

# Метод распознавания аффинно-преобразованного выпуклого контура

Авраменко В. В., Волков Р. С.

Сумский государственный университет, roman.email@yandex.ru

*A contour image recognition is one of the problems which pattern recognition is facing. There are many approaches of solving this problem, but the most valuable ones are those which allow performing a local recognition of the contour image. Moreover, in real life the contour being recognized often appears as affine-transformed standard.*

*The main goal of a research is to offer a method that allows performing a local recognition of affine-transformed standard contours. The method is based on a disproportion function theory and shows its capability of solving the mentioned problem.*

## ВВЕДЕНИЕ

Распознавание контуров является одним из этапов распознавания изображений в системах искусственного зрения [1]. Распознаваемый объект при этом описывается набором эталонных контуров. На практике, довольно часто объект съёмки расположен под углом к точке наблюдения, поэтому контуры такого объекта отличаются от эталонных. Если объект находится на значительном удалении от места съёмки, то его контуры чаще всего являются аффинно-преобразованными эталонными контурами этого объекта.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Имеется набор выпуклых эталонных контуров, а также распознаваемый контур. Этот распознаваемый контур получен в результате аффинного преобразования одного из эталонных контуров. Ставится задача определить какой эталон из набора является аффинно-преобразованным распознаваемым контуром, или доказать, что такого эталона в наборе нет.

## СПОСОБ ОПИСАНИЯ КОНТУРА

При любых аффинных преобразованиях площади соответствующих фигур остаются пропорциональными. Это свойство можно применить для распознавания аффинно-преобразованного контура. Для этого начало полярной системы координат помещается на любую точку контура, из него с фиксированным приращением угла проводятся лучи до пересечения с линией контура (рис. 1).

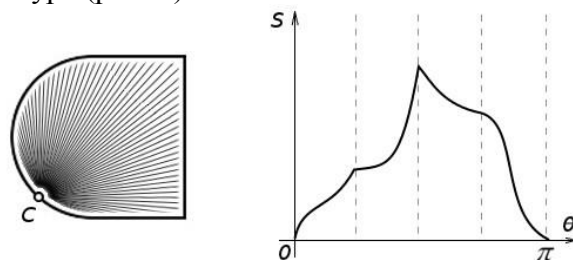


Рисунок 1 – Описание контура с помощью полярной системы координат

В результате образуется массив радиус-векторов, который разбивает общую площадь фигуры на меньшие составляющие. Таким образом, формируется зависимость  $S(\theta)$  площади фигуры от угла наклона к касательной в точке начала полярной системы координат. Данная зависимость однозначно описывает контур.

Предложенным способом производится описание как распознаваемого контура, так и каждого из эталонов.

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ НЕПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТЬ

Для определения, какому эталону соответствует распознаваемый контур, необходимо чтобы:

1) начала координат были расположены в соответствующих точках контуров;  
2) использовать инвариантную к смещению углов характеристику зависимости площади от угла. Первая задача решается путём перемещения начала полярной системы координат поочерёдно в каждую точку эталонного контура. Для решения второй задачи была применена относительная непропорциональность первого порядка для функций заданных параметрически [2, 3]. Она имеет следующий вид:

$$\textcircled{N}_{x(t)}^{(1)}y(t) = 1 - \frac{x(t)}{y(t)} \cdot \frac{y'_t(t)}{x'_t(t)} \quad (1)$$

Так как аффинные преобразования в общем случае не сохраняют линейную зависимость между соответствующими углами аффинно-связанных фигур, то предлагается по формуле (1) вычислять относительную непропорциональность  $S(\theta)$  по своей первой производной  $S'(\theta)$ :

$$\textcircled{N}_{S'(\theta)}^{(1)}S(\theta) = 1 - \frac{S'(\theta)}{S(\theta)} \cdot \frac{S''(\theta)}{S''(\theta)} = 1 - \frac{(S'(\theta))^2}{S(\theta) \cdot S''(\theta)} \quad (2)$$

В случае, если контуры аффинно-связаны и начала координат расположены в соответствующих точках контуров, то характеристика (2) будет принимать одинаковые значения как для эталонного, так и для распознаваемого контура, однако, в общем случае, при разных значениях угла.

### АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ

Алгоритм распознавания выпуклого аффинно-преобразованного контура по набору эталонов:

1. Начало полярной системы координат поочерёдно перемещается в каждую точку эталонного (-ых) контуров. Каждый раз вычисляется зависимость  $g_i(\theta)$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$  ( $N$  – количество точек в эталоне) площади от угла наклона к касательной в точке начала координат.  
2. Начало полярной системы координат помещается на произвольную точку распознаваемого контура и вычисляется зависимость  $f(\varphi)$  площади от угла наклона  $\varphi$  к касательной в точке начала координат.  
3. По формуле (2) для  $f(\varphi)$  и массива эталонных зависимостей  $g_i(\theta)$  вычисляются

относительные непропорциональности  $F(\varphi)$  и  $G_i(\theta)$ .

4. Для каждого значения переменной  $i$  из диапазона  $i = 1, 2, \dots, N$ , выполняются пп. 5,6.  
5. Поочерёдно производится поиск каждого значения  $F(\varphi)$  среди значений  $G_i(\theta)$ .  
6. Применяется решающее правило относительно количества и взаимного порядка найденных значений в п. 5.  
7. По результатам п. 6 принимается решение о том, является ли анализируемый контур аффинно-преобразованным эталоном.

### ВЫВОДЫ

Предложен метод распознавания выпуклых аффинно-преобразованных контуров по набору эталонов. Метод основан на свойстве аффинного преобразования сохранять пропорции площадей соответствующих фигур, а также на свойствах функций относительной непропорциональности. Практическая реализация метода показала его эффективность при решении поставленной задачи.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Путятин, Е. П. Нормализация и распознавание изображений [Электронный ресурс] / Сумский гос. ун-т, летняя научн.-практ. школа «Интеллектуальные системы». – Режим доступа: URL: <http://sumschool.sumdu.edu.ua/is-02/rus/lectures/pytyatin/pytyatin.htm>.
- [2] Авраменко, В. В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применение. Деп. в ГНТБ Украины 19.01.98, № 59 – Ук 98.
- [3] Авраменко, В. В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применение при решении задач диагностики [Текст] / В. В. Авраменко // Вісник СумДУ. – 2000. № 16. – С.12 – 20.