

СЖАТИЕ JPEG-ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АСИММЕТРИЧНЫХ СИСТЕМ СЧИСЛЕНИЯ

Волков Леонид Сергеевич, Шокуров Антон Вячеславович

Аспирант, к. ф.-м. н., научный сотрудник

*Механико-математический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова,
Москва, Россия*

E-mail: leonid.volkov@math.msu.ru, shokurov.anton.v@yandex.ru

Научный руководитель — Шокуров Антон Вячеславович

Цифровое растровое изображение - двумерный массив данных, полученный путем дискретизации (аналого-цифрового преобразования) оригинального изображения. Элементы массива называются пикселями и могут быть закодированы различным образом. Для кодирования могут использоваться цветовые пространства RGB и YCbCr. В пространстве RGB пиксель представляется взвешенной суммой компонент красного (R), зеленого (G) и синего (B) цветов. В пространстве YCbCr пиксель является комбинацией компоненты яркости (Y), синей (Cb) и красной (Cr) цветоразностных компонент.

Большую часть интернет-трафика занимают цифровые изображения. Для экономии трафика возникает необходимость сжимать данные, то есть применять к ним преобразования, после которых они имеют меньший размер, а также сохраняется возможность восстановить исходные данные с желаемой точностью.

Формат хранения изображений JPEG [1] был стандартизован в 1992 году. Его базовая реализация состоит из следующих шагов:

1. Преобразование цветового пространства RGB в YCbCr.
2. Прореживание каналов Cb и Cr.
3. Разбиение данных в каналах на блоки 8×8 .
4. Применение дискретно-косинусного преобразования (ДКП) к каждому блоку.
5. Квантование результатов ДКП (каждый элемент блока делится нацело на соответствующее значение матрицы квантования).
6. Сжатие блоков методом Хаффмана.

Метод сжатия Хаффмана [2] является достаточно быстрым, но имеет следующий недостаток: распределение вероятности кодируемых символов приближается степенями двойки, что мешает достичь высокой степени сжатия.

Стандарт JPEG предлагает арифметическое кодирование [3] в качестве альтернативного метода сжатия. Оно позволяет достичь более высоких значений для степени сжатия, близких к теоретическому пределу (энтропия Шеннона), однако требует большого количества вычислений, из-за чего не получило большого распространения.

Существует метод сжатия, именуемый как «Ассиметричные системы счисления» (ANS) [4], который сочетает в себе скорость и способность достигать степеней сжатия, близких к теоретическому пределу.

В данной работе предложены формат файла и алгоритмы, использующие сжатие методом ANS. Каждый канал имеет пару потоков данных для DC-значений, имеющих в блоке 8×8 индексы (1, 1), и пару потоков данных для AC-значений блоков (все остальные значения в блоке 8×8). Пара потоков представляет собой поток символов, который впоследствии подается на вход ANS-кодировщику (в базовой реализации JPEG этот поток кодируется алгоритмом Хаффмана), и битовый поток амплитуд, содержащий закодированные «variable-length integer» (VLI) кодами значения квантованных результатов ДКП. Предложенные алгоритмы протестированы на наборе изображений [5]. При реализации алгоритмов были использованы готовые реализации ANS-кодировщиков.

Полученные результаты показывают, что предложенные алгоритмы позволяют сжимать изображения из тестового набора от одного до восемнадцати процентов эффективнее в сравнении с базовым алгоритмом JPEG.

Литература

1. G. K. Wallace, "The JPEG still picture compression standard," in IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 38, no. 1, pp. xviii-xxxiv, Feb. 1992, doi: 10.1109/30.125072.
2. D. A. Huffman, "A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes," in Proceedings of the IRE, vol. 40, no. 9, pp. 1098-1101, Sept. 1952, doi: 10.1109/JRPROC.1952.273898.
3. Pennebaker, W.B., Mitchell, J.L., et. al. Arithmetic coding articles. IBM J. Res. Dev., vol. 32, no. 6 (Nov. 1988), pp. 717-774.
4. J. Duda, Asymmetric numerical systems, arXiv:0902.0271.
5. Набор тестовых изображений «rgb8bit»:
https://imagecompression.info/test_images/rgb8bit.zip