

УДК 567.456

В.В. Баранник,
доктор технических наук, профессор
Ю.Н. Рябуха,
кандидат технических наук

ТРЕХМЕРНОЕ ПОЛИАДИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ В НАПРАВЛЕНИИ, НАЧИНАЯ С МЛАДШИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Обосновано, что показательным становится появление видеотелекоммуникационных сервисов, предоставляющих услуги трехмерного цифрового отображения высокого качества. Показана актуальность создания технологий обработки последовательности кадровых плоскостей, представляющих собой составляющие как одного полноцветного кадра, так и стереокадра.

Ключевые слова: трехмерные структуры видеоданных, полиадическое число.

Обґрунтовано, що показовою стає поява відеоінформаційних сервісів, що надають послуги тривимірного цифрового відображення високої якості. Показана актуальність створення технологій обробки послідовності кадрових площин, що є складовими як одного повнокольорового кадру, так і стереокадру.

Ключові слова: тривимірні структури відеоданих, поліадичне число.

It is proved, that indicative there is an occurrence of the video information services, rendering services of three-dimensional digital display of high quality. The urgency of creation of technologies of processing of sequence of the personnel planes representing components both one full-color of shot, as well as a stereoshot is shown.

Keywords: three-dimensional structures of video data, polyadic number.

Первое десятилетие XXI века характеризуется резким развитием технологий цифровой обработки данных. Здесь ключевую роль играют мультимедийные системы. Показательным становится появление видеотелекоммуникационных сервисов, предоставляющих услуги трехмерного цифрового отображения высокого качества [1–3]. Это неминуемо сопровождается резким всплеском нагрузки на инфокоммуникационные системы. В свою очередь, недостаточные характеристики инфокоммуникационных технологий являются своего рода препятствием для предоставления качественных видеотелекоммуникационных услуг.

Анализ различных подходов относительно устранения избыточности выявил, что дополнительное увеличение степени сжатия обеспечивается за счет учета структурных закономерностей одновременно по трем координатам [4; 5]. Это обусловлено необходимостью обрабатывать последовательности кадровых плоскостей, представляющих собой составляющие как одного полноцветного кадра, так и стереокадра. Здесь подразумевается возможность создания и развития технологий дополнительного снижения избыточности и сокращения сложности обработки на основе одновременного учета структурных закономерностей по трем координатам. Отсюда, *научная задача* заключается в разработке метода компрессии

структур видеокadra (СВК) без потери информации на основе устранения структурной избыточности в трехмерном пространстве.

В работах [4] предложен подход для кодирования, которое потенциально обеспечивает сокращение структурной избыточности в трехмерном пространстве. Однако основным недостатком такого подхода является то, что кодирование допускается проводить в направлении, начиная со старших элементов, и весовой коэффициент текущего элемента зависит от оснований всех последующих (необработанных элементов). Это приводит к усложнению процесса обработки. Поэтому предлагается разработать кодирование трехмерных полиадических чисел в направлении, начиная с младших элементов. В этом случае весовой коэффициент будет зависеть только от оснований предыдущих (обработанных) элементов СВК. Следовательно, *цель статьи* состоит в разработке метода кодирования элементов трехмерного полиадического числа за один проход для снижения времени обработки без потери информации.

Предлагается организовывать процесс кодирования в направлении, начиная с младших элементов на основе следующих этапов [4; 5]. Первый этап заключается в формировании кода для отдельных вертикалей трехмерной структуры данных (ТСД). Организация первого этапа задается выражениями:

- для первой вертикали ТСД $N_1^{(1,1)} = a_{1,1,1}$; $N_2^{(11)} = N_1^{(1,1)} + a_{1,1,2} \Psi_{1,1,1}$, где $N_1^{(1,1)}$, $N_2^{(1,1)}$ – значения кодов для вертикали с координатами (1; 1) соответственно для одного и двух элементов;
- для (j; i)-й вертикали ТСД, получим

$$N_1^{(j,i)} = a_{j,i,1}; \quad N_z^{(j,i)} = N_{z-1}^{(j,i)} + a_{j,i,z} \prod_{\gamma=1}^{z-1} \Psi_{j,i,\gamma}, \quad (1)$$

где $N_z^{(j,i)}$ – значение кода для z элементов (j; i)-й вертикали, т.е. значение кода $N_{n_c}^{(j,i)}$ для полной (j; i)-й вертикали ТСД (для всех $z=1, \overline{n_c}$ элементов (j; i)-й

вертикали) находится по формуле $N_{n_c}^{(j,i)} = N_{n_c-1}^{(j,i)} + a_{j,i,n_c} \prod_{\gamma=1}^{n_c} \Psi_{j,i,\gamma}$. Перед

формированием кода с учетом добавления очередного элемента проверяются

неравенства $V_z^{(j,i)} = \prod_{\gamma=1}^z \Psi_{j,i,\gamma} \leq 2^M - 1$ и $V_{n_c}^{(j,i)} = \prod_{\gamma=1}^{n_c} \Psi_{j,i,\gamma} \leq 2^M - 1$, где $V_z^{(j,i)}$, $V_{n_c}^{(j,i)}$ –

значения накопленных произведений оснований элементов ТСД для проверки на допустимость соответственно элементов $a_{j,i,z}$ и a_{j,i,n_c} .

Второй этап рекуррентного кодирования состоит в обобщении кодов отдельных вертикалей по строкам. Для этого используются следующие формулы:

- для столбца с индексом j получим

$$N_{1,n_c}^{(j)} = N_{n_c}^{(j1)}; \quad N_{i,n_c}^{(j)} = N_{i-1,n_c}^{(j)} + N_{n_c}^{(j,i)} \prod_{\gamma=1}^{n_c-1} \psi_{j\gamma} \prod_{\beta=1}^{i-1} V_{n_c}^{(j\beta)}, \quad (2)$$

где $N_{i,n_c}^{(j)}$ – значение кода-номера, сформированного для величин $N_{n_c}^{(j,\beta)}$, $\beta = \overline{1, i}$, принадлежащих j -у столбцу.

Проверка на допустимость добавления элемента $N_{n_c}^{(j,i)}$ проводится по правилу, заданному неравенством $V_{i,n_c}^{(j)} = \prod_{\beta=1}^i V_{n_c}^{(j,\beta)} = \prod_{\beta=1}^i \prod_{\gamma=1}^{n_c} \psi_{j,\beta,\gamma} \leq 2^M - 1$, где $V_{i,n_c}^{(j)}$ – накопленное произведение оснований элементов ТСД для i вертикалей по n_c элементов, принадлежащих j -у столбцу.

Третий этап служит для обобщения кодов $N_{n_{стр},n_c}^{(j)}$, вычисленных для отдельных столбцов в один код $N_{n_{стб},n_{стр},n_c}$ всей трехмерной структуре данных (ТСД). Процесс формирования величины $N_{n_{стб},n_{стр},n_c}$ задается следующими соотношениями:

1. Для j -го количества столбцов (вертикальных сечений) ТСД:

1) проверяется на допустимость добавления элемента $N_{n_{стр},n_c}^{(j)}$:

$$V_{j,n_{стр},n_c} = \prod_{\eta=1}^j V_{n_{стр},n_c}^{(\eta)} = \prod_{\eta=1}^j \prod_{\beta=1}^{n_{стр}} V_{n_c}^{(\eta\beta)} = \prod_{\eta=1}^j \prod_{\beta=1}^{n_{стр}} \prod_{\gamma=1}^{n_c} \psi_{\eta\beta\gamma} \leq 2^M - 1, \quad (3)$$

где $V_{j,n_{стр},n_c}$ – накопленное произведение оснований элементов ТСД для j -го количества вертикальных сечений.

2) в случае выполнения неравенства (3) вычисляется значение кода-номера $N_{j,n_{стр},n_c}$ соответствующего j -му количеству столбцов ТСД:

$$N_{1,n_{стр},n_c} = N_{n_{стр},n_c}^{(1)}; \\ N_{j,n_{стр},n_c} = N_{j-1,n_{стр},n_c} + N_{n_{стр},n_c}^{(j)} \prod_{\eta=1}^j \prod_{\beta=1}^{n_{стр}} \prod_{\gamma=1}^{n_c-1} \psi_{\eta\beta\gamma} \prod_{\eta=1}^{j-1} V_{n_{стр},n_c}^{(\eta)}, \quad (4)$$

где $\prod_{\eta=1}^j \prod_{\beta=1}^{n_{стр}} \prod_{\gamma=1}^{n_c-1} \psi_{\eta\beta\gamma} \prod_{\eta=1}^{j-1} V_{n_{стр},n_c}^{(\eta)}$ – весовой коэффициент элемента $N_{n_{стр},n_c}^{(j)}$.

2. По аналогии с выражениями (3) и (4) значение кода с учетом добавления элемента $N_{n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}^{(n_{\text{стб}})}$ определяется последовательностью формул:

$$V_{n_{\text{стб}}, n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}} = \prod_{\eta=1}^{n_{\text{стб}}} V_{n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}^{(\eta)} = \prod_{\eta=1}^{n_{\text{стб}}} \prod_{\beta=1}^{n_{\text{стр}}} V_{n_{\text{с}}}^{(\eta\beta)} = \prod_{\eta=1}^{n_{\text{стб}}} \prod_{\beta=1}^{n_{\text{стр}}} \prod_{\gamma=1}^{n_{\text{с}}} \Psi_{\eta\beta\gamma} \leq 2^M - 1, \quad (5)$$

$$N_{n_{\text{стб}}, n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}} = N_{n_{\text{стб}}-1, n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}} + N_{n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}^{(n_{\text{стб}})} \prod_{\eta=1}^{n_{\text{стб}}} \prod_{\beta=1}^{n_{\text{стр}}} \prod_{\gamma=1}^{n_{\text{с}}-1} \Psi_{\eta\beta\gamma} \prod_{\eta=1}^{n_{\text{стб}}-1} V_{n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}^{(\eta)},$$

где $V_{n_{\text{стб}}, n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}$ – накопленное произведение оснований элементов ТСД для $n_{\text{стб}}$ -

го количества вертикальных сечений; $\prod_{\eta=1}^{n_{\text{стб}}} \prod_{\beta=1}^{n_{\text{стр}}} \prod_{\gamma=1}^{n_{\text{с}}-1} \Psi_{\eta\beta\gamma} \prod_{\eta=1}^{n_{\text{стб}}-1} V_{n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}^{(\eta)}$ – весовой

коэффициент элемента $N_{n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}^{(n_{\text{стб}})}$; $N_{n_{\text{стб}}-1, n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}$ – значение кода, сформированного для $(n_{\text{стб}} - 1)$ -го количества вертикальных сечений.

При этом, поскольку код $N_{n_{\text{стб}}, n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}}$ сформирован для всех вертикальных сечений ТСД, то $N_{n_{\text{стб}}, n_{\text{стр}}, n_{\text{с}}} = N^{(v)}$.

Выводы. Разработано трехмерное полиадическое кодирование данных, начиная с младших элементов. Отличительной особенностью разработанного представления является то, что наибольший весовой коэффициент соответствует последнему элементу трехмерного полиадического числа.

Предложенное кодирование реализуется по схеме, когда код формируется в результате *поэтапного* обобщения отдельных укрупненных элементов (укрупненных по вертикалям, укрупненным по строкам и укрупненным по столбцам). Такая схема удобна в случае конвейерной реализации на спецустройствах.

Созданное трехмерное полиадическое кодирование осуществляет в реальном времени формирование кодовых комбинаций компактного представления видеокладов высокого пространственного разрешения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб. : Питер, 2006. – 958 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Баранник В.В. Структурно-комбинаторное представление данных в АСУ / В.В. Баранник, Ю.В. Стасев, Н.А. Королева. – Х. : ХУПС, 2009. – 252 с.
4. Баранник В.В. Сжатие данных на основе сокращения трехмерной структурной избыточности / В.В. Баранник, С.В. Карпенко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х. : НАКУ “ХАИ”. – 2007. – Вып. 38. – С. 177–187.
5. Barannik V.V. Method of the 3-D Image Processing / V.V. Barannik, S.V. Karpenko // Modern problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science. Proceedings of the International Conference TCSET'2008, Lviv-Slavsko, Ukraine, February 20–24, 2008. – P. 115–117.

Отримано 19.09.2013