

DOI: 10.18372/2310-5461.58.17652

УДК 004.622: 517.927

В. В. Бараннік, д-р техн. наук, проф.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
orcid.org/0000-0002-2848-4524
e-mail: vvbar.off@gmail.com;

С. С. Шульгін, канд. техн. наук
Харківський національний університет радіоелектроніки
orcid.org/0000-0001-5174-290X
e-mail: sssh.sergey@gmail.com;

Р. С. Онищенко
Харківський національний університет радіоелектроніки
orcid.org/0000-0002-2332-5196
e-mail: roman1990onishenko@gmail.com;

К. В. Ревва
Харківський національний університет радіоелектроніки
orcid.org/0000-0003-2385-2786
e-mail: vvbar.off@gmail.com;

О. О. Ігнат'єв
Харківський національний університет радіоелектроніки
orcid.org/0000-0003-1227-6840
e-mail: oleksandr.ignatyev10@gmail.com

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАТИВНО-ПОЗИЦІЙНОЇ ВАГИ ДЛЯ УСІЧЕНО-ПОЗИЦІЙНОЇ КОДОВОЇ СИСТЕМИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТРАНСФОРМОВАНИХ ВІДЕОСЕГМЕНТІВ

Вступ

Якість надання відеоінформаційних сервісів (ВІС) визначає сучасний стан інформатизації суспільства та особистості. Вона визначається такими показниками, як [1; 2]:

- часові затримки на доведення відеоданих;
- цілісність відеоінформації на приймальній стороні відносно початкової;
- повнота відеоінформаційного ресурсу;
- актуальність відеоінформації;
- кількість втрачених пакетів;
- показник джитеру.

Відповідно висуваються вимоги, щодо рівня якості ВІС. Це регламентується системою QoS [3–4]. Відповідність реальних характеристик надання відеоінформаційних послуг потрібному рівню залежить переважним чином від наявності дисбалансу [5; 6]. Такий дисбаланс визначається перевантаженням інфокомунікаційних мереж. Тут є багато складових. Це такі [7–9]:

- недостатня пропускна спроможність інфокомунікаційних мереж;
- складна заводова обстановка під час передачі даних;

- різке зростання попиту на відеоінформацію;
- помилки проектування інфокомунікаційної складової відносно вимог надання відеоінформаційних послуг (антропогенний фактор).

Аналіз сучасних досліджень та постановка завдання

Для виключення означеного дисбалансу необхідно створювати технології зменшення бітового об'єму відеоданих [10; 11]. Однак сучасні технології мають істотний недолік. Він стосується залежності рівня стиснення бітового об'єму відеозображень від кількості в ньому психовізуальної надмірності [12–15].

Відповідно, для переважної більшості реалістичних відеозображень така кількість є обмеженою. Це призводить до виникнення однієї з двох можливих подій [16–20]:

- у разі статичної моделі усунення кількості психовізуальної надмірності – до втрати цілісності відеозображень або до їх часткової руйнації;
- у разі змінної моделі скорочення кількості психовізуальної надмірності – до значного зменшення рівня стиснення. Звідси збільшується часова затримка на доставку інформації.

Для усунення таких недоліків необхідно розробити нові технології компресійного кодування відеоданих [21; 22].

Отже актуальною є **науково-прикладна проблема**, яка стосується створення нових технологій компресійного кодування в умовах локалізації балансу між оперативністю доставки відеоданих та їх цілісністю.

Постановка проблеми

Одним з базових напрямків тут є подальше вдосконалення технологій кодування відеосегментів в спектральному просторі [23–26]. При цьому необхідно встановлювати нові види закономірностей в структурно-семантичному змісті відеозображення. Перспективний підхід стосується врахування закономірностей, що зумовлені комбінаторною конфігурацією трансформанти за нерівномірно-діагональною текстурою. Такий підхід запропоновано в працях [27; 28]. В той же час найбільш проблемним тут є формування інформативно-позиційної ваги. Такі компоненти є ключовими в процесі визначення кодового значення відповідної діагональної послідовності трансформанти.

Тому **мета досліджень статті** полягає у розробці методу формування інформативно-позиційної ваги для усічено-позиційної кодової системи компактного представлення трансформованих відеосегментів.

Створення теоретичної бази щодо визначення інформативно-позиційної ваги для усічено-позиційної кодової системи

Розглянемо розробку технології кодування ковзних нерівномірно-діагональних послідовностей в двовимірному спектральному просторі трансформанти. Таке технологічне рішення забезпечить реалізацію першого шару функціональних перетворень щодо побудови формату компактного представлення відеосегментів [29–31].

Вхідною (початковою) послідовністю є діагональ $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ трансформанти $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell)}$. Діагональна послідовність $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ має такі особливості:

- позиціонується в двовимірному спектральному просторі за індексом ξ , $\xi = \overline{1, 2n - 1}$;

- складається з спектральних компонент $y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$, а саме:

$$Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} = \{y(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}; \dots; \\ y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}; \dots; y(\alpha, \beta, \tau)_{n_\xi}^{(\ell, \xi)}\},$$

та має нерівномірну довжину n_ξ , $n_\xi = \text{var}$;

- є комбінаторним об'єктом – перестановкою з повторенням з **додатковими обмеженнями на**

між елементні конфігурації. Додаткові конфігурації стосуються наявності нерівності між значеннями $y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$, $y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ сусідніх компонент діагоналі $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$, $y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)} \neq y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$;

- описується усічено-позиційним числом з обмеженнями $w(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}$, $w'(\alpha, \beta, \tau)^{(\ell, \xi)}$ на діапазон зміни значень спектральних компонент. В цьому випадку проявляється властивість «гальмування» (згасання) темпу зростання значення вагового коефіцієнту другої компоненти відносно ваги першої компоненти діагоналі. Це дозволяє врахувати комбінаторні конфігурації в процесі скорочення кількості відповідних видів надмірності;

- кількість усічено-позиційних чисел, які задовольняють встановленим для діагоналі $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ обмеженням $w(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}$, $w'(\alpha, \beta, \tau)^{(\ell, \xi)}$ знаходиться за допомогою виразу:

$$V'(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} = w(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)} \prod_{\chi=2}^{n_\xi} w(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} = \\ = w(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)} \cdot (w'(\alpha, \beta, \tau)^{(\ell, \xi)})^{n_\xi - 1}. \quad (1)$$

В даному співвідношенні прийняті наступні позначення:

$w(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}$, $w'(\alpha, \beta, \tau)^{(\ell, \xi)}$ - спектральні діапазони відповідно для першої та інших компонент ξ -ї діагоналі трансформанти;

$w(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ - значення спектрального діапазону для χ -ї компоненти ξ -ї діагоналі.

Синтез функціонального перетворення $F_{\text{encod}}^{(1)}(Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)})$ першого шару будемо здійснювати з врахуванням властивостей усічено-позиційних чисел. Вони стосуються наступного:

1) вага $V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ для χ -ї компоненти ξ -ї діагоналі не залежить від ваги $V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$ її попередньої $(\chi - 1)$ -ї компоненти;

2) значення вагових коефіцієнтів $V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ елементів усічено-позиційних чисел має рівномірний зріст.

Кодове значення $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ для нерівномірної діагоналі $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$, як усічено-позиційного числа є індексом, що визначає його позицію в допустимій множині $\Omega(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$. Звідси величина $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ знаходиться за допомогою сумування нерівномірно-вагових складових $\Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$.

Такі складові визначаються, як кількість допустимих усічено-позиційних чисел, що передують поточному УП-числу (поточній ξ -й нерівномірно-діагональній послідовності трансформанти). Тому подалі нерівномірно-вагові складові кодового значення УПЧ будемо визначати, як **інформативно-позиційна вага**. Отже маємо такий вираз, що визначає величину $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$:

$$\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} = \sum_{\chi=1}^{n_\xi} \Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}. \quad (2)$$

Звідси потрібно створити систему співвідношень для обчислення величин $\Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$. Значення нерівномірно-вагової складової потрібно обчислювати в умовах застосування принципу усіченої лексикографії в позиційному просторі.

Розглянемо з початку випадок без прив'язки позиціонування діагоналі відносно двовимірного простору трансформанти.

Згідно до властивостей позиційних кодових структур χ -а інформативно-позиційна вага $\Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ для ξ -го УПЧ залежить від кількості $(n_\xi - \chi)$ молодших елементів. Тому для спрощення визначення вагових коефіцієнтів $\Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ введемо поняття усіченої позиційної підпослідовності $\Delta_\chi Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$. Така послідовність формується на основі відповідної діагоналі $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ шляхом виключення її перших $(\chi - 1)$ компонент. Тобто:

$$\begin{aligned} Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} &= \{y(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}; \dots; y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}\} \cup \\ &\cup \{y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}; \dots; y(\alpha, \beta, \tau)_{n_\xi}^{(\ell, \xi)}\} = \\ &= \Delta^{(\chi-1)} Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} \cup \Delta_\chi Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}. \end{aligned}$$

Тут $\Delta^{(\chi-1)} Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ - підпослідовність, що вилучається,

$$\begin{aligned} \Delta^{(\chi-1)} Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} &= \\ &= \{y(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}; \dots; y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}\}. \end{aligned}$$

Звідси старшим елементом підпослідовності $\Delta_\chi Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ є компонента $y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$, тобто:

$$\begin{aligned} \Delta_\chi Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} &= \\ &= \{y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}; y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi+1}^{(\ell, \xi)}; \dots; y(\alpha, \beta, \tau)_{n_\xi}^{(\ell, \xi)}\}. \end{aligned}$$

Тому підпослідовність $\Delta_\chi Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ складається з $(n_\xi - \chi + 1)$ спектральних компонент ξ -ї діагоналі.

В загалі для ξ -ї діагоналі $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ можна сформулювати n_ξ підпослідовностей, а саме:

$$\begin{aligned} \Delta_1 Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} &= \\ &= \{y(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}; y(\alpha, \beta, \tau)_2^{(\ell, \xi)}; \dots; \\ &y(\alpha, \beta, \tau)_{n_\xi}^{(\ell, \xi)}\} \\ &\dots \dots \\ \Delta_\chi Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} &= \\ &= \{y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}; y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi+1}^{(\ell, \xi)}; \dots; \\ &y(\alpha, \beta, \tau)_{n_\xi}^{(\ell, \xi)}\} \\ &\dots \dots \\ \Delta_{n_\xi} Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} &= \{y(\alpha, \beta, \tau)_{n_\xi}^{(\ell, \xi)}\}. \end{aligned}$$

Така кількість відповідає кількості вагових коефіцієнтів, що формуються для знаходження відповідного кодового значення $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$.

Отже для визначення кодового значення $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ необхідно сформулювати та довести наступну теорему.

Теорема щодо визначення інформативно-позиційної ваги усічено-позиційної кодової системи. Значення вагового коефіцієнту $\Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ для елементів усічено-позиційного числа (діагональної послідовності) $Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ в умовах виконання наступних обмежень щодо їх значень:

$$y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)} \neq y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}; \quad (3)$$

$$y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} \leq w(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)} - 1; \quad (4)$$

знаходиться за допомогою такого співвідношення:

$$\begin{aligned} \Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} &= y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} \cdot \\ &\cdot (w'(\alpha, \beta, \tau)^{(\ell, \xi)})^{n_\xi - \chi} - \\ &- (w'(\alpha, \beta, \tau)^{(\ell, \xi)})^{n_\xi - \chi} \cdot \\ &\cdot \text{sign}(1 + \text{sign}(y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)} - \\ &- y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)})), \end{aligned} \quad (5)$$

де $\Delta_\chi V'(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ - кількість послідовностей $\Delta_\chi \tilde{Y}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$, що передують підпослідовності $\Delta_\chi Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$, однак не враховують варіант рівності між елементами μ та $(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$,

$\mu = y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$; $\Delta_\chi \bar{V}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ - кількість заборонених підпослідовностей $\Delta_\chi \bar{\tilde{Y}}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$, серед тих, що передують послідовності $\Delta_\chi Y(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ та з одного боку відповідають умові $\forall \mu: \mu \leq y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} - 1$, але ж з іншого містять

варіанти, коли існує подія $\mu = y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$; $w(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}$ - діапазон зміни значень спектральних компонент ξ -ї діагоналі $Y(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)}$ без врахування умови (3).

Вираз (5) для величини $\Delta_\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)}$ через значення вагових коефіцієнтів $V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ елементів $y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ УПЧ матиме наступного вигляду:

$$\begin{aligned} \Delta_\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)} &= (y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} - \\ &- \text{sign}(1 + \text{sign}(y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} - \\ &- y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}))) \times V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}. \end{aligned}$$

Це встановлює взаємозв'язок між інформативно-позиційною вагою, як нерівномірно-вагової складової кодового значення $A(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)}$, та значенням вагового коефіцієнту відповідного елементу усічено-позиційного числа.

Подальше спрощення виразу щодо визначення нерівномірної вагової складової кодового значення стосується позначення співвідношення

$$(y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} - \text{sign}(1 + \text{sign}(y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} - y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)})))$$

через використання функціоналу

$$\text{truncat}(y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}; y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)})$$

А саме:

$$\begin{aligned} \text{truncat}(y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}; y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}) &= \\ \text{sign}(1 + \text{sign}(y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} - y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)})). \end{aligned}$$

$$\Delta_\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)} = \begin{cases} (y(\alpha, \beta, \tau)_{\xi-\chi+1, \chi}^{(\ell)} - \\ - \text{truncat}(y(\alpha, \beta, \tau)_{\xi-\chi+2; \chi-1}^{(\ell)}; y(\alpha, \beta, \tau)_{\xi-\chi+1, \chi}^{(\ell)})) \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}, \\ \rightarrow \xi - [\xi/2] \cdot 2 = 1; \\ (y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi, \xi-\chi+1}^{(\ell)} - \\ - \text{truncat}(y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1, \xi-\chi+2}^{(\ell)}; y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi, \xi-\chi+1}^{(\ell)})) \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}, \\ \rightarrow \xi - [\xi/2] \cdot 2 = 0. \end{cases}$$

2) якщо поточна ξ -а діагональ позиціонується в другому трикутнику відносно головної діагоналі, тобто коли $\xi \geq n + 1$:

$$\begin{aligned} \Delta_\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)} &= \\ &= \begin{cases} (y(\alpha, \beta, \tau)_{n-\chi+1; \xi-n+\chi}^{(\ell)} - \\ - \text{truncat}(y(\alpha, \beta, \tau)_{n-\chi+2; \xi-n+\chi-1}^{(\ell)}; y(\alpha, \beta, \tau)_{n-\chi+1; \xi-n+\chi}^{(\ell)})) \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}, \\ \rightarrow \xi - [\xi/2] \cdot 2 = 1; \\ (y(\alpha, \beta, \tau)_{\xi-n+\chi, n-\chi+1}^{(\ell)} - \\ - \text{truncat}(y(\alpha, \beta, \tau)_{\xi-n+\chi-1, n-\chi+2}^{(\ell)}; y(\alpha, \beta, \tau)_{\xi-n+\chi, n-\chi+1}^{(\ell)})) \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}, \\ \rightarrow \xi - [\xi/2] \cdot 2 = 0. \end{cases} \end{aligned}$$

Даний функціонал в залежності від співвідношення між компонентами $y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$ та $y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ приймає наступні значення:

$$\begin{aligned} \text{truncat}(y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}; y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}) &= \\ &= \begin{cases} 0, \rightarrow y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)} > y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}; \\ 1, \rightarrow y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)} < y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}. \end{cases} \end{aligned}$$

Тут використовується така інтерпретація truncation – усічення.

Тоді маємо:

$$\begin{aligned} \Delta_\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)} &= (y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} - \\ &- \text{truncat}(y(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}; \\ &y(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)})) V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}. \end{aligned} \tag{6}$$

Представимо розроблений вираз (6) для визначення величин $\Delta_\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)}$ та $V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ до відповідності з ковзним нерівномірно-діагональним форматом трансформанти.

Розглянемо величини $\Delta_\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\tau^{(\ell, \xi)}$.

З врахуванням умови парності значень індексів діагоналей (зміни напрямку обходу компонент в діагоналі) маємо наступні варіанти упорядкування компонент:

1) у разі розміщення поточної ξ -ї діагоналі в першому трикутнику відносно головної діагоналі трансформанти, тобто для $\xi \leq n$:

Висновки

1. Розроблено метод визначення інформативно-позиційної ваги (нерівномірно-вагової складової кодового значення) усічено-позиційного числа. Вона визначається, як кількість допустимих під-последовностей, які передують відповідній під-последовності діагоналі (УПЧ) та задовольняють обмеженням згідно особливостей комбіна-торної конфігурації трансформанти в двовимірному нерівномірно-діагональному форматі. При цьому враховується наступне :

1) особливості комбінаторної конфігурації трансформанти в нерівномірно-діагональному форматі, а саме:

– існування структурних залежностей за діагональним напрямком в двовимірному спектральному просторі;

– формування структурних залежностей, які зумовлені нерівністю значень компонент, які розташовані в діагоналі на суміжних позиціях;

– наявність додаткового зменшення величини робочого діапазону спектрального простору окремої діагоналі.

2) виключення впливу співвідношення між значеннями суміжних елементів усічено-позиційного числа на величину позиційно-вагової складової поточної компоненти нерівномірно-діагональної последовності.

3) можливість для скорочення кількості видів надмірності, які зумовлені структурно-комбінаторними та психовізуально-комбінаторними особливостями змісту відеосегменту;

4) пірамідальна система позиціонування діагоналей та їх компонент в трансформанті з прив'язкою до рівномірної рядково-стовпцевої системи координат, не залежно від: нерівномірної довжини діагоналей, напрямку їх обходу, їх розташування відносно головної діагоналі.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Одарченко Р., Іванова М., Рябенко М., Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М. Метод аналізу взаємодії параметрів QOE та QOS на основі алгоритмів керування машинами. *Наукоємні технології*. 2022. № 4 (56). С. 305–316. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.56.17130>.
- [2] Шульгін С. Технологія кодування трансформованих відеосегментів в нерівноваговому діагонально-позиційному просторі. *Наукоємні технології*. 2022. №2(54), С. 147-154.
- [3] Козловський В., Савченко А., Толстікова О., Клобукова Л. Критерії вибору спектрально-ефективних сигналів у бездротових інформаційних мережах. *Наукоємні технології*. 2022. № 4 (56). С. 286–273. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.56.17125>.
- [4] Odarchenko R., Gnatyuk V., Gnatyuk S., Abakumova A. Security key indicators assessment for modern cellular networks. *System Analysis & Intelligent Computing (SAIC): proceedings of the IEEE First International Conference*, 2018. P. 1–7. <https://doi.org/10.1109/SAIC.2018.8516889>.
- [5] Бараннік В. В., Бабенко Ю. М., Бараннік В. В., Колесник В.О. Метод кодування значимих за впливом на семантичну цілісність відеосегментів для забезпечення доступності. *Наукоємні технології*. 2022. № 2 (54). С. 118–126. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.54.16749>.
- [6] T. Belikova and S. Sidchenko, "The Method Drawing up the Text with the Set Suggestive Orientation to Create a Hidden Channel," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 106-110, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024206.
- [7] Krasnorutsky A., Barannik V., Kolesnik V., Barannik V., Pchelnikov S., Zeleny P. Compression method in terms of ensuring the fidelity of video images in infocommunication networks. *Radioelectronic and Computer Systems*, 2022, no 4(100). P. 10–24. DOI: 10.32620/reks.2022.5/09.
- [8] Valerii Barannik, "Technology of Structural-Binomial Coding to Increase the Efficiency of the Functioning of Computer Systems," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 96–100, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024205.
- [9] Chen T.-H., Wu Ch.-S. Efficient multi-secret image sharing based on Boolean operation. *Signal Processing*. 2011. Vol. 91, Iss. 1. P. 90–97. DOI: 10.1016/j.sigpro.2010.06.012.
- [10] R. Onyshchenko, D. Barannik, A. Krasnorutsky, and V. Barannik, "The Methods of Intellectual Processing of Video Frames in Coding Systems in Progress Aeromonitor to Increase Efficiency and Semantic Integrity," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 53–56, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024208.
- [11] V. Kolesnyk, V. Barannik, Y. Babenko, V. Barannik, and D. Zhuikov, "Method Taking into Account Level of Structural and Statistical Saturation of Video Segments in the Coding Process," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 66–71, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024193.
- [12] V. Barannik, N. Barannik S. Shulgin, and V. Barannik, "Method of Coding Subbands of Non-Homogeneous Spectrum Of Video Segments in Uneven Diagonal Space," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 72-75, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024236.

- [13] A. Berchanov, A. Krasnorutsky, V. Kolesnyk, V. Barannik, N. Kharchenko and O. Malko, "Method of Structural-Statistical Coding of Video Segments in Spectral-Cluster Space," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 32–37, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024240.
- [14] D. Barannik and V. Barannik, "Steganographic Coding Technology for Hiding Information in Infocommunication Systems of Critical Infrastructure," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 88–91, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024185.
- [15] Бараннік В. В., Колесник В. О., Крaснорудький А. О., Твердохліб В. В. Метод кодування трансформованих відеозображень в структурно-кластерному просторі. *Наукоємні технології*. 2022. № 3. С. 32–41. doi: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.55.16903>
- [16] Hsu W.-L., Tsai Ch.-L., Chen Ch.-J., Multi-morphological image data hiding based on the application of Rubik's cubic algorithm. *Carnahan Conference on Security Technology (CCST): proceedings of the IEEE International Conference*. 2012. P. 135–139. DOI: 10.1109/CCST.2012.6393548.
- [17] V. Barannik, S. Shulgin, D. Barannik and Y. Sidchenko, "Quadrature Compression Technology in Two-Level Polyadic Space for Infocommunication Systems," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 84–87, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024217.
- [18] R. Onyshchenko, O. Slobodyanyuk, A. Krasnorutsky, V. Bezruk, V. Kolesnyk and S. Podlesny, "Approach to Coding with Improved Integrity of Video Information for Transmission in Wireless Infocommunication Networks," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 38–42, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024245.
- [19] Шульгін С. Метод динамічного кодування сегментів відео потоку шляхом з'ясування структурних змін у нерівноваговому діагонально-позиційному просторі. *Наукоємні технології*, 2022, № 3(55). С. 238–243.
- [20] Information technology – JPEG 2000 image coding system: Secure JPEG 2000 [Text]. International Standard ISO/IEC 15444-8, ITU-T Recommendation T.807, 2007. 108 p.
- [21] Qi X., Minemura K., Moayed Z., Wong K., Tanaka K. JPEG image scrambling without expansion in bitstream size. *Image Processing: proceedings of the 19 th IEEE International Conference*, 2012. P. 261–264. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2012.6466845>.
- [22] Barannik, V. et al. (2023). A Method of Scrambling for the System of Cryptocompression of Codograms Service Components. In: Klymash, M., Luntovskyy, A., Beshley, M., Melnyk, I., Schill, A. (eds) *Emerging Networking in the Digital Transformation Age*. TCSET 2022. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 965. Springer, Switzerland, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24963-1_26.
- [23] Barannik V., Khimenko V., Barannik N., Method of indirect information hiding in the process of video compression. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2021. №. 4. P. 119–131. <https://doi.org/10.32620/reks.2021.4>.
- [24] V. Barannik, O. Ignatyev, S. Sidchenko, D. Barannik. "The Concept Of Creating A Complex Cryptocompression Image Protection System In Infocommunications," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 101–105, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024210.
- [25] Бараннік В. В., Пасинчук К. М., Крaснорудький А. О., Бабенко Ю. М., Степанко О. С. and Тупица І. М. (2022) "A Method for Restructuring Video Data in Compressed Coding Systems to Increase Reliability", *Visnyk NTUU KPI Seriiia – Radiotekhnika Radioaparotobuduvannia*, (88), pp. 50–59. doi: 10.20535/RADAP.2022.88.50-59.
- [26] Barannik, V. et al. (2023). Processing Marker Arrays of Clustered Transformants for Image Segments. In: Klymash, M., Luntovskyy, A., Beshley, M., Melnyk, I., Schill, A. (eds) *Emerging Networking in the Digital Transformation Age*. TCSET 2022. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 965. Springer, Switzerland, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24963-1_25.
- [27] S. Shulgin, N. Barannik, V. Barannik, "Dynamic Coding Method of Video Segments Stream by Specifying Structural Changes," 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 76–79, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024179.
- [28] Бараннік В. В., Гаврилов Д. С., Колесник В. О., Шульгін С. С., Єрмаченков А. В. and Савчук М. В. (2022) "Method of Visual Data Processing in Telecommunication Network Based on JPEG Platform and Arithmetic Coding", *Visnyk NTUU KPI Seriiia – Radiotekhnika Radioaparotobuduvannia*, (89), pp. 21–28. doi: 10.20535/RADAP.2022.89.21-28.
- [29] Шульгін С. С., Бараннік В. В., Онищенко Р., Ушань В., Ігнат'єв О. Модель інформативного опису спектрального простору відеосегментів діагонально нерівномірною текстурою. *Наукоємні технології*. 2022. № 4 (56). С. 259–267. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.56.17124>.

- [30] Barannik V., Barannik N., Slobodyanyuk O. Indirect information hiding technology on a multiadic basis // *Informatyka, Automatyka, Pomiarы w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 2021, Volume T. 11, nr 4, P. 14–17. DOI 10.35784/iapgos.2812.
- [31] Бараннік В. В., Пчельніков С. І., Красноручський А. О., Колесник В. О., Бабенко Ю. М. and Шейгас О. М. (2022) “A Method of Coding Video Segments in Spectral-Cluster Space with Detection of Structural Features”, *Visnyk NTUU KPI Serii A – Radiotekhnika Radioaparotobuduvannya*, (90), pp. 21–30. doi: 10.20535/RADAP.2022.90.21-30.

Бараннік В. В., Шульгін С. С., Онищенко Р. С., Ревва К. В., Ігнат'єв О. О.
МЕТОД ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАТИВНО-ПОЗИЦІЙНОЇ ВАГИ ДЛЯ УСІЧЕНО-ПОЗИЦІЙНОЇ КОДОВОЇ СИСТЕМИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТРАНСФОРМОВАНИХ ВІДЕОСЕКМЕНТІВ

В статті доводиться те, що якість надання відеоінформаційних сервісів визначає сучасний стан інформатизації суспільства та особистості. Обґрунтовуються вимоги до якісних характеристик надання відеосервісів. Показується, що вони регламентуються системою QoS. В статті системно доводиться те, що відповідність реальних характеристик надання відеоінформаційних послуг потрібному рівню залежить переважним чином від наявності дисбалансу. Такий дисбаланс визначається перевантаженням інфокомунікаційних мереж. На основі ґрунтового аналізу робиться висновок стосовно того, що для виключення означеного дисбалансу необхідно створювати технології зменшення бітового об'єму відеоданих. Водночас виявлено, що сучасні технології мають множину істотних недоліків. Для усунення таких недоліків необхідно розробити нові технології компресійного кодування відеоданих. Отже актуальною є науково-прикладна проблема, яка стосується створення нових технологій компресійного кодування в умовах локалізації балансу між оперативністю доставки відеоданих та їх цілісністю. Одним з базових напрямків тут є подальше вдосконалення технологій кодування відеосекментів в спектральному просторі. При цьому необхідно встановлювати нові види закономірностей в структурно-семантичному змісті відеозображення. Перспективний підхід стосується врахування закономірностей, що зумовлені комбінаторною конфігурацією трансформанти за нерівномірно-діагональною текстурою. Такий підхід запропоновано в працях. В той же час найбільш проблемним тут є формування інформативно-позиційної ваги. Такі компоненти є ключовими в процесі визначення кодового значення відповідної діагональної послідовності трансформанти. Розроблено метод визначення інформативно-позиційної ваги (нерівномірно-вагової складової кодового значення) усічено-позиційного числа. Вона визначається, як кількість допустимих підпослідовностей, які передують відповідній підпослідовності діагоналі та задовольняють обмеженням згідно особливостей комбінаторної конфігурації трансформанти в двовимірному нерівномірно-діагональному форматі.

Ключові слова: відеосервіс, інформативно-позиційна вага, усічено-позиційна система, спектральний простір, структурна надмірність.

Barannik V., Shulgin Onyshchenko R., Revva K., Ignatyev O.
METHOD FORMING INFORMATIVE-POSITIONAL WEIGHT FOR TRUNCATED-POSITIONAL CODE SYSTEM FOR REPRESENTING TRANSFORMED VIDEO SEGMENTS

The article proves that the quality of video information services determines the current state of informatization of society and personality. The requirements to the qualitative characteristics of the provision of video services are substantiated. It is shown that they are regulated by the QoS system. The article systematically proves that the correspondence of the real characteristics of the provision of video information services to the required level depends mainly on the presence of an imbalance. This imbalance is determined by the overload of infocommunication networks. Based on a thorough analysis, it is concluded that in order to eliminate this imbalance, it is necessary to create technologies for reducing the bit volume of video data. At the same time, it was revealed that modern technologies have many significant shortcomings. To eliminate such shortcomings, it is necessary to develop new technologies for compression coding of video data. Therefore, there is an urgent scientific and applied problem that concerns the creation of new compression coding technologies in the context of localization of the balance between the speed of video data delivery and their integrity. One of the basic directions here is the further improvement of video segment coding technologies in spectral space. At the same time, it is necessary to establish new types of patterns in the

structural and semantic content of the video image. The perspective approach concerns taking into account the regularities caused by the combinatorial configuration of the transformer in an unevenly diagonal texture. This approach is proposed in the works. At the same time, the most problematic here is the formation of informative and positional weight. Such components are key in the process of determining the code value of the corresponding diagonal sequence of the transformer. A method for determining the informative-positional weight (uneven-weight component of the code value) of the truncated-positional number is developed. It is defined as the number of valid subsequences that precede the corresponding subsequence of the diagonal and satisfy the constraints according to the features of the combinatorial configuration of the transformer in a two-dimensional unevenly diagonal format.

Keywords: video service, informative-positional weight, truncated-positional system, spectral space, structural redundancy.

Стаття надійшла до редакції 08.05.2023 р.

Прийнято до друку 01.06.2023 р.