УДК 621.327:681.5

В.В. Баранник[1], Д.С. Кальченко[2]

[1] Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков
[2] Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДВУХОСНОВНОГО ПОЗИЦИОННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ С ФИКСИРОВАННЫМ ПРИРАЩЕНИЕМ

Проводится обоснование необходимости 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. Показывается потенциальные характеристики создаваемого подхода относительно сокращения избыточности изображений.

Ключевые слова: *двухосновное позиционное число с ограниченным приращением.*

Введение

Постановка проблемы и анализ литературы. Несмотря на значительный прогресс в сфере развития информационно-телекоммуникационных (ИТ) технологий наблюдается отставание темпов роста их производительности относительно темпов увеличения объемов видеоинформационных потоков [1 – 3]. Использование технологий компрессии с одной стороны обеспечивает снижение объемов видеоданных, формируемых в пакеты для передачи с использованием телекоммуникационных систем. С другой стороны 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 передачи:

1) на значительные расстояния по низкоскоростным беспроводным каналам связи оцифрованных изображений в случае наличия достаточного объема памяти и вычислительных мощностей;

2) на ограниченные расстояния с использованием сравнительно высокоскоростных технологий (10 – 100 Мбит/с) изображений высокого качества (размер кадра превышает 1920×1080 пикселов). Например, такая ситуация возникает когда используется телекоммуникационная технология WiFi, основанная на стандарте IEEE 802.11, технологии UWB, 60GHz.

Поэтому системы сжатия должны обеспечивать сокращение объемов изображений в режимах сохранения полного их информационного содержания и минимизации сложности реализации.

Проведенный анализ характеристик существующих методов в режиме отсутствия искажений выявил их низкую эффективность. Следовательно, совершенствование в этом плане методов сжатия является актуальной научно-прикладной задачей.

Одна из направлений решения задачи состоит в разработке структурно-комбинаторного представления апертур равномерной длины с полным сохранением их информационного содержания [3; 4]. Поэтому цель исследований статьи заключается в создании математической модели для оценки информативности предлагаемого представления и определения возможностей такого подхода для повышения эффективности функционирования ИТ систем.

Разработка модели информативности двухосновного позиционного представления

Предлагается организовать подход, который основывается на построении генерирующей апертурной функции на базе структурно-комбинаторного подхода. В этом случае функция $f_a(X^{(\xi)})$ создается для следующих условий:

$$D \ge 1 \text{ и } x_{\xi,\gamma} \ne x_{\xi,\gamma+1} \ne \ldots \ne x_{\xi,\gamma+r_\xi-1},$$

$$x_{\xi,\gamma+\tau} \in [\ell_\xi^{(\min)}; \ell_\xi^{(\max)}],\ \tau = \overline{0, r_\xi - 1}; \quad (1)$$

$$\sigma = 0. \quad (2)$$

Условие (1) соответствует первому подходу, когда высота апертуры больше единицы, а значения ее элементов в общем случае не равны друг другу. Условие (2) определяет режим сжатия без потери информации, когда среднеквадратический показатель погрешности равен нулю.

Для построения генерирующей апертурной функции в заданных условиях заметим, что значения элементов апертуры находятся в ограниченном динамическом диапазоне $\ell_\xi^{(\min)} \le x_{\xi,\gamma} \le \ell_\xi^{(\max)}$. Тогда последовательность $X^{(\xi)}$ элементов апертуры можно рассматривать как одномерное позиционное число $A^{(\xi)}$ в дифференциальном пространстве, т.е.

$$A^{(\xi)} = \{x_{\xi,\gamma} - \ell_\xi^{(\min)}, \ldots, x_{\xi,\gamma+r_\xi-1} - \ell_\xi^{(\min)}\}, \quad (3)$$

где $a_{\xi,\gamma} = x_{\xi,\gamma} - \ell_\xi^{(\min)}$ - γ-й элемент одномерного дифференциального позиционного числа (ОДПЧ), сформированного для ξ-й апертуры.

Из (3) следует, что элементы $a_{\xi,\gamma}$ принимают значения в диапазоне $a_{\xi,\gamma} \in [0; \ell_{\xi}^{(\max)} - \ell_{\xi}^{(\min)}]$. Отсюда вытекает что:

а) генерирующая апертурная функция на основе кода-образующего выражения для одномерного позиционного числа в дифференциальном пространстве примет вид [4]:

$$f_a(X^{(\xi)}) = \sum_{\tau=0}^{r_\xi - 1} a_{\xi,\gamma+\tau} w_{\xi,\gamma+\tau}, \qquad (4)$$

где $w_{\xi,\gamma+\tau}$ - весовой коэффициент $(\gamma+\tau)$-го элемента ξ-го ОДПЧ

$$w_{\xi,\gamma+\tau} = (\ell_{\xi}^{(\max)} - \ell_{\xi}^{(\min)})^{r_\xi - (\gamma+\tau) - 1};$$

б) количество $W^{(\xi)}$ различных апертур, длиной r_ξ, которое можно составить на основе формирования различных ОДПЧ равно $W^{(\xi)} = (\ell_{\xi}^{(\max)} - \ell_{\xi}^{(\min)})^{r_\xi}$;

в) максимальный объем цифрового описания апертуры на основе кода-образующей функции ОДПЧ оценивается по формуле

$$\ell og_2 W^{(\xi)} = r_\xi([\ell og_2(\ell_{\xi}^{(\max)} - \ell_{\xi}^{(\min)})]+1).$$

Откуда суммарный объем $V^{(3)}$ на представление апертур, выявленных для всего изображения, на основе формирования кода для ОДПЧ равен

$$V^{(3)} = \sum_{\xi=1}^{q_r^{(3)}} r_\xi([\ell og_2(\ell_{\xi}^{(\max)} - \ell_{\xi}^{(\min)})]+1) + \sum_{\xi=1}^{q_r^{(3)}} \ell og_2 r_\xi,$$

где $V_x^{(3)}$, $V_r^{(3)}$ - суммарные объемы цифрового представления соответственно для элементов апертуры, описываемых на основе выбранной ФАГ, и для описания длин апертур

В случае, если высота апертуры задана заранее и является константой для всего изображения, то величина $V^{(3)}$ будет равна

$$V^{(3)} = ([\ell og_2(\ell_{\xi}^{(\max)} - \ell_{\xi}^{(\min)})]+1) \sum_{\xi=1}^{q_r^{(3)}} r_\xi. \qquad (5)$$

где $q_r^{(3)}$ - количество апертур, выявленных для всего изображения в случае третьего подхода.

Сравнивая соотношения (1) и (5) соответственно для оценки величин $V^{(2)}$ и $V^{(3)}$ приходим к следующему выводу, что:

а) в связи с тем, что нет ограничения на равенство элементов апертуры, то выполняется соотношение $\sum_{\xi=1}^{q_r^{(3)}} \ell og_2 r_\xi \le \sum_{\xi=1}^{q_r^{(2)}} \ell og_2 r_\xi$;

б) поскольку величина b является количеством разрядов, отводимых на представление исходных элементов, то выполняется неравенство $b \le ([\ell og_2(\ell_{\xi}^{(\max)} - \ell_{\xi}^{(\min)})]+1)$.

Исходя из этого, получаем, что суммарный объем цифрового представления изображений на основе построения ФАГ по третьему подходу не будет превышать суммарный цифровой объем изображения в случае описания апертур по ФАГ на базе второго подхода, т.е. $V^{(3)} \le V^{(2)}$.

В тоже время необходимо отметить и недостатки третьего подхода относительно формирования ФАГ, которые связаны с тем, что высота апертуры выбирается заранее. Это может привести к потере адаптивности (робостнасти) относительно реального динамического диапазона обрабатываемого фрагмента изображения. Откуда возможны следующие последствия, когда реальный диапазон будет :

- значительно меньшим, чем выбранная заранее значение высоты апертуры, что приведет к появлению избыточного количества разрядов при формировании объема $V_x^{(3)}$;

- иметь нестационарные значения, что в случае фиксированной высоты апертуры приведет к образованию большого количества апертур, т.е. увеличиться величина объема $V_r^{(3)}$;

- значительно выше, чем выбранная высота апертуры, что приведет к появлению большего количества апертур единичной длины, и как следствие к понижению коэффициента сжатия.

Для устранения таких последствий возможны следующие направления:

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

- приводит к увеличению объема $V_x^{(3)}$ в случае описания апертуры по ФАГ, задаваемой (5);

- снижается гибкость к особенностям обрабатываемых фрагментов изображения, в том числе к их динамическим диапазонам. Проявляется эффект поглощения апертурой с большой высотой коротких апертур, имеющих относительно меньшие высоты;

2) подбирать значение высоты апертуры под реальный динамический диапазон. Такое направление характеризуется недостатками:

- при большой высоте апертуры увеличивается величина $V_x^{(3)}$;

- увеличивается количество служебных данных в случае нестационарности изображений, та 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 третьего подхода относительно формирования ФАГ по структурно-комбинаторному принципу *предлагается* разрабатывать *направление*, базирующееся на дополнительном выявлении закономерностей, основанных на учете локально-пространственных свойств апертуры фрагмента изображения.

Выявление локально-пространственных свойств апертуры предлагается осуществлять на основе учета ограниченного приращения δ между соседними элементами изображения. Это обусловлено тем, что для большинства видов реалистических изображений характерны относительно незначительные изменения цвета и яркости между соседними элементами. Наибольшую площадь в изображении занимают фоновые области, и области плавного цветового перехода. Наоборот области содержащие контуры, на границах которых достигается наибольшие значения приращения, занимают в значительной степени меньшую площадь. Данный вид ограничений задается следующим соотношением:

$$\begin{cases} x_{\xi,\gamma+\tau} - \delta \le x_{\xi,\gamma+\tau+1}; \\ x_{\xi,\gamma+\tau} + \delta \ge x_{\xi,\gamma+\tau+1}. \end{cases} \qquad (6)$$

В тоже время в соответствии с выбранным подходом обработки изображений элементы $x_{\xi,\gamma+\tau}$ и $x_{\xi,\gamma+\tau+1}$ входят в состав апертуры, т.е. $x_{\xi,\gamma+\tau}, x_{\xi,\gamma+\tau} \in X^{(\xi)}$. Тогда обобщенное ограничение на элементы апертуры, удовлетворяющее условиям (6) примет вид:

$$\begin{cases} \ell_{\xi}^{(\min)} = x_{\xi,\gamma} - D/2 \le x_{\xi,\gamma+\tau} - \delta \le \\ \le x_{\xi,\gamma+\tau+1} \le x_{\xi,\gamma} + D/2 = \ell_{\xi}^{(\max)}; \\ \ell_{\xi}^{(\max)} = x_{\xi,\gamma} + D/2 \ge x_{\xi,\gamma+\tau} + \delta \ge \\ \ge x_{\xi,\gamma+\tau+1} \ge x_{\xi,\gamma} - D/2 = \ell_{\xi}^{(\min)}; \end{cases} \qquad (7)$$

$$\tau = \overline{0, r_{\xi} - 1},$$

где $x_{\xi,\gamma}$ - вершина апертуры; r_{ξ}, D - соответственно длина и высота апертуры; δ - приращение между элементами.

Данное условие задает апертуру, элементы которой имеют ограниченное приращение.

Для оценки информативности предложенного подхода относительно создания апертурного описания изображений необходимо определить количество информации, содержащееся в кодовых посылках, формируемых генерирующей апертурной функцией на базе структурно-комбинаторного подхода.

Проведем оценку количества информации, содержащейся в апертурах, элементы которой удовлетворяют системе ограничений (7). В условиях структурно-комбинаторного подхода относительно оценки информативности апертур требуется определить динамические диапазоны изменения значений ее элементов. Анализ выражения (7) показывает, что:

- значение координаты вершины апертуры $x_{\xi,\gamma}$ будет изменяться в пределах $x_{\xi,\gamma} \in [\ell_{\xi}^{(\min)}; \ell_{\xi}^{(\max)}]$, т.е. динамический диапазон величины $x_{\xi,\gamma}$ равен

$$\psi_{\xi,\gamma} = \ell_{\xi}^{(\max)} - \ell_{\xi}^{(\min)} + 1 = D + 1; \qquad (8)$$

- значения элементов $x_{\xi,\gamma+\tau}$, $\tau = \overline{1, r_{\xi}}$, принадлежащих ξ-й апертуре будут изменяться в пределах: $x_{\xi,\gamma+\tau} - \delta \le x_{\xi,\gamma+\tau+1} \le x_{\xi,\gamma+\tau} + \delta$. Откуда динамический диапазон элементов $x_{\xi,\gamma+\tau}$ относительно предыдущего элемента апертуры находится как

$$\psi_{\xi,\gamma+\tau} = 2\delta + 1, \text{ для } \tau = \overline{1, r_{\xi} - 1}. \qquad (9)$$

Значит, в результате того, что генерируется апертура, элементы которой соответствуют условиям (7), образуются числа $X^{(\xi)}$, отличающиеся тем, что:

- основание первого элемента определяется по формуле (8), и зависит от высоты апертуры, если известны максимальный и минимальный уровни апертуры. В противном случае основание координаты высоты апертуры определяется общим динамическим диапазоном изображения;
- основания остальных элементов зависят от величины приращения δ, и вычисляются соответственно по формуле (9).

Числа с такими свойствами будем называть одномерными позиционными числами с ограниченным приращением элементов.

С другой стороны элементам сформированных чисел соответствует два различных основания, а именно для первого элемента $\psi_{\xi,\gamma+\tau} = D + 1$, $\tau = 0$, а для всех остальных $\psi_{\xi,\gamma+\tau} = 2\delta + 1$, где $\tau = \overline{1, r_{\xi} - 1}$.

Отсюда следует, что апертуры, элементы которых удовлетворяют соотношениям (7) – (9) являются одномерными двухосновными позиционными (полиадическими) числами (ОДОПЧ).

Тогда количество $W^{(\xi)}$ различных ОДОПЧ длиной r_{ξ}, основания элементов которых определяются по формулам (8) и (9) вычисляется по формуле

$$W^{(\xi)} = \prod_{\tau=0}^{r_{\xi}-1} \psi_{\xi,\gamma+\tau} = (D+1)(2\delta+1)^{r_{\xi}-1}. \qquad (10)$$

Из анализа выражения (10), следует, что количество $W^{(\xi)}$ допустимых одномерных двухосновных позиционных чисел находится в прямо пропорциональной зависимости от высоты D апертуры и величины приращения соседних элементов δ.

Согласно выражению (10) максимальное количество $V^{(\xi)}$ разрядов, затрачиваемое на представление апертуры в виде одномерного двухосновного позиционного числа, определяется по формуле

$$V^{(\xi)} = [\ell og_2 W^{(\xi)}] + 1 = [\ell og_2 (D+1)(2\delta+1)^{r_{\xi}-1}] + 1 =$$
$$= [\ell og_2 (D+1) + (r_{\xi} - 1)\ell og_2 (2\delta+1)] + 1. \qquad (11)$$

Среднее количество разрядов $\overline{V}^{(\xi)}$, приходящееся на один элемент апертуры длиной r_{ξ} элементов, в случае их описания ОДП числами оценивается следующим соотношением:

$$\overline{V}^{(\xi)} = \frac{[\ell og_2(D+1)+(r_\xi-1)\ell og_2(2\delta+1)]+1}{r_\xi}. \quad (12)$$

Выражение (12) позволяет сделать вывод, что для больших длин апертур r_ξ среднее количество разрядов $\overline{V}^{(\xi)}$ будет ограничено снизу величиной $\overline{V}^{(\xi)} \geq \ell og_2(2\delta+1)$.

Минимальное количество избыточности $R_\xi^{(min)}$, оцениваемое как разница в количестве разрядов, отводимых на представление соответственно исходных элементов изображения и элементов ОДПЧ, и выражаемое в процентах будет равно $R_\xi^{(min)} = 100(b-\overline{V}^{(\xi)})/b\,\%$, где b - количество разрядов, отводимое на представление элемента исходного изображения. Заменив в величину $\overline{V}^{(\xi)}$ формулой (12), и получим следующую оценку для $R_\xi^{(min)}$:

$$R_\xi^{(min)} = 1 - \frac{([\ell og_2(D+1)+(r_\xi-1)\ell og_2(2\delta+1)]+1)}{b r_\xi}. \quad (13)$$

Анализ полученного соотношения для оценки величины $R_\xi^{(min)}$ показывает, что: для количества избыточности выполняется неравенство $R_\xi^{(min)} > 0\%$; для больших длин апертур $R_\xi^{(min)} \geq (100-12{,}5\ell og_2(2\delta+1))\%$.

Действительно, распишем формулу (13) следующим образом

$$R_\xi^{(min)} = 1 - \frac{([\ell og_2(D+1)+(r_\xi-1)\ell og_2(2\delta+1)]+1)}{b + b(r_\xi-1)}.$$

В тоже время по условию построения апертуры, ее формирование осуществляется при следующих ограничениях на высоту и на приращение между соседними элементами:

$$D+1 < 2^b - 1; \quad 2\delta+1 < 2^b - 1. \quad (14)$$

Откуда следует, что $\ell og_2(D+1) < b$ и $(r_\xi-1)\ell og_2(2\delta+1) < (r_\xi-1)b$. Значит, за счет описания апертуры как ОДП числа происходит сокращение избыточности, количество которой будет больше нулевого уровня. При этом количество устраняемой избыточности будет тем больше, чем меньше значения высоты апертуры и приращения относительно общего динамического диапазона, равного 2^b-1. Понятно, что количество такой избыточности обусловлено наличием в изображениях статистических и структурно-комбинаторных закономерностей (корреляция между элементами, наличие цепочек одинаковых элементов, ограничения на динамический диапазон элементов).

Оценка максимального количества информации, приходящегося в среднем на один элемент апертуры, которая представляется двухосновным позиционным числом с ограниченным приращением, и оценка минимального количества избыточности, которое при этом устраняется, представлены в виде графиков соответственно на рис. 1. Анализ графиков на рис. 1 свидетельствует о том, что:

1) среднее количество информации, приходящееся на один элемент апертуры для случая ее описания двухосновным позиционным числом с ограниченным приращением имеет такие характеристики:

- значение величины $\overline{V}^{(\xi)}$ изменяется от 0,25 бит/элемент до 5,8 бит/элемент в зависимости от длины апертуры и величины приращения;

- для фиксированного значения приращения величина $\overline{V}^{(\xi)}$ существенным образом зависит от длины апертуры. Так относительно $r_\xi = 2$ для длины апертуры $r_\xi = 32$ осуществляется снижение величины $\overline{V}^{(\xi)}$ от 1,5 до 16 раз в зависимости от величины приращения. Наибольшая зависимость от длины апертуры проявляется с понижением значения приращения;

- для фиксированной длины апертуры величина $\overline{V}^{(\xi)}$ снижается в случае уменьшения величины приращения. Наибольшая интенсивность снижения достигается с ростом длины апертуры.

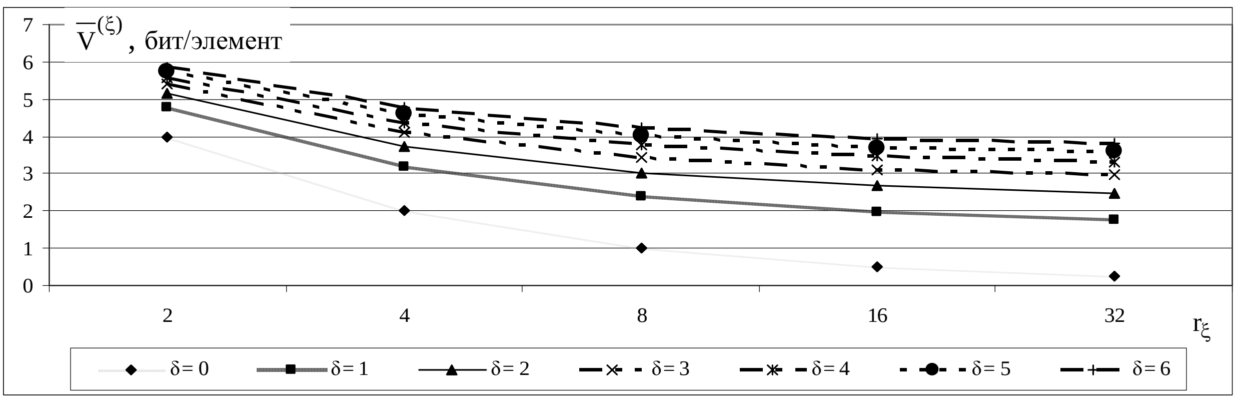

Рис. 1. Зависимость величины $\overline{V}^{(\xi)}$ от длины апертуры r_ξ и величины приращения δ

Так для $r_\xi = 2$ при уменьшении приращения величина $\overline{V}^{(\xi)}$ уменьшается в 1,46 раза, а для $r_\xi = 32$ - в 15 раз.

- несущественное снижение значения $\overline{V}^{(\xi)}$ происходит для длины апертуры превосходящей длину $r_\xi = 32$, особенно это проявляется с ростом величины приращения между элементами, и практически достигает минимально достижимой границы (отличие не менее 2 – 3%);

2) минимальное количество избыточности $R_\xi^{(\min)}$, устраняемое относительно исходного представления элементов апертуры характеризуется следующими зависимостями:

- величина $R_\xi^{(\min)}$ 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 $8 \le r_\xi \le 32$ и для $0 \le \delta \le 2$ количество исключаемой избыточности будет находится в пределах 60 – 97%.

Наименьшее количество избыточности снижается для $r_\xi = 2$ и для $5 \le \delta \le 6$, и находится на уровне 28%;

- для длин апертур, принимающих значения большее $r_\xi \ge 32$, величина минимального количества 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 апертуры возможно на основе адаптивного учета динамических диапазонов ее элементов. Причем в соответствии с предложенным структурно-комбинаторным подходом относительно построения генерирующей апертурной функции наибольшая эффективность будет достигаться в случае понижения динамических диапазонов на минимальное значение. В этом случае из элементов апертуры формируется дифференциальное полиадическое число.

Значит, на основе изложенного можно заключить, что построение ФАГ на основе описания апертуры двухосновным позиционным числом с ограниченным 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 приращения;

Выводы

Разработана математическая модель оценки информативности апертурного описания изображений, аппроксимируемых одномерными двухосновными позиционными числами с ограниченным фиксированным приращением между элементами. На основе полученной модели обосновано, что:

а) за счет выявления локальных свойств апертуры в пространственно-временной области достигается дополнительное сокращение избыточности изображений без потери информации. Количество устраняемой избыточности обусловлено наличием в изображениях статистических и структурно-комбинаторных закономерностей, и будет тем больше, чем меньше значения высоты апертуры и приращения относительно общего динамического диапазона, равного $2^b - 1$;

б) оценка максимального количества информации, приходящегося в среднем на один элемент апертуры, которая представляется двухосновным позиционным числом с ограниченным приращением, характеризуется тем, что минимальное количество избыточности, устраняемое относительно исходного представления элементов апертуры находится на уровне от 27 до 97% в зависимости от длины апертуры и значения приращения.

Научная новизна полученного результата заключается в том, что: получила дальнейшее развитие информационная модель апертурного описания изображений на основе структурно-комбинаторного подхода, характеризующееся тем, что апертуры аппроксимируются одномерными двухосновными позиционными числами с ограниченным приращением между элементами. Это позволяет повысить адаптивность описания апертуры на основе генерирующей функции к реальным фрагментам изображения, и дополнительно сократить количество избыточности в случае линейной зависимости времени обработки от длины апертуры.

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: учеб. пособ. / 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.*

Поступила в редколлегию 30.08.2011

Рецензент: д-р тех. наук, проф. В.И. Хаханов, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ІНФОРМАТИВНОСТІ ДВООСНОВНОГО ПОЗИЦІЙНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ З ФІКСОВАНИМ ПРИРОСТОМ

В.В. Баранник, Д.С. Кальченко

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

Ключові слова: *двоосновне позиційне число з обмеженим приростом.*

MODEL OF ESTIMATION POSITION PRESENTATION INFORMING WITH THE FIXED INCREASE

V.V. Barannik, D.S. Kalchenko

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

Keywords: *two foundations position number with the limited increase.*