

8 Лабораторная работа № 8. Организация вычислительного процесса при решении задачи распознавания графического образа

Цель работы: на примере задачи распознавания графического образа освоить способ распараллеливания вычислительного процесса.

8.1 Теоретическая часть

Исходные данные задачи распознавания образов:

Эталонный графический образ (ГО) X представляется в формате BMP матрицей пикселей размером M столбцов на N строк. Исследуемый графический образ Y является частью образа X , представляется в аналогичном формате и имеет размеры $n*m$. Образ Y может быть зашумлен цветовыми помехами для исследования параметров распознавания. Процент зашумления (искажения) пикселей находится в диапазоне от 0 до 50%.

Суть задачи распознавания заключается в определении места положения фрагмента образа Y на исходном образе в условиях зашумления изображения фрагмента. Решение данной задачи в условиях больших размеров графических образов и значительной степени зашумления предоставляет для исследователя определенные сложности.

Формализация задачи:

На рисунке 8.1 в качестве примера представлена постановка и решения задачи идентификации места положения фрагмента среза головного мозга при исследовании его с помощью томографа. На рисунке 8.1 в пунктах “а” и “б” представлены соответственно образы X и Y , в пункте “в” – график коэффициента парной корреляции цветовых характеристик образов X и Y при скольжении образа Y по поверхности образа X слева на право.

Для формализации задачи распознавания введем следующие условные обозначения:

Q_Y – образ фрагмента;

$Q=\{Q_1, Q_2, \dots, Q_R\}$ – множество вариантов образов основного образа;

$P=\{p1,p2,p3\}$ – множество признаков распознавания;

$RF=K_{xy}(P_x,P_y)$ – разделяющая функция;

RP – разделяющее правило.

Число вариантов образов R при скольжении фрагмента образа по основному образу с шагом ΔM :

$$R=\frac{M-m}{\Delta M}. \quad (8.1)$$

Число признаков распознавания соответствует числу основных цветов в цветовой модели графического образа **RGB**, т.е. – трем.

В качестве разделяющей функции при распознавании места положения образа Y выбрана функция коэффициента парной корреляции R_{xy} :

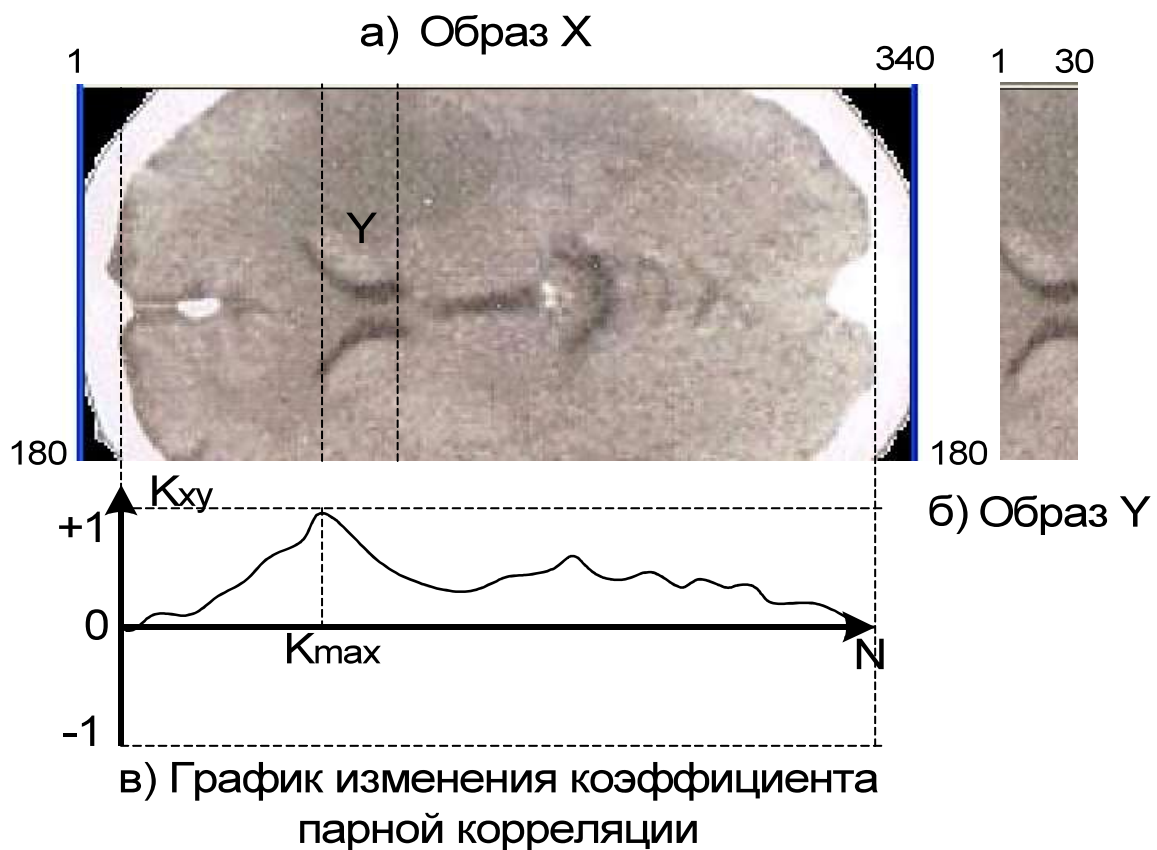


Рисунок 8.1 – Общая схема корреляционного метода решения задачи

$$R_{xy}=\frac{K_{xy}}{\sigma_x\sigma_y}, \quad (8.2); \quad K_{xy}=\frac{1}{L}\sum_{i=1}^L(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y}), \quad (8.3);$$

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_z^2}, \quad (8.4); \quad \sigma_z^2 = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (z_i - \bar{z})^2, \quad (8.5)$$

где K_{xy} – коэффициент ковариации;

x_i и y_i – соответственно текущие значения интенсивностей цвета по выборке;

\bar{x} и \bar{y} – соответственно, оценки средних значений интенсивностей цвета по выборке;

L – число элементов выборке;

z_i и \bar{z} – соответственно текущие значения интенсивностей некоторого цвета и оценки среднего по выборке ($i=1, L$);

σ – среднее квадратическое отклонение по выборке.

Разделяющее правило для определения соответствия образа фрагмента Q_Y одному из вариантов образов основного образа Q выглядит следующим образом:

$$Q_Y \equiv Q^i \in Q: R_{XY}(P_X^i, P_Y) = R_{\max XY}(P_X, P_Y), \quad (8.6)$$

т.е. отнесение образа Q_Y к одному из вариантов Q^* образов Q осуществляется по максимальной близости признаков образов.

На рисунке 8.2 представлена схема построения пространственных рядов признаков образов Q_Y и Q_X . В частности, в пункте “а” представлен порядок формирования пространственных рядов интенсивностей цвета: красного (I_R), зеленого (I_G) и синего (I_B) – по трем столбцам матрицы пикселей. Общее число столбцов соответствует числам M и m для исследуемых образов. В пункте “б” рисунка 8.2 представлены графики изменения интенсивности цветов для сравниваемых образов.

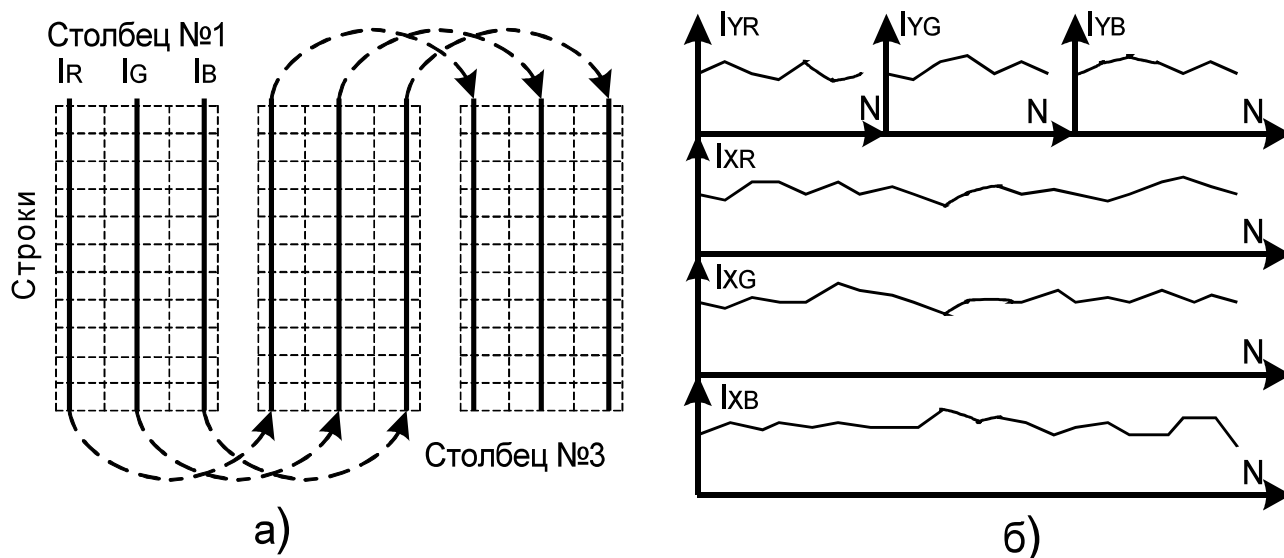


Рисунок 8.2 – Схема построения графиков интенсивностей цветов модели **RGB** графических образов

Расчет параметров по формулам 8.1 – 8.5 производится на данных пространственных рядов, представленных на рисунке 8.2 “б”. N – число элементов пространственного ряда.

На рисунке 8.3 представлен скриншот демонстрационной программы идентификации места положения фрагмента Q_Y на поверхности образа Q_X . Как видно из рисунка, распознавание места положения фрагмента проведено по интенсивности зеленого цвета с уровнем зашумления в 10%. При этом $R_{maxXY}=0.896$, номера начального и конечного столбца пикселей образа Q_X , соответствующие фрагменту, имеют значения, соответственно, 105 и 135.

Анализ математического описания задачи и работы демонстрационной программы позволил сделать следующие выводы, которые необходимо учесть при решении задачи организации вычислительного процесса:

1. Задача распознавания графического образа представляет собой сложный вычислительный процесс;
2. Сложность вычислительного процесса обусловлена:
 - размерами графических образов Q_X и Q_Y ;

- большой мощностью множества Q ;
- необходимостью идентификации по трем цветовым признакам **R**, **G**, и **B**;
- большим объемом вычислений статистических оценок по выражениям (8.2)-(8.6);

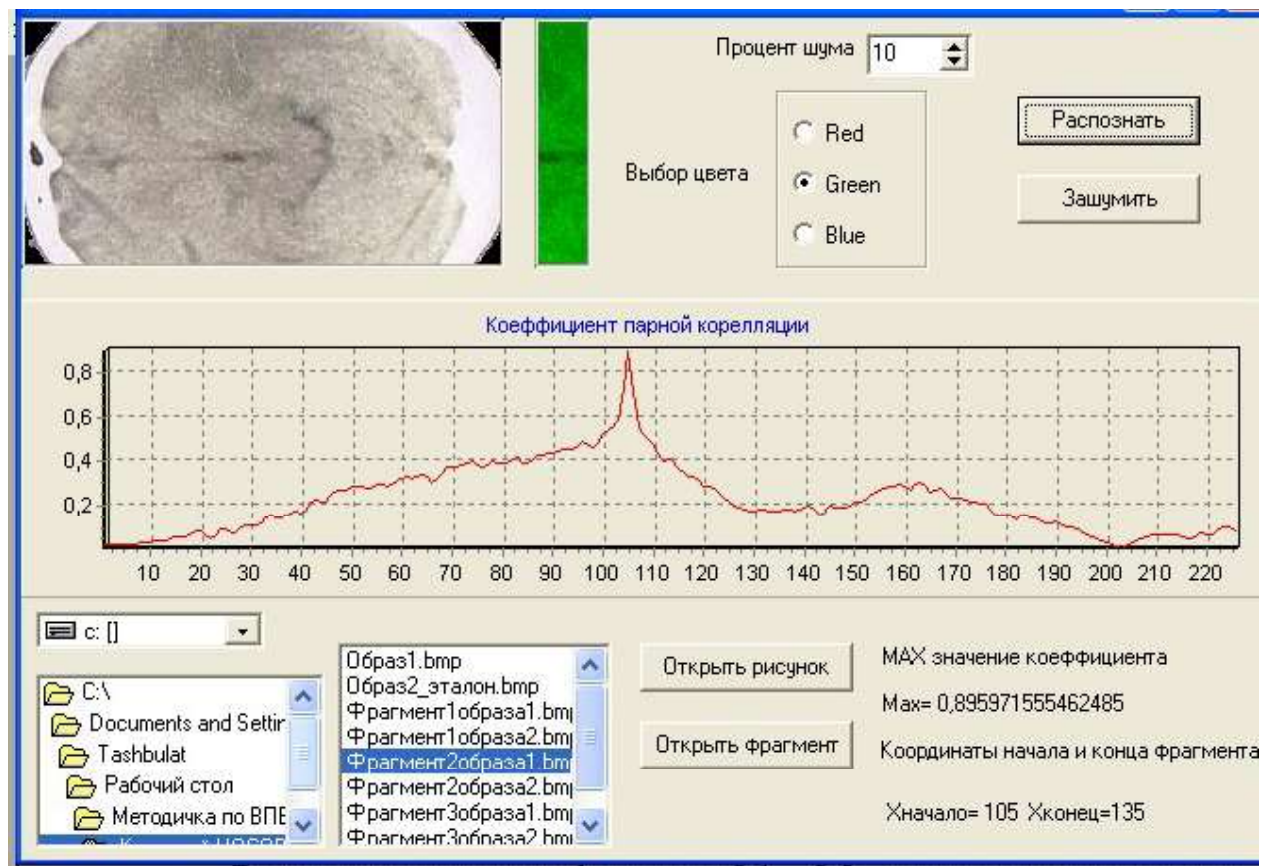


Рисунок 8.3 – Скриншот программы идентификации места положения фрагмента

3. Для эффективного решения задачи распознавания графического образа в условиях реального времени необходимо распараллеливание процесса обработки данных;
4. В качестве основных аспектов распараллеливания процесса рекомендуется использовать параллельную обработку данных: по цветовым признакам модели **RGB**, по зонам поиска, число которых вычисляется по формуле (8.1), по вычислению выражений (8.2)-(8.6).

Одним из методов организации параллельных процессов рекомендован метод сетевого планирования [9,10], предусматривающий выполнение следующих основных операций:

- определение всего перечня вычислительных операций, выполняемых при решении задачи;
- определение перечня операций, выполняемых параллельно и последовательно;
- построение сетевого графика (СГ);
- расчет элементов СГ и его оптимизация.

На рисунке 8.4 представлен вариант СГ некоторого вычислительного процесса.

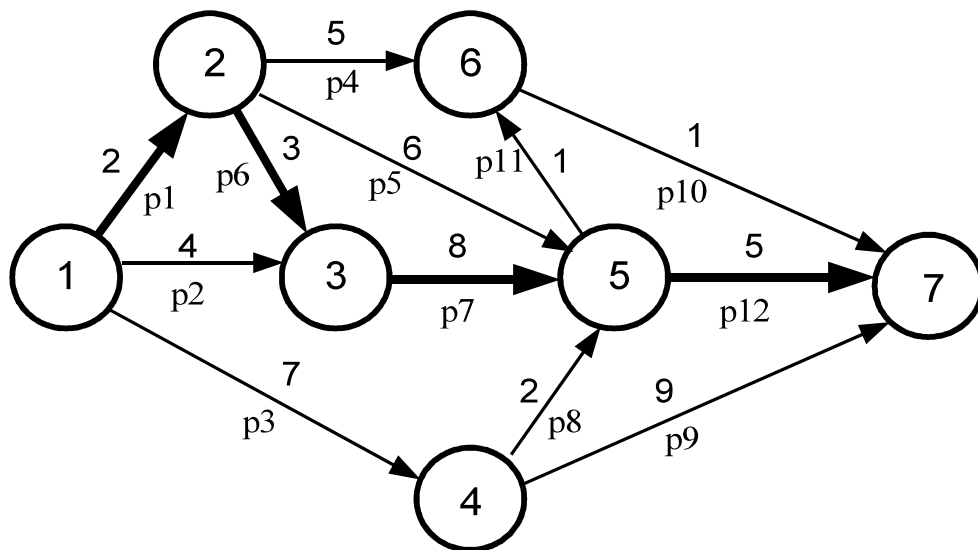


Рисунок 8.4 – Пример сетевого графика вычислительного процесса

Вершинами СГ являются события, соответствующие выполнению операций по обработке данных. Ребра СГ характеризуют направления вычислительного процесса, также время (на рисунке показано над стрелками) и число процессоров, отведенных для каждой операции (p1-p12).

События характеризуются началом и завершением вычислительной операции. Любая последовательность операций в СГ называется путем L . Продолжительность (длина) пути $T(L)$ равна сумме продолжительности составляющих его операций. Путь, имеющий наибольшую продолжительность $T_{кр}$, называется критическим. В таблице 8.1 приведены характеристики путей СГ, представленного на рисунке 8.4.

Табл. 8.1 – Характеристики маршрутов сетевого графика

N п.п.	Ln	T(Ln)	N п.п.	Ln	T(Ln)
1	1-2-6-7	8	6	1-3-5-7	17
2	1-2-5-7	13	7	1-2-3-5-7	18
3	1-2-5-6-7	10	8	1 - 4 - 7	16
4	1-2-3-5-6-7	15	9	1-4-5-6-7	11
5	1-3-5-6-7	14	10	1-4-5-7	14

Ранний и поздний сроки свершения конкретного i -го события $t_p(i)$ и $t_n(i)$ определяются по максимальному из путей, проходящих через это событие, причем $t_p(i)$ равно продолжительности максимального из предшествующих событию путей; $t_n(i)$ равно разности между $T_{кр}$ и продолжительностью максимального из последующих за событием путей. Резерв времени для некоторого события характеризует запас времени, на который можно сдвинуть сроки свершения других событий. Он равен разности между $t_n(i)$ и $t_p(i)$. События критического пути резерва времени не имеют.

На рисунке 8.5 представлена временная диаграмма событий сетевого графика по рисунку 8.4 с распределением процессоров по операциям.

Общее число процессоров, выделенных для реализации вычислительного процесса равно 10. Цифра над горизонтальными линиями соответствуют участкам СГ. Цифры под горизонтальными линиями соответствуют количеству процессоров, выделенных для выполнения конкретной операции. Общее число процессоров, находящихся в работе в каждый момент времени, не должно превышать 10.

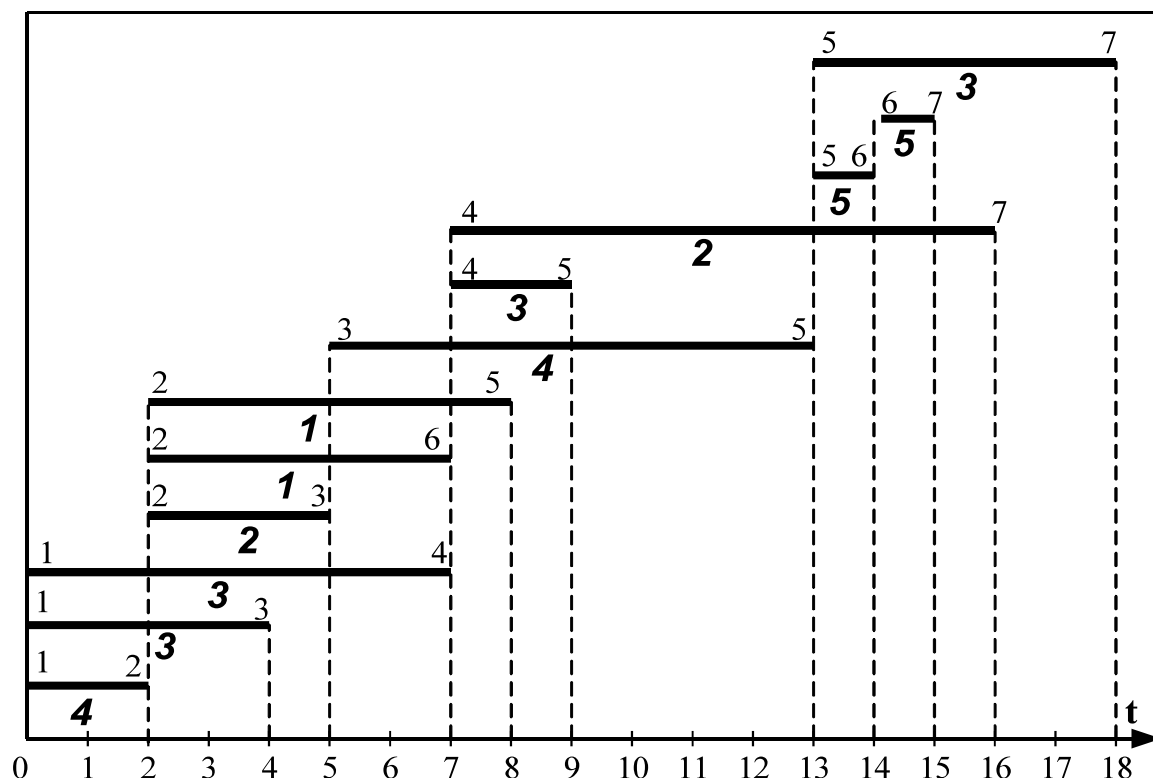


Рисунок 8.5 – Временная диаграмма событий сетевого графика с распределением процессоров по операциям

8.2 Постановка задачи

В таблице 8.2 представлены варианты заданий на лабораторную работу.

Необходимо:

- ознакомиться с работой демонстрационной программы распознавания графического образа, предложенной преподавателем;
- построить СГ вычислительного процесса распознавания места положения фрагмента графического образа:
- построить временную диаграмму событий сетевого графика с распределением процессоров по операциям

В качестве распараллеливания процесса в каждом задании рекомендуется использовать параллельную обработку данных по двум из трех способов.

Способ 1: по цветовым признакам модели **RGB**. Способ 2: по зонам поиска, число которых вычисляется по формуле (8.1). Способ 3: по вычислению выражений (8.2)-(8.6).

Табл. 8.2 – Варианты заданий

Задание	Способ	Общее число	Задание	Способ	Общее число
Вариант	распаралл-я	процессоров	Вариант	распаралл-я	процессоров
1	1 и 2	7	13	1 и 2	10
2	1 и 3	6	14	1 и 3	6
3	2 и 3	8	15	2 и 3	8
4	1 и 2	10	16	1 и 2	5
5	1 и 3	6	17	1 и 3	6
6	2 и 3	8	18	2 и 3	8
7	1 и 2	8	19	1 и 2	10
8	1 и 3	6	20	1 и 3	6
9	2 и 3	5	21	2 и 3	5
10	1 и 2	10	22	1 и 2	7
11	1 и 3	6	23	1 и 3	6
12	2 и 3	8	24	2 и 3	8

8.3 Контрольные вопросы

1. Опишите модель распознавания образа.
2. Дайте определение коэффициенту парной корреляции и укажите диапазон его изменения.
3. Определите основные способы распараллеливания вычислительного процесса.
4. Дайте определения основным элементам сетевого графика.
5. Дайте определение критического пути.