

УДК 621.327:681.5

В. В. БАРАННИК, Ю. Н. РЯБУХА

Харьковский университет Воздушных Сил, Украина

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА В СИСТЕМЕ АЭРОМОНИТОРИНГА КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОКАДРОВ

Излагается разработка метода создания информативного синтаксического представления статических видеоинформационных ресурсов. Данный метод основан на следующих концептуальных составляющих: композиции незначимой и контурной составляющих яркостного описания сегмента как контурированной видеопоследовательности; сегментации видеокадра по контурированным видеопоследовательностям (КВП) на основе информации о маске контурной информации; аппроксимации контурированной видеопоследовательности двухбазисным биадическим числом с ограничениями на локально-пространственные характеристики КВП; технологии двухбазисного биадического кодирования. Проводится обоснование необходимости организации стратегии неравномерного выделения количества бит для кодообразования кодовых значений контурированных видеопоследовательностей в двоичное пространство. Создается правило двоичного кодообразования, базирующееся на соотношении между максимальным количеством разрядов на двоичное кодообразование кодового значения контурированной видеопоследовательности сегмента видеокадра. Доказывается, что для определения максимального количества разрядов на двоичное кодообразование не требуется знание дополнительной служебной информации.

Ключевые слова: аэромониторинг, безопасность информации, дистанционный видеоинформационный ресурс, информативность синтаксического описания, двухбазисное биадическое число.

Введение

Эффективность функционирования систем управления в кризисных ситуациях во многом зависит от качества информационного обеспечения. При этом ключевое место в системе видеоинформационного обеспечения занимает аэромониторинг (АЭРМ) с использованием беспилотных бортовых комплексов [1, 2]. В этом случае видеоинформационный ресурс, формируемый на бортовых комплексах системы аэромониторинга кризисных ситуаций, является державным дистанционным видеоинформационным ресурсом (ДДВИР), обладающий следующими особенностями: имеет значимое влияние на эффективность управления в кризисных ситуациях (КС); отличается удаленностью формирования ВИР относительно пунктов анализа, дешифровки и принятия решений [2 – 5]. Соответственно нарушение характеристик оперативности доведения видеоинформации, ее достоверности и конфиденциальности есть суть потери безопасности государственной информации и снижение эффективности информационного обеспечения.

В тоже время, система аэромониторинга сама по себе является критичной относительно внутрен-

них и внешних условий функционирования. Следовательно, существует угроза потери безопасности дистанционных видеоинформационных ресурсов и, как следствие, снижение эффективности видеоинформационного обеспечения систем управления в КС с использованием АЭРМ [3 – 5]. Для решения вопросов текущего мониторинга (проведение доразведки) на первый план по актуальности и значимости выходят такие категории информационной безопасности как доступность и целостность дистанционного видеоинформационного ресурса [4; 5].

Поэтому в процессе обеспечения информационного обеспечения (информационного превосходства) систем управления в кризисных ситуациях с использованием беспилотных летательных средств комплекса аэромониторинга существует следующая иерархия противоречий:

1) противоречие на уровне информационного обеспечения с использованием беспилотных комплексов АЭРМ. С одной стороны существует возможность повысить скрытность и живучесть бортового комплекса и снизить вероятность угрозы потери источника ДВИР. С другой стороны повышаются угрозы потери безопасности ДВИР по категориям целостности и доступности, как наиболее актуальных и значимых для аэромониторинга кризисных

ситуаций военной и мирной специфики;

2) уровень обеспечения безопасности ДВИР на технологическом уровне конструирования и проектирования системы обеспечения безопасности информации, включая информационные технологии и методы обработки ДВИР. С одной стороны существует возможность повысить целостность ДВИР. С другой стороны происходит увеличение вероятности угрозы потери доступности ДВИР в системе АЭРМ с использованием БПЛА.

Значит, можно утверждать, что существует **актуальная научно-прикладная проблема**, состоящая в необходимости повышения безопасности дистанционного державного видеоинформационного ресурса аэромониторинга с использованием БПЛА.

Как показал системный анализ существующие теоретические основы и методы не обеспечивают требуемого уровня безопасности ДВИР по категориям целостности и доступности с учетом комплекса уязвимостей процесса информационного обеспечения с использованием беспилотных бортовых средств, а именно [3 – 8]:

1) не обеспечивают возможность для локализации комплекса угроз потери безопасности ДВИР в условиях проведения АЭРМ в кризисных ситуациях;

2) существует противоречие, состоящее в том, что снижение уровня одних угроз приводит к повышению актуальности и значимости угроз другой группы;

3) не устраняют и не локализируют дисбаланс между обеспечением категорий доступности и целостности ДВИР;

4) технологии и методы обработки для бортовых комплексов недостаточно эффективны для информационного обеспечения даже при отсутствии атак злоумышленника.

В тоже время:

- повышаются требования к эффективности информационного обеспечения систем управления ВСУ в кризисных ситуациях;

- повышается актуальность и значимость угроз потери безопасности дистанционного видеоинформационного ресурса до **критического уровня** по категориям целостности и доступности в условиях аэромониторинга с использованием ДПЛА в кризисных ситуациях с учетом наличия противоборства сторон.

Поэтому **цель исследований** заключается в разработке концептуального метода повышения безопасности дистанционного видеоинформационного ресурса в системе аэромониторинга кризисных ситуаций на основе интеллектуальной обработки видеокладов.

Построение концепции обработки дистанционных видеоинформационных ресурсов

В результате проведения идентификации сегментов видеоклада создаются знания о степени семантической информативности сегментов по их контурной информации. Поэтому в основе метода обработки видеокладов **предлагается** положить концепцию создания информативного синтаксического описания идентифицированных сегментов с учетом степени их семантической информативности с сохранением необходимой контурной информации. В этом случае требуется обеспечить соответствие между степенью семантической информативности сегмента и уровнем информативности его синтаксического описания. Для этого требуется реализовать автоматическое управление технологической линией обработки сегмента с учетом оценки степени его семантической информативности для обеспечения повышения целостности и доступности позиционных компонент видеоинформационного ресурса.

Поэтому метод интеллектуальной обработки ВИР с учетом оценки степени информативности семантического содержания видеоснимка и последующей автоматической адаптивной обработкой, направленной на сохранение ключевой контурной информации, **предлагается** строить на основе реализации следующих базовых этапов:

1) создание функционального преобразования $\Psi^{(1)}$ относительно выявления ограничений для синтаксического представления сегмента $S(\xi)_i^{(k,\ell)}$, обеспечивающих автоматическую настройку уровня синтаксической информативности относительно степени семантической информативности сегментов;

2) синтез функционального преобразования $F(\Psi^{(1)}) = \{F(\Psi_{i,0}^{(k,\ell)}); F(\Psi_{i,\delta}^{(k,\ell)})\}$ относительно метода выявления множества закономерностей $\Psi^{(1)}$:

$$F(\Psi^{(1)}): \{S(\xi)_i^{(k,\ell)}; M(\xi)_{i,kl}^{(k,\ell)}\} \rightarrow \Psi^{(1)};$$

3) разработка функционального преобразования $F(\Psi^{(1)})_k^{(1)}$, задающего метод кодирования (синтаксического преобразования, соответствующего семантического содержания) ВИР с учетом множества $\Psi^{(1)}$ выявленных закономерностей, задается как:

$$F(\Psi^{(r)})_k^{(r)}: \{S; M_{kl}; \Psi^{(r)}\} \rightarrow W;$$

4) формирование технологии $F(L)$ двоичного кодообразования.

В тоже время вопросы создания автоматической настройки уровня синтаксической информа-

тивности относительно степени семантической информативности сегментов находятся в недостаточной проработке.

Поэтому для выявления закономерностей $\Psi^{(r)}$ синтаксического и семантического представления сегмента важно выбрать такую его структуру, чтобы обеспечивалась возможность выявить наибольшее количество закономерностей: не только стандартных, но и новых структурной природы [6].

Для выделения особенностей обработки сегмента с учетом маски контурной информации предлагается ввести структурную единицу (СЕ). В качестве СЕ предлагается формировать контурированную видеопоследовательность $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$, состоящую из двух компонент (рис. 1): незначимой последовательности $A(\xi)_{i,n}^{(k,\ell)}$; контурной (базовой) последовательности $A(\xi)_{i,\bar{b}}^{(k,\ell)}$.

В этом случае контурированная видеопоследовательность будет состоять из смежных серий незначимых и контурных элементов строки сегмента видеокadra, т.е. $A(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_{i,\bar{b}}^{(k,\ell)} \cup A(\xi)_{i,n}^{(k,\ell)}$.

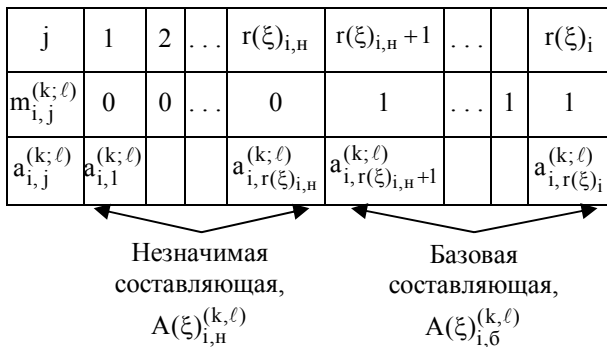


Рис. 1. Схема позиционирования опорных и незначимых элементов в сегменте видеокadra

Здесь $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$ - ξ -я контурированная видеопоследовательность для i -й строки $(k;\ell)$ -го сегмента видеокadra; $A(\xi)_{i,n}^{(k,\ell)}$ - ξ -я незначимая последовательность для i -й строки $(k;\ell)$ -го сегмента видеокadra; $A(\xi)_{i,\bar{b}}^{(k,\ell)}$ - ξ -я базовая (контурная) последовательность для i -й строки $(k;\ell)$ -го сегмента видеокadra.

Смешанный подход относительно построения КВП позволяет учитывать характер контурных переходов. В свою очередь это обеспечит выявление информации о величине контурных перепадов.

Каждую структурную серию элементов контурированного описания сегмента предлагается харак-

теризовать следующими параметрами: длиной серии; величиной локального перепада; уровнем диапазона значений начального элемента серии.

Такой подход, основанный на выявлении контурированных видеопоследовательностей в отличие от существующих позволяет:

1) дополнительно появляется возможность выявить закономерность на локальный контурный перепад. А значит это даст возможность для сохранения такой информации (информации о границе контура) и, следовательно, повышения целостности;

2) описывать яркостные характеристики контурной информации сегмента в соответствии с его маской;

3) учитывать в процессе формирования информативного синтаксического представления различные виды избыточности, обусловленные статистическими, структурными и психовизуальными закономерностями;

4) управлять режимами формирования кодовых конструкций равномерной и неравномерной длины как для фиксированного, так и для плавающего (переменного) размера контурированной видеопоследовательности;

5) осуществлять устранение избыточности на основе интегрирования нескольких закономерностей, выявляемых в контурированной видеопоследовательности;

6) обеспечить учет сведений, содержащихся в маске контурной информации сегмента, с сохранением семантической целостности;

7) обеспечить возможность адаптации процесса выявления структурных закономерностей с учетом неравномерного взаимного позиционирования контурных элементов в маске;

8) учесть, с одной стороны, необходимость сохранения информации о контурной составляющей КВП, а, с другой стороны, возможность проводить обработку незначимой составляющей с коррекцией, учитывающей требования системы аэромониторинга.

На основе предложенной топологии строится контурированный сегмент. Составляющей синтаксического представления $S^{(k,\ell)}$ сегмента является совокупность контурированных видеопоследовательностей, т.е.

$$S^{(k,\ell)} = \{S(\xi)_1^{(k,\ell)}, \dots, S(\xi)_i^{(k,\ell)}, \dots, S(\xi)_{v_{cm}}^{(k,\ell)}\};$$

$$S(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_i^{(k,\ell)}.$$

Здесь $S(\xi)_i^{(k,\ell)}$ - синтаксическое описание ξ -й составляющей для i -й строки контурированного сегмента $S^{(k,\ell)}$ на основе формирования контурированных видеопоследовательностей $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$.

Построение функционального преобразования $F(\Psi^{(1)})^{(1)}$ для КВП *предлагается* формировать на основе аппроксимации контурированной видеопоследовательности с использованием позиционного подхода.

В этом случае функционал $F(\Psi^{(1)})^{(1)}$ создается для следующих условий:

1) наличие ограничений на структурные характеристики составляющих КВП с учетом динамических диапазонов элементов;

2) возможность управлять синтаксической информативностью сегмента в зависимости от уровня коррекции с учетом зрительного восприятия.

Особенность аппроксимации на основе использования позиционных систем заключается в том, что вся КВП $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$ заменяется ее кодовым эквивалентом в допустимом множестве. Это позволяет повысить уровень информативности синтаксического описания видеокадра.

Разработка метода создания информативного синтаксического представления КВП на основе двухбазисного биадического кодирования

Для создания эффективного синтаксического представления, контурированная видеопоследовательность представляется в виде двухбазисного биадического числа $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$,

$A(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} \cup A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$, длиной $r(\xi)_i'$, на основе функционала выявления ограничений $F(\Psi^{(1)}) = \{F(\Psi_{i,o}^{(k,\ell)}); F(\Psi_{i,\delta}^{(k,\ell)})\}$, а именно:

1) первый биадический базис $\{\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,o}\}$, где функционал $F(\Psi_{i,o}^{(k,\ell)})$:

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

$$H(\xi)_{i,o} = \max_{1 \leq j \leq r(\xi)_{i,o}} a_{i,j}^{(k,\ell)} + 1, \quad (2)$$

$$\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} = \max_{2 \leq j \leq r(\xi)_{i,o}} (|a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|), \quad (3)$$

$$r(\xi)_{i,o} = \lceil r(\xi)_{i,n} / (v(\xi)_i + 1) \rceil, \quad (4)$$

задает ограничения на элементы $a_{i,j}^{(k,\ell)}$, $j = \overline{1, r(\xi)_{i,o}}$ допустимых незначимых составляющих (биадических чисел $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$,

$A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)} = \{a_{i,1}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,j}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,r(\xi)_{i,o}}^{(k,\ell)}\}$, описываемых следующей системой формул:

$$\Psi_{i,o}^{(k,\ell)}: \begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,o}^{(1)} = H(\xi)_{i,o} - 1; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \\ \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,o}}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \\ \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,o}}; \end{cases} \quad (5)$$

2) второй биадический базис $\{\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,\delta}\}$, описываемый соотношениями в соответствии с функционалом $F(\Psi_{i,\delta}^{(k,\ell)})$:

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = \begin{cases} 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1, \\ \rightarrow j = r(\xi)_{i,n} + 1; \\ 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1, \\ \rightarrow j = \overline{r(\xi)_{i,n} + 2, r(\xi)_i}; \end{cases} \quad (6)$$

$$\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} = |a_{i,r(\xi)_{i,n}+1}^{(k,\ell)} - a_{i,r(\xi)_{i,n}}^{(k,\ell)}|; \quad (7)$$

$$\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} = \max_{r(\xi)_{i,n} + 1 \leq j \leq r(\xi)_i} (|a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|); \quad (8)$$

$$r(\xi)_i = r(\xi)_{i,n} + r(\xi)_{i,\delta}, \quad (9)$$

задает ограничения на элементы $a_{i,j}^{(k,\ell)}$, $j = \overline{r(\xi)_{i,n} + 2, r(\xi)_i}$ допустимых незначимых составляющих (биадических чисел $A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$), описываемых следующей системой формул:

$$\Psi_{i,\delta}^{(k,\ell)}: \begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)}, \\ \rightarrow j = r(\xi)_{i,n} + 1; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \\ \rightarrow j = \overline{r(\xi)_{i,n} + 2, r(\xi)_i}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \\ \rightarrow j = \overline{r(\xi)_{i,n} + 2, r(\xi)_i}. \end{cases} \quad (10)$$

Здесь $r(\xi)_i'$ - длина контурированной видеопоследовательности $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$ с интерполяцией незначимой составляющей, $r(\xi)_i' = r(\xi)_{i,o} + r(\xi)_{i,\delta}$; $v(\xi)_i$ - длина аппроксимируемого участка; $\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)}$, $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)}$ - значения локальных контурных перепадов соответственно для незначимой и базовой (контурной) составляющей ξ -й КВП; $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)}$ - контурное приращение на границе

между незначимой и контурной составляющей КВП, $j = r(\xi)_{i,n} + 1$; $H(\xi)_{i,n}$ - диапазон значений элементов незначимой составляющей для ξ -й КВП.

В этих условиях сформулируем и докажем следующую теорему для формирования кодового идентификатора синтаксического представления контурированной видеопоследовательности [5].

Теорема о кодовом значении КВП (формировании функционала $F(\Psi^{(1)})^{(1)}$). Кодовое значение $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$ для неравномерной контурированной видеопоследовательности $A'(\xi)_i^{(k,\ell)}$ с маской $M(\xi)_i^{(k,\ell)}$ по опорным элементам с учетом вектора $\Delta(\xi)_i$ локальных контурных перепадов для варианта, когда индексация элементов КВП проводится без привязки к текущей позиции в строке, т.е. индексация элементов проводится внутри ξ -й контурированной видеопоследовательности, определяется по следующему соотношению [5]:

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) = \sum_{\tau=1}^{r(\xi)_{i,o}-1} a_{i,\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}-\tau} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} + \sum_{\tau=r(\xi)_{i,n}+1}^{r(\xi)_i} a_{i,\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}+r(\xi)_{i,n}-\tau}. \quad (11)$$

Здесь $\Delta(\xi)_i$ - вектор локальных контурных перепадов для КВП

$$\Delta(\xi)_i = \{ \delta(\xi)_{i,n}^{(\max)}; \delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} \}.$$

По результатам исследований можно сделать следующий вывод. Разработан метод создания информативного синтаксического представления статических видеoinформационных ресурсов. Данный метод основан на следующих концептуальных составляющих: композиции незначимой и контурной составляющих яркостного описания сегмента как контурированной видеопоследовательности; технологии двухбазисного биадического кодирования, обеспечивающее формирование кодового значения информативного синтаксического представления для неравномерной контурированной видеопоследовательности с маской по опорным элементам с учетом вектора локальных контурных перепадов.

Рассмотрим теперь этап, связанный с построением двоичных кодовых конструкций для эффективного синтаксического описания $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$. Здесь необходимо разработать правило $F(L(\xi)_i^{(k,\ell)})$ формирования двоичного кодового представления $L(\xi)_i^{(k,\ell)}$ для кодовых конструкций $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$.

Построение метода формирования двоичных кодовых конструкций для эффективного синтаксического описания

Как следует из выражений (11) 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 будут изменяться. Это приводит к неравномерности значений кодов $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$ для разных контурированных видеопоследовательностей.

В связи с чем, для кодообразования 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 несоответствия режима двоичного кодообразования.

Для установления такого соответствия сформулируем и докажем следующую теорему [5].

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 $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$ [5]:

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) \leq W(\xi)_i^{(k,\ell)} = (\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} - 1, \quad (12)$$

где $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$ - количество двухбазисных 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 $r(\xi)_{i,\delta}$.

На основе соотношения (12), доказанного в теореме, можно определить максимальное количество $V(\xi)_{i,\max}^{(k,\ell)}$ разрядов на двоичное кодообразование $L(\xi)_i^{(k,\ell)}$ кодового значения $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$ для

ξ -й контурованної видеопоследовательности i -й строки $(k; \ell)$ -го сегмента видеокадра. Данное выражение имеет следующий вид:

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

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

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

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

На основе проведенных исследований формируются следующие заключения:

1. Обоснована необходимость организации стратегии неравномерного выделения количества бит для кодообразования кодовых значений контурованных видеопоследовательностей в двоичное пространство.

2. Разработано правило двоичного кодообразования, базирующееся на соотношении между максимальным количеством разрядов на двоичное кодообразование кодового значения контурованной видеопоследовательности сегмента видеокадра. Доказано, что для определения максимального количества разрядов на двоичное кодообразование не требуется знание дополнительной служебной информации.

В результате интеграции созданного метода обработки ДВИР для бортовых комплексов как составляющей системы повышения безопасности дистанционных видеоресурсов обеспечивается следующее:

1. Разработанный метод (РМ) обработки ВИР с интеллектуальной идентификацией их семантического содержания обеспечивает возможность для сохранения целостности сегментов видеокадров, что проявляется в следующем:

1) выигрыш для РМ относительно стандартизированных технологий (СтМ) в стратегии квантования 1 достигается на уровне 7 дБ для сегментов с незначимой семантической нагрузкой и 50 дБ для сегментов со значимой семантической нагрузкой [5];

2) в динамике оценки сегментов для РМ более 90% сегментов попадают под нижний допустимый критический уровень ПОСШ. При этом сегменты со значимой семантической нагрузкой на 100% попадают выше уровня максимальной критической границы ПОСШ. Для СтМ в трубу по нижнему критическому уровню ПОСШ попадают только сегменты с незначимой семантикой контекста и только в режиме потери целостности.

2. Разработанный метод формирования информативного синтаксического описания видеокадров с интеллектуальной идентификацией семантической информативности обеспечивает условия для сохранения целостности аэрофотоснимков с различной степенью насыщенности деталями и разным ландшафтом. Это проявляется в том, что для разработанного метода в режиме 1 [5] вероятность потери целостности видеоинформационных ресурсов по динамике обработки сегментов со значимой семантической информативностью не превышает 5%, а с достаточно информативной семантической нагрузкой не превышает 3%. Наоборот, для стандартизированных технологий синтаксического представления видеокадров вероятности потери целостности соответственно принимают значения от 40 до 60% и от 35 до 55%.

3. Для разработанного метода относительно стандартизированных технологий по доступности к ВИР достигаются следующие результаты:

1) разработанный метод в режиме 2 [5] обеспечивает выигрыш по доступности к ВИР относительно стандартизированных технологий со второй стратегией квантования, а именно: для низкоскоростных каналов в от 2 до 3 раз; для среднескоростных радиоканалов от 15 до 30%;

2) разработанный метод в режиме 1 [5] обеспечивает выигрыш по доступности к ВИР относительно стандартизированных технологий со второй стратегией квантования, а именно: для низкоскоростных радиоканалов для кадров с низкой степенью насыщенности в среднем на 30%.

Заключення

Создан *концептуальний метод* підвищення безпеки дистанційного відеоінформаційного ресурсу в системі аеромоніторингу кризових ситуацій на основі інтелектуальної обробки відеокадрів. Отличительними характеристиками метода являються:

1) создание эффективного синтаксического представления видеокадров с учетом знаний, полученных в результате интеллектуальной обработки их семантического содержания;

2) формирование кодового идентификатора синтаксического представления для неравномерной контурированной видеопоследовательности с маской по опорным элементам с учетом вектора локальных контурных перепадов для варианта, когда индексация элементов проводится без привязки к текущей позиции в строке сегмента;

3) построение метода кодирования двухбазисных биадических чисел с учетом свертки кодовых составляющих незначимой и контурной составляющих КВП в единое число на основе функционала, задающего признак идентификации позиций элементов относительно незначимой и контурной составляющих;

4) метод формирования двоичных кодовых конструкций для эффективного синтаксического описания на основе стратегии неравномерного кодообразования кодовых значений контурированных видеопоследовательностей из двухбазисного биадического в двоичное пространство;

5) метод верификации концепций обработки ВИР на основе двухаспектной совместимости, а именно: технологических аспектов двух концепций обработки статических ВИР относительно поддержки выполнения условия доступности и целостности на уровне формирования информативных составляющих кодовых конструкций синтаксического описания; обработки служебных данных для двух концептуальных составляющих системы обработки статических ВИР.

Это обеспечивает формирования информативного синтаксического представления видеокадра с заданным уровнем семантической целостности и доступности видеоинформационного ресурса.

Литература

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

2. Бурячок, В. Л. *Завдання, форми та способи ведення воєн у кібернетичному просторі [Текст] / В. Л. Бурячок, Г. М. Гулак, В. О. Хорошко // Наука і оборона. – 2011. – № 3. – С. 35-42.*

3. Бурячок, В. Л. *Основи формування державної системи кібернетичної безпеки [Текст] : моногр. / В. Л. Бурячок. – К. : НАУ, 2013. – 432 с.*

4. Баранник, В. В. *Модель загроз безпеки відеоінформаційного ресурсу систем відеоконференцзв'язку [Текст] / В. В. Баранник, А. В. Власов // Наукові технології. – 2014. – № 3 (19). – С. 299 – 304.*

5. Баранник, В. В. *Метод підвищення інформаційної безпеки в системах відеомоніторингу кризових ситуацій [Текст] : моногр. / В. В. Баранник, Ю. Н. Рябуха, О. С. Кулиця. – Черкаси, 2015. – 143 с.*

6. Баранник, В. В. *Метод інтелектуальної обробки державних відеоінформаційних ресурсів для підвищення їх семантичної цілостності в системах моніторингу кризових ситуацій [Текст] / В. В. Баранник, Ю. Н. Рябуха // Захист інформації. – 2015. – № 2. – С. 22-32.*

7. Баранник, В. В. *Метод оцінки інтенсивності відеопотоку у розрахунок на базовий кадр [Текст] / В. В. Баранник, Ю. М. Рябуха, О. Ю. Отман Шаді // Системи озброєння та військова техніка. – 2015. – № 1. – С. 34 – 41.*

8. *Efficient hierarchical graph based video segmentation [Text] / M. Grundmann, V. Kwatra, M. Han, I. Essa // IEEE CVPR. – 2010. – P. 85 – 91.*

9. *Lee, S. Y. Temporally coherent video matting [Text] / S. Y. Lee, J. C. Yoon, I. K. Lee // Graphical Models. – 2010. – № 72. – P. 25 – 33.*

Поступила в редакцію 15.05.2015, рассмотрена нау редколлегии 11.09.2015

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДИСТАНЦІЙНОГО ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ В СИСТЕМІ АЕРОМОНІТОРИНГУ КРИЗОВИХ СИТУАЦІЙ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ВІДЕОКАДРІВ

В. В. Баранник, Ю. М. Рябуха

Викладається розробка методу створення інформативного синтаксичного представлення статичних відеоінформаційних ресурсів. Даний метод засновано на наступних концептуальних складових: композиції незначимої і контурної складових опису яскравості сегмента як контурованої відеоісторії; сегментації

відеокадра за контурованої відеопослідовності (КВП) на основі інформації про маски контурної інформації; апроксимації контурованої відеопослідовності двохбазисним біадичним числом з обмеженнями на локально просторові характеристики КВП; технології двохбазисного біадичного кодування. Проводиться обґрунтування необхідності організації стратегії нерівномірного виділення кількості біт для утворення кодових значень контурованої відеопослідовності в двійковий простір. Створюється правило двійкового утворення, що базується на співвідношенні між максимальною кількістю розрядів на двійкове утворення кодового значення контурованої відеопослідовності сегменту відеокадру. Доводиться, що для визначення максимальної кількості розрядів на двійкове утворення не потрібне знання додаткової службової інформації.

Ключові слова: аеромоніторинг, безпека інформації, дистанційний відео інформаційний ресурс, інформативність синтаксичного опису, двохбазисне біадичне число.

CONCEPT METHOD OF INCREASING TECHNIQUES REMOTE VIDEOINFORMATION RESOURCES IN A AEROMONITORING CRISIS SITUATIONS BY INTELLIGENT PROCESSING OF VIDEO FRAMES

V. V. Barannik, Yu. M. Ryabukha

We set out development of a method of creating an informative syntactic representation of static video information resources. This method is based on the following conceptual components: composition descriptions nonsignificant and contour components of brightness segment as a contoured video sequence; segmenting the video frame by contoured video sequence (CVS), based on information about the mask contour information; approximation contoured video sequence bibasic biadic number of restrictions on local spatial characteristics of the CVS; bibasic biadic coding technology. Is held rationale for the organization strategy of uneven allocation the number of bits to form code values contoured video sequences in binary space. Is created a rule of a binary formation, based on the ratio between the maximum number of digits in the binary code value education contoured video sequence of the video frame segment. Is proved that to determine the maximum number of digits of the binary form does not require knowledge of additional service information.

Key words: aeromonitoring, information security, remote video information resource, informativeness syntactic description, bibasic biadic number.

Баранник Владимир Викторович – д-р техн. наук, проф., начальник кафедри, Харківський університет Воздушних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна, e-mail: barannik_v_v@mail.ru.

Рябуха Юрій Николаевич – канд. техн. наук, соискатель, Харківський університет Воздушних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна.