

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

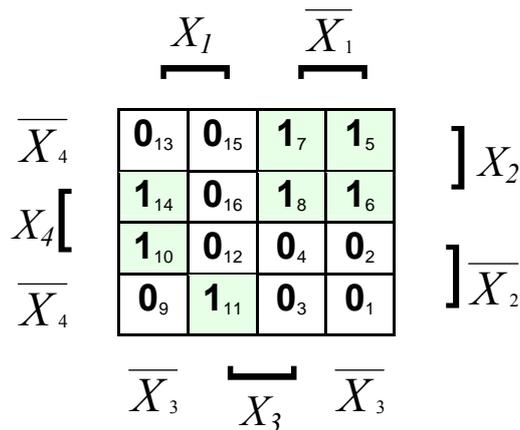


Рис. 1. Диаграмма Вейча

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

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.

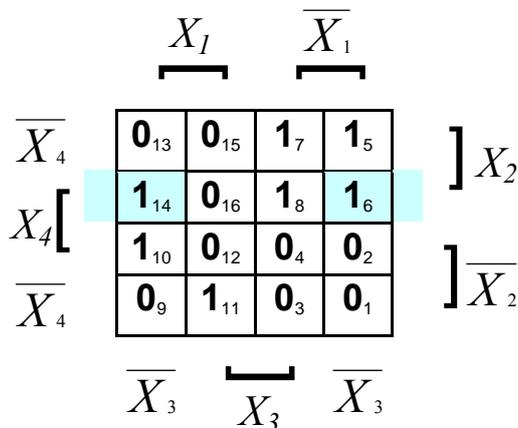


Рис. 2. Дублирующее покрытие целевых строк через «склеенные» левую и правую грани диаграммы

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.