

АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ WAVELET-КОЭФФИЦИЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Тишин А.Ю., Фартуков А.М., Шерешевский Д.И., Ковлига И.М., Мишуровский М.Н.,

ООО «Юник Ай Сиз»

В связи с необходимостью обработки и передачи больших объемов цифровой видеoinформации в режиме реального времени по каналам с ограниченной пропускной способностью, актуальными задачами являются увеличение степени сжатия и уменьшение времени на компрессию/декомпрессию цифрового изображения.

Рассмотрим процесс кодирования полутонного цифрового изображения, которое представляет собой матрицу X , состоящую из дискретизованных отсчетов функции, описывающей распределение яркости на непрерывном изображении. На первом этапе над матрицей X проводится дискретное ортогональное преобразование $Y = f(X)$, цель которого состоит в снижении межэлементной корреляции, имеющей место в исходной матрице изображения X . На практике используются различные дискретные преобразования. В качестве такового было рассмотрено простейшее дискретное wavelet-преобразование (DWT). Затем полученную матрицу Y подвергают квантованию, в результате которого часть исходной информации теряется, что позволяет значительно увеличить степень сжатия изображения. Последним этапом является этап статистического кодирования, который основан на использовании кодов Хаффмена или алгоритма арифметического кодирования совместно со сворачиванием длинных последовательностей нулевых коэффициентов.

Цель данной работы заключалась в нахождении функции, хорошо аппроксимирующей распределение wavelet-коэффициентов данного DWT после проведения квантования, что позволит построить более быстродействующую реализацию алгоритмов статистического кодирования/декодирования.

В качестве исходных данных при проведении численных экспериментов использовались полутонные изображения различных типов (пейзаж, портрет и т.п.), которые подвергались DWT. После этого проводилось их скалярное квантование. Для построения аппроксимирующей функции использовалась следующая методика: wavelet-коэффициентам назначались веса, пропорциональные частотам их появления во входном потоке, а затем применялся метод наименьших квадратов.

В результате проведенных численных экспериментов было установлено, что функция распределения wavelet-коэффициентов для данного DWT хорошо аппроксимируется функцией следующего вида:

$$F(n) = \alpha \frac{1}{n^2} + \beta,$$

где n – wavelet-коэффициент, α, β – эмпирические коэффициенты, зависящие от типа исходного изображения и степени квантования.

Использование аппроксимирующей функции оказывается полезным на этапе статистического кодирования, позволяя свести к минимуму вычислительные затраты, связанные с предварительным сбором статистической информации, которая необходима для организации двухпроходного алгоритма кодирования. Кроме того, при использовании адаптивных методик кодирования wavelet-коэффициентов, априорное задание распределения частот на начальном этапе ведет к сокращению времени, необходимого для «настройки» алгоритма.



THE CUMULATIVE DISTRIBUTION FUNCTION APPROXIMATION OF THE RASTER IMAGE DWT

Tishin A., Fartukov A., Shereshevsky D., Kovliga I., Mishurovsky M.

In connection with necessity of real time processing and transmission of the large amounts of the digital video data over limited bandwidth channels a problem of increment of compression ratio and accelerating of compression / decompression process arises.

Let's consider the process of encoding of the grayscale digital image which is represented by matrix X constructed from quantized samples of the continuous image luminance function. At the first stage matrix X is subjected to discrete orthogonal transform $Y = f(X)$ for the purpose of minimization of element correlation found in initial matrix X. In practice various discrete transforms are used. Here the elementary discrete wavelet transform (DWT) was considered. Then obtained matrix Y is subjected to quantization which significantly decreases amount of information required to store the image. At this stage some of the original information is lost. Last stage is the statistical encoding which is based on usage of Huffman codes or arithmetical encoding combined with run-length encoding of zero coefficients.

The purpose of the given work is a determination of function for approximation of quantized coefficients distribution of given DWT that will allow us to construct faster implementation of statistical encoding and decoding.

As the input data for numerical experiments several grayscale images of various types (a landscape, a portrait etc.) were used. For construction of approximating function the following technique was used: wavelet coefficients were weighted proportionally to frequencies of their occurrence in source stream, and then the method of least squares was applied.

As a result of numerical experiments it was found that the cumulative distribution function of wavelet coefficients for given DWT is well approximated by function of the following aspect:

$$F(n) = \alpha \frac{1}{n^2} + \beta$$

Where n is wavelet coefficient value, α, β - some empirical factors depending on type of the initial image and a degree of quantization.

Use of approximating function appears useful at a stage of statistical encoding, allowing to reduce to a minimum the computing overheads of preliminary gathering of the statistical information which is necessary for two-pass encoding algorithms. Also in case of adaptive encoding techniques, good a priori approximation of probability distribution at the initial stage leads to reduction of necessary adaptation time and a size of compressed image.