

## **Метод формирования двоичных кодовых конструкций для эффективного синтаксического описания видеоинформационных ресурсов**

*Харьковский университет Воздушных Сил*

Показана необходимость обеспечения безопасности видеоинформационных ресурсов в системе аэромониторинга кризисных ситуаций. Изложена необходимость создания метода обработки сегментированных видеок кадров с учетом наличия контурной информации. Обоснована необходимость организации стратегии неравномерного выделения количества бит для кодирования кодовых значений контурированных видеопоследовательностей в двоичное пространство. Создано соответствие режима двоичного кодирования в системе генерирования двухбазисных биадических чисел. Изложены основные этапы разработки правила двоичного кодирования, базирующегося на соотношении между максимальным количеством разрядов на двоичное кодирование кодового значения контурированной видеопоследовательности сегмента видеок кадра. Доказано, что для определения максимального количества разрядов на двоичное кодирование не требуется знание дополнительной служебной информации.

**Ключевые слова:** безопасность видеоинформационного ресурса, контурная информация видеок кадра, двухбазисное биадическое число.

### **1. Введение**

Практический опыт предупреждения и локализации кризисных ситуаций показывает, что актуальным является организация процесса поддержки и принятия решений на основе видеоинформационного обеспечения с использованием дистанционных средств аэромониторинга. В тоже время здесь существует ряд объективных факторов [1; 2], включая: ограниченность массогабаритных и энергетических возможностей бортовых комплексов; значительная удаленность от центров принятия решений. Как следствие формируются угрозы нарушения категорий информационной безопасности относительно доступности и целостности видеоинформационного ресурса (ВИР) [2]. Это приводит к наличию проблемы обеспечения безопасности ВИР в системах аэромониторинга кризисных ситуаций.

Направлением решения сформулированной проблемы является создание технологий и методов информативного синтаксического представления семантического содержания видеок кадров. Для повышения доступности и целостности видеоинформационного ресурса предлагается выполнять последовательность этапов адаптивной обработки сегментов видеоснимков с введением интеллектуального анализа, а именно [2 – 4]: обнаружение и локализация семантически значимой информации в видеоизображениях; выполнение сегментного анализа видеоизображений с идентификацией семантической сложности по степени насыщенности контурами; создание адаптивной дифференцированной обработки сегментов видеоизображений с учетом идентификации степени информативности их семантического содержания.

Здесь одной из ключевых составляющих является создание метода обработки сегментов видеок кадров с учетом наличия контурной информации. Полученный таким образом, сегмент разделяется на контурированные видеопоследовательности [5]. В работе [5] строится подход для обработки контурированных видеопоследовательностей (КВП), который базируется на дополнительном выявлении закономерностей  $\Psi^{(1)}$ , основанных на учете

локально-контурных свойств КВП сегмента видеокadra. При этом необходимо учитывать, что:

- 1) контурированная видеопоследовательность формируется на основе незначимой и контурной составляющих;
- 2) структурные характеристики для синтаксического описания незначимой и контурной составляющих КВП потенциально имеют существенные отличия.
- 3) незначимая и контурная составляющие КВП несут значительно отличающуюся семантическую нагрузку;
- 4) характеристики, используемые для описания локальных структурных закономерностей не должны снижать эффективность синтаксического представления КВП относительно стандартного позиционного подхода.

Отсюда выявление локально-контурных свойств  $\Psi(\xi)^{(1)}$  КВП *предлагается* осуществлять на основе учета ограниченного локального перепада  $\delta(\xi)_{i,n}^{(max)}$  как для незначимой составляющей, так и локального контурного перепада  $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(max)}$  для контурной составляющей.

Данные характеристики определяются как максимальные приращения для незначимой и контурной составляющих. В этом случае функционал  $F(\Psi^{(r)})$  будет задаваться соответственно следующими выражениями:

$$\delta(\xi)_{i,n}^{(max)} = \max_{2 \leq j \leq r(\xi)_{i,n}} \delta(\xi)_{i,n}^{(j)}; \quad \delta(\xi)_{i,\delta}^{(max)} = \max_{r(\xi)_{i,n}+1 \leq j \leq r(\xi)_{i,\delta}} \delta(\xi)_{i,\delta}^{(j)},$$

где  $\delta(\xi)_{i,n}^{(j)}$  - локальное приращение между смежными элементами незначимой составляющей для  $\xi$ -й видеопоследовательности,  $j = \overline{1, r(\xi)_{i,n}}$ , т.е.

$\delta(\xi)_{i,n}^{(j)} = |a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|$ ,  $j = \overline{1, r(\xi)_{i,n}}$ ;  $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(j)}$  - локальное приращение между смежными базовыми элементами для  $\xi$ -й видеопоследовательности,  $j = \overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_{i,\delta}}$ , т.е.

$$\delta(\xi)_{i,\delta}^{(j)} = |a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|, \quad j = \overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_{i,\delta}}.$$

Соответственно для данного подхода создания информативного синтаксического представления видеокadров необходимо разработать метод двоичного кодового образования в двухбазисном биадическом пространстве, что и является *целью исследований статьи*.

## 2. Основной материал

### Разработка метода двоичного кодового образования в двухбазисном биадическом пространстве

Кодовое значение  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  контурированной видеопоследовательности  $A'(\xi)_i^{(k,\ell)}$  зависит от ряда параметров, к которым относятся следующие: компоненты векторов оснований  $\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  и  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ ; длина  $r(\xi)_{i,n}$  незначимой составляющей КВП; количество  $r(\xi)_{i,o}$  опорных элементов; количество  $r(\xi)_{i,\delta}$  контурных элементов.

С другой стороны в зависимости от содержания маски контурной информации и от яркостных характеристик контурированных сегментов значения данных параметров будет изменяться. Это приводит неравномерности значений кодов  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  для разных контурированных видеопоследовательностей, т.е.

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) \xrightarrow{\xi:i} \text{var}.$$

В связи с чем, для кодобразования величин  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  в двоичное пространство требуется использовать стратегию неравномерного выделения количества бит. При этом необходимо обеспечивать *соотношение* между

исключением внесения количества кодовой избыточности и потерями целостности по причине не соответствия режима двоичного кодообразования.

Для установления такого соответствия сформулируем и докажем следующую теорему.

**Теорема (о соответствии режима двоичного кодообразования в системе ДББЧ).** Значение кода  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  контурированной видеопоследовательности для заданных значений параметров  $\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$ ,  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ ,  $r(\xi)_{i,n}$ ,  $r(\xi)_{i,o}$  и  $r(\xi)_{i,\delta}$ , ограничена сверху величиной  $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$ :

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) \leq W(\xi)_i^{(k,\ell)} = (\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} - 1 \quad (1)$$

где  $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$  - количество двухбазисный биадических чисел с ограничениями  $\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$ ,  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ ,  $r(\xi)_{i,n}$ ,  $r(\xi)_{i,o}$  и  $r(\xi)_{i,\delta}$ .

**Доказательство.** В соответствии с четвертым свойством ДББЧ и выражение для кодового значения  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  разбивается на два слагаемых  $E(A(\xi)_{i,o/k}^{(k,\ell)})$  и  $E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)})$ , т.е.

$$\begin{aligned} E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) &= E(A(\xi)_{i,o/k}^{(k,\ell)}) + E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}) = \\ &= \sum_{\tau=1}^{r(\xi)_{i,o}-1} a_{i,\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}-\tau} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} + \\ &\quad + \sum_{\tau=r(\xi)_{i,n}+1}^{r(\xi)_i} a_{i,\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}+r(\xi)_{i,n}-\tau}, \end{aligned} \quad (2)$$

каждое из которых представляет собой кодовое значение для биадических чисел, сформированных соответственно для незначимой  $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  в условиях наличия контурной составляющей и контурной  $A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  составляющих КВП.

Поскольку вес контурной составляющей КВП равен  $(\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}}$ , то кодовое значение  $E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)})$  незначимой составляющей  $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  в независимости от наличия контурной составляющей будет задаваться формулой

$$E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}) = \sum_{\tau=1}^{r(\xi)_{i,o}-1} a_{i,\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}-\tau}.$$

В свою очередь, по свойствам биадического представления кодовые значения  $E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)})$  и  $E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)})$  в соответствующих базисах  $\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  и  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  будут иметь такие ограничения сверху:

$$E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}) \leq W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)} - 1 = (\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}} - 1; \quad (3)$$

$$E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}) \leq W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} - 1 = (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} - 1. \quad (4)$$

Здесь  $W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$ ,  $W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  - количество комбинаций, которое можно составить соответственно для генерирования незначимых последовательностей по базису  $\{\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,o}\}$  и для генерирования контурных последовательностей по базису  $\{\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,\delta}\}$ .

Запишем теперь выражение (2) для значения  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  с учетом соотношений для кодов  $E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)})$  и  $E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)})$ , и получим

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) = E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}) (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} + E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}) =$$

$$= E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}) W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} + E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}) . \quad (5)$$

В свою очередь как показывает анализ соотношения (5), данная запись соответствует кодовому значению для укрупненного двухэлементного биадического числа  $\{E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}); E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)})\}$  с основаниями, соответственно задаваемыми неравенствами (3) и (4), т.е.

$$W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)} = (\delta(\xi)_{i,\eta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}} ; W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} = (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} .$$

Тогда согласно свойствам биадического числа для значения  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  как кода биадического числа  $\{E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}); E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)})\}$  верхним ограничением является следующая величина:

$$\begin{aligned} E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) &= E(A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}) W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} + E(A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}) \leq W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)} W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} - 1 = \\ &= (\delta(\xi)_{i,\eta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} - 1 . \end{aligned}$$

На основе соотношения (1), доказанного в теореме можно определить максимальное количество  $V(\xi)_{i,\max}^{(k,\ell)}$  разрядов на двоичное кодирование  $L(\xi)_i^{(k,\ell)}$  кодового значения  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  для  $\xi$  -й контурированной видеопоследовательности  $i$  -й строки  $(k; \ell)$  -го сегмента видеокadra. Данное выражение имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} V(\xi)_{i,\max}^{(k,\ell)} &= [\log_2 W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)} W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} - 1] + 1 = [\log_2 ((\delta(\xi)_{i,\eta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} - 1)] + 1 \approx \\ &\approx \log_2 (\delta(\xi)_{i,\eta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}} + \log_2 (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} = r(\xi)_{i,o} \log_2 (\delta(\xi)_{i,\eta}^{(\max)} + 1) + r(\xi)_{i,\delta} \log_2 (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1) . \end{aligned}$$

В данном случае правило  $F(L(\xi)_i^{(k,\ell)})$  формирования двоичного кодового представления  $L(\xi)_i^{(k,\ell)}$  задается соотношением:

$$F(L(\xi)_i^{(k,\ell)}) : \{E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i); W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}; W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}\} \rightarrow L(\xi)_i^{(k,\ell)} .$$

Для определения величины  $V(\xi)_{i,\max}^{(k,\ell)}$  согласно доказанной теореме не требуется знание дополнительной служебной информацией. Используется служебные данные, которые необходимы для непосредственно вычисления кодового значения  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$ . Соответственно служебными данными будут  $\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$ ,  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ ,  $r(\xi)_{i,\eta}$ ,  $r(\xi)_{i,o}$  и  $r(\xi)_{i,\delta}$  (рис. 1.).

#### Служебная часть кодограммы синтаксического описания КВП

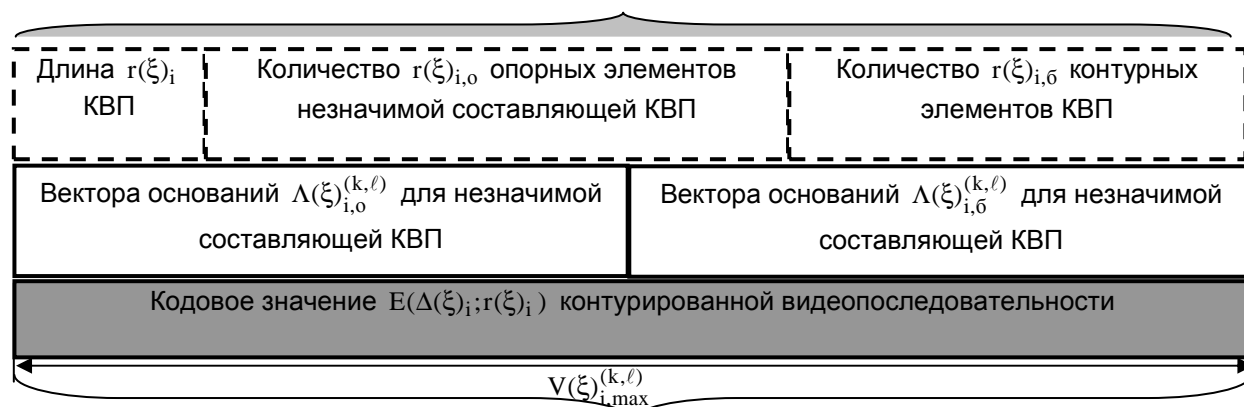


Рис. 1. Структура кодограммы информативного синтаксического описания  $(\xi)$  -й КВП

Служебная информация делится на две группы (рис. 1.):

- в первую группу входят сведения, которые формируются в процессе обработки сегмента на других этапах, но используется и для ДББЧ представления. Сюда относится следующая информация: длина  $r(\xi)_i$  КВП; количество  $r(\xi)_{i,0}$  опорных элементов незначимой составляющей КВП; количество  $r(\xi)_{i,\delta}$  контурных элементов КВП (на рис. 1. такие блоки выделены пунктиром);

- вторую группу образует служебная информация, которая непосредственно образуется в процессе двухбазисного биадического кодирования. К ней относится: вектора оснований  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$ ,  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  соответственно для незначимой и контурной составляющих КВП.

### 3. Выводы

1. Обоснована необходимость организации стратегии неравномерного выделения количество бит для кодирования значений контурированных видеопоследовательностей в двоичное пространство. Это обеспечит соотношение между исключением внесения количества кодовой избыточности и потерями целостности по причине не соответствия режима двоичного кодообразования.

2. Создано соответствие режима двоичного кодообразования в системе генерирования двухбазисных биадических чисел на основе учета того, что значение кода контурированной видеопоследовательности для заданных значений параметров структурных локально-пространственных ограничений ее незначимой и базовой составляющих, ограничена сверху величиной, равной количеству двухбазисных биадических чисел с ограничениями.

3. Разработано правило двоичного кодообразования, базирующееся на соотношении между максимальным количеством разрядов на двоичное кодообразование кодового значения контурированной видеопоследовательности сегмента видеокadra. Доказано, что для определения максимального количества разрядов на двоичное кодообразование не требуется знание дополнительной служебной информацией. Используются служебные данные, которые необходимы для непосредственно вычисления кодового значения КВП.

4. Показано, что в процессе двоичного кодообразования в двухбазисном биадическом пространстве используются две группы служебной информации, а именно:

- в первую группу входят сведения, которые формируются в процессе обработки сегмента на других этапах, но используется и для ДББЧ представления;

- вторую группу образует служебная информация, которая непосредственно образуется в процессе двухбазисного биадического кодирования.

### Список литературы

1. Кашкин, В. Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений [Текст] : конспект лекций / В. Б. Кашкин. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 121 с.

2. Баранник, В. В. Методологический анализ системы аэрокосмического видеомониторинга чрезвычайных ситуаций [Текст] / В. В. Баранник, А. В. Яковенко, А. Ю. Школьник // Сучасна спеціальна техніка. – 2011. – № 4 (27). – С. 12 – 22.

3. . Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон. – М: Техносфера, 2004. – 368 с.

4. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений. – М.: Вузовская книга, 2011. – 320 с.

5. Баранник В.В. Метод интеллектуальной обработки государственных видеoinформационных ресурсов для повышения их семантической целостности в системах мониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // Захист інформації. – 2015. - №2. – С. 32 – 40.

Поступила в редколлегию 14.05.2015

## **Метод формування двійкових кодових конструкцій для ефективного синтаксичного опису відеоінформаційних ресурсів**

Показано необхідність забезпечення безпеки відеоінформаційних ресурсів у системі аеромоніторингу кризових ситуацій. Викладена необхідність створення методу обробки сегментованих відеокадрів з урахуванням наявності контурної інформації. Обґрунтовано необхідність організації стратегії нерівномірного виділення кількості біт для кодоутворення кодових значень контурованих відеопослідовностей в двійковий простір. Створено відповідність режиму двоїчного кодоутворення в системі генерування двохбазисних біадичних чисел. Викладено основні етапи розробки правила двійкового кодоутворення, що базується на співвідношенні між максимальною кількістю розрядів на двоїчне кодоутворення кодового значення контурованих відеопослідовностей сегмента відеокадра. Доведено, що для визначення максимальної кількості розрядів на двоїчне кодоутворення не вимагається знання додаткової службової інформації.

**Ключові слова:** безпека відеоінформаційного ресурсу, контурна інформація відеокадру, двохбазисне біадичне число.

## **The method of binary structures formation for effective syntactic description videoinformation resources**

The necessity to ensure the videoinformation resources safety of aeromonitoring system in a crisis situation. It stated the need to establish a method of processing videoframes segmented based on the availability of contour information. The necessity of a strategy of uneven allocation of the bits number for the code values codebuilding contoured videosequences in binary space. Create the appropriate binary mode codebuilding system generating bibasic biadical numbers. The basic stages of development of the rules of binary codebuilding, based on the ratio between the maximum numbers of digits in the binary code value codebuilding contoured video sequence of a video segment. It is proved that to determine the maximum number of digits in the binary codebuilding not require knowledge of additional service information.

**Keywords:** secure videoinformation resource, contour information of a video, bibasic biadical number.