

СТАНОВИЩЕ

на дисертационния труд за придобиване
на образователна и научна степен „Доктор“

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

Автор: Мария Руменова Пашинска-Гаджева,

Секция „Математически основи на информатиката“ (МОИ), Институт по
Математика и информатика, Българска академия на науките

Научен ръководител: проф. д.м.н Илия Георгиев Буюклиев

Научна област: 4. Природни науки, математика и информатика

Професионално направление: 4.6. Информатика и компютърни науки

Научна област: Информатика

Рецензент: проф. дмн Николай Иванов Янков – ШУ „Епископ К. Преславски“

Със заповед № 456/03.12.2024 г. на Директора на Института по математика и информатика (ИМИ) при БАН съм назначен за член на Научното жури по процедурата и на първото заседание на това жури съм избран за изготвянето на настоящото становище. Предоставени са ми всички материали в съответствие с изискванията на нормативните документи, които са редовни и съответстват на Закона за развитие на академичния състав в РБ (ЗРАСБ). Нямам информация за нарушения по процедурата, не ми е известно в дисертацията да има плагиатство.

1. Данни за дисертанта

Дисертантът Мария Пашинска-Гаджева завършва през 2019 г. бакалавърска специалност „компютърни науки“ в Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, а след това през 2020 г. завършва магистърската програма „Математически структури в информационната сигурност“ в същия университет. За периода 01.01.2021-01.01.2024 г. е зачислена в редовна докторантура в докторска програма „Информатика“ към секция МОИ. В приложената автобиография, както и другите материали към настоящата процедура, за съжаление, не открих данни за участията на дисертанта в научни проекти, което считам за важно понеже в закона е предвидено степента доктор да е „образователна и научна“. Въпреки тази забележка, знам че докторантката е участник в национални научни проекти, финансирани от ФНИ, както и в националната научна програма „Млади учени и постдокторанти“ което отчитам като плюс. Познавам Мария Пашинска-Гаджева от националния семинар по кодиране „Професор Стефан Додунев“ и впечатленията ми са за компетентен млад специалист.

2. Данни за докторантурата

Докторантът е зачислен в редовна форма на обучение от 01.01.2021 г. с период на обучение 3 г. Със заповед на директора на ИМИ (№ 7/02.01.2024 г.) докторантката е отчислена с право на защита. Предварителното обсъждане на дисертацията е проведено на 23.11.2024 г. на разширено заседание на секция МОИ. Със заповед на директора на ИМИ е определено научно жури и датата на защитата. Считам, че процедурата по докторантурата е редовна и няма нарушения.

3. Данни за дисертацията и автореферата

Представеният за рецензия дисертационен труд се състои от: увод (8 стр.), основен текст (78 стр.) в 5 глави, разделени на секции. В дисертацията е включен списък с приносите, литература от 83 заглавия, списъци с публикациите, цитиранията и изнесените

докладите по дисертацията. Трудът отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и правилника за приложение на ЗРАСРБ (ППЗРАСРБ), както и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН (ПБАН). Авторефератът с основен текст с обем от 21 стр. отразява адекватно основните идеи и съществените крайни резултати, които са описани в дисертационния труд.

4. Актуалност на разработвания проблем

Като е известно от статията на Берлекамп, МакЕлис и ван Тилборг от 1978 проблемът за намирането на тегловното разпределение на линеен код е NP-пълнен. Затова работата по опростяването на алгоритмите, а още повече за тяхното ускоряване, оптимизация и паралелизация е актуална. Следователно актуалността и научните приноси на дисертацията за развитието на тематиката са безспорни. Важността на разработките на дисертанта се потвърждават и от реализираните две цитирания на статията в сборника с доклади от конференцията ICAI'24, включена в дисертацията.

5. Степен на познаване на състоянието на проблема

Дисертантът познава много добре състоянието на проблема. Списъкът от 83 литературни източника хронологично започва с работи по тегловни спектри на Вера Плес от 1963 и Делсарт от 1972, като почти половината от публикациите са от 2010 г. досега. Образователната част в ОНС „доктор” изисква дисертанта да покаже, че е навлязъл в съответната научна област. В тази връзка, считам Мария Пашинска-Гаджева е навлязла успешно в теория на кодирането и в частност съвременните алгоритми, които се прилагат при изследването на кодове. Дисертацията дава ясна представа за историята и съвременното състояние на разглежданите проблеми и на методите за тяхното изследване.

6. Научни и научно-приложни приноси в дисертацията

В глава 2 са описани разработените алгоритми за намиране на тегловен спектър на линеен код, съответно от високо ниво и от ниско ниво. Предложените алгоритми от високо ниво генерират следваща кодова дума като линейна комбинация на редовете на пораждащата матрица на кода, като основната цел е това да става само чрез операцията събиране на вектори. Реализирани са два основни типа алгоритми - за събиране на вектори над крайно поле и за намиране на теглото на вектор над крайно поле. Тези алгоритми са критично важни за бързата работа с кодове и поради това се използва паралелизация чрез векторизация и разширени регистри. Получените експериментални резултати за бързодействието на разработените алгоритми са сравнени с тези от реализираните в Magma и GAP. Също така е представено сравнение между ефективността на алгоритмите, имплементирани чрез различни инструкции. Извършен е анализ на въздействието върху бързодействието на различните C++ компилатори при използването на векторизация в реализираните на практика алгоритми.

В глава 3 са разгледани особеностите при векторизиране на алгоритми за тегловни инварианти с разширените инструкции AVX512 и Neon. Представят се алгоритми от ниско ниво над по-големи прости полета с размерност до 128, които реализират събиране на вектори използвайки побайтовите представяния чрез беззнакови типове от данни и инструкции със сатурация. Анализирани е ефективността на AVX512 инструкциите спрямо останалите инструкции за x86 архитектури.

Глава 4 е посветена на двоичните линейни самодопълнителни кодове, които достигат границата на Грей-Ранкин. В тази глава са значителна част от новите теоретични резултати, включени в дисертацията. Получени са 6 нови фамилии от кодове с две и три тегла, достигащи нужната граница. Основна цел е класифицирането на линейните самодопълнителни кодове с размерност 9. При даден код с две тегла и размерност k е

получена нова т.н. SCL (Self-complimentary Lifting) конструкция, пораждаща код с размерност $k+2$ и две или три тегла.

В глава 5 е описана авторската библиотека LinCodeWeightInv за намиране на различни тегловни инварианти на линейни кодове. Представени са начините за инсталиране, компилиране и използване на библиотеката в други проекти.

Рецензията дисертационен труд има добре завършен вид, като основните твърдения и факти, които са използвани са надлежно доказани теоретично. Получените алгоритми са описани с псевдокод, а новите резултати са илюстрирани таблично или с графика. Значителна част от алгоритмите са реализирани на практика и показват подобрения в сравнение с преди известните приложения.

Признавам посочените в дисертацията научни и научно-приложни приноси.

7. Публикации и участия в научни форуми

В списъка с публикации по дисертацията има 6 статии, от които 5 вече излезли от печат и 1 в краен етап на рецензиране. От тези статии 2 са самостоятелни, 3 са със съавтор научния ръководител на докторантката проф. Илия Буюклиев, а 1 е с двама съавтори. Всички статии са в издания, които са рецензирани. От изданията едно: Mathematics на MDPI има импакт-фактор (JCR-2023, IF=2.2) и се намира в квантил Q1. Общо три от излезлите статии са включени в базата Scopus, като изданието Lecture Notes in Computer Science е във втори квантил в направление информатика и има импакт ранг 0.606. Сумарния SJR за публикуваните статии е 1.198. Останалите две публикации са в изданието на ИМИ „Innovative STEM Education“, включено в Националния референтен списък на съвременни български научни издания с научно рецензиране.

Считам, че участието на Мария Пашинска-Гаджева във всички публикации е равностойно на останалите съавтори. Броят на статиите покрива изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, правилника за неговото приложение, както и правилниците на БАН и ИМИ.

В текста на дисертацията е приложен списък от 9 доклада (от които 3 самостоятелни), в който самия докторат е оповестил резултати от настоящата дисертация на различни национални и международни форуми. Според мен, тази апробация на резултатите от дисертационния труд надвишава минималните изисквания и показва готовността на Мария Пашинска-Гаджева за самостоятелни научни изследвания и тяхното представяне на специализирани научни форуми.

8. Заключение

Дисертацията напълно отговаря на изискванията установени от ЗРАСБ, както и на правилниците на БАН и на ИМИ, затова с убеденост предлагам на уважаемото научно жури да гласува **ДА СЕ ПРИДОБИЕ** образователната и научна степен „доктор“ от Мария Руменова Пашинска-Гаджева в професионално направление 4.6. „Информатика и компютърни науки“ в научната област „Информатика“.

Член на журито

17.01.2025 г.

/проф. дмн Николай Янков/