

DEVELOPMENT OF COMPRESSION ALGORITHM FOR VIDEO FLOW BASED ON PROCESSING OF PREDICTED FRAMES

Kharchenko N.A., Hahanova A.V.
Kharkiv National University of Radio Electronics
14, Lenina Str., Kharkiv, 61166, Ukraine
Ph.: (057) 7021429, e-mail: tkvt_mz@kture.kharkov.ua

Abstract — The present paper concerns the basic algorithm for processing of video sequences by way of the example of P-type predicted frames. The article shows the major disadvantages of this method and proposes an alternative algorithm using polyadic encoding, which will increase the compression ratio, taking into account the requirements for it in time of processing, the bit rate and quality of video data recovery.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КОМПРЕССИИ ВИДЕОПОТОКА НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ПРЕДСКАЗЫВАЕМЫХ КАДРОВ

Харченко Н. А., Хаханова А. В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина
тел.: (057) 7021429, e-mail: tkvt_mz@kture.kharkov.ua

Аннотация — Рассмотрен основной алгоритм обработки видеопоследовательности на примере предсказанных кадров Р-типа. Показаны основные недостатки такого метода и предложен альтернативный алгоритм с использованием полиадического кодирования, который позволит повысить степень сжатия с учетом требований, предъявляемых к нему по времени обработки, битовой скорости и качеству восстановления видеоданных.

I. Введение

Основной сложностью при работе с видео являются большие объемы передаваемой информации. Видео формата 720x576 пикселей 25 кадров в секунду в системе RGB требует потока данных примерно в 240 Мбит/с. Это делает необходимым использовать различные технологии сжатия. Однако современные системы сжатия не обеспечивают требуемой эффективности и не позволяют в полной мере подстроиться под изменяющиеся характеристики сетей передачи данных.

Видеопоследовательность в современных технологиях сжатия обрабатывается путем разделения всех кадров на три типа [1]: кадры первого типа (I-кадры, опорные) сжимаются с использованием информации, имеющейся только в этих кадрах. Кадры второго типа (Р-кадры, предсказанные) сжимаются с использованием предшествующих I- или Р-кадров с помощью предсказывающего кодирования и компенсации движения (так называемое предсказание вперед, устраняющее временную избыточность), что обеспечивает увеличение степени сжатия, чем у I-кадров. Кадры третьего типа (В-кадры) сжимаются с использованием двунаправленного предсказания, т.е. с привлечением предшествующих и последующих I- и Р-кадров. Максимальная степень сжатия обеспечивается в кадрах В-типа. Однако такие алгоритмы являются наиболее ресурсоемкими, что в случае работы с потоковой передачей может привести к значительным временным задержкам в системах передачи данных. Поэтому возможны варианты использования только первых двух типов кадров.

Таким образом целью работы является анализе обработки предсказываемых кадров, что позволит увеличить степень сжатия видеопоследовательности при передаче.

II. Основная часть

В Р-кадрах устраняется два вида избыточности: пространственная (малое изменение цвета в сосед-

них пикселях) и временная (подобие между соседними кадрами). Для сокращения пространственной избыточности применяется кодирование с преобразованием, а для временной - кодирование с предсказанием и блоковая компенсация движения. Относительно опорных Р-кадры сжимаются сильнее за счет использования факта о подобии соседних кадров в видеопоследовательности. Фактически Р-кадры содержат изменения относительно предыдущего I- или Р-кадра.

В зависимости от кодировщика, количество Р-кадров в видеопоследовательности может быть либо фиксированной частоты (например, IPPPP...), либо определяться автоматически (по сложности видеоряда). При воспроизведении видеоряда, для восстановления текущего Р-кадра, необходимо восстановить все предшествующие ему Р-кадры и ближайший предшествующий I-кадр. Результат кодирования каждого Р-кадра, также как и в опорных кадрах, подвергается обработке алгоритмом статистического сжатия и вставляется в поток отдельно от I-кадров и других Р-кадров. Это связано с необходимостью быстрых переходов к произвольному кадру, а также это необходимо при перестройке последовательности кадров в потоке. Стандартный алгоритм кодирования Р-кадров приведен на рис. 1.

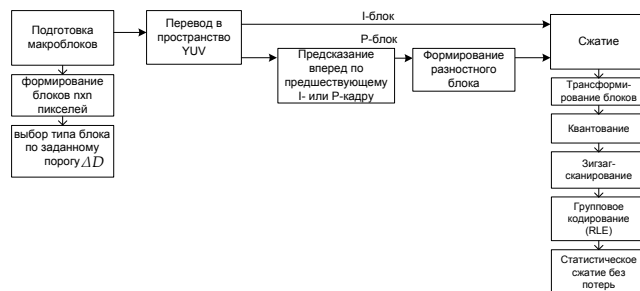


Рис. 1. Алгоритм кодирования Р-кадра стандарта MPEG-2.

Fig. 1. P-frame coding algorithm for MPEG-2 standard

Для организации сжатия потока видеоданных в основном применяются методы, реализованные в формате JPEG [2], которые базируются на дискретно косинусном преобразовании (ДКП) и позволяют реализовать кодирование с потерями, но обеспечивают высокую степень сжатия при заданном качестве изображения. Используемое в современных алгоритмах сжатия статистическое сжатие, основанное на кодировании Хаффмана, имеет ряд существенных недостатков. Таких как высокая чувствительность к ошибкам, невозможность определить степень сжатия и битовую скорость до начала кодирования, большие задержки при построении дерева или таблицы кодов для длинной видеопоследовательности [3].

Для дальнейшего развития технологий сжатия предлагается использовать метод обработки P-кадров на основе полиадического кодирования. Алгоритм обработки показан на рис. 2.

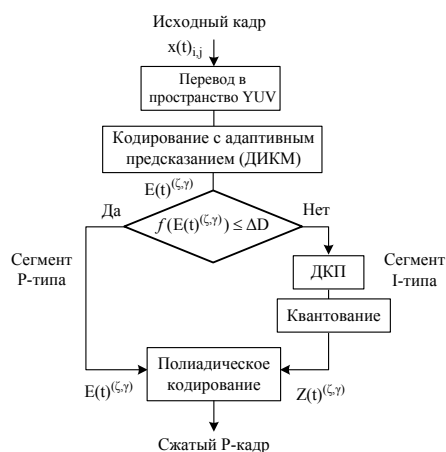


Рис. 2. Предлагаемый алгоритм кодирования Р-кадра с использованием полиадического кодирования.

Fig. 2. The proposed P-frame coding algorithm using polyadic coding

Исходное изображение представляет собой массив пикселей размерностью $M \times N$, которое перед сжатием разбивается на сегменты.

На этапе предобработки производится перевод исходного изображения в цветовое пространство $YCbCr$, это позволяет частично сократить высокочастотную цветовую составляющую и, тем самым, уменьшить количество учитываемых пикселей для каналов цветности, что ведет к повышению степени сжатия. Далее производится вычисление разности значений сегмента текущего Р-кадра с соответствующим сегментом в предыдущем I- или Р-кадре (рис. 2), или кодирование с предсказанием.

Перед началом кодирования сегмента определяется его тип, т.е. каким образом он будет обработан. Для этого задается функционал $f(E(t)^{(ζ,γ)})$, который учитывает общий объем данных, битовую скорость и особенности дальнейшей технологии кодирования при обработке $(ζ, γ)$ -го сегмента. Производится сравнение функционала полученного разностного массива с заданным пределом $ΔD$. Если он не превышает требуемое значение $f(E(t)^{(ζ,γ)}) ≤ ΔD$, то далее сегмент будет обрабатываться с использованием кодирования с предсказанием (Р-тип). Если в сегменте появился новый объект, и значение функционала превышает $f(E(t)^{(ζ,γ)}) > ΔD$, то происходит

переход к алгоритмам, используемым для кодирования I-кадров, т.е. он кодируется независимо (I-тип).

В итоге если выполняется условие $f(E(t)^{(ζ,γ)}) ≤ ΔD$, то полиадический код формируется на основе матрицы предсказанных разностных значений $E(t)^{(ζ,γ)}$ (Р-тип). Если $f(E(t)^{(ζ,γ)}) > ΔD$, то исходная последовательность $x(t)_{i,j}$ проходит этап трансформирования и квантования.

В зависимости от типа сегмента, при формировании полиадического кода будет выбираться также количество избыточности, которая будет сокращаться в результате полиадического кодирования.

В результате полиадического кодирования изображения формируется последовательность кодовых номеров, представляющих собой номера обрабатываемых сегментов изображений в множестве допустимых полиадических чисел [4].

Полиадический код является количественной характеристикой насыщенности блока разными видами структурных особенностей.

Важным свойством полиадических чисел является возможность вычисления кода для массива данных на основе аналитического выражения. Поэтому не требуется организовывать формирование таблицы допустимых полиадических чисел.

Дополнительное повышение степени сжатия происходит за счет уменьшения длины кодового представления предсказанного сегмента; вследствие адаптивного выбора системы оснований полиадического числа.

При восстановлении изображения полиадическое кодирование также имеет ряд преимуществ:

- повышается помехоустойчивость, т.к. ошибки могут распространяться только в пределах одного кода полиадического числа, таким образом, их влияние распространяется только на один столбец, а не на весь сегмент изображения.
- элементы восстанавливаемого сегмента декодируются независимо друг от друга, что позволяет применять параллельную обработку данных, что снижает время, затрачиваемое на обработку данных.
- нет необходимости в использовании кодовых таблиц и алгоритмов поиска по ним, т.к. вся необходимая информация передается в служебной части вместе с кодом.

III. Заключение

1. Рассмотрен алгоритм компрессии видеопотока на основе наиболее распространенного стандарта обработки видеопотока MPEG-2 и выявлены его недостатки.

2. Предложен альтернативный вариант обработки видео на примере предсказанных Р-кадров с использованием полиадического кодирования.

IV. References

- [1] Vatolin D., Ratushnyak A., Smirnov M., Jukin V. Metody szhatija dannyh. *Ustrojstvo arhivatorov, szhatie izobrazhenij i video* [Data compression methods. The device archiver, compression, image and video]. Moscow, Dialog-Mifi, 2003. 381 p.
- [2] Sjelomon D. *Szhatie dannyh, izobrazhenij i zvuka* [Compression of data, images and sound]. Moskva, Tehnosfera, 2004, 368 p.
- [3] Gonzales R.C., Woods R.E. *Digital image processing*. New Jersey, Prentice Inc. Upper Saddle River, 2002. 779 p.
- [4] Barannik V.V., Poljakov V.P. Kodirovanie transformirovannyh izobrazhenij v infokommunikacionnyh sistemah [Coding of transformed images at info-communication systems]. Xar'kiv, HUPS, 2010. 212 p.