

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Ткачука Тараса Ігоровича

"Характеристики складності SH-моделей спеціальних функцій і їх застосування для оптимізації спецпроцесорів", подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації

На сьогоднішній день спеціалізовані комп'ютерні системи широко застосовуються для ефективного розв'язку певного класу обчислювальних задач і алгоритмів, до яких на відміну від універсальних систем приділена більша увага по застосуванні методів оптимізації характеристик складності. Важливим класом алгоритмів, які потребують застосування ефективних методів оптимізації при їх проектуванні на сучасній елементній базі (ПЛІС, НВІС) є реалізація спеціальних функцій, а саме: згортки, швидкого перетворення Фур'є, перемноження елементів векторів, виконання операцій над матрицями, сортування чисел та інші.

Основним механізмом підвищення продуктивності таких систем, мінімізації їх апаратних затрат, зменшення зв'язків між компонентами системи є застосування методів визначення та оптимізації характеристик складності, зокрема апаратної, часової, програмної і структурної.

Відомими моделями, які застосовуються до апаратно-програмних засобів комп'ютерних систем є SH-модель, H-модель та RH-модель.

Перевагою таких моделей над проаналізованими в дисертаційній роботі є можливість побудови на їх основі ефективних структур спеціалізованих комп'ютерних засобів, що реалізують спеціальні функції та оптимізації значень їх характеристик складності.

Тому застосування даних моделей апаратно-програмних засобів комп'ютерних систем для проектування компонентів спеціалізованих комп'ютерних систем на рівні регістрових передач з метою оптимізації характеристик складності є важливим етапом високорівневого синтезу.

Таким чином, задача розробки (створення) ефективних спеціалізованих комп'ютерних пристроїв, в основу яких покладено виконання спеціальних функцій опрацювання сигналів, які побудовані на основі відповідних SH-моделей, що дозволяють оптимізувати значення їх характеристик складності є **актуальною**.

Робота виконувалась у відповідності з тематичними планами проведення НДР у національному університеті "Львівська політехніка", які повністю узгоджені Міністерством освіти і науки України і відповідають базовим вимогам щодо напрямку розвитку науки і техніки в Україні.

Зв'язок роботи із науковими програмами, темами

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем національного університету "Львів-

ська політехніка” на теми: “Вдосконалення теорії проектування NoC з матричною топологією” (номер державної реєстрації 0112U006717), ДБ/Наносенсор “Наноструктуровані скло-керамічні середовища для високонадійних оптоелектронних та сенсорних застосувань” (номер державної реєстрації 0116U004411) а також науково-дослідної роботи Державного фонду фундаментальних досліджень у рамках гранту Президента України “Модифіковані функціональні середовища на основі наноструктурованих стекел та кераміки для широких приладних застосувань” (номер державної реєстрації 0117U007181).

Ступінь обґрунтованості наукових положень і рекомендацій, які сформульовані у дисертації та їх достовірність

Отримані результати є обґрунтованими та достовірними, це підтверджується поданим теоретичним та експериментальним матеріалом, його науковою інтерпретацією, практичним використанням запропонованих розробок та апробацією на наукових конференціях і семінарах.

У роботі коректно застосовано основні положення теорії проектування спеціалізованих комп’ютерних систем, характеристики теорії складності апаратних та програмно-апаратних моделей алгоритмів, теорії алгоритмів та методів структурного синтезу і параметричної оптимізації спеціалізованих комп’ютерних систем.

Достовірність висновків та рекомендацій підкріплена результатами моделювання реалізованих пристроїв множення і конвеєрного пристрою ШПФ, апробацій результатів та впроваджень.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи Ткачука Т.І. полягає у вирішенні важливої і актуальної науково-прикладної задачі розробки ефективних структур, що реалізують спеціальні функції опрацювання сигналів на основі побудови відповідних SH-моделей та оптимізації значень їх характеристик складності. Основними науковими результатами є:

1. Вперше оптимізовано SH-модель конвеєрного пристрою швидкого перетворення Фур’є, шляхом розділення пристрою на чотири паралельні гілки, що дало змогу мінімізувати значення структурної та часової характеристик складності.

2. Удосконалено структуру матричного пристрою множення з діагональним розповсюдженням переносу шляхом оптимізації його характеристик складності, що дало змогу отримати двоступеневий конвеєрний пристрій множення із затримкою сходінки конвеєра не більшою, ніж затримка на одному багаторозрядному суматорі.

3. Набув подальшого розвитку метод обчислення структурної складності спеціалізованих комп’ютерних систем шляхом об’єднання однорідних частин схеми у блоки таким чином, щоб не викликало однорідності матриці інцидентів, що дало змогу скоротити час проектування таких систем.

4. Удосконалено SH-модель функції згортки, в якій оптимізовано значення характеристик складності, що дало змогу отримати структуру реконфігурованого спецпроцесора, у якому апаратні засоби суміщають реалізацію функції згортки та швидкого перетворення Фур’є, при мінімальних значеннях часової й структурної характеристик складності та при оптимальних значеннях апаратної й програмної характеристик складності.

Практичне значення отриманих результатів

Отримані в дисертаційній роботі результати мають як наукове, так і практичне значення. Практичну цінність отриманих наукових результатів підтверджують акти використання практичних і теоретичних результатів дисертаційної роботи. Практична цінність роботи полягає в наступному.

1. На основі проведеного аналізу моделей реалізації спеціалізованих комп'ютерних систем визначено, що вони можуть бути використані для проведення оптимізації пристроїв реалізації спеціальних функцій спецпроцесорів цифрової обробки сигналів, які мають покращені характеристики складності.

2. Використання удосконаленого методу обчислення структурної складності спеціалізованих комп'ютерних систем шляхом об'єднання однорідних частин схеми у блоки, дозволяє скоротити час проектування таких систем.

3. Реалізація SH-моделі конвеєрного пристрою швидкого перетворення Фур'є, шляхом розділення пристрою на чотири паралельні гілки дала змогу мінімізувати значення структурної та часової складності.

4. Розроблено VHDL-модель реконфігурованого пристрою для обчислення суміщених в часі алгоритмів згортки і ШПФ, який при реалізації на ПЛІС фірми Altera забезпечує зменшення апаратних затрат на 34% у порівнянні із паралельною реалізацією спеціальних функцій.

5. Основні результати теоретичних досліджень дисертації впроваджено в навчальний процес при підготовці бакалаврів та магістрів на кафедрі спеціалізованих комп'ютерних систем національного університету "Львівська політехніка" при проведенні лекційних та лабораторних робіт з дисциплін: "Архітектура спеціалізованих комп'ютерних систем", "Технології проектування комп'ютерних систем", та "Дослідження і проектування контролерів периферійних пристроїв".

Повнота викладу наукових результатів в опублікованих працях, апробація роботи

Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено в 12 наукових працях, зокрема: 7 статей у фахових наукових виданнях (в тому числі 1 стаття у періодичному іноземному виданні, 5 статей у фахових видання України та 1 публікація в періодичному виданні, що входить до наукометричної бази Scopus). Результати досліджень апробовано на 5 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях та семінарах, що зафіксовано в опублікованих доповідях. 2 наукові праці індексовано в наукометричній базі Scopus.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікацій основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Аналіз внеску автора в публікаціях по питаннях, висвітлених в дисертації, показав, що внесок Ткачука Т.І. є *вирішальним*.

Відповідність теми дисертації профілю спеціальності

Дисертаційна робота написана державною мовою. Дисертація узгоджується з її назвою, метою, об'єктом, предметом та задачами досліджень. Результати дисертаційної роботи відповідають паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та

компоненти, зокрема пункту формули спеціальності – “створення алгоритмічного, апаратно-програмного, контрольно-діагностичного, та інформаційно-вимірювального забезпечення процесів утворення, збору, зберігання, захисту, обробки, передачі, вводу, виводу та перетворення інформації у комп’ютерних та інформаційно-вимірювальних системах і мережах”.

Відповідність автореферату змісту дисертації

Основні положення автореферату: предмет, об’єкт та методи дослідження; мета і завдання дослідження; наукова новизна отриманих результатів; практичне значення отриманих результатів; зміст розділів; основні результати і висновки роботи; список праць за темою дисертації; характеристика особистого внеску здобувача наукового ступеня повністю відповідають аналогічним позиціям дисертаційної роботи.

Оцінка мови, змісту та оформлення дисертації і автореферату

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного з розділів, загальних висновків по роботі в цілому, списку використаних літературних джерел зі 119 найменувань і двох додатків. Загальний обсяг дисертації – 165 сторінок, з них 139 сторінок – основна частина, 71 рисунок та 7 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі досліджень, наведено інформацію відносно зв’язку роботи з науковими програмами, планами і темами, особистого внеску здобувача, апробації отриманих результатів і публікацій.

У першому розділі дисертації проведено аналіз моделей реалізації спеціальних функцій опрацювання сигналів, а саме: моделей формальних алгоритмічних систем, моделей апаратних засобів спецпроцесорів та моделей апаратно-програмних засобів спеціалізованих комп’ютерних систем. Показано, що моделі ФАС не враховують апаратне забезпечення, що не дає змоги, використовуючи їх в процесі проектування, оптимізувати спеціалізовані комп’ютерні системи з врахуванням всіх характеристик складності а моделі апаратних засобів спецпроцесорів при проектування комп’ютерних засобів враховують обмежену кількість характеристик складності, в основному продуктивність системи та обсяг обладнання. При дослідженні моделей апаратно-програмних засобів (SH-моделі, H-моделі, RH-моделі) показано, що такі моделі дають змогу проводити оптимізацію спеціалізованих комп’ютерних систем, що реалізують спеціальні функції, із врахування великого набору характеристик складності.

У другому розділі удосконалено відомий метод обчислення структурної складності SH-моделей за рахунок виявлення та об’єднання у групи однотипних елементів схеми. Удосконалено структуру матричного пристрою множення з діагональним розповсюдженням переносу шляхом оптимізації його характеристик складності. Розроблено структуру конвеєрного матричного пристрою множення з діагональним розповсюдженням переносу у якому затримка сходинок конвеєра є меншою ніж затримка на одному багатозрядному суматорі. Показано, що розроблений пристрій має оптимальні значення апаратної та структурної характеристик складності а кількість сходинок конвеєра не залежить від розрядності вхідних даних. Проаналізовано характеристики складності керуючих вузлів спецпроцесорів.

У третьому розділі розроблено схему конвеєрного пристрою, що реалізує алго-

ритм швидкого перетворення Фур'є, оптимізованого за характеристиками складності Н-моделі алгоритму. Розроблено конвеєрну оптимізовану Н-модель пристрою згортки, із затримкою сходинок конвеєра не більшою, ніж затримка на одному багатозрядному суматорі. Розроблено структуру конвеєрного пристрою, що реалізує алгоритм ШПФ, оптимізованого за характеристиками складності Н-моделі алгоритму.

У четвертому розділі наведені практичні результати досліджень, розроблені VHDL-моделі оптимізованих за характеристиками складності пристроїв спеціалізованих обробки сигналів з використанням ПЛІС. Проведено порівняння SH- та VHDL-моделей комп'ютерних систем. Показано, що VHDL-модель є доповненням до SH-моделі при оптимізації характеристик складності спеціальних функцій спеціалізованих процесорів на схемотехнічному рівні.

Розглянутий розділ має експериментальний характер. Отримані в ньому результати в цілому підтверджують вірогідність теоретичних положень і висновків попередніх розділів дисертації.

У висновках сформульовані основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи.

В додатках наведено результати програмної реалізації з використанням мови опису апаратних засобів VHDL - конвеєрного матричного пристрою множення з діагональним розповсюдженням переносу, конвеєрного пристрою згортки і конвеєрного пристрою ШПФ та акти, які підтверджують впровадження результатів дисертаційної роботи.

Зауваження та побажання до дисертаційної роботи

До недоліків та зауважень дисертаційної роботи можна віднести:

1. У розділі 1 на рисунку 1.3 не розкрито поняття “параметрична оптимізація”, і в яких випадках вона виконується при розробці моделі алгоритму та не описано критерії і параметри оптимізації.

2. На рисунку 1.8.б подана схема багатифункціонального пристрою з апаратним суміщенням функцій не є функціонально повною, у схемі відсутні зворотні зв'язки та входи, на які подається “код реконфігурації”.

3. У розділі 2 не достатньо описано процес знаходження оптимальних значень параметрів та критеріїв вибору оптимальної структури матричного пристрою множення з числа запропонованих варіантів.

4. Для визначення структурної складності потрібно виконати значну кількість дій, що потребує часу і навиків розробника, тому в подальшому актуальною є задача автоматизації даного процесу, що прискорить обчислення даної характеристики та дасть можливість проводити порівняльний аналіз для структур пристроїв різної розрядності, яка в даній роботі не розглядалася.

5. При дослідженні пристроїв матричного множення з діагональним і горизонтальним розповсюдженням переносу на комірках Гілда доцільно було б навести внутрішні структури повних і неповних однорозрядних суматорів на вентиляльному рівні та провести оцінку апаратної складності у кількості логічних елементів а часову складність у мікротактах, що дало б можливість більш точно провести порівняльну оцінку структур таких пристроїв при зміні їх розрядності.

6. На деяких структурних схемах реалізованих пристроїв спеціальних функцій відсутня розрядність шин та лінії подачі вхідних даних.

7. У п. 3.3 на рис. 3.17 подано RH-модель із суміщенням спеціальних функцій згортки та швидкого перетворення Фур'є, яку варто було б доповнити шляхом наведення сигналів керування мультиплексорами та вказати, які “коди реконфігурації” потрібно подати для виконання суміщених операцій згортки та ШПФ в часі.

8. У п. 4.2.1 на рис. 4.8 не описано яким чином формуються 32-ох розрядні дані, які подаються на входи додавача/віднімача при вхідних 8-ми розрядних даних.

9. В дисертаційній роботі не наведено основних характеристик ПЛІС фірми Altera серії Cyclone IV GX та не обґрунтовано їх вибір для синтезу розроблених пристроїв.

10. Матеріали дисертаційної роботи і автореферату містять деякі помилки комп'ютерного набору, граматичні описки та стилістичні помилки, наприклад рисунок 2.29 потребує чіткості наведення ліній схем, англійська аббревіатура “FPGA” не наведена в переліку скорочень, назви логічних елементів потрібно писати великими буквами I та АБО (ст. 99).

Незважаючи на вказані недоліки та зауваження, загалом оцінка дисертації позитивна.

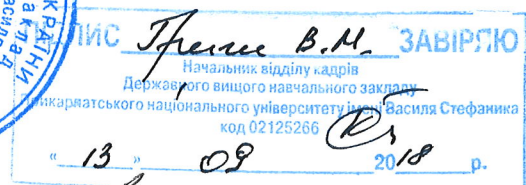
Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

1. Дисертаційна робота Ткачука Тараса Ігоровича “ Характеристики складності SH-моделей спеціальних функцій і їх застосування для оптимізації спец- процесорів” є завершеною, самостійно підготовленою кваліфікаційною науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані та практичні результати, що вирішують важливу науково-прикладну задачу створення ефективних структур, що реалізують спеціальні функції опрацювання сигналів на основі побудови відповідних SH-моделей та оптимізації значень їх характеристик складності.

2. Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані, пройшли належну апробацію на наукових конференціях та семінарах. Автореферат відповідає змісту дисертації та повністю його відображає.

3. Вважаю, що дисертаційну роботу виконано на достатньому науковому рівні, актуальність обраної теми дисертації, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, новизна та повнота викладу в опублікованих працях відповідають вимогам п.п. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р. (зі змінами), а її автор – Ткачук Тарас Ігорович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,
доцент кафедри комп'ютерної
інженерії та електроніки
ДВНЗ “Прикарпатський національний
університет ім. В. Стефаника”,
к.т.н.



В.М. Грига