

УДК 519.7

М.Ф. БОНДАРЕНКО, Е.В. ЖУРАВОК, В.А. ЧИКИНА

АППАРАТНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛОГИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Системы логических уравнений, которые используются для описания процессов языкового поведения человека, могут быть решены на ПЭВМ программным путем, для чего уже существует довольно хорошо разработанное программное обеспечение. Однако, в ряде случаев является весьма полезной аппаратная реализация данных булевых систем уравнений, так как при этом достигается значительно большая скорость решения.

С целью расширения функциональных возможностей обратимых переключаемых цепей путем синтеза смешанных переключаемых цепей первого и второго рода с обнаружением ошибок осуществлена разработка модуля для цифровой обработки текстовой информации. Данное устройство может быть использовано при создании аппаратных средств цифровой обработки текстовой информации.

Представленная на рисунке структура модуля обеспечивает аппаратное решение следующей системы обратимых булевых уравнений:

$$y^{bi} = x_2^M x_8^M w^1 \vee x_2^M w^4; \quad (1)$$

$$y^u = x_2^M x_8^M w^1 \vee x_2^M w^2 \vee x_2^M w^3 \vee x_2^M w^5 \vee x_2^M w^6, \quad (2)$$

где все переменные являются предикатами узнавания соответствующих букв.

Уравнение (2) может быть представлено в виде

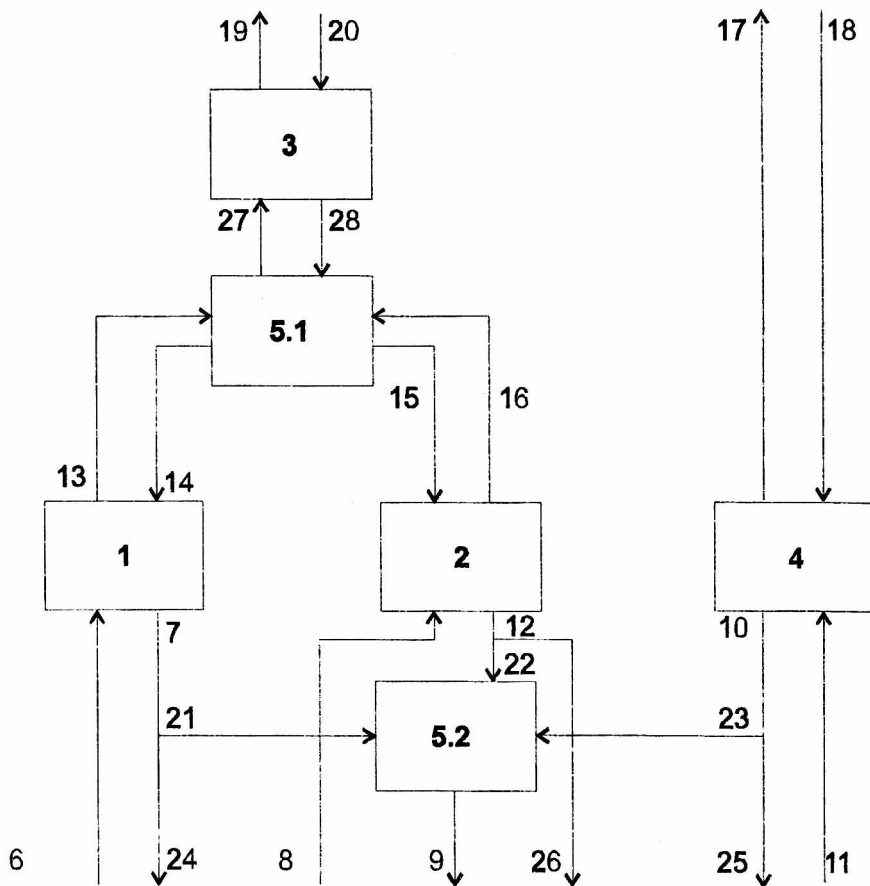
$$y^u = z_1^1 \vee z_2^1; \quad (3)$$

где
(4)

$$z_1^1 = x_2^M x_8^M w^1 \vee x_2^M w^2;$$

$$z_2^1 = x_2^M w^3 \vee x_2^M w^5 \vee x_2^M w^6. \quad (5)$$

Для решения уравнений (4) и (5) целесообразно использовать обратимые переключаемые цепи первого рода. На структурной схеме (рис.) им соответствуют блоки 1 и 2 соответственно.



Если число булевых переменных, входящих в уравнения, невелико и не превышает пять или шесть, то соответствующие цепи могут быть синтезированы как обратимые переключательные цепи первого рода. Однако на практике число булевых переменных зачастую бывает значительно больше, и тогда предложенный способ синтеза оказывается весьма трудоемким и громоздким. В этом случае наиболее целесообразно производить синтез в виде обратимых переключательных цепей второго рода. При этом способе предлагается реализовать не сразу все многоместное отношение в виде обратимой цепи, а ввести обратимость по частям.

Идея состоит в том, что из более простых элементов, представляющих собой цепи первого рода, строится комбинационная схема, реализующая

булеву функцию, соответствующую заданному отношению, а затем при сохранении схемы соединения элементов производится замена всех необратимых элементов обратимыми. В результате получаем обратимую переключательную цепь, реализующую заданное отношение.

Модуль для аппаратного решения системы обратимых булевых уравнений содержит 6 логических блоков. Каждый обратимый блок 1—4 содержит по две группы входов и выходов, соответствующих прямому и обратному преобразованиям. При решении более сложных систем обратимых булевых уравнений путем синтеза смешанных переключательных цепей первого и второго рода: функциональные блоки 1, 2, 4 являются цепями первого рода, функциональный блок 3 — цепью второго рода, функциональные блоки 5.1 и 5.2 — согласователями сигналов, поступающих от блоков 1, 2, 3, 4. Группа входов 6, 8, 11, 18, 20 блоков 1, 2, 4 и 3 является входными шинами устройства соответственно. Группа выходов 9, 17, 19, 21, 22 23, блоков 1, 2, 3, 4, 5 — выходные шины устройства. Блоки 1, 2, 3 своими группами входов и выходов 13 и 14, 15 и 16, 24 и 25 соединяются через блок 5.1 соответственно, общие выходные линии групп выходов 7, 10, 12 блоков 1, 2, 4 соединяются с выходной шиной устройства 9 через блок 5.2.

При конструировании обратимых переключательных цепей второго рода необходимо решить вопрос о способе соединения между собой элементов в цепях. Провода линий, идущие от разных элементов, но соответствующие одним и тем же узнаваниям букв, нельзя непосредственно соединять между собой во избежание нарушений в работе цепи. Дело в том, что один из элементов на своих выходах x^0 и x^1 может сформировать единичные сигналы, указывая на неопределенность значения x . Другой элемент для тех же узнаваний букв может сформировать выходные сигналы 1 и 0, что соответствует нулевому значению x . При непосредственном соединении проводов, соответствующих одним и тем же узнаваниям, может случиться так, что в некоторых из проводов цепи столкнутся различные сигналы, вызвав тем самым нарушение нормального режима работы переключательной цепи.

Во избежание такого положения в описываемом устройстве провода цепи, обозначенные одинаковыми узнаваниями, соединяются через специальный промежуточный блок, который называется согласователем сигналов для узнаваний букв. Благодаря применению согласователей сигналов удается, во-первых, избежать недопустимого непосредственного соединения выходов одних элементов со входами других, и, во-вторых, распространить за один такт времени по всей цепи значения узнаваний букв, найденные отдельными элементами.

Устройство работает следующим образом. Если значение какой-либо из переменных не задано или неизвестно, то на все входы, соответствующие этой переменной, следует подать 1. Тем самым допускается возможность любого значения для переменной. Теоретически возможен случай, когда известно, что значение какой-либо из переменных не существует. Тогда на все входы устройства, соответствующие этой переменной, должны быть поданы значения 0.

Прямое преобразование. Пусть заданы следующие значения переменных: $x_2^M = 1; x_8^M = 1; x_8^m = 1; w^1 = 1; w^2 = 0; w^3 = 0; w^4 = 0; w^5 = 0; w^6 = 0$. В этом случае на входную шину устройства должны быть поданы следующие сигналы:

$$x_2^M = 1; x_2^m = 0; x_8^M = 1; x_8^m = 0; x_8^m = 1; x_8^m = 0; w_1^1 = 1; w_1^0 = 0; w_1^2 = 0; w_0^2 = 1; w_1^3 = 0; w_0^3 = 1; w_1^4 = 0; w_0^4 = 1; w_1^5 = 0; w_0^5 = 1; w_1^6 = 0; w_0^6 = 1.$$

На выходах блока 4 сформируются сигналы $y^{bi} = 1, y^{bi} = 0$; на выходах блока 1 — сигналы $z_1^1 = 1, z_1^0 = 0$; на выходах блока 2 — сигналы $z_2^1 = 1, z_2^0 = 0$. После прохождения через блоки 5.1, 5.2, учитывая, что на входы y^u должна подаваться 1, на входах блока 3 сформируются значения $y^u = 1, y^u = 0$.

Таким образом, на входной шине устройства сформируются следующие сигналы: $y^{bi} = 1, y^{bi} = 0$ $y^u = 1, y^u = 0$ что соответствует, $y^{bi} = 1, y^u = 1$. Сигналы на остальных входах выходной шины в данном случае принципиального значения не имеют.

Обратное преобразование. Пусть значения переменных $y^{bi} = 1, y^u = 1$. В этом случае на выходных линиях группы выходов 25 блока 3 сформируются следующие сигналы: $z_1^1 = z_1^0 = z_2^1 = z_2^0 = 1$. На линиях группы выходов 10 блока 4 сформируются сигналы $x_2^M = 1; x_2^m = 0$, остальные сигналы этой группы будут равны 1. На выходных линиях группы выходов 7 и 12 блоков 1 и 2 сформируются все единичные сигналы. После прохождения через блоки 5.1 и 5.2 на выходную шину устройства поступят

следующие сигналы: $x_2^M = 1$; $x_2^M = 0$, остальные сигналы выходной шины будут равны 1. Полученный результат говорит о том, что для выполнения заданного условия необходимо, чтобы переменная $x_2^M = 1$. Остальные переменные допускают многозначность, т. е. в данном случае система имеет несколько решений.

Обратимая переключательная цепь, построенная на основе явного описания алгебры логики, требует удвоенного числа входов и выходов элементов конъюнкции и дизъюнкции, зато не требует инверторов, что ведет к экономии, причем, чем больше количество переменных, тем больше экономия.

Переключательные цепи однородны с точки зрения элементной базы (т.е. содержат элементы конъюнкции и дизъюнкции и не имеют инвертора) и содержат больше блоков.

Обратимая переключательная цепь характеризуется повышенной надежностью, а также эффективностью работы, так как способна отыскивать однозначные значения переменных или же обнаруживать противоречия в исходных данных. Однако, если в результате решения получается некоторая система уравнений, связывающая искомые переменные, то в цепи образуется пробка и она не может довести задачу до окончательного решения. В таких случаях эффективно использовать программную реализацию описанной выше математической модели.

Полученная схема реализует одну из закономерностей, лежащих в основе процесса словоизменения. Если найти все такие закономерности и построить реализующий их микропроцессор, то он сможет выполнять функции тех структур мозга человека, которые хранят навыки человека к склонению и спряжению слов. Такой прибор будет полезен для применения в системах автоматической обработки русских текстов.

Список литературы: 1. Шабанов-Кушнаренко Ю.П. Теория интеллекта. Математические средства. Х.: Вища шк. Изд-во при Харк. ун-те, 1984. 144 с. 2. Шабанов-Кушнаренко Ю.П. О переключательных цепях теории интеллекта. Пробл. бионики. 1980. Вып.25. С. 11-18.

Поступила в редколлегию 30.10.97