

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИМСЯ ВЕКТОРНЫМ КВАНТОВАТЕЛЕМ И МНОГОСЛОЙНЫМ ПЕРСЕПТРОНОМ

Сосулин Ю.Г., Фам Чунг Зунг

Московский авиационный институт (технический университет).
125871, Москва, Волоколамское шоссе 4.

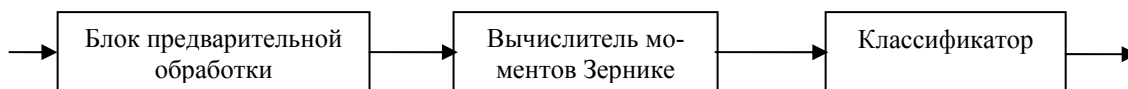
Исследовано нейросетевое распознавание изображений с использованием обучающегося векторного квантователя. Проведено сравнение с характеристиками классификатора, построенного на основе многослойного персептрона. В качестве признаков распознавания, инвариантных к повороту, использованы моменты Зернике; инвариантность к сдвигу и масштабу изображений обеспечивается методом геометрических моментов.

Введение

В [1, 2] показано, что при распознавании двумерных изображений классификатор на основе многослойного персептрона (МСП), обученного алгоритмом обратного распространения ошибки, имеет большое преимущество по сравнению с традиционными классификаторами: значительно повышается вероятность правильного распознавания и способность работы в условиях шума, уменьшается время распознавания. Нейросетевые классификаторы могут быть построены и по другим парадигмам [3]. Самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена, в том числе обучающийся векторный квантователь (ОВК), также могут использоваться для классификации образов [4]. В данной работе мы проводим сравнительный анализ эффективности системы распознавания изображений, в которой классификатор построен на основе ОВК, а также на основе МСП. Обучающийся векторный квантователь был предложен в 1982 г. Т. Кохоненом и представляет собой двухслойную нейронную сеть с прямым распространением. Первый слой - конкурентный слой и второй - линейный слой. В конкурентном слое нейрон-победитель показывает подкласс, к которому относится входной вектор. Линейный слой комбинирует подклассы в заданные классы. Обучение ОВК - сочетание конкурентного обучения (самообучения) и обучения с учителем. Кохонен предложил три правила обучения ОВК (ОВК1, ОВК2 и ОВК3) [4]. В данной работе ОВК сначала обучен правилом ОВК1, а затем правилом ОВК2 для повышения точности классификации.

Постановка и результаты эксперимента

Как и в [1, 2], в качестве исходных изображений использовались изображения пяти типов самолетов (B1, F117A, VF22A, MIG29, RAFAL) при разных отношениях сигнал-шум. Структурная схема системы распознавания показана на рисунке.



Структурная схема системы распознавания изображений.

Блок предварительной обработки служит для нормализации размера, фильтрации, квантования и обеспечения инвариантности изображения к сдвигу и масштабу. Моменты Зернике, которые вычисляются в следующем блоке, используются как признаки распознавания, инвариантные к повороту. Принципы работы этих блоков описаны в [1, 2]. Для сравнительного анализа использовались два типа классификатора МСП и ОВК. Как и в [1, 2], для обеспечения качества распознавания максимальный порядок моментов Зернике выбран 12 (соответственно 47 значений моментов Зернике для одного изображения). Число нейронов входного слоя МСП равно 47, число нейронов скрытого слоя - 10, а число нейронов выходного слоя - 5. Другой классификатор построен на основе ОВК и обучен правилами ОВК1, ОВК2 по очереди. Конкурентный слой имеет 10 нейронов, а линейный слой - 5 нейронов. Число нейронов линейного слоя равно числу классов (в рассматриваемом случае - числу типов самолётов), а число нейронов конкурентного слоя определяет число подклассов и выбирается больше числа нейронов линейного слоя.

Для экспериментальных исследований системы распознавания были созданы обучающие выборки B_1, B_2, \dots, B_8 и тестирующие выборки T_1, T_2, \dots, T_7 . Угол поворота изображений изменялся в диапазоне $0 \dots 180^\circ$. Обучающие выборки состояли из эталонных изображений без шума. Первая выборка (B_1) состояла из 95 изображений: по 19 изображений каждого самолёта с изменением угла поворота на 10° . Вторая (B_2) - из 65 изображений: по 13 изображений каждого самолёта с изменением угла поворота на 15° . Третья (B_3) - из 50 изображений: по 10 изображений каждого самолёта с изменением угла поворота на 20° . Четвертая (B_4) - из 35 изображений: по 7 изображений каждого самолёта с изменением угла поворота на 30° . Пятая (B_5) - из 20 изображений: по 4 изображения каждого самолёта с изменением угла поворота на 60° . Шестая (B_6) - из 15 изображений: по 3 изображения каждого самолёта с изменением угла поворота на 90° . Седьмая (B_7) - из 10 изображений: по 2 изображения каждого самолёта с изменением угла поворота на 180° . Восьмая выборка (B_8) состояла из 5 изображений: по одному изображению каждого из пяти распознаваемых самолетов в на-

чальном угловом положении. Тестирующая выборка T_1 состояла из 185 изображений пяти самолётов без шума, T_2 – из 185 зашумленных изображений при отношении сигнал-шум $q = 50$ дБ, T_3 – при $q = 40$ дБ, T_4 – при $q = 30$ дБ, T_5 – при $q = 20$ дБ, T_6 – при $q = 10$ дБ, T_7 – при $q = 5$ дБ. Процедура формирования зашумленных изображений описана в [1]. Местоположение и размер изображения в тестирующих выборках выбирались произвольно. Эксперимент проведен на компьютере Intel Celeron-733 с ОЗУ 128 Мбайт.

При исследовании влияния шума на качество распознавания изображений для обучения классификаторов использовалась выборка B_2 , а для тестирования – выборки T_1, T_2, \dots, T_7 . Экспериментальные результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1.

Классификатор	Отношение сигнал-шум, дБ						
	Без шума	50	40	30	20	10	5
	Вероятность правильного распознавания, %						
МСП	100	100	96.2	93.3	81.5	75.8	67.6
ОВК	98.4	98.0	94.7	90.6	78.4	72.5	63.8

Из таблицы видно, что по сравнению с классификатором МСП вероятность правильного распознавания в том случае, когда в качестве классификатора используется ОВК, меньше на 2 - 4%. Время обучения ОВК превышает время обучения МСП примерно на 1 - 5 с, а время распознавания практически одинаково.

При исследовании влияния числа обучающих изображений (или дискретизации угла поворота) на качество распознавания для обучения классификаторов использовались выборки B_1, \dots, B_8 . В режиме тестирования использовалась выборка T_1 . Экспериментальные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Классификатор	Число обучающих изображений одного типа самолёта							
	19	13	10	7	4	3	2	1
	Вероятность правильного распознавания, %							
МСП	100	100	100	99.5	98	84	64.8	58.6
ОВК	100	98.5	96.2	90.6	84.5	72.3	51.7	49.3

Как видим вероятность правильного распознавания в случае МСП больше, чем при ОВК, а при заданной вероятности правильного распознавания необходимое число обучающих изображений меньше. Иначе говоря, способность к обобщению у МСП выше, чем у ОВК.

Заключение

Разработана и исследована система инвариантного распознавания изображений с использованием ОВК и МСП. Из вычислительных результатов отметим, что в системе распознавания изображений, в которой моменты Зернике используются как инвариантные к повороту признаки, качество распознавания в случае МСП выше, чем при ОВК. Способность к обобщению у классификатора МСП также выше, чем у ОВК. Таким образом, в рассмотренной задаче распознавания изображений ОВК проигрывает в эффективности МСП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю.Г. Сосулин, Фам Чунг Зунг. Нейросетевое распознавание двумерных изображений// Радиотехника и Электроника. 2003, Т. 48, № 8.
2. Yu.G. Sosulin, Pham T.D. Neural network image recognition by Zernike and pseudo-Zernike moments// Pattern Recognition and Image Analysis. 2003, V. 12, No. 2.
3. M. Egmont-Petersen, D. de Ridder, H. Handels. Image processing with neural networks – a review// Pattern Recognition. 2002. V. 35, No. 10.
4. T. Kohonen. The self-organizing map./ Neural Networks: Theoretical foundations and analysis/ Edited by Clifford G. Y. Lau. New York. IEEE Press. 1992

