

ПРЕПРОЦЕССИНГ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ КОЭФФИЦИЕНТА СЖАТИЯ ЭНТРОПИЙНЫМИ КОДЕРАМИ

Волошина Н.В.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В настоящее время проводятся многочисленные исследования, направленные на поиск и разработку новых методов, которые бы позволили получать коэффициенты сжатия для цифровых изображений большие, чем при использовании современных методов компрессии.

Современные методы компрессии принято разделять на два основных типа: сжатие «без потерь» информации и сжатие «с потерями». Известно, что для реальных, не графических изображений эффективность применения компрессии «без потерь» не велика, в то время как использование методов, допускающих потери информации, позволяет получать существенные коэффициенты сжатия. Это обусловлено тем, что в последних кроме статистической избыточности изображений устраняется также и значительная психофизическая избыточность. Однако, в ряде областей техники применение современных методов компрессии изображений «с потерями» оказалось сильно ограничено, а в некоторых случаях и неприемлемо. Например, в издательском деле при работе с отсканированными фотографическими изображениями, а также в области цифровой видеосъемки при дальнейшем монтаже ТВ-программ с применением нелинейного видеомонтажа. Это объясняется тем, что в данных областях в процессе редактирования исходных видеоматериалов количество циклов кодирования-декодирования цифрового изображения велико, при этом необходимо обеспечивать высокое качество результирующих изображений. В тоже время ошибка преобразования, вносимая при компрессии методами «с потерями» и изначально не заметная для зрительного восприятия при однократном применении метода, имеет свойство накопления при каждом цикле кодирования-декодирования, становясь недопустимо большой. Значительное ухудшение качества изображения происходит за небольшое число циклов, порядка 4-5. По этой причине, в описанных задачах, для компрессии изображений используются энтропийные методы «без потерь», которые не вносят ошибок преобразования. Проблема поиска возможностей для увеличения коэффициента сжатия цифровых изображений при использовании энтропийных кодеров является актуальной в виду больших объемов видеоданных и не больших коэффициентов сжатия, достигаемых при их использовании.

Одним из направлений повышения эффективности энтропийных кодеров является использование предварительной обработки (препроцессинга) цифровых изображений с целью устранения психофизической избыточности. Препроцессинг должен обеспечивать уменьшение энтропии исходного изображения, что приводит к увеличению коэффициента сжатия энтропийных кодеров, при этом воспринимаемое качество обработанных изображений должно оставаться высоким. В изображениях реальных сцен присутствует большое количество деталей, размеры которых малы – это одинопиксельные детали, а также обрывки контуров, размер которых не превышает десятка пикселей. Такие малоразмерные детали в большинстве своем либо не заметны, либо не несут смысловой нагрузки, однако их наличие вносит вклад в увеличение энтропии изображения. Наиболее важными при визуальном восприятии являются смысловые контуры. Известным фактом является то, что контрастная чувствительность зрительной системы, а, следовательно, и заметности искажений зависит от размеров объекта и его контраста. Таким образом, искажения малых деталей изображения, контрастность которых мала, практически не заметны (без специального сличения обработанного изображения и оригинала) и воспринимаемое качество остается практически без изменений. В разрабатываемом и исследуемом методе препроцессинга предлагается устранять из исходных оцифрованных изображений такие малоразмерные детали с целью уменьшения энтропии обработанного изображения с сохранением воспринимаемого качества за счет устранения психофизической избыточности. Под устранением следует понимать приведение значения яркости удаляемого элемента к яркости одного из соседних пикселей, имеющего минимальную контрастную разность с текущим.

Предлагаемый метод препроцессинга изображений был программно реализован. Для проведения исследования характеристик метода были предусмотрены возможности регулировки следующих параметров: размер удаляемой малоразмерной детали - от 1 до 7 пикселей, порог контрастной разности удаляемой детали – от 1 до 255 градаций яркости. Для каждого размера удаляемой детали проводились исследования зависимости качества обработанного изображения, мерой которого принято значение СКО, от величины порога контрастной разности, при превышении которого деталь удаляется. Затем, обработанные изображения подвергались энтропийному кодированию, и снималась зависимость коэффициента сжатия от величины порога контрастной разности. В результате анализа полученных зависимостей можно сделать вывод: при проведении препроцессинга в условиях неизменности размеров удаляемых деталей при увеличении порога

растет СКО, при этом наблюдается эффект насыщения в области значений больших 64^x градаций яркости. Такая зависимость обусловлена неравномерностью распределения значений контрастной разности малых деталей (распределение по Лапласу). Вероятность появления малой детали с небольшим значением контрастной разности больше, чем с большим. Характеристика зависимости коэффициента сжатия от значения порога для каждого значения величины размера удаляемой детали носит сходный характер. На основании анализа полученных результатов и с учетом свойств зрения был проведен ряд экспериментов по оценке влияния значений порогов для различных размеров удаляемых деталей для алгоритма, удаляющего последовательно детали изображения размером от 1 до 7 пикселей. В результате выявлена закономерность – при увеличении размера удаляемых деталей значение эффективного порога уменьшается. При этом падение увеличения коэффициента сжатия относительно получаемого при максимальных значениях порогов минимально при отсутствии визуально заметного ухудшения качества обработанного изображения. Для тестовых полутоновых изображений крупного, среднего и общего плана увеличение коэффициента сжатия после применения препроцессинга происходит в 1,5 – 2 раза.

Таким образом, разработан метод препроцессинга оцифрованных изображений, учитывающий свойства зрительной системы человека в целях увеличения коэффициента сжатия энтропийных кодеров. При этом искажения, вносимые при предварительной обработке, являются не заметными, поскольку основаны на свойствах контрастной чувствительности зрения. Изображение достаточно обработать один раз и далее кодировать любыми энтропийными кодерами, не вносящими ошибок преобразования. Этот метод препроцессинга может быть применен в тех областях техники, где необходимо хранить и обрабатывать в цифровой форме большой объем видеоданных и не допустимо накопление ошибок преобразования, при необходимости уменьшения объема видеоданных.

Рассмотренный выше метод препроцессинга может быть применен к цветным изображениям, причем при учете свойств цветового зрения можно получать большие коэффициенты сжатия. Для движущихся изображений данный метод может быть использован при записи первичного видеоматериала на камеру, что позволит записывать видеоматериалы большей продолжительности.

Литература:

1. Цифровое кодирование телевизионных изображений // Под ред. Цуккермана – М.: радио и связь, 1981.
2. Претт У. Цифровая обработка изображений (в 2-х томах). – М.: Мир, 1982.
3. Красильников Н.Н. Теория передачи и воспроизведения изображений. – М.: Радио и связь, 1986.
4. Ватолин Д., Ратушняк А. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: «Диалог-МИФИ», 2002.



PREPROCESSING OF THE DIGITAL IMAGES TO INCREASE COMPRESSION RATIO OF ENTROPY ENCODERS

Voloshina N.

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

Nowadays a lot of researches are aimed at searching for a new methods of digital image compression due to it's possible to achieve higher compression ratio then by modern algorithms.

Modern methods of image compression can be divided into two groups: "lossless" and "lossy" compression. The first eliminates statical redundancy peculiar to images. But compression ratio of the "lossless" methods implemented to photographic images can't be high enough. Usually one's value is not higher then ten. One can implement the second kind of image compression methods with the purpose of increasing the value of the ratio. For real non-graphical images it's possible to achieve a great compression by eliminating both psychophysical and statical redundancy. But in some fields of technics usage of "lossy" compression has great limitations and in some cases is impossible. Examples of such fields are publishing with usage of scanning photographic images or non-linear montage of TV-programs. It happens because it's necessary to do a great number of compression-decompression cycles. Initially invisible transform errors can be accumulated for 4-5 cycles and become visible. So the actual problem is to find the way to increase the compression ratio of "lossless" entropy methods.

For this reason it's possible to implement preprocessing the purpose of which is to decrease the entropy of the image without quality loosing. The real image has a lot of details with the ten pixels size and less. The visual detection of them is almost impossible or they are not semantic. But they are the one of reasons of high entropy of real images. At the same time the most important for human vision system are semantic contours. It's well known that threshold contrast of human visual system and therefore visibility of image distortion depends on size and contrast of the visual object. Consequently the distortion of small non-contrast details of image is almost not detectible and visual quality is as good as one of the original image.

There was developed the method of image preprocessing based on vision system properties to eliminate such psychophysical redundancy. While this preprocessing small details are eliminated from image depending on their size and contrast difference. As a result of experiments was found that for each size of small detail there is an optimal value of contrast difference called effective threshold. Using the effective thresholds for all sizes of small image details finds it possible to achieve the best increasing of compression ratio on conditions that the visual quality is equal to initials. After the image has been preprocessed the increasing of compression ratio for "lossless" entropy methods is about 1.5-2 times for different kinds of test images. Once preprocessing the original non-graphical image one can use entropy coders more effective without accumulating transform errors.