

наміки серцевого ритму та суттєво знизити вірогідність помилок, пов'язаних із традиційним застосуванням ста-

тистичного аналізу (формування т.зв. однорідних груп за зовнішніми ознаками: етап ускладнень і т.п.).

Література

1. Knyshov G., Nastenkolė., Maksymenko V., Kravchuk O. Simulation of qualitative peculiarities of capillary system regulation with cellular automata models / Cellular Automata - Simplicity Behind Complexity. InTech, 2011. P. 301 - 320 // ISBN 978-953-307-230-2.
2. G. Knyshov, Ye. Nastenko, V. Maksymenko, O. Kravchuk, Yu. Shardukova. The Interactions between Arterial and Capillary Flow with Cellular Automaton / WC 2009, IFMBE Proceedings 25/IV, 2009. Munich. P. 572-574.
3. Книшов Г.В., Броварець О.О., Настенко С.А., Забашта Ю.Ф., Бенцляга В.М., Максименко В.Б., Захарова В.П., Костенко Ю.А. Кількісні характеристики нормального та патологічного скорочень лівого шлуночка серця людини як спірально побудованої структури. Оцінка діагностичних можливостей методу / Журнал Фізика живого, Т. 17, No 2, 2009. С.148-154.
4. Nastenko E., Maksymenko V., Belov Yu., Kravchuk A. Modeling of complex behaviour of the microvascular arterial network with cellular automata / Mathem. Modeling & Computing in Biology and Medicine. 5th ESMTB Conference 2002.-Ed. By Vincenzo Capasso.-MIRIAM. - Italy. - P. 227 - 234.
5. Баевский Р.М., Беренева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / М.: Медицина, 1997. С. 265.
6. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / М.: Медицина, 1979.
7. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / М.: Наука, 1984. С.220.
8. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / Киев: Изд-во „Малій друк“, 2006. 558с.

Сформульовані критерії оцінки ефективності методів стиснення інформації та запропоновано систему єдиних числових характеристик для порівняння алгоритмів зменшення надлишковості між собою

Ключові слова: стиснення, коефіцієнт, ефективність

Сформулированы критерии оценки эффективности методов сжатия информации и предложена система единых числовых характеристик для сравнения алгоритмов уменьшения избыточности между собой

Ключевые слова: сжатие, коэффициент, эффективность

The criteria for estimation the effectiveness of methods for data compression are formulated and proposed a system of common numerical characteristics for redundancy reduction algorithm comparing between them is proposed

Keywords: compression ratio, efficiency

Вступ

Визначення ефективності методу зменшення надлишковості можна проводити двома шляхами. По-перше, це можна зробити аналітично для відомої матема-

КРИТЕРІЇ ТА ОЦІНКА КОЕФІЦІЄНТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗМЕНШЕННЯ НАДЛИШКОВОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ

Ю. Ю. Іляш

Інженер-програміст

Кафедра інформатики

Прикарпатський національний університет імені Василя

Стефаніка

вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018

Контактний тел.: 067-664-43-18

E-mail: yurchukil@gmail.com

тичної моделі джерела; по-друге, - експериментально, випробувавши методи зменшення надлишковості інформації на практиці. Кожний з цих шляхів має свої недоліки і переваги. Експериментальне дослідження ефективності методу стиснення здійснити простіше,

але при цьому можна отримати тільки результат для даної реалізації процесу і нічого визначеного не можна сказати про результат повторного випробування. Знання математичної моделі, вхідного процесу дає можливість провести теоретичний аналіз системи зменшення надлишковості інфопотоків і одержати вичерпні характеристики [1-4].

Числові характеристики ефективності методів стиснення інформації

В роботах [1-3, 5] обґрунтовані деякі критерії оцінки, але кожний з критеріїв не дозволяє охарактеризувати в повній мірі всі характеристики методів зменшення надлишковості.

Для порівняння алгоритмів зменшення надлишковості між собою необхідно встановити систему єдиних числових характеристик. Такими характеристиками можуть бути:

- 1) коефіцієнт стиснення;
- 2) показник ефективності представлення повідомлень;
- 3) коефіцієнт складності;
- 4) час затримки повідомлення в кодері джерела;
- 5) показник завадостійкості;
- 6) порівняння з еталонною процедурою кодування;
- 7) складність алгоритму декодування, час декодування.

Ефективність процедури обробки даних можна оцінити шляхом порівняння із заданою еталонною процедурою при заданій похибці відновлення повідомлення. В якості еталона можна вибрати:

- 1) оптимальний метод кодування джерела, який дозволяє реалізовувати потенційні характеристики системи обробки.

2) стандартний метод, при якому повідомлення $f(t)$ рівномірно дискретизують в часі і в кожному відліку t_i співставляють кодове слово фіксованої довжини.

В першому випадку можна оцінити якість алгоритму або підсистеми зменшення надлишковості інформації по відношенню до максимального ефекту, який визначається ϵ -ентропією джерела.

Але цей метод оцінки має і суттєвий недолік: при цьому важко отримати максимальну швидкість передачі повідомлення для будь-якого джерела при заданій допустимій похибці ϵ . Необхідно також відзначити, що цей метод кодування потребує повної статистичної інформації про джерело, чого в реальній ситуації не буває. Це можна обійти, якщо в якості оптимальної процедури використовувати універсально-оптимальний або адаптивний кодер джерела з обмеженою затримкою.

В другому випадку ці недоліки відсутні. Коефіцієнт зменшення надлишковості повинен характеризувати зміну об'єму повідомлення оскільки зменшення надлишковості інфопотоку використовується для розвантаження каналів зв'язку і запам'ятовуваних пристроїв. Природно, що оцінку коефіцієнта стиснення доцільно проводити шляхом порівняння об'єму повідомлень, отриманого в результаті компресії, тобто при вибраному способі представлення (кодування) повідомлення, з об'ємом, що отримується при деякому початковому або еталонному способі формування повідомлень, тобто

$$K_1 = \frac{J_0}{J}$$

де J_0 - об'єм повідомлення вибраного методу представлення $f(t)$ на інтервалі $(0, T)$;

J - об'єм повідомлення, що передається.

Коефіцієнт K_1 задовольняє основним вимогам, які ставляться до показника якості системи; він залежить від процесу функціонування системи та порівняно просто обчислюється на основі математичної моделі.

У випадку, коли об'єм даних J , які формуються, передаються або реєструються, розраховують без врахування службової інформації $J = J_0$, а кількість рівнів квантування на кожний інформативний елемент сталій і рівний A , коефіцієнт стиснення визначається:

$$K_2 = \frac{J_0}{J_0} = \frac{N' \cdot \log_2 A}{N \cdot \log_2 A} = \frac{N'}{N} \quad (1)$$

де N' - кількість елементів f_i масиву $\{f_i\}$, що представляє повідомлення $f(t)$ на інтервалі T ; N - кількість істотних відліків, отриманих на виході пристрою стиснення даних.

Досить часто цей коефіцієнт називається коефіцієнтом за кількістю відліків (рис. 1).

Проте для відновлення інфопотоку необхідна часова синхронізація відліків, яка супроводжується внесенням в інфопотік службової інформації. При цьому йдеться не про надлишкову інформацію, яка вноситься при подальшій компресії, а лише про інформацію, потрібну для відновлення початкового ПІ.

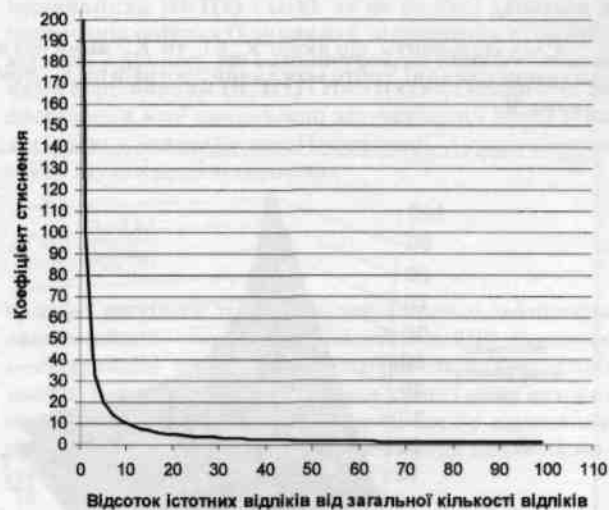


Рис. 1. Залежність коефіцієнту K_2 від кількості істотних відліків

Зрозуміло, що реєстрація службової інформації знижує ефективність зменшення надлишковості інфопотоків, але присутність такої інформації є необхідною для відновлення інфопотоку з потрібною точністю.

Тому коефіцієнт стиснення і показник ефективності стиснення слід обчислювати з урахуванням службової інформації.

Коефіцієнт K_2 повністю характеризує відносну ефективність двох різних методів компресії, якщо всі їх інформативні елементи мають ідентичні характе-

ристики, але не дає уявлення про повну ефективність системи передачі повідомлення, оскільки не враховує такого важливого фактора, як передача додаткової службової інформації.

Коефіцієнт стиснення може визначатися лише при вибраному показнику вірності ϵ . Значення ϵ залежить не тільки від способу формування відліків повідомлення і відновлення $\Gamma(t)$, але і від помилок, що вносяться системою в відновлене після зменшення надлишковості повідомлення.

У ряді випадків, щоб розділити вплив цих чинників, коефіцієнт стиснення алгоритмів характеризують значенням K_2 і при обчисленні ϵ вважають, що координати повідомлення передаються і відтворюються точно.

Більш точну оцінку ефективності можна отримати, якщо $J = J_\alpha + J_\beta$, тобто враховується наявність службової інформації J_β . В цьому випадку коефіцієнт стиснення K_3 , який називається коефіцієнтом стиснення за кількістю двійкових одиниць, визначається як:

$$K_3 = \frac{J_0}{J_\alpha + J_\beta} = \frac{J_0}{J_\alpha \left(1 + \frac{J_\beta}{J_\alpha} \right)} = \frac{K_2}{1 + \alpha}, \quad (2)$$

де, J_α та J_β - кількість двійкових одиниць (біт), які представляють інформаційну та службову частини цифрових даних, що передаються:

$$\alpha = \frac{J_\beta}{J_\alpha} \leq 1.$$

Слід відзначити, що якщо $K_2 \geq 1$, то K_3 може бути не менше одиниці, тобто можливий програш по K_3 при малих K_2 .

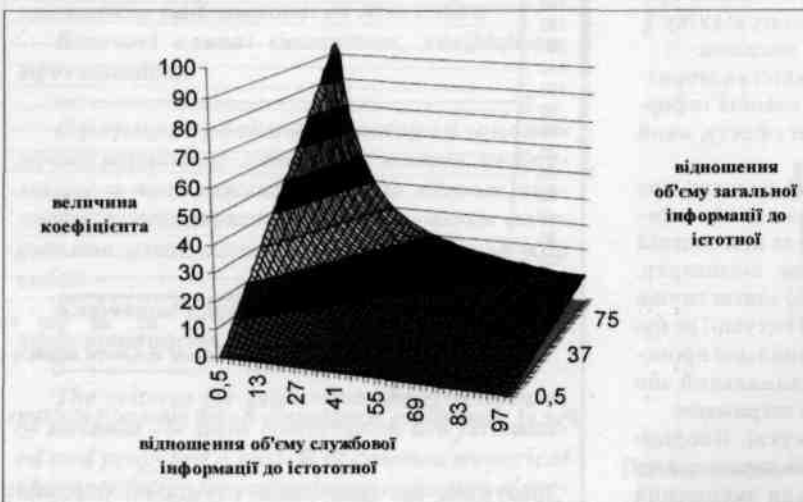


Рис. 2. Залежність коефіцієнту K_3 від об'ємів службової та істотної інформації

Коефіцієнт K_3 дає можливість в повній мірі оцінити ефективність системи обробки повідомлень, маючи на увазі забезпечення стиснення даних при передачі даних по безшумному каналу, або при наявності таких методів захисту від завад, які повністю виключають можливість появи помилок. В іншій ситуації необхідно рахуватися з тим, що стиснені дані мають слабку

структуру через те, що ефективність кожного елемента є збільшеною, а тому боротьба з помилками потребує додаткових енергетичних витрат.

Розглянуті вище оцінки коефіцієнта стиснення даних дозволяють виявити ефективність алгоритмів зменшення надлишковості при передачі інформації по каналу без завад. За наявності завад в каналі зв'язку необхідно враховувати підвищення завадозахищеності повідомлення, використовуючи коректуючі коди. Врахування додаткової коректуючої інформації, приводить до наступної оцінки коефіцієнта стиснення:

$$K_4 = \frac{J_{ц.д.}}{J_\alpha + J_\beta + J_{кор}} = \frac{K_1}{1 + \alpha + \beta_{кор}} = \frac{K_3}{1 + \gamma_{кор.с}},$$

де $\beta_{кор} = J_{кор} / J_\alpha$ і $\gamma_{кор.с} = J_{кор} / (J_\alpha + J_\beta)$ - коефіцієнти, визначаючі частки корегуючої інформації по відношенню до корисної і до суми корисної і службової інформації. Цілком очевидне, що K_4 характеризує адаптивну систему збору і обробки аналогової інформації в цілому, оскільки враховує процедуру стиснення даних, метод кодування службової інформації і завадозахищеність повідомлень.

Використовуючи для порівняння в якості еталона рівномірно-часову циклічну дискретизацію, можна отримати ще один варіант оцінки коефіцієнта стиснення даних, а саме, по смузі частот

$$K_5 = F_0 / F_{СТ},$$

де F_0 і $F_{СТ}$ - відповідно необхідна смуга частот каналу передачі даних до і після стиснення вимірної інформації.

Цей варіант оцінки коефіцієнта стиснення достатньо точно характеризує ефективність конкретного алгоритму зменшення надлишковості. Це пояснюється тим, що він враховує заповненість смуги частот (отже, і споживаної потужності) на передачу стиснутих повідомлень в цілому, тобто корисну, часову, службову і корегуючу інформації. Такий варіант оцінки дозволяє зробити висновок про завадостійкість і виграш в середній потужності корисного сигналу в адаптивній системі збору і передачі аналогового сигналу.

При виборі одного з групи методів стиснення даних, рівноцінних з точки зору ефективності та інших показників, перевагу отримує менш складний метод. Складність системи може бути визначена як середня кількість обчислювальних операцій та об'єм пам'яті, необхідний для визначення однієї інформативної вибірки: як кількість команд в обчислювальній програмі, яка моделює роботу системи; як середня кількість елементів функціонально повної системи, яка дозволяє реалізувати систему обробки даних іншими способами.

В [6] запропоновано комплексний коефіцієнт ефективності, який можна визначати як добуток або

суму факторів, що впливають на ефективність методу стиснення даних

$$K_{ef1} = \prod_{i=1}^n t_i,$$

$$K_{ef2} = \sum_{i=1}^n t_i,$$

де n – кількість факторів;

$t_1 - t_3$ – апаратна, алгоритмічна, часова складність;

t_4 – коефіцієнт стиснення;

t_5 – складність алгоритму декодування, час декодування;

t_6 – чутливість до помилок;

t_7 – коефіцієнт розмноження помилок.

Коефіцієнт стиснення залежить від складності алгоритму обробки, і, як правило, чим вище необхідний коефіцієнт стиснення, тим складніше алгоритм обробки.

Від складності алгоритму в значній мірі залежать вага, габарити, вартість, надійність і інші характеристики апаратури для компресії тому коефіцієнт складності може розглядатися і як експлуатаційна характеристика методу стиснення.

Як коефіцієнт складності раціонально прийняти середнє число обчислювальних операцій, що реалізується апаратурою стиснення для обчислення однієї координати, при цьому обчислювальні операції повинні бути зведені до коротких операцій.

В роботах [2,4-5] визначаються наступні показники складності апаратної реалізації алгоритмів стиснення даних:

- середнє або максимальне число обчислювальних операцій, які затрачаються для обробки одного параметру;
- кількість програм в машинному коді алгоритму;
- об'єм оперативної і постійної пам'яті, необхідної для реалізації алгоритму на ЕОМ;
- середнє число стандартних елементів, які використовуються для створення спеціалізованого блоку стиснення інформації.

Складність системи, яка складається з елементів складності S_i , $i = \overline{1, n}$, розраховується згідно виразу:

$$S_v = (1 + \nu \gamma_c) \sum_{i=1}^n S_i k_i,$$

де γ_c - кількість функціональних зв'язків системи;

k_i - кількість елементів i -го типу, що входять до складу системи;

ν - ваговий коефіцієнт, який враховує складність зв'язків в порівнянні з складністю елементів системи.

Іншим показником складності алгоритму може бути кількість команд в обчислювальній програмі, які визначають об'єм пам'яті, необхідної для зберігання команд.

Одним із можливих показників ефективності може слугувати і час затримки повідомлення алгоритмом зменшення надлишковості. Цей параметр (τ_s) важливий при стисненні в процесі проведення експерименту. Допустима величина затримки в основному визначається вірогідністю аварійної ситуації і часом протікання аварійних процесів, бо в цьому випадку вся накопичена в оперативній пам'яті інформація може бути втрачена, тоді як саме вона найбільш важлива.

Затримка повідомлення τ_s в загальному випадку складається з часу накопичення в оперативній пам'яті кодера джерела T і часу обчислення координат, тобто часу обробки в кодері джерела:

$$\tau_s = T + \tau_{обр}.$$

Якщо застосовується екстраполяція при обчисленні координат, то формування координат проводиться паралельно з накопиченням в оперативній пам'яті і час T в затримку τ_s може не входити, тоді

$$\tau_s = \tau_{обр}.$$

Отримати абсолютну оцінку ефективності алгоритмів стиснення даних можна лише в тому випадку, якщо скористатися принципом, оснований на еталонній оптимально-ідеальній процедурі кодування джерела повідомлень, при якій надлишкова інформація повністю виключається.

Для оцінки ефективності зменшення надлишковості Π , традиційно розраховують ентропію джерела інформації до застосування методів зменшення надлишковості $H(x)$, ентропію після застосування алгоритмів зменшення надлишковості інфо потоків $HCT(x)$, і максимально можливу середню кількість інформації, що міститься у відліку випадкового процесу, що вимірюється $Hmax(x)$, і рівне ентропії джерела у разі статистично-незалежних і рівномірних відліків. Тоді визначити ефективність зменшення надлишковості вимірювальної інформації доцільно не порівнянням $HCT(x)$ і $H(x)$, як це по суті робиться в попередніх оцінках (наприклад, відношення кількості відліків в процесі, що вимірюється, до і після стиснення), а порівнянням $HCT(x)$ і $Hmax(x)$ як з границею, до досягнення якої направлено застосування процедури зменшення надлишковості інформації. З урахуванням цього зауваження відношення

$$\mu = \frac{H_{CT}(x)}{H_{max}(x)}$$

показує, наскільки той або інший алгоритм зменшення надлишковості стискає вхідний сигнал. Цей показник є об'єктивною кількісною характеристикою будь-якого квазіворотного методу стиснення даних і може використовуватися як в абсолютному сенсі, так і у відносному при порівнянні різних методів зменшення надлишковості.

Висновок

Ефективною умовою однозначності визначення коефіцієнта стиснення (а також показника ефективності стиснення) є перевірка алгоритмів на контрольованих параметрах з однаковими характеристиками, тобто на сигналах одного класу. Оскільки ефективність алгоритмів сильно міняється для різних класів сигналів, то одним із завдань дослідження кожного алгоритму є правильний вибір області його застосування; для достатньо точного виявлення області застосування кожного алгоритму слід встановити систему вірцевих сигналів, які б і визначали найбільш сприятливу об-

ласть дії для алгоритмів. У цю систему слід включити сигнали трьох основних класів: випадкові, аналітичні, адитивні комбінації тих і інших (у адитивних сигналах можна використовувати і типові телеметричні функції).

Таким чином, обгрунтовані та аналітично доведені критерії ефективності зменшення надлишковості ін-

формації з врахуванням значного зменшення службової інформації згідно (2). Для апертурних адаптивних методів важливим є коефіцієнт зменшення надлишковості за двійковими значеннями, який враховує і об'єм службової інформації. Вона вноситься в потік стиснутих даних для відновлення сигналу на приймальному боці з заданою точністю.

Література

1. Орищенко В.И. Сжатие данных в системах сбора и передачи информации / Орищенко В.И., Санников В.А., Свириденко В.А. – М.: Радио и связь, 1985. -184 с.
2. Еремеев И.С. Устройства сжатия информации / Еремеев И.С. – М.: Энергия, 1980.
3. Свириденко В.А. Анализ систем со сжатием данных / Свириденко В.А. – М.: Связь, 1977. - 184 с.
4. Фомин А.А. Основы сжатия информации / Фомин А.А.– Санкт-петербургский Государственный Технический университет. – Санкт-Петербург, 1998.– С. 26
5. Ватолин, Дмитрий Сергеевич. Методы сжатия данных : Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео Д. Ватолин [и др.] М.: Диалог-МИФИ, 2003.
6. Яцків Н.Г. Методи та засоби стиснення даних в розподілених комп'ютерних системах на основі кодів поля Галуа : Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.13 / Н.Г. Яцків; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л., 2003. - 20 с.

Розглянуті основні способи боротьби з шумом на трасерних зображеннях. Представлено новий комп'ютерний алгоритм фільтрації цифрових трасерних кадрів, який можна використовувати навіть у випадках перекриття діапазонів яскравості фону, шуму та зображень трасерів
Ключові слова: фільтрація, шум, трасерне зображення, закон розподілу

Рассмотрены основные способы борьбы с шумом на трасерных изображениях. Представлен новый компьютерный алгоритм фильтрации цифровых трасерных кадров, который можно использовать даже в случаях перекрытия диапазонов яркости фону, шума и изображений частиц
Ключевые слова: фильтрация, шум, трасерное изображение, закон распределения

The main ways of noise reducing in tracer images is viewed. A new computer algorithm for filtering digital frames is presented, which can be used even in cases of overlapping the brightness ranges of noise, background and particle images
Key words: filtering, noise, tracer images, the distribution law

1. Характеристика проблемы

В настоящее время для исследования количественных и качественных характеристик потоков

жидкости и газа довольно часто применяются информационные технологии обработки трасерных изображений [1]. Использование данных технологий позволяет получить мгновенное поле скоростей в те-

УДК 004.9:532.574

ФИЛЬТРАЦИЯ ЗАШУМЛЕННЫХ ТРАССЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ИХ ОБРАБОТКЕ С ПОСТРОЕНИЕМ РЕКОНСТРУИРОВАННОГО КАДРА

А.Е. Мочалин

Аспирант

Кафедра специализированных компьютерных систем

Донбасский государственный технический университет

пр. Ленина, 16, г. Алчевск, Украина, 94204

Контактный тел.: 066-273-95-83

E-mail: omigo@i.ua