

УДК 629.391

В.В. БАРАННИК¹, А.К. ЮДИН²¹Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина²Национальный авиационный университет, Киев, Украина

РЕКУРРЕНТНОЕ ДВУХПРИЗНАКОВОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОЛИАДИЧЕСКОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ

Обосновываются направления снижения количества операций на восстановление двухпризнаковых двоичных чисел в полиадическом пространстве. Излагается восстановление двоичных данных без внесения погрешности на основе рекуррентного двухпризнакового структурного полиадического декодирования.

двухпризнаковое структурное полиадическое декодирование, рекуррентная обработка

Введение

Одна из основных особенностей функционирования современных информационно-телекоммуникационных систем (ИТС) состоит в резком увеличении объемов обрабатываемых и передаваемых по каналам связи данных [1, 2]. Причем темпы роста объемов данных на несколько порядков превышают темпы увеличения скорости передачи по каналам связи и повышения быстродействия информационно-вычислительных систем. Поэтому снижение объемов данных является актуальным направлением научно-прикладных исследований.

Формулирование проблемы. Увеличение объемов информации обрабатываемой и передаваемой за единицу времени связано с ее компактным представлением без внесения погрешности. При этом информация, используемая в ИТС, может быть различных видов: текстовые данные, аудиоданные, речь и видеоданные [1, 2]. Поэтому для организации универсального компактного представления разрабатываются методы сжатия двоичных данных. Одним из наиболее эффективных методов обработки двоичных данных является метод двухпризнакового структурного полиадического представления [3]. Однако, процессы сжатия и восстановления требуют дополнительных временных затрат. Следовательно,

сокращение времени на обработку за счет исключения избыточного количества операций позволит повысить эффективность функционирования ИТС. Таким образом, **цель статьи** заключается в разработке направлений уменьшающих количество операций для двухпризнакового полиадического декодирования.

Обоснование направлений для сокращения времени восстановления данных

Из анализа основных этапов двухпризнакового полиадического представления следует, что наибольшее количество операций при восстановлении двоичных элементов затрачивается на вычисление весовых коэффициентов $f_{izj}^{(x)}$:

$$f_{izj}^{(x)} = \frac{(m_z - i + 1)! \prod_{\phi=z+1}^Z V(\mathfrak{g}_{\phi j}^{(x)})}{(\rho_{i-1, zj}^{(x)})! (m_z - i + 1 - \rho_{i-1, zj}^{(x)})!}, \quad (1)$$

$$\text{где } \rho_{i-1, zj}^{(x)} = \rho_{i-2, zj}^{(x)} - |a_{i-2, zj} - a_{i-1, zj}| + (a_{i-2, zj} - a_{i-1, zj}); a_{0jz}^{(\xi)} = 0; \quad (2)$$

m_z – длина допустимой зоны; a_{izj} – izj -й элемент обрабатываемой последовательности; $V(\mathfrak{g}_{zj}^{(x)})$ – количество последовательностей с числом серий

единиц, равным $\vartheta_z^{(x)}$. Это обусловлено необходимостью затрачивать большое количество операций умножения на вычисление факториалов [4] $(m_z+1)!$, $(m_z+1-2\vartheta_z^{(x)})!$, $(2\vartheta_z^{(x)})!$, $(m_z-i+1-\rho_{i-1,zj}^{(x)})!$, и $(\rho_{i-1,zj}^{(x)})!$. Поэтому для уменьшения времени восстановления необходимо разработать рекуррентную схему формирования весовых коэффициентов $f_{izj}^{(x)}$. Поскольку на начальном шаге обработки известным является значение $f_{0zj}^{(x)}$, то рекуррентное вычисление предлагается организовывать в направлении от старших к младшим элементам.

Разработка метода восстановления двухпризнаковых полиадических чисел

Рассмотрим значения величин $f_{i-1,zj}^{(x)}$ и $f_{izj}^{(x)}$ соответственно на $(i-1)$ -м и на i -м шаге обработки

$$f_{i-1,zj}^{(x)} = \frac{(m_z-i+2)! \prod_{\phi=z+1}^Z V(\vartheta_{\phi j}^{(x)})}{(\rho_{i-2,zj}^{(x)})! (m_z-i+2-\rho_{i-2,zj}^{(x)})!}. \quad (3)$$

На основе свойств факториалов получим:

$$(m_z-i+1)! = \frac{(m_z-(i-1)+1)!}{(m_z-(i-1)+1)}; \quad (4)$$

$$\rho_{i-2,zj}^{(x)} = \rho_{i-1,zj}^{(x)} + |a_{i-2,zj} - a_{i-1,zj}| - (a_{i-2,zj} - a_{i-1,zj}).$$

Тогда факториал $(\rho_{i-2,zj}^{(x)})!$ будет равен

$$(\rho_{i-2,zj}^{(x)})! = (\rho_{i-1,zj}^{(x)} + |a_{i-2,zj} - a_{i-1,zj}| - (a_{i-2,zj} - a_{i-1,zj}))! \quad (5)$$

Анализ формулы (5) показывает, что в зависимости от разностей $|a_{i-2,zj} - a_{i-1,zj}|$ и $(a_{i-2,zj} - a_{i-1,zj})$ величина $(\rho_{i-2,zj}^{(x)})!$ будет при-

нимать следующие значения:

– если $a_{i-2,zj}=1$, а $a_{i-1,zj}=0$, то

$$(\rho_{i-2,zj}^{(x)})! = (\rho_{i-1,zj}^{(x)})!; \quad (6)$$

– если $a_{i-2,zj}=0$, а $a_{i-1,zj}=1$, то

$$(\rho_{i-2,zj}^{(x)})! = (\rho_{i-1,zj}^{(x)} + 2)!; \quad (7)$$

– если $a_{i-2,zj}=0$, $a_{i-1,zj}=0$ или $a_{i-2,zj}=1$,

$a_{i-1,zj}=1$, то

$$(\rho_{i-2,zj}^{(x)})! = (\rho_{i-1,zj}^{(x)})!. \quad (8)$$

Откуда для величины $(\rho_{i-1,zj}^{(x)})!$ имеем:

– если $a_{i-2,zj}=1$, а $a_{i-1,zj}=0$, то

$$(\rho_{i-1,zj}^{(x)})! = (\rho_{i-2,zj}^{(x)})!; \quad (9)$$

– если $a_{i-2,zj}=0$, а $a_{i-1,zj}=1$, то

$$(\rho_{i-1,zj}^{(x)})! = \frac{(\rho_{i-2,zj}^{(x)})!}{(\rho_{i-1,zj}^{(x)}+1)(\rho_{i-1,zj}^{(x)}+2)}; \quad (10)$$

– если $a_{i-2,zj}=0$, $a_{i-1,zj}=0$ или $a_{i-2,zj}=1$,

$a_{i-1,zj}=1$, то

$$(\rho_{i-1,zj}^{(x)})! = (\rho_{i-2,zj}^{(x)})!. \quad (11)$$

Распишем согласно выражениям (9) – (11) соотношение $(m_z-i+1-\rho_{i-1,zj}^{(x)})!$:

– если $a_{i-2,zj}=1$, а $a_{i-1,zj}=0$, то

$$(m_z-i+2-\rho_{i-1,zj}^{(x)})! = \frac{(m_z-i+2-\rho_{i-2,zj}^{(x)})!}{(m_z-i+2-\rho_{i-1,zj}^{(x)})}; \quad (12)$$

– если $a_{i-2,zj}=0$, а $a_{i-1,zj}=1$, то

$$(m_z-i+2-\rho_{i-1,zj}^{(x)})! = (m_z-i+2-\rho_{i-2,zj}^{(x)})! \times (m_z-i+1-\rho_{i-1,zj}^{(x)}); \quad (13)$$

– если $a_{i-2,zj}=0$, $a_{i-1,zj}=0$ или $a_{i-2,zj}=1$,

$a_{i-1,zj}=1$, то

$$\left(m_z - i + 2 - \rho_{i-1, zj}^{(x)}\right)! = \frac{\left(m_z - i + 2 - \rho_{i-2, zj}^{(x)}\right)!}{\left(m_z - i + 2 - \rho_{i-1, zj}^{(x)}\right)}. \quad (14)$$

Подставив полученные выражения (4), (9) – (14) в соотношение (1), получим:

– если $a_{i-2, zj} = 1$, а $a_{i-1, zj} = 0$, а также если $|a_{i-2, zj} - a_{i-1, zj}| = 0$ и $(a_{i-2, zj} - a_{i-1, zj}) = 0$, то

$$f_{izj}^{(x)} = \frac{\left(m_z - i + 2\right)!}{\left(\rho_{i-2, zj}^{(x)}\right)! \left(m_z - i + 2 - \rho_{i-2, zj}^{(x)}\right)!} \times \frac{\left(m_z - i + 2 - \rho_{i-1, zj}^{(x)}\right)}{\left(m_z - i + 2\right)} \prod_{\phi=z+1}^Z V\left(\mathfrak{g}_{\phi j}^{(x)}\right); \quad (15)$$

– если $a_{i-2, zj} = 0$, а $a_{i-1, zj} = 1$, то

$$f_{izj}^{(x)} = \frac{\left(m_z - i + 2\right)!}{\left(\rho_{i-2, zj}^{(x)}\right)! \left(m_z - i + 2 - \rho_{i-2, zj}^{(x)}\right)!} \times \frac{\prod_{k=1}^2 \left(\rho_{i-1, zj}^{(x)} + k\right) \prod_{\phi=z+1}^Z V\left(\mathfrak{g}_{\phi j}^{(x)}\right)}{\left(m_z - i + 1 - \rho_{i-1, zj}^{(x)}\right) \left(m_z - i + 2\right)}. \quad (15)$$

С учетом выражений (15) и (16) зависимость между величинами $f_{i-1, zj}^{(x)}$ и $f_{izj}^{(x)}$ будет иметь следующий вид:

– если $a_{i-2, zj} = 1$, а $a_{i-1, zj} = 0$, а также если $|a_{i-2, zj} - a_{i-1, zj}| = 0$ и $(a_{i-2, zj} - a_{i-1, zj}) = 0$, то

$$f_{izj}^{(x)} = f_{i-1, zj}^{(x)} \frac{\left(m_z - i + 2 - \rho_{i-1, zj}^{(x)}\right)}{\left(m_z - i + 2\right)} \prod_{\phi=z+1}^Z V\left(\mathfrak{g}_{\phi j}^{(x)}\right); \quad (17)$$

– если $a_{i-2, zj} = 0$, а $a_{i-1, zj} = 1$, то

$$f_{izj}^{(x)} = f_{i-1, zj}^{(x)} \frac{\prod_{k=1}^2 \left(\rho_{i-1, zj}^{(x)} + k\right) \prod_{\phi=z+1}^Z V\left(\mathfrak{g}_{\phi j}^{(x)}\right)}{\left(m_z - i + 1 - \rho_{i-1, zj}^{(x)}\right) \left(m_z - i + 2\right)}. \quad (18)$$

Выражения (17) и (18) позволяют рекуррентно определять величину $f_{izj}^{(x)}$ на основе восстановленных значений элементов $a_{i-2, zj}$, $a_{i-1, zj}$ и известного значения рекуррентного параметра $\rho_{i-1, zj}^{(x)}$.

Заклучение

Таким образом, построено рекуррентное восстановление элементов двоичного двухпризнакового полиадического числа. Данное восстановление базируется на выявлении зависимости между количеством двухпризнаковых двоичных подпоследовательностей, у которых i -й элемент равен нулю, т.е. $a_{izj} = 0$ и количеством двухпризнаковых двоичных подпоследовательностей, у которых $(i-1)$ -й элемент равен нулю, т.е. $a_{i-1, zj} = 0$. Разработанное рекуррентное двухпризнаковое декодирование относительно последовательного двухпризнакового декодирования двоичных данных в полиадическом пространстве обеспечивает сокращение количества операций в среднем на 80 %.

Литература

1. Гайкович Ю.В., Деев В.В. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Воениздат, 1991. – 336 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.
4. Королев А.В. Метод быстрого восстановления двоичных данных // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – Вип. 4 (20). – С. 25-29.

Поступила в редакцию 22.06.2006

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