

Демидов Н.А.

*Научный руководитель – ст. преподаватель Кульков Я.Ю.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Разработка архитектуры системы технического зрения для распознавания объектов на основе метода k-средних

Распознавание объектов по их изображениям применяется в автоматизации технологического процесса, в том числе с помощью роботизированных комплексов. В частности, системы технического зрения на конвейере используются для сортировки или отбраковки объектов [3-5].

Распознавание объектов предполагает отнесение объекта к одному из predetermined типов. Для решения данной задачи необходимо получение определенных признаков объекта по его изображению, которые позволят идентифицировать его с минимальной ошибкой. Для установления связи между значениями признаков объекта и решения о принадлежности его к определенному классу необходимо использование обучающей совокупности известных объектов [4].

Технология проведения экспериментов заключается в подготовке множества реализаций объектов, формировании векторов безразмерных признаков для каждого изображения, отборе обучающей последовательности и распознавании всех объектов, попадающих на вход системы [1].

Расчет безразмерных признаков по контурам бинарных изображений отдельных объектов состоит из формирования контура изображения объекта, вычисления первичных признаков, формирование вектора безразмерных признаков из 16 коэффициентов, обучение системы [1].

Полутонные изображения дополнительно проходят процедуру фильтрации для устранения шумов и бинаризацию методом Отсу.

Распознавание входного объекта осуществляется методом k-средних. В этом методе решение о принадлежности объекта к определенному классу принимается на основе рассчитанного по формуле (1) минимума суммарного квадратичного отклонения точек кластера от центра этого кластера.

$$Z_r = \sum_{i=1}^K (X_i^* - X_r)^2 \quad (1)$$

где X_i^* - вектор признаков объекта, подлежащего классификации;
 X_r - центр масс кластера (центроид), вычисленный по формуле (2).

$$X_r = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (2)$$

где X_i - вектор признаков i-го объекта;
N - количество объектов в обучающей выборке;
r - номер класса $r=1, \dots, K$;
K - количество классов объектов в обученной системе.

Далее осуществляется выбор эталонов для распознавания каждой из 2000 реализаций каждого из 10 объектов. По гистограмме, полученной на этапе генерации выбирается вектор признаков самой часто использованной из 360 повернутых вариантов, например, 1-го ОТПО, при формировании 2000 реализаций. Для данного вектора коэффициентов по методу среднеквадратичного отклонения (3) вычисляется Z_i с каждой из 2000 реализаций.

$$Z_i = \frac{1}{n+1} \sum_{j=1}^n (X_{ej} - X_{lj})^2 \quad (3)$$

где

n – число признаков;

l – номер распознаваемого объекта ($l = 1, 2, \dots, 2000$);

X_{ej} – значение j -го признака вектора коэффициентов K выбранного эталона;

X_{lj} – значение j -го признака вектора коэффициентов K выбранной реализации.

Вычисляются 2000 СКО Z_i . Среди них ищутся Z_{\min}

$$Z_{\min} = \min\{ Z_i \} \quad (4)$$

Найденные значения Z_{\min} указывают номера реализаций среди 2000 изображений, вектора-признаки которых совпадают с вектором-признаком выбранной как эталон реализации. Данные изображения из дальнейшего рассмотрения исключаются.

На втором шаге на основе гистограммы, выбирается как эталон вектор-признак следующей часто использованной из 360 повернутых вариантов, например, 1-го ОТПО, при формировании 2000 реализаций. Вычисляются 2000 СКО Z_i . Среди них ищутся Z_{\min} по формуле (4).

Найденные значения Z_{\min} указывают номера реализаций среди оставшихся изображений, вектора-признаки которых совпадают с вектором-признаком выбранной как эталон реализации и т.д. Выбор эталонов для реализаций 1-го объекта проводится до тех пор, пока не будут распознаны все 2000 его реализации.

Аналогично, выбор эталонов проводится для всех реализаций всех остальных 9 классов объектов.

На следующем шаге по формуле (2) вычисляются центры масс для каждого класса ОТПО.

В таблице 1 приведено количество эталонных векторов для ОТПО, использованных при вычислении центроидов для алгоритма формирования векторов признаков по контурам бинарных изображений.

Таблица 1

№ ОТПО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кол-во эталонов	28	35	17	25	43	27	34	28	8	33

На рисунке 1 представлены диаграммы, показывающие количество эталонных векторов при вычислении центроидов для ОТПО для алгоритмов формирования признаков по контурам.



Рис. 1. Диаграмма количества векторов при вычислении центроидов классов для алгоритма формирования признаков по контуру

Заключение

При проведении экзамена обученной системы с использованием метода k -средних были распознаны все реализации тестовых объектов как с использованием контурных признаков, так и вычисленных по выпуклым оболочкам бинарных изображений.

При этом, для каждого объекта использовалось различное количество эталонных векторов для вычисления центров масс кластеров.

Наибольшее количество эталонов понадобилось для формирования центроида при распознавания всех реализаций объекта тестового объекта под номером 8 с использование контурных признаков. Данный объект имеет сложный контур, при генерации повернутых экземпляров образуются изображения, имеющие несимметричную форму. Поэтому формируемые выпуклые оболочки сильно отличаются между собой. Те же рассуждения справедливы и для объекта 3. При вращении изображения получаем различные соотношения линейных участков выпуклой оболочки, а также параметров контура.

Время, требуемое системой для вычисления вектора безразмерных признаков на тестовой машине составило 220 мс для контурных признаков. Время вычисления величины отклонения неизвестного вектора от 10 центроидов независимо от типа объекта и составила 20 мс.

В ходе проведения экспериментов получено время, требуемое для распознавания поступающего на вход тестовой системы изображения объекта. Используемая для проведения экспериментов не подвергалась оптимизации.

Литература

1. Экспериментальное исследование алгоритма распознавания отдельных тестовых плоских объектов на основе их безразмерных контурных признаков/Садыков С.С., Кульков Я.Ю.//Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2015. № 3 (32). С.76-90.

2. Распознавание отдельных тестовых плоских объектов на основе безразмерных признаков выпуклых оболочек их бинарных изображений /Садыков С.С., Кульков Я.Ю.//Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2015. № 4 (32). С.114-131.

3. Садыков, С.С. Алгоритм построения выпуклой оболочки бинарного изображения и формирование его безразмерных признаков/ С.С. Садыков//Алгоритмы, методы и системы обработки данных.2015.№2(31).С.77-85.

4. Технология выделения области кисты на маммограмме/С.С. Садыков, Е.А. Захарова, Ю.А. Буланова//Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 1 (43). С. 7-12.

5. Исследование маркерного водораздела для выделения области рака молочной железы/С.С. Садыков, Ю.А. Буланова, Е.А. Захарова, В.С. Яшков//Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2013. № 1 (23). С. 56-64.

6. Андрианов Д.Е. Разработка муниципальных геоинформационных систем/Д. Е. Андрианов, С. С. Садыков, Р. А. Симаков.- М.: Мир, 2006, 109 с.