

Приведенная структурная схема вычисляет ход одного луча. Всего при моделировании используются 806 лучей. Так как лучи распространяются параллельно и не зависят друг от друга, возможно использовать несколько вычислителей для полного просчета.

Ввиду высокого развития ПЛИС-технологий, рекомендуется использовать данную технологию для создания программно-аппаратного комплекса.

С.П. Малюков, А.С. Мкртумов, О.В. Цветков

ПЕРИОДИЧНОСТЬ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ДИНАМИЧЕСКИХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ЦИФРОВОЙ КОМПРЕССИЕЙ

Цифровая компрессия сигналов изображения к настоящему времени нашла повсеместное применение в практике записи, обработки, передачи и отображения видеосюжетов, как в вещательном телевидении, так и при передаче по IP-сетям. При этом на каждом этапе создания и передачи сюжетов используется определенный компромисс между допустимой степенью потери качества изображения и скоростью цифрового потока сжатой информации, определяемой коэффициентом сжатия кодера. В трактах формирования и выдачи ТВ программ применяется в основном компрессия с внутрикадровым сжатием, в трактах передачи – MPEG-2 с сочетанием внутри- и межкадрового. Последнее осуществляется обработкой группы кадров (Group of Pictures – GOP), в которой один кадр подвергается только внутрикадровому сжатию, другие – однонаправленному предсказанию, третьи – двунаправленному предсказанию (т.н. I, P и B кадры соответственно). При этом по объему информации типичный P-кадр составляет 1/3, а B - 1/8 от I [1]. Высокая степень сжатия B-кадров снижает точность восстановления исходного ТВ изображения настолько, что B-кадры не используются в качестве опорных при декодировании в монтажных вариантах MPEG-2 [2,3]. В то же время накопление ошибок в P-кадрах при их чередовании с I-кадрами в коротких группах оказывается достаточно малым, и применение таких вариантов вступает в стадию практической реализации [4]. Поэтому оценка степени потери информации в кадрах различного типа представляет интерес для практики применения компрессии, в частности, MPEG-2. Анализ проводится для динамических изображений, так как в статических восстановленные кадры идентичны.

Оценки такого рода проводятся, как правило, на основе вычисления среднеквадратичной ошибки между соответствующими кадрами оригинала и восстановленного после компрессии изображения (рис.1) [5]. В практике телевидения используется также передача информации о кодировании, передаваемая в сопутствующих сигналу служебных битах [6,7]. Так или иначе, эти способы опираются на доступ к исходному – до сжатия – материалу. Поскольку этот доступ далеко не всегда возможен, представляет интерес для различных применений возможность анализа структуры восстановленного видеоряда без него. В данной работе изложены результаты анализа динамических телевизионных изображений с цифровой компрессией, опирающегося только на конечный, восстановленный после компрессии видео-материал.

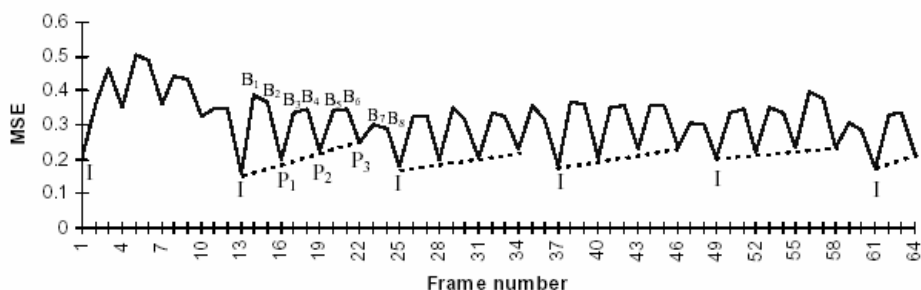
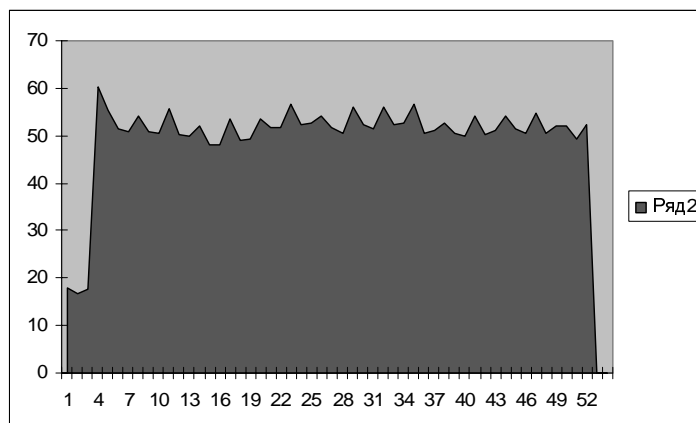


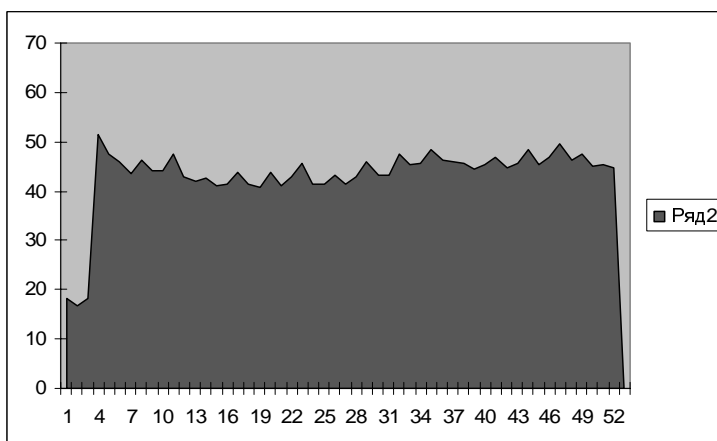
Рис. 1. Значения среднеквадратичной ошибки в восстановленной последовательности кадров

Сущность подхода состоит в анализе периодичности статистических параметров восстановленного материала. В качестве первого способа использовалось сравнение энтропии в содержании отдельных кадров восстановленной видеопоследовательности. В качестве количественного критерия был применен коэффициент сжатия стандартных архиваторов WinZip и WinRAR. Испытуемыми изображениями служили 3 видеосюжета из состава тестов Рекомендации МСЭ-Р ВТ-1210, предъявляющие один и тот же вращающийся диск, но с разной скоростью вращения, что в принципе могло создавать различную информационную нагрузку для кодера MPEG-2 (MPEGencoder известной фирмы MainConcept). Кодирование исходных AVI-файлов велось с постоянной скоростью потока 6 Мбит/с и 4 Мбит/с при длине группы GOP 12 кадров с тремя Р-кадрами (IBVPBVP...). Затем сжатый сюжет восстанавливался и разбивался на отдельные кадры с преобразованием в формат Windows Bitmap (bmp), которые далее подвергались действию архиватора. Все файлы «bmp» имели одинаковый размер 1216 кБ, но их размер после процедуры архивации должен зависеть от энтропии оставшейся в кадре информации и выявить циклическую разницу, как минимум, между В-кадрами и другими.

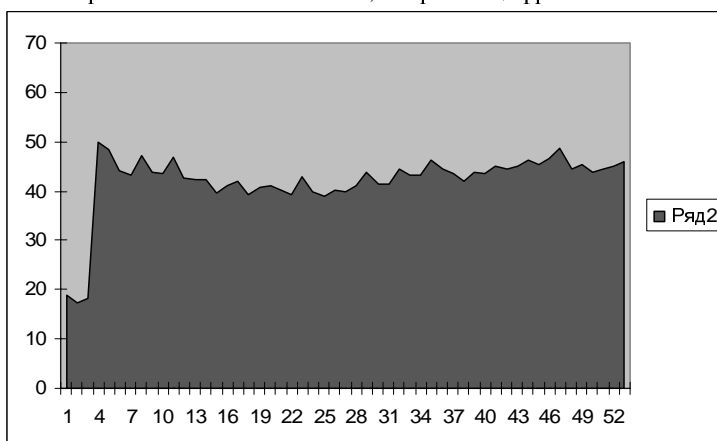
Гистограммы объема архивированных WinRAR кадров приведены на рис.2 для случаев малой скорости изменения сюжета и сжатия потока до 6 Мбит/с (а), большой скорости и сжатия 6 Мбит/с (б), большой скорости и сжатия 4 Мбит/с (в). По оси ординат указан размер архивированного файла в процентах к размеру файла «bmp». Общий объем оригинальной информации снижается как с ростом скорости изменения видеосюжета, так и с ростом коэффициента сжатия. Как и ожидалось, В-кадры, несущие минимум информации, выделяются вполне явно, дислокация же I-кадров среди Р-кадров, скорее предположительна, чем очевидна. Архивация Zip дает при прочих равных условиях менее четкую картину, чем RAR (рис.3).



а) малая скорость изменения сюжета; скорость цифрового потока – 6Мбит/с



б) большая скорость изменения сюжета; скорость цифрового потока – 6Мбит/с



в) большая скорость изменения сюжета; скорость цифрового потока – 4Мбит/с

Рис.2. Гистограмма объема архивированных кадров восстановленной видеопоследовательности

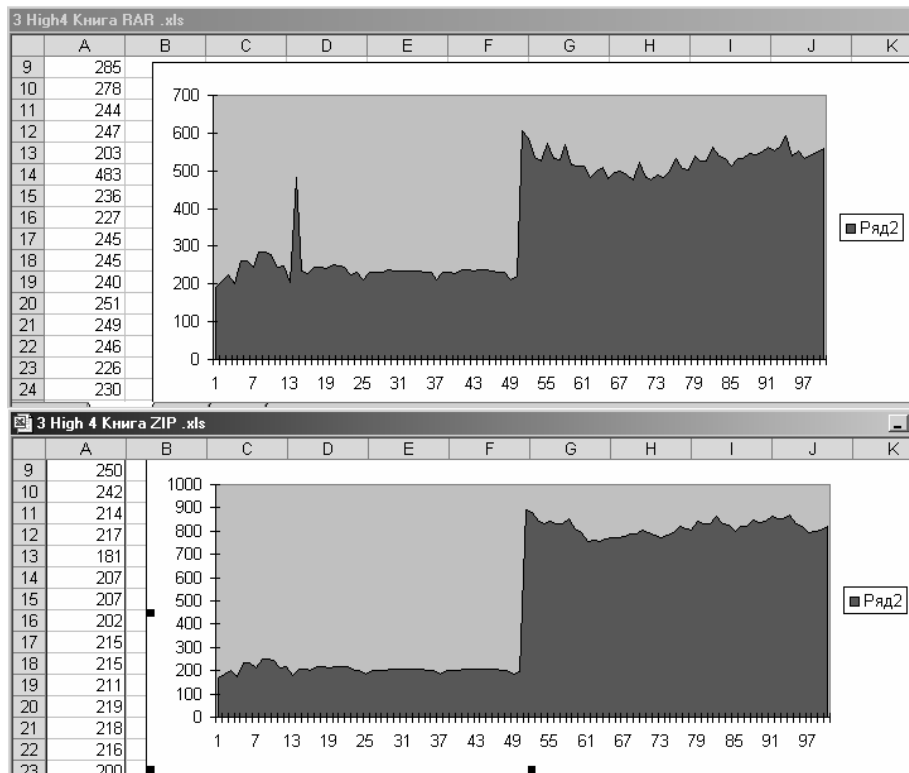


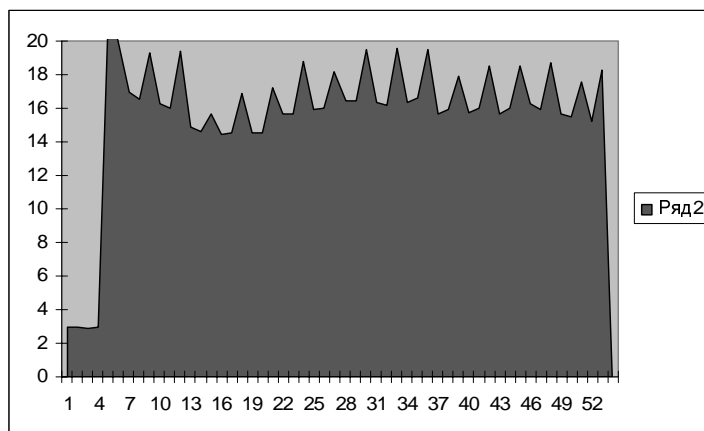
Рис.3. Сравнение гистограмм с архивацией RAR и ZIP

Аналогичную картину с приблизительно такой же чувствительностью дает и анализ этих видеосюжетов с помощью программы MSU VQM (Video Quality Measure – [8]), проводящий сравнение восстановленного видеосюжета с исходным.

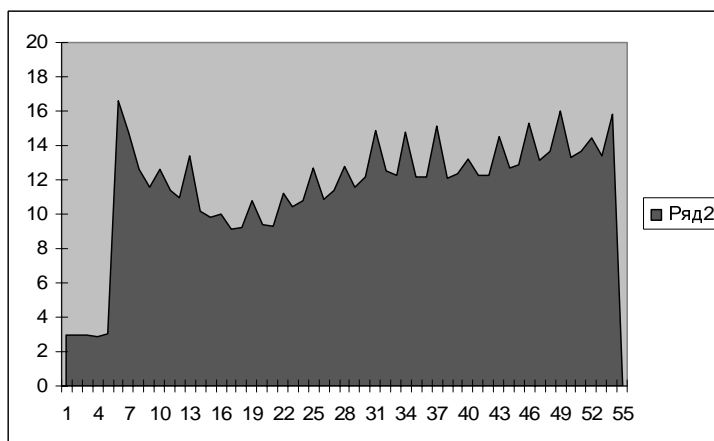
Второй метод вычислял относительную интенсивность высокочастотных по горизонтали компонент в кадре. Анализировались те же кадры формата «bmp». Искомая величина определялась как среднее по элементам яркости кадра отношение модуля разности яркости данного элемента и сглаженной методом скользящего среднего яркости пяти элементов к этой последней величине:

$$U = (N - 4)^{-1} \sum_{i=3}^{N-2} |y_i - s_i| s_i^{-1}, \text{ где } s_i = 0,2 (y_{i-2} + y_{i-1} + y_i + y_{i+1} + y_{i+2}).$$

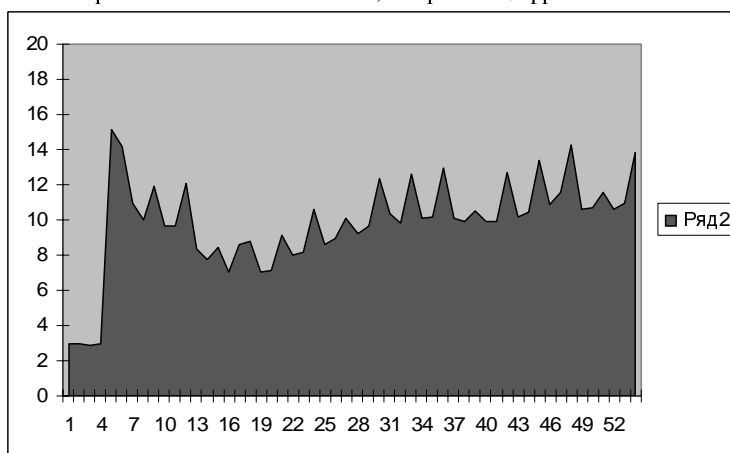
Гистограммы, полученные вторым методом для тех же случаев, как на рисунке (см. рис.2), показаны на рис.4. По оси ординат указано значение U в процентах. Общие закономерности (здесь это по сути снижение четкости изображения) сохраняются, но дифференциация кадров выражена существенно сильнее, чем на рисунке (см. рис.2). Рис.5 показывает гистограмму рис.4,а (малая скорость изменения сюжета, сжатие 6 Мбит/с) с вычетом постоянной составляющей.



а) малая скорость изменения сюжета; скорость цифрового потока – 6Мбит/с



б) большая скорость изменения сюжета; скорость цифрового потока – 6Мбит/с



в) большая скорость изменения сюжета; скорость цифрового потока – 4Мбит/с

Рис.4. Гистограмма интенсивности высокочастотных компонент в восстановленной видеопоследовательности

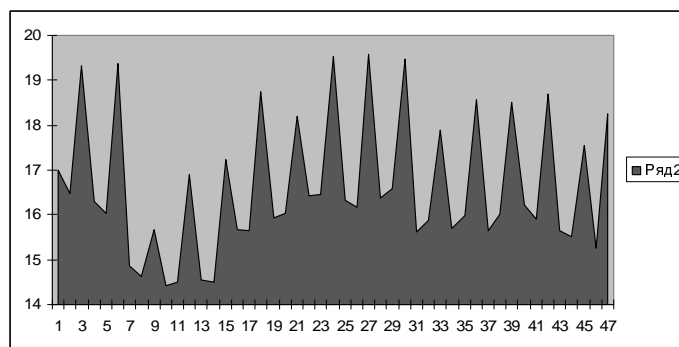


Рис.5. Гистограмма с вычетом постоянной составляющей

Таким образом, даже простой анализ периодичности статистических параметров в динамических телевизионных изображениях с цифровой компрессией позволяет вычленить кадры с наибольшей потерей оригинальной информации (В-кадры), что может использоваться для оптимальной синхронизации различных технологических процессов обработки прошедшего сжатие видеоматериала при отсутствии доступа к информации о кодировании. Более специализированный алгоритм, возможно, позволит четко различать и опорные I-кадры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. www.divi.ru/text/a-video14.shtml
2. http://www.ixbt.com/divideo/dignonline4_add.html
3. Севальнев Л.А. / Международный стандарт кодирования с информационным сжатием MPEG-2 / «625», 1997, №1.
4. www.divi.ru/text/a-video14.shtml
5. Langelaar G.C., Lagendijk R.L., Biemond J., "Real-time Labeling of MPEG-2 Compressed Video", Journal of Visual Communication and Image Representation, Vol 9, No 4, December, p.256-270, 1998, ISSN 1047-3203.
6. SMPTE Standard 328M - 2000, "MPEG-2 Video Elementary Stream Editing Information".
7. ITU-R Rec. BT-1533 "Editing information for MPEG-2 video elementary streams for applications in television production".
8. <http://www.compression.ru/video/>

Н.Ш. Хусаинов

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛА ПО ИНФОРМАЦИИ ОТ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ БЛИЖНЕЙ РАДИОНАВИГАЦИИ

Введение. Конечной целью определения и коррекции координат летательного аппарата (ЛА) на завершающем участке траектории является повышение точности его наведения на точку касания с поверхностью земли (точку цели). Широко распространенные в настоящее время подходы к определению координат объекта на основе глобальных спутниковых навигационных систем не всегда применимы для вычисления координат современных высокоскоростных и маневренных ЛА, используемых для решения широкого спектра гражданских и военных задач. Поэтому актуальной является разработка автономной системы ближней радионавигации.