Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий інститут комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Лабораторна робота №2
з дисципліни «Архітектура комп'ютерів»
на тему «Синтез керуючих автоматів з програмованою логікою»
Варіант №4

Виконав:
студент ННІКІТ СП-225
Клокун В. Д.
Перевірив:
Зіньков Ю. Г.

Київ 2018

1 Мета роботи

Закріплення теоретичних знань з синтезу керуючих автоматів із програмованою логікою.

2 Хід роботи

Виконаємо кодування мікрооперацій. Для цього використаємо метод прямого включення. Спочатку з'ясуємо, які мікрооперації сумісні, а які ні. Для цього побудуємо матрицю сумісності S за таким принципом:

$$S = \begin{bmatrix} 0 & S_{12} & \dots & S_{1M}, \\ S_{21} & 0 & \dots & S_{1M}, \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{M1} & S_{12} & \dots & 0 \end{bmatrix}, \quad S_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } y_i \text{ і } y_j \text{ сумісні}, \\ 0, \text{ якщо } y_i \text{ і } y_j \text{ несумісні}. \end{cases}$$

В результаті отримали булеву симетричну матрицю сумісності S:

$$S = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \\ 13 \\ 14 \\ 15 \\ 16 \\ 17 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccccccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 & 17 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}.$$

Тепер переходимо до методу прямого включення. Його суть полягає в тому, що процес розподілу мікрооперацій $Y = (y_1, \dots, y_M)$ по полях $Y_1, Y_2, \dots, Y_k$ мікрокоманди розділяється на M кроків. На кожному кроці чергової мікрооперації y_i відшукується поле Y_p, причому мікрооперація y_i повинна бути несумісною з жодною з мікрооперацій цього поля. Якщо серед полів $Y_1, Y_2, \dots, Y_t$ такого поля не існує, то для цієї мікрооперації вводиться нове поле Y_{t+1}.

Стан процесу включення на кожному кроці характеризується матрицею включення R, яка будується за таким принципом:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & r_{kM} \end{bmatrix}, \quad r_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ при } y_i \in Y_p, \\ 0, \text{ при } y_i \notin Y_p. \end{cases}$$

Таким чином, умова включення мікрооперації y_i в поле Y_p формулюється так: мікрооперація y_i включається в поле Y_p, якщо i-й рядок S_i матриці S не перетинається з p-м рядком R_p матриці R, тобто $S_i \cap R_p = \varnothing$. Будуємо матрицю включення R:

$$R = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccccccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 & 17 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array}.$$

Бачимо, що кожна мікрооперація ввійшла до одного з полів один і тільки один раз, тобто розподіл виконано вірно. Отже, отримали такі підмножини:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \{y_1, y_3, y_4, y_6, y_8, y_9, y_{10}, y_{11}, y_{13}\}, \\ Y_2 &= \{y_2, y_5, y_7, y_{12}, y_{14}, y_{15}, y_{16}\}, \\ Y_3 &= \{y_{17}\}. \end{aligned}$$

Визначимо довжину операційної частини мікрокоманди. Для цього обчислимо $n = \lceil \log_2(M_1 + 1) \rceil + \lceil \log_2(M_2 + 1) \rceil + \lceil \log_2(M_3 + 1) \rceil = 4 + 3 + 1 = 8$. Закодуємо мікрооперації в підмножинах (табл. 1).

Y_1		Y_2		Y_3	
y_i	$K(Y_1)$	y_i	$K(Y_2)$	y_i	$K(Y_3)$
–	0000	–	000	–	0
y_1	0001	y_2	001	y_{17}	1
y_3	0010	y_5	010		
y_4	0011	y_7	011		
y_6	0100	y_{12}	100		
y_8	0101	y_{14}	101		
y_9	0110	y_{15}	110		
y_{10}	0111	y_{16}	111		
y_{11}	1000				
y_{13}	1001				

Табл. 1: Кодування мікрооперацій за множинами

Визначимо довжину поля B — адреси переходу на віддалену мікрокоманду для керуючих мікрокоманд. Оскільки загальна кількість мікрокоманд $P = 23$, то $n_b = \log_2 23 = 5$.

Визначимо довжину сигналів логічних умов та закодуємо їх. Нехай N — число оригінальних сигналів логічних умов, тоді при $N = 8$, довжина сигналу логічних умов $n_x = \lceil \log_2(N+1) \rceil = 4$.

x_i	X
—	0000
x_1	0001
x_2	0010
x_3	0011
x_4	0100
x_5	0101
x_6	0110
x_7	0111
x_8	1000

Табл. 2: Кодування сигналів логічних умов

Сформуємо розрядну структуру керуючих та операційних мікрокоманд. Оскільки розрядна сітка має бути однаковою як для керуючих, так і для операційних мікрокоманд, то щоб вирівняти керуючі мікрокоманди з операційними, до перших вводиться один додатковий біт. Також, керуючі і операційні команди мають біт S. Для керуючих мікрокоманд $S = 1$, а для операційних $S = 0$. Біт U в сітці операційних мікрокоманд вводиться для завершення операцій.

Поле	Кількість розрядів
S	1
Y_1	4
Y_2	3
Y_3	1
U	1

а)

Поле	Кількість розрядів
S	1
X	4
B	5

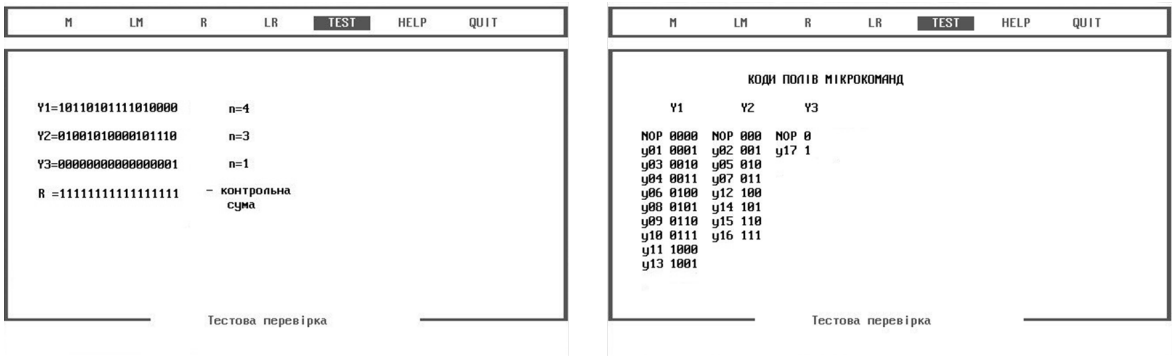
б)

Табл. 3: Структура мікрокоманд: а — операційних, б — керуючих

Складаємо та оформлюємо текст мікропрограми (табл. 4) на основі даних, отриманих у попередніх кроках. За допомогою програмного продукту «Мікрокод» перевіряємо отримані дані, а саме матрицю включення, її контрольну суму, тобто той факт, що кожна мікрооперація міститься лише в одному з полів, та результат кодування мікрооперацій за множинами. Аналізуємо результат (рис. 1). Бачимо, що результат програмної обробки вхідних даних повністю збігається з результатами, які були отримані вручну.

№	Адреса мікрокоманди	*S*	Мікрокоманда
1	00001	1	1000.00.00001
2	00010	0	0001.001.1.0
3	00011	1	0001.00.00101
4	00100	0	0010.100.1.0
5	00101	0	0011.010.0.0
6	00110	1	0010.00.00011
7	00111	1	0011.00.10001
8	01000	0	0100.011.0.0
9	01001	1	0111.00.10110
10	01010	0	0000.001.0.0
11	01011	1	0100.00.01101
12	01100	0	0111.111.0.0
13	01101	1	0101.00.10100
14	01110	0	1001.001.0.0
15	01111	0	1000.101.0.0
16	10000	1	0000.00.00111
17	10001	1	0110.00.01101
18	10010	0	0101.011.0.0
19	10011	1	0000.00.01101
20	10100	0	0010.001.0.0
21	10101	0	0100.011.0.1
22	10110	0	0110.110.0.0
23	10111	1	0000.00.01101

Табл. 4: Мікропрограма



а) б)

Рис. 1: Результат обробки початкових даних програмою «Мікрокод»

3 Висновок

Під час виконання даної лабораторної роботи ми закріпили теоретичні знання з синтезу керуючих автоматів з програмованою логікою, навчились синтезувати мікрокоманди, будувати закодовану мікропрограму та розробляти структурну схему керуючого автомата з програмованою логікою.