

О.М.Березький, д.т.н., завідувач кафедри комп'ютерної інженерії
Тернопільського національного економічного університету.

АРХІВУВАННЯ АСИМЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

В статті розроблений метод архівування асиметричних зображень, який базується на приведенні асиметричних зображень до симетричних і оцінці коефіцієнтів стиснення складових симетричного зображення. Приведено результати стиснення асиметричних зображень.

This paper is devoted to the method of asymmetric images archiving. It is based on reducing of asymmetric images to symmetric images and evaluation of compression ratio of symmetric image components. The results of asymmetric images compression are showed.

Вступ

Незважаючи на стрімке зростання обсягів пам'яті в комп'ютерних системах проблема архівування (стиснення) зображень залишається дуже актуальною. Це пояснюється великою надлишковістю зображення, що є платою за інформативність даного виду інформації. Існують два підходи до стиснення зображень: стиснення без втрат і стиснення з втратами. Стиснення без втрат є єдиним способом зменшення обсягів даних при архівуванні, наприклад, біомедичних або ділових документів. Інший вид стиснення заборонений законом. Серед класичних методів стиснення можна виділити кодування Хаффмана, арифметичне кодування, LZW кодування [1]. Важливість архівування біомедичних зображень відображена в ряді робіт [2-4]. Біомедичні зображення в загальному випадку представляють собою асиметричні зображення. Дана стаття присвячена підходу до архівування асиметричних зображень на основі приведення їх до симетричних.

Постановка задачі

Дано основні визначення складових симетричного та асиметричного зображень.

Нехай задане поле зору $F = \{(x, y) | 0 \leq x \leq N, 0 \leq y \leq m\}$. Визначимо елементарне зображення Ime як найменшу несиметричну частину поля зору F , $Ime \subset F$. Над заданим зображенням можна виконати геометричні перетворення (паралельний перенос, центральну симетрію, осьову симетрію, ковзне відображення, поворот і їх комбінації). Позначимо геометричні перетворення T_1, T_2, \dots, T_n . Множини перетворень, які будуються на основі приведених геометричних перетворень T_1, T_2, \dots, T_n , утворюють групи. Роль операції множення виконує композиція перетворень. Для того, щоб певна

множина геометричних перетворень була групою, необхідно і достатньо виконання аксіом абстрактної групи перетворень.

Рапортом Rp назвемо зображення, отримане з елементарного рисунку шляхом застосування комбінацій геометричних перетворень:

$$S(Ime) = Rp = \{S(x, y) \mid (x, y) \in Ime\}, Ime \subset Rp \subset F.$$

Симетричним назвемо зображення, отримане в результаті паралельних переносів рапорту вздовж осі OX (для смуги) і осей OX і OY (для площини): $Im_s = L(Rp) = \{L(x, y) \mid (x, y) \in Rp\}$, $Rp \subset Im_s \subset F$.

Асиметричним зображенням називається зображення отримане на основі симетричного зображення із спотворенням параметрів формування складових. Спотворення – це неізометричне перетворення параметрів формування групи симетрії [56, 60].

Представимо кожен із складових симетричного зображення за допомогою форматів BMP та TXT. Формат TXT містить аналітичний вираз (формулу побудови) структурної частини.

Знайдемо коефіцієнти стиснення для різних варіантів зберігання складових. Нехай Q_{bmp} – обсяг пам'яті для збереження складової симетричного зображення в BMP форматі, а Q_{txt} – обсяг пам'яті для збереження складової в TXT форматі. Тоді справедлива така рівність:

$$\frac{Q_{bmp}}{Q_{txt}} = K,$$

де K – коефіцієнт стиснення складової симетричного рисунка.

Необхідно оцінити коефіцієнти стиснення асиметричного зображення в цілому та його складових.

1. Приведення асиметричних зображень до симетричних

Метод стиснення асиметричних зображень полягає у приведенні асиметричного зображення до симетричного та подальшого стиснення складових симетричного зображення. Розглянемо послідовно дані кроки.

Симетрування асиметричних зображень ґрунтується на алгоритмах симетрування базових геометричних перетворень і алгоритмах симетрування кристалографічних груп на смугі та площині [5].

Будь-який симетризатор є відображенням множини асиметричних зображень M в множину симетричних зображень M_0 .

Симетризатор V будь-якої групи розкладається на симетризатор підгрупи рапорту і симетризатор підгрупи трансляцій $V_G = V_{Rp} \cdot V_L$ (кожну групу симетрії можна представити у вигляді підгрупи рапорту і підгрупи трансляцій [82]).

Симетризатор рапорту в свою чергу розкладається на симетризатори породжуючих перетворень відносно певної групи

$$V_{Rp} = V_Z \cdot V_S \cdot V_R \cdot V_{XS} \cdot V_{X,Y},$$

де V_Z – симетризатор центральної симетрії, V_S – симетризатор осьової симетрії, V_R – симетризатор повороту, V_{XS} – симетризатор ковзної симетрії, $V_{X,Y}$ – симетризатор зміщень.

Вибір симетризатора V певної групи залежить від наявності породжуючих перетворень, що утворюють дану групу.

Симетрування базових геометричних перетворень. Введемо такі спотворення: $D_x, D_y, D_{x,y}, D_m, D_{R_\alpha}, D_{x,y,R_\alpha}, D_{x,y,m}, D_{x,y,R_\alpha,m}$.

Симетрування осьової симетрії. Розглянемо спотворення осьової симетрії. В загальному вигляді рівняння осьової симетрії без спотворення наступне: $Ims = R_l \cdot Ime$,

де R_l – оператор відображення відносно осі l : $y = kx + b$.

Рівняння в операторній формі у випадку спотворень $D_{x,y,R_\alpha,m}$ представляється таким чином:

$$Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(R_l(D_m Ime)))$$

а в матричній формі $Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_l(D_m Ime)))$, де T_l – перетворення осьової симетрії в матричній формі.

Рівняння симетрування таке:

$$Ime = Imas \cdot V_S = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_l(D_m Ime))) D_m^{-1} D_{R_\alpha}^{-1} D_{x,y}^{-1} = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_l(D_m Ime))) \times (D_{x,y} D_{R_\alpha} D_m)^{-1}$$

Симетрування центральної симетрії. Рівняння центральної симетрії без спотворень таке:

$$Ime = R_Z \cdot Ime,$$

де R_Z – оператор відображення відносно будь-якої точки.

Рівняння в операторній формі у випадку спотворень $D_{x,y,R_\alpha,m}$ буде наступне: $Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(R_Z(D_m Ime)))$, а в матричній:

$$Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_Z(D_m Ime)))$$

Рівняння симетрування таке:

$$Ime = Imas \cdot V_Z = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_Z(D_m Ime))) D_m^{-1} D_{R_\alpha}^{-1} D_{x,y}^{-1} = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_Z(D_m Ime))) \times (D_{x,y} D_{R_\alpha} D_m)^{-1}$$

Симетрування поворотів. Рівняння повороту довільного елементарного рисунку на кут θ представимо у вигляді:

$$Ime = R_\theta \cdot Ime,$$

де R_θ – оператор повороту на кут θ відносно будь-якої точки.

При спотворенні $D_{x,y,R_\alpha,m}$ рівняння в операторній формі набуває вигляду: $Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(R_\theta(D_m Ime)))$,

а в матричній: $Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_R(D_m Ime)))$.

Рівняння симетрування таке:

$$Imas = Imas \cdot V_R = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_R(D_m Ime)))D_m^{-1}D_{R_\alpha}^{-1}D_{x,y}^{-1} = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_R(D_m Ime))) \times (D_{x,y}D_{R_\alpha}D_m)^{-1}$$

Симетрування паралельних перенесень. Паралельне перенесення довільного елементарного рисунку на вектор \vec{p} , модуль якого $|\vec{p}| = \sqrt{m^2 + n^2}$, де m і n – зміщення по осі OX та OY відповідно, представимо у вигляді рівняння $Imas = R_{X,Y} \cdot Ime$, де $R_{X,Y}$ – оператор паралельного перенесення.

При спотворенні $D_{x,y,R_\alpha,m}$ рівняння в операторній формі набуває вигляду: $Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(R_{X,Y}(D_m Ime)))$,

а в матричній: $Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_{X,Y}(D_m Ime)))$.

Рівняння симетрування таке:

$$Imas = Imas \cdot V_{X,Y} = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_{X,Y}(D_m Ime)))D_m^{-1}D_{R_\alpha}^{-1}D_{x,y}^{-1} = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_{X,Y}(D_m Ime))) \times (D_{x,y}D_{R_\alpha}D_m)^{-1}$$

Симетрування ковзної симетрії. Ковзна симетрія є комбінацією паралельного переносу і осьової симетрії. Тому рівняння ковзної симетрії буде наступним: $Imas = R_{X,Y} \cdot R_S \cdot Ime$, де $R_{X,Y}$ – оператор паралельного перенесення, R_S – оператор осьової симетрії.

При спотворенні $D_{x,y,R_\alpha,m}$ рівняння в операторній формі набуває вигляду:

$$Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(R_{X,Y}R_S(D_m Ime)))$$

а в матричній: $Imas = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_{X,Y}T_S(D_m Ime)))$.

Рівняння симетрування таке:

$$Imas = Imas \cdot V_{X,S} = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_{X,Y}T_S(D_m Ime)))D_m^{-1}D_{R_\alpha}^{-1}D_{x,y}^{-1} = D_{x,y}(D_{R_\alpha}(T_{X,Y}T_S(D_m Ime))) \times (D_{x,y}D_{R_\alpha}D_m)^{-1}$$

В роботі [6] детально проаналізовано і виведено рівняння симетрування груп симетрії на площині та сфери.

2. Архівування асиметричних зображень

Після приведення асиметричного зображення до симетричного знайдемо коефіцієнти стиснення для різних варіантів зберігання складових

симетричного зображення [6]. Нехай Q_{bmp} – обсяг пам'яті для збереження елементарного рисунка в BMP форматі, а Q_{txt} – обсяг пам'яті для збереження елементарного рисунка в TXT форматі. Тоді справедлива така рівність:

$$\frac{Q_{bmp}}{Q_{txt}} = K,$$

де K – коефіцієнт стиснення елементарного рисунка.

Якщо елементарний рисунок зберігається в BMP форматі, тоді $K = 1$. Для рапорту в форматі BMP обсяг пам'яті дорівнює:

$$RP_{bmp} = K_i \cdot Q_{bmp},$$

де K_i – кількість елементарних рисунків в рапорті. У форматі TXT обсяг пам'яті становить:

$$RP_{txt} = K_i \cdot Q_{txt}.$$

У формулі опису для кодування кількості елементарних рисунків відводиться один символ, який рівний одному байтові, тобто в форматі TXT обсяг пам'яті практично не зростає від кількості елементарних рисунків. Отже, $RP_{txt} \approx Q_{txt}$. Тоді коефіцієнт стиснення для рапорту рівний:

$$K_{RP} = \frac{K_i \cdot Q_{bmp}}{Q_{txt}} = K_i \cdot K.$$

У випадку зберігання елементарного рисунка в рапорті у BMP форматі коефіцієнт стиснення дорівнює:

$$K_{RP} = \frac{K_i \cdot Q_{bmp}}{Q_{bmp}} = K_i.$$

Симетричне зображення займає в форматі BMP обсяг пам'яті:

$$SOR_{bmp} = RP_{bmp} \cdot K_{IT} = K_i \cdot K_{IT} \cdot Q_{bmp},$$

де K_{IT} – кількість ітерацій (кількість рапортів), в форматі TXT:

$$SOR_{txt} = RP_{txt} \cdot K_{IT} = K_i \cdot K_{IT} \cdot Q_{txt},$$

Оскільки обсяг пам'яті для симетричного зображення в форматі TXT наближено дорівнює обсягу пам'яті елементарного рисунка, тоді:

$$SOR_{txt} \approx Q_{txt}.$$

Відповідно коефіцієнт стиснення для симетричного зображення рівний:

$$K_{SOR} = \frac{SOR_{bmp}}{SOR_{txt}} \approx \frac{K_i \cdot K_{IT} \cdot Q_{bmp}}{Q_{txt}} = K_i \cdot K_{IT} \cdot K.$$

Коли елементарний рисунок зберігається в BMP форматі у рапорті, тоді коефіцієнт стиснення дорівнює:

$$K_{SOR} \approx \frac{K_i \cdot K_{IT} \cdot Q_{bmp}}{Q_{bmp}} = K_i \cdot K_{IT}.$$

У випадку збереження рапорту в BMP форматі коефіцієнт стиснення становить:

$$K_{SOR} \approx \frac{K_i \cdot K_{IT} Q_{bmp}}{K_i \cdot Q_{bmp}} = K_{IT} .$$

3. Експериментальні дослідження

Експериментальні дослідження проведено на основі програмної системи, яку реалізовано в середовищі мови програмування Delphi.

Здійснений аналіз показує, що середній коефіцієнт стиснення елементарних рисунків становить 20, а середній коефіцієнт стиснення для симетричного зображення рівний 45. Графіки проведеного аналізу наведено на рисунку, де Q_{bmp} – розмір растрового зображення у форматі BMP, Q_{txt} – розмір текстового файлу у форматі TXT.

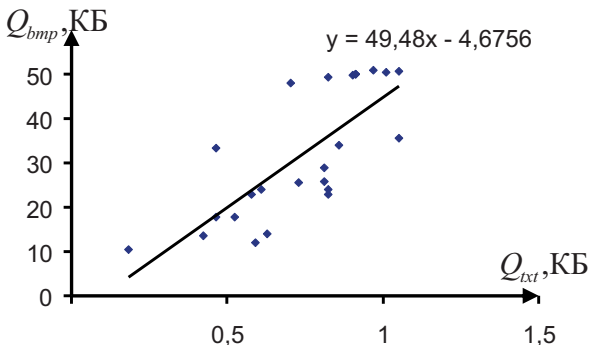


Рис. 1. Залежність обсягів пам'яті у форматі BMP від TXT для асиметричного зображення, побудованого на основі групи r4m

Висновки

Розроблений метод архівування асиметричних зображень, який базується на приведенні асиметричного зображення до симетричного та стисненні складових симетричного зображення, дає можливість усунути структурну надлишковість вихідного зображення. Проведені комп'ютерні експерименти показали ефективність такого підходу.

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер с англ. под ред. П.А. Чочиа. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Абламейко С. В. Медицинские информационные технологии и системы / В. В. Анищенко, В. А. Лапицкий, А. В. Тузиков; ОИПИ НАН Беларуси – Минск, 2007. – 176 с.
3. Абламейко С. В. Обработка изображений: технология, методы, применение. Учебное пособие. / С.В. Абламейко, Д. М. Лагуновский – Минск: Амалфея, 2000. – 304 с.

4. *Абламейко С. В.* Обработка оптических изображений клеточных структур в медицине / Абламейко С. В., Недзьведь А. М.; НАН Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики. – Минск, 2005. – 156 с.
5. *Березький О. М.* Методи і алгоритми аналізу та синтезу асиметричних зображень / О. М. Березький // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 162–172.
6. *Березький О. М.* Використання методу опису та генерування зображень для стиснення симетричної графічної інформації / О. М. Березький, К. М. Березька // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 3. – С. 126–128.

Поступила 28.02.2013р.

УДК 621.3

Л.С.Сікора, д.т.н., проф, НУ «Львівська політехніка»,
Н.К.Лиса, к.т.н., ЦСД «ЕБТЕС»,
Ю.Г. Міюшкович, к.т.н., НУ «Львівська політехніка»,
Р.С. Марцишин, к.т.н., доц. НУ «Львівська політехніка»

ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКСПЕРТНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ФАКТОРІВ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩА ТА АНАЛІЗ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЕФЕКТІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ СЕНСОРІВ КОНЦЕНТРАЦІЇ

Анотація. Розглянуто фізико-хімічні і оптичні ефекти, як підставу створення сенсорів концентрації забруднень техногенного середовища.

Аннотация. Рассмотрены физико-химические и оптические эффекты, как основание создания сенсоров концентрации загрязнений техногенной среды.

Abstract. Considered physico-chemical and optical effects, as the basis of creating sensors contaminant concentrations man-made environment.

Ключові слова. Сенсор, експерт, модель, метод концентрації забруднень.

Ключевые слова. Сенсор, эксперт, модель, метод концентрации загрязнений.

Keywords. Sensor expert, model, method, the concentration of pollutants.

Актуальність. На сучасному етапі інтенсивного забруднення середовища техногенними системами, особливо в зимовий період – електростанціями, продуктами виробничого процесу, створення засобів вимірювання їх концентрації у повітрі і воді мають велике значення, так як впливають на екологію та стан здоров'я населення навколишнього середовища. Тому важливим є розроблення сенсорів концентрації на основі комплексування різних фізико-хімічних і оптичних ефектів, особливо з