

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова  
Кафедра вычислительных и программных систем  
Кафедра дифференциальных уравнений  
Кафедра теории функций и функционального анализа

# **Обработка информации в управляющих системах**

## **Часть 2**

### ***Методические указания к лабораторным работам***

*Рекомендовано  
Научно-методическим советом университета  
для студентов специальности и направления  
Прикладная математика и информатика*

Ярославль 2005

УДК 002.372.8  
ББК В182я73  
О 23

*Рекомендовано  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2005 года*

Рецензент  
кафедра теоретической информатики  
Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова

Составители А.К. Карлин, А.Д. Пендюр, Н.А. Стрелков

О 23      **Обработка информации в управляющих системах.**  
**Ч. 2:** Метод. указания / Сост. А.К. Карлин, А.Д. Пендюр,  
Н.А. Стрелков; Яросл. гос. ун-т.– Ярославль: ЯрГУ, 2005.–  
46 с.

Содержатся основные теоретические положения и предлагаются лабораторные работы для их освоения и экспериментального подтверждения на программных моделях.

Указания предназначены для студентов, обучающихся по дисциплине “Обработка информации в управляющих системах”, специальность 010200 Прикладная математика и информатика и направлению 510200 Прикладная математика и информатика (блок ДС), очной формы обучения. Могут быть использованы при выполнении расчетных, курсовых и дипломных работ.

УДК 002.372.8  
ББК В182я73

© Ярославский государственный университет, 2005  
© А.К. Карлин, А.Д. Пендюр, Н.А. Стрелков, 2005

## Лабораторная работа № 5

# Нормализация изображений

Целью данной работы является ознакомление с методом пространственной нормализации изображений, используемым на этапе предварительной обработки алгоритмами распознавания.

Задача нормализации изображений (т. е. некоторой стандартизации) возникает в тех случаях, когда поступающие на автоматическую обработку изображения объектов сняты в меняющихся условиях наблюдения. Например, могут меняться освещенность объекта и фона; положение объекта в поле обзора оптической системы; расстояние до объекта, т. е. его масштаб в кадре и т. п.

Рассмотрим наиболее часто встречающийся случай – нормализацию положения объекта в кадре [1]. В качестве стандартного примем такое положение объекта в кадре, при котором его главные оси параллельны координатным осям кадра. Главными осями будем считать прямоугольную систему координат, связанную с объектом и расположенную так, что относительно одной из осей момент инерции изображения максимален (или минимален).

Объектом будем считать связное множество светлых элементов (пятно), где светлые элементы **A** и **B** принадлежат одному пятну, если из **A** в **B** можно попасть, двигаясь только по смежным светлым элементам (смежным к элементу матрицы

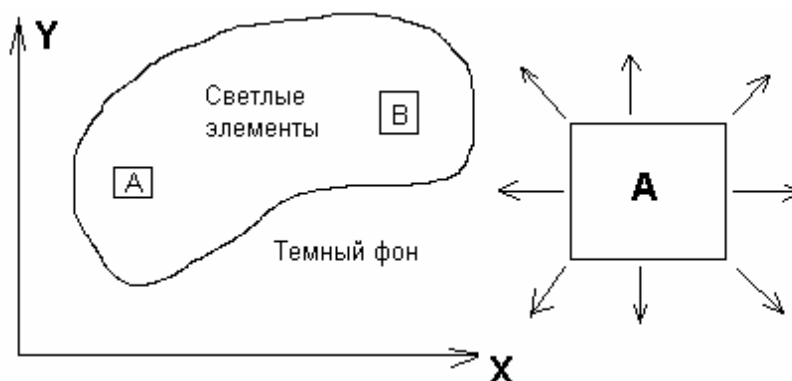


Рис. 1. Пример связной компоненты

считается соседний к нему элемент, выбранный в одном из восьми возможных направлений дискретной решетки) (см. рис. 1).

Моментом инерции  $M_l$  системы материальных точек относительно прямой  $l$  называется [2]

$$M_l = \sum m_i R_i, \quad (1)$$

где  $m_i$  – масса  $i$ -й точки;

$R_i$  – расстояние  $i$ -й точки до прямой  $l$ , а суммирование ведется по всем точкам системы.

Рассмотрим ситуацию, изображенную на рис. 2.

Пусть  $m_i$  – код яркости  $i$ -го элемента пятна. Моменты инерции пятна относительно осей  $cU$  и  $cV$  равны:

$$M_U = \sum m_i v_i; \quad (2)$$

$$M_V = \sum m_i u_i,$$

где суммирование ведется по всем элементам пятна.

Координатные системы, изображенные на рисунке, связаны следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} u_i &= x'_i \cos \varphi + y'_i \sin \varphi; \\ v_i &= -x'_i \sin \varphi + y'_i \cos \varphi; \\ x'_i &= x_i - a_0; \\ y'_i &= y_i - b_0. \end{aligned} \quad (3)$$

Подставляя уравнения (3) в (2), окончательно получим:

$$M_U = B_1 \sin^2 \varphi - B_2 \sin(2\varphi) + B_3 \cos^2 \varphi; \quad (4)$$

$$M_V = B_1 \cos^2 \varphi + B_2 \sin(2\varphi) + B_3 \sin^2 \varphi;$$

где

$$\begin{aligned} B_1 &= \sum m_i x_i^2 - a_0 \sum m_i x_i; \\ B_2 &= \sum m_i x_i y_i - b_0 \sum m_i x_i; \\ B_3 &= \sum m_i y_i^2 - b_0 \sum m_i y_i; \\ a_0 &= (\sum m_i x_i) / \sum m_i; \\ b_0 &= (\sum m_i y_i) / \sum m_i; \end{aligned}$$

- суммирование везде ведется по всем элементам пятна.

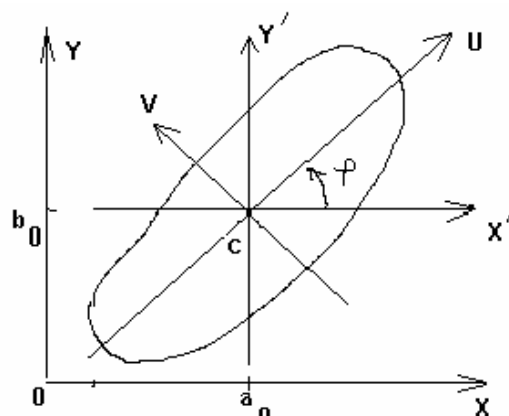


Рис. 2. Расположение координатных систем

Значение угла  $\varphi$  найдем из условия экстремума значения  $M_U$  (или  $M_V$ ):

$$\frac{dM_U}{d\varphi} = 0. \quad (5)$$

Подставляя уравнение (4) в (5), получим

$$\operatorname{tg}(2\varphi) = \frac{2B_2}{B_1 - B_3}, \quad (6)$$

откуда

$$\varphi = \frac{1}{2} \operatorname{arctg}\left(\frac{2B_2}{B_1 - B_3}\right) + k\pi, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

- четные значения  $k$  соответствуют одному экстремальному значению момента  $M_U$  (например, максимальному значению  $M_U$ ), а нечетные – второму (соответственно, минимальному значению).

### **Замечания**

1. Для симметричного (с центральной симметрией) пятна выражение (7) становится неопределенным. Действительно, как следует из выражений (4), для такого пятна  $B_2 = 0$  и  $B_1 = B_3$  (хотя точные значения встречаются редко). Этот факт следует учитывать при написании программы алгоритма, чтобы избежать аварийной ситуации.

2. Для угла поворота  $\varphi = \pi/4$   $B_1 = B_3$  и  $B_2 \neq 0$  (если фигура не симметрична), что также следует предусмотреть в программе как особый случай.

Приведенные выше соотношения позволяют сформулировать следующий алгоритм по определению угла поворота изображения связной фигуры и ее перемещения для придания стандартного положения в кадре.

### **Алгоритм**

Для определения угла поворота и перемещения изображения связной компоненты по мере поступления кодов яркости  $m_i$  элементов изображения и их координат  $x_i, y_i$  накапливаются следующие суммы: