

Стиск даних в системах обробки інформації

УДК 621.391.23

И.В. Ковтун

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ СЖАТИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕЖКАДРОВОГО ПОЛИАДИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛИН СЕРИЙ И ДРУГИХ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ

Предложена математическая модель оценки коэффициента сжатия изображений за счет их межкадрового кодирования с выявлением серий одинаковых элементов и проведена оценка эффективности методов сжатия по коэффициенту сжатия.

Ключевые слова: сжатие и восстановление изображений, межкадровое полиадическое кодирование, избыточность видеоизображений.

Введение

Основная часть обрабатываемых и передаваемых в информационно-телекоммуникационных системах (ИТС) изображений представляет собой реалистические изображения, которые являются нестационарными и имеют быстроменяющиеся структурные свойства. Поэтому наибольший интерес представляют методы сжатия, не требующие априорных данных.

Изображения обладают значительной избыточностью. Большая часть изображения одного кадра обычно приходится на поля, имеющие постоянную или мало меняющуюся в пространстве яркость, а резкие световые переходы и детали малых размеров занимают малую долю площади изображения.

Коэффициент корреляции соседних элементов изображения, описывающий статистическую связь между яркостями этих элементов, близок к единице.

Постановка задачи. Цель межкадрового кодирования – сокращение временной избыточности видеоизображений, вызванной сильными корреляци-

онными связями между соседними кадрами. Основные трудности здесь связаны с тем, что метод получения межкадрового разностного сигнала должен быть хорошо согласован с процессами развертки и передачи, а оборудование для запоминания и обработки сигналов должно быть не слишком громоздким.

Основной материал исследования

Основные методы, которые используются при межкадровом кодировании, представлены на рис. 1.

Сравнительный анализ характеристик процесса сжатия заключается в сравнении разработанного метода на основе полиадического кодирования массивов длин серий и существующих методов сжатия по частным показателям: коэффициенту сжатия $k_{сж}$, суммарному времени обработки и принятия видеоинформации. Сравнение разработанного метода с существующими позволит сделать вывод об его эффективности, а также о возможности использования разработанного метода для компактного представления видеоинформации в ИТС.



Рис. 1. Основные методы межкадрового кодирования

Для сравниваемых методов в качестве значе- ний параметров будем использовать такие значения, при которых для обоих методов достигается наибольшая степень сжатия. Для методов с попол- нением кадров и метода сжатия изображений на основе межкадрового кодирования с предсказанием наибольшая степень сжатия обеспечивается в том случае, когда максимальная длина серии заранее выбирается равной его максимальному значению.

Для метода сжатия последовательности изоб- ражений на основе межкадрового полиадического кодирования массивов длин серий наибольшая сте- пень сжатия $k_{сж}$ достигается при следующих зна- чениях параметров: максимальная длина серии $\ell_{max} = 128$, размеры массивов длин серий $m_{дс} \times n_{дс} = 8 \times 8$, длина машинного слова $M = 64$ разряда.

Для определения эффективности межкадрового полиадического представления необходимо оценить значение степени сжатия последовательности кад- ров. Значение коэффициента сжатия находится по формуле:

$$k_{сж} = W_{исх} / W_{сж}, \quad (1)$$

где $W_{исх}$, $W_{сж}$ – цифровые объемы соответственно для исходного и сжатого изображений.

Объем сжатого изображения для метода равен

$$W_{сж} = W_1 + W_2 + W_3, \quad (2)$$

где W_1 , W_2 , W_3 – объемы компактного представле- ния соответственно массивов цветowych координат, длин серий и служебной информации.

По условию межкадрового кодирования под каждый код отводится одинаковое количество раз- рядов, отсюда величины W_1 и W_2 находятся соот- ветственно по формулам:

$$W_1 = v_{пк} W_{пцв}; \quad W_2 = v_{пк} W_{пдс}, \quad (3)$$

где $v_{пк}$ – количество кодовых комбинаций для все- го сжатого изображения;

$W_{пцв}$, $W_{пдс}$ – длина кодового представления соответственно столбца массивов цветowych коорди- нат и длин серий.

Для режима представления кодовых комбина- ций длины кодов будут соответственно равны:

$$W_{пцв} = \ell \log_2 m(D_0); \quad W_{пдс} = \ell \log_2 m(H_0), \quad (4)$$

где $m(H_0)$, $m(D_0)$ – математическое ожидание значения накопленного произведения оснований полиадических чисел для массива L и массива S .

Количество полиадических кодов $v_{пк}$ будет совпадать с количеством столбцов $n_{цв}$ во всех мас- сивах цветowych координат $v_{пк} = v n_{цв}$, где v – ко- личество массивов цветowych координат во всем кад- ре, равное количеству массивов длин серий

$$v = Z_T \times Z_B / m_\ell m_{цв} n_{цв},$$

где m_ℓ – средняя длина серии одинаковых элемен- тов в фрагменте изображения; Z_T, Z_B – соответ- ственно количество строк и столбцов во всем изоб- ражении; $m_{цв}$ – количество строк в массиве цветowych координат.

В соответствии с формулами (3) – (4) величины W_1 и W_2 будут равны:

$$W_1 = v n_{цв} \ell \log_2 m(D_0);$$

$$W_2 = v n_{цв} \ell \log_2 m(H_0). \quad (5)$$

Подставив в формулы (5) выражения для мате- матических ожиданий $m(D_0)$ и $m(H_0)$, получим соотношения для оценки объемов компактного представления массивов цветowych координат и длин серий:

$$W_1 = v n_{цв} \ell \log_2 \left\langle \left(\sum_{u=1}^{B-2} u \times \left(\frac{u}{B} \right)^{n_{цв}} - \left(\frac{u-1}{B} \right)^{n_{цв}} \right) + \right.$$

$$\left. + (B-1) \times \left(1 - \left(\frac{B-2}{B} \right)^{n_{цв}} \right) \right\rangle^{m_{цв}}, \quad (6)$$

$$W_2 = v n_{дс} \ell \log_2 \left\langle \left(\sum_{u=1}^{\ell_{max}-1} u R_u - R_{u-1} \right) + \right.$$

$$\left. + \ell_{max} \times \left(1 - \left(\sum_{\xi=1}^{\ell_{max}-1} q^{\xi-1} p \right) \right) \right\rangle^{m_{дс}}, \quad (7)$$

$$\text{где } R_u = \left(\sum_{\xi=1}^u q^{\xi-1} p \right)^{n_{дс}}.$$

Значение объема служебной информации W_3 вычисляется по формуле

$$W_3 = v m_{дс} (\ell \log_2 m(\lambda) + \ell \log_2 m(\chi)), \quad (8)$$

где $\ell \log_2 m(\lambda)$, $\ell \log_2 m(\chi)$ – количество разрядов, отводимое для одного основания полиадического числа соответственно массива длин серий и массива цветowych координат

Подставив соотношения (6), (7) и (8) в формулу (1), получим выражение для вычисления коэффици- ента сжатия последовательности изображений на основе межкадрового полиадического представле- ния

$$k_{сж} = \frac{n_{дс} m_{дс} m[\ell] \ell \log_2 B}{n_{дс} \ell \log_2 m(H_0) + n_{дс} \ell \log_2 m(D_0) + W_3 / v}. \quad (9)$$

На основе расчетов, проведенных по формуле (9), получены графики зависимости значения коэф- фициента сжатия от вероятности цветowego перепа- да p для разработанного и существующих методов межкадрового сжатия (рис. 2).

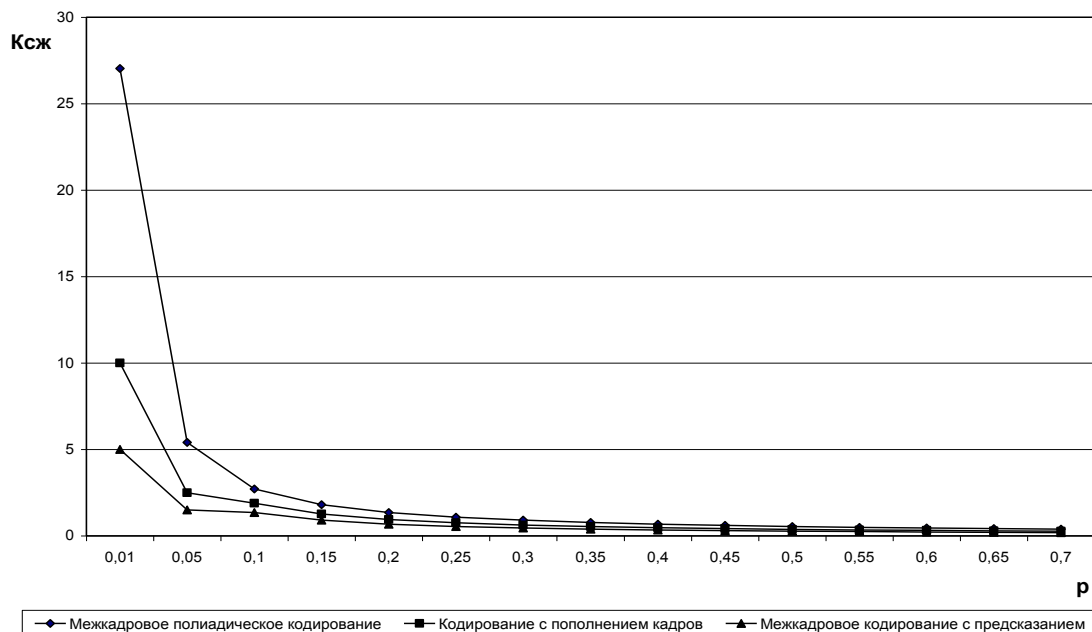


Рис. 2. Графіки значень коефіцієнтів стиснення (в логарифмічному масштабі) для порівнюваних методів в залежності від ймовірності кольорового перепаду

Из анализа графиков на рис. 2 следует, что выигрыш на 35% – 50% по степени сжатия для разработанного метода относительно существующих методов межкадрового сжатия и в сумме достигает в среднем 2,5 раза.

Выводы

1. Значения коэффициентов сжатия для разработанного метода превышают максимальную границу эффективности сжатия изображения длинами серий, полученную теоретическим путем для случая поэлементного представления длин серий, от 1,35 до 1,7 раз.

2. В зависимости от степени насыщенности изображения значения коэффициента сжатия для разработанного метода находятся в пределах от 1,4 до 27, что в среднем в 2,5 раза превышает значения, полученные для существующих методов на основе кодирования с поповнением кадров и межкадрового кодирования с предсказанием.

Список литературы

1. Ватолин В.И. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / В.И. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 384 с.
2. Поляков П.Ф. Метод восстановления изображений / П.Ф. Поляков, В.В. Баранник, Н.А. Королева // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 6(16). – С. 140-145.
3. Баранник В.В. Математическая модель представления серий элементов изображений полиадическими кодами / В.В. Баранник, Н.А. Королева // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2001. – Вип. 3(13). – С. 174-178.
4. Королев А.В. Оценка степени сжатия изображений / А.В. Королев, В.В. Баранник // Электрон. моделирование. – 2002. – № 4. – С. 33-42.

Поступила в редколлегию 11.12.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.И. Приходько, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ СТИСНЕННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МІЖКАДРОВОГО ПОЛІАДИЧЕСКОГО КОДУВАННЯ ДОВЖИН СЕРІЇВ І ІНШИХ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ

I.V. Kovtun

Запропоновано математичну модель оцінки коефіцієнта стиску зображень за рахунок їх міжкадрового кодування з виявленням серій однакових елементів і проведена оцінка ефективності методів стиску за коефіцієнтом стиску.

Ключові слова: стиснення і відновлення зображень, міжкадрове поліадическе кодування, надмірність відеозображень.

COMPARATIVE ESTIMATION OF COMPRESSION RESULTS AND REGENERATION OF IMAGES BY THE INTERSKILLED ENCODING OF LENGTHS OF CEROUSS AND OTHER EXISTENT METHODS

I.V. Kovtun

A mathematical model estimates of the coefficient of image compression due to their inter-frame encoding with the identification of series of identical elements and assess the efficiency of compression techniques for compression ratio.

Keywords: compression and regeneration of images, interskilled encoding, surplus.