

С.Ю. Скрупский

Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье
кафедра компьютерных систем и сетей
E-mail: 88sts88@mail.ru

МЕТОДЫ КОМПРЕССИИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

Аннотация

Скрупский С.Ю. Методы компрессии видеоинформации. Выполнен анализ методов компрессии видеоинформации. Рассмотрены стандарты сжатия и способы распараллеливания процесса сжатия видеоинформации.

Ключевые слова: кодер сжатия, видеоинформация, HDTV, интракадровая, интеркадровая избыточность, параллельная система.

Введение.

В настоящее время с активным внедрением стандарта телевидения видеоинформации HDTV (High-Definition Television) в телевидение и кино ведущих стран мира особенно актуальной стала проблема быстрого и эффективного сжатия видеоинформации, выполняемого кодером сжатия. Процесс сжатия выполняется в соответствии с каким-либо стандартом компрессии с применением современных методов сжатия видеоинформации. Существующие методы компрессии видеоинформации обеспечивают приемлемые результаты сжатия для видеопоследовательностей стандарта SDTV (Standard-Definition Television), однако, для видеопоследовательностей стандарта HDTV коэффициенты сжатия слишком высоки. Кроме того, высокая вычислительная сложность алгоритмов, реализующих современные методы сжатия видеоинформации, не позволяет сжимать видеоинформацию стандарта HDTV в реальном времени на однопроцессорных системах.

Постановка задачи.

Целью данной работы является проведение анализа применяемых методов компрессии видеоинформации, способов их распараллеливания и выявление современных тенденций и направлений для повышения их эффективности:

- уменьшение битрейта при сохранении приемлемого уровня искажения видеоинформации;
- распараллеливание процесса сжатия для сокращения времени сжатия.

1. Кодер сжатия видеоинформации

Кодер сжатия видеоинформации – аппаратно-программный комплекс, преобразующий видеоинформацию из одного формата (или кода) в другой, и реализующий функции компрессии. Компрессию информации подразделяют на два типа [1]:

1. Компрессия без потерь, основанная на устранении статистической избыточности информации, которая проявляется в высокой степени взаимной статистической прогнозируемости соседних отсчетов информации. Этот тип сжатия полностью обратим и применяется в тех случаях, когда потеря хотя бы одного бита катастрофична. К такому типу компрессии относятся, например, код Хаффмана, арифметическое кодирование и др.;

2. Компрессия с потерями, основанная на устранении несущественной для человеческого восприятия информации. Такое сжатие обратимо с некоторыми искажениями и применяется, например, для фото-, аудио- и видеоинформации. К такому типу компрессии относятся стандарты JPEG, MPEG и др.

К основным характеристикам кодера сжатия видеоинформации относятся:

1. Битрейт – количество бит, формируемых кодером в единицу времени, измеряется в бит/с. Чем больше битрейт, тем меньше искажения восстановленной видеопоследовательности относительно исходной, но больше коэффициент сжатия;

2. Уровень искажения восстановленной видеопоследовательности относительно исходной. Наиболее распространенной метрикой уровня искажения является пиковое отношение сигнал/шум (Peak signal-to-noise ratio – PSNR, дБ) [2]:

$$PSNR(x, y) = 10 \cdot \log_{10} \frac{255^2 \cdot W \cdot H}{\sum_{i=0, j=0}^{W, H} (x_{ij} - y_{ij})^2}, \tag{1}$$

где W и H – ширина и высота кадра видеопоследовательности, соответственно; x – восстановленная видеопоследовательность; y – исходная видеопоследовательность. Чем больше значение PSNR, тем ниже уровень искажения и качественнее сжатая видеопоследовательность;

3. Время сжатия – время, затрачиваемое кодером для формирования сжатой видеопоследовательности. Чем сложнее алгоритм сжатия, тем больше времени необходимо кодеру для сжатия видеоинформации;

4. Коэффициент сжатия – величина, характеризующая эффективность сжатия, отношение размера выходного файла к размеру входного файла, содержащего видеопоследовательность. Чем эффективнее метод сжатия, тем меньше значение коэффициента сжатия.

Кодер сжатия выполняет следующие основные операции:

- сокращение избыточности источника видеоинформации;
- квантование;
- сжатие без потерь;
- сжатие с потерями.

Цифровая видеоинформация обладает пространственной (интракадровой), временной (интеркадровой) и психофизической избыточностью. Пространственная избыточность – статистическая зависимость значений яркости и цветности между соседними отсчетами внутри кадра видеопоследовательности. Временная избыточность – статистическая зависимость значений яркости, цветности между соответствующими отсчетами соседних кадров видеопоследовательности, т.е. на частоте кадров, например, 25 кадров в секунду и более, как правило, соседние кадры изменяются незначительно. Психофизическая избыточность вызвана особенностями восприятия информации зрительной системой человека. Параметры алгоритма компрессии влияют на соотношение между битрейтом, уровнем искажения и временем сжатия, например, при увеличении шага квантования уменьшается битрейт и время сжатия, но повышается уровень искажения. Структурная схема кодера сжатия видеоинформации приведена на рис. 1.

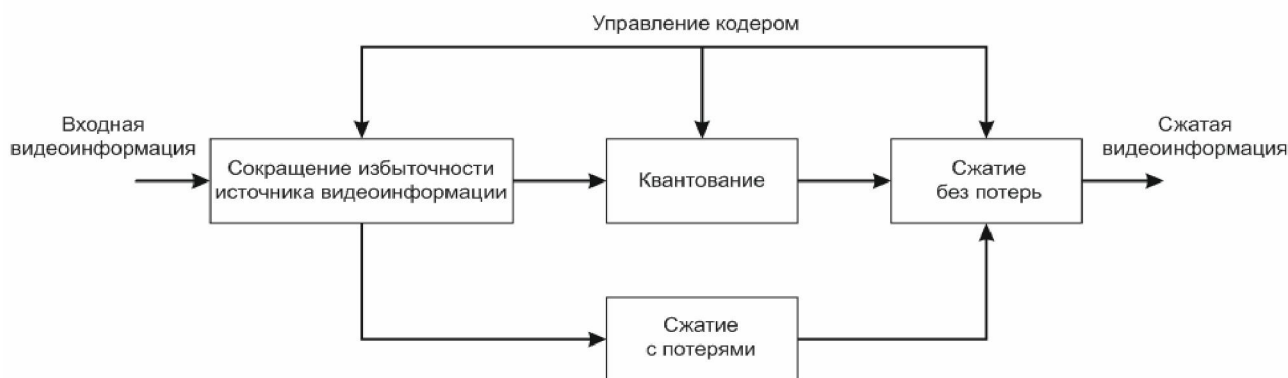


Рисунок 1 – Структурная схема кодера сжатия видеоинформации

2. Уменьшение интракадровой избыточности видеoinформации

2.1 Преобразование цветового представления

Кадр видеопоследовательности (изображение) представляют в цифровой форме в виде двумерного массива пикселей. Каждый пиксел – это минимальный квант изображения, представляемый набором из трех чисел в диапазоне $0..255$. Эти числа соответствуют интенсивностям красной (Red), зеленой (Green) и голубой (Blue) компонент цвета. Такой *RGB*-формат компонент цвета позволяет представлять изображение в мельчайших деталях, однако размер дискового пространства, занимаемого изображением в таком формате, слишком велик. Это обусловлено значительной статистической зависимостью между цветовыми компонентами соседних пикселей. Для уменьшения пространственной избыточности таких изображений выполняют преобразование цветового представления, при котором переходят к другому формату представления изображения, у которого цветовые компоненты менее зависимы. Самый распространенный случай преобразования цветового представления – переход от формата *RGB* к формату *YUV*, где *Y* – яркостная компонента, а *U* и *V* – цветоразностные компоненты, отделяющие яркость от цветности. Поскольку зрение человека значительно более чувствительно к яркости, чем к цвету, такое преобразование позволяет уменьшить битрейт на 50 и более процентов [3].

2.2 Дискретное косинусное преобразование (ДКП)

Пиксели изображения коррелируют со своими соседями слева, справа, а также сверху и снизу, поэтому для уменьшения интракадровой избыточности применяют двумерное ДКП. Изображение разбивается на квадратные блоки пикселей, а затем в каждом блоке для каждой компоненты (*Y*, *U*, *V*) выполняется двумерное ДКП для нахождения коэффициентов преобразования. Если допускается частичная потеря информации, то коэффициенты квантуются. Широкое распространение двумерного ДКП обусловлено его следующими свойствами:

1. Ортонормированность преобразования: сумма ошибок аппроксимации коэффициентов преобразования равна ошибке аппроксимации исходной видеопоследовательности;

2. Локализация значительной части энергии видеопоследовательности в небольшом числе коэффициентов преобразования: при сжатии с потерями после квантования исключаются из рассмотрения наименее информативные коэффициенты [4];

3. Сравнительно невысокая вычислительная сложность [5].

2.3 Дискретное вейвлетное преобразование (ДВП)

Для ДВП используются два вейвлетных фильтра: высокочастотный фильтр и низкочастотный. При разложении сигнала изображения вначале выполняется разложение по строкам, а затем – по столбцам. Далее производится прореживание полученных матриц по строкам и столбцам с коэффициентом 2. Затем прореженные матрицы подвергаются дальнейшему ДВП и так – *k* раз. Результатом разложения является набор из $3k + 1$ матриц, уменьшающейся размерности. Основное преимущество ДВП состоит в том, что оно выделяет различные частоты из сигнала изображения, после чего появляется возможность контролировать сохраняемую информацию в каждом диапазоне частот [6]. Кроме того результат ДВП не страдает эффектом "блочности", поскольку кадр не делится на блоки для обработки, в отличие от ДКП. Не исключено последовательное применение ДВП после ДКП, что позволяет производить дополнительную фильтрацию изображения.

3. Уменьшение интеркадровой избыточности видеoinформации

3.1 Оценка движения (ОД) в видеопоследовательности

На основе информации о движении построены методы уменьшения интеркадровой избыточности видеoinформации, наиболее распространенным из которых является метод блочной ОД. При блочной ОД кадры разбиваются на блоки, далее выполняется процедура ОД, при которой в рассматриваемом (текущем) кадре, для каждого блока выполняется поиск

в восстановленном кадре наиболее "похожего" блока, смещенного на вектор, называемый вектором движения (рис. 2). Восстановленный кадр – кадр видеопоследовательности, полученный при декодировании (операции, обратной кодированию) уже сжатого кадра.

Формализация задачи ОД выглядит следующим образом: для каждого блока C_n в текущем кадре с номером n найти блок C_k в ограниченной области восстановленного кадра с номером $k < n$, соответствующий минимуму функции оценки движения $ME(v)$:

$$ME(v) = \sum_{(x,y) \in C_n} |C_n(x,y) - C_k(x+v_x, y+v_y)|, \quad (2)$$

где $v=(v_x, v_y)$ – вектор движения; $|v_x| \leq O$ и $|v_y| \leq O$, O – область поиска; $C_n(x,y)$ – значения яркостных и цветоразностных компонент пиксела с координатами (x,y) в блоке C_n ; $C_k(x+v_x, y+v_y)$ – значения яркостных и цветоразностных компонент пиксела с координатами $(x+v_x, y+v_y)$ в блоке C_k , т.е. смещенного на вектор движения v .

После выполнения ОД формируется разностный блок ΔC_n , участвующий в дальнейшей обработке, например, для компенсации движения:

$$\Delta C_n(x,y) = C_n(x,y) - C_k(x+v_x, y+v_y). \quad (3)$$

Для восстановления кадра на стороне декодера необходима передача найденных векторов движения. Поскольку векторы движения для соседних блоков статистически зависимы, то кодируются не сами значения компонент вектора v_x и v_y , а разность компонент вектора текущего блока и предыдущего в порядке кодирования блока, что позволяет уменьшить битрейт.

Размер блока C_n выбирается в соответствии с применяемым стандартом сжатия. Область поиска O может покрывать весь кадр, при этом выполняется полный перебор значений компонент вектора v_x и v_y , обладающий высокой вычислительной сложностью, так как для определения наилучшего вектора движения необходимо вычислить (2) в количестве $(2 \cdot O + 1)^2$ раз. Для сокращения области поиска и уменьшения вычислительной сложности задачи ОД применяют алгоритмы "быстрой" оценки движения.

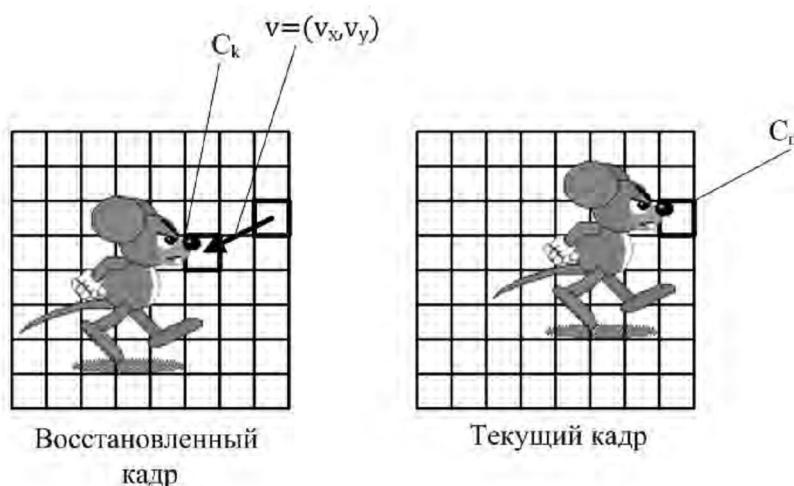


Рисунок 2 – Оценка движения блочным методом

3.2 Алгоритмы "быстрой" оценки движения

Алгоритмами "быстрой" оценки движения называют подоптимальные алгоритмы оценки движения, основывающиеся на компромиссе между вычислительной сложностью и уровнем искажения:

1. Трехшаговый поиск – рассматриваются восемь блоков на начальном расстоянии от центра текущего блока, расстояние между центрами блоков уменьшается вдвое и центр поиска сдвигается в блок с минимальным значением функции (2). Так повторяется до тех

пор, пока шаг не будет меньше единицы. Недостаток такого алгоритма состоит в том, что в случае медленного движения алгоритм будет неэффективен [7];

2. Логарифмический поиск – рассматриваются 5 блоков, расположенных в форме знака "+". Если блок в середине является блоком с минимальным значением функции (2), то расстояние между блоками сокращается вдвое. Если лучшим является один из крайних блоков, то центр поиска смещается туда и т.д., пока расстояние между блоками не станет равным единице. Когда расстояние между блоками достигнет единицы – выполняется поиск среди всех ближайших девяти блоков [8];

3. Ортогональный поиск – выбирается начальное расстояние между блоками. После перебора трех блоков (слева от текущего, текущий, справа от текущего) центр поиска смещается в центр блока с минимальным значением функции (2). Перебираются три блока (сверху от текущего, текущий, снизу от текущего), аналогично выполняется смещение центра поиска. Если расстояние между блоками больше единицы, то оно уменьшается вдвое, иначе поиск завершен;

4. Иерархический поиск – кодируемый и восстановленный кадры уменьшаются в два раза по высоте и по ширине. Полученные изображения снова уменьшаются. Всего такая процедура выполняется N раз, где N – контролируемый параметр алгоритма. В результате формируются $N+1$ уровней иерархии. Блоку на уровне иерархии N будет соответствовать 4 блока на уровне $N-1$, 16 блоков – на уровне иерархии $N-2$ и т.д. На нулевом уровне иерархии – 4^N блоков. Таким образом, сначала выполняется поиск вектора движения для блока на уровне N , найденный вектор используется при поиске четырех векторов на уровне $N-1$ и т.д., вплоть до нулевого уровня [9];

Известны модификации алгоритмов "быстрой" оценки движения, основанные на изменении шаблонов поиска, например, применяют шаблоны ромб, шестиугольник и другие.

В [10] выполнено экспериментальное сравнение некоторых алгоритмов "быстрой" оценки движения на примере 10-кадровой видеопоследовательности с разрешением кадра 176×144 пикселей. Результаты сравнения в относительных единицах приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение некоторых алгоритмов "быстрой" оценки движения

Алгоритм	Время работы	Качество результата
Полный перебор	100	100
Трехшаговый	3.65	81.1
Логарифмический	1.27	73.6
Ортогональный	2.09	78.3
Иерархический	3.5	96

4 Стандарт телевидения высокой четкости

HDTV – это современный стандарт телевидения высокой четкости [11], который обеспечивает более высокое качество представления видеoinформации по сравнению с существующими аналоговыми и цифровыми ТВ стандартами (SDTV) – рис. 3. Высокое качество HDTV обусловлено высоким разрешением кадра, которое может составлять 1280×720 или 1920×1080 пикселей.

Основное преимущество стандарта HDTV заключается в большем размере кадра видеoinформации по сравнению с SDTV. Это же обуславливает его недостатки: значительный размер дискового пространства, занимаемый несжатой видеопоследовательностью и высокая вычислительная сложность соответствующих методов компрессии. Передачу видеосигнала стандарта HDTV на дальние расстояния (от вещательной станции до приёмника конечного пользователя) необходимо осуществлять исключительно в сжатом цифровом виде. Сжатие видеопоследовательности высокой четкости осуществляется в соответствии со стандартами MPEG-2 или MPEG-4/H.264.

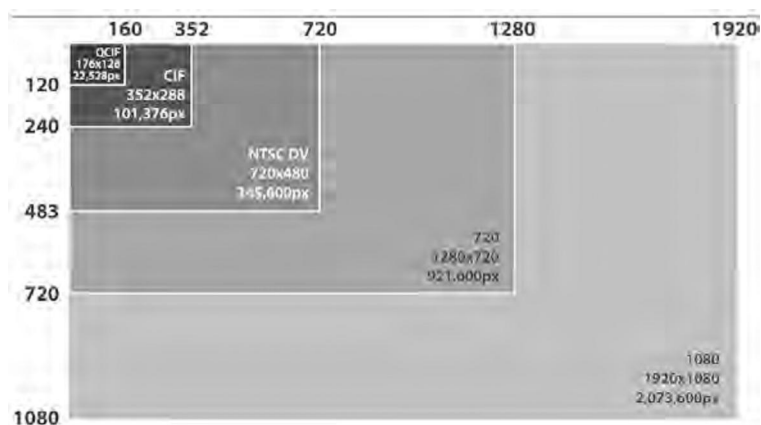


Рисунок 3 – Сравнение стандартов SDTV и HDTV

5 Краткий обзор современных стандартов компрессии видеoinформации

Стандарт JPEG2000 на сегодняшний день является одним из самых эффективных для сжатия с потерями неподвижных изображений [12]. Сжатие видеoinформации в стандарте JPEG2000 достигается при помощи ДВП (в отличие от JPEG, где применяется ДКП [13]).

В [14] рассмотрена эволюция стандартов MPEG, влияние параметров сжатия видеoinформации на качество результата. Наиболее распространенным стандартом сжатия видеoinформации является MPEG-2, который обеспечивает приемлемое соотношение уровня искажения и вычислительной сложности. По этой причине он применяется в технологии DVD, в системах цифрового телевидения, таких как DVB-H, в цифровых видеокамерах и т.д. Сжатие видеoinформации в стандарте MPEG-2 достигается за счет устранения интракадровой избыточности при помощи ДКП блоками 8×8 , устранения интеркадровой избыточности, скалярного квантования и использования кода Хаффмана.

Стандарт MPEG-4/H.264 является "качественным продолжением" стандарта MPEG-2 [15]. Эффективность сжатия по стандарту MPEG-4/H.264 существенно выше, чем по MPEG-2, однако при этом MPEG-4/H.264 значительно уступает MPEG-2 по вычислительной сложности. В связи с этим область применения данного стандарта ограничена: телевидение стандарта HDTV, технология Blu-ray, профессиональные цифровые видеокамеры, записывающие на цифровой носитель. Для достижения необходимой степени сжатия видеoinформации в стандарте используется кодирование с предсказанием для устранения интракадровой избыточности, возможно использование трех вариантов ДКП с различными размерами блоков: 4×4 , 8×8 и 16×16 , расширено количество допустимых восстановленных кадров при оценке движения, допускается дробное пиксельное уточнение векторов движения. Более 90% вычислительной сложности алгоритмов стандарта MPEG-4/H.264 занимает операция оценки движения видеопоследовательности [16].

6 Способы распараллеливания процесса сжатия видеoinформации

Ввиду высокой вычислительной сложности методов компрессии видеoinформации высокой четкости, становится актуальным исследование методов параллельной компрессии видеoinформации стандарта HDTV на распределенных вычислительных архитектурах: SIMD- и MIMD-архитектуры, а так же Грид-среда, объединяющая гетерогенные ресурсы.

6.1 Применение SIMD-архитектуры для сжатия видеoinформации

Графический процессор эффективно использовать для выполнения прямого и обратного ДКП, модифицировав алгоритм вычисления ДКП к виду, удобному для реализации на GPU. Быстродействие такой реализации алгоритма вычисления ДКП превосходит основанный на MMX-расширении алгоритм для CPU в 1.5 – 2 раза [17]. В [18] реализованы алгоритмы сжатия видеoinформации без потерь на SIMD-архитектурах на основе технологии NVIDIA CUDA [19] и технологии пиксельных шейдеров. Алгоритм, использующий GPU, продемонстрировал снижение времени сжатия видео по сравнению с

алгоритмом для CPU. В [20] предложен алгоритм распараллеливания вычисления векторов движения на графическом процессоре, который продемонстрировал ускорение по сравнению с CPU порядка 14 – 20 раз. Алгоритм "быстрой" оценки движения на графическом процессоре был предложен в [21]. За счет применения упрощенного несимметричного поиска с шаблоном шестиугольника, который обеспечивает баланс между вычислительной сложностью и коэффициентом сжатия, авторы добились ускорения на GPU порядка 1.5 – 3.5 раза.

6.2 Применение MIMD-архитектуры для сжатия видеoinформации

В [22] рассматриваются вопросы распараллеливания процесса компрессии видеoinформации на ядрах центрального процессора: ускорение повышается с увеличением числа потоков, но достигает пика при числе потоков, равном числу ядер процессора. Параллельный метод сжатия видеoinформации стандарта высокой четкости, основанный на потоках Win32, описан в [23]. Причины падения производительности параллельной системы: пропускная способность памяти не позволяет быстро пересылать большие объемы данных, попадания в кэш при кодировании видеoinформации происходят очень редко, синхронизация потоков занимает примерно 2,5% от времени кодирования. Функциональный и пространственно-временной параллелизм методов компрессии видеoinформации применительно к MIMD-архитектурам рассмотрен в [24]. Авторы обращают внимание на проблему распределения исходной видеoinформации по вычислительным узлам. В [25] установлено значительное влияние задержек при передаче участков кадров между узлами и при синхронизации узлов – слишком высокая зернистость параллелизма сокращает эффективность кластерной системы. В [26] авторы использовали MIMD-кластер сигнальных процессоров для сжатия видеoinформации стандарта HDTV кодером H.264. В исследованиях на восьми узлах было получено ускорение порядка 1.42, что свидетельствует о невысокой эффективности сигнальных процессоров в сжатии видеoinформации.

6.3 Сжатие видеoinформации в Грид

Важнейшая задача для распределенного сжатия видеoinформации в Грид – балансировка загрузки ресурсов, т.е. эффективное разделение видеoinформации на части и распределение этих частей по вычислительным узлам, а так же сбор частей сжатой видеoinформации [27]. В [28] использован Грид на основе технологии Java JNI для распараллеливания процесса сжатия видеoinформации. Авторами использован кодер MJPEG (каждый узел Грид получает независимый кадр видеопоследовательности и устраняет только интракадровую избыточность), однако коэффициент сжатия, обеспечиваемый этим кодером, слишком большой. Была установлена хорошая масштабируемость алгоритма MJPEG на ядрах Грид, однако "бутылочным горлышком" всей системы является пропускная способность среды передачи информации. В [29] выполнено сравнение результатов работы кодеров MPEG-4 и MJPEG в Грид: MPEG-4 лучше адаптирован к распределенным вычислениям в Грид, чем MJPEG.

Выводы.

На основании анализа применяемых методов уменьшения интракадровой и интеркадровой избыточности видеoinформации, методов распараллеливания сжатия видеoinформации можно выделить такие их недостатки:

- высокая вычислительная сложность существующих методов ограничивает объем сжимаемой в единицу времени информации;
- "блочность" ДКП влечет за собой эффект "блочности" (заметные искажения на границах блоков) результирующей видеопоследовательности;
- полный перебор при блочной ОД дает лучший результат по уровню искажения, но обладает слишком высокой вычислительной сложностью;
- алгоритмы "быстрой" ОД обладают меньшей вычислительной сложностью, но не гарантируют точное нахождение всех векторов движения;

– рост битрейта результата сжатия и неоптимальная загрузка вычислительных ресурсов по причине нерационального распределения исходной видеоинформации по узлам параллельной системы;

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку методов параллельной компрессии видеоинформации, не обладающих такими недостатками.

Литература

1. Ватолин Д.С. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 384 с.
2. Ватолин Д. Методы для объективной оценки качества видеокодексов по сжатым ими видеопоследовательностям / Д. Ватолин, А. Паршин // материалы девятого научно-практического семинара "Новые информационные технологии в автоматизированных системах", март 2006 г. Москва. – М., 2006. – С. 4–12.
3. Bhaskaran V. Image and video compression standards: algorithms and architectures / V. Bhaskaran, K. Konstantinides. – MA, USA : Kluwer Academic Publishers Norwell, 1997. – 454 p.
4. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений / Н.Н. Красильников. – М.: Вузовская книга, 2001. – 320с.
5. Chien S-Y. Hardware Architecture Design of Video Compression for Multimedia Communication Systems / S-Y. Chien, Y-W. Huang, C-Y. Chen, H. Chen, L-G. Chen // IEEE Communications Magazine. – 2005. – P. 123–131.
6. Mallat S. A theory of multiresolution signal decomposition: The wavelet representation / S. Mallat // IEEE Transactions on Pattern Anal. Mach. Intell., v.11. – 1989. – P. 674–693.
7. Motion-compensated interframe coding for video conferencing : Proceedings NTC'81 (IEEE), G5.3.1-5 / Т. Koga. – New Orlean, LA, USA, 1981.
8. Jain J.R. Displacement measurement and its application in interframe image coding / J.R. Jain, A.K. Jain // IEEE Transactions on Communications, v.29. – 1981. – P. 1799–1808.
9. Nam K. A Fast Hierarchical Motion Vector Estimation Algorithm Using Mean Pyramid / K. Nam, J-S. Kim, R-H. Park // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video technology, vol. 5, №4. – 1995. – P. 344–351.
10. Поляков Д.Б. Блочные алгоритмы оценки движения / Д.Б. Поляков // Труды Московского технического университета связи и информатики. – 2008. – № 1. – С. 463–466.
11. Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange : ITU-R Recommendation BT.709, 2008.
12. JPEG 2000 image coding system: Core coding system : ITU-T recommendation T.800 and ISO/IEC 15444-1, 2000.
13. Digital compression and coding of continuous-tone still images : ITU-T Recommendation T.81, ISO/IEC 10918-1, 1992.
14. Tran H.T. Advanced video-on-demand scenario with the deployment of MPEG-4/AVC / H.T. Tran, S.M. Tran, M. Preda // Электроника и связь. – 2010, № 2(55). – С. 74–81.
15. Advanced video coding for generic audiovisual services : ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10 (AVC), 2003.
16. Performance analysis and architecture evaluation of MPEG-4 video codec system : IEEE International Symposium on Circuits and Systems / H.-C. Chang, L.-G. Chen, M.-Y. Hsu, Y.-C. Chang. – Geneva, 2000. – P. 449–452.
17. Techniques for Efficient DCT/IDCT Implementation on Generic GPU : ISCAS 2005 IEEE International Symposium / B. Fang, G. Shen, S. Li, H. Chen., 2005. – P. 1126.
18. Дружинин Д.В. Сжатие экранного видео с помощью видеокарты. Сравнение технологий / Д.В. Дружинин // Вычислительные методы и программирование. - Т.9. – 2008. – С. 72–80.

19. NVIDIA Corporation. NVIDIA CUDA Compute Unified Device Architecture Programming Guide. Ver 2.3. / NVIDIA Corporation. : NVIDIA, 2009. – 111 p.
20. Motion Estimation for H.264/AVC using Programmable Graphics Hardware : IEEE International Conference on Multimedia and Expo / C. Ho, O. Au, S.-H. Chan, S.-H. Yip, H.-M. Wong. – Toronto, 2006. – P. 2049–2052.
21. Highly Parallel Rate-Distortion Optimized Intra Mode Decision On Multi-Core Graphics Processors : materials of IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, vol. 19 / N.-M. Cheung, O. Au, M.-C. Kung, H.W. Wong, C.H. Liu, 2009. – P. 1692–1703.
22. Optimizing Video Encoding using Threads and Parallelism. – Access mode: \www/ URL: <http://www.drdoobs.com/high-performance-computing/225600370> – Title from screen.
23. Real-Time H.264 Encoding by Thread-Level Parallelism: Gains and Pitfalls : Proceedings of the 17th IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems (PDCS) / G. Amit, A. Pinhas, 2005.
24. Performance Evaluation of Parallel MPEG-4 Video Coding Algorithms on Clusters of Workstations : PARELEC '04 Proceedings of the international conference on Parallel Computing in Electrical Engineering / A. Rodriguez, A. Gonzalez, M. P. Malumbres. – Washington DC, 2004. – P. 354–357.
25. Hierarchical Parallelization of an H.264/AVC Video Encoder : PARELEC '06 Proceedings of the international symposium on Parallel Computing in Electrical Engineering / A. Rodriguez, A. Gonzalez, M. P. Malumbres. – Washington DC, 2006. – P. 363–368.
26. The Design of HDTV H.264 Encoding System Based on Multi-DSPs Architecture : International Conference on Computer Science and Software Engineering / J. Wang, R. Lv, P. Gao, Y. Lu. – Washington DC, 2008. – P. 54–57.
27. Distributed Encoding Environment Based on Grids and IBP Infrastructure : TERENA Networking Conference 2004 / P. Holub, L. Hejtmanek. – Rhodes, Greece, 2004. – P. 10.
28. ON-DEMAND HD VIDEO USING JINI BASED GRID : ICME 2008 / S. Kent, P. Broadbent, N. Warren, S. Gulliver, 2008. – P. 1045–1048.
29. GVid - Video Coding and Encryption for Advanced Grid Visualization : Proceedings of the first Austrian Grid Symposium / T. Köckerbauer, M. Polak, T. Stütz, A. Uhl, 2005. – P. 204–218.

Надійшла до редакції:
31.01.2011

Рекомендовано до друку:
д-р техн. наук, проф. Святний В.А.

Abstract

Skrupsky S.Y. *Videoinformation compression methods. The analysis of videoinformation compression methods has been made. The compression standards and the ways of parallelization of the videoinformation compression process have been considered.*

Keywords: *compression encoder, videoinformation, HDTV, intraframe, interframe redundancy, parallel system.*

Анотація

Скрупський С.Ю. *Методи компресії відеоінформації. Виконано аналіз методів компресії відеоінформації. Розглянуті стандарти стискування та способи розпаралелювання процесу стискування відеоінформації.*

Ключові слова: *кодер стискування, відеоінформація, HDTV, інтракадрова, інтеркадрова надлишковість, паралельна система.*

© Скрупський С.Ю., 2011