International Conference
FROM DELC TO VELSPACE
Plovdiv, 26–28 March 2014

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГРАФИЧНИЯ КОНСТРУКТОР LC ПРИ ИЗУЧАВАНЕ НА МЕТОДА НА КАСКАДИТЕ ЗА ПОСТРОЯВАНЕ НА КОМБИНАЦИОННИ СХЕМИ

Вилислав Радев, Христо Кискинов

Резюме. *Статията е посветена на използването на графичния конструктор на комбинационни схеми LC в обучението по дискретна математика. Конструкторът представлява програмна система, позволяваща графично или таблично задаване, изчертаване и изчисляване на комбинационни схеми за представяне на булеви функции. С негова помощ е създадена примерна методическа разработка за изучаване на метода на каскадите за построяване на комбинационни схеми.*

Ключови думи: дискретна математика, двоични функции, комбинационни схеми, булеви функции, метод на каскадите, графичен потребителски интерфейс.
Mathematics Subject Classification 2010: 97N70, 97U70, 94C10, 97D40.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Поради своята актуалност и важност учебната дисциплина „Дискретна математика” е основна както за университетските курсове по математика и компютърни науки, така и за профилираната подготовка по информатика в средните училища. Един важен раздел в дискретната математика е теорията на булевите функции. Тези функции се изучават и в задължителната подготовка на учениците в СОУ по учебната дисциплина „Информатика“ в 9 клас. Необходимият минимум от знания е описан в [2]. Известно е, че заедно с таблиците и формулите, комбинационните схеми са един от най-популярните методи за представяне на булеви функции. Но за да не се превърнат учебните занятия в часове по чертане, е необходимо да се използват подходящи графични средства, които съществено да облекчават конструирането на комбинационните схеми.

В настоящата статия се разглежда конкретно приложение на конструктора на комбинационни схеми Logical Circuits (LC) [8, 17] за представяне на булеви функции. Подробно описание на конструктора на комбинационни схеми LC е направено в [8]. Той е създаден с образователна цел според изискванията в [6] и е предназначен основно да подпомага изучаването на теорията на булевите функции. Избран е след внимателен анализ на съществуващите графични системи за създаване на комбинационни схеми. Повечето от другите, известни на авторите, графични системи, например Logisim [13], TkGate [15], HADES [11], LogicSim [14] и DigitalSimulator [10], са предназначени предимно за конструиране на електронни компоненти и поради тяхната сложност не са подходящи за обучение на ученици и студенти. Софтуерни програми за обучение са xLogicCircuits [16] и JLS [12]. Първата е примитивна и отстъпва на LC по всички компоненти. JLS е много мощна система, което обаче я прави доста сложна за обучаемите – факт, който пречи на нейното масовото използване в обучението по дискретна математика. Конструкторът LC превъзхожда и двете по няколко показателя:

- Той не само контролира, но и подпомага процеса на конструиране, като улеснява разполагането и изцяло поема свързването на елементите, така че схемата да стане максимално прегледна.
- Не позволява конструирането на грешна схема. И в [16], и в [12] е възможно, например, да се конструират схеми със „зацикляне” – нещо, което LC не допуска.
- Конструкторът LC превъзхожда всички по-горе изброени системи и поради липсата на фиксиран набор от базови елементи (обикновено това са AND, OR и NOT) и възможността да се дефинират таблично елементи от тип „blackbox” („черна кутия”).
- LC има предимство и по отношение на автоматичното изчертаване на схемите.

Настоящата работа представя една примерна разработка на тема „Метод на каскадите за представяне на булеви функции с комбинационни схеми” чрез използване на графичния конструктор LC. Като основа на настоящата разработка е залегнало описанието на метода на каскадите в [3]. По-различни описания на същия метод могат да се намерят в [1], [7], [5] и [9]. Показано е примерно изложение на метода и са конструирани няколко примера (задачи) с активното използване на графичния конструктор LC.

2. ПРИМЕРЕНА РАЗРАБОТКА НА ТЕМА МЕТОД НА КАСКАДИТЕ ЗА ПОСТРОЯВАНЕ НА КОМБИНАЦИОННИ СХЕМИ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГРАФИЧНИЯ КОНСТРУКТОР LC

2.1. ОПИСАНИЕ НА МЕТОДА

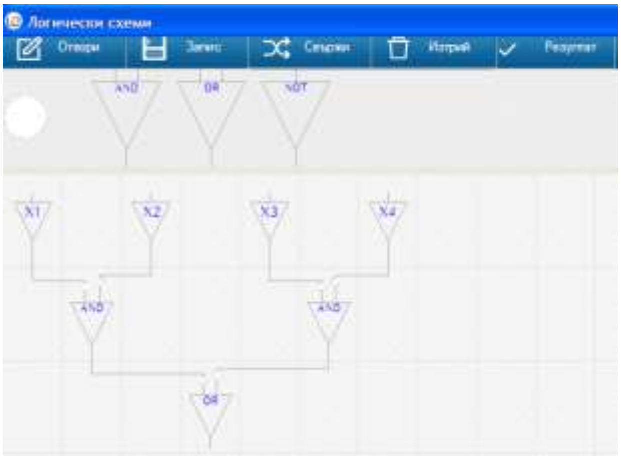
Методът на каскадите е един относително прост, но ефективен метод за построяване на комбинационна схема за произволна булева (двоична) функция $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Ще използваме комплект елементи, които реализират функциите конюнкция, дизюнкция и отрицание ($x_1 x_2, x_1 \vee x_3, \overline{x_1}$), образуващи пълно множество според теоремата на Пост.

Методът се основава на тъждеството

$$f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n) = \overline{x_n} f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 0) \vee x_n f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 1)$$

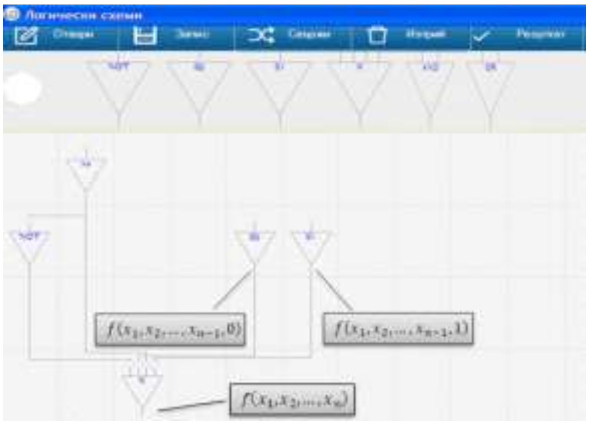
С негова помощ може да сведем построяването на схема на функция на n променливи към конструирането на схеми на функции на n-1 променливи.

Нека за краткост да създадем с помощта на конструктора LC нов функционален елемент "K" с четири входа, който задаваме със схемата от Фигура 1.



Фигура 1.

Този елемент реализира функцията $x_1 x_2 \vee x_3 x_4$. Нека да предположим, че сме построили схеми S_0 за реализиране на $f_0 = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 0)$ и S_1 за $f_1 = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 1)$. Тогава f ще се реализира със схемата, показана на Фигура 2.

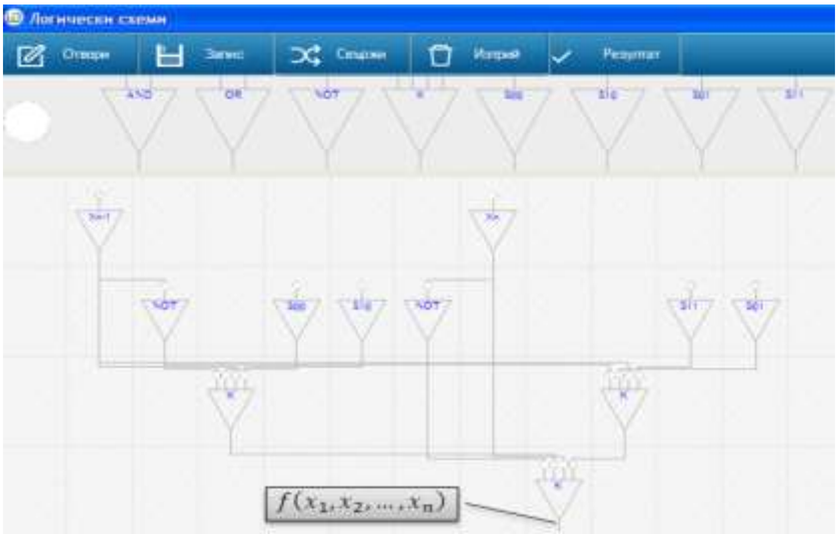


Фигура 2.

От своя страна схемите S_0 и S_1, реализиращи съответно $f_0 = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 0)$ и $f_1 = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 1)$, можем да сведем с помощта на тъждествата

$$f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 0) = \overline{x_{n-1}} f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 0{,}0) \vee x_{n-1} f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 1{,}0)$$
$$f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 1) = \overline{x_{n-1}} f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 0{,}1) \vee x_{n-1} f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 1{,}1)$$

до схемите S_{00} за $f_{00} = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 0{,}0)$, S_{01} за $f_{01} = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 0{,}1)$, S_{10} за $f_{10} = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 1{,}0)$ и S_{11} за $f_{11} = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 1{,}1)$. Тогава ще получим схемата от Фигура 3.



Фигура 3.

Освен това, ако например $f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 0{,}1) = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, 1{,}0)$, то не са необходими две схеми S_{01} и S_{10} за тяхната реализация. Достатъчна е една схема, чийто изход ще подадем на две места.

Процесът на редуциране на броя на променливите може да се продължи, докато се стигне до четирите функции на една променлива, имащи тривиалните реализации: x_1, $\overline{x_1}$, $0 = x_1.\overline{x_1}$, $1 = x_1 \vee \overline{x_1}$.

Нека с $B_k(f)$ означим множеството от всички функции, получаващи се от f чрез заместване на последните k променливи с константи.

2.2. ПРИМЕР (ЗАДАЧА) 1

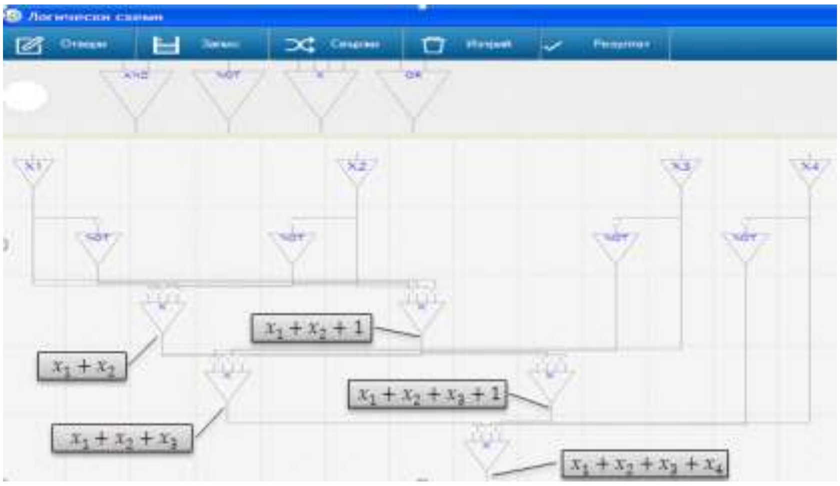
Да се реализира по метода на каскадите с помощта на конструктора LC функцията $x_1 + x_2 + x_3 + x_4$.

Решение: Нека с $B_k(f)$ означим множеството от всички функции, получаващи се от f чрез заместване на последните k променливи с константи. Тогава:

$$B_0 = \{x_1 + x_2 + x_3 + x_4\}$$
$$B_1 = \{x_1 + x_2 + x_3,\ x_1 + x_2 + x_3 + 1\}$$
$$B_2 = \{x_1 + x_2,\ x_1 + x_2 + 1\}$$

$$B_3 = \{x_1,\ x_1 + 1\}$$

С помощта на конструктора LC построяваме схемата на Фигура 4.



Фигура 4.

2.3. ПРИМЕР (ЗАДАЧА) 2

Да се реализира по метода на каскадите с помощта на конструктора LC функцията, зададена със следната таблица:

x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

Таблица 1.

Решение: За функцията f_0 получаваме:

x_1	x_2	f_0
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

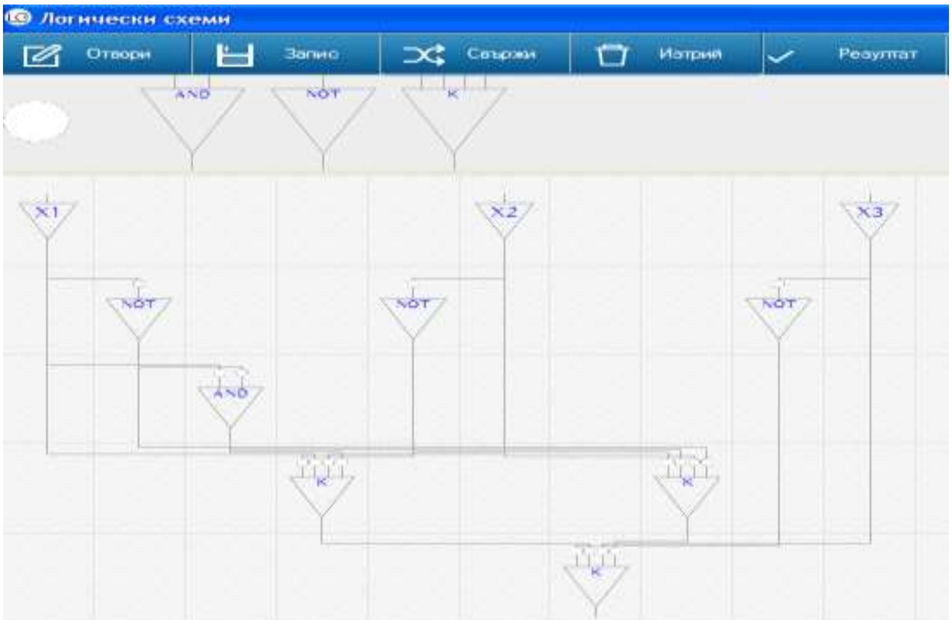
Таблица 2.

За функцията f_1 получаваме:

x_1	x_2	f_1
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Таблица 3.

След това получаваме $f_{01} = 0, f_{00} = x_1, f_{10} = 0, f_{11} = \overline{x_1}$.
С помощта на конструктора LC построяваме схемата на Фигура 5.



Фигура 5.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторите считат, че с помощта на конструктора LC е постигнато по-добро представяне на метода на каскадите за построяване на комбинационни схеми. Възможността за бързо и удобно конструиране на комбинационни схеми с LC позволява разглеждане и решаване на много повече като количество и качество задачи, което неминуемо повишава успеваемостта на учебния процес. Дори самото използване на компютър чрез конструктора LC би могло да се използва и за повишаване на интереса на студентите и учениците (виж например [4]) в една класическа математическа дисциплина, каквато е дискретната математика.

БЛАГОДАРНОСТИ

Тази работа е подпомогната по проект НИ13-ФМИ-002 на поделение „Научна и приложна дейност” при Пловдивския университет „П. Хилендарски”.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Байнов, Д., С. Костадинов, Р. Павлов и Л. Луканова, *Ръководство за решаване на задачи по дискретна математика,* Университетско издателство ПУ, Пловдив, 1990.
[2] Бърнев, П., Г. Тотков, Р. Донева, В. Шкуртов и К. Гъров, „*Информатика*”, учебник за задължителна подготовка в 9 клас на СОУ, изд. Летера, Пловдив, 2001.
[3] Денев, Й., Р. Павлов и Я. Деметрович, *Дискретна математика*, Наука и изкуство, София, 1984.
[4] Маврова, Р., и П. Сярова, Провокиране на интереса на учениците при обучението по математика, *Научни трудове на Пловдивски университет*, том 48, кн. 2 – Методика на обучението, 2011, 35–46.
[5] Манев, К., *Въведение в дискретната математика*, КЛМН София, 2005, ISBN 954-535-136-5.
[6] Рахнев, А., и М. Стоева, Принципи и технологии за изграждане на потребителски интерфейс за уеб и десктоп приложения, *Сборник доклади Национална конференция „Образованието в информационното общество”*, Пловдив, 27–28 май 2010 г., 308–316.
[7] Grossman, J., *Discrete Mathematics*, Macmillan, New York, 1990, ISBN 0-02-348331-8.
[8] Kiskinov H., Radev V., Stoeva M., A graphic constructor for logic circuits design, International Journal of Recent Development in Engineering and Technology, Vol. 2 (2014), No. 4, 24-29, ISSN 2347-6435.
[9] Zahariev A., A. Golev, H. Kiskinov, *Einfuehrung in die theoretische Informatik*, Lightning Source UK Ltd 2013, ISBN 978-3-99034-207-7.
[10] DigitalSimulator: http://web.mit.edu/ara/www/ds.html, (последно посетен 18.03.2014).
[11] HADES:http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/applets/hades/webdemos/index.html, (последно посетен 18.03.2014).
[12] JLS:http://www.cs.mtu.edu/~pop/jlsp/bin/JLS.html, (последно посетен 18.03.2014).
[13] Logisim:http://ozark.hendrix.edu/~burch/logisim/, (последно посетен 18.03.2014).
[14] LogicSim:http://www.tetzl.de/java_logic_simulator.html, (последно посетен 18.03.2014).
[15] TkGate: http://www.tkgate.org/index.html, (последно посетен 18.03.2014).
[16] xLogicCircuits: http://math.hws.edu/TMCM/java/xLogicCircuits/, (последно посетен 18.03.2014).
[17] www.lc.myplovdiv.com,(последно посетен 18.03.2014).

Факултет по математика и информатика,
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”
Бул. „България“ 236, 4003 Пловдив, България,
vilislavradev@uni-plovdiv.bg
kiskinov@uni-plovdiv.bg

USE OF THE GRAFICAL CONSTRUCTOR LC IN TEACHING OF THE CASCADE METHOD FOR BUILDING LOGIC CIRCUITS

Vilislav Radev, Hristo Kiskinov

Abstract. *The aim of this paper is the use of the logic circuits graphical constructor LC in teaching discrete mathematics. The constructor is a software system that enables graphical or tabular setting, drawing and calculation of logic circuits. With its help a sample development for teaching of the cascade method for building logic circuits is created.*