

**МЕТОД КОМПЕНСАЦИИ ЯРКОСТЕЙ ПИКСЕЛЕЙ БЛОЧНОЙ СТРУКТУРЫ
ИЗОБРАЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

Евгений Викторович Глухов

Доцент Университета общественной безопасности Республики Узбекистан

Аннотация

В данной работе рассматриваются способы цифровой обработки изображений при передаче данных в системах связи. Проанализирован классический алгоритм межкадровой обработки потокового видео и предложен новый алгоритм, в результате применения которого устраняется проблема потери данных и искажения изображений. В итоге увеличивается коэффициент сжатия кодека в 1,5-2 раза.

Ключевые слова: межкадровая обработка, компенсация движения, вейвлет преобразование, JPEG кодек, пиксел, яркость.

Abstract:

In this paper, methods of digital image processing during data transmission in communication systems are considered. The classical algorithm for interframe processing of streaming video is analyzed and a new algorithm is proposed, as a result of which the problem of data loss and image distortion is eliminated. As a result, the compression ratio of the codec increases by 1.5-2 times.

Keywords: interframe processing, motion compensation, wavelet transform, JPEG codec, pixel, brightness.

При преобразовании аналогового телевизионного сигнала в цифровую форму, выходной поток видеоданных может достигать 240-800 Мбит/с, что за час передачи составляет 108-360 Гбайт. Для этого требуется канал связи с полосой пропускания в 120-400 МГц, что не позволяет передавать такой огромный объем информации в реальном времени. Это очень большая величина, особенно учитывая то, что качество восстановленных изображений не должно заметно снижаться [4]. Поэтому для повышения эффективности межкадровой обработки потокового видео, применяют специальные методы компенсации движения, при помощи которых отдельные фрагменты изображений первого кадра перемещаются, таким образом, чтобы обеспечить максимальное соответствие с такими же фрагментами в следующем кадре. При этом, если такое соответствие найдено, то такие фрагменты не передаются, поскольку они уже находятся в буферной памяти декодера за счет передачи опорного кадра, передаются только значения их новых координат в кадре (векторы смещения). Если же соответствие фрагментов изображений не найдено, то они передаются целиком [1].

За последние годы в данном направлении проведены научные исследования и получены значительные теоретические и практические результаты. Они рассмотрены в работах зарубежных ученых Ю.Б. Зубарева, В.П. Дворковича, А.А. Гоголя, В.Н. Безрукова, М.И.

Кривошеева, Ю.А. Семенова, Л. Ричардсона, Р. Гонсалеса и Р. Вудса (США), К. Блаттера (Германия), С. Винклера (Голландия), М. Адлера (Великобритания) и многих других. В Узбекистане подобной проблематикой занимались Р.М. Атаханов, Д.А. Абдуллаев, Ю.С. Сагдуллаев, Т.Г. Рахимов и внесли большой вклад в разработку математических моделей и численных алгоритмов обработки видеоданных.

В настоящее время существуют различные методы компенсации движения, которые имеют свои достоинства и недостатки, и отличающиеся точностью позиционирования, количеством метаинформации, быстродействием и сложностью реализации.

Результаты исследования показывают, что для обеспечения больших коэффициентов межкадрового сжатия изображений в реальном времени надо использовать высокоэффективные методы и алгоритмы, желательны не использующие компенсацию движения.

Межкадровая обработка изображений с использованием компенсации движения на основе формирования изображения скомпенсированного кадра значительно ухудшает однородность кадра, что сжижает коэффициент его сжатия, к тому же поиск новых координат перемещаемых блоков имеет довольно низкое быстродействие [2]. Поэтому для устранения этих недостатков был предложен способ уменьшения объемов передаваемой информации на основе яркостного преобразования пикселей, который уменьшает яркость изображения при кодировании и увеличивает при декодировании. Уменьшение яркости исходных изображений применяется до вейвлет преобразования или дискретно-косинусных преобразований, что позволяет уменьшить значения величин спектральных коэффициентов и соответственно необходимое число бит на отсчет. Такая процедура дает возможность передавать в одном байте 2 или 4 коэффициента, если их значения не превышают 16 или 4. Это повышает плотность упаковки видео данных в выходном компрессоре и соответственно увеличивает эффективность сжатия. К тому же данный метод не использует компенсацию движения и обрабатывает все кадры подряд, без деления на опорные и промежуточные. Исходя из этого, оценим эффективность предложенных методов.

Наиболее просто яркостное преобразование исходного изображения можно реализовать делением яркостей пикселей на целые числа при кодировании и умножение полученных результатов на эти же числа при декодировании. Данный метод обладает высоким быстродействием и не создает дополнительных метаданных, однако при операциях деления возникают дробные числа, которые должны округляться до ближайших целочисленных значений. Эти округления приводят к потере части видеоданных, которые могут сказаться на качестве восстановленных изображений [3].

В настоящей статье проводятся исследования сжатия различных сюжетов форматов и жанров. При этом яркость изображения ступенчато уменьшалась в 2, 4 и 8 раз, после чего преобразованное изображение сжималось и разжималось стандартным JPEG кодеком при различных параметрах, а затем восстанавливалось до нормальной яркости. Эффективность данного метода оценивается как отношение объемов сжатого исходного и преобразованного изображения при одинаковом режиме работы кодека. Результаты экспериментов сжатия изображения видеоклипа представлены в таблице 1 и на графических зависимостях (рис. 1).

Таблица 1.

Сравнительные результаты сжатия видеосюжета

Сжатие исходного кадра	Исходный объем (кбайт)	Объем сжатых преобразованных изображений (кбайт) и эффективность сжатия при различных делителях					
		2	эффект	4	эффект	8	эффект
1	900	900	1	900	1	900	1
10	87	63,5	1,4	48	1,8	34	2,6
20	45	31	1,45	21	2,1	14	3,2
40	22,5	14,3	1,57	9,2	2,4	6	3,75
60	15	9,5	1,58	6,1	2,45	4,2	3,75

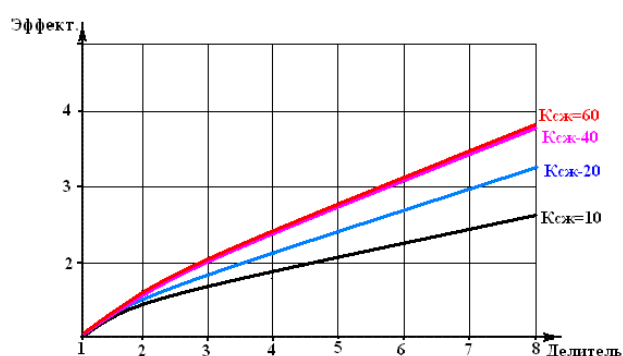


Рис.1. Оценка эффективности сжатия изображения при различных коэффициентах деления яркостей

Как видно из приведенных данных, яркостное преобразование изображения может повысить эффективность коэффициента этого сжатия в 1,5-2,5 раз, однако даже при небольших коэффициентах сжатия на восстановленных изображениях могут наблюдаться цветовые искажения пикселей, как показано на рис.2.



Рис.2. Проявление цветовых искажений за счет округления результатов преобразования яркостей пикселей

Одним из недостатков яркостного преобразования с помощью деления пикселей является возникновение значительных цветовых искажений, что обусловлено

округлениями значений, получаемых в результате деления яркостных значений пикселей.

Для устранения данных недостатков был предложен метод нахождения и последующего вычитания минимальных яркостных показателей пикселей изображения, поделенного на блоки. Данный метод основан на анализе значений пикселей, расположенных внутри некоторых блоков, на которые поделено исходное изображение. Внутри каждого блока идет поиск минимального значения яркости, и затем найденное значение отнимается от каждого значения яркости внутри данного блока. В результате, благодаря тому что стоящие рядом пиксели не слишком отличаются по своему значению яркости, получается картинка, величины яркостей пикселей в которой значительно ниже, чем в исходной. Т.е. применение этого метода позволяет уменьшить количество бит, требуемое на кодировку данного изображения [5].

Величины отнимаемых яркостей записываются в отдельный файл так называемых метаданных, который позволяет восстановить обрабатываемую картинку.

В результате применения данного метода устраняется округление, которое производится при делении, т.к. при делении неизбежно получение дробных результатов. Т.е. устраняется проблема потери данных и искажения изображений.

Структурная схема данного алгоритма представлена на рис. 3. и работает следующим образом.

Сначала происходит считывание кадра, т.е. ввод рабочего кадра в систему (блок 1). После этого происходит разбиение кадра на блоки (блок 2). После того как рабочее изображение загружено, считано и разбито на блоки, происходит яркостное преобразование (блок 3). В блоках 4 и 5 описывается формирование выходного кодированного изображения, а также формирование файла метаданных к нему. В файл метаданных записываются найденные минимальные значения пикселей для каждого блока. Это необходимо для возможности восстановления кадра при декодировании. В блоке 7 происходит архивирование метафайла, для обеспечения большей степени сжатия.

В блоке 7 описывается кадровый анализатор, который выполняет проверку на длинные серии. Это необходимо для того, чтобы определить насколько однородно закодировалось изображение. По результатам этого анализа можно сделать вывод: удобнее ли изображение сжимать вейвлет-преобразованием (блок 8) либо, если изображение достаточно однородное, сжимать его RLE-компрессором (блок 9).

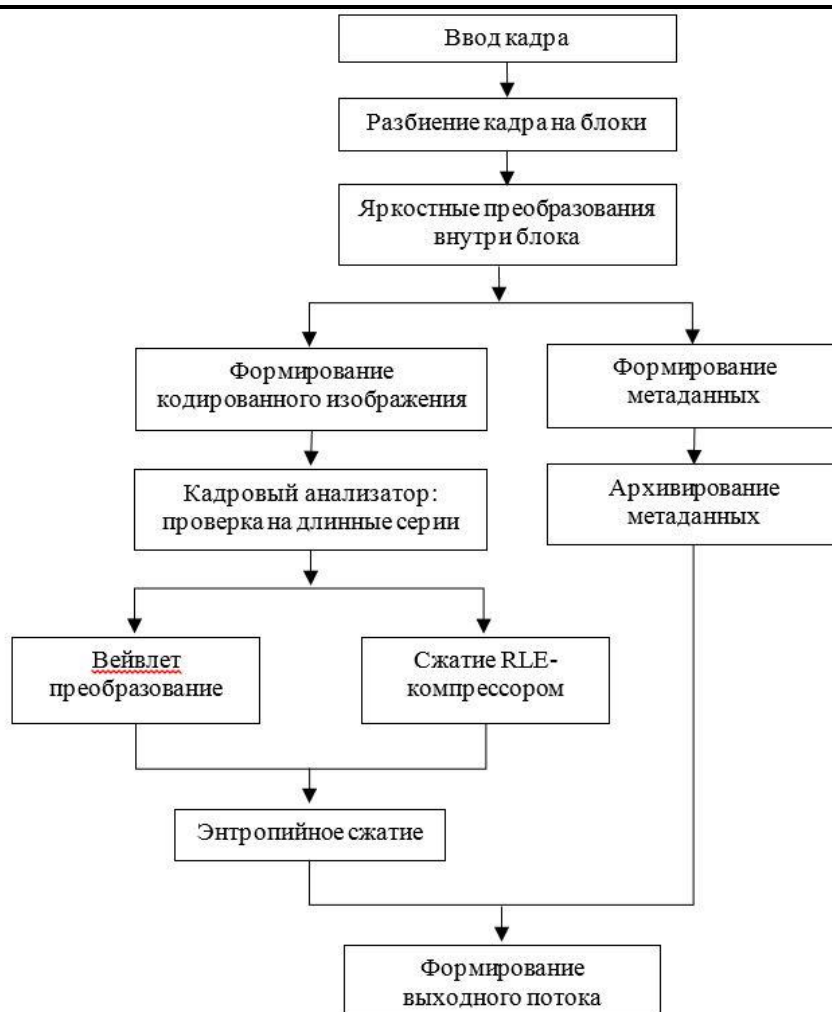


Рис. 3. Структурная схема обобщенного алгоритма вейвлет-видеокодека на основе преобразования яркости

В блоке 10 изображение дожимается с помощью энтропийного сжатия, после чего формируется выходной поток (блок 11), в который включается как кодированное и сжатое изображение, так и заархивированные метаданные.

Таким образом, данный алгоритм в результате перекодирования исходного изображения формирует преобразованное изображение с уменьшенной яркостью пикселей в блоках, что при спектральных преобразованиях по стандарту JPEG или JPEG-2000 даст меньшие значения величин спектральных коэффициентов и соответственно числа бит для их хранения. Кроме того, малые значения коэффициентов можно объединить в одном байте выходного массива данных и соответственно увеличить коэффициент сжатия выходного изображения. Так, в одном байте можно передать 2 значения коэффициентов величиной до 16 и 4 коэффициента со значением до 2 и тем самым увеличить плотность упаковки данных.

Алгоритм работы заключается в следующем. Внутри каждого блока происходит анализ каждого из пикселей и определение минимального значения яркости этих пикселей.

Затем анализ переносится на следующий блок изображения и так пока не пройдет изображение целиком.

Таким образом, применение метода яркостного преобразования позволяет увеличить коэффициент сжатия кодека в 1,5-2 раза, но только при небольших степенях сжатия (10-20 раз). При больших же коэффициентах сжатия эффективность данного метода падает за счет довольно большого объема метаданных. Поэтому необходимо разработать методы эффективной минимизации объема метаданных, например, на основе использования блоков переменного размера, размеры которых определяются структурой сюжета обрабатываемого изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ командующего Национальной Гвардии Республики Узбекистан № 39 от 28 февраля 2019 года «Об оборудовании объектов подразделений Национальной гвардии Республики Узбекистан техническими средствами охраны и организации их эксплуатации»
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – Москва, Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Под редакцией Сойфера В.А. Методы компьютерной обработки изображений – Москва, Физматлит, 2003. – 784 с.
4. Калистратов Д.С. Видеокодирование. Способы компенсации движения в цифровых динамических видеоизображениях. Монография //, “ЦРНС” Новосибирск–2014–С.96.
5. Ташманов Е.Б., Виноградов А.С., Глухов Е.В. Сжатие телевизионных изображений в условиях избыточности информации Узбекский журнал № 3-2018 «Проблемы информатики и энергетика» – с. 78-82.