

УДК 510.635

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНСТРУКТИВНОЙ ЛОГИКИ

В.А. ХРОМУШИН

*Тульский государственный университет, тел. (4872) 33 32 51*

**Аннотация.** В статье приведены результаты сравнительного анализа алгебраической модели конструктивной логики и результат синтеза цифровой комбинационной логической схемы в виде тупиковой дизъюнктивной формы. Показана идентичность результатов, что подтверждает работоспособность алгоритма и программного обеспечения. В ходе сравнения показана особенность алгоритма по оптимизации результата, требующего на конечном этапе исключения дублирующего покрытия целевых строк. Приведен порядок действий для обеспечения этой оптимизации.

**Ключевые слова:** анализ, модель, программа, расчет.

COMPARATIVE ANALYSIS OF ALGEBRAIC MODEL OF CONSTRUCTIVE LOGIC

V.A. KHROMUSHIN

*Tula State University, phone (4872) 32 33 51*

**Abstract.** The paper presents the results of comparative analysis of algebraic model of constructive logic and the result of synthesis of digital combinational logic design as a dead-end disjunctive form. The identity of results is demonstrated and confirmed the operability of the algorithm and software. The comparison shows a feature of the algorithm for optimizing the demanding at the final stage of exceptions duplicate coverage target lines. The procedure for this optimization is given.

**Key words:** analysis, model, program, calculation.

**Введение.** Алгебраическая модель конструктивной логики (АМКЛ) является в своей основе моделью интуитивистского исчисления предикатов, отображающей индуктивную часть мышления - формулирование сравнительно небольшого набора кратких выводов из массивов информации большой размерности. С общей точки зрения систему можно применять как средство, согласующее информационные каналы исследуемого объекта и пользователя [1 - 6]. С философской точки зрения АМКЛ обеспечивает отыскание в хаосе закономерностей.

АМКЛ предназначено для многофакторного анализа в различных областях знаний [7- 10].

Алгоритм АМКЛ отдаленно напоминает синтез цифровых автоматов с нахождением тупиковой дизъюнктивной формы и по этой причине использует её терминологию. Только в данном случае факторы  $X_1, X_2, \dots, X_n$  представлены любыми числовыми значениями, а не только 0 или 1.

Входной массив данных представлен таблицей со столбцами  $X_1, X_2, \dots, X_n$  (включая дробные числа), из которых один является целевым. Значение целевого столбца является результатом сочетанного воздействия всех задействованных факторов. Часто цель представлена значениями 0 или 1 (достижение цели и не достижение цели). Допускается целевое значение представлять любым числом, но для выполнения аналитического расчета обычно в таких случаях эти значения квантуют по нескольким уровням (например, слабое, умеренное, сильное влияние).

Результат представлен набором импликант, в которых факторы с пределами определения объединены через знак конъюнкции «&» с другими факторами (в случае сочетанного воздействия) с указанием мощности (W) этого воздействия на результат. Каждая импликанта объединена с другими импликантами через знак дизъюнкции «+» и в таком виде образуют тупиковую дизъюнктивную форму (в виде, не допускающем ее дальнейшее упрощение).

Результат аналитического расчета чаще всего стараются представить в двух видах: цель достигается (прямой расчет) и цель не достигается (расчет от обратного), что облегчает интерпретацию результата путем сравнения прямых и обратных выводов.

**Объект, методы и средства исследования.**

Поскольку факторы  $X_1, X_2, \dots, X_n$  могут быть представлены значениями 0 или 1, то представляется возможным сравнить результаты синтеза цифровой комбинационной схемы с расчетом АМКЛ, что позволит убедиться в работоспособности алгоритма, программного обеспечения и оценить оптимальность результата.

С этой целью выполним синтез комбинационной схемы и по этим же данным построим АМКЛ.

В качестве данных будем использовать последовательный ряд двоичных чисел от 1 до 16 (табл. 1), где  $X_1$  – старший разряд, а  $X_4$  – младший разряд. Покрытие целевых значений будем осуществлять для единичных значений  $Y$  для строк 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14.

Выполним синтез комбинационной схемы с помощью диаграммы Вейча (рис. 1), на которой цветом выделено покрытие целевых строк. Для удобства анализа в диаграмме Вейча кроме значений 0 или 1 показаны строки табл. 1.

Результат синтеза представлен выражением (1) в виде тупиковой дизъюнктивной формы (не допускающей дальнейшего упрощения).

Таблица 1

Исходные данные

N	Y	X1	X2	X3	X4
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1
3	0	0	0	1	0
4	0	0	0	1	1
5	1	0	1	0	0
6	1	0	1	0	1
7	1	0	1	1	0
8	1	0	1	1	1
9	0	1	0	0	0
10	1	1	0	0	1
11	1	1	0	1	0
12	0	1	0	1	1
13	0	1	1	0	0
14	1	1	1	0	1
15	0	1	1	1	0
16	0	1	1	1	1

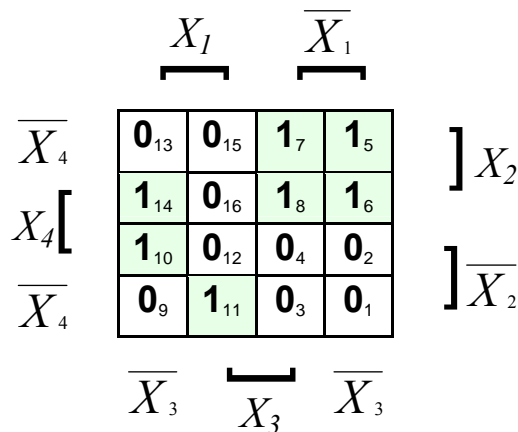


Рис. 1. Диаграмма Вейча

$$\overline{X_1}X_2 + X_1\overline{X_3}X_4 + X_1\overline{X_2}X_3\overline{X_4} \quad (1)$$

Как видно из полученного выражения (1) и диаграммы (рис.1) первая результирующая составляющая  $\overline{X_1}X_2$  покрывает четыре целевые строки 5 - 8, вторая результирующая составляющая  $X_1\overline{X_3}X_4$  покрывает две целевые строки 10 и 14, а третья результирующая составляющая  $X_1\overline{X_2}X_3\overline{X_4}$  только одну строку 11.

Построим АМКЛ по тем же данным (табл. 1), используя программное обеспечение без оптимизации результата, выполняемого на конечном этапе формирования математической модели. В результате получаем следующую математическую модель:

- Переменная цели: Y.
- Значение цели: 1.
- Маска: нет
- Совпало целевых и нецелевых строк: 0.
- 1. M= 4.
- (0 < X2 <= 1) & (0 <= X1 < 1)
- Строки: 5; 6; 7; 8.
- 2. M= 2.

$$(0 < X_4 \leq 1) \& (0 \leq X_3 < 1) \& (0 < X_1 \leq 1)$$

Строки: 10; 14.

3. M=2.

$$(0 < X_4 \leq 1) \& (0 \leq X_3 < 1) \& (0 < X_2 \leq 1)$$

Строки: 6; 14.

4. M=1.

$$(0 \leq X_4 < 1) \& (0 < X_3 \leq 1) \& (0 \leq X_2 < 1) \& (0 < X_1 \leq 1)$$

Строки: 11.

В полученной модели мощность результирующей составляющей, равная числу строк, обозначена через M.

**Обсуждение результатов.**

Для упрощения сопоставления результатов соответствующие друг другу результирующие составляющие сведены в табл. 2.

Таблица 2

**Соответствие результирующих составляющих**

Номера результирующих составляющих	АМКЛ	Результат синтеза
1	$(0 < X_2 \leq 1) \& (0 \leq X_1 < 1)$	$\overline{X_1} X_2$
2	$(0 < X_4 \leq 1) \& (0 \leq X_3 < 1) \& (0 < X_1 \leq 1)$	$X_1 \overline{X_3} X_4$
3	$(0 < X_4 \leq 1) \& (0 \leq X_3 < 1) \& (0 < X_2 \leq 1)$	нет
4	$(0 \leq X_4 < 1) \& (0 < X_3 \leq 1) \& (0 \leq X_2 < 1) \& (0 < X_1 \leq 1)$	$X_1 \overline{X_2} X_3 \overline{X_4}$

Результат синтеза является оптимальным результатом, поскольку результирующая тупиковая дизъюнктивная форма содержит наименьшее число составляющих и ее невозможно дальше упростить. Результат АМКЛ (без процедуры оптимизации) имеет дополнительную составляющую 3, покрывающую строки 6 и 14, как это показано на рис. 2.

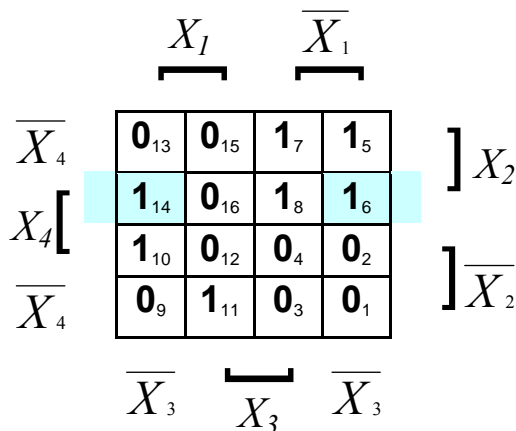


Рис. 2. Дублирующее покрытие целевых строк через «склеенные» левую и правую грани диаграммы

Для обеспечения идентичного синтезу результата АМКЛ необходимо формирование модели заканчивать процедурой оптимизации. Для этого необходимо:

- просматривать результирующие составляющие АМКЛ сверху вниз, сравнивая номера строк текущей результирующей составляющей с номерами строк всех вышестоящих результирующих составляющих;
- если в просматриваемой текущей результирующей составляющей номера строк повторяют номера строк в других результирующих составляющих, то такую результирующую составляющую необходимо удалить.

В приведенном примере результирующая составляющая №3 имеет строки 6 и 14. Строка 6 входит в результирующую составляющую 1, а строка 14 – в результирующую составляющую 2. Это позволяет нам исключить результирующую составляющую №3 как избыточную (дублирующую покрытие целевых строк).

В результате оптимизации получим следующую математическую модель:

Переменная цели: Y.

Значение цели: 1.

Маска: нет

Совпало целевых и нецелевых строк: 0.

1.  $M=4.$   
 $(0 < X_2 \leq 1) \& (0 \leq X_1 < 1)$   
Строки: 5; 6; 7; 8.
2.  $M=2.$   
 $(0 < X_4 \leq 1) \& (0 \leq X_3 < 1) \& (0 < X_1 \leq 1)$   
Строки: 10; 14.
3.  $M=1.$   
 $(0 \leq X_4 < 1) \& (0 < X_3 \leq 1) \& (0 \leq X_2 < 1) \& (0 < X_1 \leq 1)$   
Строки: 11.

Созданное и используемое для многофакторного анализа в биологии и медицине программное обеспечение предусматривает процедуру оптимизации на конечном этапе построения математической модели [11].

#### Выводы:

1. Построение математической модели с процедурой оптимизации позволяет обеспечить оптимальный результат, полностью идентичный синтезу цифровой комбинационной логической схемы.
2. АМКЛ можно использовать не только для многофакторного анализа, но и для синтеза комбинационных логических выражений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Щеглов, В.Н. Алгебраические модели конструктивной логики для управления и оптимизации химико-технологических систем / В.Н. Щеглов // Автореферат кандидата технических наук. –Л.: Технологический институт им. Ленсовета. – 1983. – 20с.
2. Щеглов, В.Н. Интеллектуальная система на базе алгоритма построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики / В.Н. Щеглов, В.А. Хромушин // Вестник новых медицинских технологий. – Тула: НИИ новых медицинских технологий. – 1999. – N 2. – С.131–132.
3. Честнова, Т.В. Контекстно-развивающаяся база данных для логической интеллектуальной системы, используемой в здравоохранении / Т.В. Честнова, В.Н. Щеглов, В.А. Хромушин // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2001. – N4. – С. 38–40.
4. Хромушин, В.А. Методология обработки информации медицинских регистров. – Тула: ТулГУ, 2005. – 120 с.
5. Хромушин, В.А. Информатизация здравоохранения / В.А. Хромушин, А.В. Черешнев, Т.В. Честнова // Учебное пособие. – Тула: ТулГУ, 2007. – 207с.
6. Хромушин, В.А. Алгоритмы и анализ медицинских данных/ В.А. Хромушин, А.А. Хадарцев, В.Ф. Бучель, О.В. Хромушин // Учебное пособие. – Тула: Изд-во «Тульский полиграфист», 2010. – 123 с.
7. Хромушин, В.А. Обзор аналитических работ с использованием алгебраической модели конструктивной логики / А.А. Хадарцев, О.В. Хромушин, Т.В. Честнова. – Тула: Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание, 2011. – N 1, публикация 3-2, <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2011-1/LitObz.pdf>.
8. Хромушин, В.А. Системный анализ и обработка информации медицинских регистров в регионах / В.А. Хромушин // Автореф. дис. доктора биол. наук. – Тула: ТулГУ, 2006. – 44с.
9. Хромушин, В.А. Анализ инвалидности населения Тульской области // В.А. Хромушин, К.Ю. Китанина // Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. – Тула: Тульский государственный университет, 2012. – N 1 (публ. N1-1), <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3717.pdf>.
10. Хромушин, В.А. Построение экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики на примере гестозов / В.А. Хромушин, М.В. Панышина, В.И. Даильнев, К.Ю. Китанина, О.В. Хромушин // Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. – Тула: Тульский государственный университет, 2013. – N 1 (публ. N1-1), <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4171.pdf>
11. Хромушин, В.А. Программа построения алгебраических моделей конструктивной логики в биофизике, биологии и медицине / В.А. Хромушин, В.Ф. Бучель, В.А. Жеребцова, Т.В. Честнова // Вестник новых медицинских технологий. – Тула: НИИ новых медицинских технологий. – 2008. – N 4. – С.173–174.