

Становище

по процедура за придобиване на
образователна и научна степен „доктор“

от

Паскал Николаев Пиперков
секция „Математически основи на информатиката“
към Институт по математика и информатика при БАН

Тема на дисертационния труд: „ Дискретни трансформации и
приложението им в теория на кодирането и комбинаториката “

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

Професионално направление: 4.5. Математика

Докторантска програма: Алгебра и теория на числата

Становището е изготвено от **проф. дмн Илия Георгиев Буюклиев** от
Института по математика и информатика при БАН, в качеството ми на член
на научното жури, съгласно Заповед № . 159/27.06.2022 г. на директора на
Института по математика и информатика при БАН.

1. Обща характеристика на дисертационния труд и представените материали

В дисертационния труд са разработени методи за ефективно пресмятане на
спектър на линеен код и радиус на покритие на линеен код чрез бързи дискретни
трансформации на базата на характеристичен вектор на пораждаща (проверочна)
матрица. Тегловият спектър и радиусът на покритие са едни от най важните параметри
за линейните кодове и намирането им по дадена пораждаща матрица е актуална и
изчислително трудна задача. Досега разглежданите подходи се базират на изчерпващи
алгоритми. Представените методи са от различен характер и могат да се разгледат като
допълнение и разширение на разработка на Карповски от 80-те години. Едно от
съществените предимства на подхода е че не зависи от дължината на кода при наличен
характеристичен вектор.

Дисертационният труд съдържа 97 страници и се състои от увод, четири глави и използвана литература от 71 заглавия в представената библиография.

2. Данни и лични впечатления за кандидата

Паскал Пиперков завършва специалност „Математика“ във Факултета по математика и информатика към Софийския университет през 1997г. В периода 2003-2016 г. е преподавател по математически анализ във Великотърновския университет. Докторантурата по алгебра и теория на числата започва през 2018 година. От 2016 година работи в ИМИ при БАН като математик.

Познавам Паскал Пиперков от работата му във ВТУ и организационните му прояви по студентски олимпиади и състезания. По мое мнение многостранните му разнопосочни интереси, посочени и в автобиографията му, не винаги са били в полза на развитие на подчертаните му математически заложби и в изследователската работа.

3. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата, съдържащи се в представения дисертационен труд и публикациите към него, включени по процедурата

Дисертационният труд се характеризира с пълнота, задълбоченост и изчерпателност. Изследванията, представени в дисертацията, условно могат да се разделят на две групи. Първата група се отнася до намиране на тегловия спектър на линеен код. Втората група е за радиус на покритие.

По-долу ще изложа кратко съдържание на отделните глави.

Първа глава е уводна. Заедно с въвеждането на необходимите понятия, в нея се представя и допълнителна обзорна информация, с която се мотивират изследваните задачи. Представена е информация за същността на бързите дискретните трансформации от тип Фурие, както и самите трансформации на Уолш-Адамар и Виленкин-Крестенсон. Описана е и теоретичната основа, според която всеки елемент на рекурентна редица от матрици, зададена с кронекерово произведение, може да се разглежда като произведение на матрици с малък брой ненулеви елементи в ред и стълб. На този факт се базират и бързите дискретни трансформации от разглеждания вид. Те на практика представляват умножение на вектор за трансформация по матрица. В тази глава се определят и целите на дисертацията. Те могат да се дефинират като разширяване на някои от известните бързи дискретни трансформации в трансформации, в които матриците в рекурентната редица не са чисти кронекерови произведения. Това от една страна усложнява изпълнението на трансформациите, но от друга повишава драстично ефективността поради намаляване на големината на матриците.

Втора глава е посветена на метод за намиране на теглови спектър на линеен код над недвоично просто поле. Ясно е, че произведението на нормализираната матрица на симплексния код по характеристичен вектор на произволен линеен код дава вектор с теглата на всички кодови думи. Основният въпрос тук е каква рекурентна редица от

пораждащи матрици на симплексния код в зависимост от размерностите да се избере, така че умножението му с характеристичен вектор да може да се представи с бъртерфлай диаграма. Тук са въведени допълнителни понятия като характеристично разпределение и съкратено характеристично разпределение. Доказани са твърдения, които са в основата на доказателството на коректността на разработения алгоритъм. Пресметната е и сложността на този алгоритъм.

В трета глава е разгледан въпросът за теглови спектър на линеен код над съставно поле. На всеки такъв код еднозначно може да се съпостави код над съответното просто подполе. В този код има кодови думи с еднакво тегло, които съответстват на пропорционалните думи в първоначалния код. За да се избегне това повторение е разработен алгоритъм, който се базира на алгоритъма от втора глава и трансформация на следите. В последната част е представен подробен алгоритъм за кодове над полета с характеристика 2 и е пресметната неговата сложност.

В четвърта глава е представен алгоритъм за пресмятане на радиуса на покритие на линеен код над двоично поле. От една страна, той е разширение на известния алгоритъм за двоични кодове, но от друга той може да се разгледа като аналитично представяне на добре известния алгоритъм за радиус на покритие чрез използване на линейни комбинации на координати на дуалния му код. Предимствата на този алгоритъм съвпадат с предимствата на алгоритъма от втора глава.

Цялостното ми впечатление от дисертационния труд е, че той е много съдържателен, добре оформен, прецизен, със съществени научни приноси, които са подробно и коректно описани в частта „Научни приноси“.

Искам да отбележа и следните други положителни страни: при повечето алгоритми има подробни примери, които много подпомагат изложението. В края на всяка глава има коментар, който дава представа за разработването и апробацията на проблемите, разглеждани в главата.

4. Апробация на резултатите

Резултатите в дисертацията са публикувани в четири статии, като една от тях е в списанието *Cryptography and Communications*, реферирано в *Web of Science* и *Scopus*, а други две са публикувани в томове на престижното академично издателство *World Scientific*. Приети са много добре от научната общност, като са цитирани 2 пъти.

Всички публикации са в съавторство, като приносят на докторанта е безспорен и може да се счита, че е равностоеен с този на другите автори.

Научните трудове категорично покриват минималните национални изисквания и съответно допълнителните изисквания на ИМИ при БАН за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в научната област и професионално направление на процедурата.

5. Качества на автореферата

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и правилно отразява съдържанието на дисертационния труд.

6. 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, потвърждавам, че представеният дисертационен труд и научните публикации към него, както и качеството и оригиналността на представените в тях резултати и постижения, отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му и съответния Правилник на ИМИ при БАН за придобиване от кандидата на образователната и научна степен „доктор“ в научната област 4. Природни науки, математика и информатика и професионално направление 4.5. Математика. В частност, кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове. Въз основа на гореизложеното, препоръчвам на научното жури да присъди на **Паскал Николаев Пиперков** образователна и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.5. Математика.

17.08.2022 г.

Изготвил становището:

проф. дмн. Илия Георгиев Буюклиев