
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АПЕРТУР ВО МНОЖЕСТВЕ ОДНОМЕРНЫХ ДВУХОСНОВНЫХ ПОЗИЦИОННЫХ ЧИСЕЛ

Проводится обоснование и разработка принципов лексикографической нумерации двухосновных позиционных чисел с учетом наличия контекстно-зависимых избыточных последовательностей, которое задает правило нумерации комбинаторных объектов в случае наложения дополнительных запретов, число которых зависит от контекста обработанной последовательности. Излагаются основные этапы построения ассоциативного функционала, задающего правило оценки наличия избыточных одномерных позиционных двухосновных чисел, на основе анализа длины начальной серии нулей в контексте последовательности элементов, предшествующих текущему содержанию.

1. Введение

Развитие телекоммуникационных технологий в направлении повышения качества предоставляемых услуг связано с преодолением сложившегося дисбаланса между темпами роста производительности информационных систем и темпами увеличения объемов видеоинформационных потоков [1]. Это диктует *актуальность научно-прикладной тематики исследований*, проводимых в русле сокращения объемов изображений в условиях сохранения их информационного содержания и минимизации сложности реализации [2 – 4]. Данная тематика характерна для вариантов доставки малоразмерных изображений по низкоскоростным беспроводным каналам связи и высококачественных изображений с использованием сравнительно высокоскоростных технологий (10 – 100 Мбит/с). Здесь можно указать такую технологию как WI-FI, основанную на стандарте IEEE 802.11, технологии UWB, 60GHz.

Одно из направлений решения состоит в разработке структурно-комбинаторного представления апертур равномерной длины с полным сохранением их информационного содержания [5]. В то же время для такого подхода обработки апертур отсутствует обоснованная теоретическая база. Поэтому *научная задача* заключается в разработке методологических принципов представления апертур изображений в рамках структурно-комбинаторного подхода на основе двухосновных позиционных чисел. Это позволит в последующем строить эффективные системы кодирования видеопоследовательностей, принадлежащих апертурным ограничениям.

2. Построение источника одномерных двухосновных позиционных чисел

Исходные оцифрованные изображения преобразуются в апертурное описание. В свою очередь последние используются как базовое представление для формирования нормированных одномерных двухосновных позиционных чисел с ограниченным адаптивным приращением между элементами в рамках апертурных ограничений. Это позволяет создать потенциальные возможности для сокращения комбинаторной избыточности без потери качества изображений. Структурно-функциональная схема модели источника генерирова-

ния апертур, рассматриваемых как нормированные одномерные двухосновные позиционные числа (ОДОПЧ), приведена на рис. 1.

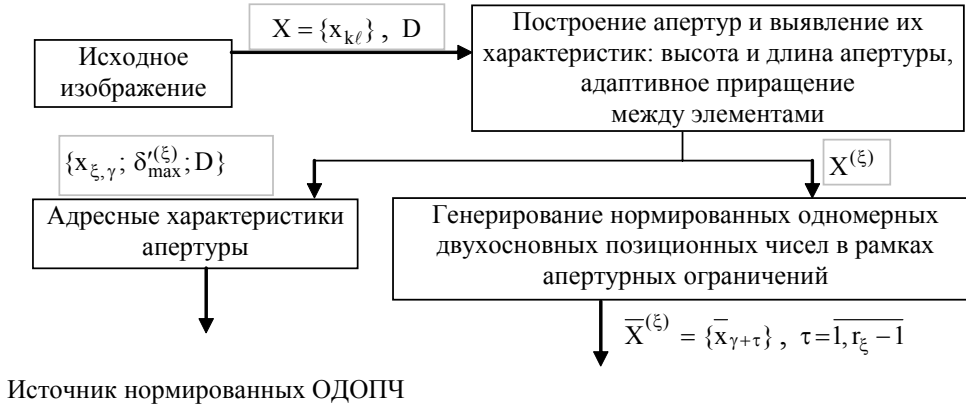


Рис. 1. Структурно-функциональная схема модели источника нормированных ОДОПЧ

На рис. 1. показано, что для исходных последовательностей изображения $X = \{x_{kl}\}$ на основе заданного значения высоты D осуществляется выявление апертур $X^{(\xi)}$. На базе апертур $X^{(\xi)}$, элементы которых удовлетворяют условию $x_{\xi, \gamma+\tau} \in [\ell_{\xi}^{(\min)}; \ell_{\xi}^{(\max)}]$, $\tau=0, r_{\xi}-1$, проводится формирование нормированных одномерных двухосновных позиционных чисел $\bar{X} = \{\bar{x}_{\gamma+\tau}\}$.

3. Разработка методологических принципов описания апертур двухосновными позиционными числами

Для непосредственного сокращения избыточности сообщений, образуемых источником нормированных ОДОПЧ, требуется построить систему формирования кодовых конструкций. При создании системы кодирования необходимо учитывать, что:

1. ОДОПЧ являются последовательностями, принадлежащими множеству $\Psi(\delta'_{\max}^{(\xi)}; D)$, формируемому с учетом условий, которые задаются следующими выражениями:

– для обобщенных ограничений на элементы апертуры

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

$\tau=0, r_{\xi}-1$, где $x_{\xi, \gamma}$ – вершина апертуры; r_{ξ} , D – соответственно длина и высота апертуры; δ – приращение между элементами;

– для динамических диапазонов элементов $x_{\xi, \gamma+\tau}$ относительно предыдущего элемента апертуры $\psi_{\xi, \gamma+\tau} = 2\delta + 1$, для $\tau=1, r_{\xi}-1$;

– для условия выхода минимальных и максимальных абсолютных значений элементов ОДОПЧ за границы апертуры $x_{\eta, \min} < x_{\xi, \gamma} - D/2$ и $x_{\eta, \max} > x_{\xi, \gamma} + D/2$.

2. Объем $W(\delta'_{\max}^{(\xi)}; D)$ множества $\Psi(\delta'_{\max}^{(\xi)}; D)$ определяется по формуле

$$\begin{aligned} W(\delta'_{\max}^{(\xi)}; D) &= (D+1)(2\delta'_{\max}^{(\xi)}+1)^{r_{\xi}-1} - (1 - \text{sign}(1 + \text{sign}(\frac{D}{2} - \eta_{\text{exc}}\delta'_{\max}^{(\xi)}))) \times \\ &\times 2 \sum_{\tau=\eta_{\text{exc}}}^{r_{\xi}-1} \left((\eta_{\text{exc}}\delta'_{\max}^{(\xi)} - \frac{D}{2})(2\delta'_{\max}^{(\xi)}+1)^{r_{\xi}-\tau-1} \right). \end{aligned}$$

3. Требуется обеспечить взаимоднозначное соответствие между элементами ОДОПЧ и кодовой конструкцией.

С учетом первого условия предлагается формировать кодовое представление ОДОПЧ как номер соответствующей последовательности во множестве $\Psi(\delta_{\max}^{(\xi)}; D)$. При этом для того, чтобы обеспечить сокращение требуемого вида комбинаторной избыточности, необходимо сформировать систему кодирования (нумерации), зависящую от вершины апертуры, ее высоты, величины адаптивного приращения между элементами и учитывающую наличие количества исключаемых контекстно-зависящих ОДОПЧ, а также проведение нормировки относительно вершины апертуры.

Следующей теоремой обоснуем принцип лексикографической нумерации в условиях наличия избыточных последовательностей, количество которых зависит от контекста обработанных элементов.

Теорема 1 (о правиле лексикографической нумерации). *Правило лексикографической нумерации нормированного ОДОПЧ $\bar{X}^{(\xi)} = \{\bar{x}_{\gamma+\tau}\}$, $\tau = \overline{1, r_{\xi}-1}$ с учетом исключения количества контекстно-зависимых избыточных последовательностей определяется формулой (без учета вершины апертуры)*

$$W'(\bar{X}^{(\xi)}) = C(\delta_{\max}^{(\xi)})_{r_{\xi}-1} = \sum_{\tau=1}^{r_{\xi}-1} \sum_{\ell=x_{\min}}^{\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau}-1} \left(W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \ell) - \right. \\ \left. - \Phi_c(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}) \Delta W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \ell) \right), \quad (1)$$

где $C(\delta_{\max}^{(\xi)})_{r_{\xi}-1} - W'(\bar{X}^{(\xi)})$ – номер последовательности $\bar{X}^{(\xi)}$ в упорядоченном множестве допустимых ОДОП чисел; $W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \ell)$ – количество одномерных двухосновных позиционных чисел, у которых первые τ элементов равны $(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \ell)$, без учета исключения контекстно-запрещенных последовательностей; $\Phi_c(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1})$ – функционал, задающий правило определения наличия избыточных последовательностей, на основе анализа контекста $(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1})$ предшествующих элементов; $\Delta W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \ell)$ – количество контекстно-запрещенных последовательностей для подмножества ОДОПЧ, у которых первые τ элементов равны $(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \ell)$.

Доказательство. Условимся, что упорядочивание последовательностей осуществляется по наибольшему значению старшего элемента в случае равенства их предыдущих элементов. Обозначим количество одномерных двухосновных позиционных чисел, у которых первые τ элементов равны $(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau})$, без учета исключения контекстно-запрещенных последовательностей как $W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau})$. Тогда без учета сокращения контекстно-запрещенных последовательностей код-номер $C_{r_{\xi}-1}$ искомой последовательности на основе принципа упорядочивания определяется по формуле

$$C_{r_{\xi}-1} = \sum_{\tau=1}^{r_{\xi}-1} \sum_{\ell=x_{\min}}^{\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau}-1} \left(W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \ell) \right).$$

Предложим, что введенный принцип упорядочивания выполняется и для избыточных последовательностей. Отсюда для подсчета количества избыточных последовательностей введем величину $\Delta W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau})$, определяемую как количество контекстно-запрещенных последовательностей для подмножества ОДОПЧ, у которых первые τ элементов равны $(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau})$. Поскольку количество контекстно-запрещенных ОДОПЧ и их появление зависит от последовательности предыдущих элементов (контекста), то введем функционал $\Phi_c(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1})$. Данный функционал формализует правило определения наличия избыточных последовательностей на основе анализа контекста $(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1})$ предшествующих элементов относи-

тельно τ -го элемента. В соответствии с определением допустимых нормированных ОДОПЧ их количество формируется с учетом устранения контекстно-запрещенных последовательностей. Тогда искомое значение $C(\delta_{\max}^{(\xi)})_{\tau-1}$ кода-номера последовательности $\bar{X}^{(\xi)}$ в упорядоченном множестве допустимых ОДОПЧ вычисляется по формуле (1). Теорема 1 доказана.

Выражение (1) задает правило лексикографической нумерации множества комбинаторных объектов в случае наложения дополнительных запретов, число которых зависит от текущего контекста обрабатываемой последовательности.

Следствие из теоремы 1. Количество $W'(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau})$ допустимых последовательностей для каждого τ -го элемента обрабатываемой последовательности

определяется как разность между $\sum_{\chi=1}^{\tau} \sum_{\ell=x_{\min}}^{\bar{x}_{\xi, \gamma+\chi}-1} (W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\chi-1}, \ell))$ накопленным количеством ОДОПЧ без учета контекстно-избыточных последовательностей и $\sum_{\chi=1}^{\tau} \sum_{\ell=x_{\min}}^{\bar{x}_{\xi, \gamma+\chi}-1} (\Delta W(\bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\chi-1}, \ell))$ накопленным количеством контекстно-запрещенных последовательностей, которые являются избыточными.

Функционал $\Phi_{c, \tau}$ в соотношении (1) должен обеспечить в формализованном виде проведение анализа контекста, который состоит из элементов, предшествующих обрабатываемому. Структура функционала определяется правилами формирования апертур фиксированной длины, на базе которых образуются контекстно-запрещенные последовательности. Для получения функционала $\Phi_{c, \tau}$ сформулируем и докажем следующую теорему.

Теорема 2 (о формализации правила проверки наличия контекстно-запрещенных последовательностей). Функционал $\Phi_{c, \tau-1}$, обеспечивающий определение наличия контекстно-запрещенных ОДОПЧ имеет следующий вид:

$$\Phi_{c, \tau-1} = \Phi_c(x_{\xi, \gamma} = 0, \bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}) = (1 - \text{sign}(\tau - v_{0, \tau-1})), \quad (2)$$

где $v_{0, \tau-1}$ – длина начальной серии нулей в значениях признаков направлений приращений; $(1 - \text{sign}(\tau - v_{0, \tau-1}))$ – решающее правило, указывающее на наличие избыточных последовательностей, у которых соответствующие элементы предшествуют текущему τ -му элементу ОДОПЧ:

$$1 - \text{sign}(\tau - v_{0, \tau-1}) = \begin{cases} 1, & \rightarrow v_{0, \tau-1} = \tau; \\ 0, & \rightarrow v_{0, \tau-1} < \tau. \end{cases} \quad (3)$$

Доказательство. В соответствии с правилами формирования апертур фиксированной длины для τ -го элемента одномерного двухосновного позиционного числа будет существовать множество контекстно-запрещенных последовательностей, если:

1) существует позиция η_{exd} , для которой происходит выход значений элементов ОДОПЧ за границы апертуры (рис. 2);

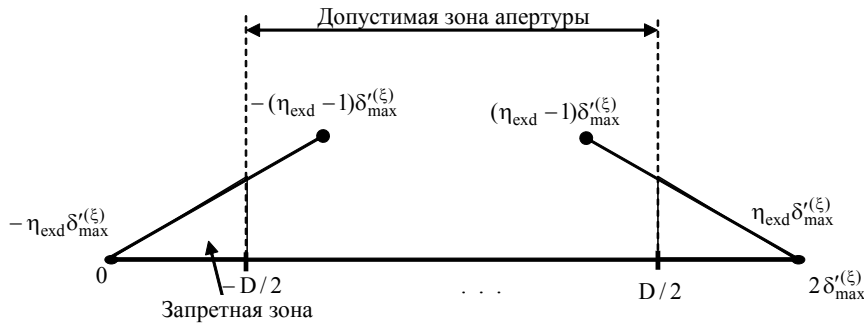


Рис. 2. Схема выхода возможных элементов ОДОПЧ за границы апертуры

2) значения первых τ элементов обрабатываемой последовательности равны нулю, т.е. $\{x_{\xi, \gamma+v}=0\}$, $v=0, (\tau-1)$.

Для оценки выполнения второго условия предлагается использовать величину $v_{0, \tau-1}$, равную длине непрерывной серии нулей, выявленной для последовательности, которая составлена из значений признаков выполнения условия $\{x_{\xi, \gamma+v}=0\}$, начиная с вершины аперттуры $x_{\xi, \gamma}$. Если условие $\{x_{\xi, \gamma+v}=0\}$ выполняется, то значение соответствующего v -го признака будет равно нулю. И наоборот, когда $\{x_{\xi, \gamma+v} \neq 0\}$, то значение признака будет отличным от нулевого значения. Для вычисления признака условия $\{x_{\xi, \gamma+v}=0\}$ используется параметр u - индекс зоны нормирования, определяемый как:

$$u = \text{sign}(\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} - \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1} + \delta'_{\max}(\xi)) - \delta'_{\max}(\xi) = \text{sign}(\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} - \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}) = \begin{cases} -1, & \rightarrow \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} < \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}; \\ 0, & \rightarrow \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1} = \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau}; \\ 1, & \rightarrow \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} > \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}. \end{cases} \quad (4)$$

Понятно, что условие $\{x_{\xi, \gamma+v}=0\}$ выполняется, если для соответствующих значений элементов аперттуры будет выполняться равенство $u = 0$. Под серией нулей понимается последовательность подряд идущих нулевых значений. В случае, когда появляется единичное значение, то текущая серия считается оконченной. Это позволяет выявлять только те варианты, для которых условие $\{x_{\xi, \gamma+v}=0\}$ выполняется для всех анализируемых элементов. Для учета такой зависимости вводится функция $1 - \text{sign}(\tau - v_{0, \tau-1})$, которая будет принимать единичное значение только в случае, когда длина нулевой серии признаков u будет равной количеству предшествующих элементов, т.е. $v_{0, \tau-1} = \tau$. Отсюда значение функционала ϕ_c для τ -го элемента ОДОПЧ будет равно единице только тогда, когда условие $\{x_{\xi, \gamma+v}=0\}$ выполняется для всех $v=0, (\tau-1)$. Теорема 2 доказана.

Из теоремы 2 вытекает, что соотношения (2) – (4) образуют систему решающих правил, на основе которых определяется наличие контекстно-запрещенных последовательностей относительно обрабатываемого элемента одномерного двухосновного позиционного числа, т.е. наличие базовых элементов $x_{\xi, \eta_{\text{exc}}+\tau}$ так, что $x_{\xi, \eta_{\text{exc}}+\tau} \in [-\eta_{\text{exc}} \delta'_{\max}(\xi); -(D/2) - 1]$.

В случае, когда $\phi_c(\bar{x}_{\xi, \gamma} = 0, \bar{x}_{\xi, \gamma+1}, \bar{x}_{\xi, \gamma+2}, \dots, \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}) = 0$, то это означает, что для обрабатываемого ОДОПЧ отсутствуют неучтенные контекстно-запрещенные (КЗ) последовательности.

Следующей особенностью обработки ОДОПЧ является нормированность их элементов. В результате нормировки элементов $x_{\xi, \gamma+\tau}$ аперттуры относительно координаты вершины аперттуры $x_{\xi, \gamma}$ формируются последовательности $\bar{x}_{\xi}$ (нормированные ОДОПЧ), значения элементов которых $\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau}$ изменяются в диапазоне:

$$\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1} - \delta'_{\max}(\xi) \leq \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} \leq \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1} + \delta'_{\max}(\xi), \quad \tau = \bar{r}_{\xi} - 1. \quad (5)$$

Как следует из полученного соотношения, разница между элементами ОДОПЧ ограничена величиной $\delta'_{\max}(\xi)$ и может принимать как положительные, так и отрицательные значения. В то же время согласно принятому лексикографическому правилу элементы обрабатываемых последовательностей должны принимать положительные значения с минимумом, равным нулю. Поэтому для сокращения динамического диапазона обрабатываемых элементов и перевода их в область положительных значений предлагается перейти к дифференциальному представлению. Тогда формируются компоненты $(x_{\xi, \gamma+\tau} - x_{\xi, \gamma+\tau-1})$,

$\tau = \overline{1, r_\xi - 1}$, равные разности между значениями текущего и предыдущего элементов ОДОПЧ.

В соответствии с (5) величина $(\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} - \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1})$ изменяется в пределах

$$-\delta'_{\max}(\xi) \leq (\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} - \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1}) \leq \delta'_{\max}(\xi)$$

и может принимать как положительные, так и отрицательные значения.

Для того чтобы исключить неоднозначности, вызванные наличием отрицательных и положительных значений, предлагается провести сдвиг $(\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} - \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1})$ вправо, в область положительных значений на величину $\delta'_{\max}(\xi)$. В результате этого формируются величины $\bar{x}(\delta'_{\max}(\xi))_{\gamma+\tau}$, равные

$$\bar{x}(\delta'_{\max}(\xi))_{\gamma+\tau} = (\bar{x}_{\xi, \gamma+\tau} - \bar{x}_{\xi, \gamma+\tau-1} + \delta'_{\max}(\xi)). \quad (6)$$

Значение $\bar{x}(\delta'_{\max}(\xi))_{\gamma+\tau}$ интерпретируется как номер $(\gamma + \tau)$ -го элемента нормированного ОДОПЧ по шкале допустимых значений относительно предыдущего $(\gamma + \tau - 1)$ -го элемента (рис. 3).

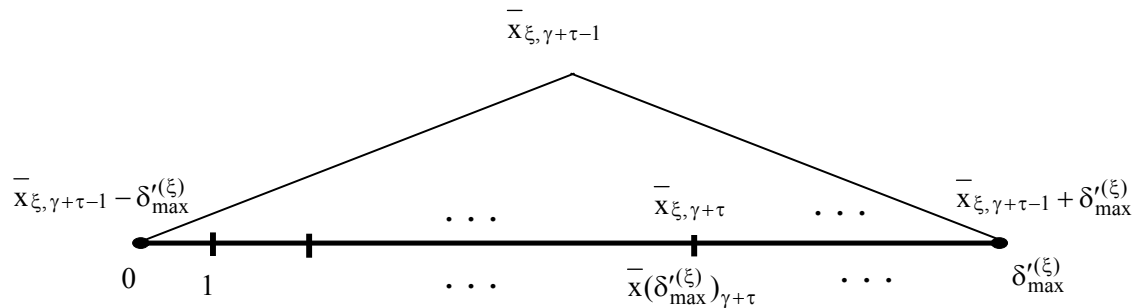


Рис. 3. Схема сдвига элементов ОДОПЧ в область положительных значений

Понятно, что величины $\bar{x}(\delta'_{\max}(\xi))_{\gamma+\tau}$ принимают положительные значения в диапазоне

$$0 \leq \bar{x}(\delta'_{\max}(\xi))_{\gamma+\tau} \leq \delta'_{\max}(\xi).$$

Значит, последовательность элементов апертury представляется последовательностью величин $\bar{X}(\delta'_{\max}(\xi)) = \{\bar{x}(\delta'_{\max}(\xi))_{\gamma+\tau}\}$, $\tau = \overline{1, r_\xi - 1}$.

Выводы

1. Обоснован и сформулирован принцип лексикографической нумерации двухосновных позиционных чисел с учетом наличия контекстно-зависимых избыточных последовательностей, которое задает правило нумерации комбинаторных объектов в случае наложения дополнительных запретов, число которых зависит от контекста обработанной последовательности. Это позволяет сократить количество избыточных последовательностей, предшествующих обрабатываемому одномерному двухосновному позиционному числу.

2. Построен ассоциативный функционал, задающий правило оценки наличия избыточных ОДОПЧ, на основе анализа длины начальной серии нулей в содержании (контексте) последовательности элементов, предшествующих текущему.

Научная новизна указанных результатов заключается в том, что получили дальнейшее развитие методы представления чисел в позиционных системах счисления благодаря формированию двухосновных позиционных чисел, отличающихся от известных тем, что имеют: два различных основания, зависящих от адаптивного приращения между элементами; контекстно-зависимые весовые коэффициенты элементов. Это позволяет создать структурно-комбинаторный подход для обработки апертур без потери информации и повысить степень сжатия относительно случаев серий.

Список литература: **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.** *Gonzales R.C.* Digital image processing / R.C. Gonzales, R.E. Woods. Prentice Inc. Upper Saddle River, New Jersey. 2002. 779 p. **3.** *Миано Дж.* Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии: Учебное пособие / Дж. Миано; пер. с англ. М. : Триумф, 2003. 336 с. **4.** *Сэломон Д.* Сжатие данных, изображений и звука. М: Техносфера, 2004. 368 с. **5.** *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 19.10.2011

Баранник Владимир Викторович, д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник научного центра Харьковского университета Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба. Научные интересы: системы, технологии преобразования, кодирования, защиты и передачи информации, семантической обработки изображений. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, тел. 050-3038971.

Кальченко Дмитрий Сергеевич, соискатель ХНУРЭ. Научные интересы: системы, технологии преобразования, кодирования, защиты и передачи информации. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14.