

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

ISSN0135-1710

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ АВТОМАТИКИ

**Всеукраинский межведомственный
научно-технический сборник**

Основан в 1965 г.

Выпуск 162

Харьков
2013

В сборнике представлены результаты исследований, касающихся компьютерной инженерии, управления, технической диагностики, автоматизации проектирования, оптимизированного использования компьютерных сетей и создания интеллектуальных экспертных систем. Предложены новые подходы, алгоритмы и их программная реализация в области автоматического управления сложными системами, оригинальные информационные технологии в науке, образовании, медицине.

Для преподавателей университетов, научных работников, специалистов, аспирантов.

У збірнику наведено результати досліджень, що стосуються комп'ютерної інженерії, управління, технічної діагностики, автоматизації проектування, оптимізованого використання комп'ютерних мереж і створення інтелектуальних експертних систем. Запропоновано нові підходи, алгоритми та їх програмна реалізація в області автоматичного управління складними системами, оригінальні інформаційні технології в науці, освіті, медицині.

Для викладачів університетів, науковців, фахівців, аспірантів.

Редакционная коллегия:

В.В. Семенец, д-р техн. наук, проф. (гл. ред.); *М.Ф. Бондаренко*, д-р техн. наук, проф.; *И.Д. Горбенко*, д-р техн. наук, проф.; *Е.П. Пуятин*, д-р техн. наук, проф.; *В.П. Тарасенко*, д-р техн. наук, проф.; *Г.И. Загарий*, д-р техн. наук, проф.; *Г.Ф. Кривуля*, д-р техн. наук, проф.; *Чумаченко С.В.*, д-р техн. наук, проф.; *В.А. Филатов*, д-р техн. наук, проф.; *Е.В. Бодянский*, д-р техн. наук, проф.; *Э.Г. Петров*, д-р техн. наук, проф.; *В.Ф. Шостак*, д-р техн. наук, проф.; *В.М. Левыкин*, д-р техн. наук, проф.; *Е.И. Литвинова*, д-р техн. наук, проф.; *В.И. Хаханов*, д-р техн. наук, проф. (отв. ред.).

Свидетельство о государственной регистрации
печатного средства массовой информации

КВ № 12073-944ПР от 07.12.2006 г.

Адрес редакционной коллегии: Украина, 61166, Харьков, просп. Ленина, 14, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, комн. 321, тел. 70-21-326

© Харківський національний університет
радіоелектроніки, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

СТЕНЛИ ГАЙДУК, ВЛАДИМИР ХАХАНОВ СТРУКТУРА ЛОГИЧЕСКОГО АССОЦИАТИВНОГО МУЛЬТИПРОЦЕССОРА....	4
ЛИСИЦКИЙ К.Е., МЕЛЬНИЧУК Е.Д. УТОЧНЁННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЛУЧАЙНОЙ ПОДСТАНОВКИ	22
ЗИАРМАНД А.Н. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ СУТЬ ПРОЕКТА «SMART ROADS»	28
АКИМОВ Р.И., ХАХАНОВА А.В. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ БИАДИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕЖКАДРОВЫХ АПЕРТУР ДЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ Р-КАДРОВ.....	35
БАРАННИК В.В., КРИВОНОС В.Н., ХАХАНОВА А.В. МЕТОД КОМПАКТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЕКТОРА ЗНАЧИМЫХ КОМПОНЕНТ ТРАНСФОРМАНТ.....	40
БАСАРАБ О.К. ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЙМОВІРНІСНОГО ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВИХ ДІЙ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕ ЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ	47
БАРАННИК В.В., ВЛАСОВ А.В., ШИРЯЕВ А.В. МЕТОДОЛОГИЯ ДВУХКАСКАДНОГО МАСКИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ.....	50
КУЛИЦА О.С. МЕТОДОЛОГИЯ УСТРАНЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТИ В ТЕХНОЛОГИЯХ КОМПРЕССИИ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПОТЕРЕЙ КАЧЕСТВА	55
КУЗЕМИН А.Я., ШТУКИН М.В., ТКАЧЕНКО Б.К. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	59
АРТАМОНОВ В.В., ПРИТЧИН С.Э. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ МОДУЛЯ ЮНГА И КОЭФФИЦИЕНТА ПУАССОНА ОТ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ ПОДЛОЖЕК GaAs.....	68
РЕФЕРАТЫ.....	74
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ АВТОРОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СБОРНИКА.....	78

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ БИАДИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕЖКАДРОВЫХ АПЕРТУР ДЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ Р-КАДРОВ

Обосновывается необходимость совершенствования технологий компрессии в направлении сохранения информационного содержания изображений и снижения технической сложности реализации. Излагаются этапы разработки математической модели для оценки информативности апертурного описания изображений, аппроксимируемых одномерными двухосновными позиционными числами с ограниченным фиксированным приращением между элементами. Показываются потенциальные характеристики создаваемого подхода относительно сокращения избыточности изображений.

1. Введение

Постановка проблемы и анализ литературы. Снижение качества предоставления видеoinформационных услуг с использованием инфокоммуникационных технологий обусловлено превышением интенсивности видеотрафика относительно пропускной способности сети [1]. Использование технологий компрессии уменьшает интенсивность видеопотока. Здесь применяются технологии компрессии на MPEG платформах [2 – 4]. Однако такая обработка сопряжена с внесением искажений и дополнительными временными задержками на обработку. Интегрирование в ИТ системы базовых технологий сжатия неоднозначно влияет на эффективность их функционирования. Особенно это проявляется при передаче видеотрафика: на значительные расстояния по низкоскоростным беспроводным каналам связи; на ограниченные расстояния с использованием относительно высокоскоростных технологий, но в условиях повышенных требований по качеству кадров изображений. Значит, актуальным требованием является создание систем сжатия, способных обеспечить сокращение интенсивности видеопотока в режимах сохранения необходимого информационного содержания и минимизации сложности реализации кодеков. Данное направление является сутью *научно-прикладной задачи*.

Для ее решения необходимо построение технологий компрессии видеопотока с использованием методов апертурной аппроксимации с последующим устранением структурно-комбинаторной избыточности [5]. Для MPEG-ориентированных технологий компрессии видеопотока одним из ключевых механизмов обработки является кодирование Р-кадров, полученных в результате предсказания [4]. Поэтому *цель исследований статьи* заключается в создании математической модели для оценки информативности и обоснования подхода относительно обработки Р-кадров с использованием апертурной аппроксимации.

2. Разработка модели оценки информативности биадического представления межкадровых апертур для последовательности Р-кадров

Предлагается описывать последовательность предсказанных кадров на основе выявления межкадровых апертур [5]. Под межкадровой апертурой понимается последовательность со следующими свойствами: элементы расположены в пакете Р-кадров на одинаковых позициях; значения элементов находятся в пределах ограниченного динамического диапазона. Характеристиками межкадровой апертурой являются:

– высота $D_{\xi, \gamma}$ апертур для $(\xi; \gamma)$ -й последовательности, определяемая как разница между верхним $l_{\xi, \gamma}^{(\max)}$ и нижним $l_{\xi, \gamma}^{(\min)}$ значениями динамического диапазона в последовательности элементов предсказанных кадров $D_{\xi, \gamma} = l_{\xi, \gamma}^{(\max)} - l_{\xi, \gamma}^{(\min)}$, где $l_{\xi, \gamma}^{(\min)}$, $l_{\xi, \gamma}^{(\max)}$ – значения соответственно нижней и верхней границ диаметра $(\xi; \gamma)$ -й апертур; длина $\Gamma_{\xi, \gamma}$ апертур, вычисляемая как количество подряд расположенных элементов, для которых

выполняется условие $a(\tau)_{\xi,\gamma} \in [l_{\xi,\gamma}^{(\min)}; l_{\xi,\gamma}^{(\max)}]$, $\tau = \theta, \tau - 1$; начальный элемент $a_{\xi,\gamma}$ меж-

кадровой апертуры, относительно которой осуществляется определение величин $l_{\xi,\gamma}^{(\min)}$ и $l_{\xi,\gamma}^{(\max)}$, т.е. $l_{\xi,\gamma}^{(\max)} = a_{\xi,\gamma} + D_{\xi,\gamma} / 2$; $l_{\xi,\gamma}^{(\min)} = a_{\xi,\gamma} - D_{\xi,\gamma} / 2$.

Построение генерирующей апертурной функции предлагается организовывать на базе использования позиционных систем. В этом случае функция $f_a(A^{(\xi,\gamma)})$ создается для следующих условий: $D_{\xi,\gamma} \geq 1$ и $x(\tau)_{\xi,\gamma} \neq x(\tau + 1)_{\xi,\gamma}$, $a(\tau)_{\xi,\gamma} \in [l_{\xi,\gamma}^{(\min)}; l_{\xi,\gamma}^{(\max)}]$, $\tau = \theta, \tau - 1$; $h \geq h_{тр}$.

Такой подход обеспечивает сокращение структурной, статистической и психовизуальной избыточности в условиях сокращения вычислительных затрат. В то же время необходимо отметить и недостатки данного подхода относительно формирования ФАГ, которые связаны с тем, что высота межкадровой апертуры выбирается заранее. Это может привести к потере адаптивности относительно реального динамического диапазона обрабатываемых Р-кадров. Возможны последствия, когда динамический диапазон:

– будет значительно меньшим, чем выбранная заранее высота межкадровой апертуры, что приведет к появлению избыточного количества разрядов при формировании объема W_{in} ;

– будет иметь нестационарные значения, что в случае фиксированной высоты межкадровой апертуры приведет к образованию большого количества апертур для кадров Р-образа, т.е. увеличится объем W_{cl} ;

– будет значительно выше, чем выбранная высота межкадровой апертуры. Это приведет к появлению большего количества апертур единичной длины и, как следствие, к понижению суммарного коэффициента сжатия.

Для устранения указанных последствий возможны следующие направления:

1) выбирать заранее высокое значение высоты межкадровой апертуры. Данное направление имеет такие недостатки:

– приводит к увеличению объема W_{in} в случае описания межкадровой апертуры в режиме фиксированной длины кода, определяемой в зависимости от высоты МА;

– снижает гибкость к особенностям обрабатываемых кадров Р-образа, в том числе к их динамическим диапазонам. Проявляется эффект поглощения апертурой с большой высотой коротких апертур, имеющих относительно меньшие высоты;

2) подбирать значение высоты межкадровой апертуры под реальный динамический диапазон. Такое направление характеризуется недостатками: при большой высоте межкадровой апертуры увеличивается W_{in} ; увеличивается количество служебных данных в случае нестационарности изображений, так как формируется большое количество апертур с неравномерными длинами; для апертур, содержащих большое количество равных элементов, все равно формируется два ограничителя на динамический диапазон; если в апертуре не все элементы будут равны друг другу, то в случае появления равных элементов они также будут рассматриваться в процессе построения ФАГ как не равные.

Поэтому для устранения недостатков второго подхода относительно формирования ФАГ на основе представления их позиционными числами *предлагается* разработать *направление*, базирующееся на дополнительном выявлении закономерностей, основанных на учете локально-пространственных свойств межкадровой апертуры, выявляемой для последовательности изображений.

Выявление локально-пространственных свойств межкадровой апертуры предлагается осуществлять на основе учета ограниченного приращения δ между соседними элементами Р-кадров. Это обусловлено тем, что для большинства видеопоследовательностей реалистических изображений характерны относительно незначительные изменения цвета и яркости между соответствующими элементами соседних кадров. Наиболее часто наблюдаются плавные цветовые переходы между последовательностями кадров. Такая тенденция имеет более устойчивое проявление в случае обработки не исходных кадров, а кадров,

представленных в дифференциальном виде. Наоборот, резкие изменения сценариев между кадрами, т.е. наибольшие значения приращения, встречаются значительно реже. Данный вид ограничений задается следующей системой соотношений:

$$\begin{aligned} a(\tau)_{\xi, \gamma} - \delta &\leq a(\tau+1)_{\xi, \gamma}; \\ a(\tau)_{\xi, \gamma} + \delta &\geq a(\tau+1)_{\xi, \gamma}. \end{aligned} \quad (1)$$

В то же время в соответствии с выбранным подходом обработки изображений элементы $a(\tau)_{\xi, \gamma}$ и $a(\tau+1)_{\xi, \gamma}$ входят в состав межкадровой апертуры, т.е. $a(\tau)_{\xi, \gamma}, a(\tau+1)_{\xi, \gamma} \in A^{(\xi, \gamma)}$. Тогда обобщенное ограничение на элементы апертуры, удовлетворяющее условиям системы (1), примет вид:

$$\begin{aligned} l_{\xi, \gamma}^{(\min)} = a(0)_{\xi, \gamma} - D_{\xi, \gamma} / 2 \leq a(\tau)_{\xi, \gamma} - \delta \leq a(\tau+1)_{\xi, \gamma} \leq a(0)_{\xi, \gamma} + D_{\xi, \gamma} / 2 = l_{\xi, \gamma}^{(\max)}; \\ l_{\xi, \gamma}^{(\max)} = a(0)_{\xi, \gamma} + D_{\xi, \gamma} / 2 \geq a(\tau)_{\xi, \gamma} + \delta \geq a(\tau+1)_{\xi, \gamma} \geq a(0)_{\xi, \gamma} - D_{\xi, \gamma} / 2 = l_{\xi, \gamma}^{(\min)}; \end{aligned} \quad (2)$$

$\tau = 0, r_{\xi, \gamma} - 1$, где $a(0)_{\xi, \gamma}$ – вершина $(\xi; \gamma)$ -й межкадровой апертуры; $r_{\xi, \gamma}, D_{\xi, \gamma}$ – соответственно длина и высота межкадровой апертуры; $\delta_{\xi, \gamma}$ – приращение между элементами на позиции $(\xi; \gamma)$ в последовательности Р-кадров.

Данное условие задает межкадровую апертуру, элементы которой имеют ограниченное приращение $\delta_{\xi, \gamma}$.

Для оценки информативности предложенного подхода относительно создания апертурного описания Р-кадров необходимо определить количество информации, содержащееся в кодовых словах, формируемых генерирующей апертурной функцией на базе формирования позиционных чисел.

Проведем оценку количества информации, содержащейся в межкадровых апертурах, элементы которой удовлетворяют системе ограничений (2). В условиях формирования позиционных чисел относительно оценки информативности межкадровых апертур требуется определить динамические диапазоны изменения значений ее элементов. Анализ выражения (2) показывает, что:

1) значение координаты вершины апертуры $a(0)_{\xi, \gamma}$ будет изменяться в пределах $a(0)_{\xi, \gamma} \in [l_{\xi, \gamma}^{(\min)}; l_{\xi, \gamma}^{(\max)}]$, т.е. динамический диапазон величины $a(0)_{\xi, \gamma}$ будет равен

$$\lambda(0)_{\xi, \gamma} = l_{\xi, \gamma}^{(\max)} - l_{\xi, \gamma}^{(\min)} + 1 = D_{\xi, \gamma} + 1; \quad (3)$$

2) значения элементов $a(\tau)_{\xi, \gamma}$, $\tau = \overline{1, r_{\xi, \gamma}}$, принадлежащих $(\xi; \gamma)$ -й межкадровой апертуре, будут изменяться в следующих пределах:

$$a(\tau)_{\xi, \gamma} - \delta_{\xi, \gamma} \leq a(\tau+1)_{\xi, \gamma} \leq a(\tau)_{\xi, \gamma} + \delta_{\xi, \gamma}.$$

Отсюда динамический диапазон элементов $a(\tau)_{\xi, \gamma}$ относительно предыдущего элемента межкадровой апертуры находится как

$$\lambda(\tau)_{\xi, \gamma} = 2\delta_{\xi, \gamma} + 1, \text{ для } \tau = \overline{1, r_{\xi, \gamma} - 1}. \quad (4)$$

Значит, в результате того, что генерируется межкадровая апертура, элементы которой соответствуют условиям (3), образуются позиционные числа $A^{(\xi, \gamma)}$, отличающиеся тем, что:

– основание первого элемента определяется по формуле (3) и зависит от высоты межкадровой апертуры, если известны максимальный и минимальный ее уровни. В противном случае основание координаты высоты межкадровой апертуры определяется общим динамическим диапазоном изображения;

– основания остальных элементов зависят от величины межкадрового приращения $\delta_{\xi, \gamma}$ и вычисляются соответственно по формуле (4).

Числа с такими свойствами будем называть *одномерными позиционными числами с ограниченным приращением на элементы*.

С другой стороны, элементам сформированных чисел соответствует два различных основания, а именно для первого элемента $\lambda(\tau)_{\xi,\gamma} = D_{\xi,\gamma} + 1$, $\tau = 0$, а для всех остальных

$$\lambda(\tau)_{\xi,\gamma} = 2\delta_{\xi,\gamma} + 1, \text{ где } \tau = \overline{1, r_{\xi,\gamma} - 1}, \text{ т.е. } \lambda(\tau)_{\xi,\gamma} = \begin{cases} D_{\xi,\gamma} + 1, & \rightarrow \tau = 0; \\ 2\delta_{\xi,\gamma} + 1, & \rightarrow \tau = \overline{1, r_{\xi,\gamma} - 1}; \end{cases}$$

Отсюда следует, что межкадровые апертур, элементы которых удовлетворяют соотношениям (2) – (4) являются *одномерными биадическими (двухосновными) числами* (ОБЧ). Тогда количество $V^{(\xi,\gamma)}$ различных ОБЧ длиной $r_{\xi,\gamma}$, основания элементов которых определяются по формулам (3) и (4), вычисляется по формуле

$$V^{(\xi,\gamma)} = \prod_{\tau=0}^{r_{\xi,\gamma}-1} \lambda(\tau)_{\xi,\gamma} = (D_{\xi,\gamma} + 1)(2\delta_{\xi,\gamma} + 1)^{r_{\xi,\gamma}-1}. \quad (5)$$

Из анализа выражения (5), следует, что количество $V^{(\xi,\gamma)}$ допустимых одномерных биадических чисел находится в прямо пропорциональной зависимости от высоты $D_{\xi,\gamma}$ межкадровой апертур и величины межкадрового приращения $\delta_{\xi,\gamma}$.

Согласно выражению (5) максимальное количество $W^{(\xi,\gamma)}$ разрядов, затрачиваемое на представление $(\xi; \gamma)$ -й межкадровой апертур в виде одномерного биадического числа, определяется по формуле

$$W^{(\xi,\gamma)} = [\log_2 V^{(\xi,\gamma)}] + 1 = [\log_2 (D_{\xi,\gamma} + 1) + (r_{\xi,\gamma} - 1) \log_2 (2\delta_{\xi,\gamma} + 1)] + 1. \quad (6)$$

Среднее количество разрядов $\overline{W}^{(\xi,\gamma)}$, приходящееся на один элемент межкадровой апертур длиной $r_{\xi,\gamma}$ элементов, в случае их описания ОБ числами оценивается следующим соотношением:

$$\overline{W}^{(\xi,\gamma)} = \frac{W^{(\xi,\gamma)}}{r_{\xi,\gamma}} = \frac{[\log_2 (D_{\xi,\gamma} + 1) + (r_{\xi,\gamma} - 1) \log_2 (2\delta_{\xi,\gamma} + 1)] + 1}{r_{\xi,\gamma}}. \quad (7)$$

Выражение (7) позволяет сделать вывод, что для больших длин межкадровых апертур, длиной $r_{\xi,\gamma}$, среднее количество разрядов $\overline{W}^{(\xi,\gamma)}$ будет ограничено снизу величиной $\overline{W}^{(\xi,\gamma)} \geq \log_2 (2\delta_{\xi,\gamma} + 1)$.

Минимальное количество избыточности $R_{\xi,\gamma}^{(\min)}$, оцениваемое как разница в количестве разрядов, отводимых на представление соответственно исходных элементов Р-кадров и элементов ОБЧ, и выражаемое в процентах, будет равно

$$R_{\xi,\gamma}^{(\min)} = 100(b - \overline{W}^{(\xi,\gamma)}) / b \%,$$

где b – количество разрядов, отводимое на представление элемента исходного изображения.

Заменив в предыдущем выражении величину $\overline{W}^{(\xi,\gamma)}$ формулой (7), получим следующую оценку для $R_{\xi,\gamma}^{(\min)}$:

$$R_{\xi,\gamma}^{(\min)} = 1 - \frac{([\log_2 (D_{\xi,\gamma} + 1) + (r_{\xi,\gamma} - 1) \log_2 (2\delta_{\xi,\gamma} + 1)] + 1)}{br_{\xi,\gamma}} \times 100\%. \quad (8)$$

Анализ полученного соотношения для оценки величины $R_{\xi, \gamma}^{(\min)}$ показывает, что для:

– количества избыточности выполняется неравенство $R_{\xi, \gamma}^{(\min)} > 0\%$;

– больших длин апертур $R_{\xi, \gamma}^{(\min)} \geq (100 - 12,5 \log_2(2\delta_{\xi, \gamma} + 1))\%$.

Действительно, распишем формулу (8) следующим образом:

$$R_{\xi, \gamma}^{(\min)} = 1 - \frac{([\log_2(D_{\xi, \gamma} + 1) + (r_{\xi, \gamma} - 1)\log_2(2\delta_{\xi, \gamma} + 1)] + 1)}{b + b(r_{\xi, \gamma} - 1)} \times 100\% .$$

В то же время по условию построения межкадровой апертуры ее формирование осуществляется при следующих ограничениях на высоту и на межкадровое приращение между элементами соседних Р-кадров:

$$D_{\xi, \gamma} + 1 < 2^b - 1; 2\delta_{\xi, \gamma} + 1 < 2^b - 1. \quad (9)$$

Отсюда следует, что $\log_2(D_{\xi, \gamma} + 1) < b$ и $(r_{\xi, \gamma} - 1)\log_2(2\delta_{\xi, \gamma} + 1) < (r_{\xi, \gamma} - 1)b$. Значит, за счет описания межкадровой апертуры как биадического числа происходит сокращение избыточности, количество которой будет больше нулевого уровня. При этом количество устраняемой избыточности будет тем больше, чем меньше значение высоты межкадровой апертуры и межкадрового приращения относительно общего динамического диапазона, равного $2^b - 1$. Понятно, что количество такой избыточности обусловлено наличием в Р-кадрах статистических и структурно-комбинаторных закономерностей.

Результаты проведенных экспериментов относительно оценки минимального количества избыточности, которое устраняется в результате представления межкадровой апертуры биадическим числом с ограниченным приращением, свидетельствует о том, что минимальное количество избыточности $R_{\xi, \gamma}^{(\min)}$, устраняемое относительно исходного представления элементов межкадровой апертуры, характеризуется следующими зависимостями:

– величина $R_{\xi, \gamma}^{(\min)}$ изменяется от 27 до 97% в зависимости от длины апертуры и значения приращения;

– наибольшее количество такой избыточности сокращается для относительно низких значений величины приращения и с ростом длины апертуры. Так, для $8 \leq r_{\xi, \gamma} \leq 32$ и для $0 \leq \delta_{\xi, \gamma} \leq 2$ количество исключаемой избыточности будет находиться в пределах 60 – 97%. Наименьшее количество избыточности снижается для $r_{\xi, \gamma} = 2$ и для $5 \leq \delta_{\xi, \gamma} \leq 6$, и находится на уровне 28% ;

– для длин апертур, принимающих значения большее $r_{\xi, \gamma} \geq 32$, минимальное количество устраняемой избыточности снижается не более, чем на 1 - 2%, что говорит о наступлении эффекта насыщения, причем такой эффект в большей степени проявляется с ростом величины приращения.

Выявление локально-пространственных свойств межкадровой апертуры возможно на основе адаптивного учета динамических диапазонов ее элементов. При этом в соответствии с предложенным подходом относительно построения генерирующей апертурной функции наибольшая эффективность будет достигаться в случае понижения динамических диапазонов до минимального значения.

Значит, на основе изложенного можно заключить, что построение ФАГ на основе описания межкадровой апертуры биадическим числом с ограниченным межкадровым приращением между элементами позволяет обеспечить минимальное количество избыточности, устраняемое относительно исходного представления элементов апертуры на уровне от 27 до 97% в зависимости от длины апертуры и значения межкадрового приращения.

3. Выводы

1. Разработана математическая модель оценки информативности биадического представления межкадров апертур для последовательности предсказанных кадров в технологии компрессии видеопотока. Учитывается, что Р-кадры представляются биадическими

числами, полученными для межкадровых апертур с ограничением на локальное приращение между элементами.

2. На основе полученной модели оценки информативности доказано, что:

– за счет выявления локальных свойств межкадровых апертур Р-кадров достигается дополнительное сокращение избыточности изображений без потери информации. Количество устраняемой избыточности обусловлено наличием в Р-кадрах статистических и структурно-комбинаторных закономерностей, и будет тем больше, чем меньше значения высоты апертуры и приращения относительно общего динамического диапазона;

– минимальное количество избыточности, устраняемое относительно исходного представления элементов межкадровой апертуры, изменяется от 27 до 97% в зависимости от ее длины и значения приращения.

Научная новизна полученного результата заключается в том, что: получила дальнейшее развитие структурно-комбинаторная модель оценки информативности последовательности предсказанных кадров для технологии обработки видеопотока. Отличия состоят в том, что последовательности Р-кадров представляются биадическими числами, формируемыми для межкадровых апертурных последовательностей с учетом ограничения на локальное приращение между их элементами. Это позволяет проводить блочную обработку последовательности Р-кадров и повышать степень сжатия без внесения искажений.

Список литературы: **1.** *Олифер В.Г.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. СПб.: Питер, 2006. 958 с. **2.** *Миано Дж.* Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии: учебное пособие / Дж. Миано; пер. с англ. М.: Триумф, 2003. 336 с. **3.** *Сэломон Д.* Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон. М.: Техносфера, 2004. 368 с. **4.** *Баранник В.В.* Структурно-комбинаторное представление данных в АСУ / В.В. Баранник, Ю.В. Стасев, Н.А. Королева. Х.: ХУПС, 2009. 252 с. **5.** *Акимов Р.И.* Технология кодирования пакетов предсказанных кадров в инфокоммуникационных системах // Сучасна спеціальна техніка. 2012. № 4. С. 17 – 18.

Поступила в редколлегию 18.01.2013

Акимов Руслан Иванович, соискатель Киевского Национального авиационного университета. Научные интересы: обработка видеоинформации и безопасность инфокоммуникационных систем. Адрес: Украина, Киев, пр. Космонавта Комарова, 1.

Хаханова Анна Владимировна, канд. техн. наук, доц. кафедры АПВТ ХНУРЭ. Научные интересы: сжатие и восстановление двоичных данных. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-326. E-mail: anna_hahan@mail.ru.

АННОТАЦИИ

Р.И. АКИМОВ, А.В. ХАХАНОВА

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ БИДИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕЖКАДРОВЫХ АПЕРТУР ДЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ Р-КАДРОВ

Обосновывается необходимость совершенствования технологий компрессии в направлении сохранения информационного содержания изображений и снижения технической сложности реализации. Излагаются этапы разработки математической модели для оценки информативности апертурного описания изображений, аппроксимируемых одномерными двухосновными позиционными числами с ограниченным фиксированным приращением между элементами. Показываются потенциальные характеристики создаваемого подхода относительно сокращения избыточности изображений.

ABSTRACTS

UDC 621.391

Model estimation informing biadical presentation interskilled apertures for the sequence of P-shots / R.I. Akimov, A.V. Hahanova // Management Information System and Devices. 2013. N 162. P.35-40.

The ground of necessity of perfection of technologies of compression is conducted in the direction of maintenance of informative maintenance of images and decline of technical complication of realization. Design of mathematical model times are expounded for the estimation of informing of aperture description of images, approximated one-dimensional position numbers with the limited fixed increase between elements. Shown potential descriptions of the created approach in relation to reduction of surplus of images.

Ref.: 5 items.

РЕФЕРАТИ

УДК 621.391

Модель оцінки інформативності біадичного представлення міжкадрових апертур для послідовності Р-кадрів / Р.І. Акімов, Г.В. Хаханова // АСУ та прилади автоматики. 2013. Вип. 162. С.35-40.

Обґрунтована необхідність вдосконалення технологій компресії у напрямку збереження інформаційного змісту зображень і зниження технічної складності реалізації. Показано етапи розробки математичної моделі для оцінки інформативності апертурного опису зображень, що апроксимуються одновимірними двоосновними позиційними числами з обмеженим фіксованим приростом між елементами. Описано потенційні характеристики створюваного підходу щодо скорочення надмірності зображень.

Бібліогр.: 5 назв.