

УДК 629.391

С.И. КРИВЕНКО<sup>1</sup>, А.В. КОЛОМИЙЦЕВ<sup>2</sup><sup>1</sup> Государственная инспекция связи, Киев<sup>2</sup> Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МАССИВОВ АПЕРТУРНЫХ КООРДИНАТ

Показывается, что дальнейшее развитие информационно-распределенных вычислительных систем связано с повышением эффективности обработки и доведения мультимедийных данных. Обосновывается, что важной составляющей является компактное представление изображений с контролируемой погрешностью на основе формирования апертурно-координатного описания (АКО). Выявлен недостаток существующих методик оценки эффективности процессов компактного представления, состоящий в том, что они не отражают особенности формирования АКО при кодировании массивов апертурных координат. Разработаны выражения, позволяющие оценить объем сжатого представления массивов координат, степень их сжатия и время обработки. Проводится оценка степени сжатия и времени обработки массивов апертурных координат для реалистических изображений различных классов.

**Ключевые слова:** апертурно-координатное описание, системы компрессии данных, коэффициент сжатия

### Введение

**Постановка проблемы и анализ литературы.** Дальнейшее развитие информационно-распределенных вычислительных систем связано с повышением эффективности обработки мультимедийных данных [1]. При этом требуется решить противоречие между, с одной стороны, повышенными требованиями относительно полноты и качества предоставляемых видеоданных, что сопровождается резким увеличением объемов данных, а с другой стороны – необходимостью обеспечивать своевременное время доведения информации. В настоящее время возможности информационно-телекоммуникационных технологий являются ограниченными. Поэтому **актуальная научная задача** состоит в уменьшении времени обработки и передачи видеоданных в информационно-распределенных системах.

Важной составляющей решения существующего противоречия является компактное представление изображений с контролируемым сокращением психовизуальной избыточности [2, 3]. Эффективный подход для методов данного класса базируется на формировании апертурно-координатного описания (АКО) изображений [4, 5]. В то же время недостаток проводимых исследований заключается в отсутствии методики оценки эффективности такого подхода относительно сокращения избыточности, отражающей особенности формирования АКО. Особен-

но это связано с кодированием массивов координат апертур на шкале цветности.

Отсюда **цель статьи** состоит в разработке методики оценки эффективности процесса обработки массивов апертурных координат.

### 1. Формирование мультиадического представления для МВ

Для определения коэффициента сжатия  $k_\ell$  массивов координатных перепадов за счет их представления в виде двумерного позиционного числа с неравными соседними элементами и формирования соответствующего кода-номера требуется найти среднюю длину кодограммы. Среднее количество разрядов  $\log_2 C'_\ell$ , затрачиваемое на представление кода-номера массива координатных перепадов, оценивается по формуле:

$$\log_2 C'_\ell = \log_2 \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ij} (d-1)^{(n-j)+(m-i)n} \right). \quad (1)$$

С учетом выражения (1) найдем суммарное количество  $V'_{\ell,d}$  разрядов, отводимое на сжатое представление массивов координат с учетом затрат количества разрядов на представление величины динамического диапазона  $d$ :

$$V'_{\ell,d} = \log_2 \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ij} (d-1)^{(n-j)+(m-i)n} \right) + \log_2 d. \quad (2)$$

Количество  $W_{\ell,d}$  разрядов, затрачиваемое на представление массива координат апертур без учета ограничений, равно

$$W_{\ell,d} = mn \log_2 d + \log_2 d.$$

Отсюда значение коэффициента сжатия  $k_\ell$  массивов апертурных координат равно

$$k_\ell = \frac{W_{\ell,d}}{V'_{\ell,d}} = \frac{mn \log_2 d + \log_2 d}{\log_2 \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ij} (d-1)^{(n-j)+(m-i)n} \right) + \log_2 d}. \quad (3)$$

На рис. 1 показаны графики зависимостей значений величины  $k_\ell$  от размеров массивов апертурных координат и степени насыщенности мелкими деталями фрагментов обрабатываемых изображений. Расчеты величины  $k_\ell$  проводились по формуле (3). Обработке подвергались реалистические изображения различных классов. Анализ графиков, представленных на рис. 1, выявил, что степень сжатия массивов координат изменяется в пределах от 1,76 до 3 раз в зависимости от класса изображений.

## 2. Оценка количества операций на обработку массивов координат

Для кодирования массивов апертурных координат необходимо выполнить следующие действия:

- определить минимальное  $\ell_{\min}$  значение в массиве  $A_\ell$ ;

- вычислить значение кода-номера  $C'_\ell$ .

Нахождение величины  $\ell_{\min}$  для массив размерностью  $m \times n$  элементов требует затратить  $m \times n$  операций сравнения. Формирование кода-номера сводится к следующим этапам:

- значение элемента  $h_{11}$  по умолчанию равно

величине  $\ell'_{11}$ ;

- получение величин  $h_{ij}$ , для  $i=1$ , а  $j=2, n$  и  $k_\ell$  для  $i=2, m$ , а  $j=1, n$  сопряжено с затратой  $(mn-1)$ -й операцией сравнения и максимум  $(mn-1)$ -й операцией вычитания;

- формирование весовых коэффициентов  $(d-1)^{(n-j)+(m-i)n}$  для всех элементов обрабатываемого массива связана с затратой  $(mn-1)$ -й операцией умножения. Это объясняется тем, что наибольший порядок произведения равен  $(n-1)+(m-1)n = mn-1$ ;

- вычисление суммы слагаемых  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ij} (d-1)^{(n-j)+(m-i)n}$ . Для этого требуется вы-  
полнить  $(mn-1)$  операций сложения.

Отсюда следует, что суммарное количество  $v_\ell$  операций, отводимое на формирование кода-номера  $C'_\ell$  равно

$$v_\ell = mn \text{ (оп.ср.)} + (mn-1) \text{ (оп.ср.)} + (mn-1) \text{ (оп.выч.)} + (mn-1) \text{ (оп.умн.)} + (mn-1) \text{ (оп.сл.)} = (2mn-1) \text{ (оп.ср.)} + 2(mn-1) \text{ (оп.сл.)} + (mn-1) \text{ (оп.умн.)}. \quad (4)$$

Выражение (4) позволяет оценить количество затрачиваемых машинных операций на последовательное кодирование массивов апертурных координат.

Проведенные оценки относительно обработки массивов координат апертур для изображений размером порядка 10 Мпикселей показывают, что время кодирования со скоростью, равной  $U_k = 10^8$  (оп/с) составляет от 0,02 до 0,04 с в зависимости от класса обрабатываемых изображений.

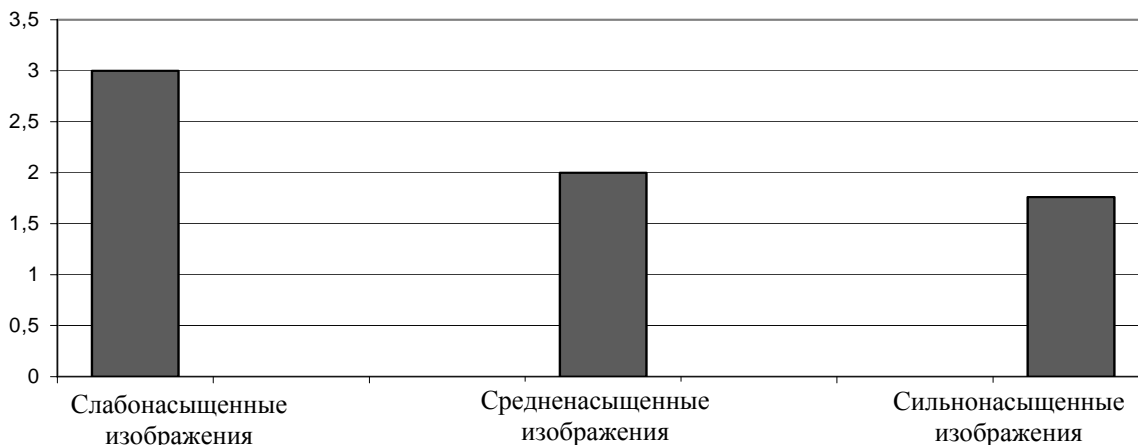


Рис. 1. График зависимости  $k_\ell$  от класса обрабатываемых изображений

## Заключення

1. Созданное кодирование позволяет сжимать изображения за счет устранения структурно-комбинаторной избыточности. Степень сжатия массивов координат изменяется в пределах от 1,76 до 3 раз в зависимости от класса изображений.

2. Оценки относительно обработки массивов координат апертур для изображений размером порядка 10 Мпикселей выявили, что время кодирования со скоростью, равной  $U_k = 10^8$  (оп/с) составляет от 0,02 до 0,04 с в зависимости от класса обрабатываемых изображений.

## Литература

1. Олифер В.Г. *Новые технологии и оборудование IP-сетей* / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: БХВ, 2000. – 512 с.

2. 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.

3. Королев А.В. *Математическая модель представления массивов цветowych координат полиадическими кодами* / А.В. Королев, В.В. Баранник, А.М. Гиневский // *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. – 2001. – № 6. – С. 19-25.

4. Королев А.В. *Оценка степени сжатия изображения* / А.В. Королев, В.В. Баранник // *Електрон. моделювання*. – 2002. – № 4. – С. 33-42.

5. Королев А.В. *Оценка времени восстановления изображения* / А.В. Королев, В.В. Баранник, А.М. Гиневский // *Збірник наукових праць ІПМЕ НАНУ*. – К.: ІПМЕ НАНУ, 2002. – Вип. 16. – С. 3-8.

Поступила в редакцію 29.04.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасев, Харьковський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ МАСИВІВ АПЕРТУРНИХ КООРДИНАТ

*С.І. Кривенко, О.В. Коломійцев*

Показується, що подальший розвиток інформаційно-розподілених обчислювальних систем пов'язаний з підвищенням ефективності обробки і доведення мультимедійних даних. Обґрунтовується, що важливою складовою є компактне представлення зображень з контрольованою погрешністю на основі формування апертурно-координатного опису (АКО). Виявлений недолік існуючих методик оцінки ефективності процесів компактного представлення, який полягає в тому, що вони не відображають особливості формування АКО при кодуванні масивів апертурних координат. Розроблені вирази, які дозволяють оцінити об'єм стиснутого представлення масивів координат, ступінь їх стиснення та час обробки. Проводиться оцінка ступеня стиснення і часу обробки масивів апертурних координат для реалістичних зображень різних класів.

**Ключові слова:** апертурно-координатний опис, системи компресії даних, коефіцієнт стиснення.

## METHOD OF ESTIMATION OF EFFICIENCY OF PRESENTATION OF ARRAYS OF APERTURE COORDINATES

*S.I. Krivenko, A.V. Kolomytsev*

Shown, that further development of the up-diffused computer systems is related to the increase of efficiency of treatment and leading to of multimedia information. Grounded, that an important constituent is compact presentation of images with the controlled error on the basis of forming of aperture-coordinate description (ACD). The lack of existent methods of estimation of efficiency of processes of compact presentation is exposed, consisting of that they do not reflect the feature of forming of ACD at encoding of arrays of aperture co-ordinates. Expressions, allowing to estimate the volume of the compressed presentation of arrays of coordinates, degree of their compression and time of treatment, are developed. The estimation of degree of compression and time of treatment of arrays of aperture coordinates is conducted for the realistic images of different classes.

**Key words:** aperture-coordinate description, systems of compression of information, aspect ratio.

**Кривенко Сергей Иванович** – начальник государственной инспекции связи Украины, Киев.

**Коломийцев Алексей Владимирович** – канд. техн. наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник научного центра Воздушных Сил Харьковского университета Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков.