

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертация

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

Автор: Мария Руменова Пашинска-Гаджева

Тема: Оптимизация и паралелизация на алгоритми, свързани с теория на кодирането

Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика

Професионално направление: 4.6. Информатика и компютърни науки

Рецензент: проф. дмн Стоян Недков Капралов, Технически университет - Габрово

На основание Заповед № 456 / 03.12.2024 г. на Директора на ИМИ-БАН съм определен за член на Научното жури във връзка със защитата на дисертационния труд на Мария Руменова Пашинска-Гаджева. Съгласно решение от първото заседание на научното жури (Протокол № 1/17.12.2024 г.) съм избран за рецензент.

Настоящата рецензия е изготвена в съответствие с изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото приложение (ППЗРАСРБ) и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Института по математика и информатика при БАН.

Предоставени са ми всички необходими документи: Заявление за допускане до защита, Професионална автобиография, Заповед за зачисляване в докторантура, Протоколи от издържаните изпити, Заповед за отчисляване от докторантура, Заповед за провеждане на предварителна защита, Протокол от обсъждане на дисертационния труд от първичното звено, Списък на публикациите по дисертацията, Списък на цитиранията на публикациите, Копия на публикациите, Дисертация, Справка за приносите, Автореферат, Списък на изнесени доклади,

Индивидуални наукометрични показатели, Данни за регистриране в НАЦИД. Предоставени са също копия на сертификати и дипломи, свързани с професионалната квалификация на Мария Пашинска-Гаджева.

1. Кратки биографични данни за дисертанта.

Мария Руменова Пашинска-Гаджева е придобила бакалавърска степен във Великотърновския университет „Св. св. Кирил и Методий“ по специалност Компютърни науки през 2019 г. и магистърска степен в същия университет през 2020 г. по специалност Математически структури в информационната сигурност. През 2020 г. е придобила и професионална квалификация Учител по математика.

В периода 1 януари 2021 г. – 1 януари 2024 г. е редовен докторант в Института по математика и информатика на БАН. От месец март 2024 г. е асистент в ИМИ.

2. Актуалност на тематиката

Паралелизацията на алгоритми е изключително актуална и важна тематика в компютърните науки. В последните години с развитието на многоядрените процесори и архитектури с множество процесорни ядра, паралелизацията на задачите и алгоритмите става все по-ключова за постигане на висока производителност. С нарастващата сложност на хардуерните архитектури, многоядрените и многонишковите процесори стават стандарт. Това създава нужда от алгоритми, които могат да се възползват от тези паралелни ресурси, за да осигурят бързо изпълнение на задачите. В различни области паралелизацията позволява на изследователите да решават сложни проблеми, които биха отнели твърде много време на традиционни процесори. Паралелизацията не само ускорява изпълнението на алгоритми, но и разкрива нови възможности за оптимизация и иновации. Темата е изключително актуална в съвременните технологии и изследвания.

Векторизацията е процес на преобразуване на операции, които традиционно се изпълняват по последователен начин върху отделни елементи от данни, в такива, които могат

да се извършват паралелно върху множество елементи едновременно, използвайки специализирани инструкции за обработка на вектори. Такива инструкции са налични в съвременните процесори. Съвременните процесори имат специални векторни регистри, които могат да съхраняват множество стойности, в зависимост от архитектурата.

Дисертационният труд на Мария Пашинска е посветен на проблеми, свързани с ефективната реализация на основни алгоритми от теория на кодирането. Усъвършенстванията, предложени в дисертацията са получени в резултат на паралелизация на компютърните изчисления.

3. Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е с общ обем 102 стр. и съдържа Увод, Научно-приложни приноси, Аprobация на резултатите, Благодарности, пет глави, Библиография, Изнесени доклади, Публикации, Списък на цитирания.

В Увода са представени накратко основни понятия, свързани с паралелизация и векторизация, а също така и основни понятия от теория на кодирането. Формулирани са четири основни задачи на изследванията:

- Векторизирана реализация на алгоритми за намиране спектър на линейни кодове над полета с до 64 елемента.
- Разширяване възможностите на алгоритмите и за работа с линейни кодове над прости полета с по-малко от 128 елемента.
- Изследване на двоични линейни самодопълнителни кодове, достигащи границата на Грей-Ранкин.
- Създаване на библиотека за пресмятане на тегловни инварианти на линейни кодове над полета с до 64 елемента.

Глава 1 има обзореен характер и въвежда в кръга от изследвани проблеми и използвани подходи. Раздел 1.1 е посветен на понятия, дефиниции и теореми от теория на кодирането. В раздел 1.2 са разгледани основните подходи за оптимизация и паралелизация на алгоритми.

Обоснован е изборът на векторизация като най-подходящ подход за паралелизация в кръга задачи от теория на кодирането, разглеждани в дисертацията. Реализацията се основава на използването на разширени регистри.

В Глава 2 са представени усъвършенстванията в пресмятането на спектър на линейни кодове, направени в дисертацията. В Раздел 2.1 са представени алгоритми (с варианти за просто и съставно поле), в които получаването на следващата линейна комбинация става само чрез прибавяне на ред от пораждащата матрица. Основната идея е да се използва допълнителна матрица, в която се записват подходящи линейни комбинации. Сериозното повишаване на ефективността, обаче, ще се получи след паралелизация на ниско ниво. В Раздел 2.2 са представени разнообразни подходи и съответните алгоритми за събиране на вектори и за намиране на теглото на вектор. В Раздел 2.3 са представени експериментални резултати, като са сравнявани различни варианти за избор на представяне на полетата и имплементацията на алгоритмите. Накрая в Раздел 2.4 е сравнена ефективността на различните компилатори при векторизация.

В Глава 3 се изучават характеристиките и ефективността на различни видове инструкции в различни архитектури и като приложение е разработен алгоритъм за събиране на вектори чрез представяне елементите на полето чрез цели числа без знак.

В Глави 2 и 3 са изследвани в най-малки подробности възможностите за подобряване ефективността на пресмятанията и са демонстрирани задълбочените познания на докторанта в изследваната тематика.

Глава 4 е посветена на проблематика от класическата алгебрична и комбинаторна теория на кодирането. Дефинирани са и са изучени 4 фамилии двутегловни кодове и 2 фамилии тритегловни кодове, които са тясно свързани със самодопълнителните кодове с четна дължина достигащи границата на Грей-Ранкин. Получени са нови конструкции и класификационни резултати. В изследванията е използван богат набор от идеи, подходи и техники. Съдържанието на тази глава би могло за залегне в основата на една самостоятелна дисертация.

Глава 5 е логично продължение на изследванията от Глави 2 и 3. Разработена е библиотека за пресмятане на тегловни инварианти. Основното предназначение на разработените компютърни програми е пресмятането на спектър на линеен код над поле с до 64 елемента.

4. Научни приноси

Приемам приносите представени от дисертанта в Авторската справка със забележката, че би било по-добре, ако формулировките са по-обобщени и са редуцирани до 4-5 точки. Смятам, че основните задачи поставени в Увода са решени задълбочено и изчерпателно.

5. Публикации и цитирания

По дисертацията са представени общо 6 публикации. Публикациите са на английски език. Три от публикациите са статии в международни научни списания и три са доклади на международни конференции. Две от публикациите са самостоятелни, три са в съавторство с научния ръководител и една е с двама съавтори.

По обем и качество публикациите значително надхвърлят минималните изисквания за придобиване на образователната и научна степен "доктор".

Някои от резултатите в публикациите предварително са докладвани на национални и международни семинари.

Забелязани са две цитирания на една от публикациите.

6. Авторефератът отразява правилно съдържанието на дисертацията.

7. Забележки по дисертационния труд

Нямам критични бележки.

8. Заключение

След като се запознах с представените в процедурата дисертационен труд и придружаващите го научни трудове и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, давам своята положителна оценка и потвърждавам, че представения дисертационен труд и научните публикации към него, както и качеството и оригиналността на представените в тях резултати и постижения, отговарят на изискванията на ЗРАС в Република България, Правилника за приложението му и съответните правилници на ИМИ и на БАН за придобиване от кандидата на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки. Кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по процедурата научни трудове.

Въз основа на гореизложеното, убедено препоръчвам на научното жури да присъди на Мария Руменова Пашинска-Гаджева образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки.

15.01.2025 г.

Подпис:

/проф. дмн Стоян Капралов/