

УДК 004.9

Студ. Ю. А. Карленок  
Науч. рук. ассист. А. В. Олеферович  
(кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## ДИСКРЕТНОЕ КОСИНУСНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

Одним из наиболее частых преобразований двумерных изображений является дискретное косинусное преобразование (Discrete Cosine Transformation, DCT). Оно лежит в основе почти всех стандартов сжатия, которые применяются в видеонаблюдении, за исключением Wavelet и JPEG-2000. Таким образом, все стандарты JPEG, MPEG и семейство H.26x используют DCT-преобразование в той или иной форме [1].

Как работает дискретное косинусное преобразование? Во всех изображениях неизменно присутствует некоторая избыточность. Если в пределах одного поля находится объект достаточного размера, все пиксели, представляющие этот объект, имеют примерно одни и те же значения яркости и цвета.

Это и есть избыточность, позволяющая уменьшить количество информации о каждом отдельном пикселе, определённым образом описав контуры объекта и указав средние значения яркости и цвета в пределах этого контура. Крупные объекты соответствуют низким пространственным частотам, а мелкие – высоким. На верхнем уровне эти частоты одновременно не присутствуют. В цифровом видеосигнале может быть передан весь спектр пространственных частот, однако если провести частотный анализ изображения, то возможно оставить в сигнале лишь те частоты, что действительно в нём присутствуют. Следовательно, важным шагом в процессе сжатия изображений является анализ пространственных частот.

Основной этап процедуры сжатия цифровых изображений заключается в преобразовании небольших блоков изображения при помощи двумерного ДКП. Обработка ведется блоками 8x8 пикселей.

В результате выполнения ДКП формируется 64 коэффициента. В результате исходный фрагмент представлен в области пространственных частот. Этот шаг еще не приводит к сжатию изображения. Однако при его выполнении полагается, что в подавляющем большинстве изображений близкие по своим координатам пиксели имеют и близкие значения. Поэтому, при переходе от фрагмента к его частотному представлению большая часть энергии сигнала сосредотачивается в области низких частот, т.е. компоненты с меньшим значением индекса имеют большие значения.

При выполнении этой операции 64 исходных пикселей преобразуются в матрицу из 64 коэффициентов, которые характеризуют "энер-

гию" исходных пикселей. Важнейшей особенностью этой матрицы коэффициентов является то, что первый коэффициент передает подавляющую часть "энергии", а количество "энергии", передаваемой остальными коэффициентами, очень быстро убывает. То есть, большая часть информации исходной матрицы 8x8 пикселей представляется первым элементом матрицы, преобразованной по способу ДКП.

На этом этапе происходит некоторая потеря информации, связанная с принципиальной невозможностью точного обратного преобразования (на этапе восстановления изображения). Однако эта потеря информации весьма незначительна по сравнению с потерями на следующем этапе. Затем преобразованная матрица из 64 пикселей проходит операцию квантования, которая применяется для сокращения разрядности коэффициентов. В результате квантования происходит обнуление многих коэффициентов. Именно здесь происходит самая значительная потеря информации – отбрасываются малые изменения коэффициентов. Поэтому в процессе восстановления изображения после операции обратного ДКП получаются уже другие параметры пикселей. Квантование также обеспечивает возможность последующего эффективного сжатия данных при помощи любого способа сжатия без потерь. После квантования компоненты спектра всех обработанных фрагментов «вытягиваются» в последовательность чисел с помощью алгоритма диагонального сканирования. В основе такого сканирования лежит прием, позволяющий достичь большего уплотнения и основывающийся также на характерном виде спектра изображений реальных сцен. Статистически доказано, что для реальных многоуровневых изображений двумерный квантованный спектр представляет собой матрицу треугольного вида. Большинство значений снизу и справа – нули. Построение элементов матрицы в цепочку производится таким образом, чтобы в последовательность включались только элементы от первого до последнего ненулевого. После него в последовательность включается специальный стоп – код. Это позволяет исключить из последовательности встречающиеся нули.

Далее обычно применяется метод однопроходного кодирования Хаффмана. Сначала анализируется вся последовательность символов. Часто повторяющимся сериям бит присваиваются короткие обозначения (маркеры). Различие размеров маркеров и представляемых ими битовых серий определяет достигаемую степень сжатия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Practical Fast 1-D DCT Algorithms with 11 Multiplications // C. Loeffler, A. Ligtenberg and G. Moschytz // Proc. Int'l. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing 1989 (ICASSP '89), стр. 988–991.