

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Отчёт

по дисциплине “Модели решения задач в интеллектуальных системах”
по теме ”Реализация модели решения задачи на конвейерной архитектуре”

Выполнил
студенты группы 821701:
Ясинский Н.М.
Трипутько Р.В.

Проверил:
Крачковский Д.Я.

Минск 2020

Цель:

Реализовать и исследовать модель решения на конвейерной архитектуре задачи вычисления попарного произведения (деления) компонентов двух векторов чисел.

Вариант задания: 10.

Алгоритм вычисления произведения пары 6-разрядных чисел умножением со старших разрядов со сдвигом частичной суммы влево;

Выполнение задания:

1. Схема работы конвейера для 4 входных элементов:

Такт	Этапы					
	1	2	3	4	5	6
1	1 разряд $a1*b1$					
2	1 разряд $a2*b2$	2 разряд $a1*b1$				
3	1 разряд $a3*b3$	2 разряд $a2*b2$	3 разряд $a1*b1$			
4	1 разряд $a4*b4$	2 разряд $a3*b3$	3 разряд $a2*b2$	4 разряд $a1*b1$		
5		2 разряд $a4*b4$	3 разряд $a3*b3$	4 разряд $a2*b2$	5 разряд $a1*b1$	
6			3 разряд $a4*b4$	4 разряд $a3*b3$	5 разряд $a2*b2$	6 разряд $a1*b1$
7				4 разряд $a4*b4$	5 разряд $a3*b3$	6 разряд $a2*b2$
8					5 разряд $a4*b4$	6 разряд $a3*b3$
9						6 разряд $a4*b4$

Таблица 1. Схема работы конвейера

Такт 1:

(I) Вычисляется умножение первых разрядов первой пары чисел

Такт 2:

(I) Вычисляется умножение первых разрядов второй пары чисел

(II) Вычисляется умножение вторых разрядов первой пары чисел

Такт 3:

(I) Вычисляется умножение первых разрядов третьей пары чисел

(II) Вычисляется умножение вторых разрядов второй пары чисел

(III) Вычисляется умножение третьих разрядов первой пары чисел

Такт 4:

- (I) Вычисляется умножение первых разрядов четвертой пары чисел
- (II) Вычисляется умножение вторых разрядов третьей пары чисел
- (III) Вычисляется умножение третьих разрядов второй пары чисел
- (IV) Вычисляется умножение четвертых разрядов первой пары чисел

Такт 5:

- (I) Вычисляется умножение вторых разрядов четвертой пары чисел
- (II) Вычисляется умножение третьих разрядов третьей пары чисел
- (III) Вычисляется умножение четвертых разрядов второй пары чисел
- (IV) Вычисляется умножение пятых разрядов первой пары чисел

Такт 6:

- (I) Вычисляется умножение третьих разрядов четвертой пары чисел
- (II) Вычисляется умножение четвертых разрядов третьей пары чисел
- (III) Вычисляется умножение пятых разрядов второй пары чисел
- (IV) Вычисляется умножение шестых разрядов первой пары чисел

Такт 7:

- (I) Вычисляется умножение четвертых разрядов четвертой пары чисел
- (II) Вычисляется умножение пятых разрядов третьей пары чисел
- (III) Вычисляется умножение шестых разрядов второй пары чисел

Такт 8:

- (I) Вычисляется умножение пятых разрядов четвертой пары чисел
- (II) Вычисляется умножение шестых разрядов третьей пары чисел

Такт 9:

- (I) Вычисляется умножение шестых разрядов четвертой пары чисел

2. Исходные данные:

- m – количество чисел в векторе, количество умножаемых пар (не является фиксированной величиной, в данном случае равно 4);
- $p = 6$ – разрядность чисел;
- $n = 6$ – количество этапов конвейера;
- $r = m$ – ранг задачи (количество объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно);
- $ti = 4$ – количество тактов для одного этапа конвейера;
- 4 пары чисел: $\langle 35, 52 \rangle$, $\langle 55, 40 \rangle$, $\langle 48, 36 \rangle$, $\langle 58, 47 \rangle$.

```
Vectors -----
[0] 35 52
[1] 55 40
[2] 48 36
[3] 64 51

Tact - 1
Calculations at digit <5> at index0
0110-1000-0000-
0110-1000-0000-
-----
Tact - 2
Calculations at digit <5> at index1
0101-0000-0000-
0101-0000-0000-
-----
Calculations at digit <4> at index0
0000-0000-0000-
0110-1000-0000-
-----
Tact - 3
Calculations at digit <5> at index2
0100-1000-0000-
0100-1000-0000-
-----
Calculations at digit <4> at index1
0010-1000-0000-
0111-1000-0000-
-----
Calculations at digit <3> at index0
0000-0000-0000-
0110-1000-0000-
-----

Tact - 4
Calculations at digit <5> at index3
0110-0110-0000-
0110-0110-0000-
-----
Calculations at digit <4> at index2
0010-0100-0000-
0110-1100-0000-
-----
Calculations at digit <3> at index1
0000-0000-0000-
0111-1000-0000-
-----
Calculations at digit <2> at index0
0000-0000-0000-
0110-1000-0000-
-----

Tact - 5
Calculations at digit <4> at index3
0000-0000-0000-
0110-0110-0000-
-----
Calculations at digit <3> at index2
0000-0000-0000-
0110-1100-0000-
-----
Calculations at digit <2> at index1
0000-1010-0000-
1000-0010-0000-
-----

Calculations at digit <1> at index0
0000-0110-1000-
0110-1110-1000-
-----
Tact - 6
Calculations at digit <3> at index3
0000-0000-0000-
0110-0110-0000-
-----
Calculations at digit <2> at index2
0000-0000-0000-
0110-1100-0000-
-----
Calculations at digit <1> at index1
0000-0101-0000-
1000-0111-0000-
-----
Calculations at digit <0> at index0
0000-0011-0100-
0111-0001-1100-
-----

Tact - 7
Calculations at digit <2> at index3
0000-0000-0000-
0110-0110-0000-
-----
Calculations at digit <1> at index2
0000-0000-0000-
0110-1100-0000-
-----
Calculations at digit <0> at index1
0000-0010-1000-
-----

Tact - 8
Calculations at digit <1> at index3
0000-0000-0000-
0110-0110-0000-
-----
Calculations at digit <0> at index2
0000-0000-0000-
0110-1100-0000-
-----
Calculations at digit <0> at index3
0000-0000-0000-
0110-0110-0000-
-----

Tact - 9
Calculations at digit <0> at index0
0000-0011-0100-
0111-0001-1100-
-----

Tact - 10
Output result
[0] 1820 Tacts - 6
[1] 2280 Tacts - 7
[2] 1728 Tacts - 8
[3] 1632 Tacts - 9
Для продолжения нажмите любую клавишу
```

Рисунок 1. Результат работы программы.

3. Построение графиков:

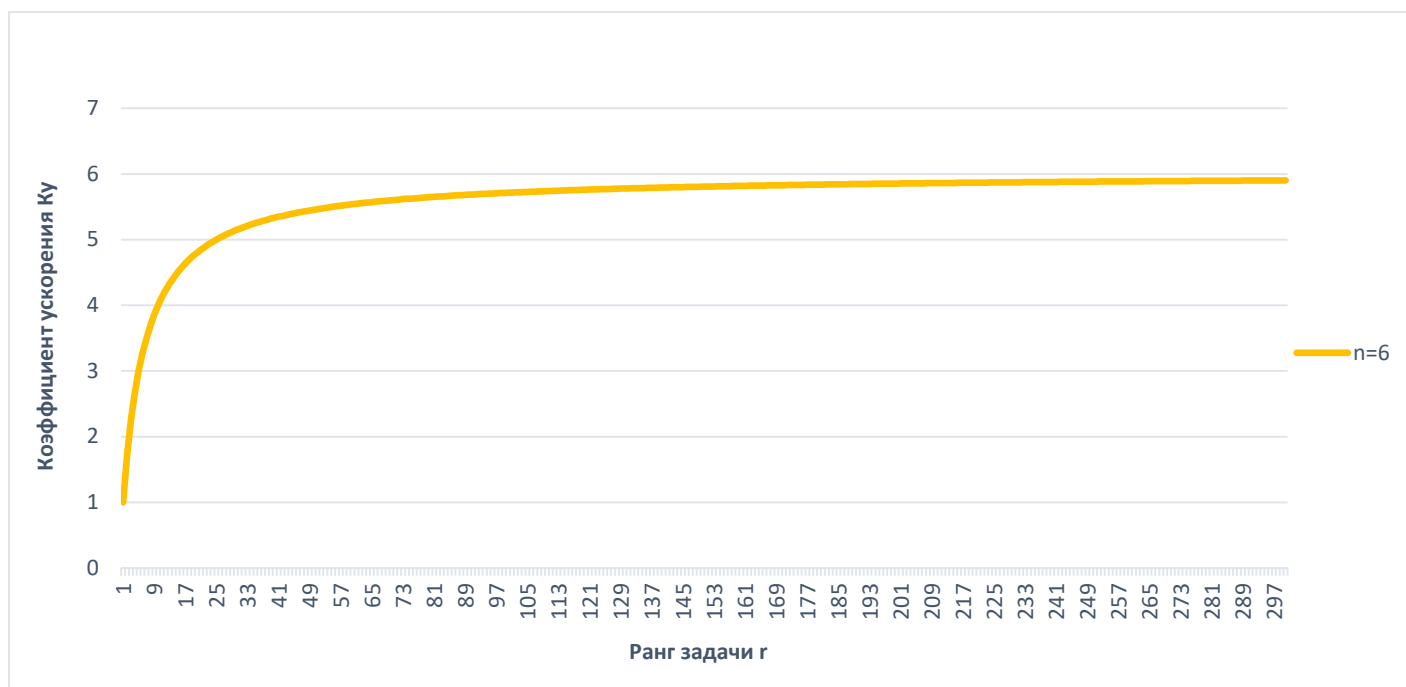


График 1. Зависимость коэффициента ускорения K_u от ранга задачи r .

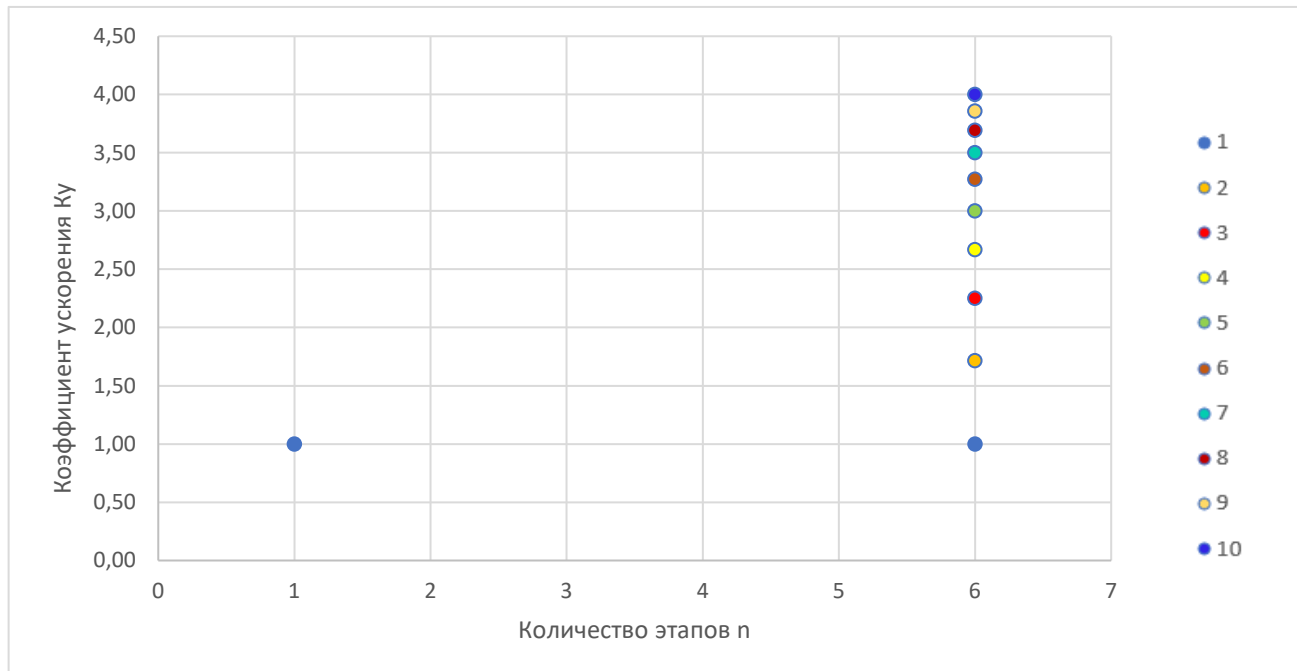


График 2. Зависимость коэффициента ускорения K_u от количества этапов n .

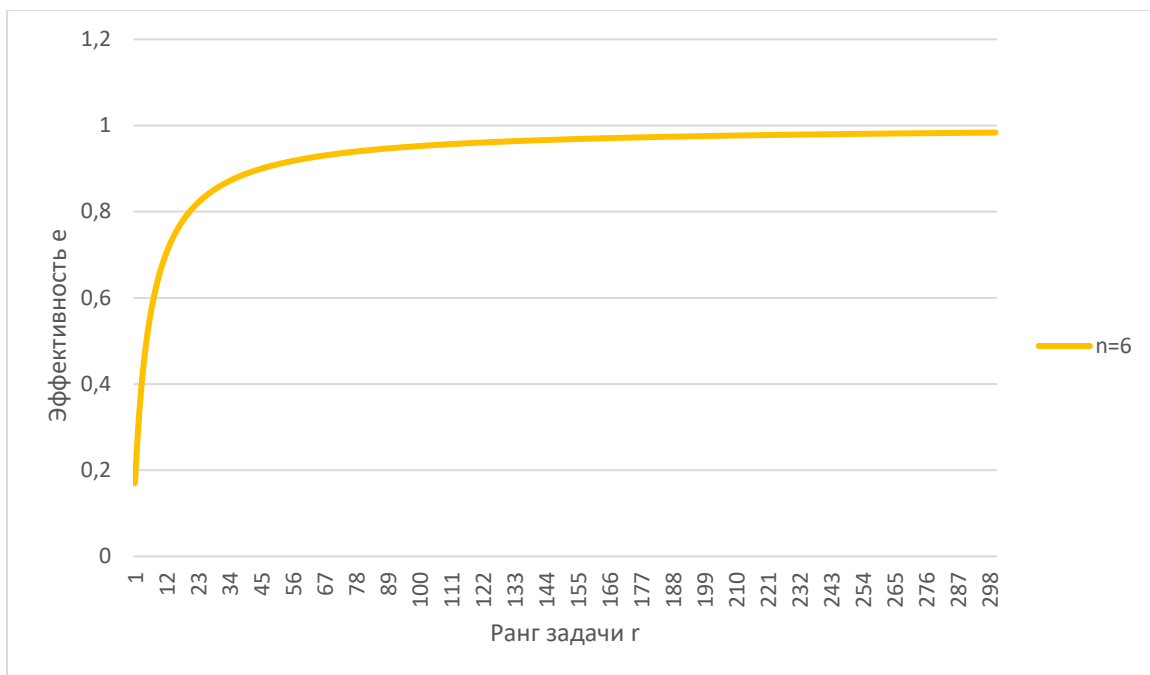


График 3. Зависимость эффективности e от ранга задачи r .

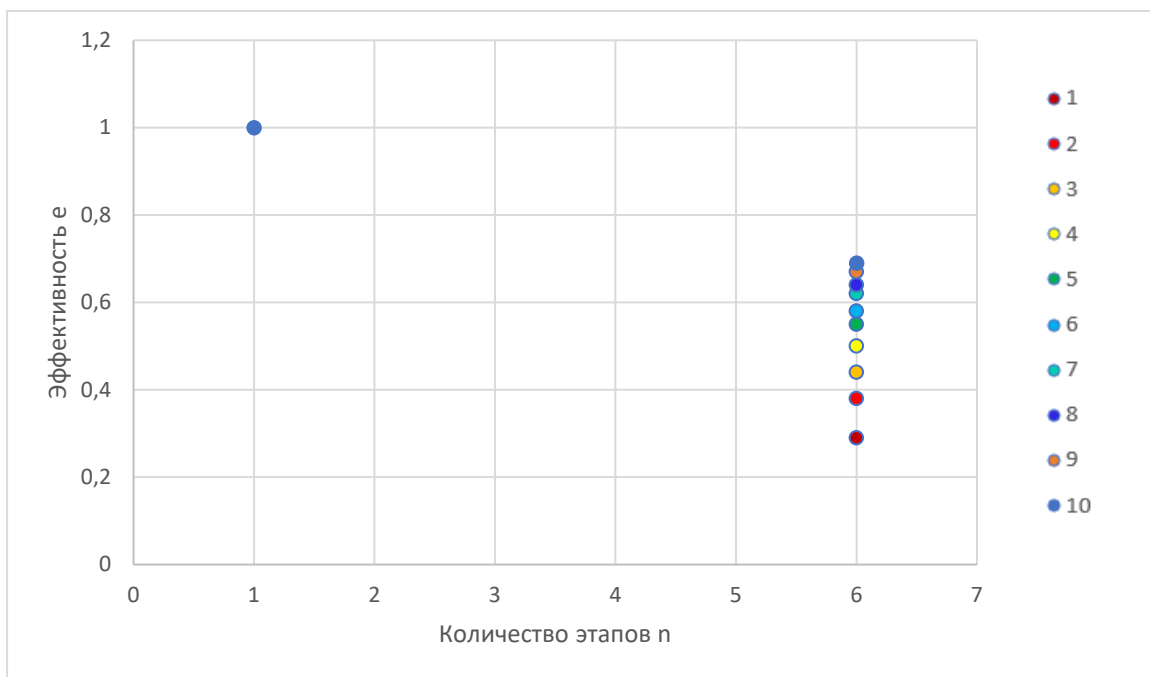


График 4. График зависимости эффективности e от количества этапов n

Ответы на вопросы:

1. Вопрос:

Проверить, что модель создана верно: программа работает правильно.

Ответ:

Проверка правильности работы программы:

- a. $35 * 52 = 1820$
- b. $55 * 40 = 2200$
- c. $48 * 36 = 1728$
- d. $58 * 47 = 2726$

Вывод:

Программа работает верно.

2. Вопрос:

Объяснить на графиках точки перегиба и асимптоты.

Ответ:

Асимптоты означают, что рост производительности конвейера ограничен и зависит от количества процессорных элементов и объектов.

3. Вопрос:

Спрогнозировать, как изменится вид графиков при изменении параметров модели; если модель позволяет, то проверить на ней правильность ответа.

Ответ:

Если увеличивается ранг задачи r , то коэффициент ускорения и эффективность увеличиваются. Если увеличивается количество этапов конвейера n , то коэффициент ускорения увеличивается, а эффективность уменьшается.

4. Вопрос:

Каково соотношение между параметрами n , r , m , p модели сбалансированного конвейера?

Ответ:

- m – количество чисел в векторе, количество умножаемых пар (не является фиксированной величиной, в данном случае равно 4);
- $p = 6$ – разрядность чисел;
- $n = 6$ – количество этапов конвейера;
- $r = m$ – ранг задачи (количество объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно);

5. Дано:

Пусть имеется некоторая характеристика h (эффективность e или ускорение K_y) и для неё выполняется:

a. $h(n_1; r_1) = h(n_2; r_2)$;

b. $n_1 > n_2$.

Каким будет соотношение между r_1 и r_2 ?

Ответ:

$$e(n_1, r_1) = e(n_2, r_2); e = \frac{K_y}{n} = \frac{T_1}{T_n * n}; n \in N$$

$$\frac{r_1 * n_1}{(n_1 + r_1 - 1) * n_1} = \frac{r_2 * n_2}{(n_2 + r_2 - 1) * n_2};$$

$$r_1 n_2 + r_1 r_2 - r_1 = r_2 n_1 + r_1 r_2 - r_2;$$

$$r_1(n_2 - 1) = r_2(n_1 - 1);$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{n_2 - 1}{n_1 - 1};$$

Из равенства выше следует: $r_1 > r_2$.

6. Дано:

a. несбалансированный конвейер (заданы конкретные значения: n , t_i – времена выполнения обработки на этапах конвейера);

b. e_0 – некоторое фиксированное значение эффективности.

Определить:

Значение r_0 , при котором выполняется $e(n; r_0) > e_0$.

Ответ:

Так как в результате построения графика получилась гипербола, большему значению x соответствует меньшее значение y . Значит, чтобы значение e было больше e_0 , величина r должна находиться в интервале $r \in (0; r_0)$.

7. Вопрос:

Для несбалансированного конвейера (использовать исходные данные предыдущего вопроса) определить $\lim_{r \rightarrow \infty} (e(n; r))$.

Ответ:

Предел эффективности при $r \rightarrow \infty$ равен 0.

8. Дано:

Несбалансированный конвейер (использовать исходные данные предыдущего вопроса).

Вопрос:

Каким образом можно перестроить данный конвейер, чтобы для заданного r_0 выполнялось $e(n; r_0) > e_0$?

Ответ:

Изменить структуру конвейера так, чтобы число r принадлежало интервалу $r \in (0; r_0)$.

9. Дано:

Несбалансированный конвейер (использовать исходные данные предыдущего вопроса) и значение минимального кванта времени t_0 (условной временной единицы).

Вопрос:

Каким образом нужно перестроить данный конвейер, чтобы получить максимально быстрый конвейер?

Ответ:

Необходимо разделить его на столько этапов, чтобы время каждого этапа было равно.

Вывод:

В результате выполнения лабораторной работы была реализована модель сбалансированного конвейера для вычисления произведения пары 6-разрядных чисел умножением со старших разрядов со сдвигом частичной суммы влево. Реализованная модель была проверена на работоспособность и правильность получаемых результатов. Данная модель позволяет ускорить процесс вычисления результата. Были исследованы числовые характеристики конвейерной архитектуры, а именно коэффициент ускорения и эффективность при решении поставленной задачи.