

Быстрый метод компенсации движения на основе классификации блоков.

Кубасов Д.М.

МГУ им. Ломоносова, факультет Вычислительной Математики и Кибернетики

Компенсация движения в видео потоке – это процесс извлечения информации о характере и параметрах так называемого «оптического» двумерного движения объектов (то есть в плоскости кадра) по имеющейся видеоинформации. Использование этой информации позволяет существенно увеличить степень компрессии алгоритмов сжатия видео и дает дополнительные возможности алгоритмам обработки видео. Модуль компенсации движения является составной частью практически всех современных видеокодеков, систем видеонаблюдения и наиболее качественных алгоритмов деинтерлейсинга и шумоподавления.

В настоящее время наибольшую популярность имеет блочный подход к компенсации движения, при котором каждый кадр разбивается на равные по размеру блоки и для каждого блока производится поиск наиболее близкого к нему (в определенном метрическом пространстве) блока такого же размера в предыдущем кадре [1]. Поскольку вычисление этой метрики для двух произвольных блоков, как правило, требует количества операций порядка квадрата размера блока, основной задачей является разработать такую стратегию нахождения минимума заданной метрики, которая бы требовала минимального количества её вычислений. К сожалению, свойства используемых метрических пространств не позволяют гарантировать нахождение глобального минимума метрики без вычисления её во всех точках этого пространства, то есть можно говорить лишь и приближенном решении, или о нахождении локального минимума.

Одним из первых появился подход, основанный на шаблонах: точки, в которых вычисляется метрика, выбираются согласно шаблону. Затем центр шаблона смещается в точку текущего минимума метрики, шаблон уменьшается в размерах, и все повторяется опять, пока не будет локализован с заданной точностью какой-либо локальный минимум. Наиболее популярным является алгоритм Three-Step Search (TSS) с 9-точечным шаблоном. Недостаток этого подхода очевиден – большая вероятность случайно найти локальный минимум вместо глобального.

Другой подход, основанный на непрерывности движения в малой окрестности и в течение малого промежутка времени, 3D-Recursive Search описан в статье [2]. Согласно наблюдениям, функция метрики для двух соседних блоков зачастую имеют схожий вид, что объясняется схожими параметрами движения блоков. Поэтому метод 3D-RS предлагает вычислять метрику в тех точках, где мы уже нашли локальный минимум для какого-либо из соседних блоков, и, возможно, в небольшой окрестности этой точки. Недостаток этого подхода – медленная реакция алгоритма на резкое изменение параметров движения объектов.

Предложенный метод совмещает эти два подхода для сочетания преимуществ обоих, а именно применяет 3D-RS для областей с плавным и равномерным движением, а TSS используется в тех случаях, когда использование результатов соседних блоков не приносит желаемого эффекта (например, на краях кадра и при смене сцены). Для этого в предложенном алгоритме анализируются такие характеристики, как среднее минимальное значение метрики для соседних блоков, дисперсия расположения точек этих локальных минимумов, и другие. На основе значений этих характеристик выделяются четыре класса блоков, аналогичных [3], для каждого из которых выбирается своя стратегия поиска локального минимума. Выделяемые классы блоков:

- 1) внутренние блоки объектов;
- 2) блоки на границе объектов;
- 3) блоки, содержащие высококонтрастную текстуру или мелкие детали;
- 4) области сильного движения (crazy motion), либо области резкой смены параметров движения объектов.

Схема предложенного алгоритма приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Схема работы предложенного алгоритма.

Описанный метод был протестирован на множестве стандартных видеопоследовательностей и продемонстрировал лучшее соотношение по качеству компенсации и скорости работы по сравнению с базовыми алгоритмами.

На рисунке 2 приведены результаты работы предложенного алгоритма и упомянутого метода Enhanced 3D-RS. Скомпенсированный кадр – это кадр, построенный из блоков предыдущего кадра с использованием найденных векторов движения. Видно, что скомпенсированный кадр, построенный предложенным алгоритмом, содержит меньше характерных артефактов компенсации движения (хорошо заметных на прямых линиях и краях объектов). Результаты формальной оценки качества алгоритма с помощью метрики PSNR (вычисляющей попиксельное сходство между двумя изображениями), примененной к исходному и скомпенсированному кадрам, также подтверждают стабильное улучшение качества по сравнению с базовыми алгоритмами (см. рисунок 3).



Скомпенсированный кадр, Enhanced 3DRS



Скомпенсированный кадр, предложенный метод



Скомпенсированный кадр, Enhanced 3DRS



Скомпенсированный кадр, предложенный метод

Рисунок 2. Пример работы предложенного алгоритма.

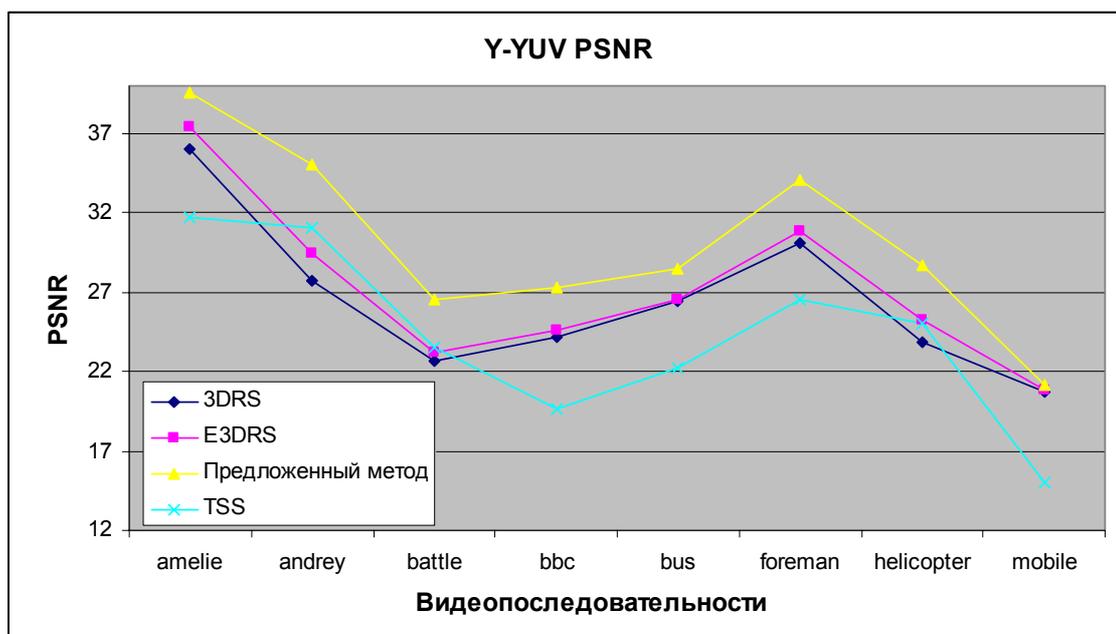


Рисунок 3. Сравнение алгоритмов на разных видеопоследовательностях.

- [1] G. de Haan, "Progress in motion estimation for video format conversion", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 46, No. 3, Aug. 2000, pp. 449-459.
- [2] S. Olivieri, G. de Haan, and L. Albani, "Noise-robust recursive motion estimation for H.263-based videoconferencing systems." *Proc. Int. Workshop on Multimedia Signal Processing*, Sep, 1999, Copenhagen, pp. 345-350.
- [3] S. Desmet, B. DeKnuydt, L. Van Eycken, A. Oosterlinck, "Classification-Based Motion Estimation for Video Coding", *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Special Issue on Video and Image Compression, Vol. 5, No. 4, December 1994, pp. 370-378.