

DOI: 10.18372/2310-5461.54.16752

УДК 004.622: 517.927

С. С. Шульгін, канд. техн. наук

Харківський національний університет радіоелектроніки

orcid.org/0000-0001-5174-290X

e-mail: sssh.sergey@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЯ КОДУВАННЯ ТРАНСФОРМОВАНИХ ВІДЕОСЕГМЕНТІВ В НЕРІВНОВАГОВОМУ ДІАГОНАЛЬНО-ПОЗИЦІЙНОМУ ПРОСТОРИ

Вступ

З позиції розвитку сучасних інфокомунікаційних мереж вагомою значущістю набирає питання забезпечення надання відеоінформаційних послуг. Створення та впровадження нових поколінь телекомунікаційних мереж, у тому числі технологій мобільного зв'язку 5G, надає значимий поштовх для підтримки нових видів послуг. У першу чергу, такі послуги пов'язані зі збільшенням якості відеоінформаційних потоків, їх інформаційної повноти та інтелектуалізації процесів інформаційного обміну. Тут розуміється впровадження відеоінформаційних сервісів з наявністю інноваційних функціональних можливостей відносно описання відео сцен, ідентифікація окремих об'єктів, виділення рухомих складових, семантичного пошуку відеооб'єктів. Також потрібно окремо виділити розвиток робото-технічних відеотехнологій, у тому числі штучний зір, 3D технології, технології віртуальної та доповненої реальності. Відповідно важливим питанням тут постає використання відеоінформаційного ресурсу (ВІР). У загальному випадку ВІР може бути представлено статичними або динамічними відеоданими. До статичних підносяться окремі відеокадри, аерофотознімки, панорамні знімки, відео іконки. Прикладами динамічних відео ресурсів є відеопотоки. Відеоресурс, таким чином, постає вагомою складовою загального процесу інформаційного забезпечення різних прикладних галузей. Його основними перевагами є: доступність до сприйняття інформації користувачами, отже саме через зір отримується більш ніж 80 % від всієї інформації; повнота та візуалізація надання інформації; можливість швидкого аналізу інформації в процесі прийняття рішень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Саме надання відеоінформаційних ресурсів з потрібним рівнем категорій інформаційної

безпеки є ключовим фактором відносно створення умов для підвищення ефективності функціонування систем управління об'єктами критичної інфраструктури [1–10]. Такі інформаційні ресурсу являють собою статичні відеозображення та відеоінформаційні потоки (динамічне відео) [11–17].

Водночас формуються значні об'єми даних, які потрібно обробляти та передавати існуючими інфокомунікаціями в реальному часі та заданою відеоякістю [18–24].

Скорочення інформаційної інтенсивності відеотрафіку, тобто підвищення інформаційної швидкості передачі відеопотоку досягається за рахунок використання технологій стиснення [25–33]. Проте потрібний рівень інформаційної інтенсивності відео потоку можливий лише в умовах зниження достовірності відеоінформації.

Постановка проблеми

Отже існує *актуальна науково-прикладна проблема*, яка стосується підвищення якості надання відеоінформаційних послуг з використанням інфокомунікаційних систем на основі застосування методів компресії.

Аналіз сучасних технологій кодування відеопотоку в умовах забезпечення балансу між потрібним рівнем стиснення та візуальної якості відеосегментів показав, що характерні особливості спектрального опису трансформованих відео сегментів стосовно структурно-квантових закономірностей належним чином не враховуються [33].

Тому *пропонується* використовувати підхід, що базується на обробці послідовності відеосегментів в часовому та внутрішньо кадровому просторах з використанням виявлення та усунення нових структурно-статистичних та структурно-контекстних закономірностей в спектральному базисі.

Таким чином, *мета досліджень статті* полягає у розробці технології кодування

трансформованих відеосегментів в нерівноваговому діагонально-позиційному просторі.

Обґрунтування напрямку досліджень

Для побудови нових підходів щодо кодування відеосегментів, в тому числі інформативних відеосегментів, пропонується використовувати теоретичні основи нерівновагового позиційного кодування в спектральному просторі. При цьому початкові відеосегменти трансформуються з використанням перетворень для отримання спектрального опису.

У загальному випадку, як відзначається в працях [18] під нерівновагим нерівномірним позиційно-діагональним простором розуміється наступне: коли виявлення динамічних структурних та структурно-спектральних обмежень для субсмуг здійснюється в напрямку нерівномірних діагоналей з врахуванням їх позиції в трансформанті. Сама ознака нерівномірності простору виникає у зв'язку з тим, що увесь інформаційний масив поділяється на нерівномірні послідовності (діагоналі). Відповідно для яких здійснюється формування кодів значень. Тоді формується базис основ $W' = \{w'_1, \dots, w'_\xi, \dots, w'_{2n-1}\}$. Для обробки масивів відеоданих в спектральному просторі пропонується враховувати діагональність їх структурних властивостей.

Це зумовлено тим, що кількість $Q'(nn)$ інформації (бітовий об'єм кодового опису трансформанти) для нерівноваго-діагонального підходу виявлення та усунення структурно-статистичної надмірності буде меншим ніж кількість інформації $Q(nn)$ у разі використання строково-стовпцевого напрямку, тобто $Q'(nn) < Q(nn)$.

Отже, для спектрального опису відеосегменту існує можливість збільшити кількість потенційно скорочуємої надмірності без втрат візуальної якості оцінки на основі врахування структурних залежностей в діагональному представленні трансформанти.

Саме завдяки наявності таких властивостей пропонується використовувати нерівновагове нерівномірно-діагональне кодування в спектрально-позиційному просторі [18]. У цьому випадку для послідовності значущих спектральних субсмуг діагоналей проявляються такі властивості:

1. Довжина діагоналі та кількість значимих субсмуг, які для неї формуються, залежать від її позиціонування щодо двох півзон в трансформанті (див. рисунок).

Тут n лінійний розмір трансформанти (кількість строк, кількість стовпців).

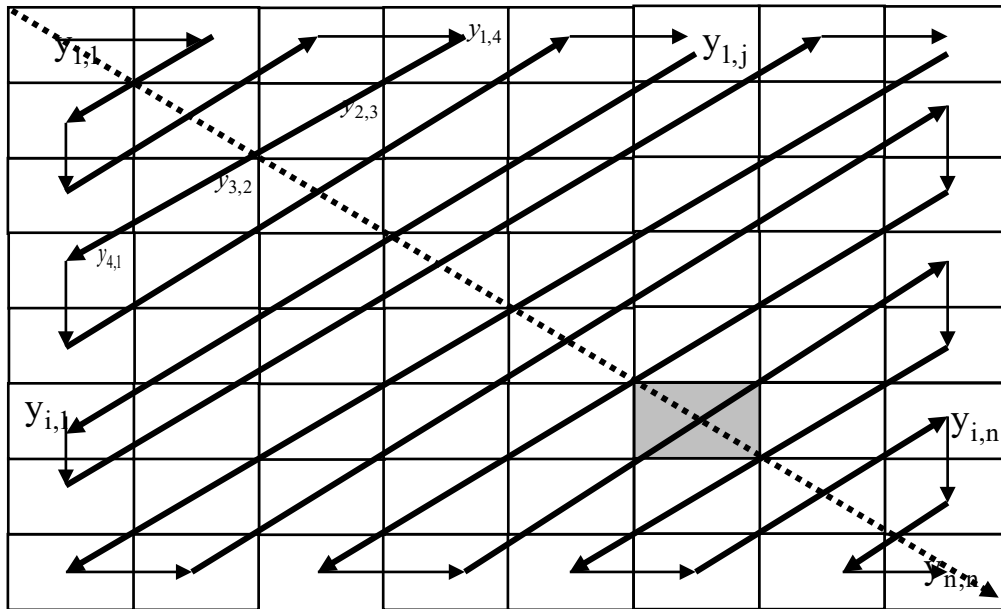


Схема діагональності структурних характеристик трансформант

2. Довжини n_ξ початкових діагоналей трансформант (до виявлення ланцюгів однорідності та значимих субсмуг) є симетричними відносно діагоналі з індексом $\xi = n$.

3. Значення динамічних обмежень w'_ξ компонент ξ -ї діагоналі будуть зменшуватись, тобто $w'_\xi > w'_\lambda$, якщо $\lambda > \xi$. Отже послідовність $W' = \{w'_1, \dots, w'_\xi, \dots, w'_{2n-1}\}$, компонентами якої є

динамічні обмеження буде нерівномірною. Відповідно величина w'_ξ для ξ -ї діагоналі знаходиться за допомогою співвідношення :

$$w'_\xi = \max_{0 \leq \tau \leq n_\xi - 1} \{y(\xi; \tau)\} + 1.$$

4. Між компонентами $y(\xi; \tau)$ діагоналей та значеннями w'_ξ їх динамічних обмежень існує залежність, яка описується такими нерівностями :

$$\begin{aligned} y(\xi; \tau) &= \\ &= y_{1+\tau+asign(1+sign(a-1)), \xi-\tau-a\cdot sign(1+sign(a-1))} \leq d'_\xi - 1, \\ \xi &= \overline{1, 2n-1}, \tau = \overline{1, n_\xi}. \end{aligned}$$

Тут τ — допоміжна змінна, яка використовується для індексації компонент в нутрі діагоналі.

Це дозволяє позиціонувати компоненти діагоналі з врахуванням їх початкових координат в двовимірній трансформанті. Тобто забезпечується формування діагонально-спектрального опису (накладання слою) поверх початкового двовимірного опису трансформанти.

У випадку виявлення значимих субсмуґ в напрямку діагоналей трансформант тенденція між динамічними обмеженнями зберігається. Тому трансформанту Y можна інтерпретувати, як послідовність нерівновагових позиційних чисел $Y^{(\xi)}$ в діагонально-спектральному просторі з виявленими ланцюгами однорідності.

Розробка технології кодування трансформованих відеосегментів в нерівноваговому діагонально-позиційному просторі

Формування кодового опису субсмуґ трансформант у нерівномірно-діагональному просторі, пропонується здійснювати на базі побудови кодових конструкцій для послідовності неоднорідних сусідніх субсмуґ спектру ДКП. Створення співвідношення для кодування послідовності неоднорідних сусідніх субсмуґ спектру ДКП здійснюється в два етапи:

1) на першому етапі відбувається визначення значення коду діагоналі трансформанти;

2) другий етап полягає у розробці методу (функціонального кодо-утворюючого перетворення) для отримання коду послідовності неоднорідних сусідніх субсмуґ спектру ДКП $\bar{Y}^{(\xi)}$.

Розглянемо етапи процесу кодування послідовності неоднорідних сусідніх субсмуґ спектру ДКП. Кодування субсмуґ діагоналі задається таким виразом:

$$\bar{E}'_{\xi, n_\xi} = \begin{cases} \sum_{\tau=1}^{n_\xi-1} y_{1+\tau, \xi-\tau} V(y_{1+\tau, \xi-\tau}) \rightarrow \xi \leq n; \\ \sum_{\tau=1}^{2n-\xi} y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} V(y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau}) \rightarrow \xi \geq n+1, \end{cases}$$

де $V(y_{1+\tau, \xi-\tau})$, $V(y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau})$ — ваговий коефіцієнт τ -ї субсмуґи ξ -ї діагоналі трансформанти.

Оскільки динамічний діапазон субсмуґ діагоналі $\bar{Y}^{(\xi)}$ дорівнює $w(y)'_\xi$, то для випадку коли $\xi \leq n$, задається таким співвідношенням:

$$V(y_{1+\tau, \xi-\tau}) = w(y)'_\xi^{n_\xi-\tau-1},$$

для випадку коли $\xi \geq n+1$, то позначиться виразом:

$$V(y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau}) = w(y)'_\xi^{2n-\xi-\tau}.$$

Таким чином, значення коду \bar{E}'_{ξ, n_ξ} для неоднорідної субсмуґи діагоналі в нерівномірно-діагональному спектральному просторі визначатиметься за наступним співвідношенням:

1) для випадку, коли для номера діагоналі виконується умова $\xi \leq n$, то $n_\xi = \xi$:

$$\bar{E}'_{\xi, \xi} = \sum_{\tau=1}^{n_\xi-1} y_{1+\tau, \xi-\tau} w(y)'_\xi^{n_\xi-\tau-1} \rightarrow \xi \leq n,$$

2) для випадку, коли для індексу діагоналі виконується нерівність $\xi \geq n+1$, то $n_\xi = 2n - \xi$.

Тоді значення коду $\bar{E}'_{\xi, 2n-\xi}$ для ξ -ї діагоналі визначається як:

$$\bar{E}'_{\xi, 2n-\xi} = \sum_{\tau=1}^{2n-\xi} y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} w(y)'_\xi^{2n-\xi-\tau} \rightarrow \xi \geq n+1,$$

У разі узагальнення даних співвідношень отримаємо наступну систему виразів для обчислення кодового значення \bar{E}'_{ξ, n_ξ} для ξ -ї діагоналі трансформанти:

$$\bar{E}'_{\xi, n_\xi} = \begin{cases} \sum_{\tau=1}^{n_\xi-1} y_{1+\tau, \xi-\tau} w(y)'_\xi^{n_\xi-\tau-1} \rightarrow \xi \leq n; \\ \sum_{\tau=1}^{2n-\xi} y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} w(y)'_\xi^{2n-\xi-\tau} \rightarrow \xi \geq n+1. \end{cases}$$

де n — лінійний розмір трансформанти; n_ξ — довжина для ξ -ї діагоналі трансформанти; $w(y)'_\xi^{n_\xi - \tau - 1}$ — ваговий коефіцієнт для τ -ї субсмуги ξ -ї діагоналі трансформанти.

Даний вираз дозволяє обчислити значення коду субсмуг діагоналі трансформанти без урахування умови нерівності між ними. Ця умова, а саме те, що

$$\begin{cases} y_{1+\tau, \xi-\tau} \neq y_{1+(\tau+1), \xi-(\tau+1)} \rightarrow \xi \leq n, \\ y_{i+\tau, n-\tau} \neq y_{i+(\tau+1), n-(\tau+1)} \rightarrow \xi \geq n+1. \end{cases}$$

ураховується другим етапом побудови кодової конструкції.

Співвідношення для обчислення коду субсмуг діагоналі, що розглядається як послідовність неоднорідних сусідніх субсмуг спектру ДКП, матиме такий вигляд:

$$\Delta V(y'_{\xi-n+1+\tau, n-\tau}) = \begin{cases} y'_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} (w(y)'_\xi - 1)^{2n-\xi-\tau} - \Delta V(y'_{i+\tau, n-\tau} < y_{i+(\tau-1), n-(\tau-1)}), \\ \rightarrow y_{i+(\tau-1), n-(\tau-1)} < y_{i+\tau, n-\tau}; \\ y'_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} (w(y)'_\xi - 1)^{2n-\xi-\tau}, \rightarrow y_{i+(\tau-1), n-(\tau-1)} > y_{i+\tau, n-\tau}. \end{cases}$$

де $y_{1+\tau, \xi-\tau} (w(y)'_\xi - 1)^{n_\xi - \tau - 1}$, $y'_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} (w(y)'_\xi - 1)^{2n-\xi-\tau}$ — сумарна кількість послідовностей для всіх субсмуг яких виконуються обмеження на динамічний діапазон субсмуг та на неоднорідність сусідніх субсмуг частотного спектру ДКП; $\Delta V(y'_{1+\tau, \xi-\tau})$, $\Delta V(y'_{i+\tau, n-\tau})$ — визначає кількість заборонених послідовностей, складених з λ_ξ елементів, що передують кодової послідовності $\Delta \bar{Y}^{(\xi)}(n_\xi - \tau - 1)$, $\Delta \bar{Y}^{(\xi)}(2n - \xi - \tau)$.

Уведемо допоміжну величину δ_ξ , яка для випадку $\xi \leq n$ визначатиметься за формулою :

$$\delta_\xi = \begin{cases} y_{1+\tau, \xi-\tau}, \rightarrow y_{1+\tau, \xi-\tau} < y_{1+(\tau-1), \xi-(\tau-1)}, \\ y_{1+\tau, \xi-\tau} - 1, \rightarrow y_{1+\tau, \xi-\tau} > y_{1+(\tau-1), \xi-(\tau-1)}. \end{cases}$$

для випадку коли $\xi \geq n+1$, величина δ_ξ задаватиметься наступним виразом :

$$\delta_\xi = \begin{cases} y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau}, \rightarrow y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} < y_{i+(\tau-1), n-(\tau-1)}; \\ y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} - 1, \rightarrow y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} > y_{i+(\tau-1), n-(\tau-1)}. \end{cases}$$

$$\bar{E}'_{\xi, n_\xi} = \begin{cases} \sum_{\tau=1}^{n_\xi-1} \Delta V(y_{1+\tau, \xi-\tau}) \rightarrow \xi \leq n; \\ \sum_{\tau=1}^{2n-\xi} \Delta V(y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau}) \rightarrow \xi \geq n+1. \end{cases}$$

Тут величина $\Delta V(y_{1+\tau, \xi-\tau})$, $\Delta V(y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau})$ визначається відповідно як кількість допустимих послідовностей попередніх діагоналей з субсмуг $\Delta \bar{Y}^{(\xi)}(n_\xi - \tau - 1)$, $\Delta \bar{Y}^{(\xi)}(2n - \xi - \tau)$.

Величина $\Delta V(y_{1+\tau, \xi-\tau})$ для випадку коли $\xi \leq n$, обчислюється за такими формулами :

$$\Delta V(y_{1+\tau, \xi-\tau}) = \begin{cases} y_{1+\tau, \xi-\tau} (w(y)'_\xi - 1)^{n_\xi - \tau - 1} - \Delta V(y'_{1+\tau, \xi-\tau} = y_{1+(\tau-1), \xi-(\tau-1)}), \\ \rightarrow y_{1+(\tau-1), \xi-(\tau-1)} < y_{1+\tau, \xi-\tau}; \\ y_{1+\tau, \xi-\tau} (w(y)'_\xi - 1)^{n_\xi - \tau - 1}, \rightarrow y_{1+(\tau-1), \xi-(\tau-1)} > y_{1+\tau, \xi-\tau}. \end{cases}$$

для випадку коли $\xi \geq n+1$, величина

$\Delta V(y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau})$ визначається за формулою :

У результаті чого, співвідношення для коду \bar{E}'_{ξ, n_ξ} послідовності неоднорідних сусідніх субсмуг спектру ДКП прийме вигляд :

$$\bar{E}'_{\xi, n_\xi} = \begin{cases} \sum_{\tau=1}^{n_\xi-1} \delta_\xi w(y)'_\xi^{n_\xi - \tau - 1} \rightarrow \xi \leq n; \\ \sum_{\tau=1}^{2n-\xi} \delta_\xi w(y)'_\xi^{2n-\xi-\tau} \rightarrow \xi \geq n+1. \end{cases}$$

Отже створено технологію кодостворення спектрально-трансформованого відеофрагменту на основі нерівновагових перетворень *значимих послідовностей* субсмуг в діагонально-позиційному просторі. Базові відмінності технології полягають в тому, що : формування та кодування значимих субсмуг спектру проводиться за діагоналями в позиційно-нерівно ваговому просторі з *виключенням ланцюгів однорідності*; додатково враховується неоднорідність значимих суміжних субсмуг діагонального спектру.

Висновки

Розроблено технологію компресії, яка в процесі визначення вагових коефіцієнтів та кодування додатково містить нові функціональні можливості, а саме метод автоматичного визначення напрямку індексування та значень поточних позицій компонент діагоналей за їх початковими координатами в двовимірній структурі трансформанти в умовах довільного позиціонування нерівномірних за довжиною діагоналей відносно півзон трансформанти.

Це дозволяє скоротити кількість алгоритмічних операцій, які виконуються в процесі формування коду та зменшити часові затримки, які виникають в процесі перерахунку координат компонент із рівномірної двовимірної структури в діагонально-нерівномірну структуру.

Наукова новизна. Вперше створено метод кодування *значущих* спектральних субсмуг в діагональному нерівноваговому позиційному просторі. Основні відмінності методу стосуються того, що: діагоналі спектральних субсмуг представляються кодовим синтаксисом у нерівноваговому позиційному просторі з виключенням ланцюгів *однорідності*; здійснюється формування компресійного коду на основі побудови системи вагових коефіцієнтів з врахуванням нерівності та значимості суміжних субсмуг в позиційному діагонально-спектральному просторі. Це дозволяє сформувати синтаксис компактного опису відеофрагменту в спектральному просторі *без втрат інформації*.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] JPEG Privacy & Security Abstract and Executive Summary. 2015. URL: https://jpeg.org/items/20150910_privacy_security_summary.html. (accessed: 7.06.2021).
- [2] Sharma R., Bollavarapu S. Data Security using Compression and Cryptography Techniques. *International Journal of Computer Applications*. 2015. Vol. 117. № 14. P. 15–18. DOI: 10.5120/20621-3342.
- [3] Rivest R. L., Shamir A., Adleman L. M. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems. *Communications of the ACM*. 1978. Vol. 21. Iss. 2. P. 120–126. DOI: 10.1145/359340.359342.
- [4] 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.
- [5] Barannik V., Shulgin S., Krasnorutsky A., Slobodyanyuk O., Gurzhiy P., Korolyova N. Methodological Fundamentals of Deciphering Coding of Aerophotography Segments on Special Equipment of Unmanned Complex. *IEEE Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2020)* : proceedings IEEE 2nd International Conference. 2020. P. 38–43. DOI: 10.1109/ATIT50783.2020.9349257.
- [6] Barannik V. Technology for Protecting Video Information Resources in the Info-Communication Space. *Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2020)*: proceedings IEEE 2nd International Conference. 2020. P. 29–33. DOI: 10.1109/ATIT50783.2020.9349324
- [7] Barannik V., Sidchenko S., Barannik N., Barannik V. Development of the method for encoding service data in cryptocompression image representation systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologie*. 2017. Vol. 3. № 9 (111). P. 112 – 124.
- [8] Belikova T. Decoding Method of Information-Psychological Destructions in the Phonetic Space of Information Resources. *Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*: proceedings of the 2nd IEEE International Conference, 2020. P. 87–91. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9349300>.
- [9] Tsai Ch.-L., Chen Ch.-J., Hsu W.-L. Multi-morphological image data hiding based on the application of Rubik's cubic algorithm. *Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)*: proceedings of the IEEE International Conference. 2012. P. 135–139. DOI: 10.1109/CCST.2012.6393548.
- [10] Tatyana Belikova, Albert Lekakh, Oleksii Dovbenko, Oleksandr Dodukh. Method of Increasing the Capacity of Information Threat Detection Filters in Modern Information and Communication Systems. *Advanced Information and Communications Technologies (AICT 2019)*: proceedings of the IEEE 3rd International Conference, 2019. P. 426-429. DOI: 10.1109/AIACT.2019.8847754.
- [11] Wong K. W. Image encryption using chaotic maps. *Intelligent Computing Based on Chaos*. 2009. Vol. 184. P. 333–354. DOI: 10.1007/978-3-540-95972-4_16.
- [12] Barannik Vladimir, Hahanova Anna, Krivonos Vladimir. Coding tangible component of transforms to provide accessibility and integrity of video data. *East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*: proceedings of the

- International Symposium, 2013. P. 1-5. DOI: 10.1109/EWDTS.2013.6673179.
- [13] Шульгін С.С. Метод кодування сегментів відеопотоку з вмістом об'єктів руху. *Сучасна спеціальна техніка*. 2022. № 1. С. 12 – 21.
- [14] Бараннік В.В., Шаді Отман. Метод кодування діагональних нерівномірно позиційних чисел для компресії базових кадрів відеопотоку в інфокомунікаційних системах. *Наукоємні технології*. 2014. №4 (24). С. 413 – 418.
- [15] Barannik V., Barannik V. Binomial-Polyadic Binary Data Encoding by Quantity of Series of Ones. *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020)*: proceedings of the 15th IEEE International Conference, 2020. P. 775–780. DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235540.
- [16] Kurihara K., Watanabe O., Kiya H. An encryption-then-compression system for JPEG XR standard. *Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*: proceedings of the IEEE International Symposium, 2016. P. 1–5. DOI: 10.1109/BMSB.2016.7521997.
- [17] Barannik V., Himenko V., Babenko Yu., Hahanova A., Fustii V. Technology of Composite Code Forming in The Spatial-Spectral Description Significant Microsegments. *Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (IEEE TCSET 2020)*: proceedings of IEEE 15th International Conference. 2020. P. 703–706. DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235523.
- [18] Zhou J., Liu X., Au O. C., Tang Y. Y. Designing an Efficient Image Encryption-Then-Compression System via Prediction Error Clustering and Random Permutation. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. 2014. Vol. 9, No. 1. P. 39–50. DOI: 10.1109/TIFS.2013.2291625.
- [19] 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.
- [20] Barannik V. Babenko Yu., Kulitsa O., Barannik V., Khimenko V., Matviichuk-Yudina O. Significant Microsegment Transformants Encoding Method to Increase the Availability of Video Information Resource. *Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2020)*: proceedings of IEEE 2nd International Conference, 2020. P. 52–56. DOI: 10.1109/ATIT50783.2020.9349256.
- [21] Odarchenko Roman, Gnatyuk Viktor, Gnatyuk Sergiy, Abakumova Anastasiia. Security key indicators assessment for modern cellular networks. *System Analysis & Intelligent Computing (SAIC)*: proceedings of the IEEE First International Conference, 2018. P. 1-7. DOI: 10.1109/SAIC.2018.8516889.
- [22] Barannik V., Barannik N., Khimenko V. Method of indirect information hiding in the process of video compression. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2021. №. 4. PP. 119–131. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2021.4>.
- [23] Minemura K., Moayed Z., Wong K., Qi X., Tanaka K. JPEG image scrambling without expansion in bitstream size. *Image Processing: proceedings of the 19th IEEE International Conference*, 2012. P. 261–264. DOI: 10.1109/ICIP.2012.6466845.
- [24] Barannik V., Barannik V., Havrylov D., Sorokun A. Development Second and Third Phase of the Selective Frame Processing Method. *Advanced Information and Communications Technologies (AICT'2019)*: proceedings of the 3rd International Conference, 2019. P. 54–57. DOI: 10.1109/AIACT.2019.8847897.
- [25] Barannik Valeriy. Fast Coding of Irregular Binary Binomial Numbers with a Set Number of Units Series. *Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2020)*: proceedings of the IEEE 2nd International Conference, 2020. P. 72–76. DOI: 10.1109/ATIT50783.2020.9349356.
- [26] Barannik D. Stegano-Compression Coding in a Non-Equalible Positional Base. *Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2020)*: proceedings of the IEEE 2nd International Conference, 2020. P. 83–86. DOI: 10.1109/ATIT50783.2020.9349328.
- [27] Barannik V., Barannik N., Ryabukha Yu., Barannik D. Indirect Steganographic Embedding Method Based On Modifications of The Basis of the Polyadic System. *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020)*: proceedings of 15th IEEE International Conference, 2020. P. 699–702. DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235522.
- [28] Barannik V., Belikova T., Gurzhii P. The model of threats to information and psychological security, taking into account the hidden information destructive impact on the subconscious of adolescents. *Advanced Trends in Information Theory (ATIT'2019)*: proceedings of the IEEE International Conference, 2019. P. 656–661. DOI: 10.1109/ATIT49449.2019.9030432.
- [29] Barannik V.V., Karpenko S. Method of the 3-D image processing. *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (IEEE TCSET 2008)*:

- proceedings of IEEE International Conference, 2008. P. 378–380.
- [30] Barannik V., Hahanova A., Slobodyanyuk A. Architectural presentation of isotopic levels of relief of images. *Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM)*: proceedings of IEEE 10th International Conference, 2009, P. 385–387.
- [31] Barannik V., Barannik D., Fustii V., Parkhomenko M. The method of cryptosemantic presentation of images based on the floating scheme in the basis of the upper boundaries. *Advanced Information and Communications Technologies (IEEE AICT 2019)*: proceedings of IEEE 3rd International Conference, 2019. Pp. 415–418. DOI: 10.1109/AIACT.2019.8847820.
- [32] Komolov D., Zhurbynsky D., Kulitsa O. Selective Method For Hiding Of Video Information Resource In Telecommunication Systems Based On Encryption Of Energy-Significant Blocks Of Reference I-Frame. *Advanced Information and Communication Technologies (AICT'2015)*: proceedings of 1st International Conference. 2015. P. 80-83.
- [33] Barannik V., Jancarczyk D., Babenko Yu., Stepanko O., Nikodem J., Zawislak S. A Model for Representing Significant Segments of a Video Image Based on Locally Positional Coding on a Structural Basis. *Smart and Wireless Systems within the Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IEEE IDAACS-SWS 2020)*: proceedings of IEEE 5nd International Symposium, 2020. P. 1–5. DOI: 10.1109/IDAACS-SWS50031.2020.9297068.

Шульгін С. С.

ТЕХНОЛОГІЯ КОДУВАННЯ ТРАНСФОРМОВАНИХ ВІДЕОСЕГМЕНТІВ В НЕРІВНОВАГОВОМУ ДІАГОНАЛЬНО-ПОЗИЦІЙНОМУ ПРОСТОРИ

В статті встановлюється, що безпека держави, та її стійкий економічний розвиток пов'язаний з рівнем якості інформаційного забезпечення систем критичної інфраструктури. Показується, що одним з ключових факторів тут є розвиток інфокомунікаційних технологій мобільного сегменту, та відповідне якісне надання послуг. Обґрунтовується, що не дивлячись на постійний зріст продуктивності інфокомунікацій виникають проблеми відносно якісного надання відеоінформаційних послуг. Такий стан пов'язано з наявністю дисбалансу між пропускними спроможностями існуючих та перспективних телекомунікаційних мереж мобільного сегменту та рівнем інформаційної інтенсивності відеотрафіку. Причиною цього є виникнення значних часових затримок, що виникають в процесі доведенні відео контенту, та зниження його якості за системою QoS. Звідки обґрунтовується, що актуальною проблематикою досліджень є підвищення якості надання відеоінформаційних послуг з телекомунікаційних мереж мобільного сегменту. Для локалізації такого дисбалансу пропонується використовувати технології підвищення інформаційної швидкості передачі відеоінформації. Для цього використовуються методи компресії відеоінформаційних потоків. В статті пропонується використовувати підхід, що базується на кодування відеосегментів в спектральному просторі з використанням виявлення та усунення структурних закономірностей в діагонально-спектральному описі трансформанти. Тут для побудови нових підходів щодо кодування відеосегментів, в тому числі інформативних відеосегментів, пропонується використовувати теоретичні основи нерівновагового позиційного кодування в спектральному просторі. В статті викладаються основні етапи створення технології кодування трансформованих відеосегментів в нерівноваговому позиційному просторі з використанням виявлення та усунення кількості надмірності, яка обумовлена діагонально-спектральними закономірностями. Побудовано метод автоматичного визначення напрямку індексування та значень поточних позицій компонент діагоналей за їх початковими координатами в двовимірній структурі трансформанти в умовах довільного позиціонування нерівномірних за довжиною діагоналей відносно півзон трансформанти.

Ключові слова: динамічний потік відеосегментів, значущі смуги спектру, діагонально-спектральний простір, кодування трансформант без втрат інформації.

Shulgin S.

TECHNOLOGY CODING TRANSFORMED VIDEO TOOLS IN UNEQUAL DIAGONAL-POSITIONAL SPACE

The article establishes that the security of the state and its sustainable economic development is associated with the level of quality of information support for critical infrastructure systems. It is shown that one the key factors here is the development of information communication technologies of the mobile segment, and the corresponding high-quality provision of services. It is substantiated that despite the constant increase in the productivity of information communications, there are problems with the quality of video information services. This situation is due to the presence

an imbalance between the capacity of existing and promising telecommunication networks of the mobile segment and the level of information intensity of video traffic. The reason for this is the emergence of significant time delays arising in the process of proving video content, and a decrease in its quality under the QoS system. From where it is substantiated that the actual problem of research is to improve the quality of video information services from telecommunication networks of the mobile segment. To localize such an imbalance, it is proposed to use technologies to increase the information speed of video information transmission. To do this, use methods of compression of video information streams. The article proposes to use an approach based on the coding of video sequences in spectral space using the detection and elimination of structural patterns in the diagonal-spectral description of the transformer. Here, to build new approaches to encoding video tools, including informative video tools, it is proposed to use the theoretical foundations of unequal positional coding in spectral space. The article outlines the main stages of creating a technology for encoding transformed video sessions in an unequal positional space using the detection and elimination of the amount of redundancy, which is due to diagonal-spectral patterns. The method of automatic determination of the direction of indexing and values of the current positions of the components of diagonals by their initial coordinates in the two-dimensional structure of the transformer in conditions of arbitrary positioning of uneven diagonals relative to the half-zone of the transformer is constructed.

Keywords: dynamic stream of video tools, significant spectrum bands, diagonal-spectral space, encoding transformer without loss of information.

Стаття надійшла до редакції 31.05.2022 р.
Прийнято до друку 15.06.2022 р.