

Інфокомунікаційні системи

УДК 621.327: 681.5

В.В. Баранник¹, Д.А. Тарасенко²

¹ Харківський національний університет Воздушних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

² Черкаський державний технологічний університет, Черкаси

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОГО ВНУТРИКАДРОВОГО СИНТАКСИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ СЕГМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИХ ТРАНСФОРМИРОВАНИЯ

Проводится обоснование возможности устранения структурно-статистической избыточности для компонентного описания трансформант с последующей их линеаризацией и формированием уплотненного структурного пространства. Излагаются основные этапы разработки концепции внутрикадрового эффективного синтаксического кодирования сегментов видеокадров на основе их трансформирования с формированием уплотненного ДСП пространства по векторам структурных характеристик с последующей идентификацией их координатных объектов с сохранением целостности информации в условиях односторонности градиента. Создается концепция внутрикадрового эффективного синтаксического кодирования сегментов видеокадров на основе их трансформирования. Показывается, что вектор идентификаторов интерпретируется как объектно-позиционное число с наличием гибкого условия относительно неравенства парных элементов.

Ключевые слова: видеокадр, градиент, сегмент, объектно-позиционное число, эффективное синтаксическое кодирование.

Введение

Стабильное развитие государства и обеспечение его суверенитета напрямую зависит от уровня его информатизации. В первую очередь это касается видеоинформационных ресурсов.

В то же время в процессе предоставления видеосервисов в интересах профильных организаций, в том числе в кризисных ситуациях, необходимо учитывать ключевые факторы, включая: требование относительно получения информации одновременно с больших по масштабу территорий; наличие труднодоступных для наземного транспорта территорий, в том числе горных и лесных массивов, морских и речных акваторий; наличие быстрого распространения кризисных ситуаций на значительные территории. Это подчеркивает необходимость использования дистанционных сервисов по предоставлению динамических видеоресурсов с применением инфокоммуникационных технологий на базе бортовых беспилотных комплексов [1].

Оценки временных задержек на доставку видеопотока в условиях обеспечения требуемого уровня детализации объектов с использованием бортовой аппаратуры передачи информации показали, что временные задержки на передачу только одного кадра достигают десятков минут. Временные задержки резко увеличиваются в случае передачи динамического видеоресурса (видеопотока) в реаль-

ном времени. Так, например, для частоты кадров видеопотока 25–35 кадров/с реальное время задержки будет превышать уровень реального времени в среднем в 70 раз в зависимости от выбранного уровня детализации объектов визуализации и производительности бортовой аппаратуры обработки и передачи информации [2–3].

Значит, повышение качества предоставления видеoinформационных сервисов с использованием бортовых инфокоммуникационных технологий является актуальной научной задачей.

Анализ направлений решения задачи

Основное направление решения сформулированной научной задачи в условиях обеспечения требуемой целостности информации состоит в использовании информационных технологий обработки и передачи потока кадров. Базовая концепция современных стандартизированных информационных технологий обработки и передачи кадров строится на основе использования MPEG-платформ [4–8; 12]. Такие технологии используют концепцию классификации кадров в локальных группах в зависимости от удельного вклада в суммарный баланс между интенсивностью кодированного видеопотока и целостностью информации. Дифференцируются три весовые составляющие.

Первая весовая составляющая образуется базовыми кадрами - кадрами I-типа. Здесь весовая составляющая $V(I)_k$, приходящаяся на один кадр в группе, является максимальной. Для кадров данного типа обеспечивается наибольшее сохранение целостности информации.

Понятно, что такое условие сопутствует сохранению значительной интенсивности исходного (до процесса кодирования) видеопотока. Относительно базового кадра напрямую или опосредовано формируются кодовые представления остальных кадров в группе – кадры P-типа и кадры B-типа [9–11].

Оценка степени уменьшения информационной интенсивности видеопотока, приходящейся на один кадр, в зависимости от его типа выявила, что наибольший компромисс между уровнем целостности и информационной интенсивностью достигается для кадров P-типа. При этом зависимость информационной интенсивности кодированного видеопотока от значения пикового отношения сигнал/шум для различных типов кодеков показывает, что дисбаланс между информационной интенсивностью кодированного видеопотока и пропускной способностью бортовых инфокоммуникационных технологий находится в соотношения 10 : 1. С учетом этого, *цель исследований* заключается в разработке концептуальной модели эффективного синтаксического кодирования сегментов предсказанных видеок кадров на основе их трансформирования.

Обоснование направления разработки концептуального подхода для совершенствования технологий обработки предсказанных кадров видеопотока

Совершенствование информационных технологий обработки и передачи потока кадров (ИТОПК) *предлагается* осуществлять в направлении повышения эффективности кодирования последовательности кадров P-типа [13–14].

Основное снижение интенсивности достигается за счет сокращения количества психовизуальной избыточности. Однако это приводит к потерям целостности информации и снижению детализации видеок кадров.

Технологические этапы не связанные с потерей целостности основываются на устранении структурно-статистических видов избыточности. Одними из перспективных являются методы на основе формирования *двухкомпонентных векторов*, с выявлением длин последовательностей незначимых компонент. Технологии синтаксического кодирования трансформант в области их компонентного описания для стандартизированных ИТОПК строятся на основе использования базиса выделения значимых компо-

нент $z(\tau; \delta)_u$ и соответственно длин $\ell(\tau; \delta)_u$ последовательностей незначимых компонент трансформанты.

Формирование двухкомпонентных векторов $\{\ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_u\}$ всего лишь промежуточный этап общего процесса синтаксического представления трансформанты, предусмотренного стандартизированными ИТОПК. Одним из ключевых технологических этапов здесь является стратегия выделения количества разрядов под компоненты $\ell(\tau; \delta)_u$ и $z(\tau; \delta)_u$. Такой этап называется кодообразованием. Эффективность кодообразования зависит от адекватности выбранной модели информативности синтаксического описания величин $\ell(\tau; \delta)_u$ и $z(\tau; \delta)_u$ реальному содержанию обрабатываемой трансформанты. Если модель информативности выбрана не адекватно, то гипотеза о наличии предполагаемых закономерностей для двухкомпонентных векторов не подтверждается. Это значит, что выявляемые закономерности в трансформанте, либо слабо выражены, либо вообще отсутствуют. Соответственно созданный механизм кодирования не приведет к сокращению информационной интенсивности сегмента [15–16].

Отсюда для дополнительного снижения интенсивности требуется разработать подходы, не связанные с использованием статистических моделей информативности трансформант. В связи с чем рассмотрим синтаксическое описание трансформанты, задаваемое двумерным массивом, как двумерный структурно-комбинаторный объект, строками которого являются перестановки с повторениями с двумя спецификациями, определяемыми как ограничения на динамический диапазон $d(\ell; \delta)_\tau$, $d(z; \delta)_\tau$.

Однако, оценка количества потенциально устраняемой избыточности в процентном соотношении выявила, что для информативных видеок кадров количество избыточности не будет превышать 30 %. Поэтому, с одной стороны рассмотренный подход относительно формирования эффективного внутрикадрового синтаксического кодирования обладает потенциалом для дополнительного снижения интенсивности. С другой стороны, такой подход не в полной мере учитывает особенности обработки кадров P-типа.

Разработка концептуальной модели эффективного синтаксического представления трансформированных сегментов предсказанных кадров

Для устранения такого недостатка предлагается учитывать новые закономерности, а именно осуществлять перетрансформацию структурного пространства [17]. Суть перетрансформации исходных

векторов $\{\ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_u\}$ заключается в получении таких ДК, для которых будет обеспечиваться пропорциональная тенденция изменения значений компонент $\ell(\tau; \delta)_u$ и $z(\tau; \delta)_u$. Для этого *предлагается* вторые компоненты ДВ, т.е. значимые компоненты линеаризированной трансформанты размещать в обратном порядке. В этом случае перетрансформация ДК описывается следующим выражением:

$$\tilde{p}_u : \{ \ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1} \}, \quad (1)$$

где \tilde{p}_u – u -я перетрансформированная дискретная позиция двумерного структурного пространства (ДСП) $\{L; Z\}$ трансформанты.

Схема перетрансформирования двухкомпонентных векторов представлена в табл. 1.

Таблица 1
Схема перетрансформирования двухкомпонентных векторов

u	2	3	...	u	...	U-2	U-1
до перетрансформирования							
$\ell(\tau; \delta)_u$	$\ell(\tau; \delta)_2$	$\ell(\tau; \delta)_3$	...	$\ell(\tau; \delta)_u$	...	$\ell(\tau; \delta)_{U-2}$	$\ell(\tau; \delta)_{U-1}$
$z(\tau; \delta)_u$	$z(\tau; \delta)_2$	$z(\tau; \delta)_3$	...	$z(\tau; \delta)_u$	...	$z(\tau; \delta)_{U-2}$	$z(\tau; \delta)_{U-1}$
после перетрансформирования							
$z(\tau; \delta)_u$	$z(\tau; \delta)_{U-1}$	$z(\tau; \delta)_{U-2}$	...	$z(\tau; \delta)_{U-u+1}$	...	$z(\tau; \delta)_3$	$z(\tau; \delta)_2$

В результате строится перетрансформированный вектор $\tilde{P}(U-2)$ дискретных позиций ДСП пространства, который в координатной форме примет следующий вид:

$$\tilde{P}(U-2) = \{ \{ \ell(\tau; \delta)_2; z(\tau; \delta)_{U-1} \}; \dots \{ \ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1} \}; \dots \{ \ell(\tau; \delta)_{U-1}; z(\tau; \delta)_2 \} \}.$$

Значит, формирование эффективного синтаксического представления трансформанты Y в двумерном структурном пространстве $\{L; Z\}$ требуется проводить с учетом следующих аспектов:

1. Количество дискретных отсчетов ДСП пространства является *неравномерным контекстно-зависимым*, что задается выражением (2):

$$U = \text{var}. \quad (2)$$

2. Двумерное структурное пространство $\{L; Z\}$ является уплотненным по значимым компонентам спектра, неравенство (3):

$$U < n^2. \quad (3)$$

3. Максимальные значения элементов векторов L и Z ограничены соответственно величинами $d(\ell; \delta)_\tau$ и $d(z; \delta)_\tau$, соотношение (4)

$$\ell(\tau; \delta)_u \in [0; d(\ell; \delta)_\tau] \text{ и } z(\tau; \delta)_u \in [0; d(z; \delta)_\tau], \quad (4)$$

где $d(\ell; \delta)_\tau$, $d(z; \delta)_\tau$ – максимальные значения элементов соответственно вектора L и Z для ДСП

пространства τ -й трансформанты в условиях выбора стратегии квантования с параметром δ .

4. Из обработки исключаются позиции p_u ДСП пространства с координатами $u=1$ и $u=U$. В этом случае вектор $P(U-2)$ задается формулой (5):

$$P(U-2) = \{ p_2; \dots p_u; \dots p_{U-1} \}. \quad (5)$$

5. Двумерное структурное спектральное пространство трансформанты является перетрансформированным в соответствии с однонаправленностью градиента изменения значений элементов векторов L и Z , что задается следующим выражением (6):

$$\tilde{p}_u : \{ \ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1} \}, \quad (6)$$

где \tilde{p}_u – u -я перетрансформированная дискретная позиция ДСП пространства.

Поэтому *предлагается* формировать синтаксическое представление *по объектному принципу*. Здесь единое кодовое значение строится для координат $\{ \ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1} \}$ дискретной позиции \tilde{p}_u ДСП пространства, как для отдельных объектов. Такие кодовые значения предлагается называть идентификаторами $I(\tau; \delta)_u$, соотношение

$$\tilde{p}_u : \{ \ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1} \} \rightarrow I(\tau; \delta)_u.$$

С учетом чего *предлагается* формировать синтаксическое представление трансформанты Y в двумерном структурном пространстве *по объектному принципу*. Здесь единое кодовое значение строится для координат $\{ \ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1} \}$ дискретной позиции \tilde{p}_u ДСП пространства, как для отдельных объектов. Такие кодовые значения предлагается называть идентификаторами $I(\tau; \delta)_u$, соотношение

$$\tilde{p}_u : \{ \ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1} \} \rightarrow I(\tau; \delta)_u. \quad (7)$$

Рассмотрим процесс обоснования и формирования взаимнооднозначного функционального преобразования $F(I)$ для перевода ДСП пространства трансформанты в пространство идентификаторов и наоборот, т.е.:

$$F(I) : \{ \ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1} \} \rightarrow I(\tau; \delta)_u.$$

С учетом особенностей построения перетрансформированных координатных объектов \tilde{p}_u ДСП пространства создаются условия для их интерпретации как двухэлементных биадических чисел в условиях градиентной однонаправленности. В связи с чем, *предлагается* формировать идентификаторы $I(\tau; \delta)_u$ позиций \tilde{p}_u , как кодовые значения биадических чисел в условиях градиентной однонаправленности.

Тогда функциональное преобразование $F(I)$ для идентификации координатного объекта \tilde{p}_u примет следующий вид:

$$I(\tau; \delta)_u = (\ell(\tau; \delta)_u (d(z; \delta)_\tau - 1) + z(\tau; \delta)_{U-u+1}). \quad (8)$$

В результате формируется вектор $I(\tau; \delta)$ идентификаторов, т.е.

$$I(\tau; \delta) = \{I(\tau; \delta)_2; \dots; I(\tau; \delta)_u; \dots; I(\tau; \delta)_{U-1}\}.$$

Для обоснования взаимнооднозначности идентификации формулируется и доказывается следующее утверждение.

Утверждение о взаимнооднозначности идентификации уплотненного ДСП пространства по координатным объектам.

Для выбранного правила идентификации координатных объектов \tilde{r}_u , в условиях заданных ограничений на значения его составляющих $\ell(\tau; \delta)_u$ и $z(\tau; \delta)_{U-u+1}$, а именно то, что они ограничены динамическим количеством допустимых значений $d(\ell; \delta)_\tau$ и $d(z; \delta)_\tau - 1$, т.е.:

$$\ell(\tau; \delta)_u \in [0; d(\ell; \delta)_\tau - 1];$$

$$z(\tau; \delta)_{U-u+1} \in [1; d(z; \delta)_\tau - 1], \quad u = \overline{2, U-1}$$

можно построить только один идентификатор. Наоборот, для заданных ограничений по величине $I(\tau; \delta)_u$ можно идентифицировать только одну дискретную позицию \tilde{r}_u ДСП пространства.

Доказательство. Предположим противное, т.е. то, что найдется как минимум одна составляющая координатного объекта \tilde{r}_u . Без потери общности, такой составляющей, например, может быть элемент $\ell(\tau; \delta)_u$ вектора L . Тогда согласно предположенному, будет выполняться неравенство:

$$\ell(\tau; \delta)'_u \neq \ell(\tau; \delta)_u. \quad (9)$$

Для такого варианта как минимум для двух координатных объектов \tilde{r}_u и \tilde{r}'_u будут сформирован идентификатор с одним и тем же значением, т.е.:

$$I(\tau; \delta)_u = \ell(\tau; \delta)_u (d(z; \delta)_\tau - 1) + z(\tau; \delta)_{U-u+1}; \quad (10)$$

$$I(\tau; \delta)'_u = \ell(\tau; \delta)'_u (d(z; \delta)_\tau - 1) + z(\tau; \delta)_{U-u+1}, \quad (11)$$

так, что $I(\tau; \delta)_u = I(\tau; \delta)'_u$.

Поскольку по выдвинутому предположению выполняется условие (9), то без потери общности можно допустить, что будет верно следующее неравенство $\ell(\tau; \delta)'_u < \ell(\tau; \delta)_u$.

Теперь вычтем от левой и правой частей выражения (10) соответствующие части соотношения (11), и получим:

$$I(\tau; \delta)_u - I(\tau; \delta)'_u = \ell(\tau; \delta)_u (d(z; \delta)_\tau - 1) - \ell(\tau; \delta)'_u (d(z; \delta)_\tau - 1) + z(\tau; \delta)_{U-u+1} - z(\tau; \delta)_{U-u+1}.$$

Здесь в соответствии с предположением должно выполняться равенство $I(\tau; \delta)_u = I(\tau; \delta)'_u$. Тогда данное соотношение запишется в таком виде:

$$0 = \ell(\tau; \delta)_u (d(z; \delta)_\tau - 1) - \ell(\tau; \delta)'_u (d(z; \delta)_\tau - 1)$$

или

$$0 = (\ell(\tau; \delta)_u - \ell(\tau; \delta)'_u) \cdot (d(z; \delta)_\tau - 1).$$

Но в то же время, данное соотношение не может выполняться, в силу того, что по предположению $\ell(\tau; \delta)'_u < \ell(\tau; \delta)_u$, а для величины $d(z; \delta)_\tau$ по условию построения уплотненного ДСП пространства выполняется неравенство $d(z; \delta)_\tau \geq 2$. Отсюда оба слагаемых в правой части будут отличными от нулевого значения. Следовательно, можно заключить, что для выполнения равенства должно выполняться условие $\ell(\tau; \delta)'_u = \ell(\tau; \delta)_u$. Откуда заключаем, что выдвинутое предположение (9) является неверным. Аналогичным образом, показываем неверность предположения для элемента $z(\tau; \delta)_{U-u+1}$.

Поэтому для дискретной позиции \tilde{r}_u уплотненного ДСП пространства $\{L; Z\}$ в условиях выявленных ограничений можно сформировать только один идентификатор $I(\tau; \delta)_u$. И, наоборот, по значению величины $I(\tau; \delta)_u$ и заданных ограничений $d(\ell; \delta)_\tau$ и $d(z; \delta)_\tau - 1$ можно идентифицировать только одну дискретную позицию \tilde{r}_u .

Утверждение доказано.

Значит, разработанная идентификация уплотненного ДСП пространства по координатным объектам обеспечивает требование относительно сохранения целостности видеoinформационного потока [18–19].

На основе доказанного утверждения вытекают условия, для которых достигается взаимнооднозначная идентификация, а именно: наличие информации об ограничениях $d(\ell; \delta)_\tau$ и $d(z; \delta)_\tau - 1$ на динамическое количество значений, которое соответственно принимают элементы векторов L и Z ; значение идентификатора $I(\tau; \delta)_u$. Очевидно, что формирование функционала $F(I)^{(-1)}$ для обратной идентификации необходимо проводить с учетом полученных условий.

Реконструкция уплотненного ДСП пространства $\{L; Z\}$ заключается в получении информации о координатных объектах \tilde{r}_u . Для этого требуется восстановить значения координатных составляющих $\ell(\tau; \delta)_u$ и $z(\tau; \delta)_{U-u+1}$, используя величину соответствующего идентификатора $I(\tau; \delta)_u$. В таком случае обратное функциональное преобразование $F(I)^{(-1)}$ запишется в следующем виде:

$$F(I)^{(-1)} : I(\tau; \delta)_u \rightarrow \{\ell(\tau; \delta)_u; z(\tau; \delta)_{U-u+1}\}.$$

Согласно доказанному условию о взаимнооднозначном соответствии идентификаторов $I(\tau; \delta)_u$ и координатных объектов \tilde{r}_u , для построения функционала $F(I)^{(-1)}$ необходимо и достаточно исполь-

звать сведения о динамическом количестве значений $d(\ell; \delta)_\tau$ и $d(z; \delta)_\tau - 1$, которое соответственно принимают элементы векторов L и Z для τ -й трансформанты. Тогда, основываясь на принципе биадического декодирования в условиях градиентной однонаправленности, получим следующие выражения для реконструкции координатных составляющих $\ell(\tau; \delta)_u$ и $z(\tau; \delta)_{U-u+1}$ по соответствующему значению идентификатора $I(\tau; \delta)_u$:

$$\ell(\tau; \delta)_u = [I(\tau; \delta)_u / (d(z; \delta)_\tau - 1)] - [I(\tau; \delta)_u / ((d(z; \delta)_\tau - 1) \cdot d(\ell; \delta)_\tau)] d(\ell; \delta)_\tau; \quad (12)$$

$$z(\tau; \delta)_{U-u+1} = I(\tau; \delta)_u - [I(\tau; \delta)_u / (d(z; \delta)_\tau - 1)] (d(z; \delta)_\tau - 1). \quad (13)$$

Здесь величина $(d(z; \delta)_\tau - 1)$ имеет двойную интерпретацию, а именно:

- с одной стороны, по условию формирования уплотненного ДСП пространства – динамическое количество значений, которое принимают элементы вектора Z для τ -й трансформанты;

- с другой стороны, по условию биадичности описания – вес координатных составляющих $\ell(\tau; \delta)_u$ для вектора L .

Отсюда можно заключить, что выражения (12) и (13) позволяют идентифицировать дискретные позиции уплотненного ДСП пространства по значению величин $I(\tau; \delta)_u$, $d(\ell; \delta)_\tau$ и $d(z; \delta)_\tau - 1$ без потери целостности видеoinформации.

Используя выражения (12) и (13) для $u=2, U-1$, получим перетрансформированный вектор $\tilde{P}(U-2)$ дискретных позиций ДСП пространства. В результате чего достигается обратная идентификация двумерного структурного спектрального пространства $\{L; Z\}$ трансформанты по вектору $I(\tau; \delta)$ идентификаторов, т.е. $I(\tau; \delta) \rightarrow \{L; Z\}$.

Таким образом, создана концептуальная модель внутрикадрового эффективного синтаксического кодирования сегментов видеокадров на основе их трансформирования. Отличительные особенности

концепции состоят в том, что формируется уплотненное ДСП пространство по векторам структурных характеристик с последующей идентификацией их координатных объектов на основе биадического принципа в условиях градиентной однонаправленности и наложения ограничений на динамическое количество их значений, с сохранением целостности информации в условиях однонаправленности градиента.

Выводы

1. Разработана концептуальная модель эффективного внутрикадрового синтаксического кодирования сегментов на основе их трансформирования. Отличительные особенности созданной модели заключаются в том, что организуется идентификация уплотненного двумерного спектрального структурного пространства по его дискретным позициям (координатным объектам) на основе биадического принципа в условиях градиентной однонаправленности с учетом наложения ограничений на динамическое количество значений, которые принимают элементы структурных составляющих ДСП пространства.

2. Показано, что вектор идентификаторов интерпретируется как объектно-позиционное число с наличием гибкого условия относительно неравенства парных элементов. Такая интерпретация основывается на следующих структурных закономерностях вектора идентификаторов:

- существует ограничение на допустимое количество значений, которое принимает идентификатор для координатного объекта в условиях выявленных пороговых уровней для динамического количества значений, которое соответственно принимают элементы векторов двумерного структурного пространства трансформанты;

- значения координатных составляющих по осям двумерного структурного пространства трансформанты имеют градиентную однонаправленность, а именно увеличение значения длины цепочки незначимых компонент согласовывается с ростом величины значимой компоненты.

Список литературы

1. Кашкин В.Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений: Конспект лекций / В.Б. Кашкин. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 121 с.
2. Алімпієв А.М. Теоретичні основи створення технологій протидії прихованим інформаційним атакам в сучасній гібридній війні / А.М. Алімпієв, В.В. Бараннік, Т.В. Белікова, С.О. Сідченко // Системи обробки інформації. – Х.: ХНУПС, 2017. – Вип. № 4(150). – С. 113-121.
3. Шульгин С.С. Исследование характеристик сервиса дистанционного предоставления видеослужб при управлении в кризисных ситуациях / С.С. Шульгин, А.А. Красноручий, О.С. Кулица // Открытые компьютерные информационные интегрированные технологии. – 2015. – №70. – С. 263-270.
4. Gonzalez R. Digital Image Processing / R. Gonzalez, R. Woods. – Moscow, Technosphere, 2002. – 1072 p.
5. Миано Дж. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии: учеб. пособ. / Дж. Миано. – Москва: Триумф, 2003. – 336 с.
6. Лидовский В.В. Теория информации / В.В. Лидовский. – Москва: Компания Спутник+, 2004. – 111 с.

7. Yudin O. Quantitative quality indicators of the invariant spatial method of compressing video data / O. Yudin, O. Frolov, R. Ziubina // *Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T), Second International Scientific-Practical Conference.* – 2015. – P. 227-229. – DOI: 10.1109/infocommst.2015.7357320.
8. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений / Н.Н. Красильников. - М.: Вузовская книга, 2011. - 320 с.
9. Stankiewicz O. Encoding mode selection in HEVC with the use of noise reduction / O. Stankiewicz, K. Wegner, D. Karwowski, J. Stankowski, K. Klimaszewski, T. Grajek // *International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), Poznan.* - 2017. - P. 1-6.
10. Zhang Y. Error-resilient coding for underwater video transmission / Y. Zhang, S. Negahdaripour, Q. Li // *OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey, Monterey, CA, 2016.* - P. 1-7.
11. Wang S. Utility-Driven Adaptive Preprocessing for Screen Content Video Compression / S. Wang, X. Zhang, X. Liu, J. Zhang, S. Ma, W. Gao // *Transactions on Multimedia.* - 2017. – Vol. 19, No. 3. - P. 660-667.
12. Ватолин Д. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео: учебное пособие / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. - М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2003. – 384 с.
13. Barannik V.V. Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams / V.V. Barannik, Yu.N. Ryabukha, S.A. Podlesnyi // *Telecommunications and Radio Engineering.* – 2017. – No 76(7). – 607 p. – DOI: 10.1615/TELECOMRADENG.V76.I7.40.
14. Alimpiev A.N. The method of cryptocompression presentation of videoinformation resources in a generalized structurally positioned space / A.N. Alimpiev, V.V. Barannik, S.A. Sidchenko // *Telecommunications and Radio Engineering.* – 2017. – No. 76(6). - P.521-534. – DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v76.i6.60.
15. Хаханов В.И. Модели и архитектура вейвлет преобразований для стандарта JPEG 2000 / В.И. Хаханов, И.А. Побеженко // *АСУ и приборы автоматизи.* - 2007. – Вып. №2(139). - С. 4-12.
16. Гуржий П.Н. Адаптивне одноосновне позиційне кодування масивів довжин серій двійкових елементів / П.Н. Гуржий, Ю.П. Бойко, В.Ф. Третяк // *Радіоелектроніка і інформатика.* - 2013. – Вып. №2. - С. 12-17.
17. Barannik V. Model intelligent processing of aerial photographs with a dedicated key features interpretation / V. Barannik, A. Krasnorutskiy, Y.N. Ryabukha, D.E. Okladnoy // *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET).* - 2016. - 736 p. – DOI: 10.1109/TCSET.2016.7452167.
18. Баранник В.В. Концептуальный метод повышения безопасности дистанционного видеoinформационного ресурса в системе аэромониторинга кризисных ситуаций на основе интеллектуальной обработки видеок кадров / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // *Радиоэлектронные компьютерные системы.* - 2015. – Вып. № 3. - С. 19-21.
19. Barannik V. Method of encoding a video frame based on the identification vectors seal structural transformed space / V. Barannik, D. Tarasenko // *Radioelectronics & Informatics.* – 2016. – No 4. - P. 4-11.

References

1. Kashkin, V.B. (2008), “*Cifrovaya obrabotka aerokosmicheskikh izobrazhenii*” [Digital processing of aerospace images], IPK SFU, Krasnoyarsk, 121 p.
2. Alimpiev, A.M., Barannik, V.V., Belikova, T.V. and Sidchenko, S.O. (2017), “Teoretichni osnovi stvorenniya tehnologii protidii prihovanim informaciihim atakam v suchasniy gibridniy viini” [Theoretical foundations of the establishment of the technologies of cooperation to the hidden information attacks in the modern hybrid war], *Information Processing Systems*, No. 4(150), pp. 113-121.
3. Shulgin, S.S., Krasnoruckii, A.A. and Kulica, O.S. (2015), “Issledovanie harakteristik servisa distancionnogo predostavleniya videouslug pri upravlenii v krizisnih situaciyah” [Investigation of the characteristics of remote video delivery service in the management of crisis situations], *Open information and computer integrated technologies*, No. 70, pp. 263-270.
4. Gonzalez, R. and Woods, R. (2002), *Digital Image Processing, Technosphere, Moscow*, 1072 p.
5. Miano, J. (2003), “*Formaty i algoritmy szhatiya izobrazheniy v deystvii*” [Formats and algorithms for image compression in action], Triumph, Moscow, 336 p.
6. Lidovskii, V.V. (2004), “*Teoriya informacii*” [Theory of information], Kompany Sputnik+, Moscow, 111 p.
7. Yudin, O., Frolov, O. and Ziubina, R. (2015), Quantitative quality indicators of the invariant spatial method of compressing video data, *Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T), Second International Scientific-Practical Conference.* pp. 227-229, DOI: 10.1109/infocommst.2015.7357320.
8. Krasilnikov, N.N. (2011), “*Cifrovaya obrabotka izobrazhenii*” [Digital image processing], The University book, Moscow, 320 p.
9. Stankiewicz, O., Wegner, K., Karwowski, D., Stankowski, J., Klimaszewski, K. and Grajek, T. (2017), Encoding mode selection in HEVC with the use of noise reduction, *International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)*, Poznan, pp. 1-6.
10. Zhang, Y., Negahdaripour, S. and Li, Q. (2016), Error-resilient coding for underwater video transmission, *OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey, Monterey, CA*, pp. 1-7.
11. Wang, S., Zhang, X., Liu, X., Zhang, J., Ma, S. and Gao, W. (2017), Utility-Driven Adaptive Preprocessing for Screen Content Video Compression, *Transactions on Multimedia*, Vol. 19, No. 3, pp. 660-667.
12. Vatoлин, D., Ratushnyak, A., Smirnov, M. and Yukin, V. (2003), “*Metodi szhatiya dannih. Ustroistvo arhivatorov szhatiya izobrazhenii i video: uchebnoe posobie*” [Methods of data compression. The device archiver, compression of images and videos], DIALOG MIFI, Moscow, 384 p.
13. Barannik, V.V., Ryabukha, Yu.N. and Podlesnyi, S.A. (2017), Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams, *Telecommunications and Radio Engineering*, No. 76(7), 607 p., DOI: /10.1615/TELECOMRADENG.V76.I7.40.
14. Alimpiev, A.N., Barannik, V.V. and Sidchenko, S.A. (2017), The method of cryptocompression presentation of videoinformation resources in a generalized structurally positioned space, *Telecommunications and Radio Engineering*, No. 76(6), pp. 521-534, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v76.i6.60.

15. Hahanov, V.I. and Pobejenko, I.A. (2007), "Modeli i arhitektura veivlet preobrazovaniia dlya standarta JPEG 2000" [Model and architecture of wavelet transforms for JPEG 2000 standard], *Automated Control Systems and Automation Devices*, No. 2(139), pp. 4-12.

16. Gurjii, P.N., Boiko, Yu.P. and Tretyak, V.F. (2013), "Adaptivne odnoosnovne pozicijne koduvannya masiviv dovjn serii dviikovih elementiv" [Adaptive encoding positional monobasic lengths of series arrays of binary elements], *RadioElectronics & Informatics Journal*, No. 2, pp. 12-17.

17. Barannik, V., Krasnorutskiy, A., Ryabukha, Y.N. and Okladnoy, D.E. (2016), Model intelligent processing of aerial photographs with a dedicated key features interpretation, *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET)*, 736 p., DOI: 10.1109/TCSET.2016.7452167.

18. Barannik, V.V. and Ryabuha, Yu.N. (2015), "Konceptualnii metod povisheniya bezopasnosti distancionnogo videoi nformacionnogo resursa v sisteme aeromonitringa krizisnih situacii na osnovе intellektualnoi obrabotki videokadrov" [Concept method of increasing techniques remote videoinformation resources in a aeromonitring crisis situations by intelligent processing of video frames], *Radioelectronic computer systems*, No. 3, pp. 19-21.

19. Barannik, V. and Tarasenko, D. (2016), Method of encoding a video frame based on the identification vectors seal structural transformed space, *Radioelectronics & Informatics*, No. 4, pp. 4-11.

Поступила в редколлегию 13.10.2017

Одобрена к печати 7.12.2017

Відомості про авторів:

Бараннік Володимир Вікторович

доктор технічних наук професор
начальник кафедри Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2848-4524>
e-mail: vvbar.off@gmail.com

Information about the authors:

Barannik Volodymyr

Doctor of Technical Sciences Professor
Chief of Department of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2848-4524>
e-mail: vvbar.off@gmail.com

Тарасенко Денис Анатолійович

здобувач Черкаського державного
технологічного університету,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2996-9523>
e-mail: tarasenko@gmail.com

Tarasenko Denis

Graduate student Cherkasskiy
State Technological University,
Cherkassy, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0002-2996-9523>
e-mail: tarasenko@gmail.com

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОГО ВНУТРІШНЬОКАДРОВОГО СИНТАКСИЧНОГО КОДУВАННЯ СЕГМЕНТІВ НА ОСНОВІ ЇХ ТРАНСФОРМАЦІЇ

В.В. Бараннік, Д.А. Тарасенко

Проводиться обґрунтування можливості усунення структурно-статистичної надмірності для компонентного опису трансформант з подальшою їх лінеаризацією і формуванням ущільненого структурного простору. Викладаються основні етапи розробки концепції внутрішньокадрового ефективного синтаксичного кодування сегментів відеокадрів на основі їх трансформації з формуванням ущільненого ДСП простору по векторах структурних характеристик з подальшою ідентифікацією їх координатних об'єктів зі збереженням цілісності інформації в умовах однонаправленості градієнта. Створюється концепція внутрішньокадрового ефективного синтаксичного кодування сегментів відеокадрів на основі їх трансформації. Показується, що вектор ідентифікаторів інтерпретується як об'єктно-позиційне число з наявністю гнучкої умови відносно нерівності парних елементів.

Ключові слова: відеокадр, градієнт, сегмент, об'єктно-позиційне число, ефективне синтаксичне кодування.

THE CONCEPTUAL MODEL OF INTRA-FRAME EFFECTIVE SYNTACTIC SEGMENTS CODING ON THE TRANSFORMATION BASIS

V. Barannik, D. Tarasenko

The conceptual model of effective intraframe syntax encoding of segments on the basis of their transformation is developed. Reasons for structural and statistical redundancy possibility elimination for the component description of transformants with their subsequent linearization and formation of the condensed structural space are carried out. For justification of mutually unambiguity of identification, hardening about mutually unambiguity of identification of the condensed two-dimensional structural space on coordinate objects is formulated and proved. The concept of intraframe effective syntax encoding of video frames segments on the basis of their transformation is created. It is shown that the identifiers vectors is interpreted as object and positional number with existence of a flexible condition concerning inequality of the conjugate elements. To justify the mutually identify, formulate and prove a statement identifying the mutually compacted space condensed structural space with respect to coordinate objects. Basing on the principle of biarding decoding in the conditions of gradient one-orientation it is received expressions for coordinate components reconstruction on the selected value of the identifier.

Keywords: video frame, gradient, segment, object-positional number, effective syntax encoding.