

## ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МАССИВОВ ДЛИН СЕРИЙ В СМЕШАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В.В. Баранник, П.Н. Гуржий, С.А. Сидченко  
(Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба)

*Проводится обоснование возможности представления массивов длин серий в смешанном пространстве для дополнительного повышения степени сжатия изображений с выделением серий одинаковых элементов.*

*массивы длин серий, смешанное пространство*

**Введение.** В последнее десятилетие резко возросли объемы информации, циркулирующей в системах управления и связи. Это приводит к резкому повышению нагрузки на существующие линии каналов связи. Из-за ограниченной пропускной способности каналов связи часть информации может теряться либо устаревать. Развитие подсистем сжатия позволило существенно снизить нагрузки на линии связи и соответственно увеличить время, отводимое на анализ поступившей информации [1, 2]. Поскольку видеоданные являются наиболее информативными среди других видов информации, дальнейшее развитие методов компрессии видеoinформации **является актуальной задачей.** Одним из наиболее эффективных методов сжатия видеоданных является метод, основанный на комбинированном полиадическом кодировании массивов цветовых координат и длин серий [3, 4]. Достоинством данного метода является осуществление сжатия без потери качества, а также снижение ограничений на выбор максимальной длины серии. Однако, ему характерны недостатки, состоящие в том, что: при обработке реалистических изображений с преобладанием серий единичной длины коэффициент сжатия снижается; отбор элементов для полиадического кодирования осуществляется на основе столбцовой схемы. Такая обработка приводит к повышению времени сжатия изображений и уменьшению коэффициента сжатия.

Таким образом, существует необходимость дальнейшего совершенствования данного метода сжатия. Поэтому **целью статьи** является обоснование возможности представления массивов длин серий в смешанном полиадическом пространстве.

**Обоснование возможности представления массивов длин серий в смешанном полиадическом пространстве.** Рассмотрим физические особенности комбинированного полиадического кодирования массивов длин серий (ДС) [3, 4]:

$$N_{n \text{ инф}}^{(\text{дс})} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ell_{ij} h_{ij}^{(\text{дс})}, \quad (1)$$

где  $N_{n \text{ инф}}^{(\text{дс})}$  – значение кода-номера, вычисленного для  $n$  столбцов по  $m$  элементов в каждом;  $h_{ij}^{(\text{дс})}$  – весовой коэффициент  $\ell_{ij}$ -го элемента массива длин серий.

Из анализа выражения (1) следует, что на значение коэффициента сжатия влияют размеры обрабатываемых массивов и динамический диапазон ДС. Служебной информацией при кодировании массивов ДС в абсолютном полиадическом пространстве (АПП) являются основания двумерного полиадического числа  $\psi_{ij}^{(\text{дс})}$ , а при представлении массивов ДС в разностном полиадическом пространстве (РПП) служебной информацией помимо значений  $\psi_{ij}^{(\text{дс})}$  будут, также минимальные значения  $\mu_i^{(\text{дс})}$  в строках массивов ДС.

При обработке реалистических изображений в массивах ДС характерно появление строк, которые полностью состоят из единичных серий. Поэтому для уменьшения затрат на представление служебной информации и соответственно уменьшения объема кодового представления сжатого изображения предлагается:

1. Проводить кодирование строк массива ДС в абсолютном полиадическом пространстве тогда, когда максимальное значение длинны серии  $\lambda_i^{(\text{дс})}$  в  $i$ -й строке массива ДС равно 1. Проводить кодирование строк массива ДС в разностном полиадическом пространстве, в случае, когда максимальное значение длинны серии  $\lambda_i^{(\text{дс})}$  в  $i$ -й строке массива ДС больше или равно 2.

2. Адаптивно изменять начальный уровень отсчета допустимых кодов-номеров в разностном полиадическом пространстве в зависимости от динамического диапазона ДС.

Обработка изображений с выделением серий характеризуется тем, что минимальное значение элемента массива ДС является 1, значит можно снизить динамический диапазон, уменьшив их значения на единицу. В этом слу-

чае единичные длины серии будут представлены нулевыми значениями. В связи с тем, что единичные серии преобладают в реалистических изображениях, то возможны варианты, когда нулевые элементы будут образовывать полную строку массива ДС. При этом максимальное значение  $\lambda_i^{(дс)}$  в этой строке будет равно 1. Следовательно, количество разрядов затрачиваемых на представление кода массива ДС в разностном полиадическом пространстве  $R^{(дс)}$  будет равно количеству разрядов, отводимых на представление кода массива ДС в абсолютном полиадическом пространстве  $N^{(дс)}$ ,  $R^{(дс)} = N^{(дс)}$ . Однако в данном случае будут затрачиваться дополнительные разряды на служебную информацию, т.е. кроме значений  $\psi_{ij}^{(дс)}$  для каждой строки будут передаваться значения  $\mu_i^{(дс)}$ . Для строк, с динамическим диапазоном равным 1 количество разрядов, затрачиваемых на компактное представление массива ДС в разностном полиадическом пространстве, будет меньше чем количество разрядов, отводимых на его компактное представление в абсолютном полиадическом пространстве,  $R^{(дс)} < N^{(дс)}$ .

Определим количество разрядов, отводимое на представление служебной информации в АПП и РПП:

– при кодировании массива ДС в абсолютном полиадическом пространстве количество разрядов отводимое на представление служебной информации  $N_{сл}^{(дс)}$  вычисляется по формуле

$$\log_2 N_{сл}^{(дс)} = (m + n) \log_2 \ell_{max}, \quad (2)$$

где  $\ell_{max}$  – максимальное значение длины серии в массиве ДС;  $m$  и  $n$  – количество строк и столбцов в обрабатываемом массиве;

– при обработке массива ДС в разностном полиадическом пространстве на количество разрядов, отводимое на представление служебной информации  $R_{сл}^{(дс)}$  вычисляется по формуле

$$\log_2 R_{сл}^{(дс)} = (2m + n) \log_2 \ell_{max}. \quad (3)$$

Поэтому для дополнительного повышения коэффициента сжатия предлагается уменьшить количество оснований полиадических чисел, что приведет к уменьшению количества разрядов, отводимых на представление служебной информации. Для этого кодирование массивов ДС будем проводить в смешанном полиадическом пространстве  $|Z|$ .

Описание смешанного полиадического пространства основывается на векторе ограничений  $Z$

$$Z = \left\{ z_{i1}^{(дс)}, z_{i2}^{(дс)}, \dots, z_{in}^{(дс)} \right\}; z_{ij}^{(дс)} = \begin{cases} s_{ij}^{(дс)}, & \text{если } \lambda_i^{(дс)} > 1; \\ \psi_{ij}^{(дс)}, & \text{если } \lambda_i^{(дс)} = 1, \end{cases} \quad (4)$$

где  $\lambda_i^{(дс)}$  – максимальное значение в  $i$ -й строке массива ДС;  $s_{ij}^{(дс)}$  – разность между максимальным  $\psi_{ij}^{(дс)}$  и минимальным  $\mu_i^{(дс)}$  значениями в  $i$ -й строке массива ДС:

$$s_{ij}^{(дс)} = \psi_{ij}^{(дс)} - \mu_i^{(дс)}, \quad j = \overline{1, n}; \quad (5)$$

$$\mu_i^{(дс)} = \min_{1 \leq j \leq n} \{ \ell_{ij} \}, \quad i = \overline{1, m_{дс}}; \quad \mu_i^{(дс)} \leq \ell_{ij} \leq \psi_{ij}^{(дс)}. \quad (6)$$

Из анализа выражения (6) следует, что значения ДС  $\ell_{ij}$  могут находиться на разном расстоянии от нижнего и верхнего уровней полиадических чисел, т.е.

$$\ell_{ij} - \mu_i^{(дс)} \neq \psi_{ij}^{(дс)} - 1 - \ell_{ij}. \quad (7)$$

Представим левую и правую части неравенства (7) соответственно как  $\Delta \ell_{ij}^{(\min)}$ ,  $\Delta \ell_{ij}^{(\max)}$ , равные:

$$\Delta \ell_{ij}^{(\min)} = \ell_{ij} - \mu_i^{(дс)}; \quad \Delta \ell_{ij}^{(\max)} = \psi_{ij}^{(дс)} - 1 - \ell_{ij}. \quad (8)$$

С учетом соотношений (8) обозначим длину расстояния от текущего массива ДС до минимального и максимального уровней полиадических чисел в смешанном полиадическом пространстве соответственно, как  $Q_{\text{инф}}(\min)$  и  $Q_{\text{инф}}(\max)$ :

$$Q_{\text{инф}}(\min) = \varphi_{\min} \left( \omega_{ij}^{(\min)} \right); \quad (9)$$

$$Q_{\text{инф}}(\max) = \varphi_{\max} \left( \omega_{ij}^{(\max)} \right), \quad (10)$$

где  $\varphi_{\min}$  и  $\varphi_{\max}$  – операторы кодирования в смешанном полиадическом пространстве для нижнего и верхнего уровней отсчета;  $\omega_{ij}^{(\min)}$ ,  $\omega_{ij}^{(\max)}$  – элементы смешанного полиадического числа, представляющие собой разности между верхним и нижним уровнем полиадических чисел:

$$\omega_{ij}^{(\min)} = \begin{cases} \Delta \ell_{ij}^{(\min)}, & \text{если } \lambda_i^{(дс)} > 1; \\ \ell_{ij}, & \text{если } \lambda_i^{(дс)} = 1; \end{cases} \quad \omega_{ij}^{(\max)} = \begin{cases} \Delta \ell_{ij}^{(\max)}, & \text{если } \lambda_i^{(дс)} > 1; \\ \ell_{ij}, & \text{если } \lambda_i^{(дс)} = 1. \end{cases}$$

При этом с учетом соотношения (7) выполняется неравенство  $Q_{\text{инф}}(\min) \neq Q_{\text{инф}}(\max)$ . Значит, для дополнительного уменьшения объ-

ема кодового представления массива ДС предлагается гибко выбирать начальный уровень отсчета кода-номера и производить кодирование параллельно для нижнего и верхнего уровней отсчета, а из двух длин расстояний выбрать минимальное  $Q_{\text{инф}}$

$$Q_{\text{инф}} = \min \{Q_{\text{инф}}(\text{min}), Q_{\text{инф}}(\text{max})\}. \quad (11)$$

Количество разрядов, отводимое на представление служебной информации  $Q_{\text{сл}}$  массива обработанного в смешанном полиадическом пространстве  $|Z|$ , в общем случае определяется по формуле

$$\log_2 Q_{\text{сл}} = (ym + n) \log_2 \ell_{\text{max}}, \quad 1 \leq y \leq 2, \quad (12)$$

где  $y$  – коэффициент, зависящий от того, какое количество строк массива ДС обработано в разностном полиадическом пространстве. Если все строки представлены в АПП, тогда  $y = 1$ ; если же все строки представлены в РПП, то  $y = 0$ . В случае, когда одна половина строк массива ДС обработана в РПП, а вторая часть в АПП, тогда  $y = 1,5$ .

**Заключение.** В результате перехода к представлению массивов длин серий в смешанном полиадическом пространстве обеспечивается дополнительное уменьшение объема кодового представления массивов длин серий, вызванное: уменьшением динамического диапазона полиадических чисел; дополнительным сокращением длины расстояния между нижним уровнем полиадических чисел и строками массива длин; уменьшением затрат разрядов на передачу служебной информации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ватолин В.И., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 384 с.
2. Бондарев В.Н, Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. – Севастополь: СевГТУ, 1999. – 398 с.
3. Баранник В.В., Королева Н.А., Поляков П.Ф. Метод комбинированного полиадического кодирования массивов длин серий // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – № 5. – С. 42-46.
4. Баранник В.В., Гуржий П.Н. Кодирование массивов цветowych координат в разностном полиадическом пространстве // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2005. – № 1. – С. 44-49.

Поступила 1.12.2005

**Рецензент:** доктор технических наук, профессор О.Н. Фоменко,  
Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба.