

УДК 629.391

**В.В. БАРАННИК<sup>1</sup>, А.К. ЮДИН<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина*

<sup>2</sup>*Национальный авиационный университет, Украина*

## **МЕТОД БЫСТРОГО ДВУХПРИЗНАКОВОГО СТРУКТУРНОГО КОДИРОВАНИЯ В ДВОИЧНОМ ПОЛИАДИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Излагается метод быстрого кодирования двоичных двухпризнаковых полиадических чисел. Метод основан на рекуррентном нахождении весовых коэффициентов элементов двухпризнаковых чисел в двоичном полиадическом пространстве и на выявлении нулевых цепочек обрабатываемых последовательностей.

**быстрое двухпризнаковое полиадическое кодирование, весовые коэффициенты**

### **Введение**

В соответствии с Третьей космической программой Украины приоритетные направления совершенствования космической отрасли связаны с развитием систем дистанционного зондирования Земли, систем телекоммуникации и навигации. При этом одна из проблем состоит в необходимости своевременной обработки на борту космических аппаратов и передачи по каналам связи больших объемов данных [1, 2]. В то же время тактико-технические возможности бортовой аппаратуры передачи и обработки ограничены. Это приводит к увеличению времени доведения информации. Одно из направлений решения данной проблемы заключается в уменьшении объемов данных за счет их компактного представления [2, 3]. Однако, существующие методы сжатия не обеспечивают требуемого времени доведения данных. Это обусловлено, с одной стороны, ограниченностью прикладных областей, допускающих безвозвратные потери информации в результате исключения психовизуальной избыточности, а с другой стороны – большими временными затратами на обработку или низкими значениями степени сжатия для методов без внесения погрешности. В связи с этим совершенствование методов сжатия является актуальным направлением исследований.

**Формулирование проблемы.** Наибольшие степени сжатия достигаются для методов, сокращающих статистическую и структурную избыточности. К представителям методов сжатия данного класса относится метод двухпризнакового полиадического кодирования двоичных данных без внесения погрешности [3]. Основным недостатком, свойственным данному методу, состоит в больших временных затратах на обработку.

Поэтому **цель данной статьи** заключается в разработке быстрого двухпризнакового полиадического кодирования, позволяющего снизить время на обработку без увеличения степени сжатия и без внесения погрешностей.

### **Построение быстрого двухпризнакового полиадического кодирования**

Направления сокращения количества операций состоят в организации рекуррентного определения весовых коэффициентов в направлении, начиная с младших разрядов; выявлении нулевых цепочек обрабатываемой последовательности и цепочек элементов с нулевыми весовыми коэффициентами.

Реализация первого направления сокращения количества операций основывается на системе выражений:

– для  $|a_{i,zj} - a_{i+1,zj}| = 1$  и  $|a_{i-1,zj} - a_{i,zj}| = 1$ :

$$p_{izj}^{(x)} = p_{i+1,zj}^{(x)} Y_{z,i} / (\beta_{i,zj}^{(x)} + 1); \quad (1)$$

– для  $|a_{i,zj} - a_{i+1,zj}| = 1$  и  $|a_{i-1,zj} - a_{i,zj}| = 0$ :

$$p_{izj}^{(x)} = p_{i+1,zj}^{(x)} \beta_{izj}^{(x)} Y_{zi} / (Y_{zi} + 1 - \beta_{izj}^{(x)}) (Y_{zi} - \beta_{izj}^{(x)}); \quad (2)$$

– для  $|a_{i,zj} - a_{i+1,zj}| = 0$  и  $|a_{i-1,zj} - a_{i,zj}| = 1$ :

$$p_{izj}^{(x)} = p_{i+1,zj}^{(x)} (Y_{zi} - \beta_{izj}^{(x)}) Y_{zi} / (\beta_{izj}^{(x)} + 1) \beta_{izj}^{(x)}; \quad (3)$$

– для  $|a_{i,zj} - a_{i+1,zj}| = 0$  и  $|a_{i-1,zj} - a_{i,zj}| = 0$ :

$$p_{izj}^{(x)} = p_{i+1,zj}^{(x)} Y_{z,i} / (Y_{z,i} + 1 - \beta_{i,zj}^{(x)}), \quad (4)$$

где  $(m_z - i + 1) = Y_{z,i}$ .

Реализация второго направления состоит в выявлении закономерности, заключающейся в том, что если весовой коэффициент самого младшего элемента равен нулю, т.е.  $p_{m_z,zj}^{(x)} = 0$ , то на основе выражений (1) – (4) следует равенство нулю весовых коэффициентов тех элементов, для которых выполняется одно из условий:

– если  $a_{m_z,zj} = 0$ , то  $\beta_{i,zj}^{(x)} = 0$ ,  $i = \overline{m_z, \alpha}$ ;

– если  $a_{m_z,zj} = 1$ , то  $(Y_{z,i} - \beta_{i,zj}^{(x)}) = 0$ ,  $i = \overline{m_z, \alpha}$ .

Для проверки данных условий вычисляется выражение  $\beta_{i,zj}^{(x)} = \beta_{i+1,zj}^{(x)} + |a_{i,zj} - a_{i+1,zj}|$  и проверяется на равенство его значения нулю. Из анализа данного выражения следует, что для выявления в обрабатываемой последовательности цепочки нулевых элементов необходимо сравнить значения величин на текущем  $\beta_{i,zj}^{(x)}$  и предыдущем  $\beta_{i+1,zj}^{(x)}$  шагах кодирования. Тогда если выполняется условие

$$(\beta_{i,zj}^{(x)} - \beta_{i+1,zj}^{(x)}) = 0, \quad (5)$$

то элемент  $a_{i,zj}$  равен 0.

Для дополнительного сокращения количества операций на вычисление весовых коэффициентов

необходимо осуществить рекуррентное определение величины  $V(\mathfrak{g}_{zj}^{(x)})$ . Величина  $V(\mathfrak{g}_{zj}^{(x)})$  по определению равна  $r_{0,zj}^{(x)}$ . Следовательно, для ее нахождения предлагается использовать выражения:

$$r_{0zj}^{(x)} = p_{1zj}^{(x)} (m_z + 1) / (m_z + 1 - \beta_{0zj}^{(x)}) \text{ для } a_{izj} = 1; \quad (6)$$

$$r_{0zj}^{(x)} = p_{1zj}^{(x)} (m_z + 1) \beta_{1zj}^{(x)} / \beta_{1zj}^{(x)} \text{ для } a_{izj} = 0. \quad (7)$$

С учетом соотношений (1) – (7) метод быстрого вычисления кода-номера  $N(m, \Lambda, \Theta^{(x)})_j$  двухпризнакового двоичного числа в полиадическом пространстве задается следующими этапами:

*Этап 1.* Вычисление величин  $\sum_{i=1}^{m_z} a_{izj} p_{izj}^{(x)}$  и

$\prod_{\phi=2}^z V(\mathfrak{g}_{\phi}^{(x)})$ . Для этого выполняются следующие

шаги вычислений: Шаг 1. Вычисление начального значения величины  $p_{m_z,zj}^{(x)}$  для элемента  $a_{m_z,zj}$ .

Шаг  $i$ . Если выполняется условие (5), то вычисление величины  $p_{i,zj}^{(x)}$  не проводится так, как

$a_{i,zj} = 0$ . Если на предыдущем  $(i+1)$ -м шаге обработки  $p_{i+1,zj}^{(x)} = 0$  и выполняется одно из условий

$\beta_{i,zj}^{(x)} = 0$  или  $(m_z - (i-1) - \beta_{i,zj}^{(x)}) = 0$ , то  $p_{i,zj}^{(x)} = 0$ .

Если  $p_{i+1,zj}^{(x)} = 0$ , а указанные условия не выполняются, то вычисление величины  $p_{i,zj}^{(x)}$  осуществляется по формулам:

– если  $|a_{i-1,zj} - a_{izj}| = 1$ , то

$$p_{i,zj}^{(x)} = (m_z - (i-1) - \beta_{i,zj}^{(x)}) / (\beta_{i,zj}^{(x)} + 1); \quad (8)$$

– если  $|a_{i-1,zj} - a_{izj}| = 0$ , то

$$p_{i,zj}^{(x)} = \beta_{i,zj}^{(x)} / (m_z - i - \beta_{i,zj}^{(x)} + 2). \quad (9)$$

В противном случае определение весового коэффициента более старшего элемента организуется по формулам (1) – (4). После чего осуществляется пересчет параметров  $\beta_{i,z,j}^{(x)}$ ,  $Y_{z,i} = (m_z - i + 1)$  для  $i := i - 1$ . Шаг  $m_z$ . На завершающем шаге кроме значения  $p_{1,z,j}^{(x)}$  на основе формул (6) и (7) вычисляется

значение величины  $V(\mathfrak{g}_z^{(x)})$  для  $z \geq 2$ . После чего

определяются значения  $\sum_{i=1}^{m_z} a_{i,z,j} \left( p_{i,z,j}^{(x)} \right)$  и

$$\prod_{\phi=2}^z V(\mathfrak{g}_\phi^{(x)}).$$

Этап  $Z$ . Вычисляются величины

$$\sum_{i=1}^{m_z} a_{i,z,j} \left( p_{i,z,j}^{(x)} \right) \text{ и } V(\mathfrak{g}_Z^{(x)}) \prod_{\phi=2}^{Z-1} V(\mathfrak{g}_\phi^{(x)}).$$

Данные величины определяются по аналогии с предыдущим этапом обработки.

После выполнения данного этапа проводится суммирование произведений величин

$$\sum_{i=1}^{m_z} a_{i,z,j} \left( p_{i,z,j}^{(x)} \right) \prod_{\phi=z+1}^Z V(\mathfrak{g}_\phi^{(x)}) \text{ по } z = \overline{1, Z}.$$

В результате чего образуется значение кода-номера  $N(m, \Lambda, \Theta^{(x)})_j$ .

Таким образом, разработан метод двухпризнакового двоичного кодирования данных в полиадическом пространстве.

### Заключение

Таким образом, разработан метод компактного представления двоичных данных на основе двухпризнакового двоичного кодирования в полиадическом пространстве. Данное кодирование учитывает зависимость между весовыми коэффициентами соседних элементов двухпризнакового числа в двоичном полиадическом пространстве, учитывает условие нулевых весовых коэффициентов и условие нулевых

элементов последовательности, а также учитывается зависимость между значением младшего элемента и значением весового коэффициента предыдущего более старшего элемента. Для созданного кодирования сокращение количества операций достигается за счет перехода от вычисления факториальных выражений при нахождении весовых коэффициентов элементов двухпризнаковых двоичных полиадических чисел к рекуррентным выражениям; исключения количества операций умножения и деления, требуемых на вычисление весовых коэффициентов соответствующих нулевым двоичным элементам; исключения количества операций, отводимых на определение нулевых весовых коэффициентов; исключения количества операций, необходимых для вычисления факториальных выражений при нахождении начальных параметров рекуррентного процесса обработки.

### Литература

1. Асташкин А.А. Космические системы, аппараты и приборы для решения задач природоиспользования и экономического контроля. – М.: ВИНТИ, 1991. – 142 с.
2. Ватолин В.И., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 384 с.
3. Юдин А.К., Баранник В.В. Усеченное представление двоичных данных с ограниченным числом серий в полиадическом пространстве // Авиационно-космическая техника и технология. – 2006. – № 2. – С. 87-92.

Поступила в редакцию 29.06.2006

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. П.Ф. Поляков, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков.

