

ФОРМИРОВАНИЕ СЕРИЙ ВИДЕОДАНЫХ

К.С. Клименко
(представил проф. А.В. Королев)

В статье рассмотрено повышение эффективности метода длин серий за счет использования предложенного способа анализа видеоданных.

В цифровых системах обработки и передачи изображений видеоданные имеют объем во много раз больше, чем аналоговый. Поэтому для повышения эффективности каналов связи и устройств хранения данных используют методы сжатия видеоданных, которые позволяют уменьшить объем передаваемых данных как без потери, так и с потерей информации [0, 0].

В настоящее время в подсистемах сжатия для уменьшения объема видеоданных применяются такие методы как: кодирование с предсказанием (ДИКМ), кодирование с преобразованием (ДКП, Wavelet), методы статистического кодирования (LZW) и метод длин серий. Последний метод кодирования изображений широко используется в технических средствах потому, что он имеет простые алгоритмы сжатия и восстановления, позволяет уменьшить объем видеоданных, снизить требования к быстродействию устройств обработки видеоданных. Но у данного метода есть существенные недостатки: при обработке реалистических изображений снижается эффективность этого метода, т.е. для изображений, имеющих значение вероятности обнаружения перепада в диапазоне $0,5 \div 1,0$, коэффициент сжатия меньше единицы и объем видеоданных изменяется не только в зависимости от геометрических размеров, но и от типа изображения. Чтобы для указанных типов изображений необходимо увеличивать длину серий, что приведет к уменьшению количества серий.

Изначально метод серий был разработан для устранения статистической избыточности, обусловленной наличием "похожих" элементов вдоль строки сканирования изображения. Этот метод не позволяет устранять как визуальную избыточность, так статистическую, обусловленную наличием связей между элементами изображения. Поэтому, чтобы увеличить длину серии, следует ввести порог "загрубления" по параметру визуализации при формировании серий для устранения визуальной избыточности [3, 4], либо адаптировать этот метод для устранения сильных связей между элементами изображения.

Анализ процесса формирования серий показал, что метод серий есть частный случай линейной регрессии исследования видеоданных

$$y(x) = a \cdot x + b,$$

где $y(x)$ – параметр визуализации элемента восстановленного изображения;

x – параметр визуализации элемента исходного изображения;

a, b – коэффициенты линейной регрессии, $a = 1$ и $b = 0$.

Таким образом, длину серий можно увеличить, если учитывать связь между элементами изображения и формировать серии на основании регрессионного анализа видеоданных, а для описания серий использовать различные элементарные зависимости.

В случае адаптации метода серий для устранения избыточности видеоданных, обусловленной наличием связей между элементами изображения, необходимо решить две задачи.

1. Формирование серий. При формировании должна учитываться связь между соседними элементами изображения.

2. Определение закона распределения, позволяющего описать зависимость видеоданных в серии.

Для устранения статистической избыточности, обусловленной наличием связей между элементами изображения, в графическом формате JPEG используется ДИКМ. Анализ литературы [0, 2] показал, что эффективность данного метода кодирования изображений снижается при увеличении значения дисперсии ошибки предсказания, т.е. при увеличении (по модулю) отклонения значения ошибки предсказания от математического ожидания значения ошибки предсказания. Такая зависимость возникает вследствие наличия "разрывов" или скачков значений параметров визуализации. Отсюда следует, что при формировании серий особое внимание необходимо уделить обнаружению этих "разрывов". Для их определения предлагается воспользоваться методами исследования функций с помощью производной. В [5] приведено правило для отыскания производной функции в любой точке

$$f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}, \quad (1)$$

где x – номер элемента изображения;

Δx – приращение номера элемента изображения;

$f(x), f(x + \Delta x)$ – функция зависимости значения параметра визуализации от номера элемента изображения.

Поскольку для растровых изображений минимальное приращение номера элемента равно единице ($\Delta x = 1$), то выражение (1) можно представить в виде

$$f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 1} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} = f(x + 1) - f(x). \quad (2)$$

Из выражения (2) следует, что производная функции параметра визуализации в любой точке изображения (кроме последней в строке сканирования) равна разности значений соседних элементов.

Для определения точек "разрыва" необходимо определить точки, в которых производная не существует [5]. Это правило для исследования зависимости параметров визуализации не применимо. Поэтому местом "разрыва" функции параметра визуализации предлагается считать между двумя соседними элементами изображения, для которых выполняются системы неравенств:

$$\begin{cases} \text{sign}(f'(x-1)) = \text{sign}(f'(x)); \\ |f(x+1) - f(x)| > \Delta I; \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \text{sign}(f'(x-1)) \neq \text{sign}(f'(x)); \\ |f(x+1) - f(x)| > \Delta II, \end{cases} \quad (4)$$

где $\text{sign}()$ – знак числа;

ΔI – пороги скачка значения параметра визуализации для "разрывов" первого рода;

ΔII – пороги скачка значения параметра визуализации соответственно для "разрывов" второго рода.

Исследования показали (рис. 1, рис. 2), что, если при формировании серий использовать выражения (3) и (4), то изменяется порог вероятности обнаружения перепада.

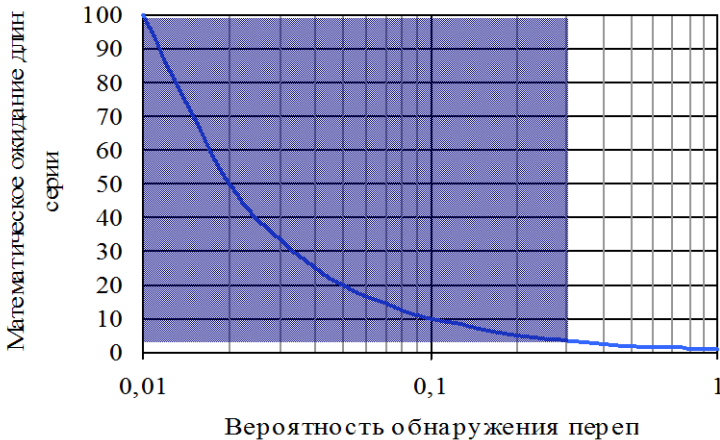


Рис. 1. Зависимости изменения математического ожидания длины серии от вероятности обнаружения перепада

Следовательно, увеличивается длина серий и энтропия, приходящаяся на длину серии. При таком подходе к формированию серий все изображения попадают в затемненные зоны графиков (при $\Delta I, \Delta II > 1$).

С увеличением порогов ΔI , ΔII площадь затемненных зон будет уменьшаться, а это приведет к уменьшению зависимости объема видеоданных от типа изображения.

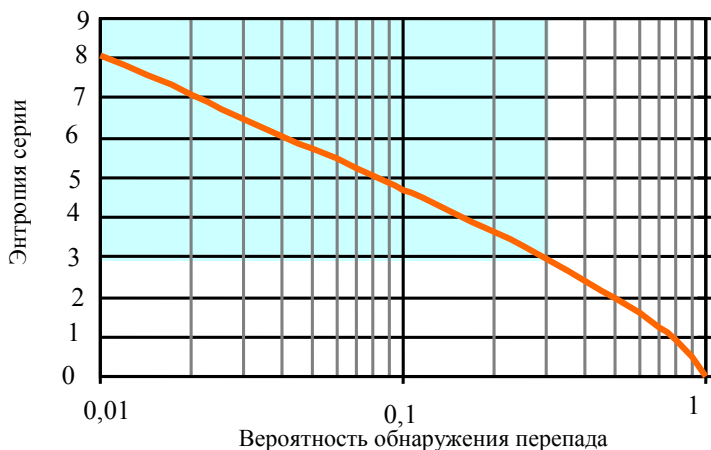


Рис. 2 . Зависимости изменения энтропии серии от вероятности обнаружения перепада

Таким образом, за счет использования предложенного способа анализа видеоданных при формировании серий можно повысить эффективность метода длин серий для кодирования реалистических изображений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прэйт У.К. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. - Кн. 2 – 480 с.
2. Зубарев Ю.В. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений. – М.: Международный центр научной и технической информации, 1997. – 212 с.
3. Клименко Л.А. Модифицированный метод сжатия видеоданных с выделением серий максимальной длины // Информационно - управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1998. – № 5. – С. 52 - 56.
4. Клименко Л.А., Рубан И.В. Сжатие видеоданных длинами серий с закруглением цвета // Информатика. – Киев: Наукова думка. – 1998. – Вып. 5. – С. 44 - 48.
5. Доброхотова М.А., Сафонов А.Н. Функция, ее предел и производная. – М.: Просвещение, 1968. – 302 с.