

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

The visual and quantitative methods of an estimation of quality of the digital images are described, the program of account and examples of the digital images with by estimations of their quality is given.

**Введение.** Для повышения визуального качества изображения разрабатываются системы улучшения изображений. Это системы исправления изображений, предназначенные для компенсации искажений и создания изображений, приближающихся к тем, которые были бы получены с помощью идеальной системы, не вносящей искажений. Во всех задачах общим является вопрос о качестве изображения – о том, чтобы в процессе обработки изображений поддерживать, повышать или восстанавливать его, поэтому важно получить его количественную оценку, адекватную визуальной.

**Оценка качества цифровых изображений.** Качество изображения можно оценивать двояко: либо определяя верность воспроизведения, либо оценивая дешифрируемость изображения. Верность воспроизведения характеризует степень отклонения обработанного изображения от некоторого эталонного, а дешифрируемость указывает, в какой степени человек или машина может извлечь из изображения полезную информацию. Чаще всего верность воспроизведения связана с небольшими различиями между обработанным и эталонным изображениями. О дешифрируемости же, напротив, говорят, как правило, в связи с большими различиями между этими изображениями.

Очевидно, что количественные меры верности и дешифрируемости изображения очень нужны для проектирования и оценки систем воспроизведения изображений. Эти меры во многом помогут избавиться от трудоемкой и подчас неточной современной методики оценки изображений посредством субъективной экспертизы. Кроме того, на основе количественных мер можно развить методы оптимизации систем обработки изображений.

В разработке количественных критериев верности и дешифрируемости изображений достигнуты значительные успехи. Однако введенные критерии не являются достаточно совершенными: очень часто можно привести примеры изображений, качество которых формально оценивается как высокое, а субъективно – как низкое и наоборот. Создание более совершенных критериев оценки качества изображений связано, несомненно, с более глубоким изучением свойств зрительной системы человека.

**Субъективные оценки качества изображений.** В настоящее время наиболее распро-

страненным и самым надежным способом определения качества изображений является субъективная экспертиза. В некоторых случаях в качестве экспертов привлекают наблюдателей-неспециалистов. Их оценки определяют качество изображения именно так, как его воспринимает «средний» наблюдатель. Кроме того, проводятся опыты со специалистами, имеющими опыт обработки изображений, от которых следует ожидать более обоснованных оценок качества. Предполагается, что опытные наблюдатели замечают небольшие погрешности изображения, которые неспециалист может проглядеть.

Существуют два вида экспертных оценок: абсолютные и сравнительные. В первом случае наблюдатель должен оценить качество изображения по какой-то заранее определенной шкале. При некоторых методиках процесс оценивания облегчается тем, что наблюдателю предоставляется также набор эталонных изображений. Существуют и другие методики, когда наблюдатель вынужден принимать решение только на основании своего собственного опыта. При сравнительных оценках наблюдатель должен ранжировать набор конкретных изображений, т. е. расставить их в ряд по убыванию качества [1].

Количественные методы оценки качества изображений. Рассмотрим предлагаемый метод оценки качества изображений [2].

Для формирования этой оценки рассматриваются такие параметры изображения, как и его обобщенный контраст, среднеарифметическое значение  $L$  яркостей, полнота использования градаций яркостей и резкость изображения.

Одним из параметров, которые определяют качество изображений, является контраст. Поскольку изображение имеет сложный сюжетный характер, то это порождает необходимость при определении его контрастности выходить из контраста отдельных комбинаций элементов изображения. При этом все элементы считаются равнозначными, и контраст каждой их пары вычисляется по формуле

$$C_{ij} = \frac{L_i - L_j}{L_i + L_j}, \quad (1.1)$$

где  $L_i$ ,  $L_j$  — яркости элементов сюжетного изображения.



$k = 0,8$   
 $KC = 0,6784$   
 $LQ = 0,2442$   
 $KQ = 0,6392$   
 $RQ = 0,5786$   
 $Q = 0,049016$



$k = 0,6$   
 $KC = 0,1785$   
 $LQ = 0,1835$   
 $KQ = 0,6391$   
 $RQ = 0,4812$   
 $Q = 0,006045$



$k = 0,6$   
 $KC = 0,6324$   
 $LQ = 0,1835$   
 $KQ = 0,6390$   
 $RQ = 0,1753$   
 $Q = 0,010068$

Рисунок. Иллюстрация применения метода количественной оценки качества изображений

Сюжетность изображения предполагает возможность его использования человеком. Поэтому при оценке контраста, как одного из параметров качества изображения, необходимо учитывать ряд особенностей зрительного восприятия человека.

Далее, применяя правило суммирования контрастов, вычисляют набор величин, которые определяют восприятие каждой пары элементов изображения. Проводя усреднение матрицы локальных контрастов, получают суммарный контраст  $C_{gen}$ . Полученный результат может быть использован как один из параметров оценки визуального качества изображения.

Параметр  $KC$  дает оценку контраста изображения. Когда оценивается визуальное качество изображения независимо от его сюжетного наполнения, тогда за  $KC$  принимают суммарный контраст изображения  $C_{gen}$ .

Среднеарифметическое значение  $\bar{L}$  яркостей отображает уровень адаптации по яркости зрительной системы человека, оптимальным значением которой является половина максимально возможного диапазона яркостей  $L_{max}/2$ . Поэтому величину отклонения  $\bar{L}$  от  $L_{max}/2$  можно использовать как оценку уровня адаптации зрительной системы:

$$LQ = 1 - \frac{\bar{L} - L_{max}/2}{L_{max}/2} \quad (1.2)$$

Еще одним важным параметром оценки визуального качества изображения является полнота использования его элементами градаций яркостей. Аналитическое выражение этого параметра такое:

$$KQ = \frac{S}{L_{max}}, \quad (1.3)$$

где  $S$  — количество уровней яркостей, для каждого из которых на данном изображении присутствует большее, чем  $b \times N \times M$ , количество элементов с данной яркостью ( $N$  и  $M$  — размеры изображения,  $b$  — некоторая константа).

Очередным параметром оценки визуального качества изображения в данном методе является его резкость, которая измеряется скоростью нарастания яркости, разделенной на общую величину перепада [3]:

$$RO = \frac{\int_a^b \left(\frac{df}{dx}\right)^2 dx}{f(a) - f(b)}, \quad (1.4)$$

где  $f(x)$  — это видеосигнал;  $a$  и  $b$  — точки, которые расположены на противоположных краях перепада. Поэтому оценку резкости находят следующим образом:

$$RQ = RO / L_{max} \quad (1.5)$$

В целом выражение для количественной оценки визуального качества полутонных монохромных изображений записывают так:

$$Q = k \cdot KC \cdot LQ \cdot KQ \cdot RQ, \quad (1.6)$$

где  $k$  — нормирующий коэффициент, который может учитывать и визуальную оценку качества изображения. Проведя расчеты, получили результаты (рисунок).

**Заключение.** Используя методы оценки качества изображений, можно на их основе строить системы восстановления изображений, производить подбор параметров восстановления.

#### Литература

1. Претт У. Обработка цифровых изображений. — М.: Мир, 1985.
2. Воробель Р. А., Журавель И. М., Опыр Н. В., Попов Б. О., Дереча В. Я., Равлик Я. М. Метод количественной оценки качества рентгенографических изображений // Труды третьей Украинской научно-технической конференции “Неразрушающий контроль и техническая диагностика-2000”. — Днепропетровск. — С. 233–236.
3. Смирнов А. Я. Критерии качества дискретизированных изображений // Труды ГОИ им. С. И. Вавилова. — Т. 57. — Вып. 191. — Л. — 1984.