УДК 621.327:681.5

В. В. БАРАННИК, Ю. Н. РЯБУХА

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

МОДЕЛЬ ИНФОРМАТИВНОГО СИНТАКСИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КОНТУРИРОВАННОЙ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОКАДРОВ

Показано, что видеоинформация (ВИР) в дистанционных системах сбора видеоинформации на основе бортовых комплексов аэромониторинга используется в интересах профильных ведомств и составляет государственный информационных ресурс. Обосновано, что для обеспечения безопасности видеоинформации весомую значимость для систем аэромониторинга имеют категории доступности и целостности. Проанализированы проблемные аспекты теоретических подходов относительно обработки видеоданных для повышения их доступности и целостности. Изложена необходимость создания теоретической базы и методов для построения эффективного синтаксического описания контекстного содержания видеокадров с использованием интеллектуализации процесса идентификации видеосцен по степени их семантического содержания. Излагается разработка модели информативного синтаксического представления контурированной видеопоследовательности в системе интеллектуальной обработки видеокадров. Здесь дополнительно учитываются закономерности, основанные на выявлении локально-контурных свойств контурной видеопоследовательности сегмента видеокадра.

Ключевые слова: *аэромониторинг, видеоинформационный ресурс, доступность и целостность видеоинформации, семантика видеокадров, интеллектуальная обработка.*

Введение

В последнее время повышенная активность проявляется в сфере использования дистанционного мониторинга на основе бортовых комплексов, для сбора информации в системах критического управления. В то же время видеоинформационное обеспечение с использованием аэромобильных средств организуется в условиях действия следующих объективных факторов [1]: ограниченность массогабаритных и энергетических возможностей воздушных средств видеонаблюдения; значительная удаленность от наземных центров приема информации; сложный рельеф местности. Это является причиной возникновения таких проблемных сторон аэровидеомониторинга как [1, 2]: рост задержки на обработку и передачу видеоданных с борта; ограниченное время сеанса связи. В свою очередь это приводит к формированию угроз нарушения свойства доступности видеоинформационного ресурса (ВИР) как категории информационной безопасности, а именно существуют угрозы следующего характера: превышение требуемой задержки доступа к информации; получение информации в форме, несоответствующей требуемому виду семантического представления; получению неполной в синтаксическом и семантическом смысле информации. Значит, можно утверждать, что ключевой составляющей цикла сбора, обработки, передачи и анализа информации в системах аэромониторинга кризисных ситуаций (АМКС) является этап обеспечения безопасности ВИР, связанный с ее обработкой на борту. Одним из значимых подходов для решения сформулированной проблемы является создание технологий и методов эффективного синтаксического представления семантического содержания видеокадров.

В то же время разработка и исследование технологий обработки изображений [3 - 5] показывает, что основным подходом, применяемым на практике для повышения эффективности обработки, является предварительный анализ и последующая обработка изображений, которые зависят от результата предварительного анализа. Главным недостатком данных технологий является участие в процессе обработки лица принимающего решения или группы экспертов. Это является неприемлемым для практической реализации в системах автоматической обработки видеоинформационного ресурса для бортовых средств.

Для повышения эффективности синтаксического описания семантической оценки ВИР предлагается выполнять последовательность этапов дифференцированной обработки сегментов видеоснимков с введением интеллектуального анализа, а именно [2]:

а) обнаружение и локализация семантически значимой информации в видеоизображениях;

б) выполнение сегментного анализа видеоизображений с идентификацией семантической сложности по степени насыщенности контурами;

в) создание адаптивной дифференцированной

© В. В. Баранник, Ю. Н. Рябуха

обработки сегментов видеоизображений с учетом идентификации степени информативности их семантического содержания [2].

Данные требования относительно создания метода интеллектуальной обработки ВИР с выделением информативной семантической информации и последующей дифференцированной обработкой необходимы для повышения доступности и целостности видеоинформационного ресурса видеоконференцсвязи.

Здесь одной из ключевых составляющих является создание метода интеллектуальной обработки ВИР с учетом оценки степени информативности семантического содержания видеоснимка и последующей дифференцированной обработкой, направленной на сохранение контурной информации. Данный метод строится на основе реализации следующих концепций.

Концепция интеллектуальной обработки ВИР, направленной на идентификацию степени информативности семантического содержания сегментов ВИР. Идентификацию предлагается реализовывать на основе обработки и анализа контурной информации сегментов с использованием системы решающих правил. Формируется маска $M_{инф}$, содержащая информацию о позиционном множестве контурных элементов, и строится оценка семантического содержания сегментов видеокадров. Маска $M_{инф}^{(k,\ell)}$ для $(k;\ell)$-го сегмента представляет собой двумерный двоичный объект, т.е. $M_{инф}^{(k,\ell)} = \{m_{i,j}^{(k;\ell)}\}$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$, где $m_{i,j}^{(k;\ell)}$ - $(i;j)$-й элемент маски для $(k;\ell)$-го сегмента видеокадра; n - линейный размер маски. Разработка такой концепции излагается в статьях [5].

Вторая концептуальная составляющая обеспечивает адаптивную обработку сегмента с учетом оценки степени его семантической информативности. Для данной концепции важными этапами являются:

1) создание функционального преобразования $\Psi^{(1)} = \Delta(\xi)_i$ относительно выявления ограничений для синтаксического представления КВП $A'(\xi)_i^{(k,\ell)}$;

2) синтез функционального преобразования $F(\Psi^{(1)}) = \{F(\Psi_{i,o}^{(k,\ell)}); F(\Psi_{i,б}^{(k,\ell)})\}$ относительно метода выявления множества закономерностей $\Psi^{(1)} = \Delta(\xi)_i$:

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

Данные вопросы с учетом наличия контурированной информации о сегменте видеокадра находятся в недостаточной проработке. Отсюда ***цель исследований статьи*** состоит в разработке модели информативного синтаксического представления контурированной видеопоследовательности в системе интеллектуальной обработки видеокадров.

Разработка модели информативного синтаксического представления контурированных видеопоследовательностей

Анализ стандартного позиционного представления для синтаксического описания контурированного сегмента выявил проблемный недостаток, состоящий в том, что оценка динамического диапазона $d(\xi)_i^{(max)}$ яркостной составляющей контурной информации, проводимая для позиционного представления, выбирается как максимальное значение в последовательности. Это приводит к потере чувствительности относительно выявления локального контурного перепада между значимой и базовой составляющими КВП; снижению эффективности синтаксического представления сегмента в виду формирования количества избыточности из-за выбора завышенного динамического диапазона позиционного числа; потере адаптивности относительно выявления особенностей в структурных характеристиках незначимой составляющей; создаются условия для поглощения незначимой составляющей с большим динамическим диапазоном контурной составляющей, имеющей относительно низкий динамический диапазон.

Для устранения таких последствий *предлагается* разработать *направление*, базирующееся на дополнительном выявлении закономерностей $\Psi^{(1)}$, основанных на учете локально-контурных свойств контурированной видеопоследовательности сегмента видеокадра. 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 позици-

онного подхода.

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

$$F(\Psi^{(1)}): \{S(\xi)_i^{(k,\ell)}; M(\xi)_{i,кл}^{(k,\ell)}\} \to$$
$$\to \Psi^{(1)} = \{\delta(\xi)_{i,н}^{(max)}; \delta(\xi)_{i,б}^{(max)}\}$$
$$\text{для} \quad S(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_i^{(k,\ell)}.$$

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

$$\delta(\xi)_{i,н}^{(max)} = \max_{2 \le j \le r(\xi)_{i,н}} \delta(\xi)_{i,н}^{(j)};$$
$$\delta(\xi)_{i,б}^{(max)} = \max_{r(\xi)_{i,н}+1 \le j \le r(\xi)_{i,б}} \delta(\xi)_{i,б}^{(j)},$$

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

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

Величины $\delta(\xi)_{i,н}^{(max)}$ и $\delta(\xi)_{i,б}^{(max)}$ выбираются не заранее, а вычисляются для конкретной КВП, и определяют динамический диапазон яркостных контурных приращений как между каждой парой ее элементов, так и на границе контура. Следовательно, величины $\delta(\xi)_{i,н}^{(max)}$ и $\delta(\xi)_{i,б}^{(max)}$ характеризуют локальные пространственно-временные свойства КВП. Для элементов составляющих КВП выполняются ограничения:

$$a_{i,j-1}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,н}^{(max)} \le a_{i,j}^{(k,\ell)} \le a_{i,j-1}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,н}^{(max)},$$
$$j=\overline{2, r(\xi)}_{i,н};$$

$$a_{i,j-1}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,б}^{(max)} \le a_{i,j}^{(k,\ell)} \le a_{i,j-1}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,б}^{(max)},$$
$$j=\overline{r(\xi)_{i,н}+2, r(\xi)}_{i,б}.$$

Это обеспечивает: выделение на фоне незначимой составляющей структурных характеристик базовой составляющей, что повышает чувствительность яркостной составляющей контурной информации; учет плавных изменений яркостных характеристик для незначимой составляющей КВП. Данный вид ограничений задается следующей системой соотношений $F(\Psi^{(1)})$:

а) для незначимой $A(\xi)_{i,н}^{(k,\ell)}$ составляющей КВП

$$\begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \le \delta(\xi)_{i,н}^{(1)} = H(\xi)_{i,н} - 1 \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,н}^{(max)} \le a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \to j=\overline{2, r(\xi)}_{i,н}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,н}^{(max)} \ge a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \to j=\overline{2, r(\xi)}_{i,н}; \end{cases} \quad (1)$$

б) для контурной $A(\xi)_{i,б}^{(k,\ell)}$ составляющей КВП

$$\begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \le \delta(\xi)_{i,б}^{(r(\xi)_{i,н}+1)} = |a_{i,r(\xi)_{i,н}+1}^{(k,\ell)} - a_{i,r(\xi)_{i,н}}^{(k,\ell)}|, \to \\ \to j = r(\xi)_{i,н}+1; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,б}^{(max)} \le a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \to j=\overline{r(\xi)_{i,н}+2, r(\xi)}_{i,б}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,н}^{(max)} \ge a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \to j=\overline{r(\xi)_{i,н}+2, r(\xi)}_{i,б}. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь $H(\xi)_{i,н}$ - диапазон значений элементов незначимой составляющей для ξ-й КВП. Соотношения (1) и (2) задают структурное описание КВП с учетом выявления контурных локальных перепадов.

В то же время предложенное описание КВП не учитывает особенность незначимой составляющей, состоящей в относительно низкой семантической нагрузке. Это позволяет использовать подход для ее аппроксимации с учетом психовизуальной коррекции. В связи с чем, ***предлагается*** использовать интерполирующую аппроксимацию. Для такого варианта аппроксимации элементы контурированной видеопоследовательности разделяются на два типа, а именно:

1) первый тип образуют элементы $a_{i,j}^{(k,\ell)}$ незначимой области, которые являются опорными. Формируется составляющая $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$, т.е. $a_{i,j}^{(k,\ell)} \in A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$, которая обрабатывается без потери синтаксической целостности;

2) второй тип составляют интерполируемые

элементы $a'^{(k,\ell)}_{i,j}$ для незначимой области. Здесь образуется интерполируемая составляющая $A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,и}$, т.е. $a'^{(k,\ell)}_{i,j} \in A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,и}$. Элементы такой составляющей реконструируются на основе опорных элементов. Интерполируемые элементы позиционируются в апертуре между опорными.

Для упрощения обработки длина $\nu(\xi)_i$ аппроксимируемого участка, выбирается фиксированной в пределах текущей незначимой составляющей КВП. Значение $\nu(\xi)_i$ выбирается с учетом длины $r(\xi)_{i,н}$ незначимой составляющей. Чем больше $r(\xi)_{i,н}$, тем больше будет $\nu(\xi)_i$.

Для варианта интерполирования незначимой составляющей контурированная видеопоследовательность $A(\xi)'^{(k,\ell)}_i$ задается следующей записью:

$$A(\xi)^{(k,\ell)}_i = A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,б} \cup A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,o} \cup A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,и} \rightarrow$$
$$\rightarrow A(\xi)'^{(k,\ell)}_i = A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,б} \cup A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,o}.$$

Для данной записи используются такие обозначения:

- $A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,o}$ - последовательность опорных элементов незначимой составляющей, задаваемая как $A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,o} = \{a^{(k;\ell)}_{i,1},.., a^{(k;\ell)}_{i,r(\xi)_{i,o}}\}$;

- $A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,и}$ - последовательность интерполируемых элементов, т.е. $A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,и} = \{a'^{(k;\ell)}_{i,1},..., a'^{(k;\ell)}_{i,r(\xi)_{i,и}}\}$.

Соответственно интерполируемые элементы будут определяться на основе опорных элементов на краях участков интерполяции. В связи с чем, ***предлагается*** задавать ограничения $\delta(\xi)^{(j)}_{i,o}$ на характеристику локального структурного приращения для незначимой составляющей $A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,н}$, учитывая локально-пространственные зависимости только между опорными элементами, т.е.

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

С учетом чего обобщенная характеристика локально-пространственных особенностей незначимой составляющей для КВП находится по формуле $\delta(\xi)^{(max)}_{i,o} = \max\limits_{2 \le j \le r(\xi)_{i,o}} \delta(\xi)^{(j)}_{i,o}$, где $\delta(\xi)^{(max)}_{i,o}$ - максимальное значение для вектора локально-пространственных изменений для элементов последовательности $A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,o}$. В этом случае структурные ограничения на элементы последовательности $A(\xi)^{(k,\ell)}_{i,o}$ будут задаваться следующей системой формул:

$$\begin{cases} a^{(k,\ell)}_{i,1} \le \delta(\xi)^{(1)}_{i,o} = H(\xi)_{i,o} - 1 = \max\limits_{1 \le j \le r(\xi)_{i,o}} a^{(k,\ell)}_{i,j}; \\ a^{(k,\ell)}_{i,j} - \delta(\xi)^{(max)}_{i,o} \le a^{(k,\ell)}_{i,j-1}, \rightarrow j=\overline{2, r(\xi)}_{i,o}; \\ a^{(k,\ell)}_{i,j} + \delta(\xi)^{(max)}_{i,o} \ge a^{(k,\ell)}_{i,j-1}, \rightarrow j=\overline{2, r(\xi)}_{i,o}. \end{cases}$$

Значит, создана система аналитических соотношений, задающая структурное описание контурированной видеопоследовательности с учетом выявления контурных локальных перепадов.

На основе построенной модели проводится оценка величины выигрыша по синтаксической плотности относительно плотности исходного представления в %. Результаты моделирования показали, что прирост по синтаксической плотности (минимальное количество потенциально устраняемой избыточности) для созданного представления относительно исходного синтаксического описания КВП достигает 90%. Увеличение коэффициента прироста зависит от роста длины незначимой составляющей и величин локально-пространственных ограничений для элементов незначимой и контурной составляющей КВП. При уменьшении значений локально-пространственных ограничений в два раза коэффициент прироста по синтаксической плотности повышается на 15%.

Заключение

1. Разработана модель информативного синтаксического представления КВП в системе интеллектуальной обработки видеокадров. Здесь дополнительно учитываются закономерности, основанные на выявлении локально-контурных свойств контурированной видеопоследовательности сегмента видеокадра, а именно: ограниченного локального перепада для незначимой составляющей по ее опорным элементам и локального контурного перепада для контурной составляющей. Это позволяет учесть то, что структурные характеристики для синтаксического описания незначимой и контурной составляющих КВП потенциально имеют существенные отличия, что обусловлено их значительно отличающейся семантической нагрузкой.

2. Создается система аналитических соотношений задающих структурное описание КВП с учетом выявления контурных локальных перепадов. Здесь учитываются зависимость локально-пространственных характеристик элементов КВП от величин

локально-контурных перепадов, от длины контурной составляющей, количества опорных элементов незначимой составляющей.

Литература

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. *Fridrich, J. Steganographyin Digital Media Principles, Algorithms, and Applications [Text] / J. Fridrich. – Cambridge UnivP, 2010. – 462 p.*

4. *Luo, W. Edge Adaptive Image Steganography Based on LSB Matching Revisited [Text] / W. Luo, F. Huang, J. Huang // Transactions on Information Forensics and Security. – 2010. – Vol. 5. – P. 201-214.*

5. *Красильников, Н. Н. Цифровая обработка изображений [Текст] / Н. Н. Красильников. – М. : Вузовская книга, 2011. – 320 с.*

6. *Баранник, В. В. Метод интеллектуальной обработки государственных видеоинформационных ресурсов для повышения их семантической целостности в системах мониторинга кризисных ситуаций [Текст] / В. В. Баранник, Ю. Н. Рябуха // Захист інформації. – 2015. – № 2. – С. 32 – 40.*

Поступила в редакцию 5.01.2015, рассмотрена на редколлегии 18.06.2015

МОДЕЛЬ ІНФОРМАТИВНОГО СИНТАКСИЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ КОНТУРІРОВАНОЇ ВІДЕОПОСЛІДОВНОСТІ У СИСТЕМІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ВІДЕОКАДРІВ

В. В. Бараннік, Ю. М. Рябуха

Показано, що відеоінформація в дистанційних системах збору відеоінформації на основі бортових комплексів аеромоніторингу використовується на користь профільних відомств і складає державний інформаційних ресурс. Обґрунтовано, що для забезпечення безпеки відеоінформації вагому значущість для систем аеромоніторингу мають категорії доступності і цілісності. Проаналізовано проблемні аспекти теоретичних підходів щодо обробки відеоданих для підвищення їх доступності і цілісності. Викладено необхідність створення теоретичної бази і методів для побудови ефективного синтаксичного опису контекстного змісту відеокадрів з використанням інтелектуалізації процесу ідентифікації відеосцен по ступеню їх семантичного змісту. Висловлюється розробка моделі інформативного синтаксичного представлення контурної відеопослідовності в системі інтелектуальної обробки відеокадрів. Тут додатково враховуються закономірності, які засновано на виявленні локально-контурних властивостей контурної відеопослідовності сегменту відеокадру.

Ключові слова: аеромоніторінг, відеоінформаційний ресурс, доступність та цілісність відеоінформації, семантика відеокадрів, інтелектуальна обробка.

A MODEL OF INFORMING SYNTACTIC PRESENTATION OF THE CONTOURED VIDEOSEQUENCE IS IN SYSTEM OF INTELLECTUAL TREATMENT OF VIDEOFRAMES

V. V. Barannik, Yu. N. Ryabukha

It is rosined that video information in the controlled from distance systems of collection of video information on the basis of side complexes of aeromonitoring utilized in behalf of type departments and the state makes informative resource. It is grounded, that for providing of safety of video information ponderable meaningfulness for the systems of aeromonitoring is had category of availability and integrity. The problem aspects of theoretical approaches are analysed in relation to treatment of video information for the increase of their availability and integrity. The necessity of creation of theoretical base and methods is expounded for the construction of effective syntactic description of context maintenance of videoshots with the use of intellectually of process of authentication video of the stages on the degree of their semantic maintenance. Development of model of informing syntactic presentation of contour video sequence is expounded in the system of intellectual treatment of videoshots. Conformities to the law, based on the exposure of locally-contour properties of contour video sequence of segment of videoshot, are additionally taken into account here.

Keywords: aero monitoring, video information resource, availability and integrity of a video information, semantics of the video footage, intellectual processing.

Баранник Владимир Викторович – д-р техн. наук, проф., начальник кафедры, Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков, Украина, e-mail: barannik_v_v@mail.ru.

Рябуха Юрий Николаевич – канд. техн. наук, соискатель кафедры, Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков, Украина, e-mail: barannik_v_v@mail.ru.