

МЕТОД ИНФОРМАТИВНОГО СИНТАКСИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ДВУХБАЗИСНОГО БИАДИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ

Баранник В.В., Рябуха Ю.Н.

Введение

В последнее время повышенная активность проявляется в сфере использования дистанционного мониторинга на основе бортовых комплексов, для сбора информации в системах критического управления.

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]: ограниченность массогабаритных и энергетических возможностей бортовых комплексов; значительная удаленность от центров принятия решений; сложный рельеф местности. В свою очередь это приводит к [1; 2] повышению задержек на обработку и передачу видеоданных с борта. 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.

Значимым подходом для решения сформулированной проблемы является создание технологий и методов эффективного синтаксического представления семантического содержания видеокадров. Для повышения эффективности синтаксического описания семантического содержания ВИР, и для повышения доступности и целостности видеоинформационного ресурса предлагается выполнять последовательность этапов дифференцированной 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 видеокадров 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 $\delta(\xi)_{i,b}^{(max)}$ для контурной составляющей, т.е.

$$F(\Psi^{(1)}): \{S(\xi)_i^{(k,\ell)}; M(\xi)_{i,кт}^{(k,\ell)}\} \rightarrow \Psi^{(1)} = \{\delta(\xi)_{i,n}^{(max)}; \delta(\xi)_{i,b}^{(max)}\};$$

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

Данные характеристики определяются как максимальные приращения для незначимой и контурной составляющих. В этом случае функционал $F(\Psi^{(r)})$ будет задаваться соответственно следующими выражениями [6]:

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

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

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

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

Соответственно для данного подхода создания информативного синтаксического представления видеокadров необходимо разработать метод обработки двухбазисных биадических чисел, что и является целью исследований статьи.

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

Формирование кодового представления контурированной видеопоследовательности $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$ предлагается проводить с учетом следующих особенностей [3, 6]:

1) обеспечения эффективного синтаксического представления КВП на основе структурной информации о локальных контурных перепадах;

2) обработка незначимой составляющей КВП проводится по опорным элементам;

3) количество и позиции элементов незначимой и контурной составляющих КВП определяется соответствующей маской $M(\xi)_i^{(k,\ell)}$ контурной информации.

Для создания эффективного синтаксического представления, контурированная видеопоследовательность представляется 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 $F(\Psi_{i,o}^{(k,\ell)})$:

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

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

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

$$r(\xi)_{i,o} = \lfloor r(\xi)_{i,H} / (v(\xi)_i + 1) \rfloor;$$

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:

$$\Psi_{i,0}^{(k,\ell)} : \begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,0}^{(1)} = H(\xi)_{i,0} - 1; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,0}}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,0}}; \end{cases}$$

2) второй биадический базис $\{\Lambda(\xi)_{i,\bar{6}}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,\bar{6}}\}$, описываемый соотношениями в соответствии с функционалом $F(\Psi_{i,\bar{6}}^{(k,\ell)})$:

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

$$\delta(\xi)_{i,\bar{6}}^{(r(\xi)_{i,H}+1)} = |a_{i,r(\xi)_{i,H}+1}^{(k,\ell)} - a_{i,r(\xi)_{i,H}}^{(k,\ell)}|;$$

$$\delta(\xi)_{i,\bar{6}}^{(\max)} = \max_{r(\xi)_{i,H}+1 \leq j \leq r(\xi)_i} (|a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|);$$

$$r(\xi)_i = r(\xi)_{i,H} + r(\xi)_{i,\bar{6}};$$

задает ограничения на элементы $a_{i,j}^{(k,\ell)}$, $j = \overline{r(\xi)_{i,H} + 2, r(\xi)_i}$ допустимых незначимых составляющих (биадических чисел $\Lambda(\xi)_{i,\bar{6}}^{(k,\ell)}$), описываемых следующей системой формул[7]:

$$\Psi_{i,\bar{6}}^{(k,\ell)} : \begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,\bar{6}}^{(r(\xi)_{i,H}+1)}, \rightarrow j = r(\xi)_{i,H} + 1; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,\bar{6}}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{r(\xi)_{i,H} + 2, r(\xi)_i}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,\bar{6}}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{r(\xi)_{i,H} + 2, r(\xi)_i}. \end{cases}$$

Здесь $r(\xi)_i'$ - длина контурированной видеопоследовательности $\Lambda(\xi)_i^{(k,\ell)}$ с интерполяцией незначимой составляющей, $r(\xi)_i' = r(\xi)_{i,0} + r(\xi)_{i,\bar{6}}$; $v(\xi)_i$ - длина аппроксимируемого участка; $\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)}$, $\delta(\xi)_{i,\bar{6}}^{(\max)}$ - значения локальных контурных перепадов соответственно для незначимой и базовой (контурной) составляющей ξ -й КВП; $\delta(\xi)_{i,\bar{6}}^{(r(\xi)_{i,H}+1)}$ - контурное приращение на границе между незначимой и контурной составляющей КВП, $j = r(\xi)_{i,H} + 1$; $H(\xi)_{i,H}$ - 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.

Теорема о кодовом значении КВП (формировании функционала $F(\Psi^{(1)})_k^{(1)}$). 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 [7]:

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) = \sum_{\tau=1}^{r(\xi)_{i,0}-1} a_{i,\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,H}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,0}-\tau} (\delta(\xi)_{i,6}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,6}} + \\ + \sum_{\tau=r(\xi)_{i,H}+1}^{r(\xi)_i} a_{i,\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,6}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,6}+r(\xi)_{i,H}-\tau}.$$

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

$$\Delta(\xi)_i = \{ \delta(\xi)_{i,H}^{(\max)}; \delta(\xi)_{i,6}^{(\max)} \}.$$

Доказательство. В соответствии с принятым лексикографическим правилом определим количество $W(a_{i,1}^{(k,\ell)}; a_{i,2}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,\tau-1}^{(k,\ell)})_{r(\xi)_i'}$ двухбазисных биадических чисел длиной $r(\xi)_i'$ в условиях когда: первые $(\tau-1)$ элементов фиксированы и равны соответственно $(a_{i,1}^{(k,\ell)}; a_{i,2}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,\tau-1}^{(k,\ell)})$. Тогда величина $W(a_{i,1}^{(k,\ell)}; a_{i,2}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,\tau-1}^{(k,\ell)})_{r(\xi)_i'}$ находится как количество перестановок с повторениями, составленное из $(r(\xi)_i' - \tau + 1)$ элементов ДББЧ, значения которых ограничены соответствующими компонентами векторов оснований $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$ и $\Lambda(\xi)_{i,6}^{(k,\ell)}$ [8, 9]. На основе чего получим

$$W(a_{i,1}^{(k,\ell)}; a_{i,2}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,\tau-1}^{(k,\ell)})_{r(\xi)_i'} = \prod_{j=\tau}^{r(\xi)_i'} \lambda(\xi)_{i,\tau}^{(k,\ell)},$$

где $r(\xi)_i' = r(\xi)_{i,0} + r(\xi)_{i,6}$ - длина контурированной видеопоследовательности $A'(\xi)_i^{(k,\ell)}$ с интерполяцией незначимой составляющей; $\lambda(\xi)_{i,\tau}^{(k,\ell)}$ - основание τ -го элемента ДББЧ, задаваемое системами формул:

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

При этом учитывая второе свойства ДББЧ, весовой коэффициент текущей последовательность КВП можно разбить на два сомножителя, соответствующие весам незначимой и контурной составляющих. Учитывая данное свойство, а также выражения для оснований ДББЧ, получим

$$W(a_{i,1}^{(k,\ell)}; a_{i,2}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,\tau-1}^{(k,\ell)})_{r(\xi)_i} = (\delta(\xi)_{i,o}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o} - \tau + 1} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}}.$$

Последовательности, удовлетворяющие перечисленным свойствам, образуют множество $\Omega(\Delta(\xi)_i; r(\xi)'_i - \tau + 1)$ двухбазисных биадических чисел. Данные последовательности будут предшествовать обрабатываемому ДББЧ, и в соответствии с лексикографическим правилом иметь меньшие порядковые номера в допустимом множестве $\Omega'(\xi)_i^{(k,\ell)}$. В тоже время с учетом четвертого свойства ДББЧ текущую последовательность КВП можно разбить на две последовательности, образуемые незначимой и контурной составляющей [8, 10]. После чего проведя суммирование по всем τ , где $\tau = \overline{1, r(\xi)'}$, получим:

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

Для первого слагаемого правой части данного соотношения индексация элементов осуществляется по опорным элементам незначимой составляющей КВП. Для второго слагаемого индексация элементов проводится с учетом позиций контурной составляющей в исходном КВП до аппроксимации, т.е. относительно начиная с позиции $(r(\xi)_{i,H} + 1)$.

Теорема доказана.

На основе доказанной теоремы можно получить значения кодов $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$ для разных вариантов индексации элементов ДББЧ. Здесь возможны следующие основные варианты:

1. Индексация элементов ДББЧ проводится с учетом текущей j -й позиции в i -й строке, но без учета позиций опорных элементов незначимой составляющей, т.е.

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) = \sum_{\tau=0}^{r(\xi)_{i,0}-1} a_{i,j+\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,0}-\tau-1} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} + \\ + \sum_{\tau=1}^{r(\xi)_{i,\delta}} a_{i,r(\xi)_{i,H}+\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}-\tau}.$$

2. Индексация организуется: с учетом текущей j -й позиции элемента в i -й строке; с учетом позиций опорных элементов в незначимой составляющей КВП. В этом случае получим такое соотношение:

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) = \sum_{\tau=0}^{r(\xi)_{i,0}-1} a_{i,j+\tau v(\xi)_i}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,0}-\tau-1} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} + \\ + \sum_{\tau=1}^{r(\xi)_{i,\delta}} a_{i,r(\xi)_{i,H}+\tau}^{(k,\ell)} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}-\tau}.$$

Для свертки двух слагаемых правой части полученного соотношения в одно выражение, *предлагается* ввести *признак интервала*, т.е. признак того, что позиция τ -го текущего обрабатываемого элемента не вышла за пределы незначимой последовательности, т.е. $\tau \leq r(\xi)_{i,0}$. Это задается таким функционалом $\varphi(\tau; r(\xi)_{i,0})$ [6]:

$$\varphi(\tau; r(\xi)_{i,0}) = \text{sign}(1 - \text{sign}(\tau - r(\xi)_{i,0})) = \begin{cases} 1, & \rightarrow \tau \leq r(\xi)_{i,0}; \\ 0, & \rightarrow \tau > r(\xi)_{i,0}. \end{cases}$$

Далее введем обозначения обратного функционала $\overline{\varphi(\tau; r(\xi)_{i,0})}$:

$$\overline{\varphi(\tau; r(\xi)_{i,0})} = 1 - \varphi(\tau; r(\xi)_{i,0}) = (1 - \text{sign}(1 - \text{sign}(\tau - r(\xi)_{i,0}))).$$

С учетом чего получим обобщенное выражение

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) = \sum_{\tau=0}^{r(\xi)_i} a_{i,j+\tau v(\xi)_i}^{(k,\ell)} \varphi(\tau; r(\xi)_{i,0}) + (\tau - r(\xi)_{i,0} + r(\xi)_{i,H})(1 - \varphi(\tau; r(\xi)_{i,0})) \times \\ \times (\delta(\xi)_{i,H}^{(\max)} + 1)^{(r(\xi)_{i,0}-\tau-1)\varphi(\tau; r(\xi)_{i,0})} \times \\ \times (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta} - (\tau - r(\xi)_{i,0} + r(\xi)_{i,H})(1 - \varphi(\tau; r(\xi)_{i,0}))}.$$

В базисе формализованных множеств цепочка обработки синтаксического представления контурированной последовательности будет выглядеть следующим образом [4, 9]:

1) функциональное преобразование $\Psi^{(1)} = \Delta(\xi)_i$ относительно выявление ограничений для синтаксического представления КВП $A'(\xi)_i^{(k,\ell)}$;

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

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

для $S(\xi)_i^{(k,\ell)} = A'(\xi)_i^{(k,\ell)}$;

3) функциональное преобразование $F(\Psi^{(1)})_k^{(1)}$, задающее метод кодирования (синтаксического преобразования, соответствующего семантического содержания) ВИР с учетом множества $\Psi^{(1)} = \Delta(\xi)_i$ выявленных закономерностей, задается как:

$$F(\Psi^{(1)})_k^{(1)} = f(\{\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,o}\}; \{\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,\delta}\});$$

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

Соответственно отображение в эффективное (информативное) синтаксическое представление $W(\xi)_i^{(k,\ell)} = E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$ формируется с учетом $S(\xi)_i^{(k,\ell)} = A'(\xi)_i^{(k,\ell)}$; $M_{kl} = M(\xi)_i^{(k,\ell)}$; $\Psi^{(1)} = \Delta(\xi)_i$ по следующему соотношению:

$$F(\Psi^{(1)})_k^{(1)}: \{A'(\xi)_i^{(k,\ell)}; M(\xi)_i^{(k,\ell)}; \Delta(\xi)_i\} \rightarrow W(\xi)_i^{(k,\ell)} = E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i).$$

Значит, можно заключить, что:

1. Построена технологическая реализация режимов кодирования конструированных видеопоследовательностей, когда: индексация элементов ДББЧ проводится с учетом текущей позиции элемента в строке, но без учета позиций опорных элементов незначимой составляющей; индексация элементов организуется: с учетом текущей позиции элемента в строке с учетом позиций опорных элементов в незначимой составляющей КВП. Это обеспечивает возможность интегрирования созданного информативного представления в различных условиях построение базовой платформы обработки видеок кадров.

2. Создан метод кодирования двух базисных биадических чисел с учетом свертки кодовых составляющих незначимой и контурной составляющих КВП в единое число на основе функционала, задающего признак интервала КВП, т.е. признак идентификации позиций элементов относительно незначимой и контурной составляющих.

Таким образом вопрос интеграции созданных методов и технологий кодировки ДВИР в единственный комплекс обработки находится на недостаточном уровне проработки.

Поэтому *цель исследований* заключается в разработке метода верификации обработки видеоинформационного ресурса на основе формирования базовых уровней построения кодовых конструкций.

2. Основная часть исследований

Верификация разработанной кодировки в систему формирования информативного синтаксического описания видеокадра с учетом их идентификации за степенью семантической информативности предусматривает процесс интегрирования, для которого нужно обеспечить:

1. Заданный уровень семантической целостности получается после реконструкции статичных ВИР. Нужно, чтобы интегрированная технология не должна снижать уровень целостности ВИР, какой устанавливается для всей системы обработки [9].

2. Необходимый уровень информативности синтаксического описания, которое отвечает требованиям относительно доступности статичных ВИР в системах аэромониторинга. Нужно обеспечить автоматическое соответствие между уровнем семантической информативности сегментов и уровнем синтаксической информативности что формируется в результате кодировки КВП.

3. Возможность обработки служебных данных, которые формируются внедряемой технологией кодировки, базовыми средствами для созданной системы обработки видеокадра. Нужно обеспечить совместимость средств обработки служебных данных в созданной системе для служебных сведений технологии что интегрируется.

Рассмотрим технологические аспекты, которые используются при обеспечении данных условий [7-9].

Обработка сегментов проводится с учетом предыдущей их интеллектуальной идентификации за степенью семантической информативности. В результате строится карта (маска) контурной информации сегмента и его семантический идентификатор. Эта информация используется на втором концептуальном этапе обработки ВИР, а именно:

– во-первых, на основе контурной маски информации проводится сегментация видеокадра на контурованные видеопоследовательности. Здесь маска обеспечивает установление взаимоднозначного позиционирования незначительной и контурной составляющих контурованных видеопоследовательностей. Следовательно, введение дополнительной служебной информации относительно позиционирования составляющих КВП не нужно.

– во-вторых, маска обеспечивает установление длины и режима аппроксимации незначительной составляющей. Это позволяет формировать синтаксическое представление КВП, плотность которого

автоматически учитывает степень насыщенности контурной информации данной области сегмента. В конечном результате этот механизм обеспечивает установление соответствия между уровнями семантической и синтаксической плотностью описания всего видеокадра.

– в-третьих, на основе информации о позициях составляющих КВП обеспечивается возможность построения базисов биадичного пространства для незначительной и контурной составляющих КВП. Это позволяет создать условия для взаимно-однозначного процесса построения информативного синтаксического представления КВП на основе двухбазисного биадичного кодирования.

– в-четвертых, на основе информации о базисах биадичных пространств незначительной и контурной составляющих обеспечивается взаимно-однозначное установление режима двоичного кодообразования для неравномерных кодограмм.

Следовательно, обеспечивается **совместимость технологических аспектов двух концепций** обработки статичных ВИР относительно поддержки выполнения условия доступности и целостности на уровне формирования **информативных составляющих** кодовых конструкций синтаксического описания.

Рассмотрим теперь особенности **совместимости обработки служебных данных** для двух концептуальных составляющих системы обработки статичных ВИР. Для первой концепции служебными данными являются векторы признаков наличия контурных элементов на позиции в маске. Данная контурная информация будет использоваться для дальнейшей обработки контурной маски информации для создания информативного синтаксического представления. Здесь используются методы, изложенные в работах [5].

Для второй концепции относительно наличия информации о контурных масках дополнительными служебными сведениями следующие: вектора оснований, соответственно для незначительной и контурной составляющих КВП. Обработка этой информации предусматривается в создаваемой базовой системе путем интегрирования методов обработки оснований биадичного пространства без потери информации [2].

Следовательно, на основе изложенного можно утверждать, что базовые концепции отвечают требованиям совместимости из формирования информативных и служебных частей кодовых конструкций информативного синтаксического описания видеокадров с учетом их степени семантической информативности.

Теперь разработаем структуру обобщенных кодовых конструкций синтаксического представления видеокадра с использованием двух базовых концепций обработки ВИР. Кодовые конструкции содержат четыре иерархических уровня. Первый иерархический уровень строится на

основе совокупности минимальных структурных единиц $C(\xi)_i^{(k,\ell)}$ кодового представления сегмента видеокадра. Минимальной структурной единицей информативного синтаксического описания сегмента видеокадра является кодограмма $C(\Delta(\xi); E(\xi))_i^{(k,\ell)}$ контурованой видеопоследовательности для строки сегмента видеокадра.

Данная кодограмма содержит информационную и служебную части. Информационная часть кодограммы является неравномерной, и содержит в себе информацию о значении кода $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$ двухбазисного бидичного числа, сформированного на основе контурной видеопоследовательности. Служебная часть $C(\Delta(\xi))_i^{(k,\ell)}$ включает информацию о: векторы основ $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$, $\Lambda(\xi)_{i,6}^{(k,\ell)}$ соответственно для незначительной и контурной составляющих КВП.

Длина $V(\Delta; E)_i^{(k,\ell)}$ двоичного описания данного уровня определяется за формулой:

$$V(\Delta; E)_i^{(k,\ell)} = \sum_{\xi=1}^{v(i)_{\text{КВП}}^{(k,\ell)}} V(\Delta(\xi); E(\xi))_i^{(k,\ell)}, \quad (1)$$

где $V(\Delta(\xi); E(\xi))_i^{(k,\ell)}$ – длина кодового представления кодовой конструкции $C(\Delta(\xi); E(\xi))_i^{(k,\ell)}$ для ξ -й КВП, то есть

$$V(\Delta(\xi); E(\xi))_i^{(k,\ell)} = V(\xi)_{i,\max}^{(k,\ell)} + V(\Delta(\xi))_i^{(k,\ell)}; \quad (2)$$

$V(\xi)_{i,\max}^{(k,\ell)}$ – максимальное количество разрядов на двоичное кодообразование $L(\xi)_i^{(k,\ell)}$ кодового значения $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$ для ξ -й контурованой видеопоследовательности i -й строки $(k; \ell)$ -го сегмента видеокадра;

$V(\Delta(\xi))_i^{(k,\ell)}$ – количество разрядов на представление служебной составляющей ξ -й кодовой конструкции;

$v(i)_{\text{КВП}}^{(k,\ell)}$ – количество КВП у i -й строки $(k; \ell)$ -го сегмента видеокадра.

На структурных единицах строятся комплексные составляющие следующего высшего уровня. Таким уровнем является уровень строк сегмента $S^{(k,\ell)}$ видеокадра.

Здесь кодовые конструкции $C(M; \Delta; E)_i^{(k,\ell)}$ содержат:

- информативную составляющую $C(\Delta; E)_i^{(k,\ell)}$, образованную на основе кодовых конструкций предыдущего уровня иерархии, то есть кодовые конструкции строк сегмента;

- служебную составляющую $C(M)_i^{(k,\ell)}$, которая содержит информацию о соответствующей строке $M_i^{(k,\ell)}$ маски контурной информации.

Суммарная длина $V(\Delta; E)^{(k,\ell)}$ информационной части кодовых конструкций данного уровня определяется за формулой:

$$V(\Delta; E)^{(k,\ell)} = \sum_{i=1}^{v_{CM}} V(\Delta; E)_i^{(k,\ell)},$$

или с учетом выражений (1) и (2), получим

$$\begin{aligned} V(S^{(k,\ell)}) &= V(\Delta; E)^{(k,\ell)} = \sum_{i=1}^{v_{CM}} \sum_{\xi=1}^{v(i)_{KBП}^{(k,\ell)}} V(\Delta(\xi); E(\xi))_i^{(k,\ell)} = \\ &= \sum_{i=1}^{v_{CM}} \sum_{\xi=1}^{v(i)_{KBП}^{(k,\ell)}} (V(\xi)_{i,max}^{(k,\ell)} + V(\Delta(\xi))_i^{(k,\ell)}). \end{aligned} \quad (3)$$

Дальше с учетом кодовых посылок информативного синтаксического представления отдельных строк сегментов строится уровень кодовых конструкций $C(M; \Delta; E)^{(k,\ell)}$ сегментов видеокadra [7].

Данный уровень состоит из:

- 1) информационной части $C(\Delta; E)^{(k,\ell)}$, содержит кодовые конструкции $C(\Delta; E)_i^{(k,\ell)}$ синтаксического описания строк сегментов;
- 2) служебной части, которая включает у себя кодовое представление:
 - $C(M)^{(k,\ell)}$ маски $(M)^{(k,\ell)}$ контурной информации;
 - $C(\Theta)_i^{(k,\ell)}$, $C(\Theta)_j^{(k,\ell)}$ вектору $\Theta_i^{(k,\ell)}$, $\Theta_j^{(k,\ell)}$ признаков наличия контурных элементов соответственно в строках и столбцах сегментах.

Суммарная длина $V(\Delta; E)$ кодового представления уровня сегментов видеокadra находится с использованием следующего выражения [8]:

$$V(\Delta; E) = \sum_{k=1}^{N_1} \sum_{\ell=1}^{N_2} (V(M)^{(k,\ell)} + V(\Theta)_i^{(k,\ell)} + V(\Theta)_j^{(k,\ell)} + V(\Delta; E)^{(k,\ell)}), \quad (4)$$

где N_1 , N_2 - количество сегментов в соответствии с направлением строк и столбцов видеокadra;

$V(M)^{(k,\ell)}$ - количество разрядов на представление маски $(k; \ell)$ -го сегмента видеокadra;

$V(\Theta)_i^{(k,\ell)}$, $V(\Theta)_j^{(k,\ell)}$ - количество разрядов на представление векторов признаков наличия контурных элементов в строках и столбцах $(k; \ell)$ -го сегмента.

Соответственно из отдельных кодовых конструкций сегментов формируется уровень синтаксического описания всего видеокadra. Данный уровень образует кодовую конструкцию всего информативного синтаксического описания статичного ВИР [3-5]. Уровень включает следующие составляющие:

- $C(S)$ информационную, что содержит кодовые конструкции отдельных сегментов $C(M; \Delta; E)^{(k, \ell)}$;

- $V(M)$ информационной синтаксической маски контурной информации;

- $V(\Theta)_i$, $V(\Theta)_j$ кодового описания векторов признаков наличия контурных элементов в сегментах.

Откуда общая длина $V(S)$ кодового представления уровня видеокadra оценивается с помощью такого соотношения:

$$V(S)_{\Sigma} = V(S)_{\text{инф}} + V(S)_{\text{сл}}, \quad (5)$$

$$V(S)_{\text{инф}} = \sum_{k=1}^{N_1} \sum_{\ell=1}^{N_2} V(\Delta; E)^{(k, \ell)} = \sum_{k=1}^{N_1} \sum_{\ell=1}^{N_2} \left(\sum_{i=1}^{v_{\text{см}}} \sum_{\xi=1}^{v^{(i)}_{\text{квп}}(k, \ell)} (V(\xi)_{i, \text{max}}^{(k, \ell)} + V(\Delta(\xi))_i^{(k, \ell)}) \right), \quad (6)$$

где $V(S)_{\text{инф}}$ - длина информационной части данного уровня иерархии кодовых конструкций;

$V(S)_{\text{сл}}$ - суммарная длина служебной составляющей для всего видеокadra.

Данное соотношение позволяет оценить синтаксическую плотность видеокadra без учета семантической информативности.

Выводы

1. Обосновано, что кодового представления контурированной видеопоследовательности требуется проводить с учетом следующих особенностей:

1) обеспечения эффективного синтаксического представления КВП на основе структурной информации о локальных контурных перепадах;

2) обработка незначимой составляющей КВП проводится по опорным элементам;

3) количество и позиции элементов незначимой и контурной составляющих КВП определяется соответствующей маской $M(\xi)_i^{(k, \ell)}$ контурной информации.

2. 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;

- сегментации видеокadra по контурированным видеопоследовательностям на основе информации о маски контурной информации;

- аппроксимацию контурированной видеопоследовательности двухбазисным биадическим числом с ограничениями на локально-пространственные характеристики КВП;

- технология 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 для варианта, когда индексация элементов КВП проводится без привязки к текущей позиции в строке, т.е. индексация элементов проводится внутри контурированной видеопоследовательности.

3. Построена технологическая реализация режимов кодирования контурированных видеопоследовательностей, когда: индексация элементов ДББЧ проводится с учетом текущей позиции элемента в строке, но без учета позиций опорных элементов незначимой составляющей; индексация элементов организуется: с учетом текущей позиции элемента в строке с учетом позиций опорных элементов в незначимой составляющей КВП. Это обеспечивает возможность интегрирования созданного информативного представления в различных условиях построение базовой платформы обработки видеокadров.

4. Создан метод кодирования двухбазисных биадических чисел с учетом свертки кодовых составляющих незначимой и контурной составляющих КВП в единое число на основе функционала, задающего признак интервала КВП, т.е. признак идентификации позиций элементов относительно незначимой и контурной составляющих.

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. 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.

6. В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, (2015), Метод повышения информационной безопасности в системах видеомониторинга кризисных ситуаций. – Черкассы.: ЧТУ,

2005. – 143 c.

7. Barannik, V., Krasnorutskiy, A., Ryabukha, Y.N., Okladnoy, D.E. Model intelligent processing of aerial photographs with a dedicated key features interpretation, February 2016. – pp. 736 – 738.

8. Barannik, V., Shulgin, S.S. The method of increasing accessibility of the dynamic video information resource, Lviv-Slavske; Ukraine; 23 February 2016. – pp. 621 – 623.

9. Barannik, V., Ryabukha, Y., Krasnorutskyy, A. Method of effective syntactic description of frames using the contour information to improve the integrity of the video information resource. – Kharkiv, 2015 - 15 October 2015. – pp. 253 – 256.

10. Barannik, V., Shiryaev, A. Quadrature compression of images in polyadic space? Lviv – Slavske, 24 February 2012. – p. 422.