

# ЕФЕКТИВНІСТЬ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ У ПРОСТОРІ СВХ2Х3

**В.І. Загребнюк**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра мереж і систем поштового зв'язку  
Одеська національна академія зв'язку  
ім. О.С. Попова  
вул. Ковальська, 1, м. Одеса, Україна, 65029

**І.С. Рубльов**

Старший викладач  
Кафедра «Технічна кібернетика»  
Одеський національний морський університет  
вул. Мечнікова, 34, м. Одеса, Україна, 65029

*У роботі виконані дослідження проадаптивних властивостей стискуючого простору СВХ2Х3 зі змінним коефіцієнтом стискуючого перетворення та субдискретизацією і аналіз ефективності стиснення зображень та опорних кадрів відеопослідовностей. Показано, що для схеми 4:1:0 при використанні методу стиснення PPMd хроматичні компоненти можливо стиснути в 15 разів без суттєвих візуально – відчутних спотворень*

*Ключові слова: хроматичні компоненти, субдискретизація, стиснення зображень, алгоритм PPMd*

*В работе выполнены исследования проадаптивных свойств сжимающего пространства СВХ2Х3 с переменным коэффициентом сжимающего преобразования и субдискретизацией, а также анализ эффективности сжатия изображений и опорных кадров видеопоследовательностей. Показано, что для схемы 4:1:0 при использовании метода сжатия PPMd цветные компоненты можно сжать в 15 раз без ощутимых визуальных искажений*

*Ключевые слова: хроматические компоненты, субдискретизация, сжатие изображений, алгоритм PPMd*

## 1. Вступ

Однією з актуальних проблем сучасних інфокомунікаційних та телевізійних систем є підвищення стиску статичних зображень та відеопослідовностей. Дослідження цієї проблеми слід розділити на два напрями – це розробка методів та алгоритмів для підвищення ефективності стиснення з втратами та без втрат. Що стосується стиснення з втратами, то для підвищення ефективності стиснення як статичних зображень так і відеопослідовностей останнім часом зусилля зосереджені на розроблені адаптивних методів, що окремо стискають текстурні області, контури об'єктів та однорідні регіони (див., наприклад, [1-4]).

Для того, щоб реалізувати такі методи, необхідно відповідним чином підготувати зображення, а саме тим чи іншим методом сегментувати його для того щоб виділити регіони, які містять текстури, контури об'єктів та однорідні області. Таке попереднє оброблення зображення має на меті забезпечити у подальшому збільшення ефективності стиснення та називається проадаптацією [5].

Отже метою даної роботи є дослідження проадаптивних властивостей стискуючого простору СВХ2Х3 [6] зі змінним коефіцієнтом стискуючого перетворення і субдискретизацією та аналіз ефективності

стиснення зображень та опорних кадрів відео потоків.

## 2. Дослідження впливу проадаптаційних властивостей СВХ2Х3 на ефективність стиску

Для дослідження ефективності стиснення з використанням субдискретизації у просторі СВХ2Х3 зі змінним коефіцієнтом стискуючого перетворення було розроблено кодер, який реалізує перетворення з простору RGB у простір СВХ2Х3 та субдискретизацію для різних значень  $k_z \in [2;16]$ . У кодері використовувалась бібліотека 7zip, яка містить алгоритми стиснення LZMA, PPMd, Deflate, тощо. Бібліотека 7zip використовувалась для оцінювання ефективності стиску у просторі СВХ2Х3.

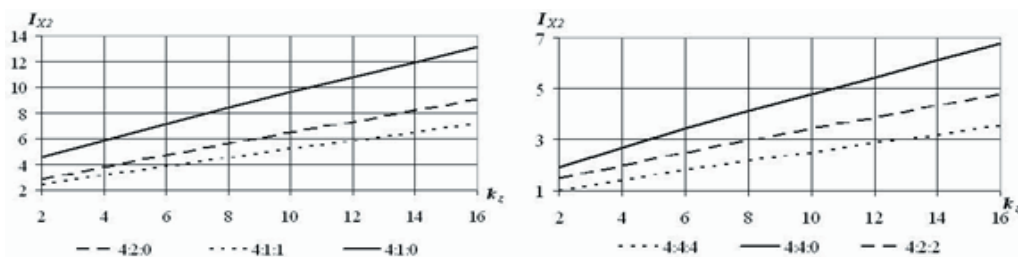


Рис. 1. Ефективність стиснення компоненти X2

Для того, щоб проаналізувати ефективність стиску, окремо досліджувались стиснення хроматичних компонент, ахроматичної компоненти та всього зображення у цілому.

На рис. 1 наведені середні по всім тестовим зображенням значення ефективності стиснення

$$I_{X2} = V_{0,X2} / V_{\text{comp},X2}$$

де  $V_{0,X2}$  – розмір хроматичної компоненти X2 після стиснення алгоритмом PPMd бібліотеки 7zip при фіксованому  $k_z = 2$  та схемі 4:4:4, а  $V_{\text{comp},X2}$  – після стиснення цим же алгоритмом для різних значень  $k_z$  та схем субдискретизації.

Як видно з наведеного рисунка, зі збільшенням  $k_z$  збільшується і ефективність стиснення. Наприклад, для схеми 4:4:4 при  $k_z = 16$  ефективність стиснення збільшилась у 3,5 рази. При використанні інших схем субдискретизації ефективність стиснення також збільшується. Наприклад для схеми 4:1:0 при  $k_z = 2$  ефективність стиснення збільшується у 4,5 рази, а для  $k_z = 16$  – у 13 разів.

Аналогічні результати (рис. 2) отримані і для компоненти X3.

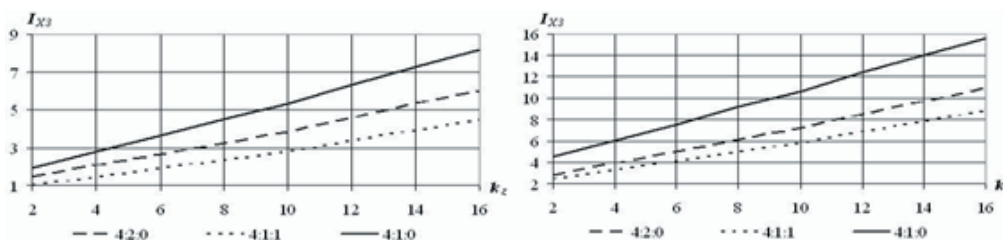


Рис. 2. Ефективність стиснення компоненти X3

Слід зазначити, що ефективність стиснення хроматичної компоненти X3 дещо більша у порівнянні з X2. Наприклад, для схеми 4:1:0 при  $k_z = 16$  ефективність стиснення компоненти X3 складає 15,6. Це зумовлено наступним: компонента X3 має менший динамічний діапазон та більш однорідний розподіл значень у межах зображення.

Крім аналізу ефективності стиснення хроматичних компонент простору cBX2X3, були виконані дослідження ефективності стиснення, в залежності від схем субдискретизації та  $k_z$ , всього зображення у цілому.

На рис. 3 наведені середні значення коефіцієнта стиснення

$$I_{\text{BMP}} = V_{\text{BMP}} / (V_{\text{bc}} + V_{X2c} + V_{X3c}),$$

де  $V_{\text{BMP}}$  – значення обсягу файла у форматі BMP,  $V_{\text{bc}}$  – значення обсягу ахроматичної компоненти B після стиснення,  $V_{X2c}$ ,  $V_{X3c}$  – значення обсягів хроматичних компонент після стиснення.

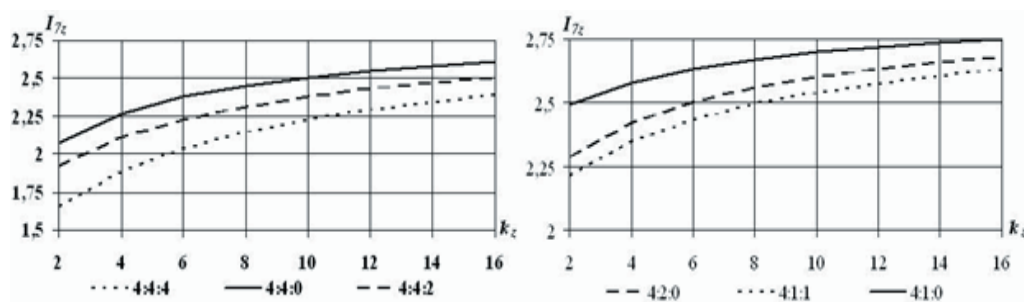


Рис. 4. Ефективність стиснення в cBX2X3

Як видно з наведених рисунків, коефіцієнт стиснення для схеми 4:4:4 та  $k_z = 2$  складає 2,75, а при  $k_z = 16$  збільшується до 4.

При субдискретизації хроматичних компонент коефіцієнт стиснення також збільшується до 4 для  $k_z = 2$  та схеми 4:1:0. Збільшенні  $k_z$  не суттєво впливає на ефективність стиснення, для різних схем при  $k_z > 12$   $I_{\text{BMP}} \in (4; 6)$ .

На рис. 4 наведені середні значення ефективності стиснення

$$I_{7z} = V_{\text{BMP},7z} / (V_{\text{bc}} + V_{X2c} + V_{X3c}),$$

де  $V_{\text{BMP},7z}$  – обсяг файла зображення у форматі BMP після стиснення алгоритмом PPMd.

Як видно з цього рисунка, використання лише стискуючого простору cBX2X3 для кодування зображень збільшує ефективність стиску 1,7 раз. При збільшенні

коефіцієнту стискуючого перетворення максимальне збільшення ефективності стиснення складає 2,4 рази. Субдискретизовані зображення стискаються більш ефективно ніж не субдискретизовані. Найбільшу ефективність стиску забезпечує схема 4:1:0 – від 2,5 до 2,75.

У всіх наведених вище випадках на стиснених зображеннях відсутні візуальні спотворення.

За результатами виконаних досліджень можна зробити наступні висновки.

Використання стискуючого простору cBX2X3 забезпечує збільшення ефективності стиснення хроматичних компонент при збільшенні  $k_z$  до чотирьох раз.

При збільшенні  $k_z$  від 2 до 16 коефіцієнт стиснення хроматичної компоненти X2 зростає лінійно і складає для схеми 4:4:4 - 3,5 рази, для схем 4:4:0 та 4:1:1 – в 7 раз, для схеми 4:2:0 – 9 раз, а для схеми 4:1:0 – 13 раз.

Для компоненти X3 збільшення  $k_z$  від 2 до 16 також дає лінійне зростання коефіцієнту стиснення і для схеми 4:4:4 складає 4,5 рази, для схем 4:4:0 та 4:1:1 – в 8 разів, для схеми 4:2:0 – 11 разів, а для схеми 4:1:0 – 16 разів.

Застосування простору cBX2X3 для стиснення зображень алгоритмами бібліотеки 7z має наслідком

збільшення ефективності стиснення у порівнянні зі стисненням зображення у форматі BMP.

Для  $k_z = 2$  ефективність стиснення для схеми 4:4:4 складає 1,6 рази, а для  $k_z = 16$  та схеми 4:1:0 - 2,75 рази.

Коефіцієнт стиснення ахроматичної компоненти  $V_a$  залишається незмінним, що призводить до зменшення загального коефіцієнту стиснення для зображення в цілому.

Тому подальші дослідження будуть спрямовані на збільшення ступеню стиску компоненти  $V_a$  простору cBX2X3.

#### Література

1. Bayazit U. Adaptive Spectral Transform for Wavelet Based Color Image Compression [Електронний ресурс] / Ulug Bayazit // Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions, vol 21 issue 7, 2011, pp. 983 – 992 – Режим доступу: \www/ URL: [http://web.itu.edu.tr/~ulugbayazit/tcsvt\\_4574\\_hard\\_copy.pdf](http://web.itu.edu.tr/~ulugbayazit/tcsvt_4574_hard_copy.pdf) – 10.08.2012.
2. Vargic R. An Adaptation of shape adaptive wavelet transform for image coding [Електронний ресурс] / R. Vargic, J. Procháska // EURASIP2005, Smolenice, June 29 – July 2, 2005 – Режим доступу: \www/ URL: [http://www.ktl.elf.stuba.sk/~vargic/papers/20-05\\_eurasip/clanok5v09.pdf](http://www.ktl.elf.stuba.sk/~vargic/papers/20-05_eurasip/clanok5v09.pdf) – 10.08.2012.
3. Lu Shao-Ping Saliency-Based Fidelity Adaptation Preprocessing for Video Coding [Електронний ресурс] / Shao-Ping Lu, Song-Hai Zhang // Journal of Computer Science and Technology, vol. 26 iss. 1, 2011, pp. 195-202– Режим доступу: \www/ URL: <http://cg.cs.tsinghua.edu.cn/papers/shaoping.pdf> – 10.08.2012.
4. Samai Dj. Shape-Adaptive DCT for Color Object-Based Coding [Електронний ресурс] / Dj. Samai, N. Doghmane, M. Bedda, L. Lucas // Journal of Automation and Systems Engineering, vol.4 , 2010, pp. 252 – 262 – Режим доступу: \www/ URL: [http://jase.esrgroups.org/papers/4\\_3\\_5\\_10.pdf](http://jase.esrgroups.org/papers/4_3_5_10.pdf) – 10.08.2012.
5. Ульянов В. Н. Адаптивные алгоритмы кодирования изображений [Електронний ресурс] / В. Н. Ульянов // Портал НПФ Мікран, 2001, – Режим доступу: \www/ URL: <http://www.micran.ru/UserFile/File/Publ/2001/algorithm.pdf> – 10.08.2012.
6. Загребнюк В. І. Субдискретизація у просторі cBX2X3 зі змінним коефіцієнтом стискуючого перетворення [Текст] / В. І. Загребнюк, І. С. Рубльов // Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні системи і технології» Суми, 15-18 травня 2012 року – 2012 – стор. 207-208.

#### Abstract

*Recent efforts to improve the efficiency of static images and video sequences compression focused on the adaptive methods which separately compress texture region, contours of objects and homogeneous regions. To implement these methods, you'll need to prepare the image by segment on regions containing textures, shapes of objects and homogeneous region. Such image pre-processing increase the efficiency of compression and called proadaptivity.*

*In this paper we investigate the proadaptive properties of the cBX2X3 compressive transformation with the variable coefficient and subsampling schema and analysis of the efficiency of image compression. It is shown, that by using the PPMd compression method and subsampling a scheme of 4:1:0, the color components can be compressed to 15 times without noticeable visual distortions*

**Keywords:** chrominance components, subsampling, image compression, PPMd