

УДК 519.683.8:519.6

О влиянии точности представления изображений на качество распознавания графических образов

И. М. Гостев

*Московский институт электроники и математики (МИЭМ)
109028, Москва, Б. Трёхсвятительский пер., д.3*

Рассматриваются вопросы распознавания графических образов на дискретных изображениях. Проведено исследование влияния количества градаций по яркости на качество распознавания графических образов. Показано, что увеличение числа градаций с 28 на 216 приводит к существенному расширению диапазона правильной классификации в условиях повышенного уровня шумов.

Ключевые слова: распознавание образов, обработка изображений.

1. Введение

Для идентификации графических объектов обычно используется процесс, состоящий из некоторого количества математических операций над изображением. В первую очередь к таким операциям относятся их обработка, которая обычно состоит из различного типа фильтров и кончается выделением контуров. Затем над контурами производят некоторые преобразования, целью которых являются сведение двумерной функции координат контура (объекта) к некоторой одномерной функции, которую можно идентифицировать. Наиболее проработанными и распространёнными методами в настоящее время являются методы, относящиеся к сигнатурному анализу [1].

В результате этих манипуляций с контуром получаем возможность идентификации объектов инвариантно к сдвигу, масштабу и повороту, а если это необходимо, то и к зеркальному отображению [2–4]. Процесс распознавания в такой системе заключается в применении к объектам и эталону некоторой бинарной функции, принимающей значения 1 или 0, в зависимости от того распознан объект или нет. Очевидно, что эта функция основана на некоторой метрике, значение которой сопоставляется с некоторым классификационным допуском. Величину классификационного допуска определяют исходя из статистических исследований значений метрики, полученных по выборкам такого класса объектов в аналогичных условиях.

В [5] показано, что значения метрики не зависят от формы распознаваемых объектов при выбранной последовательности операций по обработке изображений и некоторой сигнатурной функции. Более того, в [6] показано, что чувствительность такого метода очень велика и может быть оценена на основе модифицированного критерия Фишера. Однако дальнейшие исследования [7] показали, что при распознавании формы реальных объектов для некоторых классов объектов может возникнуть наложение функций плотности вероятностей, рассчитанных для распределений типа эталон–эталон с распределением типа эталон–неэталон. Это приводит к необходимости выбирать классификационные допуски вручную для некоторых групп объектов, при этом значения метрик в реальном случае отличаются от идеальных из-за наложения шумов. В этой же работе изложены методы, устраняющие такое влияние.

Несмотря на полученные результаты, некоторые вопросы в результатах проведённых исследований остались без должных комментариев и соответствующего приложения. В частности в [8] были показаны графики зависимости значения распознающих метрик от уровня шумов на изображении (см. рис. 1). Здесь по оси абсцисс отложена дисперсия шумов σ , пересчитанная в разброс яркости пикселей на экране, а по оси ординат значения двух метрик — геометрической корреляции 1 и 2.

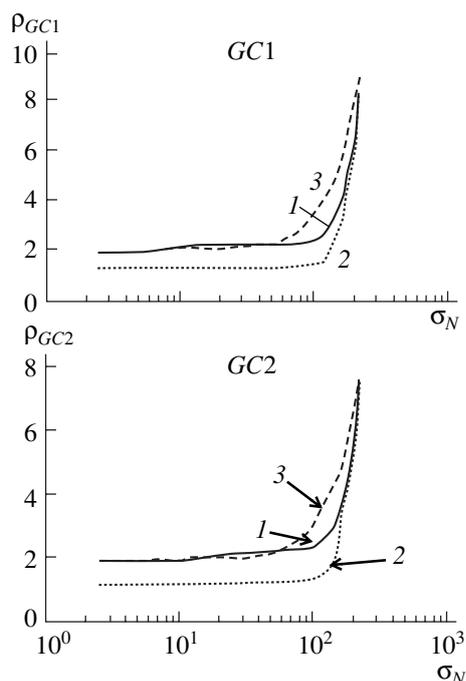


Рис. 1. Практически полученная зависимость метрик ρ_{GC1} и ρ_{GC2} от уровня шумов

Результаты исследований показывают практическую независимость значений метрик от шумов в большом диапазоне, превышающем две декады. Однако, начиная со значений в $\sigma = 100$, наблюдается резкий рост значений метрик. Этот факт был объяснён тем, что искажения формы объектов при таком значении шума становятся настолько большими, что сам процесс распознавания этим способом теряет смысл. С другой стороны, изложена гипотеза о том, что представление объектов на изображении, имеющем 256 градаций серого с уровнем дисперсии шумов более $\sigma \approx 100$, вызывает искажение нормальности закона распределения и, следовательно, существенный рост метрик. Из рис. 2 видно, что при уровне дисперсии $\sigma = 100$ функция плотности распределения приближается к границам возможных значений уровня яркости — 0 и 256. При большем уровне шума нормальность его закона распределения нарушается, что подтверждает предложенную гипотезу о росте метрики.

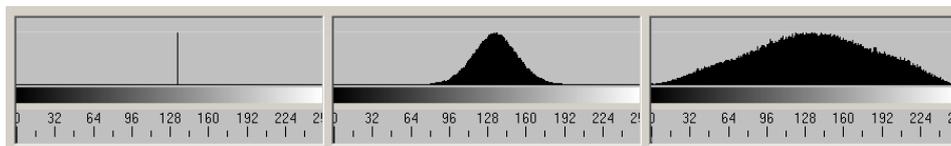


Рис. 2. Графики плотности распределения шумов на изображении с 256 градациями серого при $\sigma = 0$, $\sigma = 30$, $\sigma = 100$ (слева направо)

В настоящей работе была исследована правильность гипотезы о закономерности полученных ранее результатов. Для этого выполнены следующие шаги. Во-первых, разрядность исходных изображений была увеличена с 256 до 65536. Во-вторых, алгоритм генерации случайных чисел изменён так, чтобы его дисперсия могла достигать величин в 5000 и более (значение пересчитаны в отклонения яркости пикселей). В-третьих, изменены все алгоритмы и программы так, что они стали работать с 16-разрядными числами, представляющими значение яркости пикселей. Кроме того, поскольку вывести изображение с числом градаций

в 2^{16} не представляется возможным, то для операций ввода-вывода были разработаны специальные методы преобразования изображений к стандарту в 256 градаций.

В результате всех этих манипуляций проведены исследования по: наложению шумов на изображения с увеличенным числом градаций, вплоть до значений дисперсии $\sigma = 10^4$; их дальнейшей обработки; сигнатурному анализу и вычислению метрик геометрической корреляции. Так, например на рис. 3 показан вид тестовых объектов без шума, с шумом в $\sigma = 100$ и $\sigma = 250$ для изображений с числом градаций в 2^{16} .

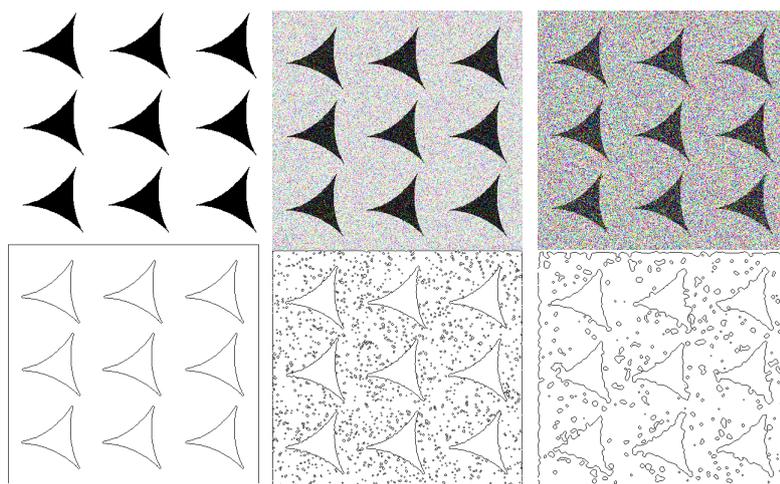


Рис. 3. Изображения тестовых объектов (сверху) и результатов обработки изображений без шума $\sigma = 0$, $\sigma = 30$, $\sigma = 100$ (слева направо)

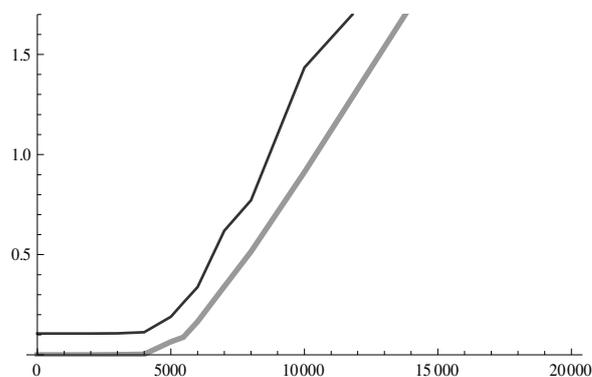


Рис. 4. Функция зависимости метрик геометрической корреляции (снизу ГК2, сверху ГК1) от шумов на изображениях с расширенным динамическим диапазоном значений яркости

В результате численных экспериментов с изображениями с увеличенным числом градаций были получены следующие результаты:

- расширение динамического диапазона изображения к возможности использования изображений с увеличенным диапазоном шумов, при котором метрика распознавания остаётся постоянной, как показано на рис. 4. Из рисунка видно, что величины метрик практически не изменяются вплоть до значения дисперсии $\sigma = 5000$;

- так как почти любая обработка изображения вносит некоторые искажения в него, то расширение динамического диапазона позволяет снизить влияние этих искажений, которые рассматриваются как шум;
- расширение динамического диапазона изображения приводит к возрастанию значения модифицированного критерия Фишера и тем самым увеличивает вероятность правильного распознавания объектов, снижая вероятность ложного опознавания;
- увеличение значения модифицированного критерия Фишера позволяет однократно, на этапе исследований, установить классификационный допуск в методах идентификации на основе геометрической корреляции независимо от типа объектов и уровня шумов (в широком диапазоне) и не менять его.

Литература

1. Loncaric S. A Survey of Shape Analysis Techniques // Pattern Recognition. — 1998. — Vol. 31, No 8. — Pp. 983–1001.
2. Gostev I. M. Recognition of Graphic Patterns: Part 1 // Izv. Ross. Akad. Nauk, Teor. Sist. Upr. — 2004. — Vol. 43, No 1. — P. 129.
3. Гостев И. М. Об идентификации графических объектов по контурным фрагментам // Изв. РАН ТИСУ. — 2005. — № 1. — С. 144–151.
4. Гостев И. М. Об одном методе получения контуров изображений // Изв. РАН ТИСУ. — 2004. — № 3.
5. Гостев И. М. О моделировании и оценке классификационного допуска // Вестн. РУДН. Сер. Прикладная и компьютерная математика. — 2004. — Т. 3, № 1. — С. 85–92.
6. Гостев И. М. О модифицированном критерии Фишера // Изв. Тульского ГУ сер. «Вычислительная техника. Информационные технологии. Системы управления». — 2005. — Вып. 1. — С. 35–39.
7. Gostev I. M. On Methods of Improvement of the Identification Quality of Graphical Objects in Geometric Correlation Methods // Izv. Ross. Akad. Nauk, Teor. Sist. Upr. — 2005. — Vol. 44, No 3. — P. 379.
8. Gostev I. M. Specific Features of the Calculation of Metrics in Identification of Graphical Objects by the Methods of Geometric Correlation // Izv. Ross. Akad. Nauk, Teor. Sist. Upr. — 2007. — Vol. 46, No 1. — P. 121.

UDC 519.683.8:519.6

About Influence of the Accuracy of Image Representation on the Graphic Recognition Quality

I. M. Gostev

Moscow Institute of Electronics and Mathematics (Technical University), MIEM

The questions of the recognition graphic pattern are considered on discrete image. The organized study of the influence amount gradation on brightness on quality of the recognition graphic image. It is shown that increase the number gradation with 28 on 216 brings to essential expansion of the range to correct classification in condition raised level of noise.

Key words and phrases: pattern recognition, image processing.