

ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕШАННОГО КОДИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ ДЛЯ АВТОМАТА МУРА

Баркалов А.А., Саломатин В.А., Красичков А.А., Цололо С.А.
Донецкий национальный технический университет
Zelena Gora University

Запропоновано метод синтезу автомату Мура на FPGA зі змішаним кодуванням станів. Даний метод дозволяє зменшити кількість логічних блоків FPGA у зрівнянні з відомими методами синтезу. Приведено приклад використання запропонованого методу.

Введение

Подавляющее большинство современных ЦСУ реализуются на базе программируемых пользователем вентильных матриц (Field Programmable Gate Arrays, FPGA) [1]. Именно технология FPGA постепенно получает все большее распространение благодаря гибкости своей архитектуры. В основе FPGA лежит конфигурируемый логический блок (КЛБ), который может быть запрограммирован на реализацию произвольной булевой функции (БФ). Одной из проблем проектирования микропрограммных автоматов (МПА) с использованием архитектуры FPGA является ограниченное число входов КЛБ, которое в большинстве случаев оказывается меньшим, чем число аргументов реализуемых БФ [2,3].

В данной статье описывается метод синтеза МПА Мура на FPGA, основанный на использовании нестандартного способа кодирования состояний МПА.

Постановка задачи исследования

Пусть МПА Мура задан граф-схемой алгоритма. На ее основе строится прямая структурная таблица (ПСТ) [4].

Структура МПА Мура, которая используется для реализации на FPGA, изображена на рис. 1.

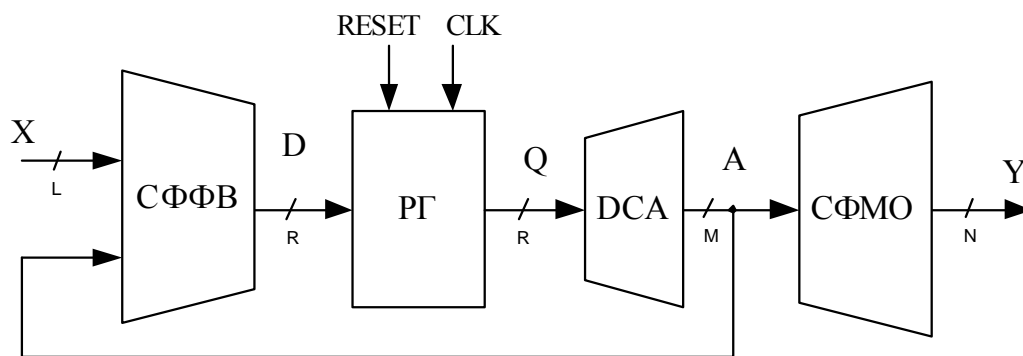


Рисунок 1. – Структура МПА Мура

Здесь

СФФВ – схема формирования функций возбуждения $D_h \subseteq D$,

РГ – регистр кода состояния Q ,

СФМО – схема формирования микроопераций $Y_h \subseteq Y$,

DCA – дешифратор состояний.

Схемы СФФВ и СФМО строятся по системам функций (1) и (2) соответственно [4].

$$D_i = \bigvee_{h=1}^H (\bigwedge_{r=1}^R Q_r^{l_{mr}}) \& \bigwedge_{l=1}^L x_l^{E_{lh}}, \quad (1)$$

$$y_n = \bigvee_{h=1}^H (\bigwedge_{r=1}^R Q_r^{l_{mr}}) \& C_{nh}, \quad (2)$$

где

$$l_{mr} \in \{0, 1, *\},$$

$$Q_r^0 = \overline{Q_r}, Q_r^1 = Q_r, Q_r^* = 1,$$

$$E_{lh} \in \{0, 1, *\},$$

$$x_l^0 = \overline{x_l}, x_l^1 = x_l, x_l^* = 1,$$

C_{nh} – булева переменная, равная единице, если и только если в h -й строке ПСТ записана переменная $Y_h = (y_n)$.

БФ в FPGA реализуются на КЛБ, которые имеют N входов. В зависимости от модели FPGA $N = \overline{2,5}$, тогда как число аргументов БФ проектируемых систем на порядок выше.

При проектировании МПА Мура формулы, описывающие СФФВ содержат наибольшее число аргументов, а именно – конъюнкция сигналов множества состояний МПА $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ и множества логических условий $X = \{x_1, \dots, x_L\}$.

Оптимальным способом минимизации числа аргументов в терминах СФФВ является унитарное кодирование состояний. При

использовании данного способа кодирования разрядность R будет равна количеству состояний M и дешифратор состояний будет не нужен. Однако такой подход является нерациональным для МПА с большим числом состояний. Для минимизации числа разрядов R наибольший выигрыш дает способ позиционного кодирования. Однако при таком способе кодирования в структуре остается дешифратор ДСА. В связи с указанными недостатками и достоинствами обоих способов кодирования предлагается сочетать два эти метода.

Пусть необходимо закодировать множество состояний МПА $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ числом разрядов R . При этом положим, что код состояния автомата представляется в виде двух частей – i и j , как показано на рис. 2.

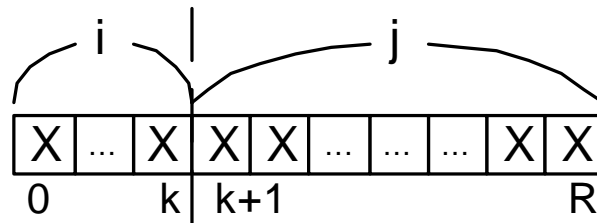


Рисунок 2. – Формат кода состояния

Группу i (с 0 по k) разрядов предлагается кодировать при помощи позиционного кодирования, группу j (с $k+1$ по R) разрядов при помощи унитарного.

Применение такого способа кодирования позволяет закодировать не более чем $2^i \cdot j$ состояний, при этом коде каждого состояния будет содержать не более $i+1$ единиц.

Следует также отметить, что при данном способе смешанного кодирования варьирование значений i и j позволяет получить оптимальное соотношение между числом разрядов в терминах СФФВ и сложностью дешифратора непосредственно для схемы каждого проектируемого МПА.

При этом данный способ кодирования позволяет упростить реализацию дешифратора ДС, формирующего состояния A . В этом случае для первых i разрядов используется полный дешифратор, каждый выход которого при умножении на соответствующий j -й разряд формирует один из сигналов состояния множества A (рис. 3).

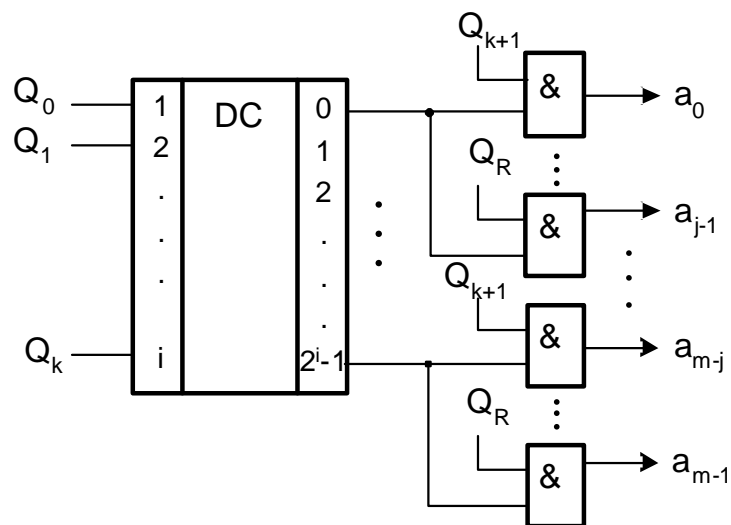


Рисунок 3. – Общий вид дешифратора состояний

Выводы

Исследования показали, что применение предложенного способа кодирования состояний МПА Мура приводит к более эффективной реализации схемы МПА на КЛБ. Предлагаемый способ может успешно применяться при проектировании цифровых автоматов с большим числом состояний и логических условий, с последующей реализацией на FPGA.

Список литературы

1. Баркалов А. А. Синтез устройств управления на программ-мируемых логических устройствах. – Донецк: ДонНТУ, 2002 – 262 с.
2. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
3. Баркалов А.А., Красичков А.А. Методы декомпозиции булевых функций.//Научные труды ДонНТУ. Серия: ИКВТ-2002, выпуск 39. – Донецк: ДонНТУ, 2002.
4. Баркалов А.А., Палагин А.В. Синтез микропрограммных устройств управления. - Киев: ИК НАН Украины, 1997 – 135 с.