

АНАЛІЗ БАЗОВИХ МЕТОДІВ КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Розглядаються статистичні, словникові і арифметичні алгоритми ущільнення даних. З статистичних було виділено три основних класи: неадаптивні, напіваадаптивні і адаптивні. Зі словникових виділено два основних алгоритма: LZ77 та LZ78, покращення яких породило багато нових методів. Проведено їх порівняльний аналіз, розглянута технічна сторона, принципи роботи та приведені приклади роботи розглянутих алгоритмів. Наведено список основних прикладних програм та розширень файлів які ефективно застосовують алгоритми ущільнення даних. Проаналізовано які алгоритми вони використовують та у якій сфері. Проведено аналіз та наведені основні методи вбудованих класів для стиснення даних.

Ключові слова: кодування, ущільнення.

Abstract. It's considering statistics, dictionary and data compaction algorithms arefmetychni. From the statistics were three main classes: neadaptivni, napivadaptivni and adaptive. With the dictionary highlighted two main algorithm: LZ77 and LZ78, which has generated much improved new methods. A comparative analysis reviewed the technical side, principles of operation and given examples of the considered algorithms. Are the main applications and file extensions that effectively seals algorithms used data. The analysis algorithms they use and in what area. The analysis and are the main methods vbudovananyh classes for data compression.

Keywords: encoding, compression.

Вступ

Графічні дані займають велику кількість дискового простору, що створює незручності при їх зберіганні і передачі через мережу Інтернет. Вирішенням проблеми є зменшення об'єму файлів шляхом стиснення даних, або іншими словами кодування зображень. Актуальність стиснення зображень з кожним роком тільки зростає, так як з'являються нові технології відображення графічної інформації у високій якості, що потребують значних ресурсів пам'яті електронних пристроїв.

Результати дослідження

Растрові зображення представляють собою двовимірний масив чисел. Елементи цього масиву називають пікселами (від англійського pixel - picture element). Всі зображення можна поділити на дві групи - з палітрою та без неї. В зображень з палітрою в пікселі зберігається число - індекс в деякому одновимірному векторі кольорів, що називається палітрою. Частіше за все зустрічаються палітри з 16 та 256 кольорів.

Зображення без палітри можуть бути в будь-якій системі представлення кольорів та в градаціях сірого (grayscale). Для останніх значення кожного піксела інтерпретується як яскравість відповідної точки. Зустрічаються зображення з 2, 16 та 256 рівнями сірого. При використанні певної системи представлення кольорів кожний піксел представляє собою структуру, полями якої є компоненти кольору. Найбільш розповсюдженою є система RGB, в якій колір представлено значеннями інтенсивності червоної (R), зеленої (G) та синьої (B) компонент. Існують і інші системи представлення кольорів, такі як СМҮК, СІЕ XYZccir60-1 і т.п.

Для того, щоб коректно оцінювати ступінь стиснення введемо поняття класу зображень. Під класом будемо розуміти деяку сукупність зображень, застосування до якої алгоритму архівації дає якісно однакові результати. Наприклад, для одного класу алгоритм дає дуже високу ступінь стиснення, для другого - майже не стискає, для третього - збільшує розмір файлу.

Розглянемо такі приклади неформального визначення класів зображень [1]:

1. Клас 1. Зображення з невеликою кількістю кольорів (4-16) і великими областями, заповненими одним кольором. Плавні переходи кольорів відсутні. Приклади: ділова графіка - гістограми, діаграми, графіки і т.п.

2. Клас 2. Зображення з плавними переходами кольорів, побудовані на комп'ютері. Приклади: графіка презентацій, ескізні моделі в САПР, зображення, побудовані за методом Гуро.
3. Клас 3. Фотореалістичні зображення. Приклад: відскановані фотографії.
4. Клас 4. Фотореалістичні зображення з накладанням ділової графіки. Приклад: реклама.

Актуальною залишається задача пошуку найкращого алгоритму для конкретного класу зображень.

Дослідження, які виконуються в області стиснення зображень, орієнтовані в першу чергу на зображення класу 3 – фотореалістичні зображення, оскільки їх стиснення вимагає найбільших витрат і при його виконанні виникають найбільші труднощі. Дійсно, стиснення, наприклад, комп'ютерної графіки може бути легко виконано передачею файлу, що використовується для формування графічного зображення, стиснення зображень з малим числом градацій яскравості також не представляє значних труднощів, оскільки при його стисненні можуть бути використані алгоритми з малою обчислювальною складністю.

Джерела надлишковості зображень

В зображенні розрізняють два основних види надлишковості [2]:

- .статистична надлишковість;
- .фізіологічна надлишковість.

Перша пов'язана з тим що будь-які величини отримані із зображення не є випадковими. Сусідні відліки часто мають подібні значення яскравості, в чому проявляється важлива властивість їх просторової кореляції. Якщо відповідним чином використати цю властивість, то можна значно зменшити число біт для подання зображення у цифровій формі.

Фізіологічна надлишковість пов'язана з тією частиною інформації, яка не сприймається оком людини. Скорочення фізіологічної надлишковості в значній мірі скорочує і статистичну надлишковість і навпаки.

Класи програм і вимоги до алгоритму стиснення зображень

Розглянемо таку класифікацію програм, що використовують алгоритми архівації [1]:

1. Клас 1. Характеризуються високими вимогами до часу архівації та розархівації. Нерідко потрібний перегляд зменшеної копії зображення та пошук в базі даних зображень. Приклади: видавничі системи в широкому розумінні цього слова. Причому, як системи, де необхідні публікації (журнали) з високою якістю зображень і використанням алгоритмів стиснення без втрат, так і видавничі системи для газет, і інформаційних вузлів WWW - де є можливість оперувати зображеннями меншої якості і використовувати алгоритми стиснення з втратами. В подібних системах приходиться мати справу з повнокольоровими зображеннями різного розміру (від 640×480 - формат цифрового фотоапарата, до 3000×2000) і з великими двокольоровими зображеннями. Оскільки ілюстрації займають велику частину від загального об'єму матеріалу в документі, проблема зберігання стоїть дуже гостро. Проблеми також створює велика різноманітність ілюстрацій (приходиться використовувати універсальні алгоритми). Єдине, що можна сказати завчасно, це те, що переважно це будуть фотореалістичні зображення та ділова графіка.

2. Клас 2. Характеризується високими вимогами до ступеня архівації та часу розархівації. Час архівації значення не має. Іноді подібні програми також вимагають від алгоритму стиснення можливості масштабування зображення під конкретну роздільну здатність монітора користувача. Приклад: довідники та енциклопедії на CD-ROM. З появою великої кількості комп'ютерів, оснащених цим приводом (у США - у 50% машин) досить швидко сформувався ринок програм, що випускаються на лазерних дисках. Не дивлячись на те, що ємність одного диска достатньо велика (приблизно 650 Мбайт), її, як правило, не вистачає. При створенні енциклопедій та ігор велику частину диска займають зображення та відео. Таким чином, для цього класу програм актуальність мають суттєво асиметричні за часом алгоритми (симетричність за часом - відношення часу архівації до часу розархівації).

3. Клас 3. Характеризується дуже високими вимогами до ступеня архівації. Приклад: нова широко розповсюджена система «Всесвітня інформаційна паутина» - WWW. В цій системі достатньо активно використовуються ілюстрації. При оформленні інформаційних або рекламних сторінок хочеться зробити їх більш яскравими та якісними, що звичайно впливає на розмір зображень. Більш за все при цьому страждають користувачі, підключені до мережі за допомогою повільних каналів зв'язку. Якщо сторінка WWW перенасичена графікою, то очікування її повної появи на екрані може затягнутися. Оскільки при цьому навантаження на процесор мале, то тут можуть знайти застосування ефективні складні алгоритми стиснення з порівняно великим часом розархівації.

Можна привести багато більш вузьких класів програм. Так своє застосування машинна графіка знаходить і в різноманітних інформаційних системах. Наприклад, вже стає звичним досліджувати ультразвукові та рентгенівські знімки не на папері, а на екрані монітора. Поступово до електронного вигляду переводять і історії хвороб. Зрозуміло, що зберігати ці матеріали логічно в єдиній картотечі. При цьому без використання спеціальних алгоритмів велику частину архівів займуть фотографії. Тому при створенні ефективних алгоритмів розв'язання цієї задачі потрібно врахувати специфіку рентгенівських знімків – наявність великої кількості областей в зображенні з плавними переходами.

Фактично саме характер використання зображень задає тон в виборі того чи іншого алгоритму стиснення. І при цьому задається ступінь важливості таких суперечливих вимог до алгоритму:

1. Високий коефіцієнт стиснення (архівації). Актуальний далеко не для всіх програм. Деякі алгоритми дають кращу якість зображення при високих коефіцієнтах стиснення, однак програють іншим алгоритмам при низьких.

2. Висока якість зображень. Виконання цієї вимоги напряму суперечить виконанню попередньої.

3. Висока швидкість архівації. Ця вимога для деяких алгоритмів з втратами інформації є взаємовиключною з першими двома. Інтуїтивно зрозуміло, що чим більше часу ми будемо аналізувати зображення, намагаючись отримати найбільший ступінь архівації, тим кращим буде результат. І, відповідно, чим менше часу витрачається на архівацію (аналіз), тим нижчою буде якість зображення і більшим його розмір.

4. Висока швидкість розархівації. Достатньо універсальна вимога, актуальна для багатьох програм. Однак можна привести приклади програм, де час виконання розархівації далеко на критичний.

5. Масштабування зображень. Дана вимога означає легкість зміни розмірів зображення до розмірів вікна активної програми. Справа в тім, що одні алгоритми дозволяють легко масштабувати зображення прямо під час розархівації, в той час як інші не тільки не дозволяють легко масштабувати, але і збільшують імовірність появи неприємних спотворень після застосування стандартних алгоритмів масштабування до розархівованого зображення. Наприклад, можна привести приклад «поганого» зображення для алгоритму JPEG - це зображення з достатньо дрібним регулярним малюнком (дрібна клітинка). Характер внесених алгоритмом JPEG змін такий, що зменшення або збільшення зображення може призвести до появи неприємних ефектів.

6. Можливість показати зображення низької розподільчої здатності, використавши тільки початок файлу. Дана можливість актуальна для різного роду мережових програм, де зчитування зображень може зайняти достатньо багато часу, і бажано, отримавши початок файлу, коректно показати preview.

7. Стійкість до помилок. Дана вимога означає локальність порушень в зображенні при зруйнуванні або втраті фрагмента файлу, що передається. Дана можливість використовується при передачі за багатьма адресами зображень в мережі, тобто в тих випадках, коли неможливо використати протокол передачі, який повторно дає запит на дані у сервера при виникненні помилок. Наприклад, якщо передається відеоряд кадрів, то було б неправильно використовувати алгоритм, в якого збій приводив би до зупинки правильного показу всіх наступних кадрів. Дана вимога суперечить високому ступені архівації, оскільки інтуїтивно зрозуміло, що ми повинні вводити в потік надлишкову інформацію. Однак для різних алгоритмів об'єм цієї надлишкової інформації може суттєво відрізнятись.

8. Врахування специфіки зображення. Більш високий ступінь архівації для класу зображень, які статистично частіше будуть застосовуватись в нашій програмі.

9. Редагованість. Під редагованістю розуміється мінімальний ступінь погіршення якості зображення при його повторному зберіганні після редагування. Багато алгоритмів з втратою інформації можуть суттєво спотворити зображення за декілька ітерацій редагування.

10. Ефективність програмно-апаратної реалізації.

Дані вимоги до алгоритму реально пред'являють не тільки виробники ігрових приставок, але і виробники багатьох інформаційних систем [1].

Висновки

Для стиснення даних придумано безліч технік. Більшість з них комбінують декілька принципів стиснення для створення повноцінного алгоритму. Навіть хороші принципи, будучи скомбіновані разом, дають кращий результат. Більшість технік використовують принцип ентропії кодування, але часто зустрічаються і інші.

Будуть проводитись пошуки та дослідження нових методів кодування, які можуть забезпечити високий коефіцієнт стиснення, незважаючи на їх обчислювальну складність. З іншого боку будуть продовжені пошуки простих методів кодування, будуть досліджуватись комбінації цих методів з урахуванням нових технічних можливостей.

Література

1. Claude E. Shannon. The Mathematical Theory of Communication / Claude E. Shannon, Weaver Warren. – University of Illinois Press, Urbana, 1963. – 63с.
2. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. / Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
3. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука. / Д. Сэломон – М.: Техносфера, 2004. – 368 с.
4. Кожем'яко В.П. Аналіз та перспективи розвитку кодування зображень / В.П. Кожем'яко, В.П. Майданюк, К.М. Жуков - Вісник ВПІ, 1999, № 3. – 42-48с.
5. Майданюк В. П. Кодування та захист інформації. / В. П. Майданюк - Вінниця: ВНТУ, 2009. - 164 с.
6. Майданюк В. П. Ущільнення даних без втрат на основі перетворень / В. П. Майданюк, Кириченко О. В. – Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2008. - № 2(16) – С. 71-76.
7. Mark Nelson. Data Compression with the Burrows-Wheeler Transform / Mark Nelson – Dr. Dobb's Journal, 1996 – 103с.

Відомості про авторів

Майданюк Володимир Павлович — к.т.н. , доцент кафедри програмного забезпечення ВНТУ України. E-mail: maydan2000@i.ua

Лішук Олександр Олександрович — аспірант кафедри програмного забезпечення, E-mail: sashal93@mail.ru