

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Красимир Неделчев Манев
за дисертацията на Иво Йорданов Дамянов на тема „Силно съществени
променливи за дискретни функции, термове и семантични дървета“

Дисертационният труд, който е обект на рецензиране, е посветен на изследване на структурни свойства, характерни за дискретните функции – *същественост* на променливи, *силна същественост* на променливи и *отделимост* на множества от променливи. Свойствата са изследвани в постановки различни от класическите – при Reed-Muller-ово разлагане на функцията в подфункции (вместо в Shannon-ово), в диаграми за двоично решаване, в универсални алгебри от термове и в автомати работещи върху дървета. На времето, резултати от подобен род са били важни за построяване на колкото може по-прости електронни схеми, реализиращи двоични функции. Днес синтезът на електронни схеми е дотолкова технологизиран, че подобни резултати са по-скоро от чисто теоретичен интерес. Не е изключено, обаче, при настъпване на изменения в господстващите днес технологии за производство на схеми, резултатите от дисертационния труд да намерят и практически приложения.

Изследванията за същественост на променливи, отделимост на множества променливи и други подобни структурни свойства, при Shannon-ово разлагане в подфункции, са добре известни. Добре известен е също така приносът на колегите от „Благоевградската школа“, създадена от проф. К. Чимев – особено за изследването на k -значни функции, при $k > 2$. Затова интересът на докторанта е бил насочен към друго разлагане или към замяна на дискретните функции с други обекти, в които може да се дефинира същественост и отделимост и да се провери, кои от свойствата се запазват, кои се променят и как.

Дисертацията се състои от справочна и същинска част. Справочната част е с обем от 9 страници и се състои от Съдържание, Списък на фигурите (в работата са включени 10 фигури), Списък на таблиците (7 таблици), Списък на алгоритмите (10 алгоритъма) и Списък на използваните означения (32 означения). Същинската част на изложението е с обем от 105 страници и се състои от Увод, пет глави, Заключение и Библиография. Към текста на дисертацията са добавени и две Приложения с обем от 16 страници.

В Увода съвсем накратко е представена историята на изследванията по тематиката на дисертацията и имената на учените с най-голям принос за развитието ѝ. Поставена е целта и са формулирани произтичащите от нея задачи. Описано е накратко съдържанието на всяка от главите и публикациите на автора, върху които е базирано изложението в съответната глава.

Глава 1 е въвеждаща в тематиката на дисертационния труд. Дадени са дефиниции на основните понятия и са формулирани най-важните резултати. Главата има и изследователски елемент. Третият ѝ раздел е посветен на графите на отделимите двойки променливи на дискретни функции. Както се вижда от списъка на публикации по дисертацията и авторската справка, докторантът е участвал в разработването на „пакет от приложни програми и софтуерна библиотека за символно манипулиране на булеви функции, генериране и визуализиране на графи“. Въпросният софтуер е представен както концепционно, така и с изходен код. Детайлно е изяснен приносът на докторанта за неговото създаване, който е съществен. Софтуерът решава редица практически задачи от

областта, като проверка за същественост на променливи и отделимост на множества, както и проверка на необходимите условия един граф да бъде граф на отделимите двойки променливи на дискретна функция, формулирани и доказани от К. Чимев.

Приведени са таблици с резултати от работата на програмите – за броя на булевите функции с до 5 променливи, които имат определен брой силно съществени променливи (Таблица 1.3) и за броя на графите, които могат да бъдат графи на отделимите двойки променливи на булеви функции с до 8 променливи (Таблицы 1.5 и 1.6). Известни са 41 графа, които са графи на отделимите двойки променливи на функции с 6 променливи, докато с необходимите условия, заложи в програмите, докторантът успява да сведе броя на допустимите графи до 43. За един от останалите два графа той показва, че не може да бъде граф на отделимите двойки на булева функция, като използва резултат на К. Чимев. Дали последният граф съответства на функция, остава открит въпрос. В Приложение са дадени графите със 7 върха, допустими от необходимите условия, а пълен каталог на допустимите графи с от 2 до 8 върха изработен с участието на докторанта е публикуван в интернет страницата на ЮЗУ. Не личи да са правени опити да бъде построена съответна функция за някой от тях.

При оформлението на главата са допуснати някои несъществени недостатъци в изказа и оформлението. Например: на стр 7, последен абзац, дефиниционната област е A^n а не A^k . На стр. 11, абзац 7: едностранните променливи не определят „стойността“ на функцията, защото функцията има много стойности, а едностранната променлива определя само част (половината) от тях. Простичкият Алгоритъм 1 за пораждаване на двоични вектори ненужно е усложнен да записва числото 2 в булев вектор, след което тези двойки се заместват с нули.

На стр. 14, в Определение 14, както и във всяка друга аналогична дефиниция за отделимост в текста се изисква x да принадлежи на M . След това, дефиницията изисква да е изпълнено някакво условие за всички променливи от $M \setminus \{x\}$. Защо е нужно това? Защо да не е $x \notin M$ и условието да е изпълнено за всички променливи от M . **Ще промени ли това теорията и как? Въпросът е принципен.** Тази форма на дефиниция води до странното твърдение от втория абзац с булет на следващата страница за **силната същественост на една променлива спрямо себе си**, което по-скоро трябва да е частен случай на дефиницията, отколкото да се формулира като твърдение. Защото не е ясно какво означава една функция да зависи съществено от всяка измежду 0 променливи.

В Глава 2 се разглеждат версии на понятията съществена променлива, силно съществена променлива и отделимо множество от променливи на функция спрямо друго множество. Новите понятия, означавани с представката квази- (квазисъществена, квазисилно съществена и квазиотделимо) се получават, като вместо разлагането в подфункции на Shannon, се вземе това на Reed-Muller. Всъщност, очакването е, че подобна теория с аналогични резултати трябва да може да се развие за всяка от т.н. *декомпозиции* (или *универсални функции* на 3 променливи), 2 от които пораждат разлаганията на Shannon и Reed-Muller, съответно.

В раздел 2.1 са приведени класическите варианти на резултатите, за които авторът се опитва да намери аналози в тази глава. В раздел 2.2 е дефинирано понятието декомпозиция (или универсална функция) и свързани с него понятия. В раздел 2.3 се въвеждат “квази”-понятията. В раздела са посочени резултатите от компютърен експеримент, с който е установено, че броят на функциите с определен брой фиктивни променливи съвпада с броя на функциите със същия брой квазификтивни променливи.

Всъщност това е логично следствие от факта, че както декомпозицията на Shannon, така и декомпозицията на Reed-Muller са **универсални функции**. Нещо повече – не е ясно защо авторът не е опитал да използва естествения морфизъм между двете форми на разлагане при доказване на еднотипните свойства. Вместо това, в раздел 2.4. всяко от предполагаемите свойства се доказва с аргументи само от дефинициите и специфичните свойства на разлагането на Reed-Muller.

За разлика от почти всички твърдения в главата, които са аналози на съответни твърдения при Шенъново разлагане, последното твърдение – Теорема 23 е оригинална като твърдение, защото изследва връзката между съществените и квазисъществените променливи на една и съща функция.

В оформлението на главата се забелязват следните неточности. Във формулировката на Теорема 20, очевидно, е трябвало да се поиска M да е множество от квазисъществени променливи, иначе няма как функцията f_m да зависи квазисъществено от m променливи на M . (Такъв дефект има и в цитираната от докторанта Теорема 10, на която Теорема 20 е аналог, изглежда докторантът се е предоверил на авторитета на предшественика си.) Доказателството на Теорема 22 започва така: „От $x_i \in \text{rmEss}(f)$ следва, че $f(x_1, \dots, x_n) = x_i f(x_i = 1) \oplus f(x_i = 0)$ “, което е дефиниция на разлагането на Reed-Muller, а не на условието $x_i \in \text{rmEss}(f)$, което не се използва в доказателството! Значи авторът е доказал твърдението без да използва това, че $x_i \in \text{rmEss}(f)$, т.е. доказал е по-общото твърдение, не зависещо от това дали променливата x_i е съществена или не. Стр. 39, абзац трети: предполагаме, че изискването на дефиницията за правилна универсална функция трябва да е изпълнено за всяка разлагана функция, но това не е споменато.

В Глава 3 са разгледани задачи, свързани с представянето на булеви функции с наредени диаграми за двоично решаване (НДДР), които имат отношение към тематиката на докторанта. Вместо „решаване“, като превод на английското decision, по-добре е, според нас, да се казва „вземане на решение“. В раздел 3.1 са дефинирани основните понятия. Важна при НДДР е задачата за намаляване на тяхната сложност, изразяваща се с броя на нетерминалните върхове на диаграмата. Един инструмент за намаляване на сложността е редът на променливите, по които се извършва декомпозирането. Затова изследванията на докторанта би трябвало да имат отношение към задачата за построяване на колкото може по-проста НДДР на зададена булева функция. Дискусията в тази глава на различни алгоритми, които пренареждат променливите в търсене на оптималната наредба, обаче, сякаш нямат отношение към дисертационния труд.

Раздел 3.2 е посветен на изследване на зависимостта между структурните свойства на променливите на БФ и нейните редуцирани НДДР. Доказани са няколко твърдения в тази посока. Цитираната от докторанта Лема 28 (резултатът на Sieling и Wegener) е показателна за това което се е опитал да направи докторантът – да получи резултат, който да има отношение към минимизацията на НДДР. Такъв резултат би трябвало да е Теорема 29. За съжаление, не виждаме как този резултат би могъл да се използва за минимизация, а и докторантът не коментира този въпрос.

Голяма част от съдържанието на Глава 4 е посветена на въведение в терминологията на универсалните алгебри (УА) и важни резултати в областта (най-вече резултати на Щраков-Denecke). Въвежда се понятието силно съществена променлива за терм на УА, формулира се едно твърдение за съществуване на силно съществена променлива и се доказва това твърдение. Такъв резултат обаче не впечатлява, защото при наличие на голям брой резултати в алгебрата на булевите функции, както и многобройни резултати в

алгебрите на k -значните функции, за произволно естествено $k > 2$, естествено е да се очаква съществуването на резултат (а защо не резултати), в доказателството на който не се използва специфика на операциите и това доказателство да се препише в термините на произволна УА.

След невероятно усложнената (половин страница) дефиниция на *оценъчно изображение*, която не е нищо друго освен аналог на простото заместване на променливи с константи в разглежданите УА, следват множество резултати от областта, кой от кой по трудни за четене и разбиране. Каква е ролята на целия този апарат, например въвеждането на понятието многообразие и същественост на променливи спрямо многообразие, за изследването направено от докторанта не е ясно.

Същностен за Главата трябва да е разделът 4.3. Той съдържа доказателството на важната за тази част от дисертационния труд Теорема 36 – съвсем смислено и очаквано твърдение. Разчитането на доказателството на твърдението не е лесно. Базата на индукцията не е изписана ясно, защото не е посочено нищо за M . А в началото на индукционната стъпка се намира множество C от m константи, с които изглежда ще се прави „оценка“ на терма, но не личи нещо да свързва тези константи с оценката означена с $\bar{h}(t)$. Че C и $\bar{h}(t)$ са свързани можем да досетим само като четем доказателството на Теорема 36 паралелно с доказателството на нейната аналогична Теорема 18 – може да се каже че Теорема 36 е превод на Теорема 18 в термините на универсални алгебри. Всъщност, по-нататък в доказателството докторантът се отказва от крайно неудобната нотация (използваща ендоморфизма на оценката h) и се връща към добре познатата ни нотация от Глава 2. Наличието на двете нотации в една и съща теорема обаче не е проява на добър стил.

Глава 5 е посветена на изследването на силна същественост на входове на автомати, работещи върху дървета. От всички „некласически“ области, които се разглеждат в дисертацията, тази е най перспективна, доколкото има отношение към синтаксическия анализ на т.н. mark-up езици (например XML). При условие че понятията формула и дърво с подходящи надписи по върховете са практически едно и също нещо, съдържанието на главата е очаквано – в нея понятията за същественост и отделимост са пренесени в новия математически обект, представени са съответните известни до момента резултати, дефинира се силна същественост на вход спрямо множество от входове и се доказва съответна теорема, в случая Теорема 40 – аналог на Теорема 18. Следствие 40.1 изглежда исторически е предшествовало Следствие 40.2, но след като 40.2 вече е доказано, то 40.1 щгуби смисъл.

В Главата се посочват 2 статии на автор, в които са публикувани негови резултати по mark-up езици, но те видимо нямат отношение към темата на дисертацията. Затова не приемаме тези 2 статии и двете цитирания на една от тях като публикации по дисертацията.

Списъкът от цитирана литература съдържа 67 заглавия и показва добро познаване от автора на предметната област. Смесеното подреждане на публикациите на кирилица и латиница, като съответната буква на кирилицата е поставена до близката по звучене буква на латиницата не е добра практика.

Да резюмираме:

1. Проблематиката, наричана „структурни свойства на дискретните функции“ се разработва от много години, включително с активното участие на учени от Университета, в който той работи. Както може да се забележи, някои от получените

результати в областта на булевите функции не зависят от специфични свойства на тези функции и затова подобни резултати са били доказани и за k -значни функции при произволно k . Напълно смислено е било да се опита да се направят съответни изследвания в случая, когато се използва друга дефиниция на подфункция – различна от Shannon-овата. Работата, според нас, щеше само да спечели ако беше съсредоточена само върху последствията от замяната на Шеноновото разлагане с друго, като се наблегне върху морфизма между различните универсални БФ.

2. Изглежда има смисъл и перспектива в изследванията за същественост и отделимост на входовете на автомати, работещи върху дървета, заради отношението им към модерните mark-up езици, но рецензентът не познава добре съответната теория и не би могъл да даде по-точна оценка, доколко е интересно такова изследване. Изследванията в останалите две направления, според нашето мнение, са много по-малко интересни, заради използването на Shannon-ово разлагане при наредените диаграми и твърде пряката аналогия с Shannon-ово разлагане при термовете на УА.

3. Според нас методологията на изследването не е най-добрата възможна. В работата си, според нас, докторантът се е опитвал във всеки конкретен случай да навлезе в терминологията и апарата на съответната област, да преформулира твърденията от класическия случай и да се опита да изработи доказателствата изцяло в новите понятия и с присъщия им апарат, вместо да потърси съответни морфизми. Така той се е сблъскал с много технически проблеми.

4. Авторефератът правилно отразява съдържанието на работата.

5. Приемаме заключението на докторанта, че е направена „...крачка към по-пълното описание на влиянието на свойствата на аргументите и множествата от аргументи върху функциите...“ (защо променливите станаха аргументи?, Б.М.). Със заключението, че резултатите са крачка към „... по-ефективното програмно осигуряване на изследванията в това направление“ можем да се съгласим само частично, тъй като не виждаме в дисертацията резултат, който да променя съществено сложността на някой алгоритъм.

6. За претенциите на приносния характер на резултатите от работата от Авторската справка:

а) Приемаме претенциите на докторанта от т. 1., като сме напълно убедени, че при наличие на подобен програмен апарат, докторантът би могъл да извърши много повече експериментална и изследователска работа – да закрие последния неразрешен случай за граф с 6 върха, който би могъл да бъде граф на отделимите двойки променливи на булева функция например, или да започне построяването на съответни функции за някои графи със 7 или 8 върха;

б) Приемаме претенциите на докторанта по т. 2;

в) **Не приемаме** претенциите на докторанта по т. 3. Не виждаме приложението на единствената доказана теорема в Глава 3 и се съмнявам, че този резултат може да доведе до по-добър алгоритъм за решаване на NP -пълната задача за минимизация на РДННР;

г) Приемаме претенциите на докторанта от т.4.

6. От девет публикации представени като публикации по дисертацията приемаме седем, както и три от петте забелязани цитирания. Смятаме че този брой е достатъчен, за да приемем, че резултатите на докторанта са получили необходимата публичност.

В резултат на това, предлагам на уважаемия научен съвет да **присъди** на докторанта Иво Йорданов Дамянов **образователната и научна степен доктор** в областта

4. Природни науки, математика и информатика, направление 4.6. Информатика и компютърни науки.

18.10.2012 г.

Рецензент:

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters, likely representing 'Kr. Manev'.

Доц. д-р Кр. Манев