

Качественный метод деблокинга видео без использования информации о квантовании

Дмитрий Ватолин, Сергей Гришин

Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики, Graphics & Media Lab

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

{dmitriy, sgrishin}@graphics.cs.msu.ru

Аннотация

Наиболее заметным артефактом, характерным для сильно сжатого видео, является «блочность». В данной работе предложен метод, позволяющий значительно уменьшить «блочность», сохранив при этом максимум деталей изображения. Высокая эффективность метода достигается за счет использования информации о степени блочности в различных частях кадра и разных кадрах. Для работы не требуются коэффициенты квантования, что позволяет успешно качественно восстанавливать распакованное или повторно сжатое видео.

Ключевые слова: видео деблокинг, video deblocking

1. ВВЕДЕНИЕ

Кодирование видеоданных с использованием алгоритмов, основанных на двумерном дискретном косинусном преобразовании (ДКП) чрезвычайно распространено. Оно используется, в международных стандартах MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261, H.263, H.264 и JPEG. Изображение разбивается на блоки, которые кодируются независимо, что приводит к появлению «блочности»: становятся видны границы блоков.

Основными требованиями для любого алгоритма деблокинга являются эффективное уменьшение «блочности» при одновременном сохранении краев объектов, попавших на границу блока. Также для видео требуется высокая скорость работы. Очевидно, что многие методы деблокинга статических изображений становятся непригодными для обработки видео из-за высокой вычислительной сложности. Кроме того, при разработке метода деблокинга видео, следует использовать, что степень «блочности» изменяется во времени (на сценах с сильным движением алгоритм должен сглаживать сильнее).

Существует несколько путей уменьшения «блочности». Например, использование вейвлет-преобразования [1, 2], методов проекции на ограниченные множества [3], операторов Маркова [4] и т.д. Но все они имеют высокую вычислительную сложность, и поэтому плохо применимы для реального видеопотока. Так же существуют методы, работающие внутри декодера [5], в этом случае на этапе деблокинга доступна полная информация о параметрах квантования и векторах движения. В некоторых методах вычисляется оценка коэффициентов квантования на основе статистических данных в окрестности обрабатываемой области, что позволяет повысить качество деблокинга. В других алгоритмах применяется только пространственная фильтрация изображения [6-8]. Важно учитывать, что низкочастотная фильтрация в этих методах должна применяться только в областях с «блочностью», иначе изображение сильно деградирует по качеству. В усложненном варианте этих методов [9] учитывается

информация временного домена – высокая степень корреляции соседних кадров.

Метод, описанный в данной работе, предназначен для независимого применения, т.е. информация о параметрах квантования не используется. Данный подход позволяет, в частности, получать высокое качество при обработке распакованного видео и при обработке повторно сжатого видео. Для оценки скорости движения объектов вычисляется метрика, значение которой прямо пропорционально степени «блочности». Таким образом, статические области кадра, в которых артефакты практически отсутствуют, остаются без изменений. Кроме того, используется параметр, характеризующий интенсивность движения на нескольких соседних кадрах, согласно которому выбирается вариант алгоритма деблокинга с соответствующей степенью сглаживания. Поэтому сильное сглаживание не применяется на статических сценах, где «блочность», как правило, слабая.

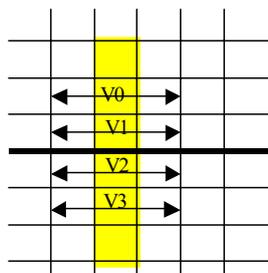
2. ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА

Каждый кадр видео потока обрабатывается согласно следующему алгоритму:

1. В каждой точке границы вычисляется значение меры «блочности».
2. Входной видео поток условно разделяется на сцены, например по 100 кадров. Для одного кадра каждой сцены вычисляется среднее значение метрики на нем. Полученное значение служит оценкой степени блочности для текущей сцены.
3. Согласно полученному значению выбирается вариант алгоритма обработки для текущей сцены.
4. Новое значение пикселя вычисляется с использованием алгоритма обработки для текущего сцены и вычисленной на первом шаге меры «блочности».

2.1 Вычисление метрики

Мера блочности является произведением двух множителей: первый (M) характеризует величину дисбаланса на границе блоков, второй (W) – контрастность в блоках. Схема вычисления метрики изображена на рис. 1.

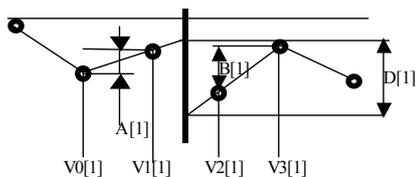


V0...V3 - векторы

$$\begin{aligned}
 A &= v_0 - v_1 \\
 C &= v_1 - v_2 \\
 B &= v_2 - v_3 \\
 D &= C - (A+B) / 2 \\
 M &= \text{abs}(D[0] + D[1] + D[2]) \\
 W1 &= W(\text{abs}(A[0]) + \text{abs}(B[0])) \\
 W2 &= W(\text{abs}(A[1]) + \text{abs}(B[1])) \\
 W3 &= W(\text{abs}(A[2]) + \text{abs}(B[2])) \\
 \text{Metric} &= M * (W1 + W3) * W2
 \end{aligned}$$

Рис.1: Схема вычисления метрики

Множитель М пропорционален составляющим вектора D. Каждая компонента вектора D получена по схеме изображенной на рис.2. Т.е. это разница между точками, полученными в результате продолжения прямых, образованных в каждом блоке двумя прилегающими к границе пикселями.



$$\begin{aligned}
 A &= v_0 - v_1 \\
 C &= v_1 - v_2 \\
 B &= v_2 - v_3 \\
 D &= C - (A+B) / 2
 \end{aligned}$$

Рис.2: Вычисление компонент вектора D

Данный метод вычисления метрики обеспечивает учет степени «блочности» в окрестности обрабатываемого пикселя.

Полученное значение М умножается на коэффициент, характеризующий контрастность области. Чем выше контрастность, тем коэффициент меньше. Такое поведение коэффициента достигается за счет вида функции W (рис. 3), который обусловлен проведенными экспериментами.

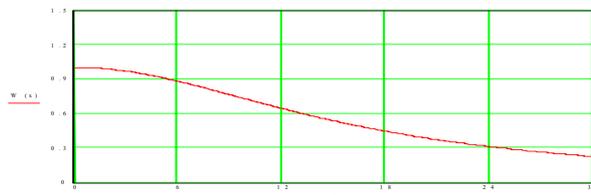


Рис.3: Вид функции W

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты работы алгоритма приведены на примере последовательностей battle.avi (фрагмент фильма «Терминатор», сложное движение, сильная блочность) и Iceage.avi (фрагмент мультфильма «Ледниковый период» движение плавное, много деталей).

На рис.4,5 представлены фрагмент кадра из последовательности battle.avi (низкий битрейт) и – метрика для этого кадра. Видно, что на контрастных границах метрика принимает значительно меньшие значения. На рис.6, 7 представлены результаты обработки этого кадра двумя методами деблокинга. Для обоих методов характерны артефакты – одиночные необработанные пиксели, которые появляются из-за использования порогов. Нетрудно видеть, что MSU-Deblocking порождает значительно меньше «мусора».

На рис. 9, 10 заметны различия работы двух методов, поскольку на лапе животного много краев попало на границу блоков. На кадре метода ffdshow сильно сглажены эти края. Алгоритм MSU-Deblocking оставил эти детали нетронутыми.

На рис 8, 11 представлены графики с замерами PSNR. Приведены результаты тестирования 4- и 6-пиксельного методов, которые являются составной частью ffdshow. Для получения замеров, каждый ролик был сжат на нескольких битрейтах видеокодеком Xvid. Далее обработан одним из алгоритмов деблокинга, и вычислена метрика полученного фильма по сравнению с оригинальным, несжатым. По оси ординат отложена разница между показателем Y-PSNR соответствующего метода деблокинга и 6-ти пиксельного метода. На графиках видно, что MSU-deblocking повышает качество эффективнее других методов, причем выигрыш растет с ростом битрейта.

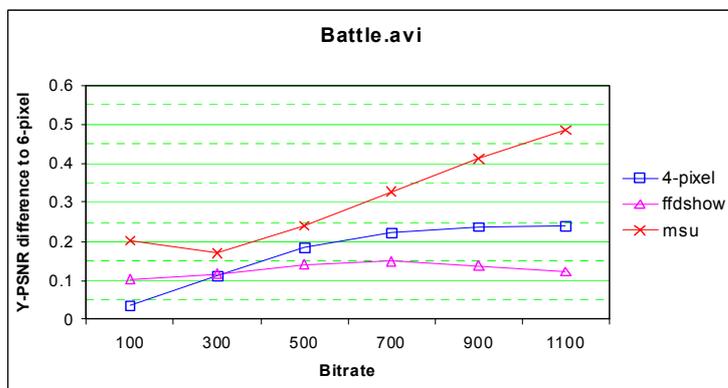


Рис. 8: Выигрыш по показателю PSNR по сравнению с 6-пиксельным методом



Рис. 4: Исходный кадр после распаковки

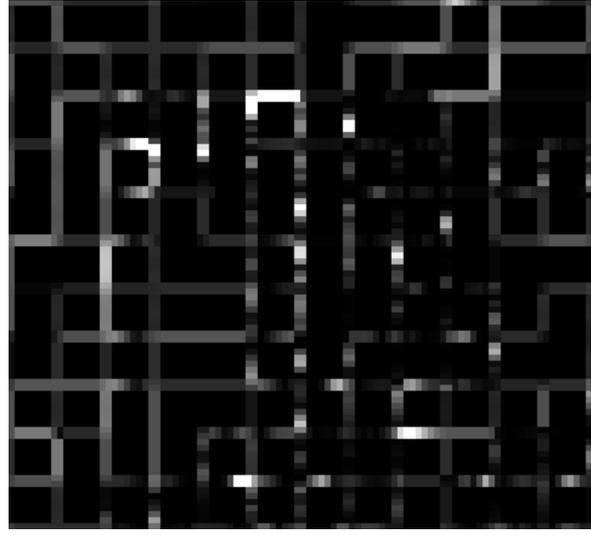


Рис. 5: Метрика кадра



Рис. 6: MSU-deblocking



Рис. 7: ffdshow



Рис.9: MSU-deblocking



Рис.10: ffdshow

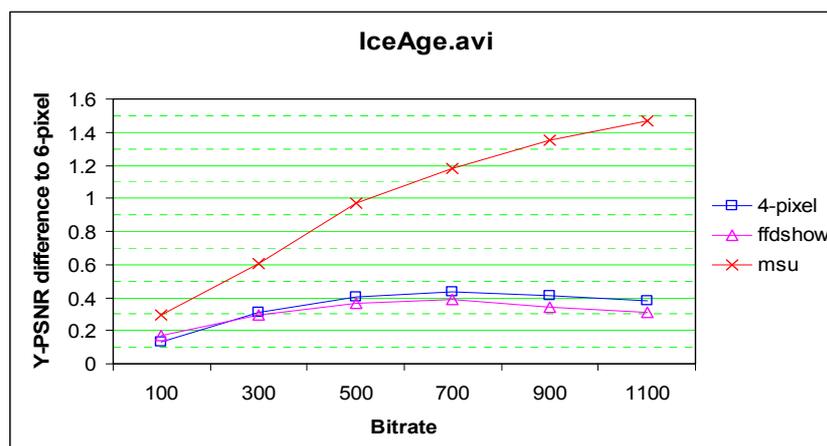


Рис.11: Выигрыш по показателю PSNR по сравнению с 6-пиксельным методом

4. ВЫВОДЫ

Разработанный метод является полностью адаптивным: алгоритм динамически производит оценку всех необходимых для работы параметров, не требуя от пользователя настройки.

Оценка степени блочности выполняется с учетом точек, соседних по отношению к текущей в пространстве и во времени.

Степень размытия областей изображения изменяется в пространственной и временной областях адекватно степени «блочности», тем самым алгоритм не размывает высококонтрастные области, эффективно удаляя сильную «блочность».

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Zixiang Xiong, Michael T.Orchard, Ya Qin Zhang. “A Deblocking Algorithm for JPEG Compressed Images Using Overcomplete Wavelet Representations”. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 7, 433-437.
- [2] R.A.Gopinath, M.Lang, H.Guo, J.E.Odegam. “Wavelet-Based Post-processing of Low Bitrate Transform Coded Images”. *In Proc. of Intl. Conf. in Image Processing*, Austin, TX, November 1994.
- [3] Yongui Yang, Nicolas Galatsanos, Aggelos K. Katsaggelos. “Projection-Based Spatially-Adaptive Reconstruction of Block-Transform Compressed Images”. *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 4, No. 7, pp. 896-908, July 1995.
- [4] T.Meier, King N.Ngan, Greg Grebbin. “Reduction of Coding Artifacts at Low Bit Rates”. *SPIE International Conference on Visual Communications and Image Processing*, San Jose, U.S.A., February 1998, pp. 241-251.
- [5] Xiaoyan Sun, Feng Wu, Shipeng Li, Wen Gao. “In-Loop Deblocking Filter for Block-Based Video Coding”. *ICSP 2002*, vol. 1, 33-36, Beijing, August, 2002.
- [6] Roberto Castango, Stefano Marsi and Gianni Ramponi. “A Simple Algorithm for the Reduction of Blocking Artifacts in Images and Its Implementation”. *IEEE Trans. On Consumer Electronics*, vol.44, no.3, Aug. 1998.
- [7] Roberto Castango, Giovanni Ramponi. “A Rational Filter for the Removal of Blocking Artifacts in Image Sequences Coded at Low Bitrate”. *Proc. of EUSIPCO'96*, 10-13 Sept. 1996, vol. I, pp. 567--570.

- [8] Younghooi Hwang, Byeungwoo Jeon and Sanghool Sull. “Post-Processing for Reducing Blocking Artifacts using Adaptive Low-Pass Filtering”. *Proc. of ITC-CSCC2002*, pp.297-300, Jul. 2002
- [9] Bahadir K. Gunturk, Yucel Altunbasak, and Russell M. Mersereau. “Multiframe Blocking-Artifact Reduction for Transform-Coded Video”. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, pp. 276-282, vol. 12, issue 4, apr 2002.

Авторы

Дмитрий Ватолин — к.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории компьютерной графики ВМиК МГУ. Основатель сервера «Все о сжатии» <http://compression.ru/>
E-mail: dmitriy@graphics.cs.msu.su

Сергей Гришин, студент лаборатории компьютерной графики ВМиК МГУ.
E-mail: sgrishin@graphics.cs.msu.su

Реализация данного метода в виде фильтра к VirtualDub свободно доступна на <http://compression.ru/video/deblocking/>