

# Інфокомунікаційні системи

УДК 621.327:681.5

В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

## МЕТОД ОЦЕНКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДВУХБАЗИСНОГО БИАДИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КОНТУРИРОВАННОЙ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

*Показана актуальность использования дистанционных мобильных систем видеомониторинга как одной из ключевых для совершенствования технологий аэромониторинга кризисных ситуаций. Выявлено, что существуют значительные риски относительно безопасности видеоинформационного ресурса в процессе функционирования систем аэромониторинга. Показано, что одним из ключевых направлений развития систем информационного обеспечения является увеличение эффективности технологий обработки видеоданных для бортовых комплексов, в русле обеспечения необходимой семантической целостности ВИР и повышение оперативности его доставки. Вариантом таких технологий является метод обработки контурированных сегментов на основе сохранения семантической информации с использованием двухбазисного биадического представления. В этом случае сегменты видеокadra разбиваются на контурированные видеопоследовательности, представляющие собой две составляющие: незначимую и контурированную (базовую). Излагаются основные этапы разработки метода оценки информативности синтаксического представления контурированной видеопоследовательности на основе двухбазисного биадического кодирования. Метод основан на построении аналитических выражений для оценки: синтаксической плотности, т.е. оценки информативности синтаксического представления без учета семантической нагрузки сегмента; величины относительного выигрыша (коэффициент прироста) по синтаксической плотности относительно плотности исходного представления.*

**Ключевые слова:** видеомониторинг, контурированная видеопоследовательность, двухбазисное биадическое число, синтаксическая плотность.

### Введение

**Постановка проблемы и анализ литературы.** Развитие информационных, радиотехнических и телекоммуникационных технологий послужило расширению сфер использования дистанционных мобильных систем видеомониторинга. Концепция создания таких систем закладывается как одна из ключевых для совершенствования технологий аэромониторинга кризисных ситуаций [1]. Практический опыт показывает резкий рост применения данных систем для дистанционного сбора информации о предупреждении и локализации чрезвычайных ситуаций (пожары, наводнения), техногенных катастроф. В свою очередь, повышается важность видеоинформационных ресурсов (ВИР), на основе обработки и анализа которых принимаются соответствующие решения. Формируются требования относительно доступности и целостности (ВИР). В то же время, в реальности существуют значительные риски относительно безопасности ВИР в процессе функционирования систем аэромониторинга [1; 2]. Такие риски в значительной мере обусловлены наличием дисбаланса между, с одной стороны, требованиями относительно повышения качества, достоверности видеоинформации и оперативности ее доставки, а с другой стороны – недостаточными возможностями бортовых комплексов по обработке и передачи информации. Это диктует на-

личие **проблемы** относительно необходимости повышения безопасности ВИР в системах аэромониторинга кризисных ситуаций. Решение данной проблемы требует целого комплекса мероприятий по повышению эффективности технического, информационного, программного обеспечения функционирования средств аэромониторинга [1; 2]. Одним из ключевых направлений такого развития является увеличение эффективности технологий обработки видеоданных для бортовых комплексов. Главные задачи здесь состоят в обеспечении необходимой семантической целостности ВИР и повышение оперативности его доставки. Учитывая особенности бортовых комплексов, наиболее приоритетным направлением развития методов обработки дистанционно формируемого ВИР являются технологии, включающие следующие механизмы:

- построение синтаксического представления, направленного на сохранение семантической информации, являющейся важной с позиции целевых задач мониторинга;

- обработка, направленная на сохранение в первую очередь контурной информации;

- идентификация сегментов по степени их семантической нагрузки.

Для реализации данных механизмов создаются методы обработки данных, содержащие такие этапы как [3; 4]:

1) интеллектуальная обработка ВИР, направленная на идентификацию степени информативности семантического содержания сегментов видеокадра;

2) синтез метрики оценки семантической сложности сегмента ВИР по его контурной информации;

3) адаптивная дифференцированная обработка идентифицированных сегментов ВИР с учетом степени их семантической информативности.

Вариантом построения технологий обработки контурированных сегментов на основе сохранения семантической информации являются методы двухбазисного представления [4; 5]. В этом случае сегменты видеокадра разбиваются на контурированные видеопоследовательности, представляющие собой две составляющие: незначимую и контурированную (базовую). Соответственно для оценки эффективности такого синтаксического представления ВИР необходимо разработать метод оценки информативности. Это и составляет *цель исследований статьи*.

### Разработка метода оценки информативности двухбазисного биадического представления контурированных видеопоследовательностей

Предлагается строить информативное синтаксически представление контурированных видеопоследовательностей на основе выявления структурных закономерностей, обусловленных ограничениями на локально-пространственные характеристики [5]. В связи с чем *предлагается* задавать ограничения  $\delta(\xi)_{i,o}^{(j)}$  на характеристику локального структурного приращения для незначимой составляющей  $A(\xi)_{i,n}^{(k,\ell)}$  учитывая локально-пространственные зависимости только между опорными элементами, т.е. [5].

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

С учетом чего обобщенная характеристика локально-пространственных особенностей незначимой составляющей для КВП находится по формуле

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

где  $\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)}$  – максимальное значение для вектора локально-пространственных изменений для элементов последовательности  $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$ .

В этом случае структурные ограничения на элементы последовательности  $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  будут задаваться следующей системой формул:

$$\begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,o}^{(1)} = H(\xi)_{i,o} - 1 = \max_{1 \leq j \leq r(\xi)_{i,o}} a_{i,j}^{(k,\ell)}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,o}}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,o}}. \end{cases} \quad (3)$$

В результате выявления ограничений, заданных соотношениями (1) – (3), КВП  $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  будет представлять собой позиционное число с локально-пространственным  $\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)}$  и контурно-локальным  $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)}$  ограничениями на значения элементов, соответственно дадим следующее определение.

**Определение.** Контурированная видеопоследовательность  $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$ , на элементы составляющих которой накладываются ограничения, описываемые для незначимой и контурной составляющих соответственно системами (3), называется *позиционным числом с локально-контурными ограничениями* (ПЧ ЛКО).

Тогда элементы такого позиционного числа будут иметь неоднородный динамический диапазон, а именно с учетом аппроксимации незначимой составляющей получим, что:

1. Первый опорный элемент  $a_{i,1}^{(k,\ell)}$  незначимой составляющей  $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  будет изменяться в пределах  $a_{i,1}^{(k,\ell)} \in [0; H(\xi)_{i,o} - 1]$ . Откуда его динамический диапазон  $\lambda(\xi)_{i,1}^{(k,\ell)}$  будет равен:

$$\lambda(\xi)_{i,1}^{(k,\ell)} = H(\xi)_{i,o} = \max_{1 \leq j \leq r(\xi)_{i,o}} a_{i,j}^{(k,\ell)} + 1.$$

2. Значения остальных опорных элементов  $a_{i,j}^{(k,\ell)}$ ,  $j = \overline{2, r(\xi)_{i,o}}$ , принадлежащих  $(\xi)$ -й незначимой составляющей КВП будут изменяться в следующих пределах:

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

Откуда динамический диапазон  $\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)}$  опорных элементов  $a_{i,j}^{(k,\ell)}$  относительно предыдущего элемента  $a_{i,j-1}^{(k,\ell)}$  незначимой составляющей КВП вычисляется как  $\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} + 1$ , для  $j = \overline{2, r(\xi)_{i,n}}$ .

3. Начальный элемент  $a_{i,r(\xi)_{i,n}+1}^{(k,\ell)}$  контурной составляющей  $A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  в соответствии с локально-контурным подходом для описания КВП будет ограничен сверху величиной  $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)}$ , равной величине граничного перепада (контраста) между незначимой и контурной составляющими, т.е.

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

Соответственно динамический диапазон  $\lambda(\xi)_{i,r(\xi)_{i,n}+1}^{(k,\ell)}$  элемента  $a_{i,r(\xi)_{i,n}+1}^{(k,\ell)}$  находится как

$$\lambda(\xi)_{i,r(\xi)_{i,n}+1}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1 =$$

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

4. Последующие значения элементов  $a_{i,j}^{(k,\ell)}$  базовой составляющей  $A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ ,  $j = \overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_{i,\delta}}$  с учетом выявленного контурного локального перепада  $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)}$  будут задаваться неравенством:

$$a_{i,j-1}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} \leq a_{i,j}^{(k,\ell)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)},$$

$$j = \overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_{i,\delta}}.$$

Следовательно, динамический диапазон  $\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)}$  контурных элементов относительно друг друга будет вычисляться с помощью выражения:

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1 \text{ для } j = \overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_{i,\delta}},$$

значит, в результате аппроксимации контурированной видеопоследовательности позиционным числом с ЛКО, формируется вектор  $\Lambda(\xi)_i^{(k,\ell)}$  оснований:

$$\Lambda(\xi)_i^{(k,\ell)} = \{ \lambda(\xi)_{i,1}^{(k,\ell)} = H(\xi)_{i,0};$$

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1; \lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1 \};$$

$$\lambda(\xi)_{i,1}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1,$$

характеризующийся следующими особенностями:

- 1) основания для незначимой составляющей зависят от степени когерентности между ее опорными элементами;
- 2) основания для контурной составляющей определяются локальным перепадом на границе составляющих КВП и степенью неоднородности яростного описания контурной последовательности);
- 3) значения оснований для незначимой и контурной составляющими КВП, имеют различное семантическое и структурное происхождение, и могут значительно отличаться друг от друга.

В виду чего, контурированную видеопоследовательность допускается рассматривать как совокупность двух позиционных чисел с ЛКО, каждое из которых имеет два основания. В тоже время позиционное число с двумя основаниями определяется как биадическое число [4]. Согласно чему КВП рассматривается как совокупность двух биадических чисел. Здесь требуется учитывать, что эти биадические числа формируются двумя независимыми друг от друга базисами оснований  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  и  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ , т.е.

$$\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)} = \{ \lambda(\xi)_{i,1}^{(k,\ell)} = H(\xi)_{i,0};$$

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1 \}; \quad (4)$$

$$\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} = \{ \lambda(\xi)_{i,1}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1;$$

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1 \}, \quad (5)$$

где  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  и  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  – вектор оснований соответственно для незначимой и контурной состав-

ляющих КВП. Поэтому предлагается сформулировать следующее определение КВП.

*Определение.* Контурированная видеопоследовательность  $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$ , представляемая совокупностью биадических чисел  $A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$ ,  $A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ , имеющими базисы оснований  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  и  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ , задаваемые соответственно выражениями (4) и (5), называются *двухбазисными биадическими числами (ДББЧ)*. Векторы базисов оснований  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  и  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  можно представить соответственно системами выражений:

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = \begin{cases} H(\xi)_{i,0}, & \rightarrow j = 1; \\ 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1, & \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,0}}; \end{cases}$$

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = \begin{cases} 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1, & \rightarrow j = r(\xi)_{i,n} + 1; \\ 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1, & \rightarrow j = \overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_{i,\delta}}. \end{cases}$$

Сформулированное определение КВП дается по аналогии с аппроксимацией видеопоследовательности двумя базисными функциями. Первый базис формируется для незначимой составляющей  $A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  КВП с параметрами  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$ ,  $r(\xi)_{i,n}$ ,  $v(\xi)_i$ . Второй базис формируется для контурной составляющей  $A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  КВП с параметрами  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ ,  $r(\xi)_{i,\delta}$ . Данные параметры с одной стороны определяются локальным характером в составляющих КВП и на ее перепаде, а другой стороны имеют интерпретацию как основания позиционного числа. На основе созданной интерпретации КВП вытекают следующие свойства ее двухбазисного описания:

*Первое свойство.* Две составляющие  $A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  и  $A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  КВП в позиционном плане являются независимыми, т.е. отсутствует пересечение позиций элементов  $A(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} \cup A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$ .

*Второе свойство.* Количество комбинаций  $W(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  и  $W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ , которое можно составить соответственно для генерирования незначимых последовательностей по базису  $\{ \Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,0} \}$  и для генерирования контурных последовательностей по базису  $\{ \Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,\delta} \}$ , не зависят друг от друга.

Тогда суммарное количество комбинации  $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$ , которое допустимо сгенерировать для КВП  $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$ , как двухбазисного биадического числа, будет определяться следующим соотношением:

$$W(\xi)_i^{(k,\ell)} = W(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)} \cdot W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}. \quad (12)$$

*Третье свойство.* Индексация комбинаций для множества  $\Omega(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  допустимых незначимых со-

ставляющих и множества  $\Omega(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  допустимых контурных составляющих осуществляется независимо друг от друга. Следовательно, лексикография множеств  $\Omega(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  и  $\Omega(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  проводится независимо друг от друга.

*Четвертое свойство.* Старшими элементами ДББЧ согласно правилам формирования КВП являются элементы незначимой составляющей. В соответствии с третьим свойством индекс общей КВП во множестве  $\Omega(\xi)_i^{(k,\ell)}$  допустимых ДББЧ образуется как сумма индексов в соответствующем множестве  $\Omega(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  и  $\Omega(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ , пронумерованных в согласовании с унифицированным лексикографическим правилом.

Проведем оценку синтаксической плотности, т.е. оценку информативности синтаксического представления без учета семантической нагрузки сегмента, на основе представления контурированной видеопоследовательности двухбазисными биадическими числами. Для этого требуется определить степень информативности синтаксического представления контурированной видеопоследовательности или вес  $V(\xi)_i^{(k,\ell)}$  эффективного синтаксического представления КВП на основе построения ДББЧ. Вес КВП предлагается определять как двоичный логарифм от количества ее допустимых состояний. Количество допустимых состояний определяется как количество  $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$  допустимых комбинаций. В случае представления контурированной видеопоследовательности в виде ДББЧ с количеством допустимых КВП будет равно количеству допустимых ДББЧ в обобщенном базисе

$$\{(\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,o}); (\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,\delta})\}.$$

Найдем в начале допустимое количество  $W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  биадических чисел для базиса  $\{\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,o}\}$  и количество  $W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  биадических чисел для базиса  $\{\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,\delta}\}$ . В соответствии с тем, что биадическое представление относится к семейству позиционных кодов, то получим формулы для оценки величин  $W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  и  $W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ :

$$W(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)} = \prod_{j=1}^{r(\xi)_{i,o}} \lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = H(\xi)_{i,o} (2\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}-1},$$

$$W(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} = \prod_{j=1}^{r(\xi)_{i,\delta}} \lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = (2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1)(2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}-1};$$

После чего, используя второе свойство ДББЧ относительно определения суммарного количества  $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$  комбинаций допустимых КВП, получим такое соотношение:

$$W(\xi)_i^{(k,\ell)} = \prod_{j=1}^{r(\xi)_{i,o}} \lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} \cdot \prod_{j=1}^{r(\xi)_{i,\delta}} \lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = H(\xi)_{i,o} (2\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}-1} \times (2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1)(2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}-1}.$$

Откуда вес  $V(\xi)_i^{(k,\ell)}$  эффективного синтаксического представления КВП на основе построения двухбазисного биадического описания будет равен:

$$V(\xi)_i^{(k,\ell)} = [\log_2 H(\xi)_{i,o} (2\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}-1} \times (2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1)(2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}-1}] + 1. \quad (6)$$

Тогда выражение для оценки синтаксической плотности  $\eta(\xi)_{i,\text{син}}^{(k,\ell)}$  для  $\xi$ -й КВП задается следующим образом:

$$\eta(\xi)_{i,\text{син}}^{(k,\ell)} = r(\xi)_i / V(\xi)_i^{(k,\ell)}. \quad (7)$$

Анализ выражения (6) для оценки синтаксической плотности информативного представления контурированной видеопоследовательности с учетом того, что потенциально величина  $\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)}$  локально-пространственного ограничения для незначимой области будет меньше, чем величина  $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)}$  локально-контурного перепада базовой составляющей, позволяет заключить следующее:

- синтаксическая плотность в данном случае трактуется как отрезок длины контурированной видеопоследовательности, описываемый одним битом двухбазисного биадического представления. Чем выше синтаксическая плотность, тем более эффективное представление КВП;

- синтаксическая плотность представления КВП на основе ДББЧ увеличивается с ростом длины незначимой составляющей, увеличением длины участка интерполяции, снижения значений локально-пространственных ограничений для незначимой и контурной составляющих;

- обеспечивается управление значением синтаксической плотности описания КВП за счет выбора количества опорных элементов незначимой составляющей;

- повышение плотности синтаксического представления КВП достигается в случае выбора двух опорных элементов, т.е.  $r(\xi)_{i,o} = 2$ .

Оценим теперь вес  $V^{(k,\ell)}$  эффективного синтаксического представления сегмента и соответствующую синтаксическую плотность  $\eta_{\text{син}}^{(k,\ell)}$ . Здесь используется, что количество контурированных видеопоследовательностей в  $i$ -й строке сегмента видеокadra равно  $v(i)_{\text{КВП}}$ , а линейный размер сегмента видеокadra равен  $v_{\text{см}}$ . Тогда базируясь на соотношениях (6) и (7) для величин  $V(\xi)_i^{(k,\ell)}$  и  $\eta(\xi)_{i,\text{син}}^{(k,\ell)}$ , соответственно получим:

$$V^{(k,\ell)} = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{\xi=1}^{v(i)_{квп}} V(\xi)_i^{(k,\ell)} =$$

$$= \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{\xi=1}^{v(i)_{квп}} [(l \log_2 H(\xi)_{i,o} (2\delta(\xi)_{i,o}^{(max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}-1} \times$$

$$\times (2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1)(2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}-1} + 1];$$

$$\eta_{син}^{(k,\ell)} = v_{cm} \cdot v_{cm} / \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{\xi=1}^{v(i)_{квп}} V(\xi)_i^{(k,\ell)}.$$

Обоснование эффективности представления КВП на основе двухбазисного биадического описания проводится по следующим показателям:

Величина относительного выигрыша (коэффициент  $k(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)}$  прироста плотности) по синтаксической плотности относительно плотности исходного представления в %:

$$k(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)} = (\eta(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)} - \eta(\xi)_{i,исх}^{(k,\ell)}) 100\% / \eta(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)},$$

где  $\eta(\xi)_{i,исх}^{(k,\ell)}$  – плотность исходного синтаксического представления КВП, равная:

$$\eta(\xi)_{i,исх}^{(k,\ell)} = r(\xi)_i / V(\xi)_{i,исх}^{(k,\ell)}.$$

Рассмотрим оценку минимального количества избыточности  $Q(\xi)_{i,min}^{(k,\ell)}$ , сокращаемой в результате двухбазисного биадического представления КВП относительно исходного синтаксического описания.

Рассмотрим оценку минимального количества избыточности  $Q(\xi)_{i,min}^{(k,\ell)}$  по формуле:

$$Q(\xi)_{i,min}^{(k,\ell)} = \frac{b r(\xi)_i - V(\xi)_i^{(k,\ell)}}{b r(\xi)_i} \times 100\%,$$

где  $V(\xi)_{i,исх}^{(k,\ell)}$  – количество бит (количество информации) для исходного синтаксического описания КВП;  $b$  – количество бит, отводимое на представление элемента КВП.

Если в выражении для оценки коэффициента  $k(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)}$  заменить величины  $\eta(\xi)_{i,исх}^{(k,\ell)}$  и  $\eta(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)}$  соответственно на

$$\eta(\xi)_{i,исх}^{(k,\ell)} = r(\xi)_i / V(\xi)_{i,исх}^{(k,\ell)};$$

$$\eta(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)} = r(\xi)_i / V(\xi)_i^{(k,\ell)},$$

то после преобразования получим оценку количества избыточности  $Q(\xi)_{i,min}^{(k,\ell)}$ . Значит, коэффициент прироста (эффективности) по синтаксической плотности равен минимальному количеству избыточности, которое потенциально сокращается в результате эффективного синтаксического представления КВП.

Из рассмотрения формулы (6) следует, что отношение  $(V(\xi)_i^{(k,\ell)} / r(\xi)_i)$  представляет собой количество  $\bar{V}(\xi)_i^{(k,\ell)}$  бит эффективного синтаксического представления, приходящегося на один эле-

мент КВП. С учетом чего выражение для коэффициента  $k(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)}$  и  $Q(\xi)_{i,min}^{(k,\ell)}$  примет вид

$$k(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)} = Q(\xi)_{i,min}^{(k,\ell)} = 1 - \frac{\bar{V}(\xi)_i^{(k,\ell)}}{b} \times 100\%.$$

Анализ данного выражения позволяет заключить, что коэффициент эффективности по синтаксической плотности будет больше нулевого уровня, т.е.  $k(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)} = Q(\xi)_{i,min}^{(k,\ell)} > 0\%$ . Откуда следует вывод об эффективности созданного подхода относительно формирования синтаксического описания контурированной видеопоследовательности.

Оценка коэффициента  $k(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)}$  в зависимости от: длины  $r(\xi)_i$  КВП; длины  $r(\xi)_{i,n}$  незначимой составляющей; количества  $r(\xi)_{i,o}$  опорных элементов, значения  $\delta(\xi)_{i,o}^{(max)}$  локально-пространственного ограничения для незначимой составляющей, значения  $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(max)}$  локального контурного перепада для контурной составляющей, представлена в виде графиков на рис. 1.

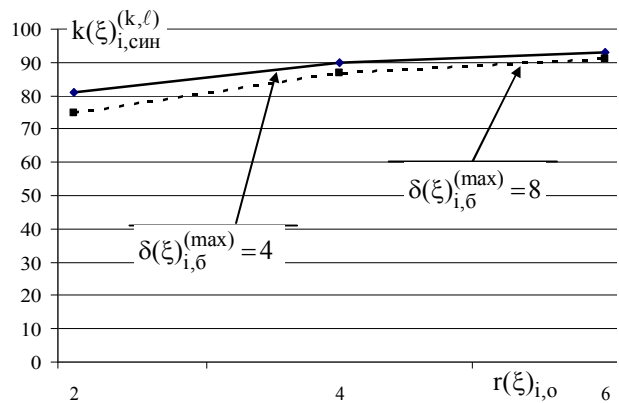


Рис. 1. Зависимость величины  $k(\xi)_{i,син}^{(k,\ell)}$  от параметров двухбазисного биадического представления

Данные оценки проводились на основе теоретической и экспериментальной обработки сегментов реальных аэроснимков с разной степенью семантической информативностью. Анализ графиков на рис. 1 позволяет сделать следующие заключения:

1) прирост по синтаксической плотности (минимальное количество потенциально устранимой избыточности) для ДББЧ представления относительно исходного синтаксического описания КВП достигает 90%. При уменьшении значений локально-пространственных ограничений в два раза коэффициент прироста по синтаксической плотности повышается на 15%;

2) для варианта отсутствия режима интерполяции незначимой составляющей значение коэффициента прироста по синтаксической плотности достигает 70%.

Поэтому можно сделать вывод о наличии потенциала для разработанного подхода относительно

представлення КВП двухбазисними біадическими числами для создания ефективного синтаксического представлення.

## Выводы

1. Обоснована інтерпретація синтаксического представлення контурованной видеопоследовательности в виде двухбазисного біадического числа, для которого формируются два базиса оснований. Данные параметры, с одной стороны, определяются локальным характером в составляющих КВП и на ее перепаде, а другой стороны, имеют интерпретацию как основания позиционного числа.

2. Разработан метод оценки информативности синтаксического представлення контурованной видеопоследовательности на основе двухбазисного біадического кодирования. Метод основан на построение аналитических выражений для оценки:

1) синтаксической плотности, т.е. оценки информативности синтаксического представлення без учета семантической нагрузки сегмента. В этом случае определяется степень информативности синтаксического представлення контурованной видеопоследовательности или вес эффективного синтаксического представлення КВП на основе построения ДББЧ;

2) величины относительно выигрыша по синтаксической плотности относительно плотности исходного представлення.

3. Проведенная оценка коэффициента прироста по синтаксической плотности, позволяет сделать следующие заключения:

1) прирост по синтаксической плотности для ДББЧ представлення относительно исходного синтаксического описания КВП достигает 90%. При уменьшении значений локально-пространственных ограничений в два раза коэффициент прироста по синтаксической плотности повышается на 15%.

2) для варианта отсутствия режима интерполяции незначимой составляющей значение коэффициента прироста по синтаксической плотности достигает 70%.

## Список литературы

1. Кашкин В.Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений [Текст]: конспект лекций / В.Б. Кашкин. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 121 с.
2. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон. – М.: Техносфера, 2004. – 368 с.
3. Рябуха Ю.Н. Наукоемкие технологии в инфокоммуникациях: обработка и защита информации: коллективная монография / Под редакцией В.В. Баранника, В.М. Безрука. – Х.: Компания СМІТ, 2013. – 398 с.
4. Баранник В.В. Структурно-комбинаторное представление данных в АСУ / В.В. Баранник, Ю.В. Стасев, Н.А. Королева. – Х.: ХУПС, 2009. – 252 с.
5. Рябуха Ю.Н. Метод повышения доступности видеоинформационного ресурса / Ю.Н. Рябуха, Р.И. Акимов, Р.В. Тарнополов // Вторая между. НПК [“Проблемы информатизации”], (Киев, 2014) / ГУТ, Киев, 2014. – С. 9.

Поступила в редколлегию 30.04.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасев, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## МЕТОД ОЦІНКИ ІНФОРМАТИВНОСТІ ДВОХБАЗИСНОГО БІАДИЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ КОНТУРОВАНОЇ ВІДЕОПОСЛІДОВНОСТІ

В.В. Баранник, Ю.М. Рябуха

Показана актуальність використання дистанційних мобільних систем відео моніторингу, як однієї з ключових для вдосконалення технології аеромоніторингу кризових ситуацій. Виявлено, що існують значні ризики щодо безпеки відеоінформаційного ресурсу в процесі функціонування систем аеромоніторингу. Показано, що одним з ключових напрямків розвитку систем інформаційного забезпечення є збільшення ефективності технологій обробки відеоданих для бортових комплексів, в руслі забезпечення необхідної семантичної цілісності VIP і підвищення оперативності його доставки. Варіантом таких технологій є метод обробки контурованих сегментів на основі збереження семантичної інформації з використанням двохбазисного біадичного представлення. У цьому випадку сегменти відеокадру розбиваються на контуровані відеопослідовності, що представляють собою дві складові: незначну і контурну (базову). Викладаються основні етапи розробки методу оцінки інформативності синтаксичного представлення контурованої відеопослідовності на основі двохбазисного біадичного кодування. Метод заснований на побудові аналітичних виразів для оцінки: синтаксичної щільності, тобто оцінки інформативного синтаксичного представлення без врахування семантичного навантаження сегмента; величини відносного виграшу (коефіцієнт приросту) по синтаксичній щільності щодо щільності вихідного представлення.

**Ключові слова.** відеомоніторинг, контурована відеопослідовність, двохбазисне біадичне число, синтаксична щільність.

## METHOD ASSESSMENT OF THE INFORMATION BIBASIC BIADICALY PRESENTATION CONTOURED VIDEO SEQUENCE

V.V. Barannik, Yu.N. Ryabukha

The urgency of the use of remote video monitoring of mobile systems as a key technology for improvement aeromonitoring crises. It is revealed that there are significant risks concerning the safety video information resource in the operation of systems aeromonitoring. It is shown that one of the key directions of development of information management systems is to increase the effectiveness of video processing technologies for airborne systems, in line with the need to ensure semantic integrity of VIR and increase efficiency of delivery. A variation of such technology is a method of treating contoured segments on the basis of the preservation of semantic information using bibasic biadicaly presentation. In this case, the video frame are divided into segments contoured video sequences, which are two components: non-significant and contoured (base). Outlines the basic steps of developing a method for estimating informative syntactic representation of the video sequence based on the contoured bibasic biadicaly coding. The method is based on building the analytical expressions for the evaluation: syntactic density, estimating informative syntactic representation without semantic load segment; the relative win (growth rate) of syntactic density relative to the density of the original submission.

**Keywords:** Video monitoring, contoured video sequence bibasic biadicaly numbers syntactic density.