

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Н.В. Лаходынова

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Методические указания по выполнению самостоятельных, лабораторных и практических работ для специальности 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Томск
2022

УДК 004.03
ББК 32.973.2 – 018я73+65.422.57 я73
Л 12

Рецензент:
Шельмина Е.А., к.ф.-м.н, доцент кафедры ЭМИС

Лаходьнова, Надежда Владимировна

Л 12 Вычислительные системы: методические указания по выполнению самостоятельных, лабораторных и практических работ для специальности 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Н.В. Лаходьнова. – Томск : Томск. гос ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 16 с.

Настоящие методические указания предназначены для студентов ВУЗов по дисциплине «Вычислительные системы» для специальности 09.04.01. Методические указания содержат краткое описание самостоятельных, практических и лабораторных работ, порядок их выполнения.

Одобрено на заседании каф. ЭМИС протокол № 1 от 31.08.2022

УДК 004.4:339.166.5 (075.8)
ББК 32.973.2 – 018я73+65.422.57 я73

© Лаходьнова Н. В., 2022
© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2022

Оглавление

Введение	4
1 Задания для практических работ	4
Практическая работа 1. Многопроцессорные системы.....	4
Практическая работа 2. Свойства булевых функций.....	6
Практическая работа 3. Моделирование системы взаимодействующих процессов	6
2 Задания для лабораторных работ	8
Лабораторная работа 1. Абстрактный и структурный синтез конечных автоматов	8
Лабораторная работа 2. Нейронная сеть	13
2 Указания к самостоятельной работе студентов (СРС) и контрольные вопросы для оценивания.....	15
Виды самостоятельной работы	15
Контрольные вопросы для оценивания.....	16

Введение

Целью дисциплины «Вычислительные системы» является изучение основ архитектур современных вычислительных систем, методов и алгоритмов решения задач, связанных с проектированием их компонентов, организации коммуникационных сред, анализом производительности.

Задачи изучения дисциплины:

1. Формирование у студентов фундамента современной информационной культуры.
2. Применение и внедрение современных методов оптимизации и разработки вычислительных систем с применением информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности.
3. Приобретение навыков анализа и использования существующих вычислительных систем для обработки информации и решения задач управления и проектирования объектов автоматизации.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов;
- уметь приводить программные комплексы обработки информации в соответствие с национальными стандартами, интегрировать с отраслевыми информационными системами;
- владеть навыками выбора средства разработки, оценивать сложность проектов, планировать ресурсы и оценивать качество полученного результата.

1 Задания для практических работ

Практическая работа 1. Многопроцессорные системы

Задание 1. Алгоритм вычислительной задачи таков, что доля a от общего объёма вычислений может быть получена только последовательными расчётами, а, соответственно, доля $1 - a$ может быть распараллелена идеально (то есть время вычисления будет обратно пропорционально числу задействованных узлов p). Вычислить ускорение и эффективность вычислений, которые может быть получено на вычислительной системе из p процессоров для $a = 0,1, 0,5, 0,9$. Построить графики зависимости ускорения от числа процессоров.

При решении задачи используется закон Амдала и программа MS Excel.

Ускорение вычисляется по формуле.

$$S_p = \frac{1}{a + \frac{1-a}{p}}$$

Эффективность равна

$$E(S_p, p) = \frac{S_p}{p}$$

Решение. Решение задачи в программе представлено на рисунке 1.1. Графики зависимости ускорения от числа процессоров дан на рисунке 1.2.

B4		$f_x = 1/(B\$2+(1-B\$2)/A4)$					
	A	B	C	D	E	F	G
1		Ускорение			Эффективность		
2	p	0,1	0,5	0,9	$E(s,p)$	$E(s,p)$	$E(s,p)$
3	1	1	1	1	1	1	1
4	2	1,818182	1,333333	1,052632	0,909091	0,666667	0,526316
5	3	2,5	1,5	1,071429	0,833333	0,5	0,357143
6	4	3,076923	1,6	1,081081	0,769231	0,4	0,27027
7	5	3,571429	1,666667	1,086957	0,714286	0,333333	0,217391
8	6	4	1,714286	1,090909	0,666667	0,285714	0,181818
9	7	4,375	1,75	1,09375	0,625	0,25	0,15625
10	8	4,705882	1,777778	1,09589	0,588235	0,222222	0,136986
11	9	5	1,8	1,097561	0,555556	0,2	0,121951
12	10	5,263158	1,818182	1,098901	0,526316	0,181818	0,10989
13	11	5,5	1,833333	1,1	0,5	0,166667	0,1
14	12	5,714286	1,846154	1,100917	0,47619	0,153846	0,091743
15	13	5,909091	1,857143	1,101695	0,454545	0,142857	0,084746
16	14	6,086957	1,866667	1,102362	0,434783	0,133333	0,07874
17	15	6,25	1,875	1,102941	0,416667	0,125	0,073529
18	16	6,4	1,882353	1,103448	0,4	0,117647	0,068966
19	17	6,538462	1,888889	1,103896	0,384615	0,111111	0,064935
20	18	6,666667	1,894737	1,104294	0,37037	0,105263	0,06135
21	19	6,785714	1,9	1,104651	0,357143	0,1	0,05814
22	20	6,896552	1,904762	1,104972	0,344828	0,095238	0,055249
23	21	7	1,909091	1,105263	0,333333	0,090909	0,052632
24	22	7,096774	1,913043	1,105528	0,322581	0,086957	0,050251
25	23	7,1875	1,916667	1,105769	0,3125	0,083333	0,048077
26	24	7,272727	1,92	1,105991	0,30303	0,08	0,046083
27	25	7,352941	1,923077	1,106195	0,294118	0,076923	0,044248
28	26	7,428571	1,925926	1,106383	0,285714	0,074074	0,042553
29	27	7,5	1,928571	1,106557	0,277778	0,071429	0,040984
30	28	7,567568	1,931034	1,106719	0,27027	0,068966	0,039526
31	29	7,631579	1,933333	1,10687	0,263158	0,066667	0,038168
32	30	7,692308	1,935484	1,107011	0,25641	0,064516	0,0369

Рисунок 1.1 – Вычисление эффективности и ускорения

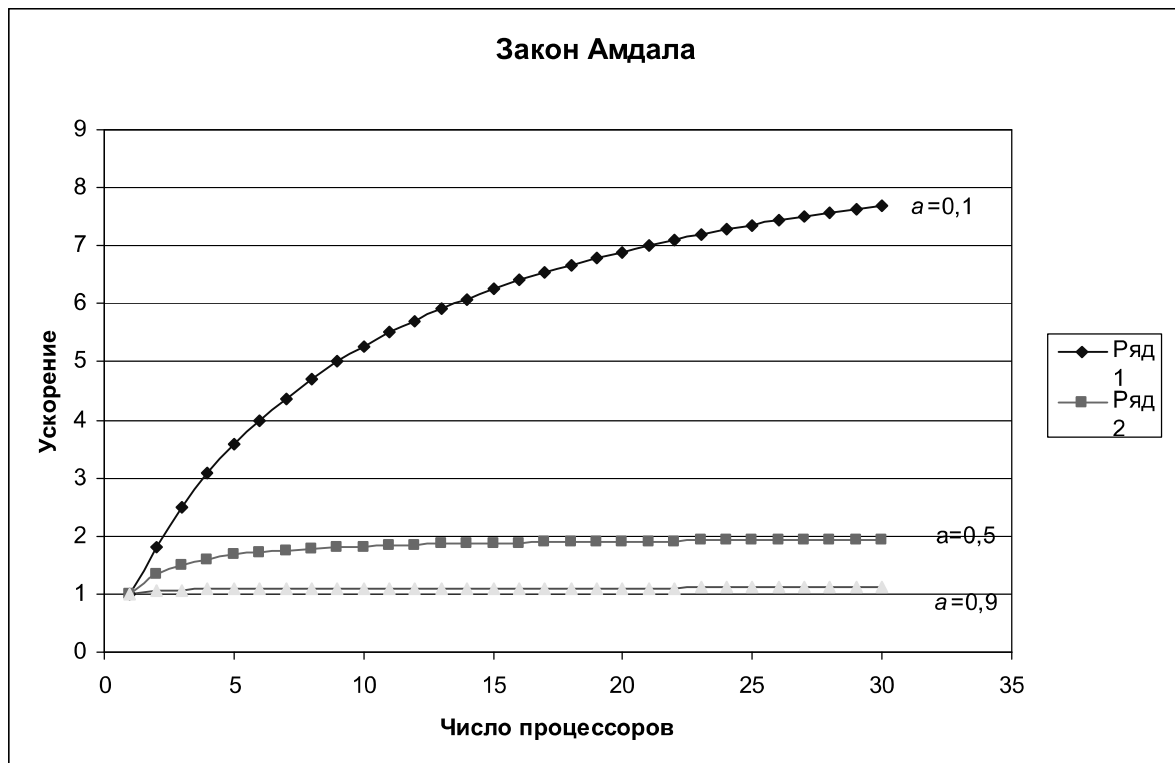


Рисунок 1.2 – Графики зависимости ускорения от числа процессоров

Практическая работа 2. Свойства булевых функций

Задание 1. Для заданной булевой функции $f(x, y, z) = (A \cdot C \rightarrow B) \vee \bar{A} \cdot \bar{C}$, найти двоичную форму, составить и минимизировать СДНФ функции.

Решение. Составим таблицу истинности.

Таблица 1.1 – Таблица истинности

A	B	C	AC	$\bar{A} \cdot \bar{C}$	$(A \cdot C \rightarrow B)$	f
0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1

По результатам в последней колонке двоичная форма булевой функции

$$f(A, B, C) = (11111011)$$

Составим СДНФ функции:

$$f(A, B, C) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \vee \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \vee \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \vee \bar{A} \cdot B \cdot C \vee A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \vee A \cdot B \cdot \bar{C} \vee \bar{A} \cdot B \cdot C$$

Минимизируем СДНФ:

1. Сгруппируем конъюнкции. Одну из конъюнкций нельзя сгруппировать, поэтому продублируем подходящую:

$$f(A, B, C) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \vee \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \vee \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \vee \bar{A} \cdot B \cdot C \vee A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \vee A \cdot B \cdot \bar{C} \vee \bar{A} \cdot B \cdot C$$

2. Перегруппируем элементарные конъюнкции:

$$f(A, B, C) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot (\bar{C} \vee C) \vee \bar{A} \cdot B \cdot (\bar{C} \vee C) \vee \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot (A \vee \bar{A}) \vee A \cdot B \cdot (\bar{C} \vee C)$$

3. Склеим прямое и инверсионное вхождение:

$$f(A, B, C) = \bar{A} \cdot \bar{B} \vee \bar{A} \cdot B \vee \bar{B} \cdot \bar{C} \vee A \cdot B = \bar{A} \cdot (\bar{B} \vee B) \vee \bar{B} \cdot \bar{C} \vee A \cdot B = \bar{A} \vee \bar{B} \cdot \bar{C} \vee A \cdot B$$

Таблица истинности полученной функции совпадает с таблицей истинности исходной функции.

Практическая работа 3. Моделирование системы взаимодействующих процессов

Задание 1. Ординарная сеть Петри задана аналитически $S = (P, T, F, H, m_0)$, где P – множество позиций, T – множество переходов, F и H – входная и выходная функции переходов: $F(t_j)$ и $H(t_j)$ – множество входных и выходных позиций перехода t_j соответственно, m_0 – начальная маркировка сети. Дать графическое и матричное описание сети Петри, построить дерево достижимости при заданной начальной маркировке в соответствии с вариантом.

Решение. Сеть Петри содержит 5 позиций p_i , и 5 переходов t_i , $i = 1, \dots, 5$. Начальная маркировка $m_0 = (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)$.

$$F(t_1) = \{p_1\}, \quad H(t_1) = \{p_2, p_3\},$$

$$F(t_2) = \{p_2\}, \quad H(t_2) = \{p_4\},$$

$$F(t_3) = \{p_3\}, \quad H(t_3) = \{p_5\},$$

$$F(t_4) = \{p_4, p_5\}, \quad H(t_4) = \{p_1\},$$

$$F(t_5) = \{p_4, p_5\}, \quad H(t_5) = \{p_3\}.$$

Графическое описание сети Петри (рисунок 1.3).

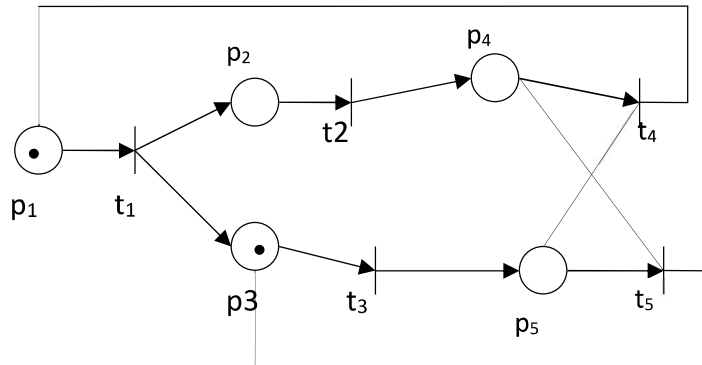


Рисунок 1.3 – Графическое описание сети Петри

Матрица входных инциденций D^-

D^-	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5
t_1	1	0	0	0	0
t_2	0	1	0	0	0
t_3	0	0	1	0	0
t_4	0	0	0	1	1
t_5	0	0	0	1	1

Матрица выходных инциденций D^+ :

D^+	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5
t_1	0	1	1	0	0
t_2	0	0	0	1	0
t_3	0	0	0	0	1
t_4	1	0	0	0	0
t_5	0	0	1	0	0

Матрица инцидентности сети Петри $D = D^+ - D^-$

D	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5
t_1	-1	1	1	0	0
t_2	0	-1	0	1	0
t_3	0	0	-1	0	1
t_4	1	0	0	-1	-1
t_5	0	0	1	-1	-1

При начальной маркировке $m_0 = (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)$ разрешены переходы t_1 и t_3 , т.к. вектор начальной маркировки m_0 поэлементно больше строк матрицы D^- , соответствующей переходам t_1 и t_3 :

$$(1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0) \geq (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0) \text{ и } (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0) \geq (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0).$$

Графически это означает, что во входных позициях этих переходов есть фишки. После срабатывания перехода t_1 новая маркировка $m_1 = (0\ 1\ 2\ 0\ 0)$. Срабатывание перехода соответствует удалению фишек в его входных позициях и порождению новых фишек в выходных позициях.

Значение новой маркировки после срабатывания перехода t_i можно вычислить используя матричное представление сети Петри по формуле $m_1 = m_0 + D - (t_1) \cdot D$, где $D - (t_1)$ – строка входной матрицы D , соответствующая переходу t_i .

В рассматриваемом случае

$$m_1 = (0\ 1\ 2\ 0\ 0) = (1\ 0\ 1\ 0\ 0) + (1\ 0\ 0\ 0\ 0) \cdot D$$

Аналогично после срабатывания перехода t_3 получается маркировка

$$m_2 = (1\ 0\ 0\ 0\ 1) = (1\ 0\ 1\ 0\ 0) + (0\ 0\ 1\ 0\ 0) \cdot D$$

Построим дерево достижимости, начиная с маркировки m_0 (рисунок 1.4).

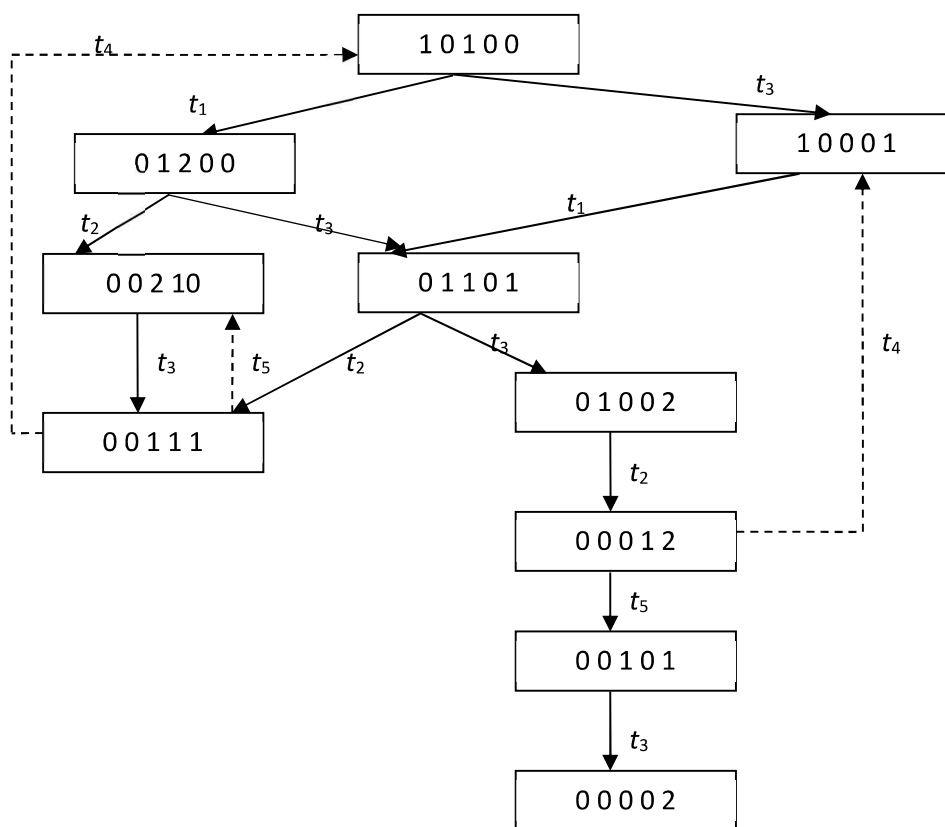


Рисунок 1.4 – Дерево достижимости

2 Задания для лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Абстрактный и структурный синтез конечных автоматов

1. Задать автомат Мили таблично.
2. Перейти от автомата Мили к автомату Мура.
3. Минимизировать автомат Мура.
4. Перейти от абстрактного автомата к структурному автомату (СА).
- 4.1. Закодировать входные, выходные сигналы и состояния автомата Мили.

4.2. К автомату Мили применить канонический метод структурного синтеза.

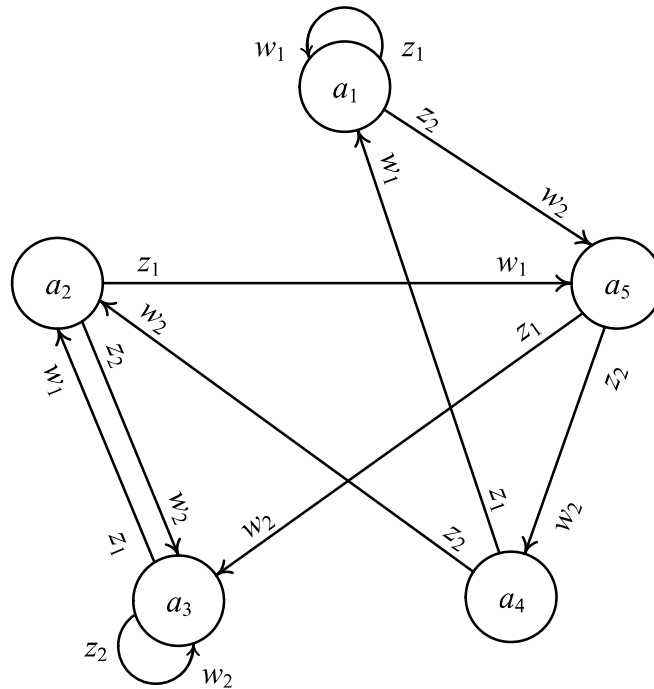


Рисунок 2.1 – Исходный граф

1. Зададим автомат Мили таблично.

Таблица 2.2 – Таблица переходов и выходов

Переходы						Выходы					
δ	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	λ	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
z_1	a_1	a_5	a_2	a_1	a_3	z_1	w_1	w_1	w_1	w_1	w_2
z_2	a_5	a_3	a_3	a_2	a_4	z_2	w_2	w_2	w_2	w_2	w_2

2. Перейти от автомата Мили к автомату Мура.

Таблица 2.3 – Таблица соответствия состояний автоматов Мили и Мура

δ / λ	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
z_1	a_1 / w_1	a_5 / w_1	a_2 / w_1	a_1 / w_1	a_3 / w_2
	q_1	q_6	q_2	q_1	q_4
z_2	a_5 / w_2	a_3 / w_2	a_3 / w_2	a_2 / w_2	a_4 / w_2
	q_7	q_4	q_4	q_3	q_5

Находим множество пар, порождаемых каждым состоянием

$$\begin{aligned}
 a_1 &: (a_1 w_1, a_1 w_1) \Rightarrow \{q_1\}, \\
 a_2 &: (a_2 w_1, a_2 w_2) \Rightarrow \{q_2, q_3\}, \\
 a_3 &: (a_3 w_2, a_3 w_2) \Rightarrow \{q_4\}, \\
 a_4 &: (a_4 w_2, a_4 w_2) \Rightarrow \{q_5\}, \\
 a_5 &: (a_5 w_1, a_5 w_2) \Rightarrow \{q_6, q_7\}.
 \end{aligned}$$

Множество состояний автомата Мура: $\{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7\}$.

Сигналы выходов состояний автомата Мура равны сигналам выхода соответствующих пар $a_i w_j$. Так для состояния q_1, q_2, q_6 выходным сигналом является w_1 , для состояний q_3, q_4, q_5, q_7 выходным сигналом будет w_2 .

Функции переходов состояний автомата Мура задаются следующим образом.

Так как из состояния a_1 автомата Мили есть два перехода, под воздействием сигнала z_1 в a_1 , то и в порождаемом им состоянии q_1 под воздействием сигнала z_1 автомат перейдет в состояние q_1 (петля на графе).

Под воздействием сигнала z_2 автомат Мили из состояния a_1 переходит в состояние a_5 , следовательно в автомате Мура из состояния q_1 произойдет переход в состояние q_7 , порожденное парой $a_5 w_2$.

Аналогично из состояния q_2 , порожденном парой $a_2 w_1$, под воздействием сигнала z_1 произойдет переход в состояние q_6 , так как в состоянии a_2 в автомате Мили есть переход в состояние a_5 под воздействием сигнала z_1 .

Под воздействием сигнала z_2 автомат Мили из состояния a_2 переходит в состояние a_3 , следовательно в автомате Мура из состояния q_2 произойдет переход в состояние q_6 , порожденное парой $a_5 w_1$. Аналогично рассматриваются остальные состояния.

Таблица 2.4 – Отмеченная таблица переходов автомата Мура

	w_1	w_1	w_2	w_2	w_2	w_1	w_2
	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7
z_1	q_1	q_6	q_6	q_2	q_1	q_4	q_4
z_2	q_7	q_4	q_4	q_4	q_3	q_5	q_5

На рисунке 2.2 приведен граф автомата Мура

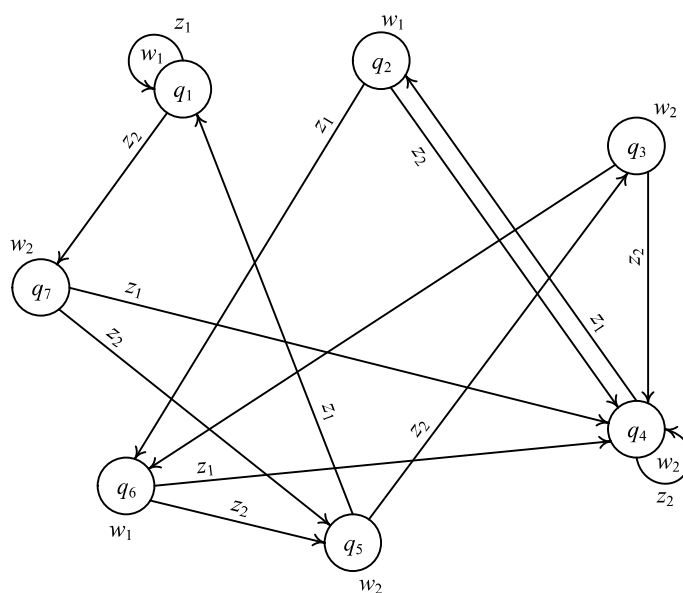


Рисунок 2.2 – Граф автомата Мура

3. Минимизируем автомат Мура.

Автомат имеет два входных сигнала z_1, z_2 и два выходных сигнала w_1 и w_2 .

Два состояния эквивалентны, если они выдают один и тот же выходной сигнал.

В отмеченной таблице автомата Мура добавляется строка и в нее заносится, к какому классу относится состояние. Так как имеется два выходных сигнала, то будет два класса 0-эквивалентности B_1 и B_2 .

Таблица 2.5 – Отмеченная таблица переходов автомата Мура

.	w_1	w_1	w_2	w_2	w_2	w_1	w_2
	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7
z_1	q_1	q_6	q_6	q_2	q_1	q_4	q_4
z_2	q_7	q_4	q_4	q_4	q_3	q_5	q_5
	B_1	B_1	B_2	B_2	B_2	B_1	B_2

Таблица 2.6 – Классы эквивалентности B_1 и B_2

	B_1			B_2			
	q_1	q_2	q_6	q_3	q_4	q_5	q_7
z_1	q_1	q_6	q_4	q_6	q_2	q_1	q_4
z_2	q_7	q_4	q_5	q_4	q_4	q_3	q_5

$B_1 = (q_1, q_2, q_6)$, $B_2 = (q_3, q_4, q_5, q_7)$. Все состояния в одном классе эквивалентности имеют один и тот же выходной сигнал w_i .

Покрытие $\Pi_0 = (B_1, B_2)$.

Строим таблицу, заменяя состояния в таблице переходов соответствующими классами эквивалентности.

Таблица 2.7 – Классы эквивалентности B_1 и B_2 , C_1 , C_2 , C_3

	B_1			B_2			
	q_1	q_2	q_6	q_3	q_4	q_5	q_7
z_1	B_1	B_1	B_2	B_1	B_1	B_1	B_2
z_2	B_2	B_2	B_2	B_2	B_2	B_2	B_2
	C_1	C_1	C_2	C_3	C_3	C_3	C_4

В каждом классе 0-эквивалентности находим одинаковые столбцы. Соответствующие состояния включаем в класс 1-эквивалентности.

$C_1 = (q_1, q_2)$, $C_2 = (q_6)$, $C_3 = (q_3, q_4, q_5)$, $C_4 = (q_7)$.

$\Pi_1 = (C_1, C_2, C_3, C_4)$, $\Pi_1 \# \Pi_0$.

Классы 1-эквивалентности строятся по отмеченной таблице переходов.

В каждом классе 0-эквивалентности находим одинаковые столбцы. Соответствующие состояния включаем в класс 1-эквивалентности.

Классы 1-эквивалентности: $C_1 = (q_1, q_2)$, $C_2 = (q_6)$, $C_3 = (q_3, q_4, q_5)$, $C_4 = (q_7)$.

Покрытие: $\Pi_1 = (C_1, C_2, C_3, C_4)$, $\Pi_1 \# \Pi_0$.

Классы 1-эквивалентности строим по отмеченной таблице переходов. На пересечении столбца w_i и строки z_1 смотрим состояние, в которое переходит автомат, определяем, к какому классу 1-эквивалентности оно относится, и заносим в таблицу 1-эквивалентности соответствующий класс.

Таблица 2.8 – Классы эквивалентности. классы 1-эквивалентности C_1 , C_2 , C_3

	C_1		C_2	C_3			C_4
	q_1	q_2	q_6	q_3	q_4	q_5	q_7
z_1	C_1	C_2	C_3	C_2	C_1	C_1	C_3
z_2	C_2	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_5	D_6

В классе C_3 есть 2 одинаковых столбца, следовательно $q_4 = q_5$, и одно из состояний можно исключить. Исключаем q_5 , вычеркивая соответствующий столбец из отмеченной таблицы переходов автомата Мура.

Классы 2-эквивалентности: $D_1 = (q_1)$, $D_2 = (q_2)$, $D_3 = (q_6)$, $D_4 = (q_3)$, $D_5 = (q_4, q_5)$, $D_6 = (q_7)$.

Остальные классы D_i , где $i = 1, 2, \dots, 6$, содержат по одному элементу, следовательно множество состояний не сокращается.

Таблица 2.9 – Таблица переходов автомата Мура после минимизации

	w_1	w_1	w_2	w_2	w_1	w_2
	q_1	q_2	q_3	q_4	q_6	q_7
z_1	q_1	q_6	q_6	q_2	q_4	q_4
z_2	q_7	q_4	q_4	q_4	q_4	q_4

4. Перейти от абстрактного автомата к структурному автомату (СА).

4.1. Закодируем входные, выходные сигналы и состояния автомата Мили.

Таблица 2.10 – Таблицы T_1 и T_2 (переходов и выходов автомата Мили)

δ	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5		λ	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
z_1	a_1	a_5	a_2	a_1	a_3		z_1	w_1	w_1	w_1	w_1	w_2
z_2	a_5	a_3	a_3	a_2	a_4		z_2	w_2	w_2	w_2	w_2	w_2

Так как имеется два входных и два выходных сигнала, то при кодировке для структурного автомата получится один входной и один выходной сигнал и для автомата Мура и Мили ($\lceil \log_2 2 \rceil = 1$). В таблице T_3 для кодирования состояний требуется вектор из 3-х элементов, так как $\lceil \log_2 5 \rceil = 3$.

Для автомата Мили закодированные выходные, входные сигналы и состояния автомата представлены ниже (таблицы T_1 и T_2, T_3).

T_1	x_1
z_1	0
z_2	1

T_1	y_1
w_1	0
w_2	1

T_3	Q_1	Q_2	Q_3
a_1	0	0	0
a_2	0	0	1
a_3	0	1	0
a_4	0	1	1
a_5	1	0	0

На рисунке 2.3 приведен структурный автомат.

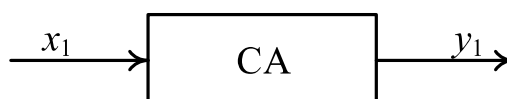


Рисунок 2.3 – Структурный автомат

4.2. К автомату Мили применить канонический метод структурного синтеза.

В таблицах переходов и выходов автомата Мили заменяем все переменные их кодами.

Таблица 2.11 – Таблица переходов автомата Мили с кодами

$Q_1Q_2Q_3$ x_1	000	001	010	011	100
0	000	100	001	000	010
1	100	010	010	001	011

Таблица выходов структурного автомата строится по таблице выходов автомата Мили (таблица 2.2), в которой сигналы w_1, w_2 заменяются кодами.

Таблица 2.12 – Таблица выходов автомата Мили с кодами

x_1	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1
	y_1	y_1	y_1	y_1	y_1

$$y_1 = \overline{Q_1}\overline{Q_2}\overline{Q_3} \cdot x_1 \vee \overline{Q_1}\overline{Q_2}Q_3 \cdot x_1 \vee \overline{Q_1}Q_2\overline{Q_3} \cdot x_1 \vee \overline{Q_1}Q_2Q_3 \cdot x_1 \vee Q_1\overline{Q_2}\overline{Q_3} \cdot x_1 \vee Q_1\overline{Q_2}Q_3 \cdot x_1$$

Лабораторная работа 2. Нейронная сеть

Задание 1. Нейронная сеть состоит из трех слоев, каждый из которых состоит из трех нейронов (узлов). Каждый узел соединен с каждым из узлов предшествующего и последующего слоев (рисунок 2.4). Исследовать прямое распространение сигнала в нейронной сети, используя логистическую функцию. Начальные весовые коэффициенты задать самостоятельно.

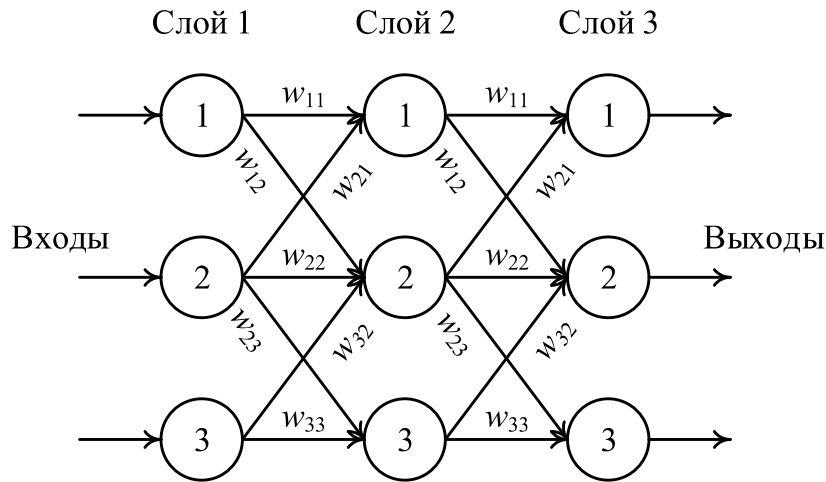


Рисунок 2.4 – Нейронная сеть

Решение: Решение реализовано в пакете Scilab и представлено на рисунках 2.5, 2.6.

```

neur.sce (C:\Users\lax1\Desktop\neur.sce) - SciNotes
Файл Правка Формат Настройки Окно Выполнить Справка
neur.sce (C:\Users\lax1\Desktop\neur.sce) - SciNotes
neur.sce
1 function co=computeNeuronLayer(V,W)
2   co=W*V
3 endfunction
15 //число-нейронов-в-слое
16 rows=3;
17 //число-слоев
18 layers=3;
19 //генерация-заготовки-для-сети
20 neuralNetwork=zeros(rows,layers);
21 //входной-вектор
22 neuralNetwork(:,1)=[0.9-0.1-0.8];
23 //объединие-матриц-в-гипер-структуру--список
24 weightMatrixes=list();
25 //ввод-двух-матриц
26 weightMatrixes(1)=[0.9-0.3-0.4;0.2-0.8-0.2;0.1-0.5-0.6];
27 weightMatrixes(2)=[0.3-0.7-0.5;0.6-0.5-0.2;0.8-0.1-0.9];
28 //вычисление-скрытого-и-выходного-слоев.
29 for j=1:layers-1
30   neuralNetwork(:,j+1)=sigmoids(computeNeuronLayer(neuralNetwork(:,j),weightMatrixes(j)));
31   disp(neuralNetwork)
32 end
33

```

Рисунок 2.5 – Реализация нейронной сети

```

Командное окно SciLab 6.1.0
Файл Правка Управление Инструменты Справка
Командное окно SciLab 6.1.0
0.9  0.761  0.
0.1  0.603  0.
0.8  0.65   0.

0.9  0.761  0.726
0.1  0.603  0.708
0.8  0.65   0.778
--> |

```

Рисунок 2.6 – Результат распространения сигнала в нейронной сети

Задание 2. Реализовать программно процесс обучения нейронной сети методом обратного распространения ошибки.

Решение.

Алгоритм выполнения:

1. Задать число узлов и слоев в нейронной сети.
2. Сгенерировать нейросеть со случайной матрицей весовых коэффициентов.

3. Задать количество итераций, массив для выходного вектора каждой итерации, скорость обучения и эталонный вектор.

4. Организовать цикл, в котором после каждого прямого прохода рассчитывается ошибка на каждом из слоев, начиная с последнего. На выходном слое - как разницу эталонного и текущего выхода, а далее на остальных слоях, вплоть до входного. Рассчитать весовую поправку и обновить весовую матрицу.

5. Построить график зависимости выходного слоя от итерации обучения.

Пример. Число узлов 5, число слоев 4, итераций 200, эталонный вектор [0.6; 0.8; 0.2; 0.5; 0.1].

Результат обучения показан на рисунке 2.7. Видно высокое совпадение выходного вектора нейронной сети и эталонного вектора концу обучения.

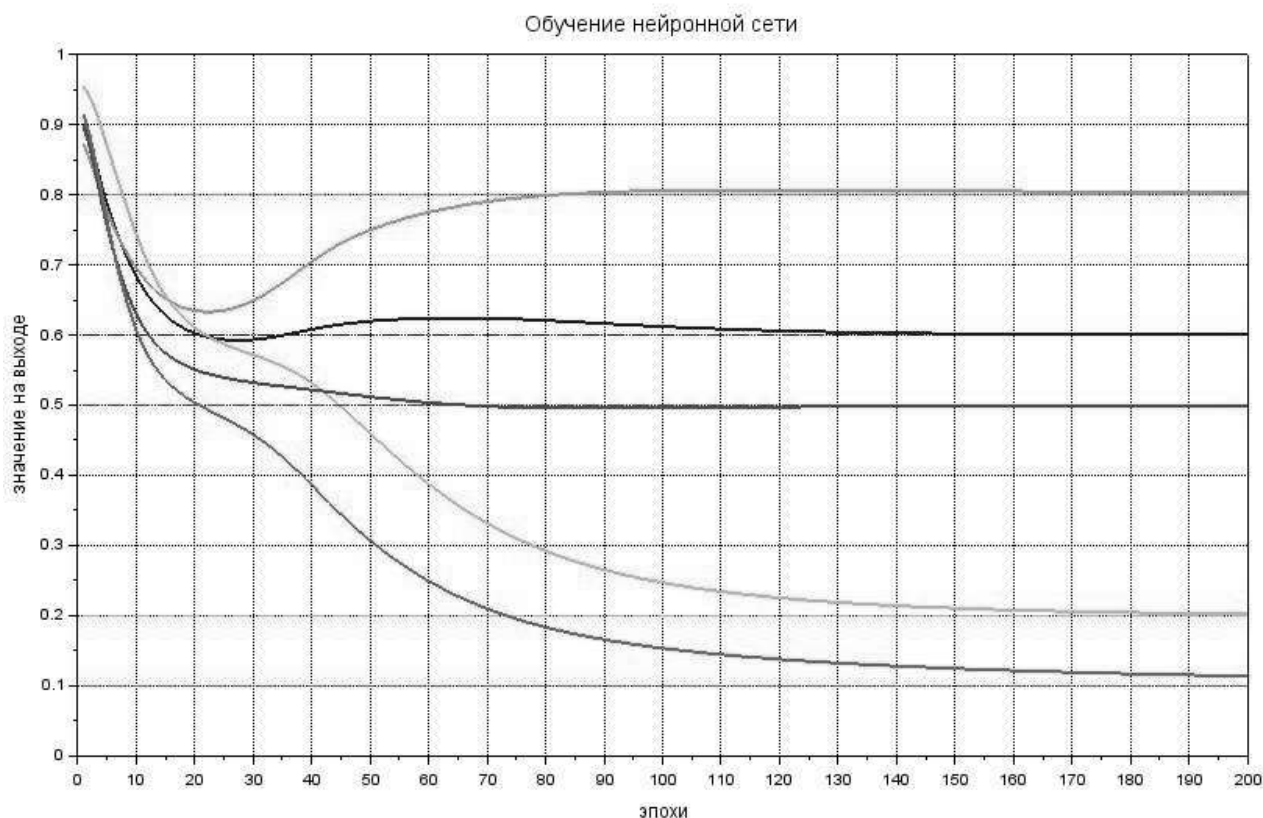


Рисунок 2.7 – Результат обучения нейронной сети

2 Указания к самостоятельной работе студентов (СРС) и контрольные вопросы для оценивания

Виды самостоятельной работы

1. Выполнение практических заданий на темы: «Многопроцессорные системы», «Свойства булевых функций», «Моделирование системы взаимодействующих процессов», Выполнение лабораторных работ на темы: «Абстрактный и структурный синтез конечных автоматов», «Нейронная сеть».

2. Подготовка отчетов по практическим и лабораторным работам.

3. Текущая проработка теоретического материала учебников и лекций.

4. Подготовка к практическим и лабораторным работам.

5. Подготовка к промежуточному тестированию.

6. Подготовка к зачету.

Контрольные вопросы для оценивания

1. Архитектура вычислительных систем.
2. Традиционные однопроцессорные архитектуры.
3. Векторно-конвейерные архитектуры.
4. Параллельные вычислительные системы с SIMD-архитектурой.
5. Архитектуры компьютеров на сверхбольших интегральных схемах.
6. Состав функциональных устройств.
7. Синхронные и асинхронные элементы.
8. Абстрактный и структурный синтез конечных автоматов.
9. Основные теоремы булевой алгебры для одной, двух и более переменных.
10. Функционально полные системы логических элементов.
11. Основные понятия логического синтеза комбинационных и последовательностных устройств.
12. Автоматы Мили и Мура.
13. Архитектура вычислительной системы.
14. Параллельная обработка информации.
15. Классификация систем параллельной обработки информации.
16. Типы структурной организации многопроцессорных вычислительных систем.
17. Основные понятия теории нейронных сетей. Классификация и парадигмы нейронных сетей. Методы обучения нейронных сетей.
18. Современные методы и алгоритмы обработки информации.
19. Исключения из охраны, пределы действия исключительного права, временная правовая охрана.
20. Ответственность за нарушения прав правообладателя: административная, гражданская и уголовная ответственность.
21. Объекты и субъекты патентной охраны. Срок действия патента.
22. Что такое исключительное право на использование объекта промышленной собственности, что понимается под использованием? В каких пределах оно действует.
23. Какие действия не считаются нарушением прав патентообладателя?
24. Объекты патентоспособных изобретений, каким образом программы для ЭВМ могут подлежать охране патентами, досрочное прекращение действия патента.
25. Какие объекты не признаются патентоспособными изобретениями?
26. Особенности ценообразования программных продуктов.
27. Основные каналы распределения программных продуктов.