

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МОМЕНТНЫХ ИНВАРИАНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ

К. т. н. А. Д. Медведик, С. М. Конюховский, А. И. Тришин

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
anatoliy.medvedik@gmail.com

Рассмотрено распознавание бинаризованных буквенно-цифровых символов с использованием модифицированных моментных инвариантов в условиях воздействия аффинных искажений и шума. Путем моделирования проведен анализ информативности (полезности) каждого из модифицированных моментных инвариантов. Информативность каждого из инвариантов оценивалась по величине приращения вероятности правильного распознавания при его исключении из вектора признаков. Проведен сравнительный анализ с моментными инвариантами Ху.

Ключевые слова: распознавание образов, моментные инварианты, евклидово расстояние, вектор признаков, вероятность правильного распознавания.

Теория моментных инвариантов в распознавании изображений приобрела широкое применение после выхода работы М.-К. Ху [1], в которой предложен способ формирования векторов признаков, инвариантных к аффинным преобразованиям образов: сдвигу, изменению масштаба, повороту. Однако недостатком моментных инвариантов Ху является их низкая эффективность при распознавании симметричных изображений, так как в зависимости от типа симметрии значения инвариантов стремятся к нулю [2].

В [3] предложены модифицированные центральные моменты (МЦМ) и моментные инварианты на основе МЦМ, которые направлены на решение задачи распознавания симметричных изображений. Так как в реальных условиях образ подвержен воздействию шума, еще одной задачей является обеспечение устойчивости моментных инвариантов к шуму.

Целью данной работы является анализ эффективности распознавания символов в условиях воздействия аффинных искажений и шума, если в качестве компонент вектора признаков используются моментные инварианты на основе МЦМ, а также оценка их информативности.

Классификация принятого изображения, т. е. отнесение его к одному из классов, осуществляется по критерию минимума евклидова расстояния. Решающая функция в соответствии с этим критерием представляется выражением [2]

$$U_{ij}(X, Z) = X^T (Z_i - Z_j) - \frac{1}{2} (Z_i^T Z_i - Z_j^T Z_j),$$

где $Z_i = \{Z_{i,1}, Z_{i,2}, \dots, Z_{i,k}\}$ и $X = \{X_1, X_2, \dots, X_k\}$ соответственно k -мерные векторы признаков эталонного образа i -го класса и вектор признаков образа, который подлежит классификации.

Решающее правило состоит в следующем. Образ X будет отнесен к классу A_i ($i = 1, \dots, M$) только в том случае, если выполняется условие $U_{ij} > 0$ для всех $j = 1, \dots, M$ и $i \neq j$. В качестве компонент векторов признаков используются либо моментные инварианты на основе МЦМ, либо моментные инварианты из системы уравнений Ху [1].

Решение проблемы, которая возникает при распознавании симметричных изображений, достигается за счет использования модифицированных моментов. Суть МЦМ заключается в том, что изображение сдвигается на определенную величину относительно координат центра массы изображения. Таким образом, значения центральных моментов не равны нулю независимо от типа симметрии изображения.

В случае дискретного представления изображения выражение для вычисления модифицированного

центрального момента записывается следующим образом:

$$\lambda_{pq} = \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N (x - x_c + x_s)^p (y - y_c + y_s)^q f(x, y),$$

где $x_c = \frac{m_{10}}{m_{00}}, y_c = \frac{m_{01}}{m_{00}}$ — координаты центра массы изображения, а $x_s = \sqrt{\frac{\mu_{10}}{m_{00}}}, y_s = \sqrt{\frac{\mu_{01}}{m_{00}}}$ — дополни-

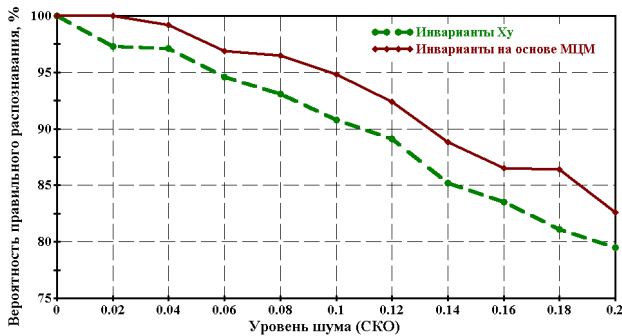


Рис. 1. Вероятность правильного распознавания в зависимости от уровня шума

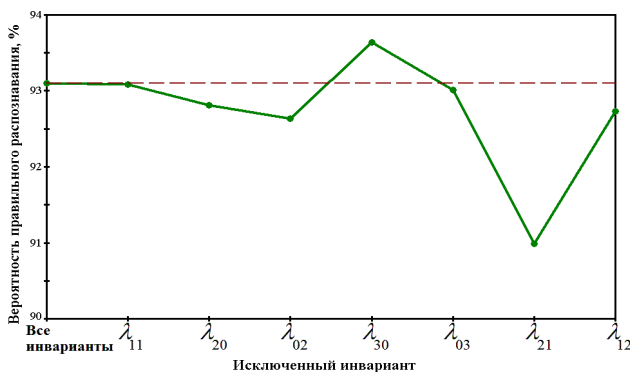


Рис. 2. Информативность инвариантов на основе МЦМ

тельный сдвиг [3]. Инвариантность МЦМ к повороту достигается с помощью приведения изображения к главным осям.

Информативность того или иного признака оценивалась по приращению вероятности правильного распознавания при исключении этого признака из полного (исходного) множества признаков. Анализ проводился с помощью математического моделирования в среде MATLAB. В качестве объектов, подлежащих распознаванию, были взяты 22 буквенно-цифровых символа, которые используются в государственных номерных знаках транспортных средств.

На рис. 1 приведены вероятности правильного распознавания в зависимости от уровня шума для случаев, когда вектор признаков состоит из модифицированных инвариантов и инвариантов Ху. Из результатов моделирования следует, что эффективность распознавания с использованием МЦМ выше в сравнении с инвариантами Ху.

Оценка информативности признаков проводилась путем исключения из полного множества модифицированных инвариантов ($\lambda_{11}, \lambda_{20}, \lambda_{02}, \lambda_{30}, \lambda_{03}, \lambda_{21}, \lambda_{12}$) одного из инвариантов. Усредненный по шуму график информативности модифицированных инвариантов приведен на рис. 2, из

которого следует, что наиболее значимыми являются инварианты $\lambda_{20}, \lambda_{02}, \lambda_{21}, \lambda_{12}$, так как исключение одного из них приводит к существенному снижению вероятности правильного распознавания. Вероятность распознавания в случае использования четырех инвариантов и полного множества практически не отличается.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Hu M.-K. Visual Pattern Recognition by Moment Invariants // IKE Transactions on Information Theory. — 1962. — Vol. 8. — P. 179—187.
2. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. — Москва: Мир, 1978. — 409с.
3. Palaniappan R., Raveendran R., Sigeru Omatu. Improved Moment Invariants for Invariant Image Representation // University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia, 2005.

A. D. Medvedik, S. M. Konyuhovskii, A. I. Trishin

Evaluation of information content of modified moment invariants used in pattern recognition

The paper considers the recognition of binarized alphanumeric symbols with the use of modified moment invariants in conditions of affine distortions and noise. By modeling, the information content (usefulness) of each of the modified moment invariants is analyzed. The information content of each invariant was evaluated from the value of the probability of correct recognition when it was excluded from the feature vector. A comparative analysis is carried out with Hu moment invariants

Keywords: pattern recognition, moment invariants, Euclidian distance, feature vector, probability of correct recognition.