

УДК 621.327:681.5

В.В. Бараннік, Ю.М. Рябуха, О.Ю. Отман Шаді

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

МЕТОД ОЦІНКИ ІНТЕНСИВНОСТІ ВІДЕОПОТОКУ У РОЗРАХУНКУ НА БАЗОВИЙ КАДР

Обґрунтовується актуальність питань, пов'язаних з проведенням досліджень у області зниження інтенсивності відеопотоку для інфокомунікаційних систем. Наводиться розгляд основних етапів технології кодування базових кадрів для зниження інтенсивності їх кодового представлення. Викладається розробка методу оцінки інтенсивності потоку, що припадає на базовий кадр, з урахуванням формування кодових конструкцій стиснутого представлення трансформант на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування та статистичного кодування DC-компоненти трансформанти дискретного косинусного перетворення. Проводяться експериментальні оцінки щодо ступеня зниження інтенсивності кодового представлення базового кадру для стандартизованого методу на JPEG платформі та для технології кодування на основі нерівномірно-діагонального представлення трансформант у нерівноважному позиційному базисі підстав. Показано переваги створеної технології за ступенем стиснення та інтенсивності бітового уявлення.

Ключові слова: відеопоток, трансформант, кодування, DC-компоненти, біт, кадр.

Вступ

Зниження інтенсивності відеопотоку забезпечує зменшення навантаження на інфокомунікаційні мережі [1 – 4]. В свою чергу це призводить до підвищення якості надання відеоінформаційних сервісів, а саме поліпшення якості візуального сприйняття відеопотоку, зниження середньої затримки пакета даних в мережі, скорочення ймовірності втрати пакета даних на вузлах комутації [5, 6]. Тому актуальним є область досліджень яка спрямована на зменшення інтенсивності відеопотоку. У цьому зв'язку розроблений метод скорочення інтенсивності кодового представлення базових кадрів. У той же час оцінки інтенсивності відеопотоку з урахуванням використання нового кодека базових кадрів не опрацьовані. Звідси мета статті полягає в розробці методу оцінки інтенсивності відеопотоку з розрахунку на базовий кадр.

Особливості технології обробки базового кадру для відеопотоку відеосервісу реального часу

Обробка базового кадру здійснюється на основі JPEG сумісною платформи [5]. Інтегрування кодека організується після етапу квантизації трансформанти двовимірного дискретного косинусного перетворення. Кодек базового кадру заснований на тому, що компресія трансформанти забезпечується в результаті діагонально-нерівномірного позиційного кодування. Особливість методу полягає в тому, що:

- позиційні числа будуються на базі нерівномірних діагоналей трансформанти;
- підстави елементів діагоналей визначаються як значення динамічних діапазонів на основі нерівномірно-діагонального методу виявлення;

– перша і остання діагоналі виключаються з базису підстав НДП чисел й обробляються окремо. Це обумовлено тим, що: перша діагональ містить низкочастотну компоненту трансформанти, яка має різко відмінні характеристики щодо інших компонент трансформант; остання діагональ для досить широкого класу зображень міститиме компоненту з нульовим значенням.

На завершальному етапі кодоутворення кодограмою організується на основі діагонально-нерівномірного принципу виділення кількості розрядів на основі інформації про довжину ДНП числа і його основи.

Розробка методу оцінки інтенсивності потоку з розрахунку на базовий кадр

Проведемо оцінку інтенсивності I_1 для компактно-представленого кадрів I-типу з використанням розробленого методу. Структура кодової конструкції стиснутого представлення фрагменту базового кадру для розробленого методу приведена на рис. 1. Оцінимо інтенсивність $I_1^{(n \times n)}$ потоку з розрахунку на фрагмент базового кадру як кількість $\bar{Q}_1^{(n \times n)}$ розрядів на його компактне представлення, тобто $I_1^{(n \times n)} = \bar{Q}_1^{(n \times n)}$ (біт/фрагмент). У свою чергу, згідно рис. 1, довжина $\bar{Q}_1^{(n \times n)}$ кодової конструкції стиснутого представлення фрагменту визначається як

$$\bar{Q}_1^{(n \times n)} = \bar{Q}_n + \bar{Q}_z + \bar{Q}_R, \quad (1)$$

де \bar{Q}_n – кількість розрядів на представлення кодограми компресійного опису трансформанти; \bar{Q}_z – компактне представлення двійкової матриці знаків; \bar{Q}_R – кількість біт на представлення кроку R квантизації.

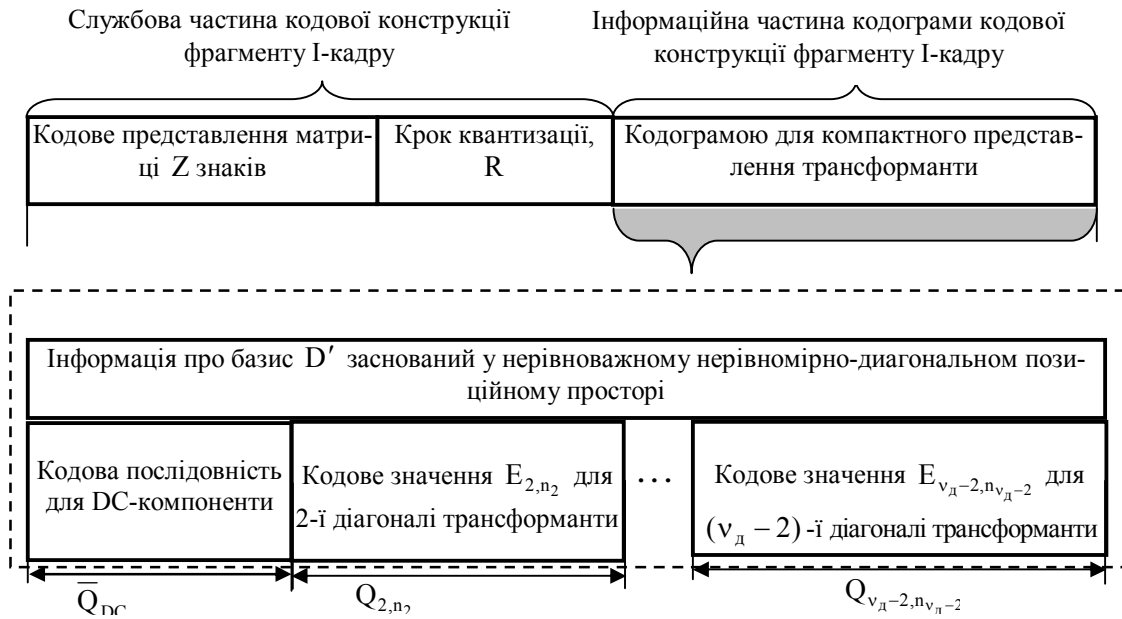


Рис. 1. Структура кодової конструкції стиснутого представлення фрагменту базового кадру

Відповідно сумарна кількість $\bar{Q}'_{(n \times n)-2}$ розрядів на представлення всіх кодових значень діагональних нерівномірних позиційних чисел визначатиметься на основі співвідношення:

$$\begin{aligned} \bar{Q}'_{(n \times n)-2} &= \sum_{\xi=2}^{2n-2} \bar{Q}_{\xi, n_{\xi}} = \\ &= \sum_{\xi=2}^{2n-2} ([n_{\xi} \log_2 d'_{\xi}] + 1) \quad \text{. (біт)} \quad (2) \end{aligned}$$

Звернувши вирази (1) – (3) в одне, отримаємо співвідношення для величини $I_1^{(n \times n)}$, а саме:

Відповідно величина \bar{Q}_n визначається як сумарна кількість розрядів, що задається наступною формулою:

$$\bar{Q}_n = \bar{Q}_{DC} + \bar{Q}'_{(n \times n)-2} + \bar{Q}_{v_d} \quad \text{(біт)}, \quad (3)$$

де \bar{Q}_{DC} – довжина статистичного коду низькочастотної DC-компоненти; $\bar{Q}'_{(n \times n)-2}$ – кількість розрядів на представлення трансформанти шляхом діагонально-нерівномірного позиційного кодування без урахування першої та останньої діагоналей; \bar{Q}_{v_d} – кількість розрядів на представлення останньої діагоналі трансформанти. Найчастіше дана кількість розрядів не враховується.

$$\begin{aligned} I_1^{(n \times n)} &= \bar{Q}_{DC} + \sum_{\xi=2}^{2n-2} ([n_{\xi} \log_2 d'_{\xi}] + \\ &+ 1) + \bar{Q}_{v_d} + \bar{Q}_Z + \bar{Q}_R \quad \text{. (біт/фрагмент)} \quad (4) \end{aligned}$$

На основі даного виразу інтенсивність I_1 потоку, що припадає на один базовий кадр, формуватиметься як сума інтенсивностей його фрагментів, тобто:

$$I_1 = \sum_{i=1}^{MN/nn} I_{1,i}^{(n \times n)}, \quad (5)$$

Тут $I_{1,i}^{(n \times n)}$ – інтенсивність i -го фрагменту базового кадру; MN/nn – кількість фрагментів розміром $(n \times n)$ у базовому кадрі; MN – розмір базового кадру.

Як видно з аналізу отриманих співвідношень величина I_1 у значній мірі залежить від кількості $\bar{Q}'_{(n \times n)-2}$ розрядів на представлення всіх кодових значень діагоналей трансформанти. У свою чергу величина $\bar{Q}'_{(n \times n)-2}$ визначається коефіцієнтом стиснення k'_c трансформанти на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування. Оцінка ступеня стиснення k'_c без урахування витрат кількості розрядів на матрицю знаків і крок квантизації знаходиться за допомогою виразу

$$\begin{aligned} k'_c &= bn^2 / \bar{Q}_n = \\ &= bn^2 / (\bar{Q}_{DC} + \bar{Q}'_{(n \times n)-2} + \bar{Q}_{v_d}) \end{aligned}$$

і розглядається у вигляді діаграм на рис. 2.

Аналіз діаграм на рис. 2 показує, що ступінь стиснення кадрів I-типу для розробленого методу на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування (ДНПК) перевищує ступінь стиснення для стандартизованих технологій (JPEG-технологія), а саме для ПВСШ на рівні 42 дБ на 22 %, а для ПВСШ – на 37 %. При цьому ступінь стиснення для створеного методу буде відповідно приймати такі значення: для ПВСШ 42 дБ – 3,5 раз, для ПВСШ 34 дБ – 7,4 разів.

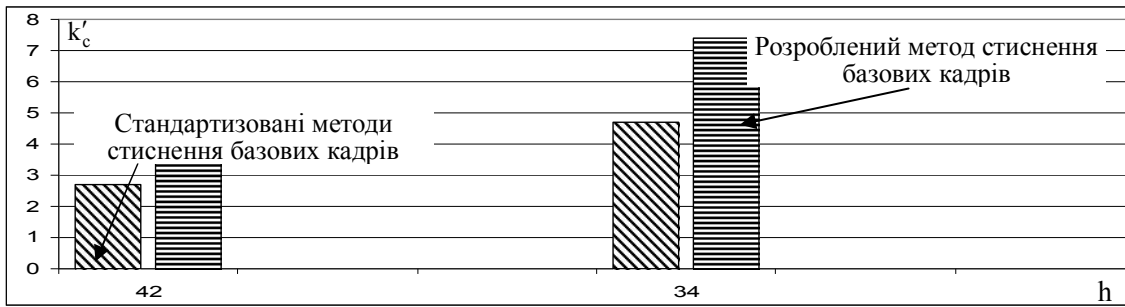


Рис. 2. Значення k'_c для різних типів кодексів базових кадрів при середній насиченості їх деталями у залежності від h

Відповідна оцінка інтенсивності I_1 з розрахунку на базовий кадр з урахуванням додаткових витрат кількість біт на представлення службової інформації (код матриці знаків \bar{Q}_Z , код значення \bar{Q}_R

кроку квантизації) для стандартизованої і розробленої технологій кодування у залежності від ПВСШ h і ступеня насиченості зображення наводиться у вигляді діаграм на рис. 3 та у табл. 1.

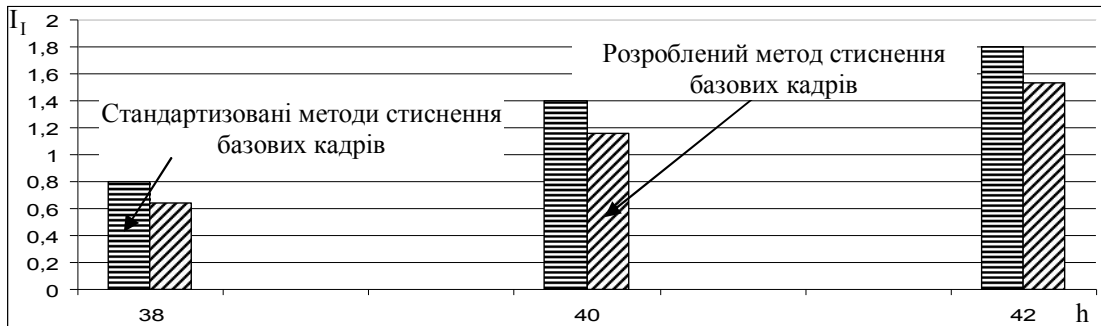


Рис. 3. Значення I_1 від h для базового кадру на основі розробленої та стандартизованої технології

Усереднена експериментальна оцінка інтенсивності, що припадає на базовий кадр проводилась у розрахунку на те, що в якості структури кадру вибирався формат 4CIF (720x576).

Таблиця 1

Значення I_1 від h для базового кадру на основі розробленого методу, М біт

Тип кадру	I-кадр		
h дБ	38	40	42
I_1	0,64	1,16	1,53
%	20 %	17 %	15 %

Аналіз діаграм на рис. 3 показує, що:

1) інтенсивність потоку, що припадає на середненасичений базовий кадр формату 4CIF (720x576), для розробленого методу кодування змінюється у діапазоні від 0,64 до 1,53 Мбіт / кадр у залежності від ПВСШ від 38 до 42 дБ;

2) у разі обробки базового кадру на основі розробленого методу ДНПК його інтенсивність знижується щодо випадку обробки стандартизованої технологією у середньому від 15% до 20% залежно від ПВСШ. Тут найбільший вигреш досягається при

зниженні рівня ПВСШ з 42 дБ до 38 дБ. Це пояснюється тим, що збільшується кількість діагоналей яка містять ланцюжки нульових компонент трансформант. Звідси значення динамічного діапазону буде дорівнювати одиниці. У свою чергу не збільшуватиметься вагова складова відповідних елементів діагонально-нерівномірних позиційних чисел у процесі їх кодування. Відповідно знижуються витрати на інформаційну та службову частину кодової конструкції фрагменту базового кадру.

Значить, по викладеному можна зробити висновок, що:

а) розроблений метод оцінки інтенсивності потоку, що припадає на базовий кадр, з урахуванням формування кодових конструкцій стиснутого представлення трансформант на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування і статистичного кодування DC-компоненти;

б) проведені експериментальні оцінки показали наступне:

– ступінь стиснення кадрів I-типу для розробленого методу на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування (ДНПК) перевищує ступінь стиснення для стандартизованих технологій

(JPEG-технологія), а саме для ПВСШ на рівні 42 дБ на 22%, а для ПВСШ - на 37% ;

– у разі обробки базового кадру на основі розробленого методу діагонально-нерівномірного позиційного кодування його інтенсивність знижується щодо випадку обробки стандартизованою технологією у середньому від 15% до 20% залежно від ПВСШ.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено метод оцінки інтенсивності потоку, що припадає на базовий кадр, з урахуванням формування кодових конструкцій стиснутого представлення трансформант на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування і статистичного кодування ДС-компоненти.

2. Проведені експериментальні оцінки показали наступне:

– ступінь стиснення кадрів І-типу для розробленого методу на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування перевищує ступінь стиснення для стандартизованих технологій (JPEG-технологія), а саме для ПВСШ на рівні 42 дБ на 22%, а для ПВСШ – на 37%;

– у разі обробки базового кадру на основі розробленого методу діагонально-нерівномірного позиційного кодування його інтенсивність знижується щодо випадку обробки стандартизованою технологією у середньому від 15% до 20% залежно від ПВСШ.

Список літератури

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебн. для вузов. 3-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
2. Gonzales R.C. Digital image processing / R.C. Gonzales, R.E. Woods. – Prentice Inc. Upper Saddle River, New Jersey 2002. – 779 p.
3. Lee S.Y. Temporally coherent video matting / S.Y. Lee, J.C. Yoon, I.K. Lee // Graphical Models 72. – 2010. – P. 25-33.
4. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений. – М.: Вузовская книга, 2011. – 320 с.
5. Баранник В.В. Кодирование трансформированных изображений в инфокоммуникационных системах / В.В. Баранник, В.П. Поляков. – Х.: ХУПС, 2010. – 234 с.
6. Barannik V. Method Of Encoding Transformant Uolsha Is In Systems Air Monitoring Of Earth / V. Barannik, A. Yakovenko, A. Krasnorutkiy // Lviv-Slavsko, Ukraine, Lviv Polytechnic National University, International Conference TCSET'2009, Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science, February 19 – 23, 2009. – P. 381-383.

Надійшла до редколегії 5.01.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Безрук, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

МЕТОД ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ВИДЕОПОТОКА В РАСЧЕТЕ НА БАЗОВЫЙ КАДР

В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, О.Ю. Отман Шади

Обосновывается актуальность вопросов, связанных с проведением исследований в области снижения интенсивности видеопотока для инфокоммуникационных систем. Приводится рассмотрение основных этапов технологии кодирования базовых кадров для снижения интенсивности их кодового представления. Излагается разработка метода оценки интенсивности потока, приходящегося на базовый кадр, с учетом формирования кодовых конструкций сжатого представления трансформант на основе диагонально-неравномерного позиционного кодирования и статистического кодирования ДС-компоненты трансформанты дискретного косинусного преобразования. Проводятся экспериментальные оценки относительно степени снижения интенсивности кодового представления базового кадра для стандартизованного метода на JPEG платформе и для технологии кодирования на основе неравномерно-диагонального представления трансформант в неравновесном позиционном базисе оснований. Показаны преимущества созданной технологии по степени сжатия и интенсивности битового представления.

Ключевые слова: видеопоток, трансформант, кодирование, ДС-компонент, бит, кадр.

THE VALUATION METHOD OF INTENSITY OF THE VIDEO STREAM COUNTING ON THE BASIC FRAME

V.V. Barannik, Yu. M. Ryabukha, O.Yo. Othman Shadi

Relevance of the questions connected to carrying out researches in the field of lowering of intensity of a video stream for infocommunication systems is justified. Reviewing of the main stages of technology of coding of basic frames for lowering of intensity of their code representation is given. Development of the valuation method of intensity of the flow falling on a basic frame taking into account formation of code constructions of oblate representation of transforms on the basis of diagonal and non-uniform positional coding and statistical coding of a DC component of a transform of discrete cosine transform is explained. The experimental estimates concerning a level of lowering of intensity of code representation of a basic frame for the standardized method on a JPEG platform and for technology of coding on the basis of non-uniform and diagonal representation of transforms in nonequilibrium positional base of the bases are carried out. Advantages of the created technology on a compression ratio and intensity of bit representation are shown.

Keywords: the video stream, transforms, the coding, DC component, the bit frame.