

Алгоритм сегментации как метод компрессии изображений

А. Ю. Гладырева¹

Abstract – An algorithm of image segmentation was considered. The stages of images segmentation were detailed illustrated. The image segmentation as a method of compression was analyzed. Positive and negative aspects of algorithm were described.

Ключевые слова – Сжатие изображений, алгоритм сегментации, яркостный переход, преобразование Хо, граничные точки.

I. ВВЕДЕНИЕ

Необходимым предварительным этапом распознавания объектов на изображении является его сегментация, т. е. разбиение на части, поддающиеся единому описанию в пространстве выбранных признаков. Целью сегментации является удаление неиспользуемой при последующем распознавании информации об объектах на изображении.

II. ЭТАПЫ СЕГМЕНТИРОВАНИЯ. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

Методы сегментации изображений делятся на два класса: разметка внутренних точек областей однородности и выделение их границ. Последние обычно применяются, когда для разных областей не удаётся найти общий признак однородности. Задача сегментации разбивается на несколько этапов (рис. 1):



Рис. 1 Этапы сегментации изображений

Целью сглаживания на предварительном этапе сегментации является удаление шума с сохранением или даже обострением перепадов яркости на границах областей. Наиболее распространенным подходом к выделению потенциальных граничных точек является анализ скорости изменения функции яркости. Если величина скорости в данной точке достаточно велика, то это свидетельствует о наличии резкого перепада яркости. Идея метода аппроксимации перепадов яркости [1] состоит в определении параметров модели идеального перепада яркости, наилучшим образом аппроксимирующем исходное изображение в окрестности некоторой точки. В результате, если выбранный критерий качества аппроксимации и оцененное значение величины

перепада превышают соответствующие пороги, то для данного фрагмента изображения принимается решение о наличии перепада с вычисленными параметрами.

Цель утончения состоит в формировании граничной линии шириной в один элементарный элемент (пиксель), проходящей посередине широкой полосы потенциальной границы. Одним из основных требований к алгоритмам утончения является сохранение непрерывности границ. Тем не менее, вследствие воздействия аддитивного шума, непостоянства величины перепада яркости вдоль границ, неверного выбора порога при получении бинарного изображения разрывы в контурах всё же возникают. Следовательно, необходима дополнительная обработка контурных перепадов после процедуры утончения – удаление разрывов.

Использование градиентных методов для выделения потенциальных точек не всегда оправдано, так как обладает рядом недостатков: выделение только резких локализованных перепадов яркости и очень грубая оценка направления перепада. Информация о направлении очень важна для последующих этапов сегментации. По этой причине, весьма полезной оказывается информация о разности яркостей, а также о нижней и верхней границе яркости перепада. Подобные оценки дают методы аппроксимации яркостных переходов.

Этапы вычисления характеристик модели яркостного перехода можно представить следующим образом (рис. 2):

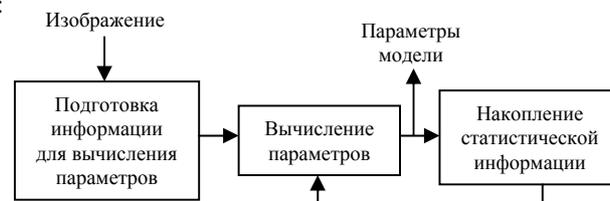


Рис. 2 Этапы вычисления параметров модели яркостного перехода

Для построения подходящей модели яркостного перехода, нам необходимо оценить плотности вероятностей параметров яркостного перехода. К сожалению, вид плотности вероятности в большинстве случаев нам неизвестен. В этом случае, необходимо использовать непараметрические методы оценивания плотностей вероятности. Такие методы могут использоваться даже тогда, когда полностью отсутствует априорная информация о плотности вероятности.

¹ Международное научно-учебное учреждение информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, пр-т академика Глушкова, 40, Киев, 03680, УКРАИНА, E-mail: anjuta_g@bk.ru

Так как при сегментации изображений приходится иметь дело с априорно неизвестными статистическими распределениями параметров модели, то в процесс обработки включается этап накопления статистических параметров. Это позволяет выполнять последовательное приближение оцениваемых плотностей вероятности. Таким образом, весь алгоритм становится адаптивным и итеративным. Для определения параметров модели, производятся несколько раз одни и те же вычисления, но с учётом уточнённых статистических распределений.

При таком способе обработке немаловажную роль играет этап подготовки информации для вычисления параметров модели яркостного перехода. В зависимости от того насколько мы сможем уменьшить объём информации на этом этапе, настолько возрастает производительность вычисления параметров на каждой итерации.

Если рассмотреть сегментацию изображений с точки зрения классической теории распознавания образов, то можно прийти к выводу, что основной целью этапа подготовки изображения является сокращение избыточности информации содержащейся в изображении. Низкочастотная фильтрация отвечает данной цели, так как с её помощью из изображения удаляются высокочастотные шумы.

Анализируя различные методы выделения потенциально граничных точек, можно заметить, что большинство методов использует в качестве модели яркостного перехода геометрически линейный переход, в котором яркость пикселей меняется только поперек перехода и остается (в идеальном случае) неизменной вдоль перехода. Таким образом, яркостной переход может быть представлен в виде набора смежных параллельных отрезков, каждый из которых составлен из пикселей одинаковой яркости.

Группируя смежные пиксели одинаковой яркости, можно значительно уменьшить объем обрабатываемой информации. Таким образом, мы сможем: 1. Сократить объём обрабатываемой информации. 2. Представить информацию в максимально удобном виде.

Поиск пикселей входящих в яркостной переход можно заменить поиском смежных параллельных отрезков, составленных из пикселей одинаковой яркости. При этом не требуются никакие дополнительные вычисления, используется только выборка из массива.

Более подробная схема обработки показана на рис. 3:

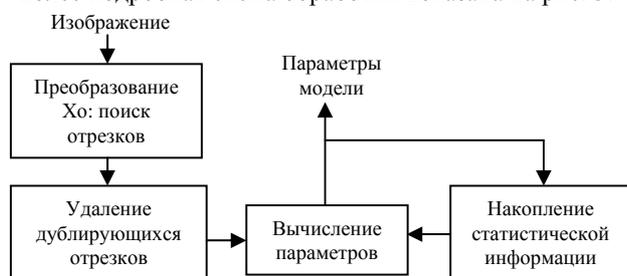


Рис. 3 Этапы вычисления параметров модели с использованием преобразования Хо

После преобразования Хо (Hough-transform) [2] мы получим много избыточной информации. Так, например, в матрицу параметров отрезков, будут включены не только самые большие отрезки, но и маленькие отрезки из которых составлены большие.

Дополнительный этап обработки позволяет избавиться от этой избыточной информации при заданной погрешности, значительно уменьшив объем обрабатываемой на последующих этапах информации.

Использование преобразования Хо для обработки больших изображений может повлечь за собой значительное увеличение временных затрат, поэтому целесообразно рассмотреть задачу повышения быстродействия алгоритма преобразования Хо.

Пусть нам дано бинарное изображение $I(x, y)$. Каждая точка этого изображения может принимать значения 0 (светлый участок изображения) или 1 (тёмный участок изображения).

Зададим аналитическую кривую как функцию (x, y, \vec{a}) , где $\vec{a} = \{a_1 \dots a_k\}$ - параметры кривой: $(x, y, \vec{a})=0$, если точка x, y не входит в кривую с параметрами \vec{a} ; $(x, y, \vec{a})=1$, если точка x, y входит в кривую с параметрами \vec{a} .

Тогда преобразование Хо даст нам:

$$S(\vec{a}) = \iint I(x, y) \cdot (x, y, \vec{a}) dx dy \quad (1)$$

где $S(\vec{a})$ - количество тёмных точек изображения, принадлежащих к кривой с вектором параметров \vec{a} . Набор значений $S(\vec{a})$ для всего множества параметров $\vec{a} \in A$ называется спектром параметров.

III. ВЫВОД

Рассмотренный алгоритм сегментации позволяет проводить эффективное сжатие изображений.

Наиболее просто выполняется сегментация изображений, состоящих из однородных по яркости областей. Если же изображение содержит большое число различного рода областей, то его разбиение на однородные подмножества точек может оказаться невозможным.

Тем не менее, исследуя характер локальных неоднородностей на границах областей, удаётся выделить подмножество точек изображения, предположительно принадлежащих этим границам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин.- М.: ДИАЛОГ - МИФИ, 2002.- 384 с.
- [2] Hofmann T., Puzicha J., Buhmann J. Unsupervised segmentation of textured images by pairwise data clustering// Proc. of IEEE Int. Conference of Image Processing.- Lausanne, 1996.- Vol. 3- P. 137- 140.