

## Методика объективной оценки качества обработки цветных изображений

О.Е. Карасёв

*Федеральное агентство по образованию МУРОМСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23, тел.: (49234) 77273  
E-mail: [kaf-eivt@yandex.ru](mailto:kaf-eivt@yandex.ru)*

При работе с видеoinформацией всегда приходится задаваться вопросом об её качестве. Качество столь сложного объекта как изображение является очень важным, но одновременно и довольно нечётким понятием. Оно оценивается разными способами в связи с различными задачами.

Рассмотрим наиболее часто используемые показатели качества изображений.

Критерий визуального восприятия базируется на результатах экспертизы. Обычная процедура оценки качества заключается в предъявлении набора пар изображений (анализируемые и идеальные) экспертам-наблюдателям, которые высказывают суждения на уровне: «искажения незаметны», «заметны, но не ухудшают», «ухудшают, но не мешают», «немного мешают» и так далее. Проведение подобной экспертизы – всегда сложная задача, и её результаты весьма приблизительны. Но главный недостаток субъективного критерия – отсутствие количественных оценок. Он не позволяет решать задачи оптимизации систем обработки изображений в пространстве непрерывно изменяющихся параметров. Желательно, чтобы критерий имел простую аналитическую форму и просто вычислялся по предъявляемым критериям. Этому требованию удовлетворяет среднеквадратичный критерий.

Пусть изображения  $f(n_1, n_2)$  и  $g(n_1, n_2)$  описываются моделями однородных случайных полей. Мерой соответствия реального изображения идеальному может служить среднее значение квадрата их разности:

$$\varepsilon_{\text{кв}}^2 = E\{(f - g)^2\}.$$

Эта величина будет постоянной по всему полю аргументов.

Недостатком данного критерия при обработке изображений является то, что он плохо согласуется с критерием субъективного восприятия.

Критерий максимальной ошибки для дискретного случая можно записать в виде

$$\varepsilon_{\text{макс}} = \max_{(n_1, n_2)} |f(n_1, n_2) - g(n_1, n_2)|.$$

Это очень строгий критерий. Он используется в тех случаях, когда выдвигается требование высокой точности представления не изображения в целом, а каждой его точки (отсчёта). Это необходимо в ответственных случаях – при получении уникальных изображений.

Однако данный показатель имеет серьёзный недостаток – сложность теоретической оценки и, соответственно, использования его в процедурах оптимизации (по крайней мере, для общепринятых моделей изображения).

Поэтому актуальной является задача выбора количественных характеристик, способных объективно оценить качество изображений в соответствии с критерием визуального восприятия.

В данной работе предлагается использовать энтропию, характеризующую среднее количество информации, потерянной при обработке, то есть в нашем случае степень сглаживания контурного рисунка и мелких деталей на изображении; нормированное цветовое отклонение, характеризующее ошибку восприятия между исходным и обработанным изображениями в однородно воспринимаемом цветовом пространстве  $L^*a^*b^*$ , в котором расстояние между двумя точками, изображающими два цвета, пропорционально визуальному различию этих цветов, и отношение сигнал/шум, характеризующее степень подавления шумов.

В основе теории информации Шеннона лежит понятие об энтропии. Это среднее количество информации, приходящееся на один символ алфавита, генерируемого источником сообщений. Данная характеристика является показателем средней априорной неопределённости при выборе очередного символа. Она определяется как математическое ожидание количества информации, содержащейся в случайно (с вероятностью  $P(a_i)$ ) выбранном знаке  $a_i$ .

Очевидно, что одни изображения являются более содержательными, чем другие, то есть имеют больше деталей, или при анализе из них удаётся извлечь больше данных. Детали и данные являются качественными понятиями, и поэтому они довольно расплывчаты. Поэтому часто бывает необходимо ввести количественные характеристики изображения, позволяющие оценивать свойства алгоритмов кодирования, обработки и анализа изображений.

Можно использовать следующее соотношение для энтропии изображения:

$$H(X) = \frac{1}{MN \ln 2} \sum_m \sum_n -\mu_X(x_{mn}) \ln \mu_X(x_{mn}) - (1 - \mu_X(x_{mn})) \ln(1 - \mu_X(x_{mn})).$$

При использовании энтропии в качестве количественной оценки степени размытия контурного рисунка, имеющего ключевое значение в процессе восприятия изображения человеком, необходимо руководствоваться следующей закономерностью: энтропия изображения с размытым контурным рисунком имеет меньшее значение по сравнению с энтропией исходного изображения, а энтропия изображения с подчёркнутым контурным рисунком – большее.

Отношение сигнал/шум можно определить из соотношения

$$SNR = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \|\bar{p}_{ucx}(i, j)\|_E^2}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \|\bar{p}_{обп}(i, j) - \bar{p}_{ucx}(i, j)\|_E^2} \quad [\text{дБ}],$$

где  $\|\cdot\|_E$  – норма Евклида;  $M$  и  $N$  – размеры цветного изображения;  $\bar{p}_{ucx}(i, j)$  – элемент исходного цветного изображения в системе цветовых координат  $RGB$ ;  $\bar{p}_{обп}(i, j)$  – элемент обработанного цветного изображения в системе цветовых координат  $RGB$ .

Нормированное цветовое различие  $NCD$  определяется из соотношения:

$$NCD = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \Delta E_{L^*a^*b^*}(i, j)}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N E_{L^*a^*b^*}(i, j)},$$

где  $\Delta E_{L^*a^*b^*}(i, j) = \left\| \vec{p}_{L^*a^*b^*,обр}(i, j) - \vec{p}_{L^*a^*b^*,исх}(i, j) \right\|_E$ ;  $\vec{p}_{L^*a^*b^*,исх}(i, j)$  – элемент исходного цветного изображения в системе цветových координат  $L^*a^*b^*$ ;  $\vec{p}_{L^*a^*b^*,обр}(i, j)$  – элемент обработанного цветного изображения в системе цветových координат  $L^*a^*b^*$ ;  $E_{L^*a^*b^*}(i, j) = \left\| \vec{p}_{L^*a^*b^*,исх}(i, j) \right\|_E$ .