



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ОСНОВАННОЕ НА
ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИТОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

Бритик В.И., Семенец В.В., Струков Е.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Сегментация является одной из основных задач обработки разнообразных изображений во многих прикладных областях. Изображения участков поверхности земли, космических объектов, рентгеновские снимки и результаты томографических обследований, как правило, имеют множество составных частей, представляющих самостоятельный интерес для исследования. Части изображений, называемые сегментами, образуются совокупностями точек, которые соответствуют определённому критерию однородности. В качестве признаков однородности обычно используют цвет, интенсивность или текстурные признаки. В задачах компьютерной сегментации, помимо выделения самих сегментов изображения, часто желательно сохранить их структурные особенности при различных преобразованиях и сократить объем памяти, занимаемой изображением.

В настоящее время разработано большое количество алгоритмов сегментации изображений от простейших пороговых до довольно сложных алгоритмов, основанных на анализе распределений встречаемости структурных элементов. Простота применения пороговых методов сопровождается переборным характером определения порога, что существенно увеличивает количество выполняемых операций.

Хранение изображений в памяти компьютера и их преобразование выполняется в дискретном виде. Практически дискретизация выполняется устройством ввода (цифровой фотоаппарат, сканер и т.п.). Для цветных изображений в модели RGB каждый отдельный слой (R, G и B) рассматривается и обрабатывается как двумерный массив, любой иной цвет образуется путем смешения в различных пропорциях этих трех базовых цветов.

В формате RGB исходное изображение в компьютере представляется в виде последовательности значений откликов $B(i, j) = I_{RGB}^K(i, j)$, каждое из которых рассматривается как число в двоичном коде, представленное в виде:

$$B(i, j) = I_{RGB}^K(i, j) = I_{RGB}^K(n\Delta x, m\Delta y) + N_{RGB}^K(n\Delta x, m\Delta y), \quad (1)$$

где $I_{RGB}^K(n\Delta x, m\Delta y)$ - величина отражённой интенсивности света (в двоичном коде), падающего на наблюдаемый объект в некоторой точке и проецируемого в плоскость формирования изображения с координатными осями $x, y, k \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ - номера битовых плоскостей; $N_{RGB}^K(n\Delta x, m\Delta y)$ - шумы измерения, объединяющие шумы неоднородности освещения наблюдаемого объекта и шумы тракта регистрации изображений; $\Delta x, \Delta y$ - интервалы дискретизации двумерного непрерывного сигнала по осям x и y , как правило, принимаются равными единице; $i = \overline{1, M}$; $j = \overline{1, N}$; M и N определяют размерность двумерного массива, содержащего характеристики точек исходного изображения.

Один из алгоритмов выделения сегментов основан на выборе набора битовых полей (срезов) в представлении исходного изображения, которые определяют некую границу в значениях интенсивности света. Процедура определения и, затем обнуления, номеров таких плоскостей может быть основана либо на анализе битового распределения (битовой гистограммы) исходного изображения, либо на интерактивном вводе некоторого числа, определяющего, какие битовые поля изображения (или их набор), пользователь желает отобразить на экране для последующего анализа. Первый вариант усложняет набор выполняемых операций, но дает формальное обоснование формируемого среза. Второй вариант предполагает использование ранее накопленного опыта пользователя.

Такая процедура может быть описана следующим выражением



$$B(i, j) = I_{RGB}^K(i, j) \& BR_z, \quad (2)$$

где BR_z - операнд формирования битовых срезов. При практической реализации данной процедуры для определения маски битовых срезов в интерактивном режиме предпочтительнее считывать RGB-коды некоторой выбираемой исследователем характерной точки обрабатываемого изображения, что делает процесс обработки изображения более удобным и наглядным.

Пусть на изображении имеются два объекта A и B . Вектора цвета представительных точек этих объектов имеют вид:

$$\overline{A}^2 = a_R^2 + a_G^2 + a_B^2, \quad \overline{B}^2 = b_R^2 + b_G^2 + b_B^2,$$

а расстояние между ними: $\overline{AB}^2 = (a_R^2 - b_R^2) + (a_G^2 - b_G^2) + (a_B^2 - b_B^2)$.

Пусть удалось определить цветовые составляющие наиболее представительных компонент одного из этих объектов – $A\{a_R, a_G, a_B\} \rightarrow A\{BRa_R, BRa_G, BRa_B\}$. Согласно предлагаемому алгоритму выполним для каждой точки изображения операцию побитового «и» со значениями цветовых компонент объекта A . Значения цветовых компонент объекта A изменятся в пределах вариации значений $a_R \cong a_R' = a_R \& BRa_R$, $a_G \cong a_G' = a_G \& BRa_G$, $a_B \cong a_B' = a_B \& BRa_B$. Значения цветовых компонент объекта B уменьшатся, т.к. удаляются все единичные биты, не входящие в маски a_R, a_G, a_B .

$$b_R \geq b_R' = b_R \& BRa_R, \quad b_G \geq b_G' = b_G \& BRa_G, \quad b_B \geq b_B' = b_B \& BRa_B.$$

Равенство в этих выражениях возможно только в том случае, когда значения цветовых компонент совпадают, что практически означало бы их идентичность.

Естественно, расстояние между векторами цветовых компонент увеличится

$$\overline{AB'}^2 = (a_R^2 - b_R'^2) + (a_G^2 - b_G'^2) + (a_B^2 - b_B'^2) \geq \overline{AB}^2,$$

что приведёт к изменению соотношений и вызовет сегментацию.

Предложенный алгоритм можно модифицировать, заменив в выражении (2) битовую операцию И (&), операцией суммирования по модулю 2 ($\oplus$):

$$B(i, j) = I_{RGB}^K(i, j) \oplus BR_z. \quad (3)$$

В этом случае для каждой точки изображения объектов A и B выполняется операция побитового суммирования по модулю 2 со значениями цветовых компонент выбранного объекта A - BRa_R, BRa_G, BRa_B . Естественно значения цветовых компонент объекта A примут, в пределах вариации значений, значения близкие к нулю, за счет чего расстояние между векторами цветовых компонент объектов A и B увеличится. А это приведет к сегментации исходного изображения. При этом, такая модифицированная процедура обеспечивает полное сохранение распределения значений для всех объектов сегментирования.

Таким образом, описанные процедуры позволяют несложными битовыми операциями проводить сегментацию изображений, причем модифицированный алгоритм сохраняет их структурные особенности и сокращает необходимый объем памяти. Данные процедуры можно комбинировать в различной последовательности и использовать их результаты при решении других задач обработки изображений.