

УДК 621.397.004.93

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ МОМЕНТНЫХ ИНВАРИАНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ

К. т. н. А. Д. Медведик, Н. В. Волков, С. М. Конюховский

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
adm-506@mail.ru

С помощью математического моделирования проведен анализ информативности моментных инвариантов X_u при их использовании в задаче распознавания буквенно-цифровых символов, искаженных шумом. Информативность (полезность) каждого из инвариантов оценивалась по величине приращению вероятности ошибки распознавания при его исключении из вектора признаков. Определена степень полезности каждого из инвариантов.

Ключевые слова: моментные инварианты, вектор признаков, евклидово расстояние, вероятность ошибки распознавания.

Выделение наиболее информативных признаков при синтезе систем распознавания – одна из важнейших задач в теории и практике распознавания.

Один из подходов к отбору наиболее информативных признаков состоит в том, что из большого числа исходных признаков, составляющих полное множество, согласно некоторому критерию эффективности, отбирается как можно меньшее число наиболее полезных для распознавания признаков [1]. На основе этого подхода критерий полезности (информативности) можно связать с вероятностью ошибки распознавания. В этом случае полезность некоторого признака из исходной совокупности K признаков определяется по приращению полной вероятности ошибки $\Delta P_{\text{ош}}$ при исключении этого признака из исходной совокупности.

В данной работе в качестве векторов признаков рассматривается семейство моментных инвариантов X_u , привлекательность которых состоит в их нечувствительности к аффинным искажениям классифицируемых образов [2, 3].

Целью работы является оценка информативности каждого из моментных инвариантов из семейства X_u . Оценка информативности инвариантов осуществляется на основе анализа изменения вероятности ошибки распознавания при исключении из полного множества одного из инвариантов.

Классификация принятого изображения символа, т. е. его отнесение к одному из классов, осуществляется по критерию минимума евклидова расстояния.

С учетом того, что компонентами векторов признаков являются инварианты из системы X_u , евклидовы расстояния для полного множества инвариантов $K = 7$ и в случае исключения из полного множества p -го инварианта ($p = 0, 1, \dots, K$) соответственно равны:

$$d_i(x) = \sqrt{\sum_{k=1}^K (\varphi_{ik} - \psi_k)^2} \quad \text{и} \quad d_i^p(x) = \sqrt{\sum_{k=1; k \neq p}^K (\varphi_{ik} - \psi_k)^2},$$

где φ_{ik} — k -й инвариант эталонного образа; ψ_k — k -й инвариант классифицируемого образа.

Анализ информативности инвариантов проводился с помощью математического моделирования в среде MATLAB. В качестве объектов, подлежащих распознаванию, были взяты 22 буквенно-цифровых символа, используемых в государственных номерных знаках транспортных средств.

На рис. 1 приведены зависимости усредненной по всем символам вероятности ошибки распознавания при исключении из вектора признаков p -го инварианта при различных уровнях гауссовского шума ($p = 0$ соответствует полному множеству инвариантов).

Из результатов моделирования следует, что при исключении из полного множества первого и

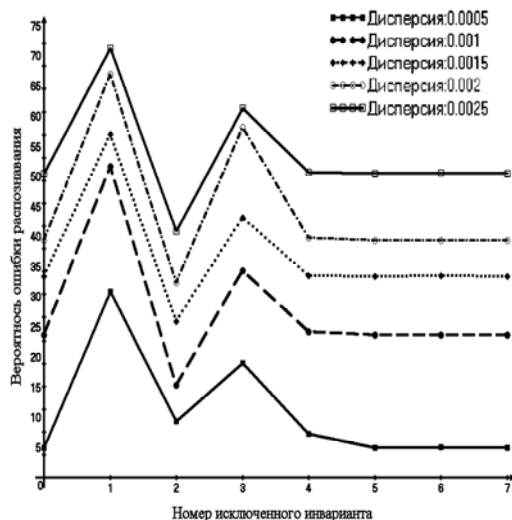


Рис. 1

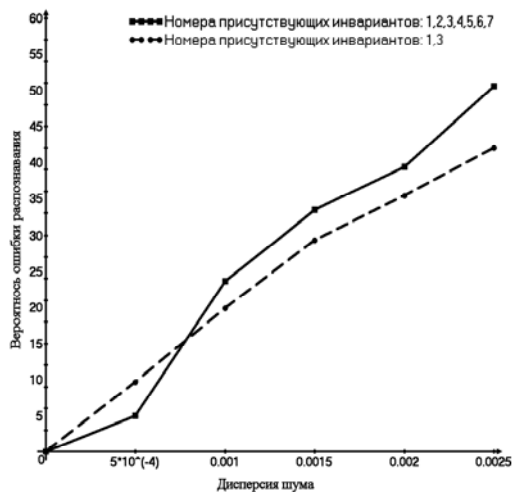


Рис. 2

третьего инвариантов ошибки распознавания существенно возрастают. Это говорит о том, что эти инварианты, в соответствии с принятой классификацией, являются полезными и их следует включить в вектор признаков.

При исключении из вектора признаков пятого, шестого или седьмого инвариантов вероятность ошибки практически не изменяется, т. е. эти инварианты можно считать бесполезными при распознавании буквенно-цифровых символов. Четвертый инвариант больше бесполезен, чем полезен, так как его влияние на значение ошибки несущественно.

Исключение из полного множества второго инварианта приводит к значительному снижению ошибки распознавания, которая становится меньше чем в случае полного множества инвариантов. Из этого следует, что второй инвариант при распознавании буквенно-цифровых символов не только бесполезен, но и вреден.

На рис. 2 представлены результаты моделирования процедуры распознавания только по двум инвариантам — Φ_1 и Φ_3 , и для полного множества инвариантов. Видим, что при малых уровнях шума ошибки распознавания по двум инвариантам несколько больше, чем в случае полного множества инвариантов. Однако по мере увеличения уровня шумов распознавание по двум указанным инвариантам обеспечивает меньшие усредненные по всем используемым символам значения вероятности ошибок.

Таким образом, при распознавании буквенно-цифровых стилизованных символов наиболее информативными являются первый и третий инварианты. Пятый, шестой и седьмой инварианты не улучшают качество распознавания, но их вычислительная сложность в сравнении с инвариантами низших порядков значительно больше [4].

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Анисимов Б. В., Кучурганов В. Д., Злобин В. К. Распознавание и цифровая обработка изображений. — Москва: Высш. шк., 1983. — 295с.
2. HU M-K Visual Pattern Recognition by Moment Invariants // IKE Transactions on Information Theory. — 1962. — Vol. 8. — P. 179—187.
3. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. — Москва: техносфера — 2006. — 616с.
4. Медведик А. Д., Верченко В. А., Бабак П. Е. Оценка вычислительной сложности моментных инвариантов, используемых в задачах распознавания // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — 2015. — № 4(78). — С. 124—130.

A. D. Medvedik, N. V. Volkov, S. M. Konyukhovskii

Evaluation of information content of moment invariants used in pattern recognition

Using mathematical modeling, the information content of Xy moment invariants was analyzed when used for recognition of alphanumeric characters, distorted by noise. Information content of each of the invariants was evaluated by the value of the increment detection error probability, when it is excluded from the feature vector. Degree of usefulness of each of the invariants was determined.

Keywords: *moment invariants, feature vector, Euclidean distance, probability of recognition errors.*