А. Сергієнка, чим обумовлюється його актуальність.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна дисертаційної роботи П.А. Сергієнка полягає в наступному:

1. Вперше запропоновано метод пошуку характерних точок у зображеннях, який відрізняється використанням адаптивної фільтрації, яка здійснюється шляхом детектування локальних градієнтних характеристик і формування з них зображення ознак, що дозволяє покращити можливість здійснювати пошук характерних точок в умовах обмеженої освітленості, зменшує кількість потрібних операцій множення та знижує вимоги до точності обчислень.

2. Вперше запропоновано метод синтезу буферних схем обробки двовимірних потоків даних конвеєрного типу, який на відміну від відомих методів синтезу на основі запам'ятовуючих пристроїв довільного доступу та регістрових схем, використовуючи просторовий граф синхронних потоків даних та бібліотечні компоненти ПЛІС SRL16, дозволяє здійснювати наперед заданий порядок вводу-виводу даних та зменшити апаратні витрати в кілька разів.

3. Вдосконалено пристрій знаходження квадратного кореня шляхом модифікації відомої схеми із зсувом та відніманням таким чином, що виконання кількох перших ітерацій скасовується завдяки використанню табличних обчислень, що дозволяє підвищити загальну швидкодію пристрою.

Обґрунтованість та достовірність теоретичних положень і здобутих наукових результатів підтверджується строгими теоретичними викладками, результатами імітаційного моделювання та проведеними експериментами з реальними схемами.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача П.А. Сергієнка повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності **123 «Комп'ютерна інженерія»** та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Комп'ютерна інженерія».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею та свідчить про

наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Системи цифрової обробки зображень».

Наявний звіт за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння свідчить, що дисертаційна робота Сергієнка Павла Анатолійовича є результатом самостійних досліджень і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Запозичені ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на першоджерела.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Зміст дисертаційної роботи розкривається послідовно та логічно. В тексті дисертації відсутні не сформульовані терміни або залежності, які би вимагали додаткового пояснення. Очевидно, що автор ретельно дотримується сучасної наукової методології.

Дисертація складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 168 сторінок.

У вступі розкрита актуальність теми дисертації, сформульовані об'єкт і предмет дослідження, його мета і завдання, які потрібно вирішити, щоб досягти поставленої мети. Визначена наукова новизна положень, що виносяться на захист.

У першому розділі дисертаційної роботи докладно розглядаються сучасні підходи та методи розпізнавання графічних образів. В цьому контексті проаналізована та порівняна ефективність методів дескрипторів характерних точок та методів нейронних мереж. Також вивчаються особливості апаратної реалізації методів пошуку характерних точок та формування їх дескрипторів, і визначаються завдання, які ставляться перед подальшими науковими дослідженнями у рамках даної дисертаційної роботи.

У другому розділі дисертації проведений аналіз методів обробки зображень, при цьому особливу увагу приділено обробці зображень з широким динамічним діапазоном. Метод Retinex визначений як такий, що є найбільш придатним для цих цілей. У рамках розділу описані розроблений алгоритм

адаптивної фільтрації зображень, а також вдосконалення алгоритму стиснення HDR-зображень, що ґрунтується на такій фільтрації. Досліджені властивості зображення ознак, які генеруються блоком аналізу зображення алгоритму адаптивної фільтрації. Зроблено висновок щодо можливості використання цих ознак для розробки нових алгоритмів розпізнавання образів. Також у цьому розділі створюється алгоритм MHN-фільтрації, алгоритм аналізу зображення, який обчислює піраміду зображень, та алгоритм пошуку характерних точок у зображенні.

У третьому розділі обговорюються методи проектування конвеєрних пристроїв для обробки сигналів, зокрема на основі просторового графа синхронних потоків даних, що розглядаються як метод для структурного синтезу спеціалізованих конвеєрних пристроїв для обробки зображень. В цьому контексті запропоновано новий спосіб проектування буферів з конвеєрних регістрів у програмованій логічній схемі (ПЛІС), де використовуються елементи SRL16. Також розроблено метод синтезу буферних схем для обробки двовимірних потоків даних та вдосконалено алгоритм та структуру модуля обчислення квадратного кореня. Крім того, розглядаються алгоритми безвтратної компресії, і запропонований апаратно-програмний безвтратний декомпресор, що ґрунтується на алгоритмі LZW і використовує процесорне ядро зі стековою архітектурою для реалізації у ПЛІС.

У висновках сформульована науково-технічна задача, що була вирішена здобувачем під час виконання дисертаційної роботи, наведений перелік здобутих теоретичних і практичних результатів, вказані шляхи їх можливого застосування та напрями подальших досліджень за тематикою дисертації.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 18 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату

опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Апробація результатів дисертаційного дослідження була здійснена шляхом участі в 11 наукових фахових конференціях.

Здобуті в дисертаційному дослідженні наукові результати достатньо повно відображені автором у згаданих публікаціях. Вказаний особистий внесок здобувача в сумісних публікаціях свідчить, що саме він є автором наукових результатів, що виносяться на захист. Під час публікації наукових праць автор не використовував плагіат і дотримувався принципів академічної доброчесності.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В тексті дисертації недостатньо чітко відокремлено відомі результати попередників від положень, які автор запропонував особисто, що ускладнює об'єктивну оцінку результатів, здобутих дисертантом.

2. Деякі з завдань, перелічених як важливі для досягнення мети дослідження, і які були в повному обсязі виконані в дисертаційній роботі, чомусь не згадані у розділі ВИСНОВКИ, що ускладнює оцінку цілісності та завершеності виконаного дослідження.

3. При формулюванні наукової новизни недостатньо чітко вказано, які положення запропоновані автором вперше, які було вдосконалено, а які набули подальшого розвитку, що ускладнює оцінку наукової цінності виконаної роботи.

4. Деякі з рисунків недостатньо чіткі, щоб зрозуміти суть явища, яке вони демонструють.

5. Порядок складання переліку використаних джерел за першим згадуванням подекуди порушується.

6. В тексті дисертації присутні граматичні та стилістичні помилки, а також помилки верстки, зокрема хибні, пропущені та подвійні номери рисунків, по-різному оформлені заголовки таблиць тощо.

Втім, згадані зауваження не зменшують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи та не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Сергієнка Павла Анатолійовича на тему «Методи та засоби проектування обчислювачів для розпізнавання образів у зображеннях» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Інформаційні технології». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Вважаю, що здобувач Сергієнко Павло Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Офіційний опонент:

Старший науковий співробітник
Інституту проблем моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова НАН України,
д-р техн. наук, ст.наук.співр.

 Сергій ГІЛЬГУРТ

М.П. « 23 » жовтня 2023 року

