

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ, ПОДВЕРГНУТЫХ ДИСКРЕТНОМУ ВОЛНОВОМУ ПРЕОБРАЗОВАНИЮ

Ал. Ю. Стрюк, Ал-р. Ю. Стрюк
(представил проф. А.В. Королев)

Предложена методика оценки степени сжатия видеоданных, основанная на n - кратном двумерном волновом преобразовании.

Одним из перспективных способов улучшения характеристик автоматизированных систем управления является уменьшение передаваемых и хранимых объемов данных. Использование в составе комплекса средств АСУ алгоритмов сжатия видеоданных обеспечивает уменьшение объема цифрового представления видеоданных с сохранением содержащейся в них информации (сжатие без потерь) или с незначительным с точки зрения восприятия оператором искажением (сжатие с потерями) [1,2].

Наиболее эффективные алгоритмы сжатия видеоданных строятся на основе применения аппарата математических преобразований. В результате математического преобразования исходному набору данных, представленному последовательностью во временном пространстве, ставится в однозначное соответствие набор данных в частотном или частотно-временном пространстве. Причём свойства полученного набора таковы, что обеспечивают более компактное представление его в цифровом виде [3,4]. В течение последних 20 лет развивается теория волнового преобразования (wavelet). Благодаря свойствам целочисленности, невысокой вычислительной сложности, сохранению разрядности обрабатываемых данных волновое преобразование является привлекательной основой для построения алгоритмов сжатия видеоданных [5-9].

Двумерное волновое преобразование позволяет представить матрицу цифрового описания изображения N размерности $n \times n$ в виде матриц LL , HL , LH , HH размерности $n/2 \times n/2$ каждая (рис. 1). При этом низкочастотная матрица LL концентрирует в себе большую часть энергии исходного сигнала, а в высокочастотных матрицах HL , LH , HH сосредоточена небольшая часть энергии сигнала (т.е. большая часть значений в высокочастотных матрицах близка к нулю). Низкочастотная матрица трансформант преобразования LL может быть вновь подвергнута волновому преобразованию.

Процесс можно повторять до тех пор, пока матрицы частотно - временных областей не выродятся в одиночные числа [5]. Вполне очевиден вопрос: Какое число повторов волнового преобразования целесообразно выполнить при построении алгоритма сжатия видеоданных?

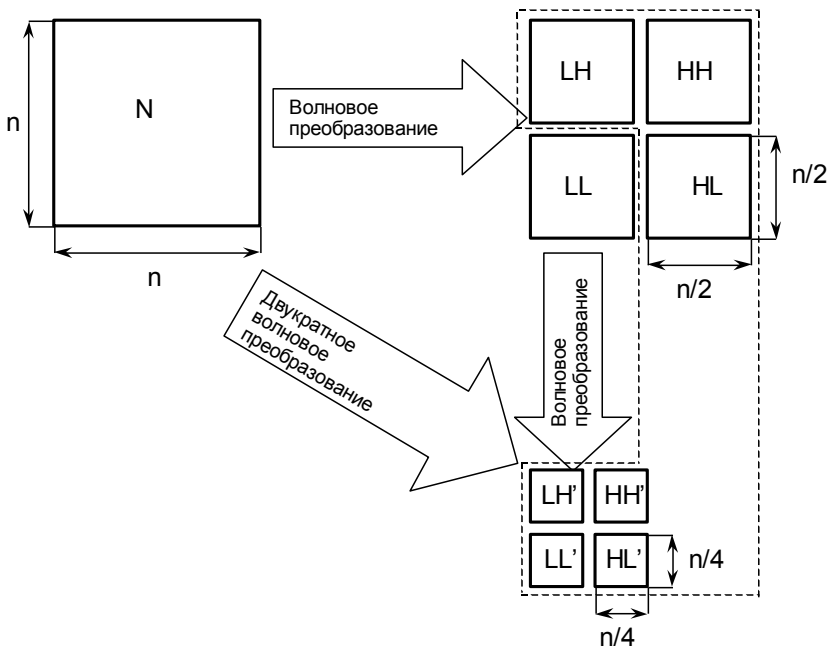


Рисунок 1 - Формирование матриц трансформант волнового преобразования

Объём V_{W1} цифрового представления изображения подвергнутого однократному волновому преобразованию и кодированию с использованием какого-либо метода сжатия видеоданных равен

$$V_{W1} = V_{HH} + V_{HL} + V_{LH} + V_{LL} \text{ (бит)},$$

где V_{HH} – объём цифрового представления области **HH**;

V_{HL} – объём цифрового представления области **HL**;

V_{LH} – объём цифрового представления области **LH**;

V_{LL} – объём цифрового представления области **LL**.

Степень сжатия изображения C_1 в данном случае составит

$$C_1 = \frac{V}{V_{W1}},$$

где V – объём цифрового представления исходного изображения.

При повторе процесса волнового преобразования обработке подвергается только низкочастотная область **LL**. Объём этой области равен четверти объёма исходного изображения.

Предположим, что степень сжатия полученных после второго этапа преобразования частотно-временных областей равна степени сжатия исходного изображения после однократного волнового преобразования. Степень сжатия изображения после двукратного волнового преобразования определяется по выражению

$$C_2 = \frac{V}{V_{W1} - \frac{1}{4}V + V_{W2}} = \frac{V}{V_{W1} - (\frac{1}{4}V - \frac{V}{4C_1})},$$

где V – объём исходного изображения;

V_{W1} – объём трансформант, полученных после однократного волнового преобразования;

V_{W2} – объём трансформант, полученных после двукратного волнового преобразования;

C_1 – степень сжатия изображения после однократного волнового преобразования.

Степень сжатия изображения после n ($n > 1$) этапов волнового преобразования составит

$$C_n = \frac{V}{V_{W1} - \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{4^i} (V - \frac{V}{C_1})}.$$

После трёх этапов преобразования объём низкочастотной области составит 1/64 или 1,56 % объёма исходного изображения. Какой бы ни была возможная степень сжатия во вновь получаемых областях, дальнейшее выполнение преобразования не способно значительно повлиять на результирующую степень сжатия. Необходимо также отметить, что:

- предположение о равенстве степеней сжатия во всех частотно-временных областях оптимистично; на практике из-за увеличения доли энергии сигнала содержащейся во вновь полученных высокочастотных областях, по сравнению с предыдущими высокочастотными областями, степень сжатия в них оказывается ниже [5,8];
- с увеличением числа повторов волнового преобразования растёт сложность структуры файла, в котором хранятся сжатые видеоданные; увеличивается объём служебной информации, необходимой для восстановления исходного изображения.

Таким образом, при построении алгоритмов сжатия видеоданных, основанных на двумерном волновом преобразовании, представляется целесообразным ограничить число повторов преобразования до трех.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений / Под ред. Ю.Б. Зубарева и В.П. Дворковича. – М.: МЦНТИ, 1997. – 212 с.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. – 736 с.
3. Залманзон Л.А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. – М.: Наука, 1989. – 496 с.
4. Бондарев В.Н., Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. – Севастополь: Изд. СевГТУ, 1999. – 398 с.
5. Vetterli M., Kovacevic Jel. Wavelets and subband coding. – New Jersey: Prentice Hall PTR, 1995. – 437 p.
6. Valens C. A Really Friendly Guide to Wavelets. – [http:// perso.wanadoo.fr/polyvalens/clemens/wavelets/wavelets.html](http://perso.wanadoo.fr/polyvalens/clemens/wavelets/wavelets.html).
7. Hongyang Chao, Zeyi Hua, Paul Fisher An Approach to Integer Reversible Wavelet Transformations for Lossless image Compression. – [http:// www.infinop.com / infinop/html/ whitedata.html](http://www.infinop.com/infinop/html/whitedata.html).
8. Стрюк А.Ю., Королёва Н.А. Ограничение разрядности трансформант дискретного целочисленного волнового преобразования // Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті . – 2000. – №5. – С. 10 - 17.
9. Hilton M. L., Jawerth B. D., Sengupta A. Compressing Still and Moving Images with Wavelets. – <ftp://ftp.math.sc Carolina.edu/pub/wavelet/papers/varia/tutorial/tutorial.ps.Z>.

Поступила в редколлегию 25.11.2000
