

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертация

за придобиване на научната степен „доктор на математическите науки“

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

Професионално направление: 4.5 Математика

Автор: Доц. д-р Емил Миланов Колев

Тема: Оптимални кодове и задачи за търсене

Рецензент: Проф. дмн Стефка Христова Буюклиева

Катедра „Алгебра и геометрия”,

ВТУ ”Св. Св. Кирил и Методий”

1. Тема на дисертационния труд

Дисертацията е посветена на изследвания в областта на комбинаториката и по-специално комбинаторната теория на кодирането. Тя се занимава със задачи за намиране на точни стойности за мощността на оптимални двоични кодове при зададени дължина и минимално разстояние, намиране на граници за мощността на оптимални покриващи кодове, а също и със задачи за покритие и задачи за адаптивно и неадаптивно търсене. За решаване на тези задачи се използват знания от различни области на математиката – алгебра, геометрия, комбинаторика, информатика. При решаването на поставените задачи от теория на кодирането често възникват проблеми, чието решаване представлява чисто математическо предизвикателство. Обратното също е валидно – за решаване на интересни комбинаторни задачи могат да се използват техники от теория на кодирането. Като пример мога да посоча *the football pool problem* (част 3.5), както и задачата за адаптивно търсене на единичен квадрат в даден правоъгълник (част 4.3). Доц. Емил Колев има определен интерес към такива задачи, свързан и със заниманията му с математически олимпиади.

Разглежданите проблеми са или чисто комбинаторни задачи за търсене (*combinatorial search problems*), или са свързани с конструиране и граници за нелинейни

кодове, които нямат по-специална алгебрична структура, и затова могат да се класифицират като теми от комбинаторната теория на кодирането.

2. Характеристика на работата и научните приноси.

Дисертацията се състои от увод, четири глави, библиография, списък с публикации и цитирания.

В **Глава 1** са представени дефинициите и предварителните резултати, необходими за по-нататъшното изложение. Прави впечатление, че тази глава е само 5 страници. Тъй като става дума за „голяма” докторска дисертация, по мое мнение би трябвало теорията да бъде по-сериозно представена и работата всъщност да е като книга, полезна за другите изследователи в областта. Например за много от колегите, занимаващи се с теория на кодирането, втората дисертация на акад. Додунеков е била и дори все още е настолна книга, до която се допитваме, когато е нужно да направим справка за резултати и доказателства, свързани с оптималните линейни кодове.

Глава 2 е посветена на оптималните двоични кодове с минимално разстояние 3. Резултатите, представени в тази глава, са публикувани през 1998 и 1999 г. Те са свързани с определяне на максималния брой двоични вектори с дадена дължина n , които образуват код с предварително зададено минимално разстояние d . Получените кодове наричаме оптимални, като друга важна задача в теорията на кодирането е и изброяването на нееквивалентните оптимални кодове за дадени n и d , а също и тяхната класификация. Задачата е комбинаторна, като се комбинират теоретични доказателства на граници с компютърно търсене. От голяма важност е и ефективността на използваните алгоритми. В работата е определена точната стойностна функция $A(n,3)$ за $n=10$ и 11 , и са класифицирани всички оптимални $(10,72,3)$ и $(11,144,3)$ кода. Частични резултати по тази тематика са докладвани на конференции в Созопол и Псков, но цялостната разработка е публикувана съвместно с Байчева и Östergård в *IEEE Transactions on Information Theory*. Прави впечатление, че тази статия е цитирана 32 пъти от други автори, включително в докторски дисертации и книги в чужбина.

В **Глава 3** са разгледани оптималните покриващи кодове. Тук съществено се използва радиус на покритие на код. Основната задача е при зададени дължина и радиус на покритие да се намери максималната мощност на код с тези параметри над дадено крайно поле. Интерес представляват и смесените кодове, особено тези, в които има двоични и троични координати. Тези кодове са свързани с моделирането на играта ТОТО 1. Търси се минималната мощност на код с радиус на покритие R , чиито кодови

думи имат по b двоични и t троични координати. Отново с ТОТО 1 е свързана и задачата за намиране на оптимални покрития на векторното пространство F_3^n със сфери с радиус n . Тази задача е известна като *the football pool problem* и е атакувана от автора за $n \leq 13$. Глава 3 е много добре оформена и задачите са представени с нужната мотивация, история на проблема и приложения. Доказателствата са изчерпателни, като в някои от тях се налага и използването на компютърни изчисления.

Глава 4 е посветена на задачи за адаптивно и неадаптивно търсене. Тази глава заема значителна част от текста, но въпреки това постановката на задачата и историята на проблема не са добре обяснени. Липсва и цитиране на литература, от която читателят да придобие представа за корените на изследваните теми. Става дума за задачи от типа *Combinatorial search problems*. Много полезен обзор върху тематиката дава Глава 23, написана от *Gyula Katona*, от книгата *A Survey of Combinatorial Theory*. Има много практически задачи от този тип. Сред математиците е много популярна задачата за дефектната монета, която може да се формулира по следния начин: Дадени са n монети, едната от които е дефектна (има различно тегло от останалите). При наличието на везна, какъв е минималният брой измервания, след който може да се определи коя е дефектната монета? Могат да се посочат още много такива задачи, занимателни и/или по-практически насочени. При тях постановката на задачата е обща, но има различия в детайлите, които водят до разлики в математическия модел и начина на решаване. Доц. Колев изследва два основни тип задачи. В част 4.2 се разглежда неадаптивно търсене на неизвестен елемент с множества с равни тегла. Атакувана е задачата за намиране на всички „добри“ и „подходящи“ естествени числа при множество $A = \{1, 2, \dots, 2^n\}$ и тегловна функция от вида $w_h(i) = \left\lfloor \frac{i-1}{2^h} \right\rfloor + 1$ за $h = 1, 2, \dots, n$. За решаване на поставените задачи са използвани комбинаторни тъждества и орбитни матрици. За мен не стана ясна формулировката на Лема 4.2.3: Какво означава „ $C_1, C_2, \dots, C_m$ е пермутация на всички орбитни матрици с тегла $n, n-1, \dots, k+1$ и техните допълнителни“? Още повече, че по-нататък в примерите матриците G се състоят от орбитни матрици от вида $C_{w,l}$. Малък проблем при внимателното четене дава отделното номериране на лемите и теоремите. В част 4.2.5 е направена връзка и с теорията на кодирането, като е използван код на Хеминг.

В част 4.3 е разгледана задача за двумерно търсене, предложена от *Katona* в негова обзорна статия за комбинаторните задачи за търсене. Статията е свободно

достъпна в Интернет. Тук ще направя забележка на кандидата, че не е добавил в библиографията година и страници за тази публикация.

По мое мнение, доц. Колев има афинитет към комбинаторни задачи и борави много умело с комбинаторни тъждества, неравенства, методи от теорията на числата, теорията на кодирането, както и с различни конструкции, които му позволяват да постигне добри резултати в решаването им. Той умее също така да разнищва задачите и по този начин на базата на вече постигнатото да поставя нови задачи за решаване. Като слабост отчитам липсата на представена в дисертацията мотивация при разглеждане на задачите. Първа част на Глава 2 е „История на задачата”. Такава история би трябвало да има и в другите две глави, още повече, че в тях се разглеждат интересни въпроси, свързани с отдавна поставени в комбинаториката и кодирането проблеми.

По-важните приноси в тази дисертация са посочени и от автора, но аз ще ги представя в три точки:

- Определяне на точните стойности на функцията $A(n,d)$ за $d=3$, $n=10$ и 11 , както и класификацията на кодовете с дължина $n=10$ и 11 , минимално разстояние $d=3$, които съдържат точно $A(n,d)$ кодови думи. Тази задача е атакувана от много изследователи и затова резултатът има сравнително голям брой цитирания.
- Намиране на граници и точни стойности за функции, свързани с параметрите на оптимални покриващи кодове.
- Резултати, свързани със задачи за адаптивно и неадаптивно търсене.

3. Публикации по дисертационния труд и цитирания.

Дисертацията на доц. д-р Емил Колев се основава на 22 публикации, от които:

- 1 статия в *IEEE Transactions on Information Theory* (if 2,009 за 1999);
- 1 статия в *Discrete Mathematics* (if 0,318 за 1999);
- 2 статии в *Lecture Notes in Computer Science* (if 0,296 за 1994);
- 2 статии в *Serdica Mathematical Journal*;
- 2 статии в *CR Acad.Bulg.Sci.*;
- 1 статия в *Central European Journal of Mathematics* (if 0,405 за 2012);
- 1 статия, приета за печат в *Utilitas Mathematica*;
- 12 статии в сборници от международни конференции.

Всички статии са на английски език и са публикувани в списания или сборници от международни конференции. Изискването на правилника на ИМИ за приложения на

ЗРАСРБ за поне 10 статии в рецензирани издания е изпълнено. Доц. Колев обаче не е представил справка за импакт фактор. Като се има предвид, че в правилника има изискване поне 5 от публикациите да са в списания с импакт фактор, такава справка е наложителна. В случая това изискване се изпълнява, но се наложи аз да правя справката, което ми отне допълнително време.

Тринадесет, т.е. повече от половината публикации са самостоятелни разработки, 8 статии са с по един съавтор (две с проф. дмн Иван Ланджев, три с проф. д-р Цонка Байчева, две с Николай Дичев и една с R. Hill), и само статията в *IEEE Transactions on Information Theory* има двама съавтори - Patrik Östergård и Цонка Байчева. Приносът на доц. Колев в съвместните публикации е съществен.

Кандидатът е представил списък с 47 цитирания. Вече посочих, че 32 от цитиранията са само на една статия. Прави впечатление, че публикациите по Глава 4 нямат цитирания (с едно изключение – статия P2). Според мен това се дължи на не добре показаната връзка с други сходни задачи, а също и на недостатъчно добре анонсирани резултати.

4. Забележки и препоръки по дисертационния труд

Няма да повтарям вече посочените забележки. Като допълнение ще добавя, че списъкът с публикации по дисертацията всъщност е представен 3 пъти – веднъж в библиографията, втори път като публикации по дисертацията, и трети път в списъка с цитирания. В самия текст на дисертацията са цитирани номерата от библиографията. Според мен би било по-лесно при четене да се цитират номерата от публикациите по дисертацията, като тези заглавия не се включват в библиографията. Правят впечатление някои неточности в цитиранта литература, като липса на данни за някои от статиите ([5] и [30]). В текста има печатни грешки, а в съдържанието липсва библиографията и следващите я справки. Смятам, че би било от полза литературата да бъде разширена с още заглавия по разглежданите теми, които да насочват читателя към корените на съответните задачи, както и към техни приложения.

Не одобрявам също и използването на бъдеще време на много места в дисертацията за неща, които вече са направени. Например част 3.3 започва с „В тази част ще докажем долни граници”. Смятам, че е по-добре да се използва сегашно време, например „В тази част доказваме долни граници”.

5. Автореферат и авторска справка.

Авторефератът и авторската справка са направени съгласно изискванията и отразяват правилно резултатите и приносите в дисертационния труд.

6. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита научната степен „Доктор на математическите науки”

от доц. д-р Емил Миланов Колев

Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика,
Професионално направление: 4.5 Математика.

30.05.2014 г.

Рецензент:

/проф. дмн Стефка Буюклиева/