

*Розроблені два однобайтові палітрові графічні формати даних, що використовують для кожного зображення свою адаптивну палітру. Це забезпечує стиснення зображення в 3 рази й більше із збереженням високої якості візуального сприйняття*

*Ключові слова: графічний формат, адаптивне квантування, стиснення*

*Разработаны два однобайтовых палитровых графических формата данных, которые используют для каждого изображения свою адаптивную палитру. Это обеспечивает сжатие изображений в 3 раза и более с сохранением высокого качества визуального восприятия*

*Ключевые слова: графический формат, адаптивное квантование, сжатие*

*Two bitmap image formats that use independent adaptive palette for every single image are developed. They provide image compression in more than 3 times and save the high image quality*

*Key words: image format, adaptive palette, compression*

# ОДНОБАЙТОВІ ПАЛІТРОВІ ГРАФІЧНІ ФОРМАТИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЦИФРОВИХ КОЛЬОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

**В. І. Загребнюк**

Кандидат технічних наук, доцент, завідуючий кафедрою\*

Контактний тел. : 8 (048) 723-12-84

E-mail: vampiter@rambler.ru

**В. Ю. Кумиш**

Старший викладач\*

\*Кафедра інформатизації та управління

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова  
вул. Ковальська, 1, м. Одеса, Україна, 65020

Контактний тел. : 8 (048) 720-77-06

E-mail: kumish@mail.ru

## 1. Вступ

При зберіганні цифрові зображення - це файли графічних форматів, в яких застосовують певні методи кодування кольорів та стиснення для зменшення обсягу файлу. У задачах цифрової обробки зображень, особливо у процедурах сегментації кольорових зображень актуальною є проблема попереднього суттєвого зниження надлишковості кольорів з метою зменшення обчислювальної складності алгоритмів сегментації. Як правило сегментацію кольорових зображень проводять у просторі RGB, а сегментовані зображення зберігають у форматі BMP для подальшого використання у системах аналізу та розпізнавання зображень, таких як системи медичної діагностики, системи візуального контролю якості у промисловості, тощо.

У цих системах необхідно накопичувати та зберігати значні обсяги відеоданих, що потребує значних ресурсів пам'яті. Тому задача розробки графічних форматів, які з урахуванням зниження кольорової надлишковості зображення забезпечують зменшення обсягів файлів статичних зображень без стиснення, є актуальною.

## 2. Аналіз існуючих палітрових графічних форматів

Розглянемо графічний формат BMP (від слова «Bitmap» - «бітова карта») [1]. Цифрове кольорове зображення в даному форматі зберігається у вигляді матриці з кількістю рядків, що дорівнює висоті зображення. Зображення в матрицю зчитується рядками. Елемент рядку матриці - це значення кольору відповідного пікселю. Інформація про колір пікселю наводиться у просторі кольорів RGB, тобто колір складається з компонентів: R - складова червоного, G - зеленого та B - синього кольору.

На кожний піксел відводиться від 1 до 32 біт, що дозволяє відтворювати від двох (монохромне зображення) до 4 294 967 296 кольорів, відповідно.

Повнокольорові зображення зберігаються в безпалітровому форматі BMP і для зберігання атрибуту кольору потребують мінімум 3 байти: по байту на кожний компонент кольору.

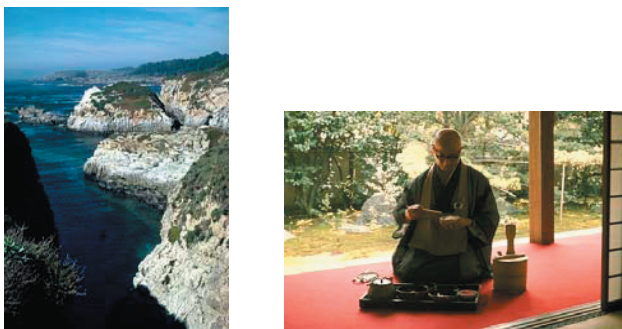
При такому підході необхідно мінімум 3 байти на піксел, навіть у випадку коли палітру кольорів на зображенні можна закодувати використовуючи лише

максимум один байт, що приблизно у три рази збільшує обсяг файлу BMP.

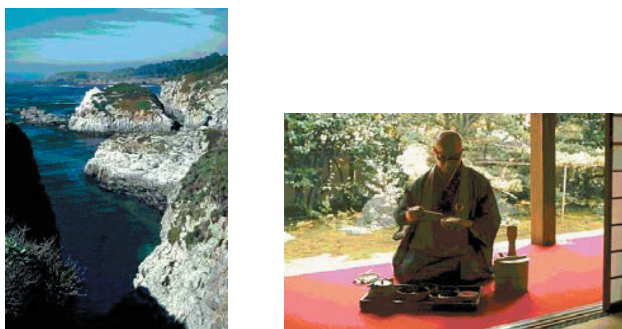
Палітрові різновиди формату BMP використовують від 1 до 8 біт на піксел та відтворюють зображення в кольорах системної палітри. Для стиснення в них застосовується алгоритм RLE.

Зберігання цифрових повно кольорових зображень в палітровому форматі BMP виконується шляхом перетворення повнокольорових зображень з глибиною кольору 24 біти на піксел у кольорові зображення з глибиною 8 біт на піксел. Аналіз стандартної бази [2] з 200 тестових зображень показав, що в форматі BMP таке перетворення неможливе без втрат та спотворень, внаслідок невідповідності кольорів зображення кольорам системної палітри (рис. 1. в), г)).

З точки зору зменшення кольорової надлишковості більш ефективним є використання растрового апаратно незалежного графічного формату GIF (Graphics Interchange Format) [3], в якому для зменшення надлишковості кольорів зображень використовуються таблиці посилань на кольори певної палітри. В даному форматі виконується кодування кольорів зображення з використанням від 2 до 256 кольорів однієї з визначеної множини палітр. Стиснення досягається з одного боку унаслідок однобайтного кодування характеристик кольору індексами кольорів палітри, а з іншого – за рахунок використання алгоритму стиснення без втрат LZW (Lempel-Ziv-Welch).



а) б)



в) г)

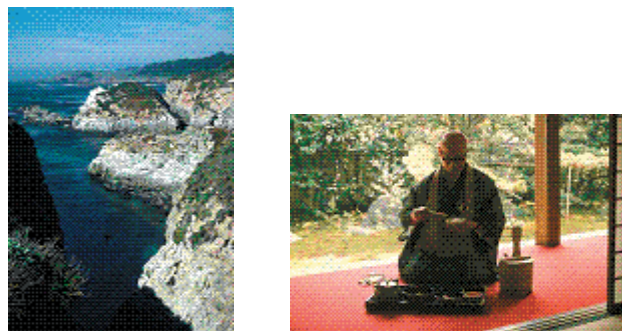
Рис. 1. Перетворення у форматі BMP повнокольорових зображень з глибиною кольору 24 біти на піксел у кольорові зображення з глибиною 8 біт на піксел:  
а) зображення 144067 з глибиною 24 біти на піксел;  
б) зображення 145014 з глибиною 24 біти на піксел;  
в) зображення 144067 з глибиною 8 біт на піксел;  
г) зображення 145014 з глибиною 8 біт на піксел

Палітра зображення міститься в файлі формату GIF в блоці «Глобальна таблиця кольорів». Якщо в файлі зберігається більш ніж одне зображення, то в блоці «Локальна таблиця кольорів» зберігаються палітри кожного з них. Кожен елемент таблиці кольорів складається з трьох байт, значення яких описують відповідно відносну відносну інтенсивність червоного, зеленого і синього кольорів.

Саме зображення зберігається в блоці «Растрові дані» у вигляді серії індексів кольорів пікселів, згідно палітри, які утворюють зображення.

Слід зазначити, що розмір палітри в форматі GIF обмежений значеннями  $2^n \leq 256$ , де  $n$  – цілі числа,  $n \leq 8$ , а для формування палітри використовується різні таблиці з 256 кольорів. Тому використання формату GIF доцільно при зберіганні зображень з малою кількістю кольорів, чіткими контурами між кольорами або при передаванні зображення у телекомунікаційних мережах з низькими швидкостями передачі.

При перетворенні у формат GIF повнокольорових зображень виникають втрати кольорів та спотворення, такі як градієнтні контури, із-за невідповідності кольорів зображення кольорам таблиці кольорів (рис. 2 а), б)).



а) б)

Рис. 2. Перетворення повнокольорових зображень в формат GIF:  
а) зображення 144067 в форматі GIF; б) зображення 145014 в форматі GIF

### 3. Однобайтовий палітровий графічний формат з постійною довжиною коду

Причиною спотворення повно кольорових зображень при їх зберіганні у згаданих вище форматах є невідповідність кольорів зображення кольорам палітри, що використовуються у цих форматах. Цього можна запобігти, якщо використовувати для зберігання кожного окремого зображення свою адаптивну палітру кольорів, отриману з використанням алгоритм адаптивного квантування кольорів.

В [4] розроблений метод квантування кольорових зображень, який дозволяє адаптивно зменшити кількість кольорів повнокольорового зображення від 51 до 911 разів в залежності від його характеру та сформувані для кожного зображення свою незалежну адаптивну палітру. При цьому якість квантованого зображення у більшості випадків висока, а в окремих випадках – добра. Після квантування кількість кольорів у середньому зменшується в 314 разів.

В даній роботі пропонується усунути зазначені в розділі 2 недоліки графічних форматів BMP й GIF, а також розробити такий графічний формат [5], в якому використовується попереднє зменшення надлишковості кольорів, що забезпечує можливість використовувати для кодування кольору 8 біт на піксел та відповідну кожному зображенню таблицю кольорів (адаптивну палітру).

Аналіз стандартної бази з 200 тестових зображень [2] показав, що кількість кольорів в зображеннях зі зменшеною надлишковістю не перевищує 256. Тому для формування індексу адаптивної палітри, тобто для кодування характеристик кольору одного пікселу зображення, в просторі кольорів RGB, потрібно вже не 3 байти, а 1 байт (табл. 1).

Таблиця 1

Ім'я файлу	Кількість кольорів
8143	84
26031	110
28075	98
35091	76
87065	67
113044	86
117054	106
140055	49
140075	65
164074	69

Було розроблене програмне забезпечення [5] для зберігання зображень в запропонованому растровому апаратнонезалежному палітровому графічному форматі даних. В цьому форматі зображення містить в заголовку адаптивну палітру у вигляді чотирибайтових значень RGB кольорів, четвертий байт використовується для зберігання альфа-канала (прозорості). Основна частина файлу зображення містить інформацію про кольори пікселів зображення, закодовані відповідними номерами кольорів адаптивної палітри.

Виконання перетворення трибайтового зображення в однобайтове зменшує обсяг зображення в 2,96 рази (табл. 2).

Таблиця 2

Ім'я файлу	Розмір зображення в форматі BMP (24 біта на піксел), біт	Розмір зображення в розробленому форматі (8 біт на піксел), біт	Ступінь стиснення
8143	463 578	156 442	2,96
26031	463 738	156 922	2,96
28075	463 578	156 442	2,96
35091	463 578	156 442	2,96
87065	463 578	156 442	2,96
113044	463 578	156 442	2,96
117054	463 578	156 442	2,96
140055	463 578	156 442	2,96
140075	463 578	156 442	2,96
164074	463 578	156 442	2,96

При перегляді зображення виконується обернене перетворення: однобайтні коди замінюються на відповідні чотирибайтові значення кольору в палітрі.

При зберіганні цифрових кольорових зображень в запропонованому форматі з розширенням .bmr їх перегляд може здійснюватися існуючим програмним забезпеченням, тобто немає необхідності розроблювати окремий декодер (рис. 3).



а) б)  
Рис. 3. Зберігання повнокольорових зображень в розробленому форматі:  
а) зображення 144067 в розробленому форматі; б) зображення 145014 в розробленому форматі

#### 4. Однобайтовий палітровий графічний формат зі змінною довжиною коду

У переважній більшості випадків зображення із зменшеною надлишковістю містять менше ніж 256 кольорів. В такому випадку немає необхідності для кодування індексу кольору з адаптивної палітри використовувати 8 біт (табл. 3).

Застосування коду зі змінною довжиною для таких зображень дозволить ще зменшити обсяг файлу та більш ефективно використовувати ресурси запам'ятовуваних пристроїв при зберіганні файлу.

Таблиця 3

Ім'я файлу	Кількість кольорів	Довжина коду
8143	84	7
28075	98	7
35091	76	7
87065	67	7
92059	42	6
117054	106	7
138032	59	6
130034	40	6
140055	49	6
164074	69	7

Тому був розроблений ще один растровий апаратнонезалежний палітровий графічний формат для зберігання цифрових кольорових зображень, в якому використовується схема кодування зображення з довжиною коду кольору менше 8 біт [6]. Кількість біт для формування індексу кольору з палітри *n* визначається відповідно до кількості кольорів в адаптивній палітрі

$k: n = \log_2 k$ , де  $n, k$  – цілі числа,  $n < 8, k < 256$ . Взагалі довжина коду максимально може складати 7 біт.

Використання коду зі змінною довжиною зменшує обсяг зображення в 3 рази й більше (табл. 4).

Таблиця 4

Ім'я файлу	Розмір зображення в форматі BMP (24 біти на піксель), біт	Розмір зображення в розробленому форматі (менше 8 біт на піксель), біт	Ступінь стиснення
8143	463 578	135 436	3,42
28075	463 578	115 980	4,00
35091	463 578	135 355	3,42
87065	463 578	135 448	3,42
92059	463 738	115 965	4,00
117054	463 578	135 457	3,42
138032	463 738	116 016	4,00
130034	463 578	115 959	4,00
140055	463 578	115 986	4,00
164074	463 578	135 346	3,43

Також було розроблене програмне забезпечення [6] кодеру й декодеру для запропонованого графічного формату даних. Даний формат має наступну структуру (рис. 5).

Заголовок файлу	
Сігнатура ("VVMR")	4 байти
Об'єм файлу, байти	4 байти
Зсув зображення від початку файлу, байти	4 байти
Інформаційний заголовок	
Довжина заголовку, байти	4 байти
Ширина зображення, пікселі	4 байти
Висота зображення, пікселі	4 байти
Глибина кольору, біти на піксель	2 байти
Тип компресії (0 - нестиснене зображення)	4 байти
Об'єм зображення, байти	4 байти
Кількість кольорів, що використовується	4 байти
Таблиця кольорів (палітра)	
N елементів по 3 байти	N*3 байт
Дані зображення	

Рис. 5. Однобайтовий палітровий графічний формат даних зі змінною довжиною коду

В цьому форматі незалежно від характеристик кольору зображення забезпечується зменшення обсягу зображення в 3 рази й більше без використання алгоритмів стиснення без втрат.

## 5 Висновки

По роботі можна зробити наступні висновки:

- зберігання цифрових кольорових зображень в однобайтовому палітровому графічному форматі з постійною довжиною коду забезпечує скорочення об'єму зображення в 2,96 рази за рахунок кодування кольору пікселів однобайтовими індексами даного кольору в адаптивній палітрі;
- зберігання цифрових кольорових зображень в однобайтовому палітровому графічному форматі зі змінною довжиною коду забезпечує стиснення зображення в 3 рази й більше за рахунок його кодування зі змінною довжиною коду;
- обидва розроблені графічні формати забезпечують збереження достатньої якості візуального сприйняття за рахунок адаптивного зменшення кількості кольорів повнокольорового зображення;
- при використанні однобайтового палітрового графічного формату з постійною довжиною коду відсутня необхідність змінювати декодер.

## Література

1. Bitmap storage. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd183391\(-VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd183391(-VS.85).aspx)
2. Berkeley Segmentation Dataset [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eecs.berkeley.edu/Research/Projects/CS/vision/grouping/segbench>
3. The GIF89a Specification. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif89a.txt>
4. В.И. Загребнюк, А.М. Яворский Адаптивное цветное квантование изображений// К: Электроника и связь, 20-08.– №5 – С. 30
5. Заявка на корисну модель «Палітровий спосіб зберігання цифрових кольорових зображень із постійною довжиною коду» №и 2009 05 198 від 25.05.2009 р. авторів Воробієнко П.П., Загребнюка В.І., Кумиша В.Ю.
6. Заявка на корисну модель «Палітровий спосіб зберігання цифрових кольорових зображень із змінною довжиною коду» №и 2009 06 160 від 15.06.2009 р. авторів Воробієнко П.П., Загребнюка В.І., Кумиша В.Ю., Піднебесного І.А.