

## ГРАФІЧНЕ КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

© Лутчин М.М., Лутчин Т.М., 2011

Для кодування зображень на відміну від використання методів, заснованих на класичній двійковій системі числення, пропонується опрацювати за допомогою вейвлет-перетворення утворені форми графіків.

**Ключові слова:** зображення, графічне кодування.

**Processing of generated graph forms using wavelet transform is proposed for image coding instead of using methods based on classical binary number system.**

**Key words:** image, graphical coding.

### Вступ

Останнім часом особливо актуальна проблема ефективного пошуку балансу між ступенем стиснення зображень та якістю після їх відновлення. Під час декодування для відновлення зображень аналізували усі упаковані дані. Для передачі зображень через електронні мережі, зокрема Internet, цей підхід виявився незручним, оскільки, переглядаючи зображення, необхідно певний час на завантаження повного зображення [1].

Пошук у базі зображень можна здійснювати так [2]:

1) за допомогою ієрархічної класифікації зображень. Необхідно переконатися, що сформована початкова база містить зображення з назвами, які повністю відповідають графічному представленню;

2) за допомогою індекса ознак. Зображення розглядається як документ з індексом термінів;

3) пошук за змістом. Пошук за шаблоном, який містить інформацію про схожі зображення.

У зв'язку з достатньою складністю пошуку інформації, виникла проблема часткового відновлення зображення, використовуючи часткові дані. Найкраще при отриманні перших байтів файлу мати можливість первинний образ зображення, а за подальшого отримання даних, вони б уточнювалися та оновлювалися. Цей метод отримав назву – прогресивна передача зображень. Він може використовуватися також при стисненні стандарту JPEG [1].

### Алгоритми дослідження

За видом представлення зображення поділяють на растрові та векторні. Растрові зображення, в свою чергу, здатні відображати реальні образи без спотворень. Тому вони значною мірою підходять для фотографій, картин та в деяких інших випадках, коли вимагається максимальна “натуральність”. Ці зображення легко вивести на будь-який пристрій виведення інформації електронної обчислювальної машини (наприклад, монітор чи принтер), оскільки в основі їх лежить саме растровий принцип.

Але разом з тим варто зважати на недоліки. Растрове зображення високої якості здатне займати значні об'єми пам'яті та для їх обробки потрібна потужна обчислювальна техніка. Будь-яка зміна розмірів завжди призводить до погіршення якості: при збільшенні пікселів можуть виникнути “з нічого”, при зменшенні – частину пікселів буде просто викинуто.

Існує також інший спосіб представлення зображення – векторна (об'ємна) графіка. У цьому випадку застосовуються правила побудови з використанням елементарних графічних об'єктів, що

своєю чергою не вимагає значних ресурсів обчислювальної техніки і відповідно відображення рисунку відбувається практично миттєво.

Істотним недоліком векторних зображень є достатня складність за допомогою векторних об'єктів відобразити реалістичне зображення, наприклад, фото. Для цього обов'язково знадобиться велика кількість елементарних об'єктів, які при накладанні утворюють вихідне зображення, при цьому розмір отриманого файла інформації може виявитися набагато більшим, ніж відповідне растрове зображення [1].

Для спрощення використовується загальноприйнята міра опису зображень – піксель (від англ. pixel — picture element). За допомогою шаблонів: кожний піксель замінюється чорно-білим шаблоном (“шрифтом”) з певною пропорцією чорного кольору (рис. 1).

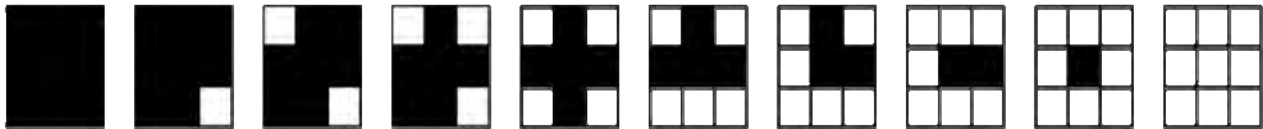


Рис. 1. Наявні варіанти заміни пікселів на чорно-білі шаблони

Загальноприйнятий спосіб градації зображень наведений на рис. 2.

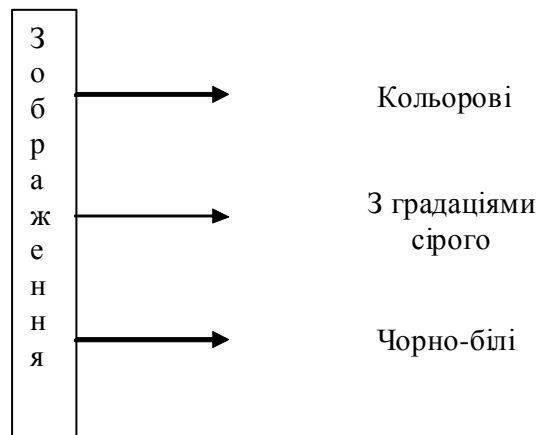


Рис. 2. Градація зображень [3]

Зображення без палітри бувають в різних системах зображення кольору та в градаціях сірого (greyscale). Для останніх значення кожного пікселя інтерпретується як яскравість відповідної точки.

Значну практичну цінність становить задача приведення кольорового чи чорно-білого зображення до двох градацій яскравості. При використанні деякої системи зображення кольору кожен піксель являє собою запис (структуру), полями якої являються компоненти кольору [1]. Найпоширенішою моделлю зображення природного кольору (true color) являється RGB (Red – червоний, Green – зелений, Blue – голубий), яка займає відповідно  $3 \times 8 = 24$  біта на піксель. Далі дані зображення кодуються за допомогою двійкової системи числення. Поєднуючи ці кольори, отримують різні відтінки, які під час дискретизації використовуються для створення різних палітр, що наведено в таблиці.

Система кодування RGB [3]

Кольори	R	G	B
Білий	1	1	1
Жовтий	1	1	0
Фіолетовий	1	0	1
Червоний	1	0	0
Блакитний	0	1	1
Зелений	0	1	0
Синій	0	0	1
Чорний	0	0	0

Існують і інші системи відображення кольору, такі як СМУК, СІЕ тощо.

Перехід від зображень до вибірок даних необхідний для реалізації можливості застосовувати відомі апарати математичних методів аналізу, стиснення, передачі та відновлення зображення.

Варто зазначити, що для коректної оцінки ступеня стиснення, введено поняття класу зображення. Під класом розуміється деяка довільна сукупність зображень, застосування до яких алгоритму архівації призведе до якісно однакових результатів. Так, наприклад, для одного класу алгоритм дає доволі високий ступінь стиснення, для іншого – майже не стискає чи навіть у гіршому випадку збільшує файл у розмірі.

Відзначимо, що на розмір файла значно впливає кількість параметрів, таких як варіант реалізації алгоритму, параметри алгоритму (як внутрішні, так і задані користувачем), порядок кольорів у палітрі тощо.

Навіть для доволі простих форматів одне і те ж зображення в однаковому форматі з використанням єдиного алгоритму архівації можливо записати в файл декількома коректними способами. Для складних форматів і алгоритмів архівації часто виникають ситуації, коли існуючі програми зберігають зображення різними способами. Ця ситуація склалась з форматом TIFF (у силу його значної гнучкості). Тривалий час по-різному зберігали зображення в формат JPEG, оскільки Міжнародна організація з стандартизації ISO підготувала тільки стандарт алгоритму, але не стандарт формату, що дало можливість запобігти “війні форматів”. Протилежна ситуація склалась з фрактальною компресією, оскільки на збереження фрактальних коефіцієнтів у файл (стандарт формату), але алгоритм їх знаходження є технологічною таємницею розробників програм-компресорів. У результаті для доволі стандартної програми-декомпресора можуть бути підготовлені файли з коефіцієнтами, які істотно різняться, як за розміром, так і за якістю отриманого зображення.

Розглянемо таку класифікацію додатків, що використовують алгоритми компресії:

1. Характеризуються високими вимогами до часу архівування та розархівації вузли [www](http://www), де є можливість оперувати зображеннями меншої якості і використовувати алгоритми стиснення з втратами. У подібних системах приходиться мати справу з повноколірними зображеннями різного розміру. Оскільки зображення займають більшу частину від загального обсягу матеріалу в документі, проблема зберігання є дуже актуальною. Додаткові проблеми також створює висока різномірність зображень.

2. Характеризується високими вимогами до ступеня архівування і часу розархівації. Час же архівації ролі значної не відіграє. Інколи подібні додатки також вимагають від алгоритму компресії легкості масштабування зображення під конкретні поставлені задачі користувача. Таким чином, для даного класу додатків актуальність набирають істотно асиметричні по часу алгоритми (відношення часу компресії до часу декомпресії).

3. Характеризується високими вимогами до ступеня архівації. Додаток клієнта отримує від сервера інформацію по мережі. У цій гіпертекстовій системі достатньо активно використовуються зображення. При оформленні інформаційних чи рекламних сторінок хочеться зробити їх чіткішими та насиченішими, що відповідно відображається на розмірі зображення. Найбільше страждають користувачі, що приєднані до мережі “повільними” каналами зв’язку.

Якщо сторінка [www](http://www) перенасичена графікою, то час її повного завантаження та появи на екрані монітора може значно зрости. Оскільки навантаження на процесор не значне, тому можливо застосовувати ефективно стискаючі алгоритми з порівняно значним часом розархівації. Крім того, можна видозмінити алгоритм та формат даних так, щоб переглядати первинне спрощене зображення файла до його повного отримання.

Переваги одного алгоритму перед іншим можуть дати можливості використання в обчислюваннях алгоритмів нижнього рівня, а це можливо далеко не для всіх алгоритмів. Крім того, необхідно враховувати, що деякі алгоритми можна розпаралелювати доволі легко, а деякі навпаки.

Отже, неможливо скласти універсальний порівняльний опис відомих алгоритмів. Аналіз здійснюється тільки для типових класів додатків за умов використання типових алгоритмів на типових платформах.

З поширенням технологій Internet істотно збільшилися обсяги передачі зображень з використанням Interlaced GIF (алгоритм LZW) і Progressive JPEG (варіант алгоритму JPEG). Передача зображень здійснюється за порівняно нешвидкими каналами зв'язку, тому до існуючих алгоритмів висуваються підвищені вимоги до ступеня стиснення інформації з виконанням умов точності відновлення початкових зображень. Новий алгоритм wavelet підтримує таку можливість.

Вимоги, які пред'являються вейвлет-перетворенням, збігаються з важливими властивостями, які необхідні під час кодування зображень [4]:

1. Масштабна орієнтація. Для ефективного уявлення зображення використовується масштаб. Оскільки у зображеннях є об'єкти найрізноманітніших розмірів, тому перетворення повинно дозволяти аналізувати зображення одночасно і незалежно в різних масштабах. Для двомірного сигналу деяка спектральна область відповідає певному масштабу і орієнтації. Орієнтація базисних функцій визначає здатність перетворення коректно аналізувати орієнтовані структури, типові для зображень. Отже, на виконання завдання аналізу бажано мати перетворення, які б поділяли вхідний сигнал на локальні частотні області.

2. Просторова локалізація. Крім частотної локалізації, базисні функції мають бути локальними та просторовими. Необхідність у просторовій локалізації виникає тоді, коли інформація про місце розташування елементів зображення є важливою.

3. Ортогональність. Перетворення необов'язково має бути ортогональним. Вейвлет-функції, зазвичай, є ортогональними. Ортогональність функцій спрощує багато обчислень. З іншого боку, "сильно" неортогональне перетворення може бути не прийнятним у кодуванні.

4. Швидкі алгоритми обчислення. Це, мабуть, найважливіша властивість. Оскільки неможливість практичної реалізації перетворення у реальному масштабі часу зводить нанівець всі його позитивні властивості.

Одним із розповсюджених способів оброблення зображень є вейвлет-перетворення (ВП). У теорії ВП для зображень використовується 2D ВП:

$$\varphi_{j,k,n}(x, y) = 2^j \varphi(2^j x - k) \varphi(2^j y - n),$$

$$\psi^H_{j,k,n}(x, y) = 2^j \varphi(2^j x - k) \psi(2^j y - n),$$

$$\psi^V_{j,k,n}(x, y) = 2^j \psi(2^j x - k) \varphi(2^j y - n),$$

$$\psi^D_{j,k,n}(x, y) = 2^j \psi(2^j x - k) \psi(2^j y - n),$$

де  $\varphi_{j,k,n}(x, y)$ ,  $\psi_{j,k,n}(x, y)$  – функція масштабування і вейвлет-функція відповідно,  $j$  – рівень розкладу,  $n$  – зсув [5, 6], H, V, D – Horizontal (горизонтальні), Vertical (вертикальні) і Diagonal (діагональні) коефіцієнти ВП.

Застосування вейвлетів для оброблення даних обумовлюється їх властивостями, а саме [2]:

1. Врахування не лише частотних характеристик дискретного ВП (ДВП), але і просторового розташування.

2. Різноманітність базових сімейств вейвлет-функцій (Хаара, Добеші і т.д.), яка дає можливість вибору оптимальних для опису характеристик.

3. Здатність виконання ДВП у новому стандарті JPEG 2000. Потрібно враховувати, що JPEG 2000 містить більше можливостей ніж JPEG.

Оскільки під час компресії JPEG коефіцієнти ДВП квантуються неоднаково, можна відокремити частину ДВП базису, де спотворення квантування будуть незначними (рис. 3).

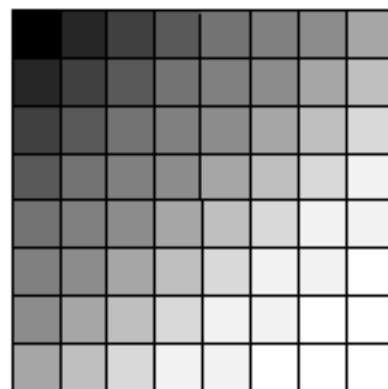


Рис. 3. Ступінь значимості коефіцієнтів ДВП [7]

Здебільшого параметри JPEG стиснення передбачають ненульові значення частини коефіцієнтів ДВП.

Пропонується перебудувати зображення рис. 3 у вигляді графіка з віссю ординат, на якій нанесена шкала пропорцій чорного кольору. Тоді вісь абсцис відповідатиме за послідовність пікселів на зображенні.

Аналогічні перетворення здійснити з кольоровими зображеннями.

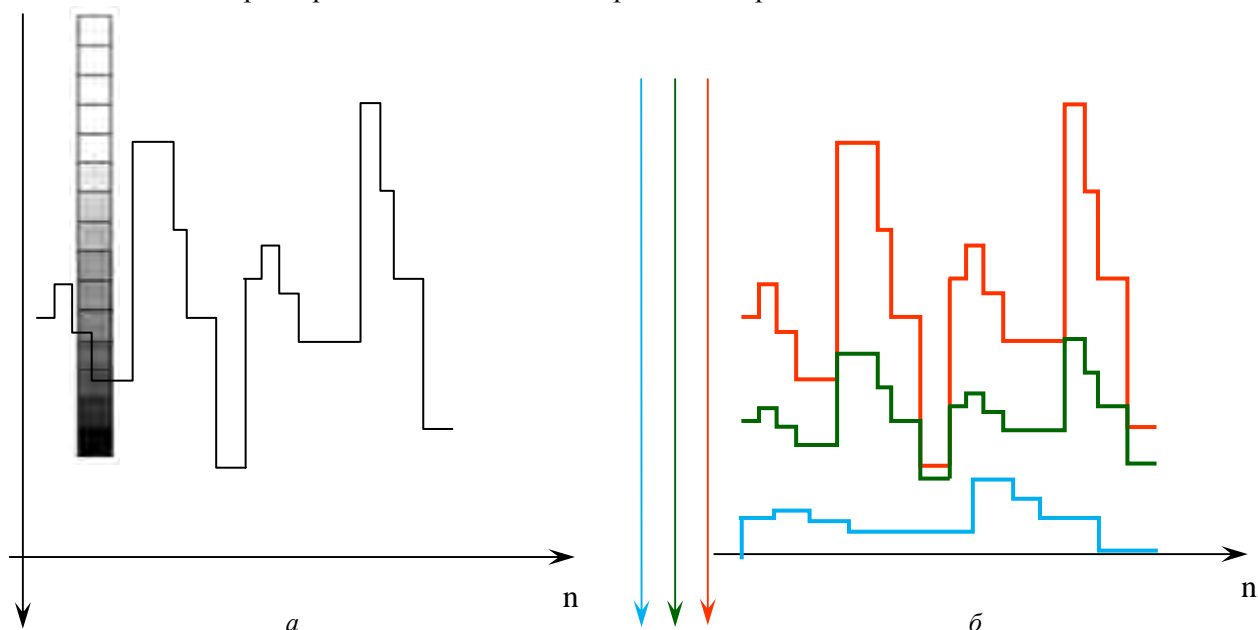


Рис.4. Зображення: а – чорно-білого; б – кольорового зображень у вигляді графіків

При використанні ВП для описування форми утворених графіків досягається значне зменшення обсягів інформації. Отже, ВП доцільно використовувати для аналізу вхідної інформації з подальшим її стисненням або пошуком спорідненості по наявних сигналах.

### Висновки

Цей спосіб представлення зображень дає змогу: значно скоротити обсяг інформації, що зберігається; здійснювати швидкий та зручний пошук границь стиків між різними кадрами зображень та проводити порівняльний аналіз подібності форми різних зображень.

1. Ватолин Д.С. Алгоритмы сжатия изображений: Методическое пособие// Издательский отдел факультета Вычислительной Математики и Кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова (лицензия ЛР N 040777 от 23.07.96). – 1999 г. – 76 с. ISBN 5-89407-041-4. 2. Проценко М.М. Алгоритм стиснення зображень з використанням вейвлет – перетворення // Технічні науки. ВІСНИК ЖДТУ. – № 4 (51). – 2009. – С. 180–186. 3. Павлов С.В., Довгалюк Р.Ю. Алгоритм ущільнення цифрових зображень. – <http://www.google.com.ua>. 4. Воробйов В.І., Грибунин В.Г. Теорія і практика вейвлет перетворення // ВУС. – 1999. – С. 1–204. 5. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. – М.: Триумф. – 2003. – 320 с. 6. Mertin A. Signal Analysis: Wavelets, Filter Banks, Time-Frequency Transforms and Applications // NY.: John Wiley and Sons. – 1999. – 310 p. 7. Васюра А.С., Лукичѳ В.В. Повышение эффективности метода шаблонного встраивания данных в изображения // Информационные технологии и компьютерная техника, Наукові праці ВНТУ. – 2008. – № 3. – С. 1–11.