

УДК 567.456

А.В. Яковенко,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
А.А. Красноруцкий,
Р.В. Тарнополов

МЕТОД ОЦЕНКИ БИТОВОЙ СКОРОСТИ ВИДЕОПОТОКА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРУКТУРНО-ВЕСОВОГО КОДИРОВАНИЯ

Разрабатывается метод оценки битовой скорости для метода компрессии трансформированных статических изображений, базирующийся на формировании кодовых конструкций для расширенных позиционных структурно-весовых чисел переменной длины. Излагается методика оценки объема сжатого представления кадров видеопотока.

Ключевые слова: битовая скорость, расширенное позиционное структурно-весовое кодирование.

Розробляється метод оцінки біткової швидкості для методу компресії трансформованих статичних зображень, що базуються на формуванні кодових конструкцій для розширених позиційних структурно-вагових чисел змінної довжини. Викладається методика оцінки обсягу стисненого подання кадрів відеопотоку.

Ключові слова: бітова швидкість, розширене позиційне структурно-вагове кодування.

The assessment method of a bit speed is developed for the analysis of a compression method of the transformed statical images. The assessment method is based on formation of code designs for the expanded position structural-weight numbers of variable length. The assessment technique of the squeezed view of video stream shots volume is stated.

Keywords: bit speed, the expanded position structural-weight coding.

Развитие инфокоммуникационных технологий проводится в направлении совершенствования стратегий предоставления мультимедийных услуг. Здесь решается проблема, связанная с передачей больших объемов изображений в условиях реального времени. С одной стороны это вызвано ограниченной возможностью внедрения новых инфокоммуникационных технологий. С другой стороны, это обусловлено наложением ограничений на пропускную способность каналов передачи данных [1].

Существующие методы сжатия не удовлетворяют потребности возрастающего объема информационного трафика с учетом существующих скоростей передач и заданного качества реконструируемых изображений [2]. Поэтому выход из сложившейся ситуации заключается в совершенствовании существующих и разработки новых технологий компрессии видеопотока. Исходя из вышесказанного, остро стоит необходимость относительно создания методов компрессии удовлетворяющих потребности рынка инфокоммуникационных услуг.

С учётом перечисленных требований в статьях [1, 2] излагается разработка метода компрессии, позволяющего дополнительно повысить степень сжатия видеоданных с обеспечением требуемого качества и достоверности получаемых данных. Данный метод базируется на построении кодовых конструкций фиксированной длины для позиционных структурно-весовых чисел переменной длины [3–6]. Осуществляется переконцентрация энергии исходного изображения с целью учёта психофизиологических особенностей восприятия изображений зрительной системой человека. Кодирование битового представления трансформанты проводится с учетом выявленных закономерностей двоичных структур на основе позиционного структурно-весового кодирования. В этом случае реализуется интегрированное представление взвешенных структурных составляющих двоичного формата трансформанты. Причем весовые характеристики структурных составляющих зависят от их позиционирования в двоичной структуре трансформант [3].

Для оценки прикладных аспектов относительно использования разработанной технологии в инфокоммуникационных системах требуется исследовать характеристики относительно сокращения битовой скорости. В связи с этим, цель исследований заключается в создании метода оценки битовой скорости для технологии сжатия изображений на основе метода позиционного структурно-весового кодирования битового представления трансформант.

Оценка битовой скорости для разработанного метода компрессии

Проведем оценку битовой скорости для разработанного метода компрессии. При этом необходимо учитывать, что:

- для цветоразностной модели основную информационную нагрузку с позиции визуального восприятия изображений несет яркостная составляющая Y ;
- выполняется этап трансформирования, который обеспечивает переконцентрацию энергии исходного сигнала;
- дальнейшая обработка трансформанты направлена на устранение пространственной избыточности, обусловленной статистическими и структурными закономерностями трансформанты, представленной в бинарной форме;
- сокращение пространственной избыточности организуется для битового описания трансформанты на основе интегрированного представления взвешенных структурных составляющих, базирующегося на позиционном структурно-весовом кодировании.

Технология обработки трансформанты учитывает следующие механизмы: кодирование битового представления трансформанты осуществляется в соответствии с заданной длиной кодового слова; организуется формирование расширенных позиционных структурно-весовых (ПСВ) чисел переменной длины; вычисление кодового значения проводится для расширенного ПСВ числа.

Особенности реализации механизма расширения длины ПСВ числа, для которого будет формироваться единый код, состоят в следующем: длина S ПСВ числа неравномерная; длина кодового слова не превышает допустимую длину V_{ic} ; используется механизм заполнения кодового слова заданной длины; обеспечивается режим кодообразования, когда длина кодовых слов будет равномерной для всех сегментов (следовательно, будет заранее известной на приемной стороне).

Битовая скорость видеоданных на один кадр $V(t)_c$ вычисляется на основе выражения :

$$V(t)_c = \sum_{k=1}^K \sum_{u=1}^U v(k;u),$$

где $v(k;u)$ – объем компактного представления $(k; u)$ -го сегмента трансформированного изображения; K – количество сегментов видеоданных по вертикали; U – количество сегментов по горизонтали;

Для разработанного метода в условиях равномерной длины кодовых конструкций ПСВ чисел, т.е. [5]

$$V(S)_{\max} = \text{const} = V_{ic},$$

и неравномерной длины ПСВ чисел $S = \text{var}$ количество $\mu_{k,u}$ кодограмм в одном сегменте трансформированного изображения является переменным и задается как $\mu_{k,u} = \text{var}$.

Поэтому объем сжатого представления $(k; u)$ -го сегмента трансформированного изображения будет равен $v(k;u) = V_{ic} \mu_{k,u}$. Тогда битовая скорость $V(t)_c$ видеопотока в пересчете на один кадр для созданного метода оценивается по следующей формуле:

$$V(t)_c = \sum_{k=1}^K \sum_{u=1}^U v(k;u) = \sum_{k=1}^K \sum_{u=1}^U \mu_{k,u} V_{ic} = V_{ic} \sum_{k=1}^K \sum_{u=1}^U \mu_{k,u}.$$

Оценка величины V_{ic} проводится с учетом того, что для неравномерного

ПСВ числа значение кода C_p не будет превышать величину $W_S = \prod_{o=1}^S g_o$. Откуда

величина V_{ic} будет равна: $V_{ic} = V(S)_{\max}$ (бит), где W_S – количество ПСВ чисел длиной равной S ; $V(S)_{\max}$ – максимальное количество бит, приходящееся на одну кодограмму в случае позиционного структурно-векторного кодирования.

Величина $V(S)_{\max}$ определяется на основе следующего соотношения: $V(S)_{\max} =$

S
 $[\prod_{s=1}^S g_s \log_2 g_s] + 1$. В результате битовая скорость в расчете на один кадр ви-деопотока

для позиционного кодирования структурно-векторных чисел будет определяться по формуле

$$V(t)_c = \left(\prod_{s=1}^S g_s \log_2 g_s + 1 \right) \sum_{k=1}^K \sum_{u=1}^U \mu_{ku}$$

На рис. 1, 2 и 3 приведены диаграммы зависимости величины битовой скорости компрессированных изображений от степени насыщенности изображения мелкими деталями. Расчеты проводятся для разработанного метода компрессии и метода

сжатия на основе JPEG технологии для одного видеокadra статического изображения формата HD качества с пространственным разрешением 1280x720, при ПОСШ на уровне 30 и 50 дБ.

Насыщенность изображений мелкими деталями определяется на основе коэффициента взаимной корреляции r . В данном случае предлагается использовать следующую классификацию: для сильнокогерентных изображений $0.4 < r < 0.7$, для среднекогерентных изображений $0.8 < r < 0.9$, для слабокогерентных изображений $r > 0.95$ [1].

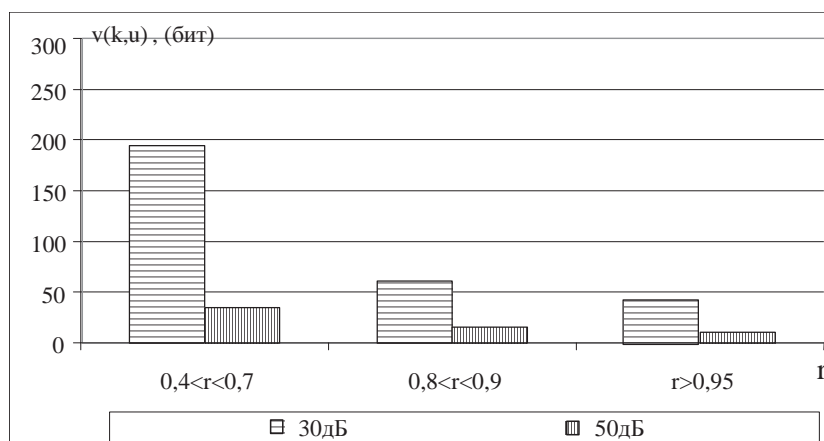


Рис. 1. Зависимость величины объема одного сегмента от степени насыщенности изображения для ПОСШ на уровне 30 и 50 дБ для разработанного метода

Анализ диаграммы на рис. 1 позволяет заключить, что для разработанного метода величина объема одного сегмента трансформированного изображения при уровне ПОСШ 30 дБ варьируется от 40 до 190 бит, а при уровне ПОСШ 50 дБ варьируется от 10 до 35 бит, в зависимости от уровня насыщенности изображения.

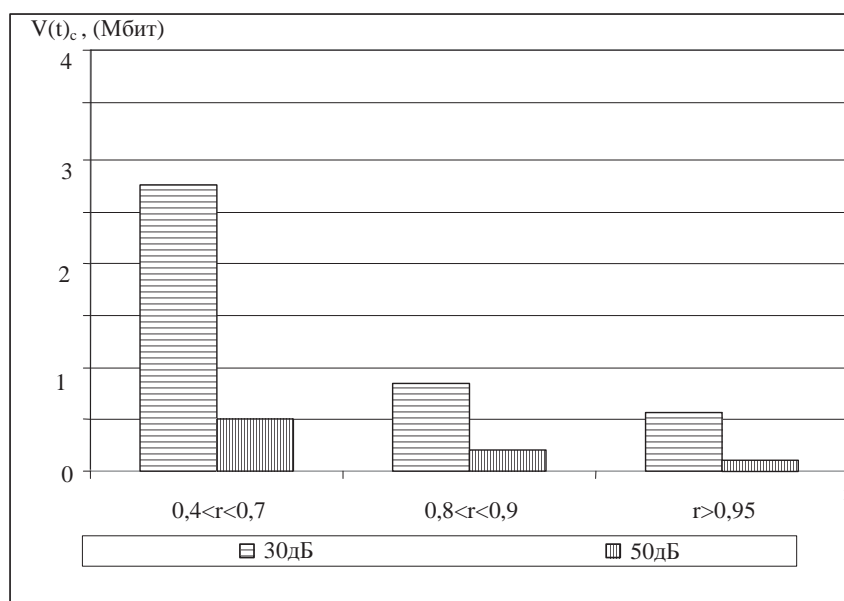


Рис. 2. Зависимость величины битовой скорости для одного кадра от степени насыщенности изображения

Анализ диаграмм на рис. 2 позволяет заключить, что для пикового отношения сигнал–шум на уровне 30 дБ использование позиционно структурно-весового кодирования обеспечивает битовую скорость в среднем от 0,576 Мбит до 2,736 Мбит, а для пикового отношения сигнал–шум 50 дБ–величину битовой скорости от 0,144 Мбит до 0,504 Мбит, в зависимости от уровня насыщенности изображений мелкими объектами.

На рис. 3 приведена диаграмма зависимости величины битовой скорости одного кадра от степени насыщенности изображения для среднекогерированных изображений формата HD качества с пространственным разрешением 1280×720. Оценки проводятся для технологии ПСВ кодирования и JPEG метода компрессии.

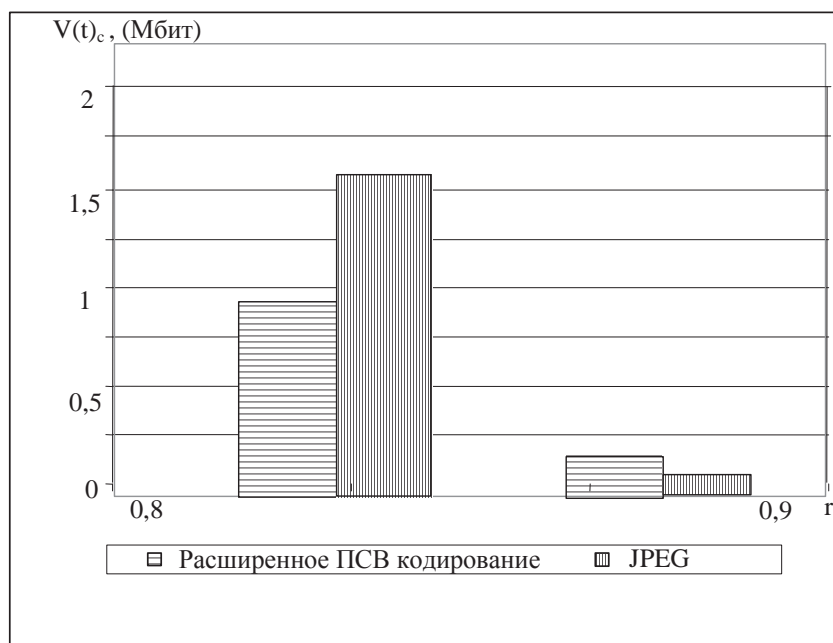


Рис. 3. Сравнительный анализ зависимости величины битовой скорости от степени насыщенности изображения для технологии ПСВ кодирования и JPEG метода компрессии

Сравнительный анализ битовой скорости технологии расширенного позиционно структурно-весового кодирования и метода сжатия JPEG позволяет заключить, что использование кодообразований для расширенного ПСВ числа обеспечит сокращение битовой скорости компактно-представленного сегмента изображения относительно метода компрессии на основе JPEG технологии сжатия, на уровне ПОСШ, равного 30 дБ для сильнокогерентных изображений в среднем на 32 %, для среднекогерентных изображений – на 45 %, для слабокогерентных изображений – на 50 %, а на уровне ПОСШ, равного 50 дБ для сильнокогерентных изображений, в среднем на 36 %, для среднекогерентных изображений – на 40 %, для слабокогерентных изображений – на 51 %.

Преимущество созданной технологии компрессии состоит в том, что без потери информации:

- сокращается структурная избыточность в плоскостях битового описания трансформант, путем выявления серий двоичных элементов;
- исключается кодовая избыточность за счет снижения количества разрядов на представление кода ПСВ числа;

– сокращается количество служебных данных, в результате возможности восстановления столбцов массива длин серий на основе получения элементов ПСВ числа в условиях отсутствия априорной информации об основаниях старших элементов;

– исключается использование разделительных маркеров между кодограммами сжатого представления трансформант в результате построения равномерных по длине кодовых слов;

Выводы

1. Построен метод оценки битовой скорости видеопотока на основе технологии сжатия с использованием позиционного структурно-веса кодинирования массивов длин серий битового описания трансформант.

2. Сравнительная оценка разработанного метода и метода сжатия на основе JPEG технологии показала, что:

– относительно метода JPEG в режиме ограниченных потерь качества восстановленных изображений, соответствующего уровню ПОСШ 50дБ, обеспечивается выигрыш по сокращению битовой скорости на уровне в среднем: 51 % для слабокоррелированных, 40 % – среднекоррелированных, и 36 % для сильнокоррелированных изображений;

– в режиме ограниченных потерь качества реконструируемых изображений, соответствующего уровню ПОСШ 30дБ, обеспечивается выигрыш по сокращению битовой скорости на уровне в среднем: 50 % для слабокоррелированных, 45 % среднекоррелированных изображений и 32 % для сильнокоррелированных изображений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Баранник В.В.* Спосіб кодування бінарного представлення трансформант / В.В. Баранник, А.О. Красноруцький // Новітні технології – для захисту повітряного простору : Восьма наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил Імені Івана Кожедуба (Харків, 15–16 лютого 2012 р.) ; Міністерство Оборони України, Харківський університет Повітряних Сил. – Х. : 2012. – С. 47.

2. *Баранник В.В.* Метод сжатия изображений на основе неравновесного позиционного кодирования битовых плоскостей / В.В. Баранник, Н.К. Гулак, Н.А. Королева // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – Вип. 1. – С. 55–61.

3. *Красноруцький А.А.* Построение правила формирования позиционных структурно-веса чисел в условиях кодообразования по заданной длине / А.А. Красноруцький // Сучасна спеціальна техніка. – 2012. – № 3 (30). – С. 53–56.

4. *Баранник В.В.* Позиционное структурно-веса кодирование бинарного представления трансформант / В.В. Баранник, А.В. Хаханова, А.А. Красноруцький // Автоматизированные системы управления и приборы автоматизации. – 2011. – № 157. – С. 23–28.

5. *Сэлмон Д.* Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэлмон. – М. : Техносфера, 2004. – 368 с.

6. *Олифер В.Г.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учеб. для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб. : Питер, 2006. – 958 с.

Отримано 10.10.2013