

УДК 621.397

Ю.Н. Колтун

## СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ МАТРИЦ МАРШРУТИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ ДИНАМИЧЕСКОГО СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ

*В статье рассмотрены этапы разработки способа кодового описания матриц маршрутизации, составленных из индексов уровней МДПП. Рассматривается базовый принцип технологии распределения номеров уровням МДПП, формируемой на основе принципа баланса объема и учета особенностей реалистических изображений. Проводится экспериментальное обоснование того, что созданный способ позволяет сохранить достоверность получаемых данных и обеспечить снижение объема кодового описания служебных данных, формируемых в процессе динамического полиадического кодирования.*

**Ключевые слова:** сжатие видеоданных, динамическое полиадическое пространство.

*У статті розглянуто етапи розробки способу кодового опису матриць маршрутизації, складених з індексів рівнів МДПП. Розглядається базовий принцип технології розподілу номерів рівням МДПП, що формується на основі принципу балансу об'єму й обліку особливостей реалістичних зображень. Проводиться експериментальне обґрунтування того, що створений спосіб дозволяє зберегти достовірність отримуваних даних і забезпечити зниження об'єму кодового опису службових даних, що формуються в процесі динамічного поліадичного кодування.*

**Ключові слова:** компресія відеоданих, динамічний поліадичний простір.

*The development cycles of a way of the code description of matrixes of the routeing made of indexes of MDPS levels are considered. The basic principle of the technology of distribution of numbers to levels of MDPS, formed on the basis of a principle of balance of volume and account of features of realistic images is mentioned. An experimental ground is conducted that the created method allows to save authenticity of the got information, and to provide the decline of volume of code definition of official data, formed in the process of the dynamic polyadical encoding.*

**Keywords:** compression of videodata, dynamic polyadical space.

Современное развитие мультимедийных приложений требует организации доставки видеoinформации с использованием как высокоскоростных, так и относительно низкоскоростных каналов связи. К последним можно отнести следующие системы: передача данных аэромониторинга с использованием бортовых летательных средств, цифровое телевидение DVB-H, технология EGPRS передачи данных в мобильных сетях, WiMAX [1]. Особенности передачи видео с использованием таких систем связаны с обеспечением дополнительного снижения битовой скорости [2; 3]. Следовательно, необходимо создавать технологии компрессии, позволяющие управлять коэффициентом компактного представления и вычислительными затратами на обработку. Для этого развивается направление

динамического сжатия изображений [2; 4]. Недостатки существующих подходов заключаются в наличии механизмов управления битовой скоростью на основе технологий статистического и психовизуального кодирования. Эффективность такого подхода снижается в случае обработки изображений с быстроменяющимися сценами. Значит, актуальным направлением научно-прикладных исследований является создание методов динамической компрессии, для которых в зависимости от свойств обрабатываемых массивов видеоданных обеспечивается сокращение статистической и структурной избыточности. Такое направление базируется на динамическом полиадическом кодировании [4; 5].

Отличие процессов динамической обработки видеоданных относительно статического случая заключается в необходимости учитывать информацию, накапливаемую в течение некоторого времени.

Количество  $Q_n^{(k)}$  разрядов на представление оснований многоуровневого дифференциального полиадического пространства (МДПП) находится по формуле

$$Q_D^{(k)} = \sum_{k=k_n}^0 \log_2 d_{\min}^{(k)} + \sum_{k=0}^{k_n} \log_2 d_{\max}^{(k)} + \sum_{k=k_n}^{k_n} \log_2 u_k, \quad (1)$$

где  $\sum_{k=k_n}^{k_n} \log_2 d_{\min}^{(k)}$ ,  $\sum_{k=k_n}^{k_n} \log_2 d_{\max}^{(k)}$  – суммарное количество разрядов на представление

соответственно минимальных и максимальных уровней многоинтервальной апер-

турной аппроксимации;  $u_k$  – номер  $k$ -го уровня МДПП;  $\sum_{k=k_n}^{k_n} \log_2 u_k$  – количество разрядов, отводимое на представление информации о номерах уровней МДПП.

Для сильнонасыщенных полноцветных реалистических изображений характерно наличие большого количества цветовых перепадов на границах мелких объектов и контурных линий. Это приводит к увеличению количества уровней дифференциального полиадического пространства. С другой стороны согласно выражению (1) количество  $K_T$  уровней МДПП влияет на увеличение объема  $Q_D^{(k)}$ , отводимого на представление служебной информации. Снижение объема  $Q_D^{(k)}$  диктует требование относительно сокращения количества уровней МДПП. Следовательно, существует противоречие между уменьшением объемов  $Q(\Omega)$  и  $Q_D^{(k)}$ . В данной статье для решения этого противоречия разрабатывается способ кодового описания матриц маршрутизации для индексов уровней МДПП.

Процесс построения МДПП связан с распределением элементов видеопоследовательности по уровням. Отсюда возникает необходимость формирования матриц  $U(t)$ , состоящих из величин  $u(t)_{ij}$ ,  $U(t) = \{u(t)_{ij}\}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$ ,  $t = \overline{1, T}$ . Элемент  $u(t)_{ij}$  является указателем номера  $u_k$  уровня МДПП, которому принадлежит элемент  $x(t)_{ij}$ . Образование матриц необходимо для:

– определения принадлежности обрабатываемых элементов видеопоследовательности к уровню МДПП для вычисления весовых коэффициентов в процессе динамического полиадического кодирования;

- безошибочного восстановления элементов динамического полиадического числа на приемной стороне;
- достоверного формирования исходных динамических диапазонов элементов видеоданных при переводе многоуровневого дифференциального представления.

Данные функции матриц лежат в основе маршрутизации процессов кодирования и декодирования видеопоследовательностей.

Для организации маршрутизации количество матриц  $U(t)$  и их размеры соответствуют количеству и размерам матриц  $X_t$ . Определение значений  $u(t)_{ij}$  проводится по схеме: если  $d_{\min}^{(k)} \leq x(t)_{ij} \leq d_{\max}^{(k)}$ , то  $u(t)_{ij} = u_k$ .

Введение матриц указателей влияет не только на достоверность получаемых данных, но и на увеличение объема сжатого представления изображений.

Поэтому *цель статьи* заключается в необходимости разработать способ представления матриц маршрутизации, обеспечивающий снижение затрат количества разрядов кодового описания служебных данных.

### Разработка способа представления матриц маршрутизации в процессе динамического сжатия изображений

Количество разрядов  $Q_U$  на представление матриц  $U(t)$  находится по формуле

$$Q_U = T m n \log_2 u_{\max} \quad (2),$$

где  $u_{\max}$  – количество значений (мощность алфавита), которые принимают величины  $u(t)_{ij}$ ;  $\log_2 u_{\max}$  – количество разрядов, отводимое на представление величины  $u_{\max}$ .

Из анализа соотношения (2) следует, что для дополнительного повышения степени сжатия, т.е. для сокращения значения величины  $Q_U$  необходимо снизить значение  $u_{\max}$ . Значение величины  $u_{\max}$  зависит от *принципа распределения номеров*  $u_k$  по уровням МДПП. При организации *распределения номеров* необходимо учитывать как принцип баланса объема, так и особенности реалистических изображений.

Принцип выполнения *баланса* объема заключается в том, что для сокращения количества разрядов на сжатое представление изображений требуется для уровней МДПП, соответствующих наибольшим значениям динамических диапазонов элементов видеопоследовательности, присваивать наименьшие значения номеров  $u_k$ .

Особенности реалистических изображений заключаются в:

- незначительном изменении цветового фона (свойство когерентности) для локальных областей слабо и средненасыщенных изображений;
- наличии резких отклонений (осцилляций) для ограниченного количества элементов изображений. В среднем для локальных фрагментов изображений количество резких цветовых перепадов, превышающих порог  $\Delta_k$ , не превышает трех скачков.

С учетом особенностей реалистических изображений *предлагается* присваивать наименьшие значения номеров  $u_k$  уровням МДПП, расположенным вблизи нулевого уровня  $k=0$  (табл. 1).



Таблиця 1. Розподілення номерів  $u_k$  по рівням МДПП

$k \backslash t$	1	2	3	4	5	6	7	8
8								15
7							13	13
6						11	11	11
5					9	9	9	9
4				7	7	7	7	7
3			5	5	5	5	5	5
2		3	3	3	3	3	3	3
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1
-1	2	2	2	2	2	2	2	2
-2		4	4	4	4	4	4	4
-3			6	6	6	6	6	6
-4				8	8	8	8	8
-5					10	10	10	10
-6						12	12	12
-7							14	14
-8								16

Согласно с принципом баланса объема предлагается верхним уровням для  $k > 1$  присваивать наименьшие значения  $u_k$  (табл. 1). Схема перераспределения задается соотношениями: 1) для  $k = 0$ ,  $u_k = 1$ ; 2) для  $k < 0$ ,  $u_k = 2|k|$ ; 3) для  $k = 1$ ,  $u_k = 0$ ; 4) для  $k \geq 2$ ,  $u_k = 2k - 1$ .

Предложенная схема распределения номеров с учетом особенностей изображений и динамических диапазонов элементов видеопоследовательности позволяет формировать для элементов наиболее часто встречаемых в видеопоследовательности меньшее количество разрядов на номер соответствующего уровня МДПП.

Статистическая оценка распределения количества элементов видеопоследовательности по уровням МДПП приведена в виде диаграммы зависимости величины  $|\Omega_{u_k}|$  от  $k$  для  $m = n = 8$  и  $T = 8$  на рис. 1.

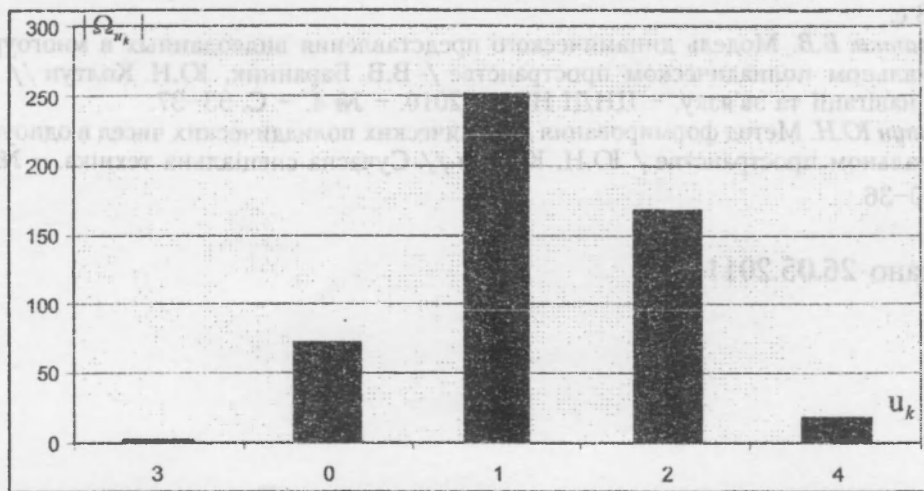


Рис. 1. Диаграммы зависимости  $|\Omega_{u_k}|$  от  $k$  для средненасыщенных реалистических изображений при  $m = n = 8$  и  $T = 8$

Из анализа диаграммы на рис. 1 вытекает, что до 90 % от общего количества элементов последовательности блоков видеоданных сосредоточены для трех уровней МДПП, а именно  $u_k = \overline{0, 2}$ .

#### Выводы

1. Разработан способ кодового описания матриц маршрутизации, составленных из индексов уровней МДПП. Такой способ базируется на технологии распределения номеров уровням МДПП, формируемой на основе:

- 1) принципа баланса объема, т.е. требуется для уровней МДПП, соответствующих наибольшим значениям динамических диапазонов элементов видеопоследовательности, присваивать наименьшие значения номеров  $u_k$ ;
- 2) учета особенностей реалистических изображений, а именно свойств когерентности и наличия всплесковых областей.

Предложенная схема распределения номеров с учетом особенностей изображений и динамических диапазонов элементов видеопоследовательности позволяет формировать для элементов наиболее часто встречаемых в видеопоследовательности меньшее количество разрядов на номер соответствующего уровня МДПП. Это позволяет сохранить достоверность получаемых данных, и обеспечить снижение объема кодового описания служебных данных, формируемых в процессе динамического полиадического кодирования.

2. Статистическая оценка распределения количества элементов видеопоследовательности по уровням МДПП для  $m = n = 8$  и  $T = 8$  позволила выявить, что до 90 % от общего количества элементов последовательности блоков видеоданных сосредоточены для трех уровней МДПП, а именно  $u_k = \overline{0, 2}$ . Что создает условия для эффективного использования предложенного способа кодового описания матриц маршрутизации в процессе динамического сжатия.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Вишневский В.М.* Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В.М. Вишневский, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. – М. : Техносфера, 2005. – 591 с.
2. *Баранник В.В.* Кодирование трансформированных изображений в инфокоммуникационных системах / В.В. Баранник, В.П. Поляков. – Х. : ХУПС, 2010. – 212 с.
3. *Гонсалес Р.* Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 1073 с.
4. *Баранник В.В.* Модель динамического представления видеоданных в многоуровневом дифференциальном полиадическом пространстве / В.В. Баранник, Ю.Н. Колтун // Системи управління, навігації та зв'язку. – ЦНДІ НіУ. – 2010. – № 4. – С. 33–37.
5. *Колтун Ю.Н.* Метод формирования динамических полиадических чисел в одноуровневом дифференциальном пространстве / Ю.Н. Колтун // Сучасна спеціальна техніка. – № 4(19). – 2010. – С. 30–36.

Отримано 26.05.2011

