

Методы анализа видекодексов на основе модификации естественных видеопоследовательностей

Александр Паршин, Дмитрий Ватолин

Лаборатория Компьютерной Графики и Мультимедиа, каф. АСВК, ВМиК, МГУ, Москва, Россия
{aparshin, dmitriy}@graphics.cs.msu.ru

Аннотация

Анализ работы видекодексов является одной из наиболее востребованных задач при разработке кодеков, контроле качества видео на стороне клиента, выборе кодека и в ряде других областей. В этой статье предлагаются новые методы автоматического анализа с использованием объективных метрик качества и созданием нескольких модификаций естественных видеопоследовательностей. Использование именно естественных видеопоследовательностей значительно улучшает адекватность анализа. Выбор алгоритмов создания модификаций позволяет оценивать эффективность отдельных алгоритмов управления кодеком. Проведённое тестирование реальных видекодексов подтверждает возможность применения предложенной методики для анализа как видекодексов в целом, так и отдельных алгоритмов управления битрейтом.

Ключевые слова: Анализ видекодексов, объективные метрики качества, RD-кривые, анализ управления битрейтом кодексов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Сжатие видеоданных является одним из центральных этапов в процессе работы с цифровым видео. Именно возможность значительно сократить размер хранимой и передаваемой информации без внесения значительных визуальных искажений во многом определило широкое распространение цифрового видео.

На данный момент существует более десятка международных стандартов сжатия видео. Областью описания каждого из них является синтаксис и семантика закодированного потока данных. Алгоритм декодирования и, тем более, кодирования, не специфицируются в рамках стандартов, что позволяет на этапе кодирования использовать различные алгоритмы для получения стандартного потока, который может быть декодирован любым поддерживающим стандарт декодером.

Сравнивать видекодеки можно по множеству критериев: поддерживаемому диапазону коэффициентов сжатия, скорости работы, необходимым вычислительным ресурсам, максимальной задержке при передаче и т.п. Далее в этой статье будет рассмотрен только один аспект качества кодексов, а именно, зависимость внесённых искажений от коэффициента сжатия. Соответственно, под *эффективностью* кодека далее нужно понимать количество искажений при заданном коэф-

фициенте сжатия, или, что то же самое, достижимый коэффициент сжатия для заданного количества искажений.

Ряд проведённых в последнее время сравнений [2][3] подтверждают, что даже кодеки одного стандарта значительно отличаются друг от друга с точки зрения эффективности, то есть количества вносимых искажений при одинаковой степени сжатия. В современных кодексах можно выделить следующие основные части, определяющие эффективность кодирования:

- алгоритм компенсации движения;
- алгоритм выбора параметра квантования;
- алгоритмы выбора типа кадра и типа макроблока.

Именно эти алгоритмы в большинстве случаев определяют качество работы видекодека. Анализ эффективности видекодека является чрезвычайно востребованной задачей во множестве прикладных областей. В первую очередь к ним относятся:

- контроль качества видео на стороне клиента при транслировании видео;
- анализ внесённых разработчиками изменений при разработке видекодексов;
- сравнение параметров видекодексов при использовании в определённой целевой прикладной области.

Основной проблемой объективных методов анализа видекодексов является неадекватность применяемых метрик качества. Дело в том, что система человеческого зрения (СЧЗ) является весьма сложным аппаратом, достаточно точное моделирование которого на данный момент ещё не представляется возможным [5].

В этой статье рассмотрены вопросы анализа кодека при отсутствии знания о конкретной реализации алгоритмов внутри кодека. Предложенная методика так же не требует информации и структуре закодированного потока, что делает её применимой для широкого класса видекодексов.

Оставшаяся часть статьи организована следующим образом. В Разделе 2 подробно рассмотрена предложенная методика. В Разделе 2.1 уделено внимание предложенным модификациям исходного видео. Процесс получения RD-характеристик видекодексов и алгоритм их сравнения рассматриваются в Разделах 2.2 и 2.3 соответственно. В Разделе 2.4 описывается алгоритм получения итоговых оценок анализа кодексов. Результаты применения предложенных методов описаны в Разделе 3 на примере анализа алгоритмов компенсации движения (Раздел 3.1) и эффективности кодексов в целом (Раздел 3.2).

Исследования проведены в рамках гранта РФФИ № 07-01-00759-а. Часть результатов получена в рамках проекта между ВМиК МГУ и компанией Intel.

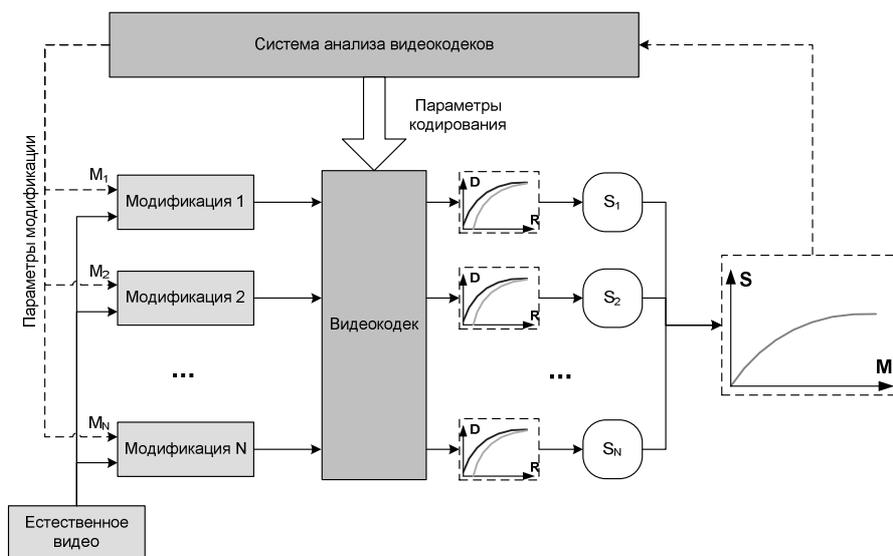


Рисунок 1: Общая схема анализа видеокодеков.

2. АНАЛИЗ ВИДЕОКОДЕКОВ

На Рисунке 1 представлена общая схема предложенного метода анализа видеокодека. Для анализа используются естественные видеопоследовательности. Сначала создаются модификации исходного видео с известными параметрами модификаций M_i . Созданные модификации подаются на вход анализируемому кодеку, который кодирует и декодирует каждую из них. Результаты каждого кодирования сравниваются с результатом кодирования исходной видеопоследовательности и с результатами референсного кодека для получения единичных результатов кодирования S_i . Далее массив оценок S и исходных параметров модификаций M подаются на вход системы анализа для получения окончательных результатов оценки кодека. Ниже каждый из этих этапов рассмотрен более подробно.

2.1 Модификации видеопоследовательностей

В алгоритмах управления видеокодеками можно выделить несколько частей, таких как: компенсация движения, выбор коэффициентов квантования, выбор режима кодирования и т.п. При этом влияние каждой из этих частей на итоговый результат работы определяется как параметрами реализации, так и характеристиками исходной видеопоследовательности. Рассмотренные модификации естественных видеопоследовательностей создавались таким образом, чтобы изменять только одну заранее известную часть алгоритма управления кодеком. Отслеживая абсолютное и относительное изменение эффективности кодирования, можно делать выводы об эффективности реализации той или иной части кодека.

Авторами был реализован ряд модификаций естественных видеопоследовательностей. Ниже приведены модификации, используемые в этой статье:

- **Прореживание кадров.** Из исходной последовательности кадров $\{F_i\}$, $i = 1, \dots, P$ остаются только каждый N -ый: $i = 0 \pmod{N}$. Параметр модификации – степень прореживания N . Прореженные видеопоследовательности обладают меньшей корреляцией во временной области.

Один из основных алгоритмов, от которого зависит эффективность кодирования сильно прореженной видеопоследовательности – алгоритм компенсации движения. Таким образом, эффективность кодирования сильно прореженных видеопоследовательностей в значительной степени зависит от эффективности реализации компенсации движения.

- **Добавление кадров с шумом.** В исходную видеопоследовательность добавляются кадры, содержащие равномерно распределённый шум. Очередной кадр с шумом добавляется через каждые N кадров. Параметр модификации – частота N добавления кадров с шумом. Вставка в исходную последовательность сильно отличающихся кадров дестабилизирует алгоритмы управления битрейтом кодеков на уровне кадров или группы кадров (GOP). Аналогичная ситуация возникает в естественном видео при появлении в фильме динамических сцен. Эта модификация видеопоследовательностей направлена на анализ устойчивости алгоритмов выбора параметров кодирования уровня кадров.
- **Добавление макроблоков с шумом.** В каждый кадр в случайные позиции добавляются N макроблоков размера 16×16 с равномерно распределённым шумом. Параметр модификации – количество добавленных макроблоков. Сильно отличающиеся макроблоки в значительной степени влияют на сбор статистики внутри кадра. Наиболее эффективно на модифицированных таким способом видеопоследовательностях работают кодеки с хорошими алгоритмами управления параметрами кодирования отдельных макроблоков. Таким образом, эта модификация предназначена для анализа эффективности алгоритмов управления видеокодеками уровня макроблоков.

2.2 RD кривые

В качестве основного результата кодирования видеопоследовательности была использована зависимость количества искажений от степени сжатия (RD кривая, Rate-Distortion curve). В теории кодирования сигналов с потерями функция зависи-

мости размера данных от искажений сигнала определяется следующим образом [6]:

$$R(D) = \min_{p(\hat{x}|x): \sum_{(x,\hat{x})} p(x)p(\hat{x},x)d(\hat{x},x) \leq D} I(X; \hat{X})$$

где $R(D)$ – искомая RD функция, X – исходный сигнал, \hat{X} – декодированный сигнал, I – полная информация, p – плотность вероятности сигнала, d – расстояние между исходным и декодированным сигналом в некоторой метрике.

Смысл этой формулы в том, что ищется такой код для сигнала, чтобы среднее искажение не превосходило заданной величины D , а на передачу тратилось минимальное количество ресурсов.

Существуют различные аналитические выражения этой функции для различных распределений исходных данных. Некоторые из них успешно используются в алгоритмах управления кодеком, основанных на *RD моделях* [7]. Однако, в случае оценки итогового качества аналитические выражения используются редко, что связано в первую очередь со значительной коррелированностью исходных данных и сложностью алгоритмов видеокодеков.

Аппроксимации зависимости между коэффициентами сжатия данных и внесёнными искажениями проводилась с использованием кусочно-линейной функции. Для построения RD кривой исследуемый кодер запускался несколько раз с различными целевыми битрейтами. После декодирования становится доступной информация о внесённых искажениях и реальном битрейте (степени сжатия данных). Стоит заметить, что реальный битрейт для некоторых кодеков значительно отличался от целевого.

Для замеров качества (степени внесённых искажений), использовались метрики PSNR и SSIM [8]. PSNR (Peak to Signal Noise Ratio) – классическая мера разности двух сигналов:

$$PSNR(X, Y) = 10 \cdot \log_{10} \frac{255^2 \cdot N \cdot M}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (X_{i,j} - Y_{i,j})^2}$$

где X и Y – сравниваемые изображения с разрешением $M \times N$.

Метрика SSIM учитывает три составляющих искажения: изменения яркости, изменения контраста и изменения структуры. В окончательном виде формула вычисления метрики SSIM для сигналов X и Y может быть записана следующим образом:

$$SSIM(X, Y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x + \mu_y + C_1)(\sigma_x + \sigma_y + C_2)}$$

$$\text{где } \mu_x = \sum_{i=1}^N \omega_i X_i, \sigma_x = \left(\sum_{i=1}^N \omega_i (X_i - \mu_x)^2 \right)^{\frac{1}{2}},$$

$\sigma_{xy} = \sum_{i=1}^N \omega_i (X_i - \mu_x)(Y_i - \mu_y)$, C_1 и C_2 – константы, w_i – коэффициенты сглаживающего фильтра. Более подробную информацию о метрике SSIM можно найти в [8].

Заметим, что используемая метрика качества является изменяемым параметром предложенной методики. Вместо используемых сейчас метрик качества PSNR и SSIM могут быть реализованы другие алгоритмы оценки качества видеопоследовательностей, в том числе более адекватные СЧЗ.

После нескольких запусков видеокодеков для каждой из модификаций исходной видеопоследовательности становится доступен набор чисел (R, D) , где R – реальный битрейт, D – количество внесённых искажений. Эти данные являются приближением RD кривой кодера для рассматриваемой модификации видео. RD кривая между полученными точками аппроксимировалась линейной функцией, экстраполяция не проводилась.

2.3 Сравнение RD кривых

Следующим этапом является сравнение двух RD кривых для получения одной оценки для каждой из модификаций исходной видеопоследовательности. Для сравнения двух RD кривых было использовано среднее геометрическое отношения битрейтов при одинаковом качестве [9]:

$$S_{1,2}^{[a,b]} = \exp \left\{ \frac{1}{b-a} \int_a^b \ln \left(\frac{R_1(D)}{R_2(D)} \right) dD \right\},$$

где $R_1(D)$, $R_2(D)$ – сравниваемые RD кривые (зависимости размера от количества искажений), $[a, b]$ – диапазон оценок метрики качества, в котором производится сравнение. Оценка $S_{1,2}^{[a,b]}$ характеризует среднее отношение степени сжатия при одинаковом количестве внесённых искажений, которое может быть достигнуто видеокодеками с соответствующими RD характеристиками. При аппроксимации RD кривых кусочно-линейными функциями, интеграл в формуле выше может быть вычислен аналитически.

2.4 Получение итоговой оценки анализа

После этапа сравнения RD кривых для каждой из модификаций видеопоследовательности получается одно число, характеризующее работу кодера на этой модификации. Основной задачей этапа является анализ этих величин с целью получения итоговой оценки видеокодека. Авторами был использован способ, основанный как на оценке скорости изменения эффективности кодера с усложнением входных видеопоследовательностей, так и на сравнении эффективности тестируемого кодера с референсным, то есть, кодеком, который можно принять за эталон. Референсный кодер проходит такие же этапы анализа, что и тестируемый кодер. В итоге получаются оценки (M, S^r) для референсного кодера и (M, S^t) для тестируемого. Общая оценка качества работы кодера осуществляется на основе функции сравнения результатов:

$$Q = Q(M, S^r, S^t)$$

Проведённые замеры показали, что для всех протестированных модификаций последовательностей зависимость $S(M)$ близка к линейной. Поэтому в качестве аппроксимации скорости изменения эффективности при модификации последовательности использовалась разность коэффициентов наклона этих прямых, вычисленных при помощи метода наименьших квадратов. В качестве сравнения эффективности относительно референсного кодера использовалась среднее отношение их битрейтов на исходном видео $S_{ref, tested}^{[a,b]}$. В качестве окончательной оценки использовалась линейная комбинация этих значений:

$$Q(M, S^r, S^t) = (1 - \gamma) (\alpha(M, S^t) - \alpha(M, S^r)) + \gamma S_{ref, tested}^{[a, b]}, \quad (1)$$

$$\alpha(M, S) = \frac{n \sum_i M_i S_i - \sum_i M_i \cdot \sum_i S_i}{n \sum_i M_i^2 - \left(\sum_i M_i \right)^2}$$

где γ – константа из интервала $[0, 1]$, $\alpha(M, S)$ – наклон аппроксимирующей прямой (средняя скорость изменения эффективности кодирования).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

В этом разделе рассмотрены примеры использования описанной в предыдущей главе методики для анализа реальных видеокодеков. Было проведено два теста – один для анализа отдельного алгоритма управления видеокодека, другой – для оценки эффективности видеокодеков в целом.

3.1 Анализ алгоритмов компенсации движения

В качестве первого теста предложенной методики был реализован анализ алгоритмов компенсации движения кодека x264 [10] стандарта MPEG-4 AVC/H.264 [13]. В кодеке x264 реализовано четыре алгоритма компенсации движения: ESA (полный перебор), DIA (простой шаблонный поиск), HEX (адаптивный шаблонный поиск) и UMH (комбинация различных алгоритмов). При помощи предложенной методики авторы проанализировали все эти алгоритмы с использованием прореживания кадров. Были использованы стандартные видеопоследовательности “Stefan” и “Flower Garden” с пространственным разрешением 352x288 (CIF). Исходные видеопоследовательности были модифицированы с параметром прореживания от 1 до 8. На полученных 18 видеопоследовательностях ((исходная + 8 модификаций) x 2) кодер x264 был запущен с битрейтами от 100 Кбит/сек до 3 Мбит/сек (всего 7 битрейтов). Для каждого параметра модификации полученные RD кривые сравнивались с RD кривой для исходной видеопоследовательности. Результаты сравнения приведены на Рисунке 2.

Из графика видно, что алгоритмы UMH и ESA значительно меньше теряют в относительной эффективности при прореживании кадров. Это характеризует их более высокое качество работы по сравнению с простыми алгоритмами DIA и HEX.

Заметим, что другие модификации видеопоследовательностей не выявляют сколько-нибудь существенной разницы между рассмотренными алгоритмами компенсации движения. Это является следствием того, что каждая из модификаций влияет только на одну из частей кодека, изменения же в других частях слабо сказываются на итоговом результате анализа. Пример аналогичных результатов для модификации с добавлениями шумных макроблоков приведён на Рисунке 3.

В качестве референсного кодека был выбран x264 с настройками по умолчанию, что эквивалентно использованию алгоритма компенсации движения HEX. Среднее отношение битрейтов на исходной видеопоследовательности относительно референсного кодека и итоговые результаты анализа приведены в Таблице 1 (в формуле (1) использовалось $\gamma=0.5$). Более низкие значения оценок анализаторов означают лучший результат кодека.

Среднее отношение битрейтов при одинаковом качестве рассматриваемых пресетов кодека x264 практически совпадает.

Однако из-за различной тенденции ухудшения качества при усложнении движения в видеопоследовательности, итоговые оценки пресетов со сложными алгоритмами значительно лучше.

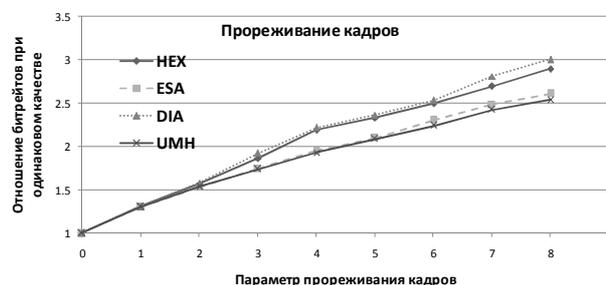


Рисунок 2: Результаты анализа алгоритмов компенсации движения при помощи прореживания кадров.

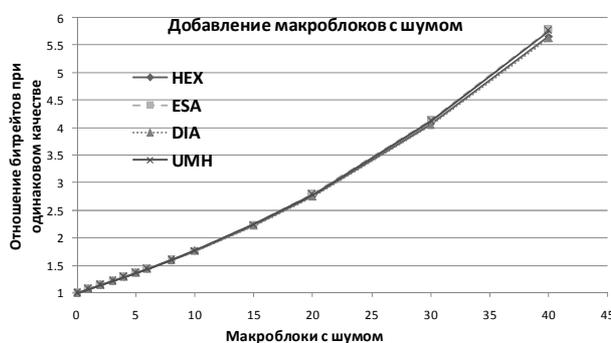


Рисунок 3: Результаты анализа алгоритмов компенсации движения при помощи добавления макроблоков с шумом.

Таблица 1: Итоговые результаты анализа компенсации движения при помощи прореживания кадров. Меньшая оценка анализатора означает лучший результат кодека.

Алгоритм	Отношение битрейтов	Оценка анализатора
ESA	98.9%	0.588
UMH	99.1%	0.584
HEX	100.0%	0.612
DIA	101.0%	0.621

3.2 Анализ общей эффективности видеокодеков

Этот раздел описывает тесты, проведённые для верификации возможности при помощи предложенной методики анализировать общую эффективность видеокодеков. Список тестируемых кодеков приведён в Таблице 2. Среди кодеков присутствует два кодека стандарта MPEG-4 AVC/H.264 (всего 4 пресета), и один – стандарта MPEG-4 ASP[14]. В качестве исходных видеопоследовательностей использовались стандартные тестовые видеопоследовательности в разрешении CIF “Stefan” и “Flower Garden”.

Таблица 2: Используемые при тестировании кодеки.

Кодек	Пресет	Описание
x264 [10]	default	Настройки кодера по умолчанию
	ref_4	Использование 4 предыдущих кадров для ME
	subme_7	Максимальный уровень сложности алгоритмов управления битрейтом
IPP H.264 [11]	–	Структура GOP: IBVPBVP...; 6 опорных кадров; СBR уровня кадров
XviD [12]	–	-max_bframes 2 -quality 6 -vhqmode 1 -bvhq -qpel -turbo -single

В Таблице 3 представлено среднее отношение битрейтов при одинаковом качестве для исходных видеопоследовательностей относительно референсного кодека. Меньшие значения соответствуют лучшему относительному качеству. В качестве референсного кодека был выбран кодек x264 с настройками по умолчанию. Разность между наилучшим и наихудшим кодеком в этой выборке составляет 17% битрейта при одинаковом качестве. Лучший результат показал кодек IPP H.264, худший – Xvid.

В дальнейшем в этом разделе все результаты получены со значением $\gamma=0.5$. Целевые битрейты варьировались от 100 Кбит/сек до 3 Мбит/сек. Реальный битрейт некоторых кодеков значительно отличался от заданного, что, впрочем, никак не сказывается на устойчивости предложенной методики.

Таблица 3: Среднее отношение битрейтов при одинаковом качестве для исходных видеопоследовательностей. Референсный кодек – x264 с настройками по умолчанию.

Алгоритм	Отношение битрейтов
x264/default	100.0%
x264/ref_4	97.1%
x264/subme_7	98.0%
IPP H.264	88.1%
Xvid	105.0%

Ниже приведены результаты анализа видеокодеков с различными вариантами модификации исходных видеопоследовательностей.

3.2.1 Прореживание кадров

Параметр прореживания варьировался от $N=1$ до $N=8$ (в последнем случае в видеопоследовательности оставалось только 1/9 всех кадров). На Рисунке 4 представлены зависимость ухудшения эффективности кодирования с ростом числа удалённых кадров. Хорошо заметно, что все пресеты кодека x264 показывают лучшую тенденцию по сравнению с кодеками XviD и IPP H.264. Этот факт характеризует кодек x264 как эффективно кодирующий сложные динамические видеопоследовательности с резкими сменами сцены и активным движением. На Рисунке 5 представлены результаты анализа с

учётом данных исходной эффективности работы видеокодеков.

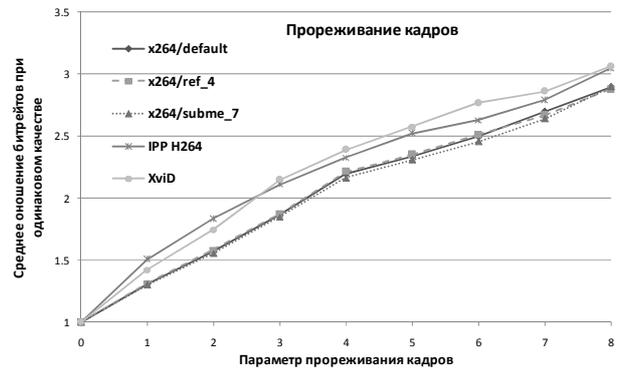


Рисунок 4: Результаты анализа различных кодеков при помощи прореживания кадров.



Рисунок 5: Итоговые результаты анализа различных кодеков при помощи прореживания кадров ($\gamma=0.5$).

3.2.2 Добавление кадров с шумом

В качестве модификаций были использованы видеопоследовательности, в которых от 1 до 14 исходных кадров были замещены на кадры с равномерно распределённым шумом. Кадры вставлялись равномерно по всей длине видеопоследовательности в позиции:

$$F_i = \left\lfloor (i + 0.5) \frac{M}{N} \right\rfloor, i = 0, \dots, N - 1,$$

где, M – количество кадров в видеопоследовательности, N – количество кадров с шумом. Каждый пиксель каждой из цветковых компонент в заменяемых кадрах независимо инициализировался равномерно распределённым случайным значением.

На Рисунке 6 представлена зависимость ухудшения эффективности кодирования в зависимости от количества кадров с шумом. Наилучшую тенденцию демонстрирует кодек x264, точнее, его пресет с компенсацией движения по 4 предыдущим кадрам. Наихудший результат демонстрирует кодек Xvid, что можно объяснить инертностью его алгоритма управления битрейтом на уровне кадров. На Рисунке 7 показаны результаты анализа с учётом исходного качества видеокодеков.

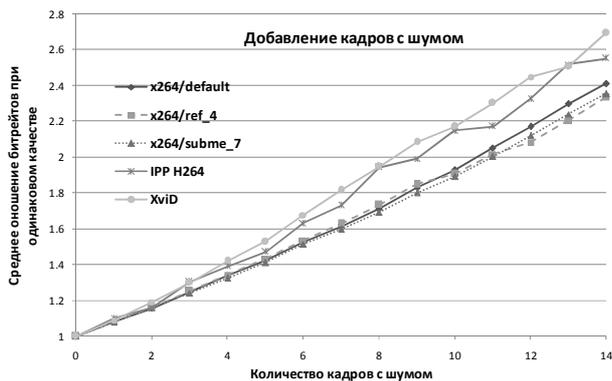


Рисунок 6: Результаты анализа различных кодеков при помощи добавления кадров с шумом.

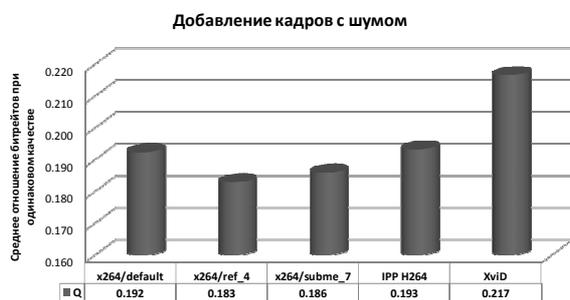


Рисунок 7: Итоговые результаты анализа различных кодеков при помощи добавления кадров с шумом ($\gamma=0.5$).

3.2.3 Добавление макроблоков с шумом

В этой модификации в видеопоследовательность добавлялись блоки пикселей со случайными значениями. В каждый кадр видео добавлялось ровно N блоков размером 16×16 пикселей, где N изменялось от 1 до 14. Блоки вставлялись так, чтобы их координаты были выровнены по сетке 16 пикселей:

$$(x, y) = (0, 0) \bmod 16.$$

Выравнивание необходимо для создания более жёстких условий алгоритмам управления кодеков уровня макроблоков. Как и в случае с кадром, каждый пиксель макроблока каждой из цветковых плоскостей имеет равномерно распределённое случайное значение.

На Рисунке 8 представлена зависимость эффективности кодирования кодеков в зависимости от количества макроблоков с шумом. Наилучшую тенденцию снижения эффективности демонстрирует кодек IPP H.264. Это может быть объяснено более эффективным механизмом выбора параметров кодирования отдельных макроблоков. В кодеке x264 не реализованы алгоритмы адаптивного выбора параметра квантования отдельных макроблоков, но его результаты сильно зависят от используемых настроек. Наилучшие результаты среди рассмотренных имеет пресет «ref_4». На Рисунке 9 показаны итоговые результаты анализа с учётом эффективности кодирования исходного видео.

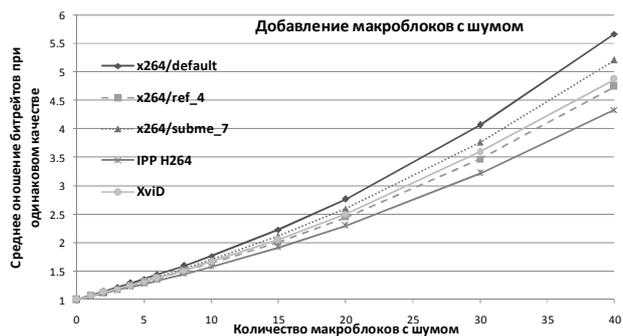


Рисунок 8: Результаты анализа различных кодеков при помощи добавления макроблоков с шумом.

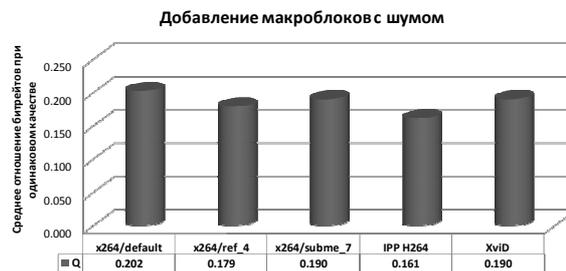


Рисунок 9: Итоговые результаты анализа различных кодеков при помощи добавления макроблоков с шумом ($\gamma=0.5$).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой статье предложен новый метод анализа как видеокodeков в целом, так и отдельных частей его алгоритмов управления. Метод не использует структуру закодированного видеопотока, поэтому может быть легко применен к большому количеству кодеков различных стандартов. В сущности, кодек рассматривается как абстрактная система сжатия с потерями, RD-характеристики которой могут быть получены для произвольного входного видео. К преимуществам рассмотренного метода можно отнести использование естественных видеопоследовательностей, что в значительной степени повышает адекватность анализа в целевой области использования видеокodeков. Возможно дальнейшее развитие этой идеи при помощи выбора более узкого класса видеопоследовательностей (видеоконференции, динамические сцены и т.п.). Основой методики является генерация модификаций видеопоследовательностей. Нацеленность каждой из модификаций на конкретные части алгоритма управления кодеком позволяет, с одной стороны, проводить более глубокий анализ работы кодеков, а с другой, требует только общих предположений относительно устройства кодека. При наличии информации о конкретном стандарте кодирования или дополнительной информации из закодированного потока, предложенная методика может быть расширена при помощи анализа зависимостей в синтаксических элементах потока в зависимости от параметра модификации исходной видеопоследовательности.

5. БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Лаборатории Компьютерной Графики и Мультимедии факультета ВМиК МГУ имени Ломоносова и лично её заведующему Ю.М. Баяковскому.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mohammed Ghanbari. *Standard Codecs: Image Compression to Advanced Video Coding*. Institution Electrical Engineers, 2003, ISBN 0-85296-710-1.
- [2] T. Wiegand, H. Schwarz, A. Joch, F. Kossentini, G. J. Sullivan. *Rate-constrained coder control and comparison of video coding standards*. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 13, no. 7, pp. 688–703, Jul. 2003.
- [3] МГУ, Лаборатория Компьютерной Графики и Мультимедиа, *Четвёртое ежегодное сравнение видеокодеков стандарта MPEG-4 AVC/H.264*. 2007. http://compression.ru/video/codec_comparison/mpeg-4_avc_h264_2007.html.
- [4] *Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures*. ITU-T BT 500.11, 2002.
- [5] Marcus J. Nadenau, Stefan Winkler, David Alleysson and Murat Kunt. *Human Vision Models for Perceptually Optimized Image Processing – A Review*. Submitted to *Proceedings of IEEE*, September 2000.
- [6] Thomas M. Cover, Joy A. Thomas. *Elements of information theory*. 2nd Edition.. New York: Wiley-Interscience, 2006. ISBN 0-471-24195-4.
- [7] Bo Tao, Bradley W. Dickinson, and Heidi A. Peterson, *Adaptive Model-Driven Bit Allocation for MPEG Video Coding*. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 10, no. 1, February 2000.
- [8] Zhou Wang, Alan Conrad Bovik, Hamid Rahim Sheikh, Eero P. Simoncelli. *Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity*. *IEEE Transactions on Image Processing*, VOL. 13, NO. 4, April 2004.
- [9] Дмитрий Ватолин, Александр Паршин. *Сравнения кодеков стандарта MPEG-4 AVC/H.264 с использованием объективных метрик*. *Труды конференции Graphicscon-2006*, с. 447-454.
- [10] Кодек х264 стандарта кодирования видео H.264 <http://www.videolan.org/developers/x264.html>
- [11] Библиотека программ Intel Integrated Performance Primitives. <http://www.intel.com/cd/software/products/asm-na/eng/perflib/ipp/302910.htm>
- [12] Кодек xvid стандарта кодирования видео MPEG-4 ASP <http://www.xvid.org/>
- [13] *Draft ITU-T recommendation and final draft international standard of joint video specification (ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14 496-10 AVC)*. Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, JVTG050, 2003.
- [14] *Coding of Moving Pictures and Associated Audio*. ISO/IEC 14496-2, MPEG-4 Committee Draft ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Oct. 1998

Об авторах

Александр Евгеньевич Паршин – аспирант факультета вычислительной математики и кибернетики Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова. Адрес: Москва, 119899, Воробьевы горы, МГУ, 2-й учебный корпус, факультет ВМиК, кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов.
E-mail: aparshin@graphics.cs.msu.ru

Дмитрий Сергеевич Ватолин специалист в области сжатия изображений и видео с четырнадцатилетним стажем. К.ф.м.н., IEEE Member, старший научный сотрудник лаборатории компьютерной графики ВМиК МГУ, руководитель Видео-Группы. Автор книг "Методы сжатия изображений" (Д. Ватолин) и "Методы сжатия данных" (Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин). Основатель серверов «Все о сжатии» <http://compression.ru/> и "Compression Links" <http://www.compression-links.info/>
Адрес: Москва, 119899, Воробьевы горы, МГУ, 2-й учебный корпус, факультет ВМиК, кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов.
E-mail: dmitriy@graphics.cs.msu.ru

Videocodecs Analysis Methods Based on Natural Videosequences Modifications

Abstract

Videocodec analysis is one of the most important tasks during videocodec development, client-side quality control, videocodec selection and in number of other areas. New methods of videocodec analysis are proposed in this paper. These methods use objective quality metrics and several modifications of natural videosequences. Usage of natural videosequences highly improves analysis reliability. Selection of modification creation algorithms allows quality analysis of separate videocodec control algorithms. Performed testing of overall videocodec quality and single rate control algorithms confirmed usefulness and reliability of the proposed analysis methods.

Keywords: Video codec analysis, objective quality metrics, rate-distortion curve, rate control analysis.

About the authors

Alexander Parshin is a PhD student at Moscow State University, Department of Computational Mathematics and Cybernetics. His contact email is aparshin@graphics.cs.msu.ru.

Dmitriy Vatin is an expert in image, video and data compression with more than 14 years experience. Ph.D. in graphics compression, IEEE Member. Books: "Image compression algorithms" (D.Vatolin), "Data compression methods" (D.Vatolin, A.Ratushniak, M.Smirnov, V.Yukin). Senior researcher at the Laboratory of Computer Graphics and Multimedia at Moscow State University, Department of Computational Mathematics and Cybernetics. Head of VideoGroup. Founder of "The Compression Project" <http://compression.ru/> and "Compression Links" <http://www.compression-links.info/>
His e-mail is dmitriy@graphics.cs.msu.ru