

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ISODATA ДЛЯ ВТОРИЧНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Гостев И.М., Попенко И.В.

Российский университет дружбы народов.  
e-mail [igostev@sci.pfu.edu.ru](mailto:igostev@sci.pfu.edu.ru), [ramatahatta@chat.ru](mailto:ramatahatta@chat.ru)

Тестирование системы реального времени по обработке изображений и распознаванию образов STIPR2000 показало, что она обеспечивает устойчивое распознавание изображений только в определенном диапазоне яркостей, контрастов и шумов изображений. Расширение области устойчивого распознавания объектов требует применение других, более тонких алгоритмов.

В результате исследований проведенных с использованием системы STIPR было замечено, что кластеры (контура) некоторых объектов получаются искаженными. А именно, один объект может быть представлен несколькими контурами, либо два или более искомым и/или ложных объектов слиться в один контур. Вследствие этого такие кластеры не могут быть правильно классифицированы, что приводит к пропуску объекта. Этот факт заставил искать решение, которое позволило бы связать разорванные кластеры и классифицировать составной кластер как искомый объект на изображении. Такое решение достигается либо получением идеальных контуров объектов, что невозможно при работе системы с реальными изображениями, либо путем решения проблемы разделения и объединения кластеров для правильного распознавания объектов.

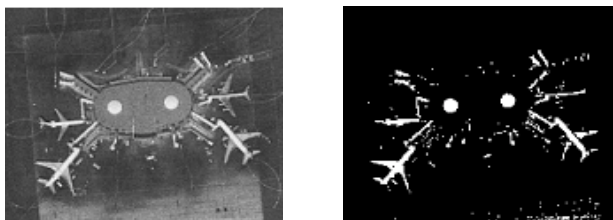


Рис. 1. Исходное изображение и полученное из него бинарное.

В качестве базового метода был выбран алгоритм ISODATA, модифицированный для работы с растровыми изображениями. Реализация алгоритма была включена в систему STIPR2000 как второй шаг этапа кластеризации.

Кроме того, исследование классического варианта алгоритма ISODATA в процессе вторичной кластеризации в системе STIPR2000 показало наличие нескольких существенных недостатков, которые были исправлены:

- Во-первых, среднеквадратичное отклонение точек от центра масс рассчитывалось только вдоль ортогональных осей координат. Это конечно минимизировало вычислительные затраты, но не давало правильного решения при вытягивании некоторого кластера вдоль оси наклоненной под некоторым углом к оси абсцисс.
- Во вторых, поскольку алгоритм применяется к уже сформированным кластерам, была изменена ветвь вторичного разделения кластеров. Модернизация касается введения попыток отыскания шумовых объектов, которые "приклеиваются" к кластерам объектов, и последующем удалением их. Определение шумовой части, опирается на вычисление значений сдвига и ориентации центра масс исследуемого кластера относительно центра масс эталона.

Проиллюстрируем вышесказанное на примере. На фрагменте снимка аэродрома представлен потенциальные объекты для распознавания – самолеты (Рис. 1). В результате первичной обработки получаем сначала бинарное изображение, на котором далее выделяем контуры объектов (Рис. 2).

Хотя на исходном изображении самолеты видны достаточно четко на фоне аэродрома, автоматическая обработка изображения в реальном масштабе времени с адаптивной сегментацией не дала хороших результатов. Это обусловлено тем фактом, что рулежные дорожки имеют высокую яркость и контрастность и не позволяют выделить контуры самолетов, которые сливаются в единое целое с контурами дорожек. На рисунке 2 видно как к интересующему нас объекту (контур самолета) "приклеивается" кусок от другого объекта, Контуры объекта показывают, что деление кластера пополам вдоль осей X или Y (классический вариант), не даст никакого положительного результата. В этом случае применяется разделяющая часть алгоритма.

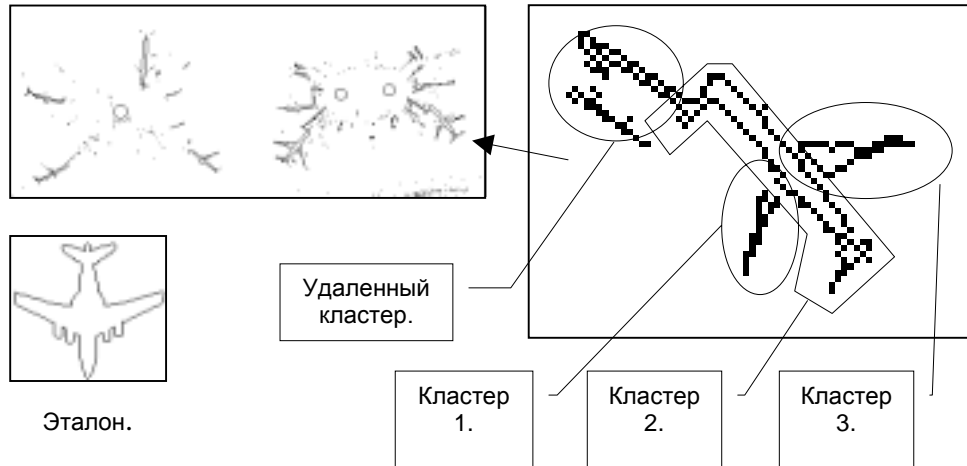


Рис. 2. Распознанный объект, "собранный" из трех кластеров и с удаленным "лишним" кластером.

Без использования алгоритма ISODATA не удастся распознать ни одного объекта. Применение алгоритма дает возможность устойчиво распознавать два объекта, которые сохранили свою форму. Еще одной ветвью алгоритма ISODATA является объединение кластеров. В данном случае такое объединение проводилось на основе близости центров тяжести кластеров. Пример распознавания объектов с использованием этой ветви алгоритма показан на рисунке 3. После предварительной обработки изображения некоторые объекты "распались" на две части. Применение алгоритма ISODATA дало возможность правильно распознать эти объекты.

Приведенные примеры показывают возможность правильного распознавания (классификации) объектов, даже при не совсем совершенных методах предварительной обработки или не совсем качественных входных изображениях (обработка в реальном масштабе времени без изучения качества изображения). Возможно, что при более совершенных методах предварительной обработки, не требующей однократного прохода по изображению, результат мог бы быть намного лучше, но в данном случае два распознанных объекта – единственное, что можно получить, используя функции расстояния. Остальные объекты практически не просматриваются в виде контуров. Эти объекты распались на большое количество частей, которые были удалены в процессе первичной кластеризации, и поэтому результат распознавания в данных условиях можно считать удачным. Стоит отметить, что в случаях сильного дробления объектов на части приходится увеличивать количество циклов итераций. Так если на примере из рис.3 было достаточно трех итераций, то в примере с рис.2 понадобилось девять итераций для приведенного результата. Увеличение числа итераций приводит к увеличению времени работы системы, однако время затрачиваемое на выполнение десятка итераций составляет всего доли процента от времени необходимого на первичную обработку изображения и, следовательно, не влияет на общее время работы всей системы.

Итогом проведенных исследований была реализация модифицированного варианта алгоритма ISODATA, предназначенного для использования на втором шаге этапа кластеризации в системе STIPR2000. Результаты тестирования показали существенное повышение качества распознавания за счет уменьшения вероятности пропуска объекта. Полученные результаты, дают возможность рекомендовать использование этого алгоритма в других робототехнических системах и системах распознавания образов.

#### Литература

1. Дж. Ту, Р. Гонсалес. "Принципы распознавания образов" М. Мир 1978.
2. Гостев И.М. "Программный комплекс по обработке изображений и распознаванию образов" Тезисы доклада на 3-ей Международной конференции Цифровая обработка сигналов и ее применение. V2. Москва. 2000.

**USING ISODATA ALGORITHM FOR SECONDARY CLASSIFICATION IN PATTERN RECOGNITION SYSTEMS**

Gostev I., Popenko I.

People Friendship University of Russia  
e-mail [igostev@sci.pfu.edu.ru](mailto:igostev@sci.pfu.edu.ru), [ramatahatta@chat.ru](mailto:ramatahatta@chat.ru)

Examination of image analysis and pattern recognition system STIPR2000 shows that it works properly only with images containing fixed range of luminosities, contrasts and noises. A series of tests shows that clusters (contours) representing real objects can be distorted. Such distortions result in a wrong object interpretation. One object can be represented with two or more clusters, or two or more objects join to one cluster. These clusters couldn't be recognized as a result that objects are missed. To improve this problem ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques) algorithm was chosen. It was modified to work with raster images. By the way, after testing classical variant of ISODATA algorithm several essential defects were improved.

For example, fragment of aerodrome contains one object for recognition – an airplane (fig.1). Using image-processing procedures we get object contours (fig.2). Airplane contour consists of two subcontours: airplane object contour and noise object contour. Automatic image processing with adaptive segmentation algorithm gives bad results because of high luminosity and contrast of runways. Airplane contours merge with runway contours. Use of modified ISODATA algorithm helps to recognize two airplanes (fig.2).

Another part of ISODATA is cluster concatenation. Fig.3 shows that some objects were split into two parts after image preprocessing. Use of ISODATA helps to recognize these objects.

Increase number of iteration cycles slows down the system, but the time needed for a couple of iterations is only a few percents of total processing time. On the other hand tests of system with built-in modified ISODATA algorithm show the growing recognition quality due to decreasing probability of objects missing. Received results allow to recommend to use this algorithm in other automatic systems and pattern recognition systems.