

И.В. БОРИСОВА

**Применение дискриминантного
анализа для сегментации и
автосопровождения объектов**

УДК 004.932.2

Филиал ОАО «ПО
«УОМЗ» - «Урал-
СибНИИОС»,
г. Новосибирск

Рассматривается задача автосопровождения объекта, находящегося на сложном естественном фоне. Задача осложняется отсутствием априорных сведений о яркости объекта и его контрасте относительно фона, в том числе о знаке контраста. Возможно частичное заслонение объекта и кратковременное полное заслонение элементами фона. Кроме того, возможно изменение общей яркости изображения, а также его частей, в том числе появление элементов фона, совпадающих по яркости с объектом. В качестве эталонного объекта фигурирует фрагмент реального изображения, указанный оператором или выделенный системой обнаружения.

Для обнаружения объекта в кадрах видеопоследовательности предлагается использовать признаки формы объекта.

Дискриминантный критерий

Использование для сегментации изображений методов пороговой обработки гистограмм яркости подкупает своей простотой. Первоначальная идея гистограммного подхода основывалась на предположении об унимодальности распределения вероятностей для каждого класса и незначительном влиянии границ. При этом пороги сегментации находятся по положению впадин. В действительности реальные гистограммы обычно сильно изрезаны, а границы между однородными участками бывают размыты. Один из эффективных

путей преодоления этих трудностей состоит в определении порога на основе дискриминантного критерия [1, с.196-201].

Порог p разделяет распределение значений яркости изображения на два класса – фон и объект. Критериальная функция определяется как нормированная межклассовая дисперсия

$$D(p) = \frac{w_0(E - E_0)^2 + w_1(E - E_1)^2}{\sigma^2},$$

где σ^2 - дисперсия распределения значений яркости изображения в целом; w_0, w_1 - вероятности принадлежности наугад взятой точки к фону и объекту, соответственно; E - средний уровень яркости всего изображения; E_0, E_1 - средний уровень яркости фона и объекта, соответственно.

Смысл этого критерия состоит в поиске максимума межклассовой дисперсии. После элементарных преобразований формула критериальной функции упрощается:

$$D(p) = \frac{(E w_0 - E_0)^2}{\sigma^2 w_0(1 - w_0)}.$$

В классическом алгоритме ищется пик критериальной функции, однако, на изображениях со сложным неоднородным фоном гистограмма критериальной функции чаще всего мультимодальна. По такой гистограмме возможно производить сегментацию на столько классов, сколько получено локальных пиков. Пороги, ограничивающие области, выставляются по точкам минимума гистограммы D . Пример такой сегментации приведен на рис.1.

Дискриминантный критерий нахождения порога, являясь развитием гистограммного подхода, обладает сильным сглаживающим действием по отношению к изрезанности исходной гистограммы яркости. Данный метод показывает лучшие результаты по сравнению с локальным сглаживанием и спектральной фильтрацией гистограмм [2].

С другой стороны, дискриминантный подход это шаг от гистограммного анализа к кластеризации на основе локальных распределений характеристик изображения. В настоящий момент подобная кластеризация широко исследуется [3, 4], но итерационность подхода сдерживает аппаратную реализацию. Для кластеризации тек-

стурных изображений используются центральные моменты вплоть до четвертого порядка [5, с.378-380].

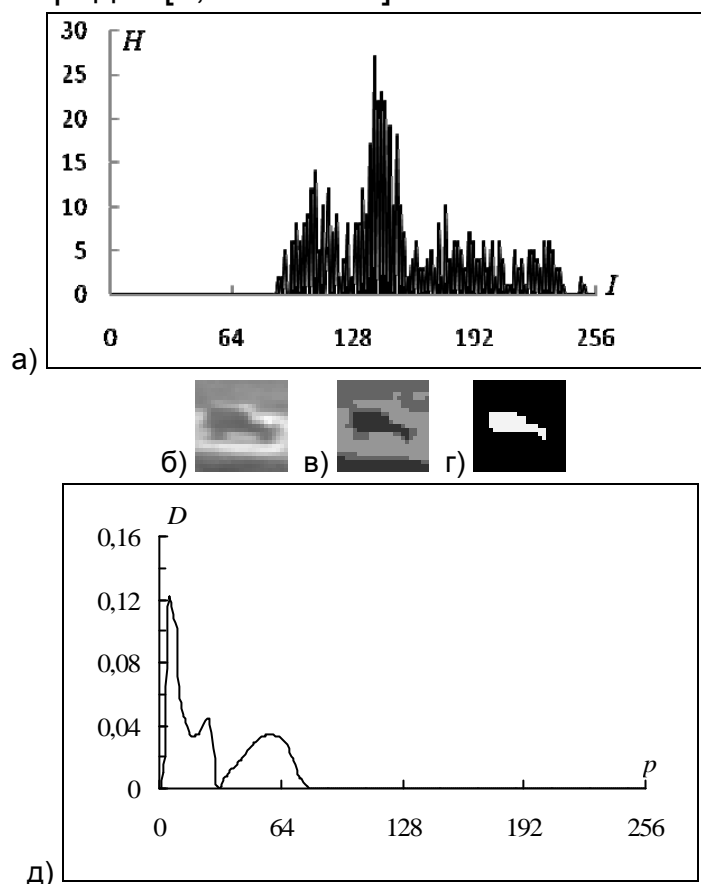


Рис. 1. Сегментация по дискриминантному критерию:
 а) исходная гистограмма яркости, б) фрагмент изображения,
 в) сегментированный фрагмент изображения, г) форма объекта,
 д) гистограмма критериальной функции

При кластерном анализе помимо статистического анализа яркости пикселей учитывается еще и их взаимное расположение, что позволяет сразу выделять связанные объекты. При использовании дискриминантного критерия изображение разбивается на области однородной яркости без учета их размеров и связности. Поэтому требуется дополнительный анализ формы выделенных областей.

Выделение формы объекта

Необходимо найти сегмент изображения, соответствующий объекту. При обработке первого эталона выбирается сегмент, расположенный ближе к центру фрагмента. Точкам этого сегмента присваивается значение 1, остальным – значение 0.

Поскольку объект и фон могут иметь точки с одинаковыми значениями яркости, в выбранном сегменте кроме объекта присутствуют точки фона. Для того чтобы их удалить производится проверка на связность отсчетов, движение осуществляется от центра фрагмента по спирали. Тем самым удаляются отдельные пятна, не связанные с центральным объектом. Критерием остановки является отсутствие отсчетов, принадлежащих объекту за один «виток» спирали. Результаты обработки приведены на рис.1г.

В текущем кадре формируется зона поиска, в пределах которой ведется поиск объекта. Сегментация проводится по всей зоне поиска, поскольку аппаратная реализация не позволяет проводить обработку отдельно каждого фрагмента, соответствующего размерам эталона. После формальной сегментации по дискриминантному критерию, вообще говоря, неизвестно какой именно сегмент яркости соответствует объекту. Поэтому проводится процедура выделения всех связанных «пятен», для каждого из которых вычисляются площадь и геометрические размеры. Для дальнейшей обработки остаются только пятна с размерами, соответствующими эталонным. Пример сегментации приведен на рис. 2, для наглядности каждому связанному пятну присвоено свое значение псевдояркости.

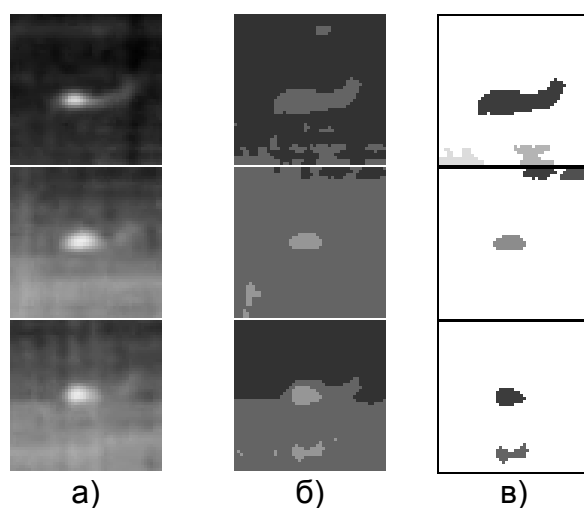


Рис. 2. Сегментация зоны поиска:
а) исходные изображения
б) сегментация по дискриминантному критерию
в) отобранные потенциальные объекты

Сопровождение объекта

Работа следящей системы выглядит следующим образом. Выделенная форма эталона из предыдущего кадра хранится в запоминающем устройстве. В текущем кадре формируется зона поиска, выполняется ее сегментация и отбор связных пятен. Выбранные пятна поточечно сравниваются с эталоном, локация объекта выполняется по максимуму совпадений. Обновление эталона происходит после каждого кадра.

Обязательным условием устойчивого сопровождения является использование систем контроля правильности определения текущих координат наблюдаемого объекта. Полученные координаты сравниваются с предсказанными по предыдущим результатам и по величине невязки делается вывод о достоверности обнаружения. Если зафиксирован срыв слежения, то перезапись эталона запрещается до тех пор, пока объект не будет обнаружен.

Основные трудности в обнаружении объекта заключаются в присоединении низкоконтрастных частей объекта к фону. Это уменьшает вычисленную площадь объекта и может вызвать срыв слежения.

Аппаратно реализованные алгоритмы сегментации и автосопровождения основаны в основном на сравнении гистограмм вложенных фрагментов изображения, меньший из которых предположительно содержит объект, а больший – фон [6]. Такие алгоритмы обладают высоким быстродействием, но не учитывают низкий контраст объектов и требуют введения априорных порогов.

Рассмотренный метод сегментации изображений и автосопровождения объектов эффективен, если параметры движения объекта и носителя, на котором установлен датчик изображений, обеспечивают сопоставимость кадров в темпе перезаписи эталона.

Данный метод не исключает применения яркостной корреляции, которая может проводиться в пределах выделенной эталонной формы, а также использования характерных геометрических признаков объектов.

Литература

1. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие / *И.С.Грузман, В.С.Киричук* и др. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. 352 с.

2. *Борисова И.В.* Сегментация и автосопровождение объектов на сложном подстилающем фоне // Оптический журнал. 2011. т.78, №5. С.27-30.

3. *Губанов П.В.* Автоматическая сегментация текстурированных изображений на основе локальных распределений характеристик // Вестник Томского государственного университета. 2000. т.271. С.74-77.

4. *Потапов А.С.* Распознавание образов и машинное восприятие: Общий подход на основе принципа минимальной длины описания. СПб: Политехника, 2007. 548 с.

5. *Красильников Н.Н.* Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 608 с.

6. *Алпатов Б.А., Блохин А.Н., Муравьев В.С.* Алгоритм обработки изображений для систем автоматического сопровождения воздушных объектов // Цифровая обработка сигналов. 2010. №4. С.12-17.

E-MAIL: RENE_SANS@MAIL.RU