

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ БИНАРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ТЕСТОВЫХ ПРОЕКЦИЯХ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

С. С. Садыков, А. В. Терехин

Введение

Автоматизация производства началась в 40–50-е гг. прошлого века. Активное исследование и разработки в данной области были связаны с появлением спроса на сборочные узлы. Появление первых роботизированных систем ознаменовало качественно новый этап в развитии человеко-машинных систем, что, в свою очередь, способствовало развитию области машинного зрения, выполняющей функции распознавания объектов, располагающихся в области сцены перед роботом манипулятором. Функционирование данных системы требует разработки специализированного программного обеспечения. Точность идентификации объектов зависит от правильности выбора алгоритмов распознавания. При разработке систем автоматического распознавания актуальной задачей является проведение соответствующих исследований с целью выбора наиболее подходящих алгоритмов.

Теоретическая часть

Одним из наиболее популярных подходов к распознаванию объектов на изображении является метод ***k*-средних**. В данном методе решение о принадлежности принимается на основе следующего правила.

Объект с номером i и вектором признаков V считается принадлежащим к кластеру B в случае минимума суммарного квадратичного отклонения точек кластера от центра этого кластера [1].

Метод ближайших соседей – простейший метрический классификатор, основанный на оценивании сходства объектов. Классифицируемый объект относится к тому классу, которому принадлежат ближайшие к нему объекты обучающей выборки. В задачах с двумя классами число соседей берут нечетным, чтобы не возникало ситуаций неоднозначности, когда одинаковое число соседей принадлежат разным классам. В задачах с числом классов 3 и более могут возникать ситуации неоднозначности. В таких случаях i -му соседу приписывается весь ω_i , как правило, убывающий с ростом ранга соседу i . При этом правило принадлежности объекта определенному классу формулируется следующим образом.

Объект относится к тому классу, который набирает больший суммарный вес среди k -ближайших соседей [2].

Алгоритм вычисления оценок

Решение о классификации объекта принимается с помощью анализа оценок близости объекта к классам. За какой класс оценка близости выше – к тому классу и относят объект. Оценки вычисляет распознающий оператор. Классифицирует объекты на основе оценок их близостей к классам решающее правило.

При вычислении оценок близости к классам учитывают близость/дальность объекта к эталонным объектам. Близость – схожесть описаний, малое расстояние между значениями признаков. При этом оценка близости объекта к классу тем выше, чем ближе он к эталонным объектам данного класса и дальше от эталонных объектов других классов. Для повышения точности распознавания данным алгоритмом вычисляются отклонения для используемого вектора признаков [2]

При распознавании алгоритмами данной группы строятся бинарные матрицы оценок принадлежности классов [3].

Экспериментальная часть

Исследования проводились над сгенерированными и реальными проекциями трехмерных объектов. Для исследования изображений была разработана и реализована программа-генератор объектов, которая создает 2000 проекций выбранного типа случайно расположенных на сцене, для каждого сгенерированного объекта вычисляются признаки формы [4] и производится распознавание выбранным алгоритмом. Для проведения исследований над реальными изображениями проекций трехмерных объектов был разработан модуль для системы распознавания, позволяющий открывать набор снимков, вычислять признаки проекций и распознавать объекты, которым они принадлежат. Проекция объектов для исследования представлены на рис. 1.

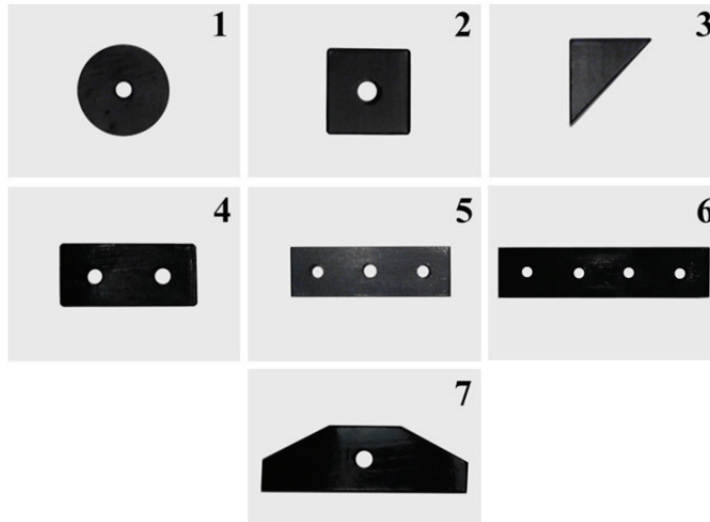


Рис. 1. Изображения проекций исследуемых объектов

Таблицы 1–3 отражают средние вероятности верного распознавания изображений проекций трехмерных объектов с использованием различного количества признаков формы [5–7].

Таблица 1

Результаты распознавания изображений проекций реальных трехмерных объектов методом *k*-средних

Метод <i>k</i> -средних						
№ Объекта/№ комбинации признаков	Вероятность распознавания					
	1	2	3	4	5	6
Объект 1	0,1	0,16	0,19	0,26	0,92	1
Объект 2	0,3	0,36	0,6	1	1	1
Объект 3	0,4	0,41	0,46	0,51	0,92	1
Объект 4	0,43	0,47	0,47	1	1	1
Объект 5	0,3	0,42	0,45	1	1	1
Объект 6	0,4	0,51	0,51	0,69	1	1
Объект 7	1	1	1	1	1	1

Таблица 2

Результаты распознавания изображений проекций реальных трехмерных объектов методом ближайших соседей

Метод ближайших соседей						
№ Объекта/№ комбинации признаков	Вероятность распознавания					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Объект 1	0,4	0,4	0,4	0,43	0,9	1

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Объект 2	0,26	1	1	1	1	1
Объект 3	0,09	0,66	0,7	1	1	1
Объект 4	0,54	0,54	0,54	1	1	1
Объект 5	0,1	0,39	0,5	1	1	1
Объект 6	1	1	1	1	1	1
Объект 7	0,2	0,97	0,98	1	1	1

Таблица 3

Результаты распознавания изображений проекций
реальных трехмерных объектов методом вычисления оценок

Метод вычисления оценок						
№ Объекта/№ комбинации признаков	Вероятность распознавания					
	1	2	3	4	5	6
Объект 1	0,33	0,57	0,57	0,63	1	1
Объект 2	0,15	0,48	0,99	1	1	1
Объект 3	0,01	0,78	0,79	0,84	1	1
Объект 4	0,08	0,33	0,7	1	1	1
Объект 5	0,4	0,51	0,51	0,7	1	1
Объект 6	0,3	1	1	1	1	1
Объект 7	0,12	0,3	0,3	1	1	1

Комбинации признаков формы, используемые при исследованиях, следующие:

- 1 – коэффициенты диагональных отрезков (КДО);
- 2 – коэффициент диагональных отрезков + коэффициенты диагоналей (КД);
- 3 – коэффициент диагональных отрезков + коэффициенты диагоналей + коэффициент «периметр/площадь» (КПП);
- 4 – коэффициент диагональных отрезков + коэффициенты диагоналей + коэффициент «периметр/площадь» + диагональный коэффициент формы (ДКФ);
- 5 – коэффициент диагональных отрезков + коэффициенты диагоналей + коэффициент «периметр/площадь» + диагональный коэффициент формы + прямоугольный коэффициент формы (ПКФ);
- 6 – коэффициент диагональных отрезков + коэффициенты диагоналей + коэффициент «периметр/площадь» + диагональный коэффициент формы + прямоугольный коэффициент формы + признаки отверстий (ПО).

В итоге из полученных результатов можно сделать выводы о важности отдельных признаков, добавление которых приводило к увеличению вероятности верного распознавания. Данные выводы сведены в табл. 4–6.

Таблица 4

Значимость признаков при распознавании изображений проекций
трехмерных объектов методом k -средних

Объект	Признаки					
	КДО	КД	КПП	ДКФ	ПКФ	ПО
Объект 1	+	+	+	+	+	+
Объект 2	+	+	+	+	–	–
Объект 3	+	+	+	+	+	+
Объект 4	+	+	+	–	–	+
Объект 5	+	+	–	+	–	–
Объект 6	+	+	–	+	+	–
Объект 7	+	–	–	–	–	–

Таблица 5

Значимость признаков при распознавании изображений проекций
трехмерных объектов методом ближайших соседей

Объект	Признаки					
	КДО	КД	КПП	ДКФ	ПКФ	ПО
Объект 1	+	–	–	+	+	+
Объект 2	+	+	–	–	–	–
Объект 3	+	+	+	+	–	–
Объект 4	+	–	–	+	–	–
Объект 5	+	+	+	+	–	–
Объект 6	+	–	–	–	–	–
Объект 7	+	+	+	+	–	–

Таблица 6

Значимость признаков при распознавании изображений проекций
трехмерных объектов методом вычисления оценок

Объект	Признаки					
	КДО	КД	КПП	ДКФ	ПКФ	ПО
Объект 1	+	+	–	+	+	–
Объект 2	+	+	+	+	–	–
Объект 3	+	+	+	+	+	–
Объект 4	+	+	+	+	–	–
Объект 5	+	+	–	+	+	–
Объект 6	+	+	–	–	–	–
Объект 7	+	+	–	+	–	–

Время работы системы распознавания при 2000 испытаниях для рассмотренных алгоритмов следующее:

- метод ближайших соседей – 3 часа 21 минута;
- метод k -средних – 2 часа 12 минут;
- метод вычисления оценок – 1 час 45 минут.

Заключение

Из проведенных экспериментов можно сделать вывод, что в целом при работе всех трех алгоритмов были получены приемлемые для применения в системе автоматического распознавания результаты. При этом алгоритм вычисления оценок показал более высокую скорость работы и хорошие результаты при распознавании как на сгенерированных тестовых изображениях, так и на реальных изображениях проекций. Это говорит о хорошей обучаемости алгоритма.

Список литературы

1. Садыков, С. С. Распознавание отдельных и наложенных плоских объектов / С. С. Садыков, С. В. Савичева. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 265 с.
2. Садыков, С. С. Определение диапазонов значений признаков формы плоских геометрических фигур при их произвольном расположении в области сцены / С. С. Садыков, А. В. Терехин, К. С. Захаров // Труды Междунар. симп. Надежность и качество. – 2013. – Т. 1. – С. 343–345.
3. Журавлев, Ю. И. «Распознавание». Математические методы. Программная система. Практические применения / Ю. И. Журавлев, В. В. Рязанов, О. В. Сенько. – М. : Фазис, 2006.
4. Журавлев, Ю. И. Алгоритмы распознавания, основанные на вычислении оценок / Ю. И. Журавлев, В. В. Никифоров // Кибернетика. – 1971. – № 4. – С. 1–11.
5. Терехин, А. В. Распознавание трехмерных объектов с использованием двух камер / А. В. Терехин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2013. – № 4. – С. 54–59.

6. Терехин, А. В. Метод формирования вектора признаков для идентификации проекций реальных трехмерных объектов / А. В. Терехин // Наука и современность – 2013 : сб. материалов XX Междунар. науч.-практ. конф. (г. Новосибирск, 20 февраля 2013 г.) / под общ. ред. к.э.н. С. С. Чернова. – Новосибирск, 2013. – 300 с.
7. Садыков, С. С. Предварительная обработка маммографических снимков / С. С. Садыков, Ю. А. Буланова, В. С. Яшков // Труды Междунар. симп. Надежность и качество. – 2013. – Т. 1. – С. 340–343.
8. Садыков, С. С. Определение типа поля зрения видеодатчика / С. С. Садыков, С. В. Савичева, Д. П. Гранченко // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 3. – С. 60–66.

Садыков Султан Садыкович

доктор технических наук, профессор,
кафедра информационных систем,
Муромский институт (филиал)
Владимирского государственного
университета им. А. Г. и Н. Г. Столетовых
(600254, Россия, г. Муром, ул. Орловская, 23)
8-920-913-82-42
E-mail: sadykovss@yandex.ru

Терехин Андрей Викторович

старший преподаватель,
кафедра информационных систем,
Муромский институт (филиал)
Владимирского государственного университета
(602264, г. Муром, Владимирская обл.,
ул. Орловская, 23)
+7 (49234) 2-16-71, +7-930-834-94-21
E-mail: terehin_murom@mail.ru

Аннотация. Описывается процесс проведения экспериментальных исследований с использованием алгоритма k -средних, метода ближайших соседей, алгоритма вычисления оценок, приводятся примеры тестовых изображений, результаты исследований.

Ключевые слова: признак, распознавание, объект, проекция трехмерного объекта.

УДК 004.932.2

Садыков, С. С.

Экспериментальное исследование алгоритмов распознавания бинарных изображений на тестовых проекциях трехмерных объектов / С. С. Садыков, А. В. Терехин // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 4 (8). – С. 48–52.

Sadykov Sultan Sadykovich

doctor of technical sciences, professor,
sub-department of information systems,
Murom Institute (branch) of
Vladimir State University
named after A. G. and N. G. Stoletovyh
(600254, 23 Orlovskaya street, Murom, Russia)

Terekhin Andrey Viktorovich

senior lecturer,
sub-department of information systems,
Murom Institute (Branch) of Vladimir State University
(602264, 23 Orlovskaja street, Murom, Vladimirskaya
reg., Russia)

Abstract. Describes the process for conducting experimental research using the k -means algorithm, the nearest neighbors algorithm calculations, assessments, are examples of the test images, research results.

Key words: sign, face detection, object, the projection of the 3D object.