Седов Максим

**Умножение чисел с ПЗ с характеристиками в ДК вторым способом**

1. **Построение графа автомата**

На основе отмеченной ГСА построим граф автомата Мили (рис 1). Граф автомата Мили имеет 9 вершин, соответствующие состояниям автомата a0, a1, …,a8.

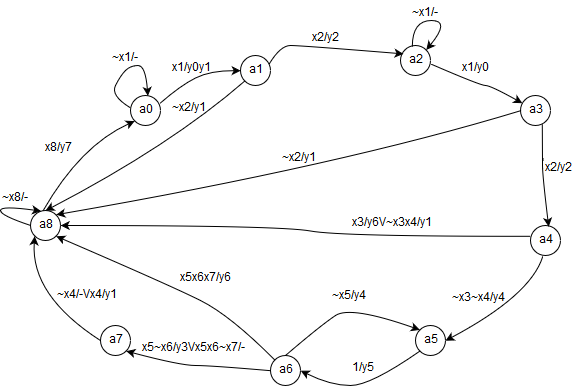


Рисунок 1 – Граф автомата Мили

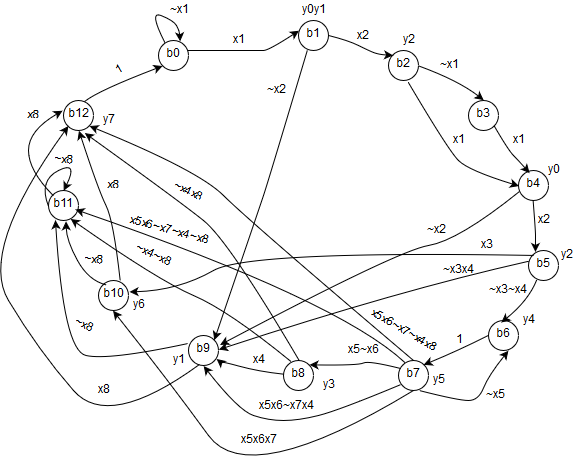


Рисунок 1 – Граф автомата Мура

Дуги графа отмечены входными сигналами, действующими на каждом переходе (числитель), и набором выходных сигналов, вырабатываемых УА на данном переходе (знаменатель).

1. **Кодирование состояний автомата, выбор элементов памяти**

Основываясь на том виде, который принимает граф Мили (большое количество последовательных переходов и незначительное число нестандартных), можно сделать вывод, что при использовании последовательного кодирования, счетчика и дешифратора есть вероятность построения варианта УУ, близкого к оптимальному (минимальная сумма по Квайну). Но для более точной оценки необходим более детальный анализ. А именно, сравнение схем УУ, построенных на D-триггерах с дешифратором, на RS-триггерах с дешифратором с использованием соседнего кодирования, на счетчике с дешифратором, а также на сдвиговом регистре с использованием унитарного кодирования.

При использовании D–триггеров в качестве ЭП при переходе из одного состояния в другое сигналы возбуждения должны быть поданы только на те триггеры, которые в коде состояния содержат единицу. Отсюда следует, что для получения комбинационной схемы меньшей сложности следует использовать следующий метод кодирования: чем больше переходов в какое–либо состояние, тем меньше единиц должен содержать код этого состояния.

Для RS–триггеров лучше использовать соседнее кодирование, так как именно этот способ минимизирует число переключений ЭП.

При использовании счетчика в качестве элемента памяти необходимо придерживаться последовательного кодирования. Если соседнее кодирование невозможно, то применяется эвристический метод кодирования состояний.

Для кодирования состояний автомата на сдвиговом регистре применяется унитарное кодирование.

Основываясь на том виде, который принимает граф автомата модели Мили можно предположить, что кодирование с использованием счетчика или D – триггера будет наиболее эффективным.

* 1. **Кодирование внутренних состояний для модели Мили на D – триггерах**

Для кодирования 9 состояний a0...a8 графа автомата по модели Мили, представленного в приложении Д, минимально необходимо четыре элемента памяти. С учетом особенностей работы D–триггера для кодирования состояний применяется эвристический метод. Он состоит в следующем:

* Каждому состоянию ai ставится в соответствие целое число Ni, равное числу переходов в данное состояние;
* Числа Ni сортируются в порядке убывания;
* Состоянию, соответствующему первому Ni после сортировки, то есть наибольшему из Ni, присваивается код, состоящий только из нулей;
* Следующему состоянию в порядке убывания Ni присваивается незанятый код, содержащий наименьшее количество единиц. Данный пункт повторяется до тех пор, пока все состояния не будут закодированы.

Кодирование состояний для модели Мили на D–триггерах представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Коды состояний для модели Мили на D – триггерах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состо  яние | a0 | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 | a7 | a8 |
| Пере  Ходы | a0,  a1,  a8 | a2,  a8 | a1,  a2,  a3 | a2,  a4,  a8 | a3,  a5,  a8 | a4,  a5,  a6 | a5,  a7,  a8 | a6,  a8 | a0,  a1,  a3,  a4,  a6,  a7  a8 |
| Число  пере  ходов | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 7 |
| Код | 0001 | 0101 | 0010 | 0100 | 1000 | 0011 | 0110 | 1100 | 0000 |

Далее составляется прямая структурная таблица переходов и выходов автомата по модели Мили результаты которой представлены в таблице 2, и формируются логические выражения для функций возбуждения.

Таблица 2 – Прямая структурная таблица переходов и выходов автомата модели Мили на D – триггерах

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходное  состояние  am | Код  am | Состояние  перехода  as | Код  as | Входной  сигнал  X(am,as) | Выходные  сигналы  Y(am,as) | Функции  возбуж  дения  D  триггера |
| a0 | 0001 | a0  a1 | 0001  0101 | ~x1  x1 | -  y0y1 | D0  D2D0 |
| a1 | 0101 | a2  a8 | 0010  0000 | x2  ~x2 | y2  y1 | D1  - |
| a2 | 0010 | a2  a3 | 0010  0100 | ~x1  x1 | -  y0 | D1  D2 |
| a3 | 0100 | a4  a8 | 1000  0000 | x2  ~x2 | y2  y1 | D3  - |
| a4 | 1000 | a5  a8  a8 | 0011  0000  0000 | ~x3~x4  x3  ~x3x4 | y4  y6  y1 | D1D0  -  - |
| a5 | 0011 | a6 | 0110 | 1 | y5 | D2D1 |
| a6 | 0110 | a5  a7  a7  a8 | 0011  1100  1100  0000 | ~x5  x5~x6  x5x6~x7  x5x6x7 | y4  y3  -  y6 | D1D0  D3D2  D3D2  - |
| a7 | 1100 | a8  a8 | 0000  0000 | ~x4  x4 | -  y1 | -  - |
| a8 | 0000 | a0  a8 | 0001  0000 | x8  ~x8 | y7  - | D0  - |

Логические выражения для каждой функции возбуждения D–триггера получают по таблице, как конъюнкции соответствующих исходных состояний am и входных сигналов, которые объединены знаками дизъюнкции для всех строк, содержащих данную функцию возбуждения:

D0 = a0~x1 V a0x1 V a4~x3~x4 V a6~x5 V a8x8

D1 = a1x2 V a2~x1 V a4~x3~x4 V a5 V a6~x5

D2 = a0x1 V a2x1 V a5 V a6x5~x6 V a6x5x6~x7

D3 = a3x2 V a6x5~x6 V a6x5x6~x7

Аналогично составляются логические выражения для функций выходов:

y0 = a0x1 V a2x1

y1 = a0x1 V a1~x2 V a3~x2 V a4~x3x4 V a7x4

y2 = a1x2 V a3x2

y3 = a6x5~x6

y4 = a4~x3~x4 V a6~x5

y5 = a5

y6 = a4x3 V a6x5x6x7

y7 = a8x8

После выделения общих частей в логических выражениях и некоторого их упрощения получаем логические уравнения для построения функциональной схемы управляющего автомата:

D0 = a0 V y4 V y7 (4)

D1 = c V a2~x1 V y4 (6)

D2 = y0 V a5 V f (4)

D3 = d V f (2)

y0 = a0x1 V a2x1 (6)

y1 = i V a1~x2 V a3~x2 V ha4 V a7x4 (16)

y2 = c V d (2)

y3 = g~x6 (2)

y4 = h~x4 V a6~x5 (6)

y5 = a5 (0)

y6 = a4x3 V ex7 (6)

y7 = a8x8 (2)

i = a0x1 (2)

c = a1x2 (2)

d = a3x2 (2)

e = gx6 (2)

f = y3 V e~x7 (4)

g = a6x5 (2)

h = a4~x3 (2)

Инверторы (ИНВ): X̅1, X̅2, X̅3, X̅4, X̅5, X̅6, X̅7 (7)

Цена комбинационной схемы по Квайну автомата по модели Мили при использовании графа, построенного на основе ГСА, который представлен в приложении Д, с использованием в качестве элементов памяти 4 D–триггеров:

∑ = КС + ИНВ + ЭП + НУ + 𝐷𝐶 = 79+7+16+0+4=106

Схема начальной установки (НУ) для D–триггеров в качестве ЭП приведена на рисунке 8, где D0, D1, D2, D3 – функции возбуждения соответствующих ЭП.



Рисунок 3 - Схема формирования начальной установки на D–триггерах

* 1. **Кодирование внутренних состояний для модели Мили на RS – триггерах**

Для кодирования 9 состояний автомата Мили на RS–триггерах так же потребуется 4 триггера. Наиболее оптимальным способом кодирования для RS–триггеров является соседнее кодирование. Данный граф не получится полностью закодировать по принципу соседнего кодирования, так как в нем присутствуют циклы с нечетным числом вершин. Следовательно, для минимизации числа переключений триггеров при переходе из одного состояния в другое необходимо применить эвристический метод кодирования. Данный метод минимизирует суммарное число переключений элементов памяти на всех переходах автомата. Уменьшение числа переключений триггеров приводит к уменьшению количества единиц соответствующих функций возбуждения, что однозначно приводит к упрощению комбинационной схемы автомата.

Произведем кодирование состояний автомата эвристическим методом:

1. Составим матрицу *|T|* пар переходов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0 | 1 |  |
| 1 | 2 |  |
| 1 | 8 |  |
| 2 | 3 |  |
| 3 | 4 |  |
| 3 | 8 |  |
| 4 | 5 |  |
| 4 | 8 |  |
| 5 | 6 |  |
| 6 | 5 |  |
| 6 | 7 |  |
| 6 | 8 |  |
| 7 | 8 |  |
| 8 | 0 |  |

p(0) + p(1) = 5

p(1) + p(2) = 5

p(1) + p(8) = 9

p(2) + p(3) = 5

p(3) + p(4) = 6

p(3) + p(8) = 9

p(4) + p(5) = 6

p(4) + p(8) = 9

p(5) + p(6) = 7

p(6) + p(5) = 7

p(6) + p(7) = 6

p(6) + p(8) = 10

p(7) + p(8) = 8

p(8) + p(0) = 10

p(0) = 2 p(1) = 3

p(1) = 3 p(2) = 2

p(1) = 3 p(8) = 6

p(2) = 2 p(3) = 3

p(3) = 3 p(4) = 3

p(3) = 3 p(8) = 6

p(4) = 3 p(5) = 3

p(4) = 3 p(8) = 6

p(5) = 3 p(6) = 4

p(6) = 4 p(5) = 3

p(6) = 4 p(7) = 2

p(6) = 4 p(8) = 6

p(7) = 2 p(8) = 6

p(8) = 8 p(0) = 2

|T|=

1. Упорядочим строки матрицы |𝑇|, для чего строим матрицу |𝑀| следующим образом: отсортируем матрицу так чтобы вверху были наиболее встречающиеся состояния, при этом в каждой следующей строке, кроме первой, содержался хотя бы один уже закодированный элемент. Формирование матрицы |𝑀| заканчивается, когда все элементы матрицы |𝑇| размещены в матрице |𝑀|:

|  |  |
| --- | --- |
| 8 | 0 |
| 6 | 8 |
| 1 | 8 |
| 3 | 8 |
| 4 | 8 |
| 7 | 8 |
| 5 | 6 |
| 6 | 5 |
| 3 | 4 |
| 4 | 5 |
| 6 | 7 |
| 0 | 1 |
| 1 | 2 |
| 2 | 3 |

|T|=

1. Закодируем первые 2 состояния:

**a0 = 0001**; **a8 = 0000**.

Вычеркнем из матрицы |𝑀| первую строку, соответствующую закодированным состояниям 𝑎8 и 𝑎0. Далее в матрице находится первое не закодированное состояние as, для него составляется собственная матрица M\_s, состоящая из пар переходов, содержащих это состояние. Найдем множество 𝐷, где элементами множества являются коды, соседние для уже закодированных состояний, которые присутствуют в матрице M\_s. Для каждого кода из множества 𝐷 определяем суммарное количество переключений триггера при кодировании состояния as данным кодом. Код, который потребует минимальное число переключений назначается состоянию as.

Для определения эффективности кодирования применяется коэффициент 𝑘, который является отношением общего количества переключений триггеров к общему количеству переходов, где состояния закодированы с помощью эвристического метода кодирования:

Эффективность кодирования: 𝑘 = 18/14 = 1,28;

Получившиеся коды состояний представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Коды состояний для модели Мили на RS–триггерах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a0 | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 | a7 | a8 |
| 0001 | 0011 | 0110 | 0100 | 0101 | 0111 | 0010 | 1000 | 0000 |

Далее составляется прямая структурная таблица переходов и выходов автомата модели Мили, представленная в таблице 4, и по известному правилу формируются логические выражения для функций возбуждения. Прямая структурная таблица переходов и выходов автомата модели Мили на RS–триггерах.

Таблица 4 – Прямая структурная таблица переходов и выходов автомата модели Мили на RS – триггерах

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходное  состояние  am | Код  am | Состояние  перехода  as | Код  as | Входной  сигнал  X(am,as) | Выходные  сигналы  Y(am,as) | Функции  возбуж  дения  D  триггера |
| a0 | 0001 | a0  a1 | 0001  0011 | ~x1  x1 | -  y0y1 | -  S1 |
| a1 | 0011 | a2  a8 | 0110  0000 | x2  ~x2 | y2  y1 | S2R0  R1R0 |
| a2 | 0110 | a2  a3 | 0110  0100 | ~x1  x1 | -  y0 | -  R1 |
| a3 | 0100 | a4  a8 | 0101  0000 | x2  ~x2 | y2  y1 | S0  R2 |
| a4 | 0101 | a5  a8  a8 | 0111  0000  0000 | ~x3~x4  x3  ~x3x4 | y4  y6  y1 | S1  R2R0  R2R0 |
| a5 | 0111 | a6 | 0010 | 1 | y5 | R2R0 |
| a6 | 0010 | a5  a7  a7  a8 | 0111  1000  1000  0000 | ~x5  x5~x6  x5x6~x7  x5x6x7 | y4  y3  -  y6 | S2S0  S3R1  S3R1  R1 |
| a7 | 1000 | a8  a8 | 0000  0000 | ~x4  x4 | -  y1 | R3  R3 |
| a8 | 0000 | a0  a8 | 0001  0000 | x8  ~x8 | y7  - | S0  - |

Логические выражения для каждой функции возбуждения RS–триггера получают по таблице, как конъюнкции соответствующих исходных состояний am и входных сигналов, которые объединены знаками дизъюнкции для всех строк, содержащих данную функцию возбуждения:

S0 = a3x2 V a6~x5 V a8x8

S1 = x0x1 V a4~x3~x4

S2 = a1x2 V a6~x5

S3 = a6x5~x6 V a6x5x6~x7

R0 = a1x2 V a1~x2 V a4x3 a4~x3x4 V a5

R1 = a1~x2 V a2x1 V a6x5~x6 V a6x5x6~x7 V a6x5x6x7

R2 = a4x3 V a4~x3x4 V a5

R3 = a7~x4 V a7x4

Аналогично составляются логические выражения для функций выходов:

y0 = a0x1 V a2x1

y1 = a0x1 V a1~x2 V a3~x2 V a4~x3x4 V a7x4

y2 = a1x2 V a3x2

y3 = a6x5~x6

y4 = a4~x3~x4 V a6~x5

y5 = a5

y6 = a4x3 V a6x5x6x7

y7 = a8x8

После выделения общих частей в логических выражениях и некоторого их упрощения, получаем логические уравнения для построения функциональной схемы управляющего автомата.

S0 = f V с V y7 (4)

S1 = g V e (2)

S2 = h V с (2)

S3 = y3 V ix6~x7 (5)

R0 = a1 V R2 (2)

R1 = a1~x2 V k V I (6)

R2 = a4x3 V dx4 V a5 (8)

R3 = a7 (0)

y0 = g V k (2)

y1 = S1 V a1~x2 V a3~x2 V a7x4 (12)

y2 = h V f (2)

y3 = i~x6 (2)

y4 = e V с (2)

y5 = a5 (0)

y6 = a4x3 V ix6x7 (7)

y7 = a8x8 (2)

с = a6~x5 (2)

d = a4~x3 (2)

e = d~x4 (2)

f = a3x2 (2)

g = a0x1 (2)

h = a1x2 (2)

i = a6x5 (2)

k = a2x1 (2)

Инверторы (ИНВ): X̅2, X̅3, X̅4, X̅5, X̅6, X̅7 (6)

Цена комбинационной схемы по Квайну автомата по модели Мили при использовании графа, построенного на основе ГСА, который представлен в приложении Д, с использованием в качестве элементов памяти 4 RS –триггеров:

∑ = КС + ИНВ + ЭП + НУ + 𝐷𝐶 =74+6+12+17+4 = 113;

Схема начальной установки для RS–триггеров в качестве ЭП приведена на рисунке 3, где S0, R0, S1, R1, S2, R2, S3, R3 – функции возбуждения соответствующих ЭП, а b – сигнал начальной установки.



Рисунок 4 - Схема формирования начальной установки на RS–триггерах

**Кодирование внутренних состояний для модели Мили на счетчике**

При кодировании состояний на счетчике необходимо стараться закодировать состояния таким образом, чтобы код состояния, отличающегося от предыдущего порядковым номером на единицу, был больше или меньше на единицу, так как счетчик имеет входные управляющие сигналы «+1», «–1», «Reset». Если при кодировании возникает ситуация, когда происходит переход в состояние отличное от предыдущего состояния более чем на единицу, необходимо обнулять счётчик сигналом “Reset”. Для кодирования 9 состояний автомата по модели Мили потребуется 4–х разрядный счетчик. Получившиеся коды состояний представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Коды состояний для модели Мили на счетчике

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a0 | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 | a7 | a8 |
| 0001 | 0010 | 0011 | 0100 | 0101 | 0110 | 0111 | 1000 | 0000 |

Далее составляется прямая структурная таблица переходов и выходов автомата Мили на счетчике, результаты которой представлены в таблице 7, и по известному правилу формируются логические выражения для функций возбуждения.

Таблица 6 – Прямая структурная таблица переходов и выходов автомата модели Мили на счетчике

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходное  состояние  am | Код  am | Состояние  перехода  as | Код  as | Входной  сигнал  X(am,as) | Выходные  сигналы  Y(am,as) | Функции  возбуж  дения  D  триггера |
| a0 | 0001 | a0  a1 | 0001  0010 | ~x1  x1 | -  y0y1 | -  +1 |
| a1 | 0010 | a2  a8 | 0011  0000 | x2  ~x2 | y2  y1 | +1  R |
| a2 | 0011 | a2  a3 | 0011  0100 | ~x1  x1 | -  y0 | -  +1 |
| a3 | 0100 | a4  a8 | 0101  0000 | x2  ~x2 | y2  y1 | +1  R |
| a4 | 0101 | a5  a8  a8 | 0110  0000  0000 | ~x3~x4  x3  ~x3x4 | y4  y6  y1 | +1  R  R |
| a5 | 0110 | a6 | 0111 | 1 | y5 | +1 |
| a6 | 0111 | a5  a7  a7  a8 | 0110  1000  1000  0000 | ~x5  x5~x6  x5x6~x7  x5x6x7 | y4  y3  -  y6 | -1  +1  +1  R |
| a7 | 1000 | a8  a8 | 0000  0000 | ~x4  x4 | -  y1 | R  R |
| a8 | 0000 | a0  a8 | 0001  0000 | x8  ~x8 | y7  - | +1  - |

Логические выражения для каждой функции возбуждения получаются по таблице, как конъюнкции соответствующих исходных состояний 𝑎𝑚 и входных сигналов, которые объединены знаками дизъюнкции для всех строк, содержащих данную функцию возбуждения.

+1 = a0x1 V a1x2 V a2x1 V a3x2 V a4~x3~x4 V a5 V a6x5~x6 V a6x5x6~x7 V a8x8

-1 = a6~x5

R = a1~x2 V a3~x2 V a4x3 V a4~x3x4 V a6x5x6x7 V a7~x4 V a7x4

Аналогично составляются логические выражения для функций выходов:

y0 = a0x1 V a2x1

y1 = a0x1 V a1~x2 V a3~x2 V a4~x3x4 V a7x4

y2 = a1x2 V a3x2

y3 = a6x5~x6

y4 = a4~x3~x4 V a6~x5

y5 = a5

y6 = a4x3 V a6x5x6x7

y7 = a8x8

После выделения общих частей в логических выражениях и некоторого их упрощения, получаем логические уравнения для построения функциональной схемы управляющего автомата.

+1 = a0x1 V a1x2 V a2x1 V a3x2 V a4~x3~x4 V a5 V a6x5~x6 V a6x5x6~x7 V a8x8

-1 = c

R = b V y6 V a7

y0 = f V h (2)

y1 = f V b V k (4)

y2 = ix2 (2)

y3 = e~x6 (2)

y4 = l V c (2)

y5 = a5 (0)

y6 = m V n (2)

y7 = a8x8 (2)

b = o V p V q (4)

(2)

c = a6~x5 i = a1 V a3 (2)

(2)

d = a4~x3 k = a7x4 (2)

(2)

e = a6x5 l = d~x4 (2)

(2)

f = a0x1 m = a4x3 (2)

n = ex6x7 (3)

(2)

h = a2x1 o = a1~x2 (2)

(2)

p = a3~x2 q = dx4 (2)

По данным логическим функциям видно, что запись в счетчик во время работы УУ не производится (она нужна только в момент сброса УУ до начала его работы). Следовательно, в процессе работы УУ используются только счетные входы и вход сброса. Логическую функцию для счетного входа «+1» можно еще упростить. Если в определенный момент времени формирования следующего внутреннего состояния УУ поступает сигнал на R, то в этот же момент времени информация не должна повлиять на срабатывание счетных входов. Если используется счетчик с дополнительным входом разрешения счета и счетный вход работает по принципу «1» - счетчик работает на сложение, «0» - счетчик работает на вычитание, то логическая функция для входа разрешения счета E = ~R. В тот момент времени, когда информация влияет на срабатывание счетных входов, необходимо разграничить две ситуации: +1 и -1. Поскольку «+1» не используется в момент, когда срабатывает «-1», то для «+1» логическая функция будет равна ~m.

В результате получим:

+1 = ~c (0)

-1 = c (0)

R = b V y6 V a7 V g (4)

Инверторы (ИНВ): X̅2, X̅3, X̅4, X̅5, X̅6, X̅7 (6)

Цена комбинационной схемы по Квайну автомата по модели Мили при использовании графа, построенного на основе ГСА, который представлен в приложении Г, с использованием в качестве элемента памяти 4–х разрядного счетчика:

∑ = КС + ИНВ + ЭП + НУ + 𝐷𝐶 =51+6+9+0+4=70;

**Кодирование внутренних состояний для модели Мили на сдвиговом регистре**

При кодировании состояний на сдвиговом регистре необходимо закодировать состояния унитарным кодированием, когда в записи присутствует лишь одна единица, так как сдвиговый регистр имеет входные управляющие сигналы «Left», «Right». При помощи унитарного кодирования, и при переходе в соседние состояния, достаточно будет подать сигнал на сдвиг влево или вправо, чтобы перейти в следующее состояние. Для кодирования 9 состояний автомата по модели Мили потребуется регистр на 9 входов (D0..D8). Получившиеся коды состояний представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Коды состояний для модели Мили на счетчике

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| a0 | 000000001 | a6 | 001000000 |
| a1 | 000000010 | a7 | 010000000 |
| a2 | 000000100 | a8 | 100000000 |
| a3 | 000001000 |  |  |
| a4 | 000010000 |  |  |
| a5 | 000100000 |  |  |

Далее составляется прямая структурная таблица переходов и выходов автомата Мили на счетчике, результаты которой представлены в таблице 8, и по известному правилу формируются логические выражения для функций возбуждения. Управляющие сигналы “Left” и “Right” будут заданы при помощи букв L и R, сброс “Reset” в сдвиговом регистре не используется.

Таблица 8 – Прямая структурная таблица переходов и выходов автомата модели Мили на счетчике

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходное  состояние  am | Код  am | Состояние  перехода  as | Код  as | Входной  сигнал  X(am,as) | Выходные  сигналы  Y(am,as) | Функции  возбуж  дения  D  триггера |
| a0 | 00000  0001 | a0 | 00000  0001 | ~x1 | - | - |
| a1 | 00000  0010 | x1 | y0y1 | L |
| a1 | 00000  0010 | a2 | 00000  0100 | x2 | y2 | L |
| a8 | 10000  0000 | ~x2 | y1 | WRD8 |
| a2 | 00000  0100 | a2 | 00000  0100 | ~x1 | - | - |
| a3 | 00000  1000 | x1 | y0 | L |
| a3 | 00000  1000 | a4 | 00001  0000 | x2 | y2 | L |
| a8 | 10000  0000 | ~x2 | y1 | WRD8 |
| a4 | 00001  0000 | a5 | 00010  0000 | ~x3~x4 | y4 | L |
| a8 | 10000  0000 | x3 | y6 | WRD8 |
| a8 | 10000  0000 | ~x3x4 | y1 | WRD8 |
| a5 | 00010  0000 | a6 | 00100  0000 | 1 | y5 | L |
| a6 | 00100  0000 | a5 | 00010  0000 | ~x5 | y4 | R |
| a7 | 01000  0000 | x5~x6 | y3 | L |
| a7 | 01000  0000 | x5x6~x7 | - | L |
| a8 | 10000  0000 | x5x6x7 | y6 | WRD8 |
| a7 | 01000  0000 | a8 | 10000  0000 | ~x4 | - | L |
| a8 | 10000  0000 | x4 | y1 | L |
| a8 | 10000  0000 | a0 | 00000  0001 | x8 | y7 | WRD0 |
| a8 | 10000  0000 | ~x8 | - | - |

Логические выражения для каждой функции возбуждения получаются по таблице, как конъюнкции соответствующих исходных состояний 𝑎𝑚 и входных сигналов, которые объединены знаками дизъюнкции для всех строк, содержащих данную функцию возбуждения.

L = a0x1 V a1x2 V a2x1 V a3x2 V a4~x3~x4 V a5 V a6x5~x6 V a6x5x6~x7 V a7~x4 V a7x4

R = a6~x5

D0 = a8x8

D8 = a1~x2 V a3~x2 V a4x3 V a4~x3x4 V a6x5x6x7

Аналогично составляются логические выражения для функций выходов:

y0 = a0x1 V a2x1

y1 = a0x1 V a1~x2 V a3~x2 V a4~x3x4 V a7x4

y2 = a1x2 V a3x2

y3 = a6x5~x6

y4 = a4~x3~x4 V a6~x5

y5 = a5

y6 = a4x3 V a6x5x6x7

y7 = a8x8

После выделения общих частей в логических выражениях и некоторого их упрощения, получаем логические уравнения для построения функциональной схемы управляющего автомата.

L = ~R~D0~D8 (6)

R = a6~x5 (2)

WR = D0 V D8 (2)

D0 = y7 (0)

D8 = d V y6 (2)

y0 = g V a2x1 (4)

y1 = g V d V a7x4 (6)

y2 = a1x2 V a3x2 (6)

y3 = e~x6 (2)

y4 = с~x4 V R (4)

y5 = a5 (0)

y6 = a4x3 V ex6x7 (7)

y7 = a8x8 (2)

с = a4~x3 (2)

d = a1~x2 V a3~x2 V a4~x3x4 (11)

e = a6x5 (2)

g = a0x1 (2)

Инверторы (ИНВ): X̅2, X̅3, X̅4, X̅5, X̅6, X̅7 (6)

Цена комбинационной схемы по Квайну автомата по модели Мили при использовании графа, построенного на основе ГСА, который представлен в приложении Г, с использованием в качестве элемента памяти 4–х разрядного счетчика:

∑ = КС + ИНВ + ЭП + НУ + 𝐷𝐶 =66+6+12+0+0=84;