

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ JPEG

Андреева О.А., группа ИУС-06м

Руководитель проф. Спорыхин В.Я.

Для сжатия изображений существует множество специальных методов, которые можно разделить на два больших класса: с потерями информации и без потерь [1]. Программы, реализующие методы сжатия с потерями, позволяют пользователю в известных пределах менять свои параметры для достижения различных результатов. В тех случаях, когда требуется сжать некоторым наилучшим образом большое количество файлов, перед пользователем возникает трудоемкая задача подбора параметров для каждого изображения.

Часто данная проблема решается в виде пакетной обработки ряда изображений с одними и теми же значениями параметров для каждого из них. В лучшем случае значения определяются на основании анализа одного из изображений, в худшем – заранее predeterminedены разработчиками на основании усредненных статистических данных.

Метод сжатия JPEG относится к классу сжатия изображений с потерями информации. Его сильной стороной является большой коэффициент сжатия при сохранении исходной цветовой глубины. Это свойство обусловило его широкое применение в Internet, где уменьшение размера файлов имеет первостепенное значение. Также часто применяется в мультимедийных энциклопедиях и каталогах, где требуется хранение возможно большего количества графики в ограниченном объеме.

Сжимая исходное изображение с помощью JPEG, можно повлиять на результат сжатия путем изменения следующих параметров: степень сжатия (compression) либо противоположная величина – качество картинки (image quality), дискретизация компонентов цвета (color component sampling) по вертикали и горизонтали, оптимизация кодов Хаффмана (optimize Huffman

codes) и прогрессивное представление (progressive).

Рассмотрим, какое влияние оказывают параметры сжатия на размер итогового файла для четырех тестовых изображений. Все они с 24-битной глубиной цветности (TrueColor) и относятся к классу изображений, на которые ориентирован алгоритм сжатия JPEG. Изображение «lena» включено в тестовый набор для возможности сравнения результатов сжатия одинаковых изображений, представленных разными форматами хранения. В таблице 1 указаны основные свойства данных изображений, а на рисунке 1 приведены их уменьшенные копии.

Таблица 1 – свойства тестовых изображений

изображение	Размер изображения, пикселей	файл	Размер файла, килобайт
Baboon	500x480	Baboon.bmp	703.18
Cornfield	512x480	Cornfield.bmp	720.05
lena	512x512	Lena.tif	768.13
		Lenna.bmp	768.05

Исходные (несжатые) изображения в BMP и TIF формате сжимались по алгоритму JPEG с сохранением в формате JPG. Следует учесть, что изменение параметров отнюдь не линейно, и среднее значение далеко не всегда даст оптимальный результат.



Рисунок 1 – изображения «baboon», «cornfield» и «lena» (уменьшенные)

Оптимизация состоит в поиске «золотой середины» между качеством и размером файла. Обычно есть такой диапазон изменения качества, в пределах

которого даже самый придирчивый зритель не увидит отличия от оригинала, а вот размер файла при этом может измениться в 2-4 раза [2]. И наоборот, начиная с определенного уровня сжатия, изменение объема уже практически не играет роли, зато качество стремительно падает.

Есть два вида оптимизации: по качеству и по объему. Очевидно, что сжатие изображения эффективно тогда, когда, не особенно потеряв в качестве, мы значительно экономим место, занимаемое файлом. Взяв исходные несжатые изображения, можно сохранить их с разной степенью JPEG-сжатия, а потом отметить размеры получившихся файлов относительно исходных в качестве точек на графике (рис. 2). Проанализируем кривые, рассматривая их справа налево.

Вначале размер стремительно уменьшается. Всего 5-10 процентов потери качества, неразличимую глазом, дают двойную экономию объема. Затем размер начинает убывать медленнее. Здесь небольшой выигрыш в объеме приводит к ухудшению качества вдвое.

Изображения «lena» и «cornfield», обладающие достаточно обширными областями плавного изменения цвета дали весьма близкие результаты. Они сжались заметно лучше изображения «baboon», для которого характерны частые резкие изменения цвета (шерсть животного). Об этом свидетельствует тот факт, что их кривых расположены левее и выше кривой для изображения «baboon». Т.е. при одинаковом выигрыше в объеме, выигрыш в качестве для них больше (кривая расположена выше). А при одинаковом качестве – дают больший выигрыш в объеме (кривая расположена левее).

Для определения оптимальных параметров сжатия изображений в автономном режиме воспользуемся математическим и методологическим аппаратом генетических алгоритмов.

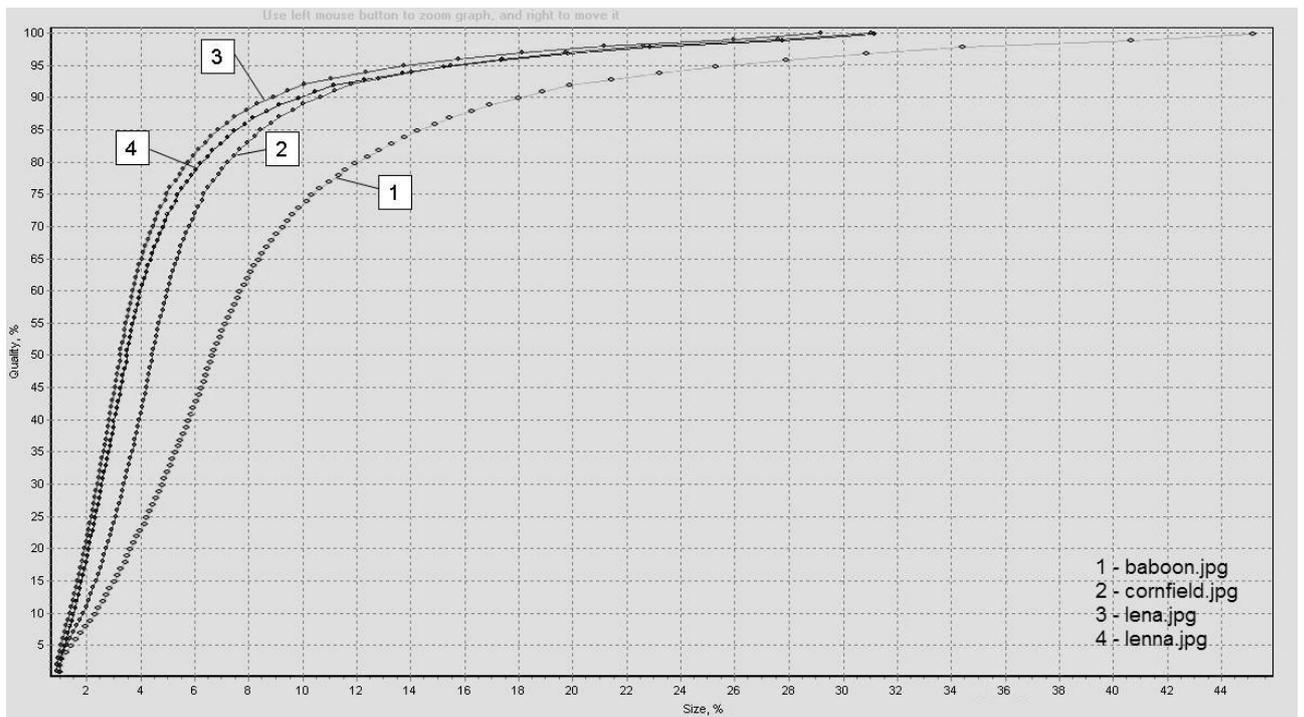


Рисунок 2 – влияние степени сжатия на размер итогового файла

Т.о. необходимо выяснить, при каких параметрах для данного конкретного изображения кодер позволяет получить сжатый файл наименьшего размера:

$$\min_{q \in [q_H; q_K]} S = f(\bar{P}^{\phi}, \bar{P}^{\phi}), \quad (1)$$

где $\bar{P}^{\phi} = [p_1, p_2, \dots, p_n]$ – вектор варьируемых параметров сжатия;

$\bar{P}^{\phi} = [p_1, p_2, \dots, p_m]$ – вектор параметров с фиксированными значениями;

S – размер сжатого файла;

q – мера сходства исходного и восстановленного после сжатия изображений;

n и m – количество варьируемых и фиксированных параметров.

Учитывая особенности JPEG сжатия цифровых статических изображений, имеем:

$$\begin{aligned} \bar{P}^{\phi} &= [IQ, OHC, HCS, VCS] \\ \bar{P}^{\phi} &= [PRGS, THUM, EXIF] \\ IQ &\in [0, 1, \dots, 100] \end{aligned} \quad (2)$$

$$OHC, HCS, VCS, PRGS, THUM, EXIF \in [0; 1]$$

где IQ (Image Quality) – параметр, задающий кодеру допустимый процент потерь информации от исходного изображения;

HCS (Horizontal Color Sampling) и VCS (Vertical Color Sampling) – задают характер горизонтальной и вертикальной цветовой субдискретизации соответственно;

OHC (Optimize Huffman Codes) – дополнительная оптимизация кодов Хаффмана;

$PRGS$ (Progressive), $THUM$ (Thumbnails) и $EXIF$ – параметры, определяющие представление сжатого файла.

Хромосомы являются закодированными целочисленными решениями задачи, представленными в двоичной форме. В данном случае хорошие результаты дают применение одноточечного кроссовера и битовой мутации. Все хромосомы в популяции имеют одинаковую длину. Параметры HCS , VCS , OHC оказывают меньшее влияние на размер сжатого файла, чем параметр IQ . Кроме того, они принимают значение либо 0, либо 1 и, следовательно, могут быть закодированы в двоичном виде с помощью всего лишь одного бита. Поэтому объединим их в одну группу, и будем считать одним параметром сжатия, который обозначим как OHV . Тогда значения параметра OHV могут быть закодированы в двоичной форме с помощью 3 бит. Для кодирования всех возможных значений параметра IQ в двоичной форме потребуется 7 бит ($2^7=128$). Поскольку 7 битами можно представить целые числа от 0 до 127, значения от 101 до 127 будем считать некорректными. Таким образом, хромосома может быть представлена, как показано на рис. 3.

Закодированные в хромосоме значения всех параметров декодируются и производится сжатие изображения с данными параметрами. По результатам сжатия производится оценивание особей популяции с целью выявления более приспособленных.

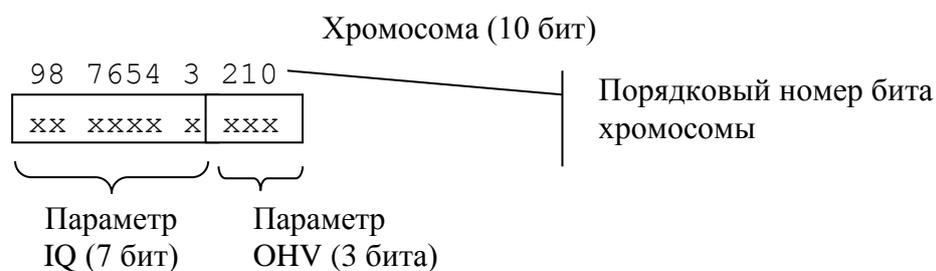


Рисунок 3 – хромосома

Для подсчета приспособленности каждой особи используется функция приспособленности (целевая функция)

$$f_i = f(G_i) \quad (3)$$

где $G_i = \{ g_{ik} \mid k = 1, 2, \dots, N \}$ – хромосома i -й особи, g_{ik} – значение k -го гена i -й особи, N – количество генов в хромосоме.

В соответствии с этим, поскольку решается задача минимизации, то при $f(G_i) < f(G_j)$, считают, что i -я особь лучше (приспособленнее) j -й особи.

Применение генетических алгоритмов дало возможность решить поставленную задачу, прибегая к меньшему числу операций сжатия, чем при полном переборе вариантов. Что соответственно уменьшает затрачиваемое время. Так популяция из 5 хромосом позволяет найти решение в среднем в течение 8-11 поколений. На это требуется 40-55 операций сжатия вместо 808 ($101 * 2^3$). Было замечено, что при сильном сжатии ($IQ = 0..60$) выигрыш в размере получаемого сжатого файла составляет 0,2...0,5%, а при слабом сжатии ($IQ = 60..100$) достигает 7,8%. После IQ , наибольшее влияние на степень сжатия оказывает параметр $ОНС$.

Перечень ссылок

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. - 384 с.
2. Алексей Шуньков. Графика в Web-дизайне. / Электронный ресурс. Способ доступа: URL: <http://www.lki.ru/text.php?id=558>