Учереждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Кафедра интеллектуальных информационных технологий

Отчет по лабораторной работе №1

по курсу «МРЗвИС»

на тему: «Реализация модели решения задачи на конвейерной архитектуре»

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнили: | Студенты группы 821701  Казаченко Е.А.  Дикусар.В.Ю |
| Проверил: | Крачковский Д.Я. |
|  |  |

Минск 2020

**Тема:** "Реализация модели решения задачи на конвейерной архитектуре"

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

**Описание модели: краткое описание особенностей**

Модель арифметического (сбалансированного) конвейера, реализующего операцию произведения пары 6-разрядных чисел умножением со старших разрядов со сдвигом множимого (частичного произведения) вправо.

Данный конвейер содержит 3 этапа, представленных тремя видами операций: вычисление частичного произведения, сдвиг частичного произведения вправо и вычисление суммы частичных произведений.

**Алгоритм**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Умножение со старших разрядов  0 0 1 1 0 0 \* 1 1 1 0 0 0 = 0 0 1 0 - 1 0 1 0 -0 0 0 0  (0) (1) (2) (3) (4) (5)  Обозначим множимое 0010 за М; номер разряда за i, а его значение за X | | |
| № (номер разряда в числе) | Арифметические действия | Пояснение |
| 6 | 1.0000-0000-1100  2.0001-1000-0000  3.0001-1000-0000 | 1 - Вычисление частичного произведения-1 (i=0): Хi\*M=1\*001100  2 – Сдвиг частичного произведения-1 влево на 5-i разрядов  3 – Прибавление результирующего частичного произведения-1 к сумме частичных произведений |
| 5 | 1.0000-0000-1100  2.0000-1100-0000  3.0010-0100-0000 | 1 - Вычисление частичного произведения-2 (i=1): Хi\*M=1\*001100  2 – Сдвиг частичного произведения-2 влево на 4-i разрядов  3 – Прибавление результирующего частичного произведения-2 к сумме частичных произведений |
| 4 | 1.0000-0000-1100  2.0000-0110-0000  3.0010-1010-0000 | 1 - Вычисление частичного произведения-3 (i=2): Хi\*M=1\*001100  2 – Сдвиг частичного произведения-3 влево на 3-i разрядов  3 – Прибавление результирующего частичного произведения-3 к сумме частичных произведений |
| 3 | 1.0000-0000-0000  2.0000-0000-0000  3.0010-1010-0000 | 1 - Вычисление частичного произведения-4 (i=3): Хi\*M=0\*001100  2 – Сдвиг частичного произведения-4 влево на 2-i разрядов  3 – Прибавление результирующего частичного произведения-4 к сумме частичных произведений |
| 2 | 1.0000-0000-0000  2.0000-0000-0000  3.0010-1010-0000 | 1 - Вычисление частичного произведения-4 (i=4): Хi\*M=0\*001100  2 – Сдвиг частичного произведения-5 влево на 1-i разрядов  3 – Прибавление результирующего частичного произведения-5 к сумме частичных произведений |
| 1 | 1.0000-0000-0000  2.0000-0000-0000  3.0010-1010-0000 | 1 - Вычисление частичного произведения-4 (i=5): Хi\*M=0\*001100  2 – Сдвиг частичного произведения-6 влево на 0-i разрядов  3 – Прибавление результирующего частичного произведения-6 к сумме частичных произведений |

p = 6 - разрядность умножаемых чисел

2 \* р = 12 – разрядность частичного произведения и суммы частичных произведений

Количество этапов конвейера – 3 (= n)

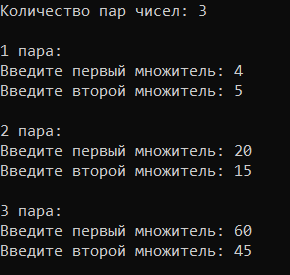
Количество пар задается пользователем – m

**Работа конвейера. Результаты счёта и времена их получения:**

Пользователю предлагается самостоятельно выбрать не только количество пар чисел, над которыми будут производиться операции, но и сами числа.

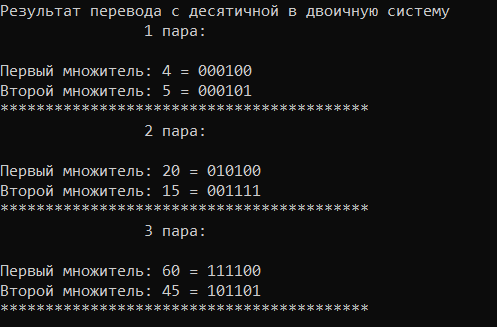
Числа предлагаются выбрать от 0 до 63,так как число 64 и выше будет иметь 7-разрядное значение.

При вводе неправильного числа программа экстренно завершает работу



Пример ввода чисел

Числа, введенные в десятичной системе, переводятся в двоичную систему. Далее взаимодействие происходит именно с ними. В конце ответы отображаются как в двоичной, так и в десятичной системах счисления.



Перевод с десятиричной системы в двоичную

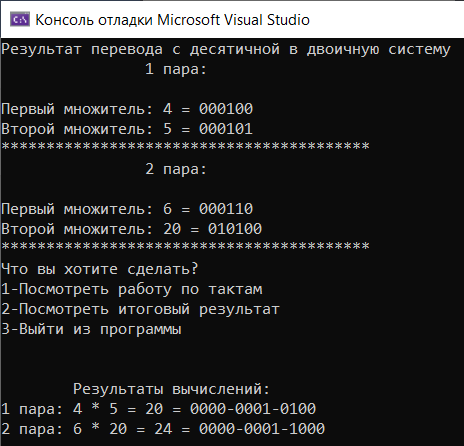
Далее пользователю предлагаются три варинта:

1-Посмотреть работу по тактам

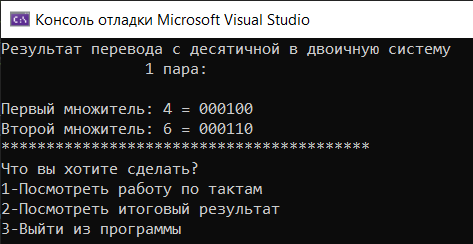
2-Посмотреть итоговый результат

3-Выйти из программы

При нажатии клавиш 2,3 программа перейдет не посредственно к итоговому результату(без просмотра тактов) и выхода из программы соотвественно.



Пример “2” варианта развития событии



Пример “3” варианта развития событий

При введение первого варианта будет выведена таблица потактового выполнения конвейера. Но пользователю остается возможность пропустить потактовое выполнение и сразу вывести ответ (скрин приведен ниже).

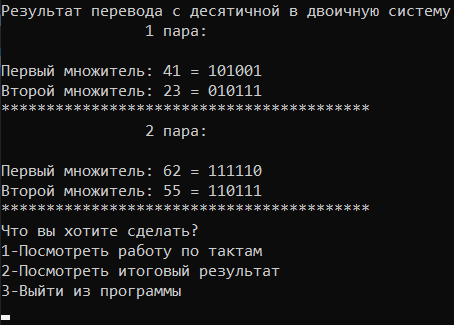
Сама таблица представяет собой 4 столбца.

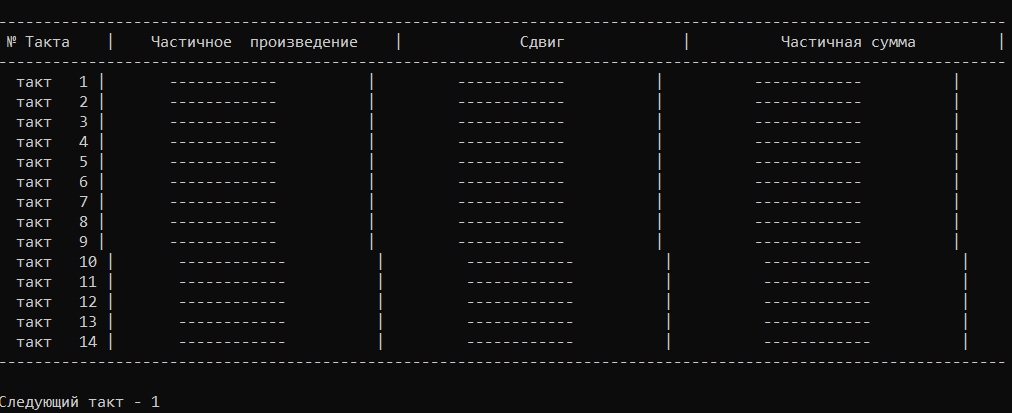
1. столбец “№ Такта”
2. столбец “Частичное произведение”
3. столбец “Сдвиг“
4. столбец “Частичная сумма”

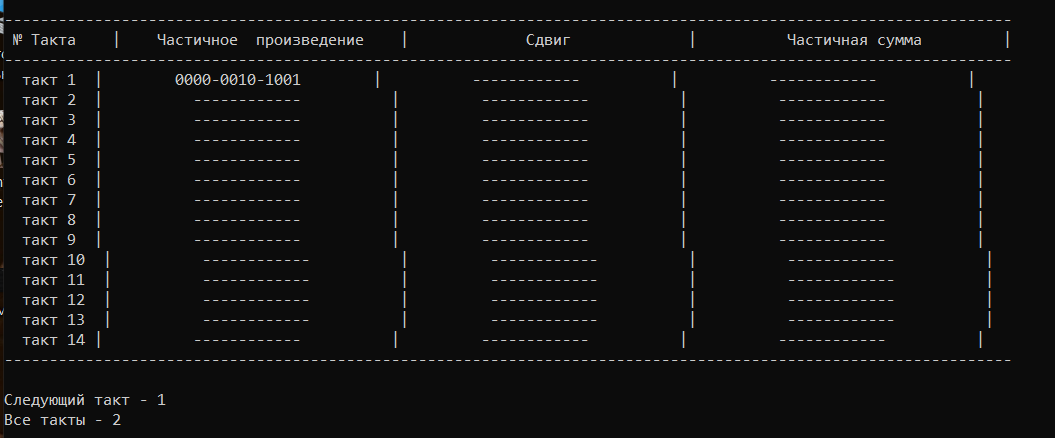
При этом программа предусматривает то, что пользователь введет одну, две или три пары чисел. В зависимости от этого будет выведена таблица с разным количеством тактов:

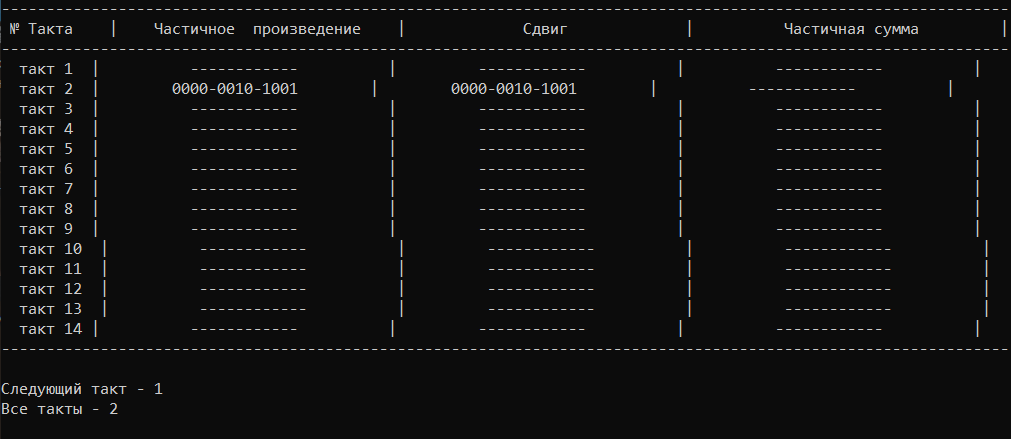
* для одной пары – восемь тактов
* для двух пар – четырнадцать тактов
* для трех пар – двадцать тактов
* и т.д.

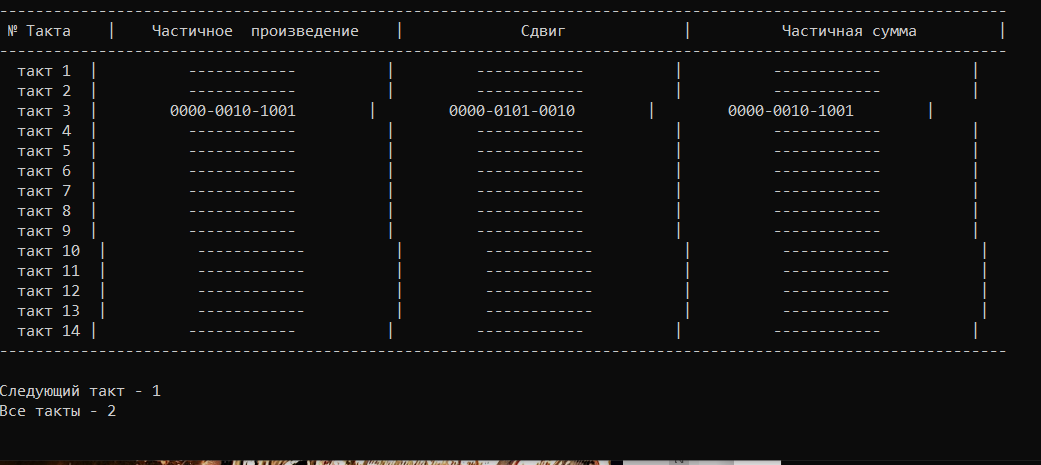
При введении более трех пар элементов, то будет выведен результат всех операций в двух системах счисления и количество тактов, которые понадобились для их вычисления (скрин приведен ниже).

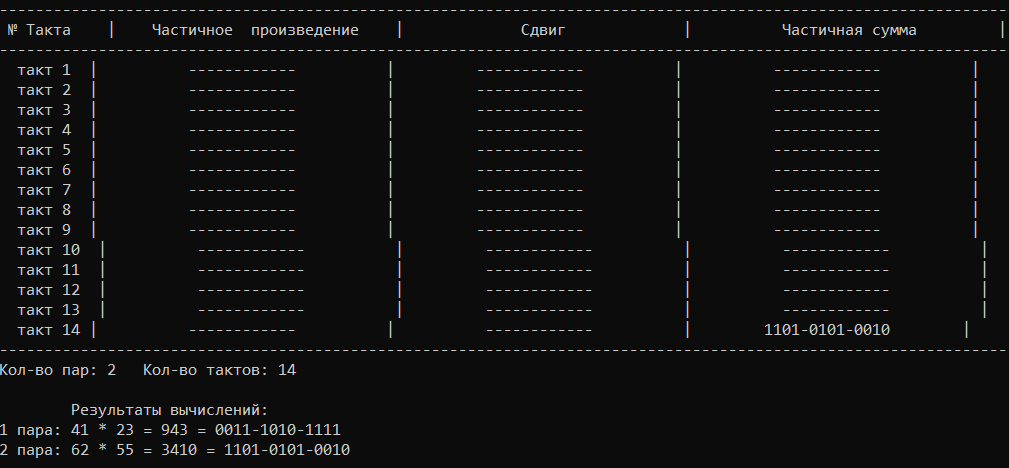












Результат выполнения работы

**Графики (всего четыре семейства):**

Обозначения:

Ку(n,r) = T1/Tn;

e(n,r) = Ку(n,r)/n;

где Ку(n,r) – коэффициент ускорения;

e(n,r) – эффективность;

n – количество процессорных элементов в системе;

k – количество пар, поступающих на вход;

r – ранг;

Данный график построен на основании таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| k | n | r | T1 | Tn | Ky | e |
| 1 | 3 | 3 | 8 | 8 | 1,000 | 0,333 |
| 2 | 3 | 3 | 8 | 14 | 0,571 | 0,190 |
| 3 | 3 | 3 | 8 | 20 | 0,400 | 0,133 |
| 4 | 3 | 3 | 8 | 26 | 0,307 | 0,102 |
| 5 | 3 | 3 | 8 | 32 | 0,250 | 0,083 |
| 6 | 3 | 3 | 8 | 38 | 0,210 | 0,070 |
| 7 | 3 | 3 | 8 | 44 | 0,181 | 0,060 |
| 8 | 3 | 3 | 8 | 50 | 0,160 | 0,053 |
| 9 | 3 | 3 | 8 | 56 | 0,142 | 0,047 |
| 10 | 3 | 3 | 8 | 62 | 0,129 | 0,043 |
| 11 | 3 | 3 | 8 | 68 | 0,117 | 0,039 |
| 12 | 3 | 3 | 8 | 74 | 0,108 | 0,036 |
| 13 | 3 | 3 | 8 | 80 | 0,100 | 0,033 |
| 14 | 3 | 3 | 8 | 86 | 0,093 | 0,031 |
| 15 | 3 | 3 | 8 | 92 | 0,086 | 0,028 |
| 16 | 3 | 3 | 8 | 98 | 0,081 | 0,027 |
| 17 | 3 | 3 | 8 | 104 | 0,077 | 0,026 |
| 18 | 3 | 3 | 8 | 110 | 0,072 | 0,024 |
| 19 | 3 | 3 | 8 | 116 | 0,069 | 0,023 |
| 20 | 3 | 3 | 8 | 122 | 0,066 | 0,022 |
| 21 | 3 | 3 | 8 | 128 | 0,063 | 0,021 |
| 22 | 3 | 3 | 8 | 134 | 0,060 | 0,020 |
| 23 | 3 | 3 | 8 | 140 | 0,057 | 0,019 |

График 1. График зависимости коэффициента ускорения Ky от ранга задачи r

График 2. График зависимости эффективности e от ранга задачи r

График 3. График зависимости коэффициента ускорения Ky от количества введенных пар k

График 4. График зависимости эффективности e от количества введенных пар

**Вопросы и ответы на них:**

**Ответы на вопросы непосредственно по реализованной модели:**

**1. проверить, что модель создана верно: программа работает правильно (на всех этапах**

**конвейера);**

**2. объяснить на графиках точки перегиба и асимптоты;**

**3. спрогнозировать как изменится вид графиков при изменении параметров модели;**

**если модель позволяет, то проверить на ней правильность ответа;**

1. **проверить, что модель создана верно: программа работает правильно (на всех этапах конвейера)**

Имеются исходные векторы шестиразрядных чисел:

A = <25,16, 61>

B = <20, 48, 55>

Входные пары:

Первая умножаемая пара - <25, 20>

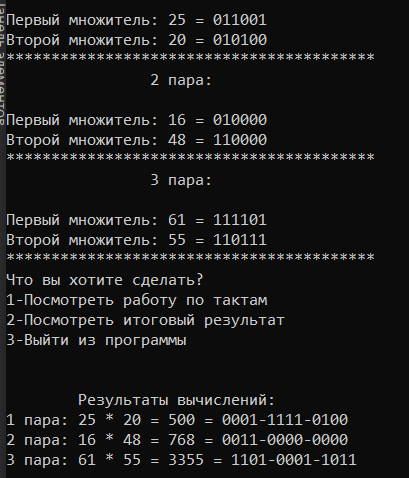
Вторая умножаемая пара - <16, 48>

Третья умножаемая пара - <61, 55>

Проверка результатов:

* + 25 \* 20 = 500
  + 16 \* 48 = 768
  + 61 \* 55 = 3355

Результаты верны. Скриншот, подтверждающие корректную работу программы.



1. **объяснить на графиках точки перегиба и асимптоты**

Для объяснения точек перегиба и асимптот обратимся к формулам:

Возьмём предел при и :

Значит асимптотой для будет являться прямая при , и прямая при .

Для эффективности проделаем аналогичную работу:

Значит асимптотой для будет являться прямая при , и прямая при .

1. **спрогнозировать как измениться вид графиков при изменении параметров модели**
   * параметр r
     + график Ky:

при увеличении растет значение коэффициента ускорения остается неизменным

* + - график e:

при увеличении растет значение ускорения остается неизменным

* + параметр k
    - график Ky:

при увеличении количество пар уменьшается значение коэффициента ускорения

* + - график e:

при увеличении количества пар падает значение ускорения

1. **каково соотношение между параметрами n, r, m, p модели сбалансированного конвейера**

m – задается пользователем

r = 3

p = 6

n = 3

1. **допустим: имеется некоторая характеристика h (эффективность e или ускорение Ky) и для нее выполняется:**
   * h (n1, r1) = h (n2, r2)
   * n1>n2

;

;

;

;

;

Т.к. , то

1. **дано:**
   * + несбалансированный конвейер (заданы конкретные значения: ***n***, ***{ti}*** – времена выполнения обработки на этапах конвейера);
     + ***e0*** – некоторое фиксированное значение эффективности.
   * Определить значение **r0**, при котором выполняется **e(n, r0) > e0**? (Получить формулу, затем подставить в неё значения параметров.)

;

=>

Необходимо определить знаки выражений:

Если , то

если , то

1. **для несбалансированного конвейера (использовать исходные данные предыдущего вопроса) определить: lim(e(n,r)) при r - > ∞.**

Так как , то

.

1. **дан несбалансированный конвейер (использовать исходные данные предыдущего вопроса).**

**каким образом можно перестроить данный конвейер, чтобы для заданного r0 выполнялось e(n,r0) > e0?**

Т.к. функция от двух переменных, и r0 задано, то необходимо найти при каком *n* будет выполняться заданное условие.

> ;

n .

Необходимо объединять этапы конвейера таким образом, чтобы выполнялось неравенство

Таким образом, конвейер необходимо перестроить с целью уменьшения n если оно выходит за указанный выше предел. Это можно сделать объединив некоторые этапы конвейера.

1. **дан несбалансированный конвейер (использовать исходные данные предыдущего вопроса) и значение минимального кванта времени t0 (условной временной единицы).**

**каким образом нужно перестроить данный конвейер, чтобы получить максимально быстрый конвейер? Получить для него формулы (n,r), e(n,r)?**

Для того, чтобы получить максимально быстрый конвейер, нужно перестроить так, чтобы он стал сбалансированным, и каждый этап выполнялся за минимальное время . Необходимо разделить его на столько этапов, чтобы время каждого этапа было равно .

Следовательно:

.

Аналогично с эффективностью:

.

То есть необходимо разделить этапы конвейера, которые длятся дольше, чем , на более мелкие этапы.

**Вывод:**

В результате выполнения лабораторной работы была реализована модель конвейера для вычисления произведения пар чисел умножением с старших разрядов со сдвигом множимого вправо.

Реализованная модель была проверена на работоспособность и правильность получаемых результатов. Данная модель позволяет ускорить процесс вычисления результата для векторов значений (нескольких пар).

Были исследованы числовые характеристики конвейерной архитектуры: коэффициент ускорения и эффективность при решении поставленной задачи.