

DOI: 10.18372/2310-5461.48.15088

УДК 621.327: 681

Ю. М. БабенкоКиївський національний університет імені Тараса Шевченка
orcid.org/0000-0002-8115-3329
e-mail: babenkomahalych@gmail.com

МЕТОД ЗБЕРЕЖЕННЯ СЕМАНТИЧНОЇ ЦІЛІСНОСТІ ВІДЕОРЕСУРСУ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Вступ

Незважаючи на розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІТ), впровадження мобільних телекомунікаційних платформ покоління 5G, які покликані забезпечити пропускі спроможності за утратою 10^{10} Гбіт/с, зберігається дисбаланс щодо інформаційної інтенсивності бітових потоків. Рівень дисбалансу може досягати 99 % від рівня узгодженості характеристик з урахуванням вимог до інформаційних сервісів [1–10].

У свою чергу наявність такого дисбалансу є причиною виникнення загроз втрати рівня інформаційної безпеки за категоріями доступності та цілісності інформаційного ресурсу. Такі загрози найбільшою мірою характерні в разі обробки і передачі відеодинамічного контенту з використанням бездротових мобільних ІТ. При цьому втрати рівня інформаційної безпеки значно проявляються в процесі управління об'єктами критичної інфраструктури. Тут затримки в отриманні відеоінформації і зниженні рівня їх достовірності досягають найбільшої кризовості. Тому підвищення безпеки відеоінформаційних ресурсів в системі управління об'єктами критичної інфраструктури є *актуальною науково-прикладною проблемою*.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Зниження рівня дисбалансу з'являється в результаті підвищення ефективності технологій обробки інформації. На даний момент базовою концепцією для побудови технологій компресійного представлення є платформа JPEG [6–35].

Відповідно до чого, пропонується організувати подальший розвиток методів обробки відеоресурсів з використанням окремих компонентів платформи JPEG в напрямку підвищення цілісності інформації в умовах забезпечення необхідного рівня її доступності. Це безпосередньо і становить *мету дослідження статті*.

Методи, які використовують технологічні етапи, пов'язані з усуненням психовізуальної надмірності, в тому числі концепції платформи

JPEG відносяться до класу методів обробки відеокадрів з внесенням корекцій відповідно до моделі зорового сприйняття. Ступінь таких спотворень оцінюється показником σ візуальних оцінок щодо сприйняття реконструюємих відеознімків (ВРВ). Відповідно, для кількісної оцінки рівня σ візуальних оцінок по ВРВ використовується показник пікового відношення сигнал/шум (PSNR). Величина PSNR визначається таким виразом: $PSNR = 20 \lg(255/\epsilon)$.

Тут 255 — значення динамічного діапазону елементів вихідного відеознімку; ϵ величина середньоквадратичного показника відхилення реконструюємого відеознімку щодо вихідного.

У таких компресійних системах основна частка зниження бітового обсягу досягається в результаті усунення кількості психовізуальної надмірності (до 90 %). У той же час кількість психовізуальної надмірності залежить від ступеня структурно-семантичної інформативності фрагментів відеокадру. Це є причиною втрати цілісності інформації. Навпаки, тимчасові $t(\Theta; S_{pr})_{\text{гос}}$ затримки на обробку відеознімку в режимі PSNR 40дБ (достатня якість візуальних оцінок реконструюємих відеокадрів) з використанням інформаційно-комунікаційних технологій мобільного сегменту можуть досягати декількох хвилин [11–43].

Постановка завдання дослідження

Отже, для технологій на JPEG платформі існує протиріччя, обумовлене наявністю обернено пропорційної залежності між обсягом стиснутого представлення відеокадру і рівнем його інформаційної цілісності.

У результаті не забезпечуються системні вимоги щодо необхідних обсягів переданих відеоданих з необхідним рівнем візуальної оцінки по ВРВ в межах необхідних тимчасових затримок. Це призводить до втрати цілісності інформації; несвоєчасного доведення відеоданих в процесі прийняття рішень в системах критичної інфраструктури і порушення якості надання відеосервісів.

Для збереження цілісності відеоінформації в умовах зниження тимчасових затримок в процесі доставки відеокадрів необхідно провести вдосконалення технологій зниження бітового об'єму. В умовах збереження цілісності інформації потрібно забезпечити максимальний рівень зниження бітового об'єму відеознімку за заданих обмеженнях на тимчасові затримки з обробки.

Тому вдосконалення технологій компресійної обробки відеоресурсів *пропонується* проводити в напрямку локалізації протиріччя між доступністю, тобто своєчасністю $t(\Theta; S_{tr}; S_{pr})_{del}$ доставки інформації, і рівнем її цілісності, що оцінюється показником PSNR.

Обґрунтування напрямку для формування нової концепції по обробці відеоресурсів

Для вдосконалення технологій зниження бітового об'єму з гнучкими *контрольованими* обмеженнями на рівень візуальних оцінок по ВРВ *пропонується* використовувати альтернативний напрям попередньої обробки, що складається в описі структурно-статистичних залежностей на основі виявлення областей когерентності [19–25].

Перевагою такого підходу є таке:

1) відносно зниження тимчасових затримок на обробку полягають у тому, що:

- на виявлення областей когерентності витрачається відносно невелика кількість операцій порівняння, а операції множення і додавання не використовуються;

- скорочується тимчасова затримка на подальше компресійне кодування в результаті зниження кількості оброблюваних даних (перехід від опису послідовностей елементів до їх довжин);

2) відносно до додаткового зниження бітового обсягу і зниження тимчасових затримок на передачу даних по каналу зв'язку полягають в тому, що:

- виявляються структурно-статистичні закономірності, обумовлені наявністю ділянок відеознімку, що містять елементи, значення яких або однакові, або відрізняються незначно. Це створює потенційні можливості для усунення структурної та статистичної надмірності відеознімку;

- представлення відеознімків з використанням областей когерентності є більш гнучким до зміни структурних властивостей фрагментів відеознімку порівняно з ортогональними перетвореннями. Для представлення відеознімку шляхом виявлення областей когерентності реакція на зміну їх структурного змісту проявляється в зміні довжини області коге-

рентності, яка описує послідовність суміжних елементів, що мають незначні зміни яскравості відносно один одного. Це дозволяє зберегти інформацію про структурні деталі, і забезпечити більш високу якість візуальних оцінок по сприйняттю відеознімків, що мають високий рівень насиченості дрібними деталями і перепадами.

Створення методологічної бази для виявлення значимих сегментів з позиції збереження семантичної цілісності відеоресурсу

Досягнення необхідного рівня доступності інформації в умовах збереження показників її цілісності на заданому рівні *пропонується* організувати на основі забезпечення достовірності структурних компонент відповідних об'єктів інтересу. Для цього *пропонується* провести ідентифікацію сегментів $S(X)_{i,j}$ відеокадру за ступенем їх значимості з позиції збереження необхідного рівня цілісності об'єктів інтересу. Даний процес дозволяє встановити інформаційну роль кожного сегмента відеокадру з позиції його інформаційно-вагового внеску в збереження семантичної цілісності. При цьому інформаційна значимість сегмента повинна враховувати його насиченість структурними характеристиками, які є складовими об'єктів інтересу. Тоді процес ідентифікації сегментів дозволяє виявити значущі сегменти $S'(X)_{i,j}$ з позиції збереження семантичної цілісності відеоресурсу. Зрозуміло, що такі сегменти несуть в собі найбільшу семантичну і структурну інформативність. Причому ідентифікацію сегментів *пропонується* проводити по складовій яскравості. Це пояснюється тим, що яскравісна складова несе основну інформаційне навантаження серед інших кольорних складових в кольороворізницевій моделі представлення відеокадру.

Тут потрібно враховувати, що сегмент є ділянкою відеозображення, який в загальному випадку може містити в собі області (мікроділянки) з різними структурно-статистичними характеристиками. В цьому випадку усереднення за всіма характеристиками призведе до отримання грубих оцінок щодо наявності інформаційної значущості всього сегмента (всієї ділянки відеокадру) з позиції формування семантичного образу. У зв'язку з чим, пропонується процес ідентифікації здійснювати для локалізованих ділянок відеокадру, що характеризуються більшою однорідністю своїх структурно-статистичних властивостей. Тому з методологічної позиції *пропонується* оцінку інформаційного вкладу сегмента проводити за

результатами обробки чотирьох його мікро-сегментів.

У цьому випадку сегменти $S(X)_{i,j}$ поділяються на чотири мікросегменти $S(X)_{i,j}^{(u)}$, $u = \overline{1, 4}$, а

саме: $S(X)_{i,j} = \bigcup_{u=1}^{U=4} S(X)_{i,j}^{(u)}$, для яких здійснюється

виявлення структурно-статистичних характеристик. Залежно від інформаційної значущості мікросегменти $S(X)_{i,j}^{(u)}$ пропонується класифікувати на три типи.

1) мікросегменти з високим рівнем структурно-статистичної насиченості на синтаксичному рівні опису. Мікросегменти такого типу відрізняються наявністю значущої кількості різких переходів яскравості та контрастності між елементами відеозображення;

2) мікросегменти із середнім рівнем структурно-статистичної насиченості. Такі сегменти характеризуються наявністю незначної кількості переходів яскравості. При цьому амплітуда таких переходів є відносно незначущою з позиції візуального сприйняття відеокادрів Також для таких мікросегментів проявляється наявність областей з плавною зміною яскравості між елементами;

3) мікросегменти з низьким рівнем структурно-статистичної насиченості. В цьому випадку мікросегменти відрізняються відсутністю різких змін в яскравості між елементами. Такі ділянки відеокадру є однорідними за яскравісним фоном.

Надалі процес виявлення значущих сегментів $S'(X)_{i,j}$ з позиції збереження семантичної цілісності (ССЦ) відеоресурсу буде **здійснюватися** за сукупністю результатів оцінки чотирьох мікросегментів $S(X)_{i,j}^{(u)}$, $u = \overline{1, 4}$ з урахуванням їх структурно-статистичних властивостей.

Відповідно для цього необхідно розробити метод виявлення значущих сегментів з позиції ССЦ відеоресурсу на основі використання системи правил для прийняття рішення по інформації про структурно-статистичних властивостях мікросегментів.

В основу такої системи правил **пропонується** закладати таку концепцію:

1) на першому рівні створюється система порівнянь показника $\delta(x; u)$, який характеризує рівень структурно-статистичної насиченості u -го мікросегмента, з граничними значеннями δ_{\min} і δ_{\max} .

Тут величини δ_{\max} , δ_{\min} являють собою верхню і нижню межі відповідно для зміни значень показника $\delta(x; u)$ рівня структурно-статистичної насиченості u -го мікросегмента по складовій яскравості. Відповідно до позиціонування величини $\delta(x; u)$ щодо порогових значень δ_{\min} і δ_{\max} буде прийматися рішення щодо рівня структурно-статистичної насиченості мікросегмента;

2) на другому рівні будується система правил прийняття рішення щодо значущості всього сегмента з позиції ССЦ відеоресурсу на основі використання інформації про кількість мікросегментів з різним рівнем структурно-статистичної насиченості.

Розглянемо другий рівень методу виявлення значущих сегментів з позиції ССЦ відеоресурсу. Тут пропонується встановлювати наступний принцип ідентифікації сегментів залежно від класифікації його мікросегментів.

1. Сегмент $S(X)_{i,j}$ складової яскравості відеокадру буде ідентифікуватися як значущий, тобто

$$S'(X)_{i,j} := S(X)_{i,j}$$

з позиції ССЦ у двох випадках:

1.1. Якщо сегмент містить не менше одного мікросегмента $S(X)_{i,j}^{(u)}$ з високим рівнем структурно-статистичної насиченості, $v_{hl} \geq 1$, а саме:

$$S'(X)_{i,j} := S(X)_{i,j}, \text{ якщо } v_{hl} \geq 1;$$

1.2. Якщо сегмент містить не менше двох мікросегментів із середнім рівнем семантичної і структурної насиченості, структурно-статистичної насиченості, $v_{ml} \geq 2$, тобто:

$$S'(X)_{i,j} := S(X)_{i,j}, \text{ якщо } v_{ml} \geq 2.$$

2. У всіх інших випадках сегмент буде ідентифікуватися як незначущий з позиції збереження семантичної цілісності відеоресурсу, тобто $S''(X)_{i,j} := S(X)_{i,j}$.

Узагальнюючи сказане, отримаємо таку систему співвідношень, які задають правило ідентифікації сегмента $S(X)_{i,j}$, а саме:

$$S(X)_{i,j} = \begin{cases} S'(X)_{i,j} \rightarrow v_{hl} = 1 \vee v_{ml} \geq 2; \\ S''(X)_{i,j} \rightarrow v_{hl} = 0 \vee v_{ml} < 2 \vee v_{ll} = 4. \end{cases} \quad (1)$$

Процес виявлення значущих сегментів $S'(X)_{i,j}$ по складовій яскравості організується так (рис. 1).

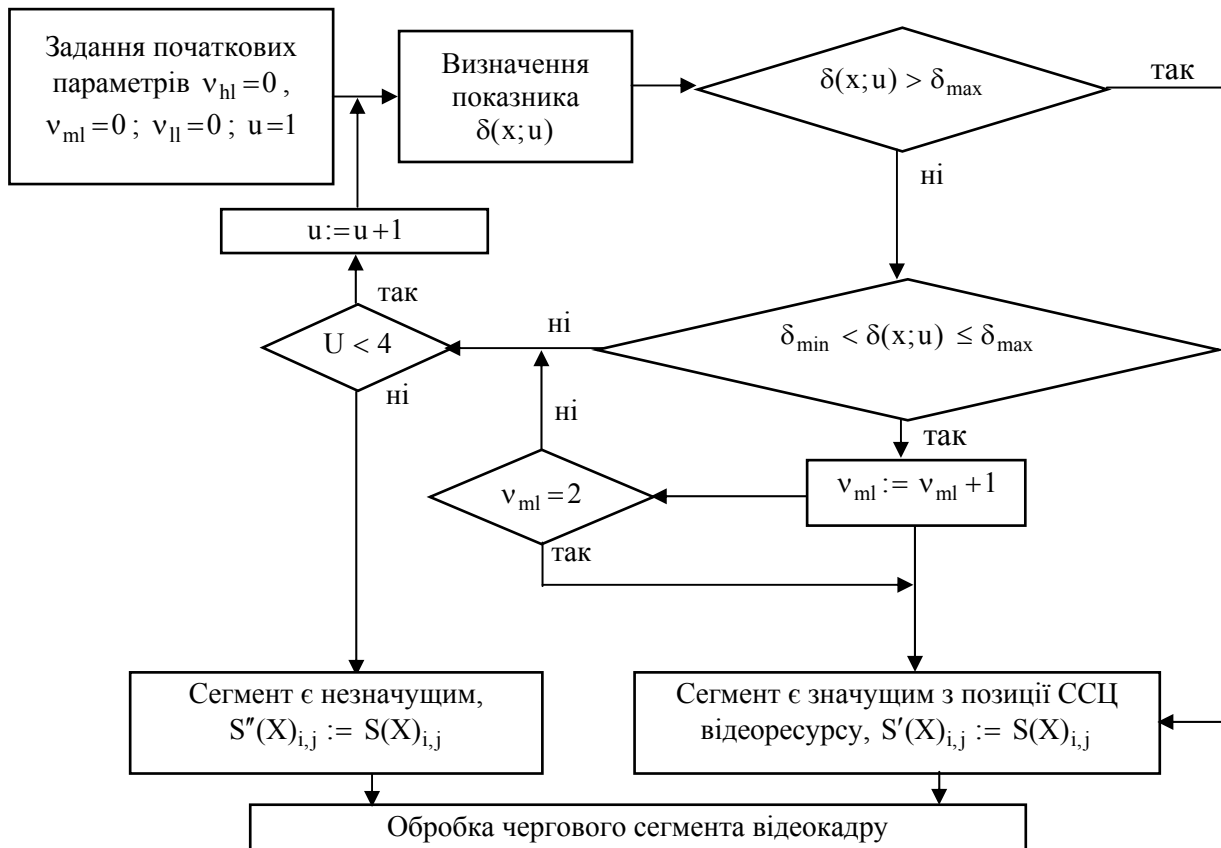


Рис. 1. Структурно-функціональна схема процесу ідентифікації сегментів на основі кількості мікросегментів з різним рівнем структурно-статистичної насиченості

1. На початковому етапі значення величин v_{hl} , v_{ml} і v_{ll} , що вказують на кількість мікросегментів, що характеризуються як високим, середнім і низьким рівнями відповідно, структурно-статистичної насиченості, встановлюються рівними нульовому значенню, тобто $v_{hl}=0$, $v_{ml}=0$ і $v_{ll}=0$. Відповідно величина індексу u поточного мікросегмента встановлюється в початкове значення, $u=1$.

2. Для поточного мікросегмента $S(X)_{i,j}^{(u)}$ проводиться визначення показника $\delta(x;u)$, і порівняння його значення з верхнім граничним рівнем δ_{max} . Тут можливі такі варіанти.

2.1. Якщо виконується нерівність $\delta(x;u) > \delta_{max}$, то u -й мікросегмент характеризується як ділянка відеокадру з високим рівнем структурно-статистичної насиченості (виконується умова $v_{hl} \geq 1$). Тоді відповідно до прийнятих правил ідентифікації весь сегмент буде значущим з позиції ССЦ відеоресурсу, тобто $S'(X)_{i,j} := S(X)_{i,j}$. Процес ідентифікації вважається завершеним.

2.2. Якщо виконується нерівність $\delta(x;u) < \delta_{max}$, але $\delta(x;u) > \delta_{min}$ або в

загальному випадку $\delta_{min} < \delta(x;u) \leq \delta_{max}$, то поточний мікросегмент належить до типових ділянок відеокадру, що відрізняються середнім рівнем структурно-статистичної насиченості. У цьому випадку $v_{ml} := v_{ml} + 1$, тобто поточна кількість мікросегментів даного типу збільшується на одиницю. Тоді можливі два варіанти.

Перший варіант, коли величина буде приймати значення не менше двох, тобто $v_{ml} \geq 2$. Виконання такої умови згідно з прийнятою системою ідентифікації сегментів вказує на те, що він є значущим з позиції ССЦ, $S'(X)_{i,j} := S(X)_{i,j}$. Відповідно процес ідентифікації завершується.

Другий варіант, коли $v_{ml} = 1$, то для ідентифікації $(i; j)$ -го сегмента необхідно здійснити обробку чергового мікросегмента. Проводиться перехід на третій етап процесу обробки.

2.3. Якщо для значення показника $\delta(x;u)$ виконується нерівність $\delta(x;u) < \delta_{min}$, то поточний мікросегмент визначається як мікросегмент з низьким рівнем структурно-статистичної насиченості. Тоді для ідентифікації сегмента необхідно провести обробку чергового його

мікросегмента. Обробка переходить на третій етап процесу ідентифікації.

2.4. Якщо виконується одна з двох умов, а саме: $v_{ml} = 1$ або $\delta(x; u) < \delta_{min}$, і водночас для індексу мікросегментів виконується умова $u = U = 4$, тобто оброблені всі мікросегменти, то $(i; j)$ -й сегмент є незначним з позиції ССЦ відеоресурсу.

Отже, $S''(X)_{i,j} := S(X)_{i,j}$. Відповідно процес ідентифікації поточного сегмента завершується. Обробка переходить на черговий сегмент відеокадру.

3. На третьому етапі величина індексу мікросегмента збільшується на одиницю, тобто $u := u + 1$. На обробку надходить черговий мікросегмент $S(X)_{i,j}^{(u+1)}$. Після чого повторюється процедура обробки другого етапу ідентифікації.

Експериментальні дослідження

Порівняльна оцінка за часовими затримками $t(\Theta; S_{tr}; S_{pr})_{del}$ на передачу кодованих відеокадрів в умовах збереження їх цілісності для різних методів синтаксичного представлення показана на рис. 2.

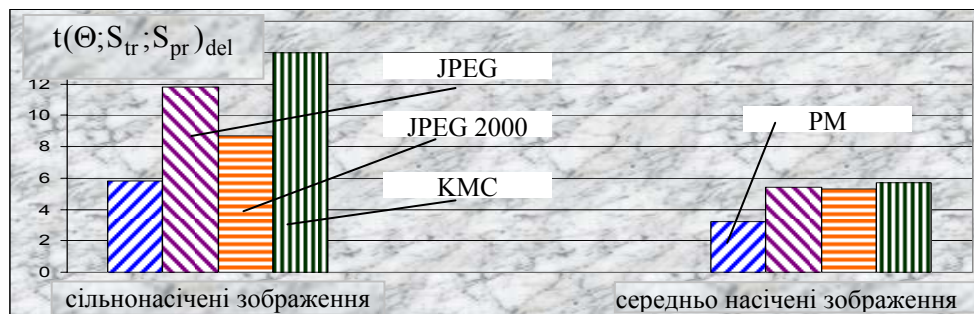


Рис. 2. Діаграми залежності величини $t(\Theta; S_{tr}; S_{pr})_{del}$

від процентного вмісту сегментів ключової інформації для різних методів обробки відеокадрів

Вихідна інтенсивність бітового потоку в перерахунку на один відеокадр обиралась з розрахунку $V(\delta)_{t\Sigma} = 2048 \times 1536 \times 24 = 75$ Мбіт.

Режим забезпечення рівня цілісності відеоінформації відповідає рівню ПКСШ не нижче 35 дБ. Це відповідає достатньому рівню візуального сприйняття відеокадрів. Передача даних здійснюється по каналах зв'язку зі швидкістю, що дорівнює $S_{tr} = 2,048$ Мбіт/с.

Аналіз діаграм, наведених на рис. 2 дозволяє зробити такі висновки:

1) в умовах забезпечення потрібного рівня цілісності інформації часова затримка щодо передачі кодованих кадрів у разі використання розробленого методу відповідає вимогам якості відеосервісів. Тут забезпечується передача інформації в режимі реального часу (на рівні 1 с.);

2) підвищення оперативності передачі кодованих відеокадрів з використанням створеного методу щодо часових затримок у разі застосування стандартизованих підходів знаходиться на рівні 30 %.

Висновки

1. Розроблено метод виявлення значущих сегментів з позиції збереження семантичної цілісності відеоресурсу на основі використання системи правил для прийняття рішення за

інформацією про структурно-статистичні властивості мікросегментів по складовій яскравості кольорорізнцевого представлення відеокадру.

Система правил по ідентифікації сегментів відеокадру за ступенем їх значущості з позиції збереження необхідного рівня цілісності об'єктів інтересу з урахуванням інформаційної значущості локальних ділянок (мікросегментів) відеокадру, що характеризуються більшою однорідністю своїх структурно-статистичних властивостей, базується на такій концепції:

1) на першому рівні створюється система порівнянь показника, що характеризує рівень структурно-статистичної насиченості мікросегментів, з верхнім і нижнім граничними значеннями.

Тут встановлюється один із трьох типів мікросегмента, що характеризується відповідно високим, середнім або низьким рівнем структурно-статистичної насиченості на синтаксичному рівні опису;

2) на другому рівні будується система правил прийняття рішення щодо значущості всього сегмента з позиції ССЦ відеоресурсу на основі використання інформації про кількість мікросегментів з різним рівнем структурно-статистичної насиченості.

Це дозволяє встановити з більшою адекватністю інформаційну роль кожного

сегмента відеокадру з позиції його інформаційно-вагового внеску в збереження семантичної цілісності і скоротити часові затримки на обробку (ідентифікацію). При цьому інформаційна значущість сегмента враховує його насиченість структурними характеристиками, які є складовими об'єктів інтересу.

Часові затримки на обробку скорочуються в результаті того, що процес ідентифікації проводиться тільки по яскравішій компоненті кольороорізованого представлення відеокадру, яка несе основне інформаційне навантаження серед інших колірних складових.

Наукова новизна. Отримав подальший розвиток метод ідентифікації сегментів відеокадру по їх значущості щодо збереження цілісності інформації.

Відмінною характеристикою методу є те, що за допомогою порогових рівнів враховується інформаційна значущість локальних ділянок (мікросегментів) відеокадру, що характеризуються більшою однорідністю своїх структурно-статистичних властивостей, і які класифікуються попередньо на три типи рівня насиченості.

Це дозволяє встановити з більшою адекватністю інформаційну роль кожного сегмента відеокадру з позиції його інформаційно-вагового внеску в збереження семантичної цілісності і скоротити часові затримки на обробку (ідентифікацію).

ЛІТЕРАТУРА

1. **Kobayashi H.** and Kiya H. (2018). Bitstream-Based JPEG Image Encryption with File-Size Preserving. In.: IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp. 1–4. DOI: 10.1109/gcce.2018.8574605.
2. **Barannik V.,** Krasnoruckiy A. and Hahano_vva A. (2013). The positional structural-weight coding of the binary view of transformants. In: East-West Design & Test Symposium (EWDTS), pp. 1–4. Rostov-on-Don. DOI: 10.1109/EWDTS.2013.6673178.
3. **Announcing the ADVANCED ENCRYPTION STANDARD (AES).** (2001). Federal Information Processing Standards Publication, 197.
4. **DSTU 7624:2014:** Information Technology. Cryptographic protection of information. Symmetric block transformation algorithm. Order of the Ministry of Economic Development of Ukraine № 1484 (29.12.2014).
5. **DSTU GOST 28147:2009:** Information processing system. Cryptographic protection. Cryptographic transformation algorithm GOST 28147-89 (22.12.2008).
6. **Auer S.** and Bliem A. and Engel D. and Uhl A. and Unterweger A. (2013) Bitstream-based JPEG Encryption in Real-time. In.: International Journal of Digital Crime and Forensics. DOI: 10.4018/jdcf.2013070101.
7. **Faraoun K. M.** (2014). A parallel block-based encryption schema for digital images using reversible cellular automata. Engineering Science and Technology, Vol. 17, pp. 85–94. DOI: 10.1016/j.jestch.2014.04.001.
8. **Minemura K.** and Moayed Z. and Wong K. and Qi X. and Tanaka K. (2012) JPEG image scrambling without expansion in bitstream size. In.: 19th IEEE International Conference on Image Processing, pp. 261–264. DOI: 10.1109/ICIP.2012.6466845.
9. **Naor M.** and Shamir A. (1995). Visual Cryptography. In: Proceedings of the Advances in Cryptology – EUROCRYPT'94. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 950, pp. 1–12. DOI: 10.1007/bfb0053419.
10. **Phatak A.** (2016). A Non-format Compliant Scalable RSA-based JPEG Encryption Algorithm. International Journal of Image, Graphics and Signal Processing, Vol. 8, No. 6, pp. 64–71. DOI: 10.5815/ijigsp.2016.06.08.
11. **Ramakrishnan S.** et al. (2018) Cryptographic and Information Security Approaches for Images and Videos. CRC Press, 962 p. DOI: 10.1201/9780429435461.
12. **Rivest R. L.** and Shamir A. and Adleman L. M. (1978). A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems. Communications of the ACM, (2) 21, pp. 120–126.
13. **Sharma R.** and Bollavarapu, S. (2015). Data Security using Compression and Cryptography Techniques. International Journal of Computer Applications, Vol. 117, No. 14, pp. 15–18. DOI: 10.5120/20621-3342.
14. **Vasiliev V. B.** and Okov I.N. and Strezhik Yu. N. and Ustinov A. A. and Shvetsov N. V. (2016). Video data compression and protection in UAV information exchange radio channels. In.: Scientific and practical conference on Prospects for the development and use of complexes with unmanned aerial vehicles, 924 State Center for Unmanned Aviation of the Ministry of Defense of the Russian Federation, pp. 202–204.
15. **Barannik V.** and Barannik N. and Ryabukha Yu. and Barannik D. (2020) Indirect Steganographic Embedding Method Based On Modifications of The Basis of the Polyadic System. In.: 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020), pp. 699–702. DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235522.
16. **Barannik V.** and Barannik V. (2020). Binomial-Polyadic Binary Data Encoding by Quantity of Series of Ones. In.: 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio

Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020), pp. 775–780.

DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235540.

17. **Barannik V.V.**, Ryabukha Yu. N., Tverdokhle V.V., Barannik D.V. (2017). Methodological basis for constructing a method for compressing of transformants bit representation, based on non-equilibrium positional encoding. In: *Advanced Information and Communication Technologies (AICT)*, 2017 2nd International Conference, pp. 188–192.

DOI: 10.1109 / AIACT.2017.8020096.

18. **Vladimir Barannik**, Tatyana Belikova, Pavlo Gurzhii (2019). The model of threats to information and psychological security, taking into account the hidden information destructive impact on the subconscious of adolescents. 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), pp. 656–661.

DOI: 10.1109/ATIT49449.2019.9030432.

19. **Vladimir Barannik**, Denys Tarasenko. (2017). Method coding efficiency segments for information technology processing video. 2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), pp. 551–555.

DOI: 10.1109/INFOCOMMST.2017.8246460.

20. **Barannik V.V.** and Ryabukha Yu.N. and Kulitsa O.S. (2017). The method for improving security of the remote video information resource on the basis of intellectual processing of video frames in the telecommunication systems. *Telecommunications and Radio Engineering*, Vol. 76, No 9, pp. 785–797.

DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v76.i9.40.

21. **Farajallah M.** (2015). Chaos-based crypto and joint crypto-compression systems for images and videos Available via. URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01179610>. (access date 21.10.2020)

22. **Gonzalez R.** and Woods R. (2018). *Digital Image Processing*. Published by Pearson, 1168 p.

23. **Information technology – JPEG 2000 image coding system: Secure JPEG 2000.** (2007) International Standard ISO/IEC 15444-8; ITU-T Recommendation T.807, 108 p.

24. **JPEG Privacy & Security Abstract and Executive Summary.** (2015) Available via JPEG.ORG. URL: https://jpeg.org/items/20150910_privacy_security_summary.html. (access date 21.10.2020).

25. **Vladimir V. Barannik** M.P. Karpinski V.V. Tverdokhle, Dmitry. V. Barannik, V.V. Himenko, Marek Aleksander (2018). The technology of the video stream intensity controlling based on the bit-planes recombination. 2018 IEEE 4th International Symposium on Wireless Systems within the International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS-SWS), 20-21 Sept. 2018, Lviv, Ukraine. DOI: 10.1109/IDAACS-SWS.2018.8525560.

26. **Salomon D.** (2007). *Data Compression: The Complete Reference*. Springer Science & Business Media, 1092 p.

27. **Chen Ch.-Ch.** and Wu W.-J. (2014). A secure Boolean-based multi-secret image sharing scheme. *Journal of Systems and Software*, Vol. 92, pp. 107–114. DOI: 10.1016/j.jss.2014.01.001.

28. **Chen T.-H.** and Wu Ch.-S. (2011). Efficient multi-secret image sharing based on Boolean operation. *Signal Processing*, Vol. 91, Iss. 1, pp. 90–97. DOI: 10.1016/j.sigpro.2010.06.012.

29. **Deshmukh M.** and Nain N. and Ahmed M. (2016). An (n, n)-Multi Secret Image Sharing Scheme Using Boolean XOR and Modular Arithmetic. In: *IEEE 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*, pp. 690–697. DOI: 10.1109/aina.2016.56.

30. **Dufaux F.** and Ebrahimi T. (2006). Toward a Secure JPEG. *Applications of Digital Image Processing XXIX*, Vol. 6312. DOI: 10.1117/12.686963.

31. **Honda T.** and Murakami Y. and Yanagihara, Y. and Kumaki T. and Fujino T. (2013). Hierarchical image-scrambling method with scramble-level controllability for privacy protection. In: *IEEE 56th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*, pp. 1371–1374. DOI: 10.1109/MWSCAS.2013.6674911.

32. **Ji Sh.** and Tong X. and Zhang M. (2012). Image encryption schemes for JPEG and GIF formats based on 3D baker with compound chaotic sequence generator Available via arXiv preprint. arXiv:1208.0999.

33. **Vladimir Barannik**, Valeriy Barannik, Dmytro Havrylov, Anton Sorokun. (2019). Development Second and Third Phase of the Selective Frame Processing Method. In: *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)*, pp. 54–57. DOI: 10.1109/AIACT.2019.8847897.

34. **Vladimir Barannik**, Dmitry Barannik, Vadym Fustii, Maksym Parkhomenko (2019). Evaluation of Effectiveness of Masking Methods of Aerial Photographs. 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT), 2–6 July 2019, Lviv, Ukraine, Ukraine. DOI: 10.1109/AIACT.2019.8847820.

35. **Vladimir Barannik**, S.S. Shulgin (2016). The method of increasing accessibility of the dynamic video information resource. In: *2016 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET)*, pp. 621–623. DOI: 10.1109/TCSET.2016.7452133.

36. **Tsai Ch.-L.** and Chen Ch.-J. and Hsu W.-L. (2012). Multi-morphological image data hiding based on the application of Rubik's cubic algorithm. In: *IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)*, pp. 135–139. DOI: 10.1109/CCST.2012.6393548.

37. **Wong K.-W.** (2009). Image encryption using chaotic maps. *Intelligent Computing Based on Chaos*, Vol. 184, pp. 333–354.

DOI: 10.1007/978-3-540-95972-4_16.

38. **Wong K.** and Tanaka K. (2010). DCT based scalable scrambling method with reversible data hiding functionality. In.: 4th International Symposium on Communications, Control and Signal Processing (ISCCSP), pp. 1–4. DOI: 10.1109/ISCCSP.2010.5463307.

39. **Wu Yu,** and Agaian S. and Noonan J. (2012). Sudoku Associated Two Dimensional Bijections for Image Scrambling. In.: *IEEE Transactions on Multimedia*, 30 p. Available via arXiv preprint. DOI: arXiv:1207.5856v1.

40. **Yang Ch.-N.** and Chen Ch.-H. and Cai S.-R. (2016). Enhanced Boolean-based multi secret image sharing scheme. *Journal of Systems and Software*, Vol. 116, pp. 22–34. DOI: 10.1016/j.jss.2015.01.031.

41. **Yang Y.** and Zhu B.B. and Li S. and Yu N. (2008). Efficient and Syntax-Compliant JPEG 2000 Encryption Preserving Original Fine Granularity of Scalability. *EURASIP Journal on Information Security*, Vol. 2007, Article ID 56365, 13 p.

DOI: 10.1155/2007/56365.

42. **Yuan L.** and Korshunov P. and Ebrahimi T. (2015). Secure JPEG Scrambling enabling Privacy in Photo Sharing. In.: 11th IEEE International Conference and Workshops on Automatic Face and Gesture Recognition (FG) pp. 1–6.

DOI: 10.1109/FG.2015.7285022.

43. **Zhou Y.** and Panetta K. and Agaian S. and Chen, C.L.P. (2012). Image encryption using P-Fibonacci transform and decomposition. *Optics Communications*, Vol. 285, Iss. 5, pp. 594–608.

DOI: 10.1016/j.optcom.2011.11.044

Бабенко Ю. М.

МЕТОД ЗБЕРЕЖЕННЯ СЕМАНТИЧНОЇ ЦІЛІСНОСТІ ВІДЕОРЕСУРСУ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Обґрунтовується наявність значущого дисбалансу між пропускними спроможностями сучасних інфокомунікаційних технологій і інформаційної інтенсивності бітових потоків. Проводиться встановлення того, що на даний момент базовою концепцією для побудови технологій компресійного представлення є платформа JPEG. Відповідно до чого, пропонується організувати подальший розвиток методів обробки відеоресурсів з використанням окремих компонентів платформи JPEG у напрямку підвищення цілісності інформації в умовах забезпечення необхідного рівня її доступності. Висловлюється розробка методу виявлення значущих сегментів з позиції збереження семантичної цілісності відеоресурсу на основі використання системи правил для прийняття рішення за інформацією про структурно-статистичні властивості мікросегментів по складовій яскравості кольорорізницевого представлення відеокадру. Система правил по ідентифікації сегментів відеокадру будується з врахуванням ступеня їх значущості з позиції збереження необхідного рівня цілісності об'єктів інтересу з врахуванням інформаційної значущості локальних ділянок відеокадру, що характеризуються більшою однорідністю своїх структурно-статистичних властивостей. Показано необхідність створення системи порівняння показників для оцінки обсягу структурної та статистичної інформативності мікро-сегментів зображень. Це дозволяє ідентифікувати один з трьох типів мікро-сегментів. На підставі якої базується система правил виявлення класу всього сегмента відеокадру. Він враховує важливість збереження семантичної і синтаксичної цілісності відеокадру. Це дозволяє встановити з більшою адекватністю інформаційну роль кожного сегмента відеокадру з позиції його інформаційно-вагового внеску в збереження семантичної цілісності і скоротити часові затримки на обробку (ідентифікацію). При цьому інформаційна значимість сегмента враховує його насиченість структурними характеристиками, які є складовими об'єктів інтересу. Експериментальні оцінки були зроблені із загального часу затримки обробки та передачі відео інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах, зберігаючи при цьому необхідний рівень надійності. Переваги створеного методу показані щодо існуючих методів кодування відеокадрів за допомогою платформи JPEG.

Ключові слова: відеозображення; цілісність інформації; компресійне кодування; області когерентності.

Babenko Yu.

METHOD OF MAINTAINANCE OF SEMANTIC INTEGRITY OF VIDEORESOURCE IS IN THE INFOCOMMUNICATION SYSTEMS

The presence of meaningful disbalance is grounded between the carrying capacities of modern infocommunication technologies and informative intensity of bit streams. Establishment is conducted that now base conception for the construction of technologies of compression presentation is a platform of JPEG. In accordance with what, it is suggested to organize further development of methods of treatment of videoresources with the use of separate component of platform of JPEG in the direction of increase of integrity of information in the conditions of providing of the required level of its availability. Development of method of exposure of meaningful segments is expounded from position of maintainance of semantic integrity of videoresource on the basis of the use of the system governed for a

decision-making on information about structural-kombinatorayaproperties of mikrosegment on the brightness constituent of presentation of videoshot. System governed on authentication of segments of videoshot built taking into account the degree of their meaningfulness from position of maintainance of necessary level of integrity of objects of interest taking into account informative meaningfulness of local areas of videoshot, characterized greater homogeneity of the structural-kombinatorayaproperties. The need to create a system of comparison of indicators to estimate the amount of structural and statistical informativeness of micro-segments of images is shown. This allows one of three types of micro-segments to be identified. On the basis of which the system of rules of detection of the class of the entire segment of the video frame is based. It takes into account the importance of preserving the semantic and syntax integrity of the video frame. This makes it possible to establish with greater adequacy the informational role of each segment of the video from the point of view of its information and weight contribution to the preservation of semantic integrity and to reduce delays in processing (identification). At the same time, the informational significance of the segment takes into account its saturation with structural characteristics, which are components of objects of interest. Experimental assessments have been made of the total time delays in processing and transmitting video information in information communication systems, while maintaining the required level of reliability. The advantages of the created method are shown regarding existing methods of coding video frames using the JPEG platform.

Keywords: videoresources; integrity of information; compression encoding; areas of coherentness.

Бабенко Ю. М.

МЕТОД СОХРАНЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ ВИДЕОРЕСУРСА В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Обосновывается наличие значимого дисбаланса между пропускными способностями современных инфокоммуникационных технологий и информационной интенсивности битовых потоков. Проводится установление того, что на данный момент базовой концепцией для построения технологий компрессионного представления является платформа JPEG. В соответствии с чем, предлагается организовывать дальнейшее развитие методов обработки видеоресурсов с использованием отдельных компонент платформы JPEG в направлении повышения целостности информации в условиях обеспечения требуемого уровня ее доступности. Излагается разработка метода выявления значимых сегментов с позиции сохранения семантической целостности видеоресурса на основе использования системы правил для принятия решения по информации о структурно-статистических свойствах микросегментов по яркостной составляющей цветоразностного представления видеокadra. Система правил по идентификации сегментов видеокadra строится с учетом степени их значимости с позиции сохранения необходимого уровня целостности объектов интереса с учетом информационной значимости локальных участков видеокadra, характеризующихся большей однородностью своих структурно-статистических свойств. Показывается необходимость создания системы сравнения показателей для оценки количества структурно-статистической информативности микросегментов изображений. Это позволяет идентифицировать один из трех типов микросегментов. На основе чего строится система правил детектирования класса всего сегмента видеокadra. Здесь учитывается важность сохранения семантической и синтаксической целостности видеокadra. Это позволяет с большей адекватностью установить информационную роль каждого сегмента видеозаписи с позиции ее информационного и весового вклада в сохранение семантической целостности и сократить задержки времени при обработке (идентификации). В то же время информационная значимость сегмента учитывает его насыщенность структурными характеристиками, которые являются компонентами объектов, представляющих интерес. Проведены экспериментальные оценки относительно суммарных временных задержек на обработку и передачу видеoinформации в инфокоммуникационных системах в условиях сохранения требуемого уровня достоверности информации. Показаны преимущества созданного метода относительно существующих методов кодирования видеокadров, использующих платформу JPEG.

Ключевые слова: видеоизображение; целостность информации; компрессионное кодирование; области когерентности.

Стаття надійшла до редакції 06.08.2020 р.

Прийнято до друку 23.11.2020 р.