

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

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

Выполнил студент группы 821703:

Манкевич О. А.  
Никадон В. А.

Проверила:

Орлова А. С.

Минск  
2020

**Цель:**

Реализовать и исследовать модель решения на ОКМД архитектуре задачи вычисления матрицы значений.

**Задача вычислений матрицы значений:**

Даны сгенерированные матрицы  $A, B, E, G$  заданных размерностей  $pxm, mxq, lxm, pxq$  соответственно со значениями в рекомендуемом диапазоне  $[-1;1]$ .

$$c_{ij} = \tilde{\wedge}_k f_{ijk} * (3 * g_{ij} - 2) * g_{ij} + \left( \tilde{\vee}_k d_{ijk} + \left( 4 * \left( \tilde{\wedge}_k f_{ijk} \tilde{\circ} \tilde{\vee}_k d_{ijk} \right) - 3 * \tilde{\vee}_k d_{ijk} \right) * g_{ij} \right) * (1 - g_{ij})$$

$$f_{ijk} = (a_{ik} \tilde{\rightarrow} b_{kj}) * (2 * e_k - 1) * e_k + (b_{kj} \tilde{\rightarrow} a_{ik}) * \left( 1 + \left( 4 * (a_{ik} \tilde{\rightarrow} b_{kj}) - 2 \right) * e_k \right) * (1 - e_k)$$

$$d_{ijk} = a_{ik} \tilde{\wedge} b_{kj}$$

Получить:  $C$  – матрицу значений соответствующей размерности  $pxq$ .

**Вариант 16:**

$$\tilde{\wedge}_k f_{ijk} = \prod_k f_{ijk}$$

$$\tilde{\vee}_k d_{ijk} = 1 - \prod_k (1 - d_{ijk})$$

$$\tilde{\wedge}_k f_{ijk} \tilde{\circ} \tilde{\vee}_k d_{ijk} = \min \left( \left\{ \tilde{\wedge}_k f_{ijk} \right\} \cup \left\{ \tilde{\vee}_k d_{ijk} \right\} \right)$$

$$a_{ik} \tilde{\rightarrow} b_{kj} = \sup \left( \left\{ \delta \left| \left( \min \left( \{1 - a_{ik} + \delta\} \cup \{0\} \right) \leq b_{kj} \right) \wedge (\delta \leq 1) \right\} \right\} \right)$$

$$b_{kj} \tilde{\rightarrow} a_{ik} = \sup \left( \left\{ \delta \left| \left( \min \left( \{1 - b_{kj} + \delta\} \cup \{0\} \right) \leq a_{ik} \right) \wedge (\delta \leq 1) \right\} \right\} \right)$$

$$a_{ik} \tilde{\wedge} b_{kj} = \max \left( \left\{ a_{ik} + b_{kj} - 1 \right\} \cup \{0\} \right)$$

**Преобразование условия:**

В результате преобразования условия были получены следующие формулы элементов матриц:

$$c_{ij} = \prod_k f_{ijk} * (3 * g_{ij} - 2) * g_{ij} + \left( 1 - \prod_k (1 - d_{ijk}) + \left( 4 * \min \left( \left\{ \prod_k f_{ijk} \right\} \cup \left\{ 1 - \prod_k (1 - d_{ijk}) \right\} \right) - 3 * \left( 1 - \prod_k (1 - d_{ijk}) \right) \right) * g_{ij} \right) * (1 - g_{ij})$$

$$f_{ijk} = \sup \left( \left\{ \delta \left| \left( \min \left( \{1 - a_{ik} + \delta\} \cup \{0\} \right) \leq b_{kj} \right) \wedge (\delta \leq 1) \right\} \right\} * (2 * e_k - 1) * e_k + \sup \left( \left\{ \delta \left| \left( \min \left( \{1 - b_{kj} + \delta\} \cup \{0\} \right) \leq a_{ik} \right) \wedge (\delta \leq 1) \right\} \right\} * \right. \right.$$

$$\left. \left( 1 + \left( 4 * \sup \left( \left\{ \delta \left| \left( \min \left( \{1 - a_{ik} + \delta\} \cup \{0\} \right) \leq b_{kj} \right) \wedge (\delta \leq 1) \right\} \right\} \right) - 2 \right) * e_k \right) * (1 - e_k) \right)$$

$$d_{ijk} = \max \left( \left\{ a_{ik} + b_{kj} - 1 \right\} \cup \{0\} \right)$$

### Описание модели:

Была реализована модель решения на ОКМД архитектуре задачи вычисления матрицы значений. Возможность самостоятельно устанавливать все параметры, необходимые для работы модели, позволяет детально исследовать разработанную модель, установить зависимости между вышеуказанными параметрами. Также модель позволяет задавать условное время выполнения каждой из операций (сложение, произведение, разность, деление, сравнение), на основе заданного времени строятся графики, которые дают возможность наглядно увидеть, как изменяется коэффициент ускорения, эффективность и коэффициент расхождения программы от длительности операций. Язык программирования, использованный для реализации модели: C++.

### Исходные данные:

1.  $p, m, q$  – размерность матриц;
2.  $n$  – количество процессорных элементов;
3.  $t_i$  – время выполнения каждой операции;
4. Матрицы  $A, B, E, G$ .

### Пример:

m	p	q	n
3	3	3	2

### Время работы операций:

Сумма	Разность	Умножение	Деление	Сравнение
1	1	1	1	1

### Матрица A:

-0.997487	0.127171	-0.613392
0.617481	0.170019	-0.0402539
-0.299417	0.791925	0.64568

### Матрица B:

0.49321	-0.651784	0.717887
0.421003	0.0270699	-0.39201
-0.970031	-0.817194	-0.271096

### Матрица E

-0.705374	-0.668203	0.97705
-----------	-----------	---------

### Матрица G:

-0.108615	-0.761834	-0.9900661
-0.982177	-0.24424	0.0633259
0.142369	0.203528	0.214331

Результаты выполнения программы:

Матрица C:

3.66692	87.3443	710.731
9.90952	11.7005	-11.1551
-1.5942	-7.80485	-2.71458

Матрица F:

3.1014	2.6838	-1.9237	1	1	-3.0876	2.4009	2.1224	-1.2606
13.445	1	-3.0876	10.334	1	-2.0657	10.334	1	-2.0657
2.4009	-41.5769	-1.4618	2.4009	-28.7527	-1.4618	1	6.7952	-1.0438

Матрица D:

0	0	0	0.11069	0	0	0	0.21292	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.33536	0	0	0	0	0

Построение графиков:

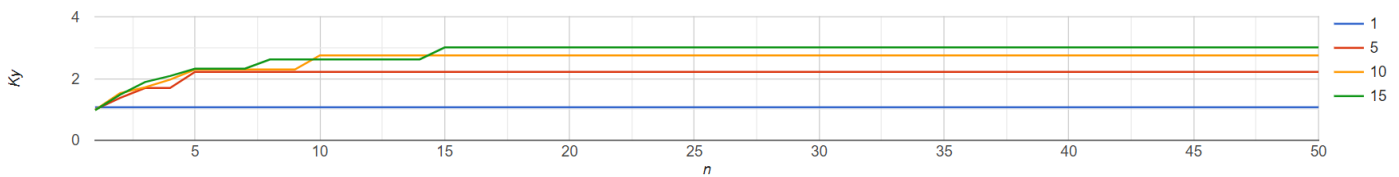


График 1. График зависимости коэффициента ускорения  $K_u$  от количества элементов  $n$ .

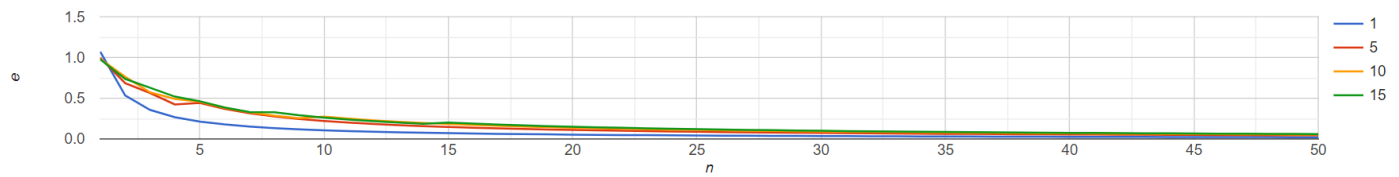


График 2. График зависимости эффективности  $e$  от количества элементов  $n$ .

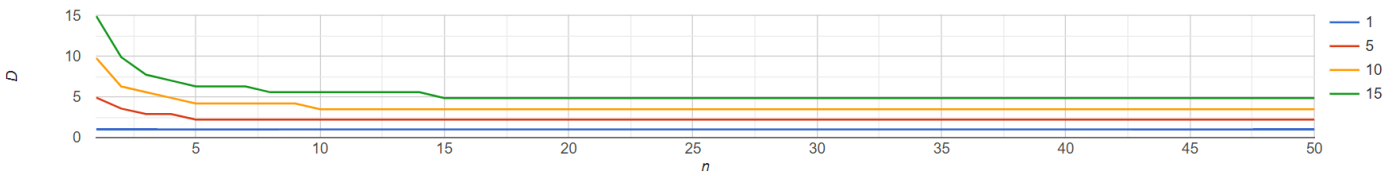


График 3. График зависимости коэффициент расхождения программы  $D$  от количества элементов  $n$ .

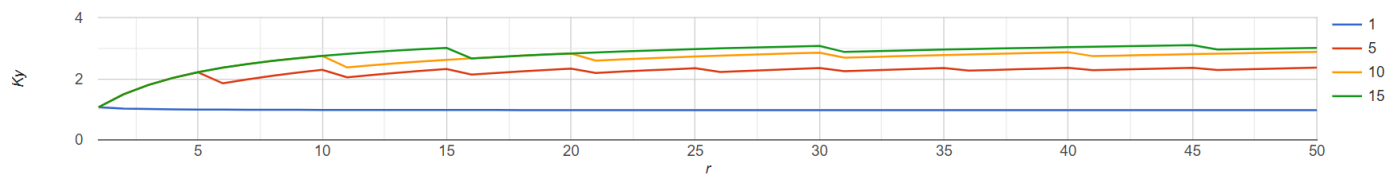


График 4. График зависимости коэффициента ускорения  $K_u$  от ранга задачи  $r$ .

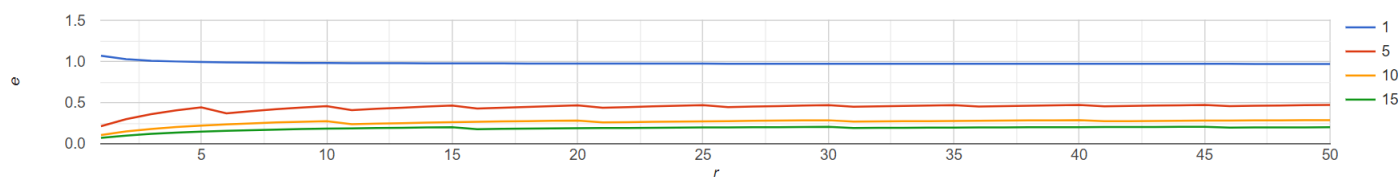


График 5. График зависимости эффективности  $e$  от ранга задачи  $r$ .

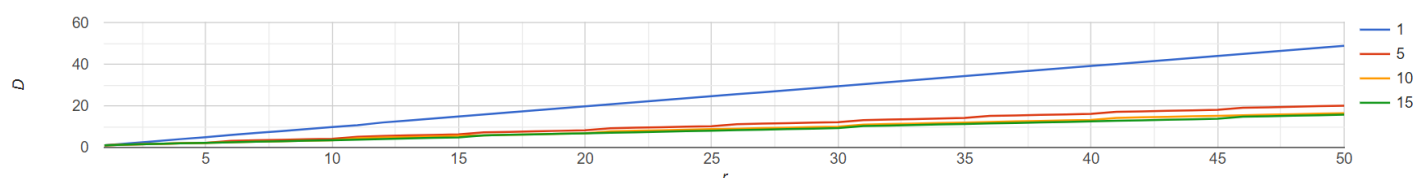


График 6. График зависимости коэффициент расхождения программы  $D$  от ранга задачи  $r$ .

## Объяснение графиков:

### 2. Объясните на графиках точки перегиба и асимптоты.

1. Точки перегиба появляются в точках, в которых ранг задачи кратен количеству процессорных элементов.

2. Асимптоты ( $r \rightarrow \infty$ ):

- $K_u(r)$  – прямая (при параллельной обработке вычисления могут быть выполнены не более, чем в  $n$  раз быстрее чем при последовательной обработке);
- $e(r)$  – прямая (горизонтальная);
- $D(r)$  – прямая (наклонная), а горизонтальная отсутствует.

3. Асимптоты ( $n \rightarrow \infty$ ):

- $K_u(n)$  – прямая (горизонтальная);
- $e(n)$  – прямая (горизонтальная);
- $D(n)$  - прямая  $D \rightarrow 1$  (горизонтальная).

3. Спрогнозируйте, как изменится вид графиков при изменении параметров модели? Если модель позволяет, то проверить на ней правильность ответа.

1. При увеличении  $n$ :

- $Ky(n)$  – увеличивается до  $n = r$ , далее не изменяется;
- $e(n)$  – уменьшается до  $n$ , кратного  $r$ , при  $n$ , кратном  $r$  скачкообразно увеличивается, далее снова уменьшается;
- $D(n)$  – уменьшается.

2. При увеличении  $r$ :

- $Ky(r)$  – увеличивается до  $r$ , кратного  $n$ , затем скачкообразно уменьшается и далее увеличивается;
- $e(r)$  - увеличивается до  $r$ , кратного  $n$ , затем скачкообразно уменьшается и далее продолжает увеличиваться;
- $D(r)$  – увеличивается.

**Вывод:**

В результате выполнения лабораторной работы была реализована модель решения на ОКМД архитектуре задачи вычисления матрицы значений. Реализованная модель была проверена на работоспособность и правильность получаемых результатов. Данная модель позволяет ускорить процесс вычисления матрицы значений.

Были исследованы числовые характеристики ОКМД архитектуры, а именно коэффициент ускорения, эффективность и коэффициент расхождения программы при решении поставленной задачи.