

4. Распознавание образов и анализ изображений

Результаты распознавания, полученные с использованием преобразований Фурье и Хаара, приведены в табл.1, где указано количество ошибок распознавания.

В заключение отметим, что были получены относительно неплохие результаты, несмотря на то, что исходные изображения не подвергались практически никакой предобработке.

Литература :

1. Садыхов Р.Х., Чеголин П.М., Шмерко В.П. Методы и средства обработки сигналов в дискретных базисах. Минск. Наука и техника, 1987.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М.: Мир, 1982. Т.1,2.

УДК 681.325

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ОСНОВАННЫЙ НА ПРЕОБРАЗОВАНИИ ХАФА И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ

Вершок Д.А.

Институт технической кибернетики НАН Беларуси

Выделение на изображении геометрических примитивов является одной из основных задач в области компьютерного видения. Преобразование Хафа (ПХ) [1] и его различные модификации известны как популярные методы решения этой задачи. ПХ успешно применяется для нахождения объектов, которые могут быть описаны аналитически и параметризованы. Суть его состоит в том, что в результате преобразования пиксел из пространства исходного изображения отображается в кривую в

некотором параметрическом пространстве. Это пространство организуется в виде массива-аккумулятора с дискретными накапливающими ячейками. Ячейка содержит информацию о количестве кривых проходящих через нее. Таким образом, максимумы в массиве-аккумуляторе соответствуют определенным образом параметризованным объектам из пространства изображения. Ясно, что количество параметров, определяющих объект, задают мерность параметрического пространства.

В общем случае эллипс на плоскости можно описать уравнением

$$(((x-x_c)\cos Q - (y-y_c)\sin Q)/a)^2 + (((x-x_c)\sin Q + (y-y_c)\cos Q)/b)^2 = 1 \quad (1)$$

где x_c, y_c - координаты центра; a - большая ось; b - малая ось; Q - наклон большой оси относительно оси X .

Из (5) видно, что для выделения эллипса (определения параметров x_c, y_c, a, b, Q) по методу Хафа [2] необходимо строить 5-и мерный массив-аккумулятор. Такой подход неприемлем в первую очередь из-за повышенных требований к памяти. Например, если разбить каждый параметр на n интервалов, то для хранения массива-аккумулятора необходимо n^5 ячеек (при $n=32$ это составит 32Mb). Поэтому предлагается алгоритм выделения эллипсов на основе ПХ, но состоящий из двух этапов: 1) определение центра эллипса, 2) определение параметров a, b, Q .

1. Алгоритм

Для определения центра предлагается алгоритм, учитывающий геометрические особенности эллипса. А именно то, что его центр расположен на прямой, проходящей через точку (r) пересечения касательных к любым двум точкам x_1, x_2 , принадлежащим эллипсу и их среднюю точку x_3 (рис.1).

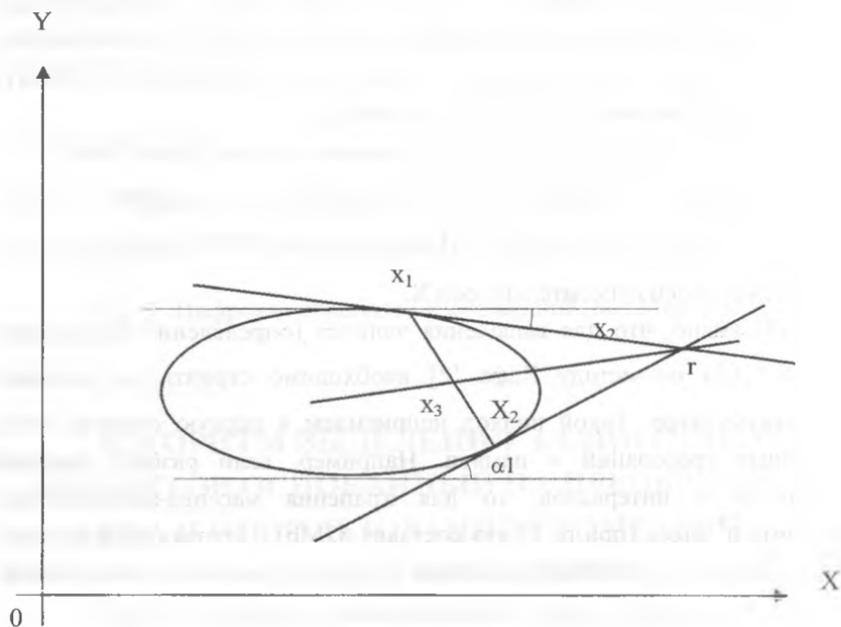


Рис. 1 Определение центра эллипса.

Вначале определяются направления касательных в двух предполагаемых точках эллипса. Для этого проводится локальный анализ изображения в окне размером 3×3 пиксела. Направления задаются углами α_1 и α_2 относительно оси X рис.1. Координаты точки r определяются из следующих соотношений.

$$\left. \begin{aligned} r_x &= \frac{y_1 + \alpha_1 x_2 - y_2 + \alpha_1 x_1}{\alpha_2 - \alpha_1} \\ r_y &= y_1 + \alpha_2 (x_1 - x_2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где x_1, y_1 - координаты точки x_1 ; x_2, y_2 - координаты точки x_2 .

Далее для определения параметров x_c, y_c используется одномерное ПХ с построением массива аккумулятора в пространстве X,Y. Для этого, опишем прямую, проходящую через центр эллипса, уравнением прямой по двум точкам (r и x_3) и преобразуем это уравнение к виду (3),

$$y_c = \frac{x_c - r_x}{x_3 - r_x} (y_3 - r_y) + r_y \quad (3)$$

где x_3, y_3 - координаты точки x_3 ; x_c, y_c - координаты центра.

Последовательно изменяя x_c , вычисляем значение y_c . Приведенная последовательность действий проводится для всех пар точек в исходном изображении. Максимум в массиве накопителе определяет координаты x_c, y_c центра искомого эллипса.

Оставшиеся три параметра могут быть определены напрямую из уравнения (4), которое описывает эллипс, перемещенный в центр координат (для каждой точки необходимо выполнить преобразование сдвига с учетом x_c, y_c).

$$((x \cos Q - y \sin Q / a)^2 + ((x \sin Q + y \cos Q) / b)^2 = 1, \quad (4)$$

Однако в этом случае преобразование Хафа требует создание массива аккумулятора размером n^3 байт. Поэтому на этом этапе применяется подход подобный описанному в [3]. Для этого уравнение (4) умножим на

a^2 :

$$(x \cos Q - y \sin Q)^2 + ((x \sin Q + y \cos Q)(a/b))^2 = a^2, \quad (5)$$

положим $h = a/b$ и, продифференцировав (5) получим:

$$2(x \cos Q - y \sin Q)(x \cos Q - y \sin Q) + 2h^2(\sin Q + y' \cos Q)(x \sin Q + y \cos Q) = 0 \quad (6)$$

здесь $y' = \frac{dy}{dx}$ определяется из результатов локального анализа в точке

x, y .

Из (6) находится выражение для параметра h^2 в терминах параметра Q . Применяя затем двумерное ПХ, получим массив-аккумулятор для параметров h^2 и Q . Максимумы в нем и определяют эти параметры. Параметр a^2 определяется применением одномерного ПХ к выражению (5). Найденные 5 параметров полностью определяют эллипс в исходном изображении.

В предложенном алгоритме используются ПХ размерностью не выше двух, что позволяет значительно снизить требования к памяти и упростить вычисления.

ЛИТЕРАТУРА

1. P.V.C. Hough "Method and Means for Recognition Complex Patterns", U.S. Patent 3069654 (December 18, 1962).
2. H.K. Yuen, J. Illinworth and J. Kittler, "Detecting partially occluded ellipses using the Hough transform", Image and Computer Vision, Vol.7, no. 1, pp.31-37, February 1989.
3. A.S. Aguado, M.S. Nixon "A new Hough Transform Mapping for Ellipse Detection", Image, Speech and Intelligent systems 1995, no 6, <http://www.ecs.soton.ac.uk/publications/rj95/isis/asag97/albrj.htm>