

УДК 004.9

СЕГМЕНТАЦИЯ ТЕКСТУР НА ОСНОВЕ ЛОКАЛЬНЫХ БИНАРНЫХ ПАТТЕРНОВ*Тимощенко П.А.**Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара*

В статье предложен ряд модификаций общепринятого алгоритма сегментации изображений на основе локальных бинарных паттернов, позволяющих уменьшить объем финальных уточнений результатов. Кроме того, предлагаемые изменения вносят дополнительную гибкость в процесс настройки работы сегментации.

Введение

Задача анализа текстур – одна из наиболее важных и сложных этапов процесса обработки изображений, актуальность которой не только не снижается, но и растет с развитием вычислительных мощностей, аппаратных возможностей устройств считывания изображений и т.д. Благодаря своей неисчерпаемости задача анализа и сегментации текстур является одной из основных в компьютерном зрении и распознавании образов. Она требует решения четырех основных проблем: классификации, основанной на текстурной информации, сегментации изображения на регионы одной текстуры, синтез текстур для графических приложений, а также извлечение информации о поверхности, текстура которой анализируется.

Ранние методы сегментации текстур основывались на статистическом анализе. Наиболее широко распространенные методы включают: метод на основе матриц вхождений [1], подходы на основе фильтрации [2], особое внимание занимает Габор-фильтрация [3] и различные вейвлет преобразования. Существует еще множество других, не менее известных методов, среди которых особое место занимает метод на основе локальных бинарных паттернов, впервые предложенный в [5]. Этот метод лежит в основе популярного ныне метода сегментации описанного в [6]. В данной работе предлагается модификация метода [6], позволяющего получить более гибкую схему слияния регионов с максимально одинаковой текстурой.

В основе многих методов сегментации изображений, да и родственных областей обработки изображений лежит метод, основанный на следующих этапах:

1. Преобразуем исходное изображение в некоторое пространство признаков.
2. Разбиваем это изображение на некоторые регионы.
3. Объединяем регионы в области согласно выбранному критерию подобия.
4. Уточняем границы каждой области.

Именно от результатов объединения регионов часто зависит качество сегментации, так как процедура уточнения границ не всегда способна исправить ситуацию с неправильной классификацией нескольких регионов. Поэтому, необходимо получить более гибкую возможность по сравнению с [6] для уменьшения числа неправильно классифицированных регионов. Основу для этой возможности складывает пространство признаков, в которое будет преобразовываться исходное изображение.

Исходное изображение переводится в пространство локальных бинарных паттернов (LBP) на основе которого проводится анализ распределений и получение более высокоуровневых признаков. LBP – это структурный дескриптор, позволяющий провести перекодировку окрестности некоторой точки. Пример вычисления паттерна для окрестности 3×3 изображен на рис.1. Каждой точке в окрестности ставится в соответствие 1, если ее значение больше значения центральной точки, иначе ставится 0 (рис. 1, б). Результат умножается на число, равное 2 в степени номер точки в окрестности (рис. 1, в). Затем вычисляется сумма, которая и будет соответствовать паттерну. Например, для рис. 1: $LBP = 1+8+32+128 = 169$, $C = (6+7+9+7)/4 - (2+1+3+5)/4 = 4.5$, $M = (6+5+2+7+6+1+9+3+7)/9 = 5.1$

В качестве дополнения паттерна вычисляется величина контраста C или среднего M . Затем строится двумерная гистограмма значений пар LBP/C или LBP/M . В данной работе используется

6	5	2
7	6	1
9	3	7

1	0	0
1		0
1	0	1

1	2	4
8		16
32	64	128

1	0	0
8		0
32	0	128

а
б
в
г

Рисунок 1. Пример вычисления LBP. (а)- исходные значения в окрестности; (б) – результат бинаризации; (в) – степени числа 2, соответствующие каждой позиции; (г) – результат наложения б на в.

LBP/С. Для контраста, как правило, выбирают число интервалов равное 8. Эксперименты показали, что при числе интервалов 4 и 16 результат сегментации получается хуже, чем при 8. Для LBP число ячеек выбирается в соответствии с возможным количеством значений паттерна, для окрестности 3x3 максимальное значение равно 255. Таким образом, гистограмма локальных бинарных паттернов имеет размер 256x8.

Для сравнения двух гистограмм используются различные критерии, но наиболее популярным является логарифмическое отношение правдоподобия (G-статистика). Значение G показывает вероятность того, что два распределения принадлежат одному классу: чем выше значение G-статистики, тем меньше вероятность принадлежности двух распределений к одному классу. Значение G вычисляется по формуле:

$$G(S, M) = \sum S \log(M). \quad (1)$$

Изображение исходно разбивается на прямоугольные регионы размером втрое большим от размера региона, который был принят как минимально неделимый. Т.е. все операции с объединением и разделением регионов осуществляются с регионами размерами не менее минимального. Для определения необходимости разделения региона на 4, он условно разбивается на 4 квадранта, и для каждой пары квадрантов вычисляется значение G (6 значений). Регион считаем не однородным, если выполняется следующее:

$$R = \frac{G_{\max}}{G_{\min}} > X. \quad (2)$$

Величина X характеризует степень однородности и выбирается в пределах 1,1-1,2. В случае разделения региона, каждый из вновь образовавшихся регионов проверяется на однородность. Эксперименты показывают, что часто разбиение происходит до областей минимального размера, однако построение такой иерархии дает дополнительную информацию для подбора порогов X и других значений, необходимых для принятия решений.

Процесс соединения областей предлагается проводить не на основании (1), а основании более высокоуровневых признаков. В пространстве LBP для каждого сформированного региона составляется матрица вхождений. Для нормированной матрицы каждого региона формируется вектор статистических величин: энергии, энтропии, контраста, дополненного средним значением контраста С.

Среди пар смежных регионов ищем наиболее подобные, путем сравнения векторов. Найденную пару объединяем в один регион, их матрицы вхождений суммируются, и вычисляется новый вектор показателей. Для вновь образованного региона пересматриваем все вновь образованные пары.

Процесс общего сегментации считается завершенным, когда нет пар для дальнейшего объединения. Таким образом, результат предварительной сегментации – полученные регионы, а их количество соответствует различным найденным текстурам. Пример результата сегментации, предложенным методом приведен на рис. 2, б. В сравнении с применением анализа только гистограмм LBP (рис. 2, а.) площадь неверно классифицированных регионов существенно уменьшилась, что позволит получить более точный и быстрый результат сегментации, после применения алгоритмов пиксельных уточнений.

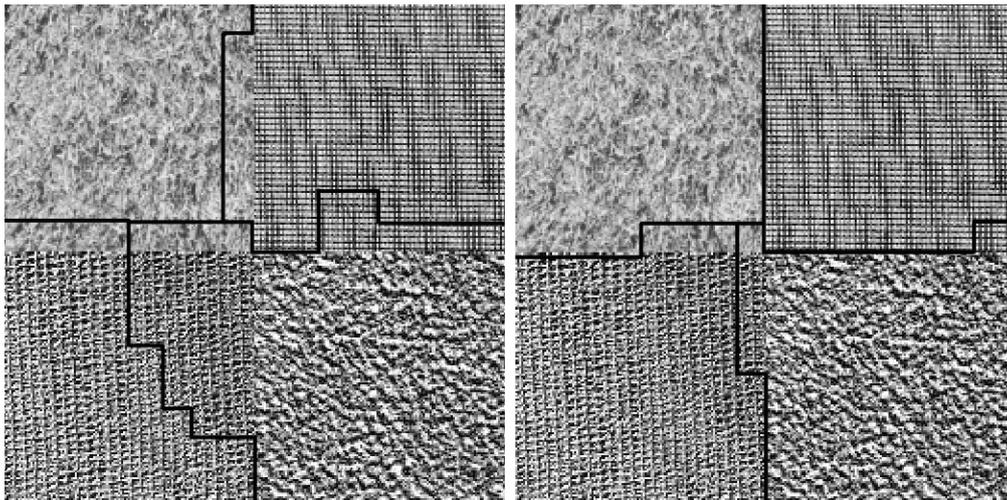


Рисунок 2. Результат предварительной сегментации на основе анализа гистограмм LBP (а) предложенным методом (б)

Выводы

Предложенная модификация метода предварительной сегментации изображений в пространстве локальных бинарных паттернов, позволяет существенно сократить неверно-классифицированные регионы, кроме того, благодаря своей гибкости в выборе параметров для классифицирующего вектора предоставляет широкие возможности для дальнейшего развития.

Литература

- [1] R.M. Haralik, K. Shanmugam, I. Dinstein, Texture features for image classification, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* 3 (6) (1973) 610–621.
- [2] T. Randen, J.H. Husy, Filtering for texture classification: a comparative study, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 21 (4) (1999) 291–310.
- [3] A.C. Bovik, M. Clark, W.S. Geisler, Multichannel texture analysis using localized spatial filters, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 12 (1) (1990) 55–73.
- [4] T. Ojala, M. Pietikainen and D. Harwood, “A comparative study of texture measures with classification based on feature distributions,” *Pattern Recognition* **29**(1996)51-59.
- [5] T. Ojala and M. Pietikainen, “Unsupervised texture segmentation using feature distributions,” *Pattern Recognition* **32** (1999) 477-486.