

УДК 621.327:681.5

В.В. Баранник<sup>1</sup>, А.В. Слободянюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

<sup>2</sup>Каменец-Подольский национальный университет, Каменец-Подольский

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА АРХИТЕКТУРНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВЫСОТ РЕЛЬЕФА ИЗОБРАЖЕНИЯ

*Излагаются основные этапы разработки информационной модели архитектурного представления мультиизотопного описания рельефа изображения, учитывающей закономерности в структурном содержании отдельных позиционирующих массивов. Обосновано, что построенная модель обеспечивает возможность оценить: максимальное и минимальное количество разрядов, которое требуется затратить для взаимнооднозначного описания архитектурного позиционирования высот рельефа изображения, в зависимости от динамических диапазонов элементов позиционирующих массивов; количество комбинаторной избыточности, устраняющееся на основе архитектурного позиционирования высот мультиизотопного описания рельефа изображения с учетом учета ограничений динамические диапазоны элементов ПМ.*

**Ключевые слова:** рельефное представление изображений, информативность, архитектурное позиционирование.

### Введение

**Постановка проблемы и анализ литературы.** Требование относительно обеспечения различных служб, ведомств и пользователей наиболее полной и наглядной информацией приводит к расширению видеoinформационного обеспечения. Следствием такого процесса является увеличение объемов данных в телекоммуникационных сетях (ТКС) [1]. Это приводит к снижению оперативности доставки видеoinформации [1, 2]. Для сокращения объемов передаваемых в ТКС видеоданных используются технологии их сжатия [2 – 6]. Один из подходов к процессу обработки видеоданных базируется на построении мультиизотопного рельефного представления изображений. В тоже время такой подход характеризуется необходимостью сохранять и передавать информацию о высотах рельефа изображения. Следовательно, **актуальная научная задача** состоит в повышении эффективности процесса сжатия изображений на основе формирования мультиизотопного рельефного описания. Для повышения эффективности рельефного мультиизотопного описания формируется архитектурное позиционирование высот. В данном случае каждый изотопный уровень заменяется значением высоты и двумерным двоичным массивом, элементы которого содержат информацию о наличии на соответствующей позиции высоты текущего изотопного уровня. Для оценки эффективности такого подхода необходимо разработать модель оценки информативности.

Поэтому **цель статьи** заключается в создании модели оценки информативности архитектурного позиционирования высот мультиизотопного рельефного описания изображений.

### Оценка информативности рельефа изображения на основе архитектурного позиционирования высот

Недостаток архитектурного представления изотопных уровней заключается в том, что описание позиционирующих массивов на основе полного перечисления информации о их элементах связана с затратой большого количества разрядов, равного  $V_n^{(apx)} = U m n$  битам. Такое значение получается в предположении того, что на представление позиционирующей информации отдельного изотопного уровня отводится  $m n$  бит. Это соответствует случаю, когда позиционирующий массив рассматривается как перестановка с повторениями в двоичном пространстве (двоичном алфавите). Такой подход учитывает не только количество нулевых и единичных элементов в позиционирующем массиве, но и взаимное расположение нулей и единиц. В этих условиях обеспечивается полное и взаимнооднозначное сохранение информации о значениях и расположении всех высот рельефа. Количество  $Q_{mn}^{(2)}$  перестановок с повторениями, составленное из двоичных последовательностей длиной  $m n$  элементов равно

$$Q_{mn}^{(2)} = 2^{mn}. \quad (1)$$

В тоже время такой подход не учитывает конкретного содержания отдельных позиционирующих массивов (ПМ). Для выявления структурных особенностей ПМ предлагается анализировать значения динамических диапазонов их элементов. Динамические диапазоны элементов ПМ формируются на основе выбора минимального значения из двух величин: динамического диапазона в строке и динамиче-

ского диапазона в столбце, на пересечении которых расположен элемент позиционирующего массива

$$\varphi_{ij}^{(u)} = \min(\varphi_i^{(u)}, \varphi_j^{(u)}) + 1, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где  $\varphi_{ij}^{(u)}$  – динамический диапазон  $(i; j)$ -го элемента  $u$ -го ПМ;  $\varphi_i^{(u)}$  – динамический диапазон элементов  $i$ -й строки  $u$ -го ПМ:

$$\varphi_i^{(u)} = \begin{cases} 1, \rightarrow \sum_{j=1}^n b_{ij}^{(u)} \geq 1; \\ 0, \rightarrow \sum_{j=1}^n b_{ij}^{(u)} = 0; \end{cases} \quad i = \overline{1, m}; \quad (3)$$

$\varphi_j^{(u)}$  – динамический диапазон элементов  $j$ -го столбца  $u$ -го ПМ:

$$\varphi_j^{(u)} = \begin{cases} 1, \rightarrow \sum_{i=1}^m b_{ij}^{(u)} \geq 1; \\ 0, \rightarrow \sum_{i=1}^m b_{ij}^{(u)} = 0; \end{cases} \quad j = \overline{1, n}; \quad (4)$$

$\sum_{j=1}^n b_{ij}^{(u)}$  – арифметическая сумма элементов  $i$ -й

строки  $u$ -го ПМ;  $\sum_{i=1}^m b_{ij}^{(u)}$  – арифметическая сумма

элементов  $j$ -го столбца  $u$ -го ПМ.

Из анализа соотношений (2) – (4) вытекает, что величина  $\varphi_{ij}^{(u)}$  принимает одно из двух целочисленных значений 1 или 2:

$$\varphi_{ij}^{(u)} = \begin{cases} 1, \rightarrow \varphi_i^{(u)} \otimes \varphi_j^{(u)} = 0; \\ 2, \rightarrow \varphi_i^{(u)} \otimes \varphi_j^{(u)} = 1, \end{cases} \quad (5)$$

где  $\varphi_i^{(u)} \otimes \varphi_j^{(u)}$  – векторное произведение величин  $\varphi_i^{(u)}$  и  $\varphi_j^{(u)}$ .

Значение произведения  $\varphi_i^{(u)} \otimes \varphi_j^{(u)}$  будет равно 0, если одна или сразу две величины динамических диапазонов в строке и столбце будут равны 0:

$$\varphi_i^{(u)} \otimes \varphi_j^{(u)} = 0,$$

когда  $0 \otimes 0 = 0$ ,  $0 \otimes 1 = 0$  и  $1 \otimes 0 = 0$ .

Величина  $\varphi_i^{(u)} \otimes \varphi_j^{(u)}$  равна единице, когда сразу две величины  $\varphi_i^{(u)}$  и  $\varphi_j^{(u)}$  равны 1:

$$\varphi_i^{(u)} \otimes \varphi_j^{(u)} = 1, \text{ когда } 1 \otimes 1 = 1.$$

Величина  $\varphi_{ij}^{(u)}$  является ограничением элемента  $b_{ij}^{(u)}$  сверху

$$b_{ij}^{(u)} \leq \varphi_{ij}^{(u)} - 1. \quad (6)$$

Учитывая ограничения на динамический диапазон элементов, заданных неравенством (6), позиционирующий массив можно рассматривать как перестановку с повторениями в двоичном пространстве, на элементы которых наложены дополнительные ограничения. Для этого варианта количество  $Q_\phi^{(u)}$  ПМ определяется по формуле

$$Q_\phi^{(u)} = \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n \varphi_{ij}^{(u)}. \quad (7)$$

На основе анализа формул (1) и (7) между величинами  $Q_{mn}^{(2)}$  и  $Q_\phi^{(u)}$  выполняется неравенство

$$Q_\phi^{(u)} < Q_{mn}^{(2)}, \quad (8)$$

если существует хотя бы одно значение величины  $\varphi_{ij}^{(u)}$  равное единице.

С учетом этого в общем случае выполняется неравенство

$$Q_\phi \leq Q_2, \quad (9)$$

где  $Q_2$  – количество архитектур изотопного описания рельефа, рассматриваемых как перестановка с повторениями трехмерной структуры в двоичном пространстве

$$Q_2 = (Q_{mn}^{(2)})^U = 2^{Umn}; \quad (10)$$

$Q_\phi$  – количество архитектур изотопного описания рельефа, рассматриваемых как перестановка с повторениями трехмерной структуры в двоичном пространстве с дополнительными ограничениями на динамический диапазон элементов, заданных неравенством (6). Величина  $Q_\phi$  вычисляется как произведение величин  $Q_\phi^{(u)}$  по всему количеству  $U$  изотопных уровней

$$Q_\phi = \prod_{u=1}^U Q_\phi^{(u)} = \prod_{u=1}^U \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n \varphi_{ij}^{(u)}. \quad (11)$$

Согласно выражениям (10) и (11) неравенство (9) примет вид

$$\prod_{u=1}^U \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n \varphi_{ij}^{(u)} \leq 2^{Umn}. \quad (12)$$

Отсюда выполняется неравенство

$$V_{\pi, \phi}^{(арх)} = \ell \log_2 \left( \prod_{u=1}^U \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n \varphi_{ij}^{(u)} \right) \leq V_{\pi}^{(арх)} = Umn, \quad (13)$$

где  $V_{\pi}^{(арх)}$  – объем цифрового описания архитектуры изотопного представления рельефа без учета структуры позиционирующих массивов;  $V_{\pi, \phi}^{(арх)}$  – объем цифрового описания архитектур изотопного

представления рельефа в случае, когда учитываются закономерности в структуре позиционирующих массивов.

Значит, учет конкретного содержания отдельных изотопных уровней позволяет сократить количество разрядов на представление позиционирующей информации о высотах в рельефе изображения.

### Выводы

1. Строится информационная модель архитектурного представления мультиизотопного описания рельефа изображения. Данная модель учитывает закономерности в структурном содержании отдельных позиционирующих массивов. Построенная модель позволяет определить количество архитектур изотопного описания рельефа, рассматриваемых как перестановка с повторениями трехмерной структуры в двоичном пространстве с дополнительными ограничениями на динамический диапазон элементов. Что в свою очередь обеспечивает возможность оценить:

– максимальное и минимальное количество разрядов, которое требуется затратить для взаимоднозначного описания архитектурного позиционирования высот рельефа изображения, в зависимости от динамических диапазонов элементов позиционирующих массивов;

– количество комбинаторной избыточности, устраняющееся на основе архитектурного позиционирования высот мультиизотопного описания рельефа изображения с учетом учета ограничений динамические диапазоны элементов ПМ.

2. Для дополнительного снижения значения объема цифрового описания архитектур изотопного представления рельефа необходимо формировать кодовое представление для сохранения позиционирующей информации с учетом особенностей построения всей архитектуры изотопного описания рельефа изображения.

### Список литературы

1. Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети / Дж. Уолрэнд. – М.: Постмаркет, 2001. – 480 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. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Том 1, 2 / У. Прэтт. – М.: Мир, 1985. – 736 с.
4. Королев А.В. Версификационная избыточность изображений / А.В. Королев // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. – № 2. – С. 26-30.
5. Королев А.В. Метод сокращения избыточности изображений / А.В. Королев, В.В. Баранник // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – № 2. – С. 85-88.
6. Баранник В.В. Рельефное представление изображений пирамидальным кодированием / В.В. Баранник // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – № 1. – С. 17-25.

Поступила в редколлегию 20.10.2008

**Рецензент:** д-р тех. наук, проф. В.И. Хаханов, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

### ІНФОРМАЦІЙНА ОЦІНКА АРХІТЕКТУРНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ ВИСОТ РЕЛЬЄФУ ЗОБРАЖЕННЯ

В.В. Баранник, О.В. Слободянюк

Висловлюються основні етапи розробки інформаційної моделі архитектурного представлення мультиізотопного опису рельєфу зображення, що враховує закономірності в структурному змісті окремих позиціонуючих масивів. Обґрунтовано, що побудована модель забезпечує можливість оцінити: максимальну і мінімальну кількість розрядів, яку потрібно витратити для взаємоднозначного опису архитектурного позиціонування висот рельєфу зображення, залежно від динамічних діапазонів елементів позиціонуючих масивів; кількість комбінаторної надмірності, що усувається на основі архитектурного позиціонування висот мультиізотопного опису рельєфу зображення з урахуванням обліку обмежень щодо динамічних діапазонів елементів ПМ.

**Ключові слова:** рельєфне представлення зображень, інформативність, архитектурне позиціонування.

### INFORMATIVE ESTIMATION OF THE ARCHITECTURAL KEEPING OF HEIGHTS OF RELIEF OF IMAGE

V.V. Barannik, A.V. Slobodyanyuk

Basic design of informative model of architectural presentation times are expounded multi isotopic description of relief of image, taking into account conformities to the law in structural maintenance of separate positioning arrays. It is grounded, that the built model provides possibility to estimate: maximal and minimum amount of digits, which requires to be expended for synonymous description of the architectural keeping of heights of relief of image, depending on the dynamic ranges of elements of positioning arrays; amount of kombinatornoy surplus, removed on the basis of the architectural keeping of heights multi isotopic description of relief of image taking into account the account of limitations dynamic ranges of elements of PM.

**Keywords:** relief presentation of images, informing, architectural positioning.