

## РАСПОЗНАВАНИЕ АФФИННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ КОНТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В. В. Авраменко, канд. техн. наук; Р. С. Волков, аспирант,  
Сумский государственный университет  
roman-email@yandex.ru

В системах искусственного зрения часто необходимо распознавать фрагменты эталонных контуров на анализируемом изображении. При определённых условиях наблюдения объекта эти фрагменты могут быть аффинно-преобразованными по отношению к известным эталонным изображениям.

Для решения этой задачи предлагается контурное изображение описывать параметрически в полярной системе координат. Начало координат последовательно перемещать по контуру распознаваемого и эталонных изображений. При этом строить зависимость длины радиус-вектора, соединяющего начало координат с каждой точкой на контуре, от угла его наклона к касательной [2]. На основе полученных данных находить функцию приращения площади в зависимости от изменения параметра  $\theta$  – угла наклона к касательной в точке начала координат (рис. 1).

Аффинное преобразование имеет свойство сохранять неизменными соотношения соответствующих площадей фигур до и после их преобразования (рис. 2).

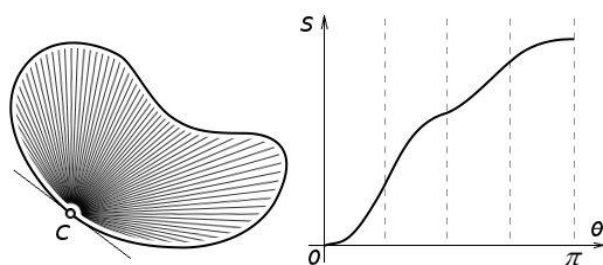


Рис.1. Построение зависимости площади от угла наклона

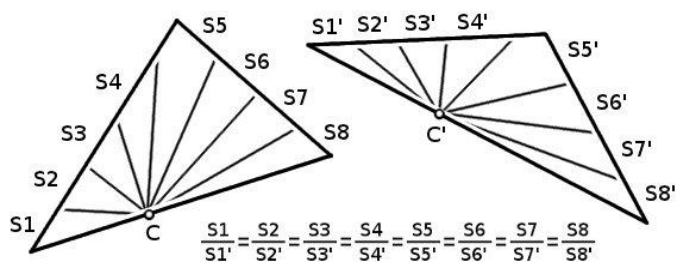


Рис.2. Пропорциональность соответствующих площадей S и S' до и после их аффинного преобразования

С помощью функции непропорциональности по производной первого порядка [1] определяются значения параметра  $\theta$ , при которых радиус-векторы ограничивают собой пропорциональные площади на изображении и эталоне

$$@d_{S_{\text{э}^3}}^{(1)} S_{\text{из}} = \frac{S_{\text{из}}(\theta)}{S_{\text{э}^3}(\theta)} - \frac{d S_{\text{из}}(\theta)/d\theta}{d S_{\text{э}^3}(\theta)/d\theta},$$

где  $@d_{S_{\text{э}^3}}^{(1)} S_{\text{из}}$  – функция непропорциональности по производной первого порядка функции  $S_{\text{из}}(\theta)$  по  $S_{\text{э}^3}(\theta)$ ;

$S_{\text{из}}(\theta)$  – функция зависимости площади распознаваемого изображения от параметра  $\theta$ ;

$S_{\text{э}^3}(\theta)$  – функция зависимости площади эталонного изображения от параметра  $\theta$ .

Для приближенного вычисления производных  $d S_{uz}(\theta)/d\theta$  и  $d S_{эм}(\theta)/d\theta$  используются приращения соответствующих площадей  $\Delta S_{uz}(\theta)$  и  $\Delta S_{эм}(\theta)$ .

Полученные значения параметра  $\theta$  используются для нахождения координат соответствующих точек на изображении и эталоне. По координатам всего двух пар таких точек определяются коэффициенты аффинного преобразования по формулам:

$$a_{11} = \frac{x_{uz2}y_{эм1} - x_{uz1}y_{эм2}}{x_{эм2}y_{эм1} - x_{эм1}y_{эм2}}; \quad a_{12} = \frac{x_{uz1} - a_{11}x_{эм1}}{y_{эм1}};$$

$$\dot{a}_{22} = \frac{\tilde{\sigma}_{y\dot{\theta}1}\dot{\sigma}_{\dot{\epsilon}2} - \tilde{\sigma}_{y\dot{\theta}2}\dot{\sigma}_{\dot{\epsilon}1}}{\tilde{\sigma}_{y\dot{\theta}1}\dot{\sigma}_{\dot{\epsilon}2} - \tilde{\sigma}_{y\dot{\theta}2}\dot{\sigma}_{y\dot{\theta}1}}; \quad \dot{a}_{21} = \frac{\dot{\sigma}_{\dot{\epsilon}1} - \dot{a}_{22}\dot{\sigma}_{y\dot{\theta}1}}{\tilde{\sigma}_{y\dot{\theta}1}}$$

где  $a_{11}$ ,  $a_{12}$ ,  $a_{21}$ ,  $a_{22}$  – коэффициенты аффинного преобразования,  $(x_{uz1}, y_{uz1})$ ,  $(x_{эм1}, y_{эм1})$ ,  $(x_{uz2}, y_{uz2})$ ,  $(x_{эм2}, y_{эм2})$  – соответствующие точки изображения и эталона.

Когда начала полярной системы координат находятся в соответствующих точках фрагмента изображения и его эталона, аффинно-преобразованный в соответствии с найденными коэффициентами эталонный контур совпадёт со своими фрагментами на изображении (рис.3). В противном случае начало координат эталона перемещается в следующую точку контура.

Функция непропорциональности по производной первого порядка равна нулю для всех значений параметра  $\theta$ , которым соответствуют фрагменты эталона на изображении. Если значения этой функции отличны от нуля, то это указывает на наличие в анализируемом контуре фрагмента, не принадлежащего рассматриваемому эталону. На рис. 4 этому случаю соответствуют значения параметра  $\theta$  при  $117 \leq \theta \leq 150$

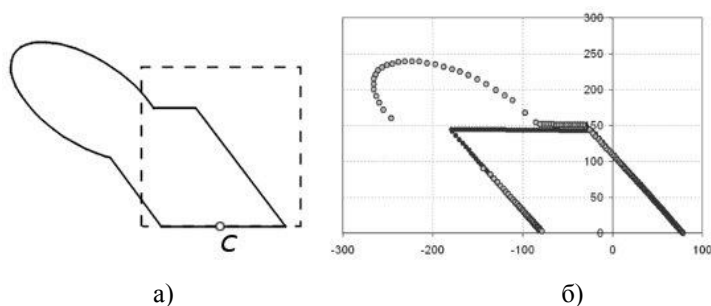


Рис. 3. Распознаваемое изображение и эталонный контур (пунктир) до его аффинного преобразования а) и после б)

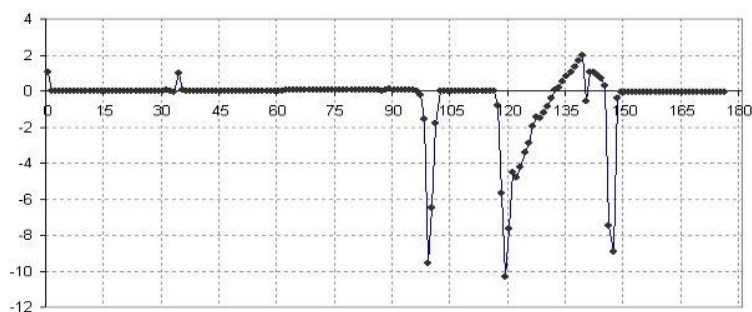


Рис. 4. Значения функции непропорциональности

Программная реализация метода показала его эффективность при решении поставленной задачи.

1. Авраменко В. В. Характеристики непропорциональности числовых функций. Деп. В ГНТБ Украины 19.01.1998 №59 – Ук98.
2. Авраменко В. В. Распознавание фрагментов выпуклых контурных изображений / В. В. Авраменко, Р. С. Волков// Вестник СумГУ. Серия Технические науки, 2011.– 124 с.