

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Севастопольский государственный университет»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторной работы №4**

по дисциплине

«Обработка изображений»

для студентов всех форм обучения направления подготовки

09.03.02 «Информационные системы и технологии»

09.03.03 «Прикладная информатика»

**Севастополь
2020**

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 4 по дисциплине «Обработка изображений» для студентов всех форм обучения направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 09.03.03 «Прикладная информатика» /Сост. О.А. Сырых, И.В. Дымченко – Севастополь: СевГУ, 2020. – 7 с.

.

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Информационные системы» (протокол № 1 от « 29» августа 2020 г.)

Лабораторная работа №4

Исследование алгоритмов выделения границ на растровых изображениях.

Цель:

- изучение алгоритмов фильтрации изображения с целью выделения границ;

Время: 6 часов

Лабораторное оборудование: персональные компьютеры, среда программирования

Краткие теоретические сведения

Необходимость выделения контуров на цифровых изображениях возникает в процессе решения большого количества задач, связанных с анализом графических объектов.

Выделение границ – термин в теории обработки изображения и компьютерного зрения, частично из области поиска объектов и выделения объектов, основывается на алгоритмах, которые выделяют точки цифрового изображения, в которых резко изменяется яркость или есть другие виды неоднородностей.

Алгоритм выделения границ или иначе обнаружения границ работают после того, как качество изображения улучшено. Эти алгоритмы можно подразделить на два класса:

- 1) подчеркивающие, усиливающие, выделяющие границы;
- 2) строящие контуры автоматически.

Известны линейные алгоритмы выделения границ и нелинейные. В качестве первых можно привести маски, похожие на те, которые используются в линейной фильтрации. Разница в том, что для выделения границ используются весовые коэффициенты разных знаков, как положительные, так и отрицательные.

Например, использования масок для горизонтальной или вертикальной обработки (выделения, усиления) изображения:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \text{ и } \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

В однотонных участках изображения, все точки имеют примерно одинаковую яркость, градиент уровней яркости низок, и в результирующем изображении подобные участки просто темнеют. Там, где имеются перепады (резкие переходы, края), крутизна изменения яркости высока и в конечном изображении в таких местах появляются яркие линии.

Другой вариант – нелинейные алгоритмы. К таким относятся апертуры Робертса и Собеля, Шарра, дифер. алгоритм и т.д.

Программа и порядок выполнения работы

В программный модуль для обработки изображений добавить фильтры выделения границ:

- Метод Кирша;
- Метод Лапласа
- Метод Робертса
- Метод Собеля
- Метод Уоллеса
- Статистический метод

Все методы выделения границ работают с яркостью точки, то есть со значением, полученным из значений трёх цветовых каналов по формуле (1). Однако для этого вовсе необязательно предварительно преобразовывать всё изображение к оттенкам серого, достаточно лишь получать значение яркости в тот момент и для той точки, с которой идёт работа, а полученное в результате преобразований значение повторять по трём каналам. И ещё: нельзя забывать о необходимости коррекции результата (0...255).

Метод Кириша работает с двумерной апертурой 3×3 следующего вида:

A_0	A_1	A_2
A_7	F	A_3
A_6	A_5	A_4

Сначала в цикле находятся все значения переменных S_i и T_i , где i изменяется от 0 до 7:

$$S_i = A_i + A_{i(+1)} + A_{i(+2)},$$

$$T_i = A_{i(+3)} + A_{i(+4)} + A_{i(+5)} + A_{i(+6)} + A_{i(+7)},$$

где «(+))» означает сложение по модулю 8, для которого может быть использована следующая функция:

```
function AddMod8 (X, Y: Integer): Integer;
var Sum: Integer;
begin
    Sum := X + Y;
    if Sum > 7 then Sum := Sum - 8;
    Result := Sum;
end;
```

После находятся значения модуля разности $|5 \cdot S_i - 3 \cdot T_i|$ для каждого i от 0 до 7 и значение максимума среди этих модулей:

$$F' = \max_{i=0..7} (5 \cdot S_i - 3 \cdot T_i)$$

Возможно, для обеспечения наблюдаемости потребуется повышение порога яркости сложением, например с числом 100 (подбирается экспериментально). Окончательное значение F' заносится в элемент F , после чего рабочее окно сдвигается на один элемент влево (далее – слева направо и сверху вниз).

Метод Лапласа осуществляет домножение каждого элемента двумерной апертуры 3×3 :

A	B	C
D	E	F
G	H	I

на соответствующий элемент матрицы Лапласа:

$$\begin{vmatrix} A & B & C \\ D & E & F \\ G & H & I \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} -1 & -2 & -1 \\ -2 & 12 & -2 \\ -1 & -2 & -1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -1 \cdot A & -2 \cdot B & -1 \cdot C \\ -2 \cdot D & 12 \cdot E & -2 \cdot F \\ -1 \cdot G & -2 \cdot H & -1 \cdot I \end{vmatrix}$$

Здесь речь идёт именно о простом умножении каждого элемента исходной матрицы на соответствующий элемент матрицы коэффициентов, не надо путать с перемножением матриц.

После перемножения все полученные значения элементов суммируются, при необходимости повышается порог яркости сложением эдак с числом 100, и результат помещается в центр, то есть в точку E . Затем рабочее окно сдвигается на один элемент влево (далее – слева направо и сверху вниз).

Существуют и другие матрицы Лапласа:

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

1	1	1
1	-2	1
-1	-1	-1

-1	1	1
-1	-2	1
-1	1	1

1	1	1
-1	-2	1
-1	-1	I

и т.д....

Метод Робертса, как показывает практика, является самым простым, самым быстрым и эффективным. Работает с двумерной апертурой 2×2 следующего вида:

$$\begin{vmatrix} f_{i,j} & f_{i,j+1} \\ f_{i+1,j} & f_{i+1,j+1} \end{vmatrix},$$

дифференцирование производится с помощью одного из выражений:

$$G_{i,j} = \sqrt{(f_{i,j} - f_{i+1,j+1})^2 + (f_{i,j+1} - f_{i+1,j})^2},$$

$$G_{i,j} = |f_{i,j} - f_{i+1,j+1}| + |f_{i,j+1} - f_{i+1,j}|$$

Здесь первая форма записи (с квадратным корнем) работает медленнее, но точнее. Возможно, для обеспечения наблюдаемости потребуется повышение порога яркости сложением например с числом 100. Окончательное значение G заносится в элемент $f_{i,j}$, после чего рабочее окно сдвигается на один элемент влево (далее – слева направо и сверху вниз).

Метод Собела работает с двумерной апертурой 3×3 следующего вида:

$$\begin{vmatrix} f_{i-1,j-1} & f_{i-1,j} & f_{i-1,j+1} \\ f_{i,j-1} & f_{i,j} & f_{i,j+1} \\ f_{i+1,j-1} & f_{i+1,j} & f_{i+1,j+1} \end{vmatrix}$$

Центральному (i,j) -му пикселю вместо $f_{i,j}$ присваивается значение яркости:

$$g_{i,j} = (X^2 + Y^2)^{1/2} \text{ либо } g_{i,j} = |X| + |Y|,$$

$$\text{где } X = (f_{i-1,j-1} + 2f_{i-1,j} + f_{i-1,j+1}) - (f_{i+1,j-1} + 2f_{i+1,j} + f_{i+1,j+1}),$$

$$Y = (f_{i-1,j-1} + 2f_{i,j-1} + f_{i+1,j-1}) - (f_{i-1,j+1} + 2f_{i,j+1} + f_{i+1,j+1}).$$

Сначала находятся значения переменных X и Y по приведённым выше формулам. После находится новое значение центрального элемента:

$$G = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

Возможно, для обеспечения наблюдаемости потребуется повышение порога яркости сложением, например, с числом 100. Окончательное значение g_{ij} помещается вместо элемента f_{ij} , после чего рабочее окно сдвигается на один элемент влево (далее – слева направо и сверху вниз).

Метод Уоллеса работает с двумерной апертурой 3x3 следующего вида:

A_0	A_1	A_2
A_7	F	A_3

$$F' = \frac{\ln\left(\frac{F}{A_1} \cdot \frac{F}{A_3} \cdot \frac{F}{A_5} \cdot \frac{F}{A_7}\right)}{4}$$

A_6	A_5	A_4
-------	-------	-------

Сразу находится новое значение центрального элемента по приведённой выше формуле; при этом, если знаменатель (A_i с нечётными значениями i) равен нулю, то к нему и к числителю добавляется единица (проще добавлять эту единицу всегда). Возможно, для обеспечения наблюдаемости потребуется домножение результата на очень большое число (например, 500) и повышение порога яркости сложением например с числом 100. Окончательное значение F' помещается вместо элемента F , после чего рабочее окно сдвигается на один элемент влево (далее – слева направо и сверху вниз).

Статистический метод является двухпроходовым и применим для любой апертуры, даже для прямоугольной. На первом этапе вычисляется среднее значение яркости по текущему рабочему окну:

$$\mu = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n F(i, j)$$

Далее вычисляется значение среднеквадратичного отклонения значений элементов рабочего окна от среднеарифметического значения:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (F(i, j) - \mu)^2}$$

Затем значения всех элементов рабочего окна домножаются на полученное отклонение:

$$F'(i, j) = \sigma \cdot F(i, j)$$

Возможно, для обеспечения наблюдаемости потребуется повышение порога яркости сложением с числом 100.

Статистический метод – единственный из рассмотренных, у которого изменяются значения сразу всех элементов.

Содержание отчета

Отчет по выполняемой лабораторной работе выполняется каждым студентом индивидуально на листах формата А4 в рукописном или машинном варианте исполнения и должен содержать:

- название работы;
- цель и задачи исследований;
- программный код реализованных алгоритмов;
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Метод Кирша;
2. Метод Лапласа
3. Метод Робертса
4. Метод Собела
5. Метод Уоллеса
6. Статистический метод

Библиография

1. Фурман Я. А., Юрьев А. Н., Яншин В. В. Цифровые методы обработки и распознавания бинарных изображений. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1992г-248 с.
2. Цифровая обработка аэрокосмических изображений. Версия 1.0 [Электронный ресурс] конспект лекций / В. Б. Кашкин, А. И. Сухинин.
3. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений.: М.: Техносфера, 2010. - 560 с, 32 с. ив. вкл..