
УДК 567.456

А.А. Красноруцкий

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ СТРУКТУРНО-ВЕСОВЫХ КОДОГРАММ ВИДЕОПОТОКА В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ

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 видео-потока. Проводится сравнительная оценка битовой скорости компрессированных изображений в зависимости от степени насыщенности изображения мелкими деталями для разработанного метода сжатия и метода компрессии на базе JPEG технологии. Обосновано, что использование разработанной технологии сжатия позволяет снизить уровень битовой скорости компрессированного видео-потока.

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

Введение

Развития инфокоммуникационных технологий проводится в направлении совершенствования стратегий предоставления мультимедийных услуг. Здесь решается проблема, связанная с передачей больших объемов изображений в условиях реального време-

ни. 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 потребностям возрастающего объема инфор-

мационного трафика с учётом существующих скоростей передач и заданного качестве реконструируемых изображений [2]. Поэтому выход из сложившейся ситуации заключается в совершенствовании существующих и разработки новых технологий компрессии видеопотока. Исходя из выше сказанного, 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 чем, 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 нагрузки 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 $v(k;u)$ – объём 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, объём 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:

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

Оценка величины V_{ic} проводится с учётом того, что для неравномерного ПСВ числа значение кода

$$C_p \text{ не будет превышать величину } W_S = \sum_{\xi=1}^S g_{\xi} .$$

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, при-

ходящееся на одну кодограмму в случае позиционного структурно-весаого кодирования.

Величина $V(S)_{\max}$ определяется на основе следующего соотношения: $V(S)_{\max} = \left[\sum_{s=1}^S \log_2 g_s \right] + 1$. В

результате битовая скорость в расчете на один кадр видеопотока для позиционного кодирования структурно-весаого чисел, будет определяться по формуле

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

На рис. 1 – 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 видео кадра статического изображения формата HD качества с пространственным разрешением 1280×720 , 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 изображения $0,4 < r < 0,7$, для среднекогерентных изображения $0,8 < r < 0,9$, $r > 0,95$, для слабокогерентных изображения [1].

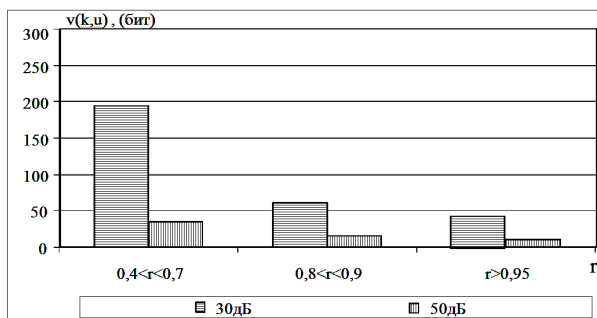


Рис 1. Зависимость величины объема одного сегмента от степени насыщенности изображения для ПОСШ на уровне 30 и 50 дБ для разработанного метода

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.

Анализ диаграмм на рис. 2 позволяет заключить, что для пикового отношения сигнал шум на уровне 30 дБ использование позиционно структурно весаого 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 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.

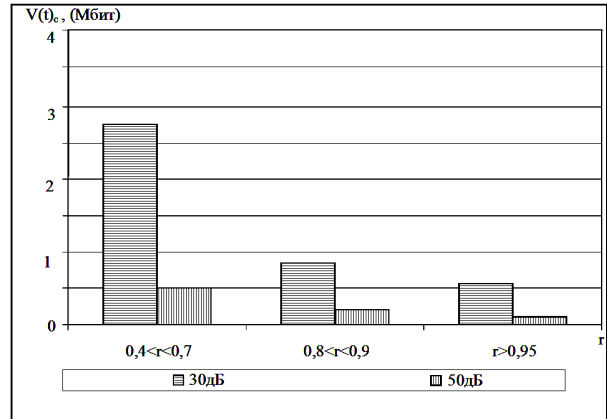


Рис 2. Зависимость величины битовой скорости для одного кадра от степени насыщенности изображения

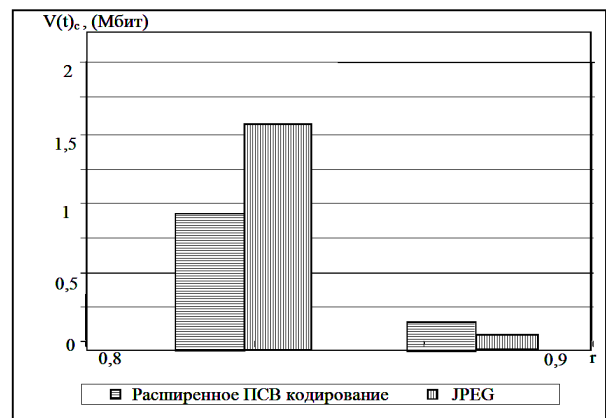


Рис 3. Сравнительный анализ зависимость величины битовой скорости от степени насыщенности изображения для технологии ПСВ кодирования и JPEG метода компрессии

Сравнительный анализ битовой скорости технологии расширенного позиционно структурно весаого 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 30дБ для сильно когерентных изображений в среднем на 32%, для средне когерентных изображений на 45%, и для слабо когерентных изображений на 50%, а на уровне ПОСШ равного 50дБ для сильно когерентных изображений в среднем на 36%, для средне когерентных изображений на 40%, и для слабо когерентных 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 видео-потока на основе технологии сжатия с использованием позиционного структурно-веса кодования 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 изображений, 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 литературы

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

2. Баранник В.В. Метод сжатия изображений на основе неравновесного позиционного кодирования битовых плоскостей / В.В. Баранник, Н.К. Гулак, Н.А. Королева // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Х.: ХНАУ "ХАІ", 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 кодование бинарного представления трансформант / В.В. Баранник, А.В. Хаханова, А.А. Красноруцький // *Автоматизированные системы управления и приборы автоматизации. – 2011. – № 157. – С. 23-28.*

5. Д.Сэломон. Сжатие данных, изображений и звука. Москва: Техносфера, 2004. – 368 с. ISBN 5-94836-027-X.

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

Поступила в редколлегию 25.01.2014

Рецензент: д-р техн. наук, ст. научн. сотр. Г.А. Кучук, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ІНТЕНСИВНОСТІ СТРУКТУРНО-ВАГОВИХ КОДОГРАМ ВІДЕОПОТОКУ В ІНФОКОМУНІКАЦІЯХ

А.О. Красноруцький

Розробляється метод оцінки бітової 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. Проводиться порівняльна оцінка бітової швидкості компресованих зображень залежно від ступеня насиченості зображення дрібними деталями для розробленого методу стиску й методу компресії на базі JPEG технології. Обґрунтовано, що використання розробленої технології стиснення дозволяє знизити рівень бітової швидкості компресованого відео-потоку.

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

A MODEL OF VIDEOSTREAM STRUCTURAL-WEIGHT CODEGRAMS INTENSITY ESTIMATION

A.O. Krasnoruckiy

The assessment method of 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. The comparative assessment of bit speed of the compressed images (depending on degree of the saturation image by fine details) is carried out for the developed compression method and the compression method on the basis of JPEG technology of the compression images. It is proved that use of the developed compression technology allows lowering level of bit speed of the compressed video stream.

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