

Методи та засоби компресії сигналів зображень

© Гусак П. А., 2020

Розглянуто проблему компресії сигналів зображення, різні методи та засоби за допомогою яких відбувається ця компресія.

Ключові слова: компресія сигналу, диференціальне кодування, кодування з перетворенням, адаптивна вибірка

The problem of image signal compression, various methods and means by which this compression takes place are considered.

Keywords: signal compression, differential coding, conversion coding, adaptive sampling

Вступ. Цифровим зображенням відповідають досить великі об'єми даних, що ставить перед розробниками програмно-апаратних засобів обробки зображення цілий ряд серйозних проблем. Вимоги до швидкої передачі даних вступають в протиріччя з технічними характеристиками використовуваної апаратури: недостатньою ємністю запам'ятовуючих пристроїв, обмеженою пропускною здатністю каналів передачі даних, недостатньою швидкістю обчислювальних машин, тощо. В подібних випадках великого значення набуває особливий вид обробки зображення – їх кодування з метою зменшення об'єму даних, тобто компресії даних.

Техніко-економічний ефект від використання компресії даних досить різноманітний, він обумовлений багатьма різними факторами. Так, при передачі даних компресія дозволяє розгрузити канал зв'язку і, відповідно, збільшити точність отриманої інформації, зменшити час та/або зменшити потужність апаратури, що передає сигнал. При реєстрації зображення, компресія дозволяє зменшити необхідну ємність запам'ятовуючих пристроїв, або покращити використання існуючих архівів даних, завдяки чому зменшуються витрати на зберігання і пошук інформації в архівах.

Стан проблеми. Увага багатьох дослідників протягом довгого проміжку часу привернута до задачі створення методів компресії, застосування яких дозволило б покращити характеристики систем передачі, обробки та реєстрації зображень. На даний момент розроблена досить велика кількість таких методів, проте роботи в цій області інтенсивно продовжуються.

Основними методами компресії сигналів на даний момент є: методи диференціального кодування, методи кодування з перетворенням, методи адаптивних вибірок. Кожен з них має свої плюси та мінуси, які будуть розглянуті у даній роботі.

Постановка задачі. Представити основні методи та засоби компресії сигналів зображень: методи диференціального кодування, методи кодування з перетвореннями та методи адаптивних вибірок. Описати їх основні переваги та недоліки. А також, навести можливі шляхи покращення цих методів.

Розв'язання задачі. Дуже широке застосування при компресії сигналів отримали методи диференціального кодування.

Суть методу можна описати на прикладі обробки одномірної послідовності відліків $f(n)$, для зображення така послідовність може формуватись в результаті його розвертання по рядках. Ідея полягає в тому, що в порядку надходження відліку з кожного відліку $f(n)$ вираховується яесь певне передбачуване значення $\hat{f}(n)$.

Оскільки зазвичай сигнал змінюється досить плавно, передбачити значення відліків можна досить точно, тобто різницевий сигнал майже завжди буде мати малу дисперсію. Завдяки чому при цифровому представленні вдається обійтися меншим числом розрядів.

Основна перевага диференціального кодування – це його простота. Воно забезпечує досить високу ефективність компресії. Недоліком є низька поміхостійкість при передачі закодованих даних, що може призвести до накопичення помилок на приймаючій стороні.

Для покращення цього методу, можна використати в якості аналізуючого рівняння – рівняння Пуассона, яке може допомагати сформувати більш компактний паттерн.

Ще одним досить поширеними методами є методи кодування з перетвореннями. Основна ідея цього метода кодування полягає у використанні так званих «узагальнення уявлень» сигналу. Це можна пояснити на прикладі обробки одновимірного сигналу.

Нехай існує деякий сигнал - безперервна функція часу. Весь період, на якому цей сигнал розглядається, розбивається на послідовні інтервали представлення. В результаті на кожному з інтервалів представлення формується деякий набір параметрів – узагальнених координат сигналу. Ці узагальнені координати підлягають кодуванню з метою зменшення надлишковості даних. Після цього дані відсилаються отримувачу.

Під час відновлення сигналу у приймачі в першу чергу відбувається декодування узагальнених координат, після чого відбувається зворотнє перетворення, тобто по декодованих значеннях узагальнених координат визначаються самі послідовні інтервали представлення.

Перевагою таких методів є досить висока ефективність та висока поміхостійкість, оскільки в цих методах сигнал обробляється «блоками», тобто незалежно на кожному етапі представлення, що не дає помилкам з одного блоку впливати на інший блок. Вагомим недостатком цих методів є їх складність як на етапі компресії так і на етапі відновлення.

Щоб ці методи працювали найкраще, потрібно використовувати такий метод кодування при якому можливе якнайточніше відновлення закодованих даних, на мою думку таким перетворенням є перетворення Хоттелінга.

Також досить поширеними є методи адаптивних вибірок. На етапі кодування із сигналу виділяється деякий набір його значень. Ці значення беруться так, щоб по ним можна було побудувати апроксимілюючу функцію, яка описує сигнал з потрібною точністю. При декодуванні замість справжнього сигналу будується саме ця апроксимілююча функція.

Подібних методів існує досить багато, найпростіший з них – регулярне прорідження значень з наступною інтерполяцією. Проте найцікавішими є методи, в яких значення беруться не «всліпу», а адаптивно, в залежності від поточного стану сигналу.

Методи адаптивних вибірок давно застосовуються при передачі візуальної інформації. Їх дія полягає в наступному: із послідовності значень виділяється деяке число «важливих» значень, таких, що інші значення можуть бути відновлені з них із необхідною точністю. При відновленні важливі значення використовуються як вузли для інтерполяції сигналу будь-якої не дуже складної функції, найчастіше кусочно-постійної або кусочно-лінійної. Через випадковий характер сигналу важливі значення випадковим чином і нерівномірно розміщуються на осі часу. Тому до складу кодуємих даних потрібно включати службову інформацію для вказівки на положення важливих значень. Це є особливістю всіх алгоритмів адаптивних вибірок.

Основними перевагами методів адаптивних вибірок є їх простота реалізації, дієздатність при невідомій або змінній статистиці сигналів а також гарантовані значення максимальної похибки відновлення. До недоліків можна віднести нерегулярність вихідного потоку даних та обробка в рамках одновимірного відеосигналу, тоді, як врахування двовимірності даних могло б збільшити ефект стиснення за рахунок використання статичних зв'язків значень функції яскравості не тільки в строці, але і між ними.

Висновки. В роботі було розглянуто три основні групи методів компресії сигналів зображення: методи диференціального кодування, методи кодування з перетвореннями та методи адаптивних вибірок. Було описано їх основні переваги та недоліки, а також можливі шляхи покращення цих методів.

Література.

1. Наконечний Р.А., Наконечний А.Й., Павлиш В.А., Цифрова обробка сигналів, «Видавництво Львівської політехніки», 2010. – 368с.
2. Скляр Б., Цифровий зв'язок. Теоретичні основи і практичне застосування. Пер. з англ. – Видавничий дім «Вільямс», 2003. – 1104с.

3. Van De Vegte, Fundamentals of Digital Signal Processing, «Prentice-Hall», 2001 – 810с.
4. Monson H., Statistical digital signal processing and modeling, «John Wiley & Sons», 2009 – 610с.
5. Солонина А., Улахович Д., Основы цифровой обработки сигналов: учебное пособие, «БХВ Петербург», 2005 – 768с.
6. Сергиенко А.Б., Цифровая обработка сигналов, «Питер», 2002 – 608с.
7. Айфічер Є., Цифрова обробка сигналів. Практичний підхід. Пер. з англ. – Видавничий дім «Вільямс», 2004. – 992с.
8. Яне Б., Цифрова обробка зображення., «Техносфера», 2007 – 584с.
9. Оппенгейм А., Шафер Р., Цифрова обробка сигналів, «Техносфера», 2006 – 856с.
10. John G. Proakis, Dimitris Manolakis,, Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications, 4th ed, «Prentice-Hall», 2006 – 1033с.