

Розробка та дослідження методів підвищення ефективності доступу к пам'яті при генеруванні та обробленні зображень

ОЛЕКСАНДР АНОПРІЄНКО

Донецький державний технічний університет

Україна, 340000 Донецьк,

вулиця Артема 58

Тел.: (0622) 35-45-89

Електронна пошта: anoprien@dstu.donetsk.ua

Alexander Anoprienko. Development and Research of Methods for Highspeed Access to Memory During Image Generation and Processing.

The results of research of efficiency of various acceleration methods for highspeed access to image memory are considered. Examples of the technical decisions, their theoretical analysis on the basis of stochastic geometry and results of their simulation are described.

Проблема прискорення процесів обробки та генерації зображень є однією з найбільш актуальних. У зв'язку з цим дедалі ширше вживаються різноманітні методи її вирішення шляхом паралелізації обчислювальних процесів. Однією з необхідних умов паралелізації є забезпечення ефективного доступу до пам'яті зображень [1]. Далі розглядаються варіанти вирішення цієї проблеми та дається їх теоретична та експериментальна оцінка. При цьому для теоретичного аналізу був використаний математичний апарат стохастичної геометрії [2], а для експериментального дослідження — імітаційне моделювання процесів обробки та генерації зображень. Були досліджені як добре відомі технічні рішення, так і відносно нові (дивись, наприклад, [4-6]), а також — теоретично можливі.

Одним з найбільш важливих питань при імітаційному моделюванні є вибір моделі "робочого навантаження", тобто тестових зображень. У простішому разі для цієї мети беруться деякі конкретні зображення. Однак такому підходу притаманні значні недоліки: вибір тестових зображень є суттєво суб'єктивним, відсутня можливість достатньо гнучкого управління параметрами робочого навантаження з метою дослідження їх впливу на отримані результати, суттєво обмежені можливості аналітичного опису робочого навантаження, що веде до недостатньої узагальненості результатів моделювання. Тому з метою забезпечення достатньо об'єктивного порівняльного дослідження був вибраний підхід, заснований на використанні вірогідностної моделі робочого навантаження. Моделювались зображення, орієнтовані на два варіанту доступу: векторами (при стохастичному лінійчатому скануванні

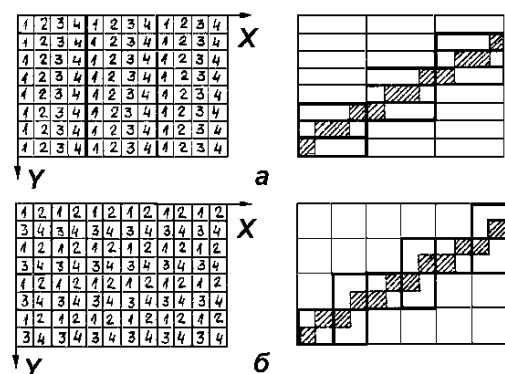


Рис.1. Варіанти розміщення елементів пам'яті та фіксованого одноформатного доступу при обробці векторних зображень

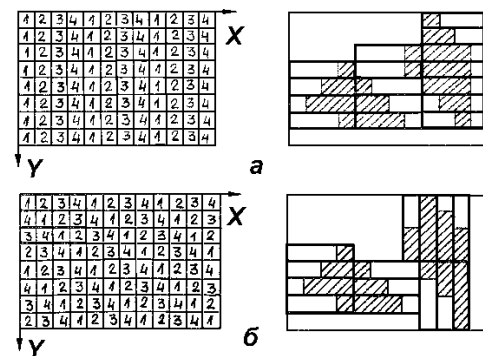


Рис.2. Варіанти розміщення елементів пам'яті та фіксованого доступу при обробці фрагментів зображень типу багатокутників

та генерації векторних зображень) та масивами, репрезентованими випуклими багатокутниками.

При моделюванні векторного робочого навантаження передбачалось рівномірне розподілення векторів по полю растра з рівномірним розподіленням їх орієнтації у межах від 0 до 90 градусів. При цьому моделювались три варіанти розподілення їх довжини: “навантаження 1” — довжина кожного вектору у межах растру максимальна; “навантаження 2” — довжини векторів розподілені рівномірно; “навантаження 3” — довжини векторів розподілені експоненціально.

Відповідно моделювалось робоче навантаження, репрезентоване випуклими багатокутниками: “навантаження 1” (“образ-1”) — рівномірне розподілення прямокутників по полю растра з рівномірним розподіленням їх розмірів; “навантаження 2” (“образ-2”) — рівномірне розподілення багатокутників по полю растра з рівномірним розподіленням їх розмірів; “навантаження 3” (“образ-3”) — рівномірне розподілення багатокутників по полю растра з експоненціальним розподіленням їх розмірів.

При аналізі розглядались варіанти прискорення доступу шляхом відповідного розміщення паралельно доступних елементів пам’яті з фіксованим розміщенням на растрі слова доступу (Ф-доступ) та плаваючим (П-доступ) з одним (доступ-1) або кількома варіантами його орієнтації (доступ-2 та доступ-4). Приклади розміщення елементів пам’яті та використання різних форматів слова доступу наведені на рис. 1-3.

Як відомо із стохастичної геометрії, якщо фундаментальні регіони деякої решітки мають площу α_0 , і кожна має криву завдовжки L_0 , то середнє значення кількості точок пересічення цих кривих з кривою D_1 завдовжки L_1 , кинуті випадково на плоскість дорівнює

$$E = \frac{2L_0L_1}{\pi\alpha_0}. \quad (1)$$

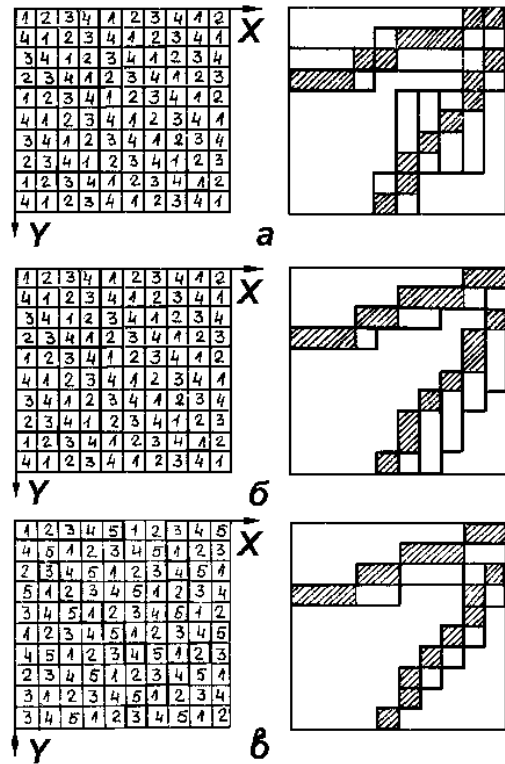


Рис.3. Варіанти розміщення елементів пам’яті та плаваючого багатоформатного доступу при обробці векторних зображень

Виходячи із цього ствердження може бути отримана формула для теоретичної оцінки коефіцієнта прискорення доступу к пам'яті кадру K_A при можливості одночасної модифікації декількох пікселів:

$$K_A = \frac{M_v \pi W_x W_y}{2 L_1 (W_x + W_y)}, \quad (2)$$

где M_v — середня кількість пікселів, утворюючих вектор при реалізації чотирьохточчного алгоритму, L_1 — середнє значення довжини вектору, W_x — розмір слову доступу до пам'яті по x , W_y — розмір слову доступу до пам'яті по y . При $W_y = 1$ і зростаючих значеннях W_x отримаємо

$$\lim_{W_x \rightarrow \infty} \frac{M_v \pi W_x W_y}{2 L_1 (W_x + W_y)} = \frac{M_v \pi}{2 L_1}, \quad (3)$$

що відповідає рішенням так званої задачі Бюффона о киданні голки: при киданні відрізка довжиною L на множину паралельних прямих з одиничною відстанню очікувана кількість пересічень є $2\pi^{-1}L$.

При одноформатному доступі для навантаження 2 при $X = Y = 512$ теоретичне значення K_A при $W_x \rightarrow \infty$ не перебільшує 1,36.

Виходячи із відомого положення інтегральної геометрії про те, що середня кількість фрагментів, на яке замкнута область D_1 площі F_1 , обмежена однією кривою довжиною L_1 буде розділена, коли вона випадково кидається на решітку фундаментальних областей площі α_0 з контуром L_0 , дорівнює

$$E = \frac{2\pi(\alpha_0 + F_1) + L_0 L_1}{2\pi\alpha_0}, \quad (4)$$

виведені формули для теоретичної оцінки K_A для першого

$$K_A = \frac{\pi W_x W_y F_1}{\pi(W_x W_y + F_1) + 2(\Delta x + \Delta y)(W_x + W_y)}, \quad (5)$$

и последующих варіантів навантажень при обробці масивів, репрезентованих багатокутниками:

$$K_A = \frac{\pi W_x W_y F_1}{\pi(W_x W_y + F_1) + 4\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}(W_x + W_y)},$$

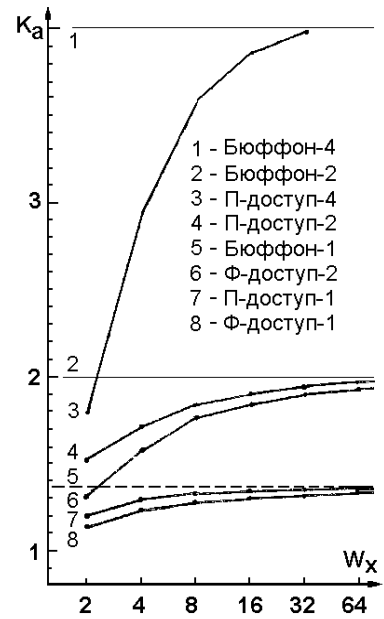


Рис.4. Результати імітаційного моделювання ефективності різних методів доступу при обробці векторних зображень ("Бюффон" — теоретичне вирішення задачі Бюффона)

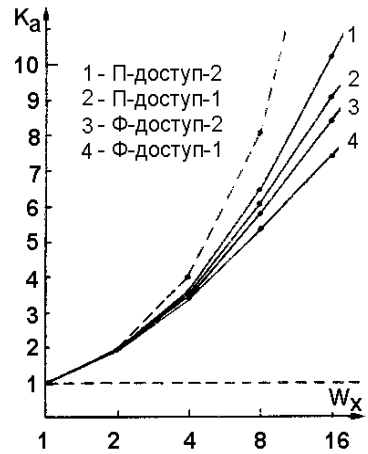


Рис.5. Результати імітаційного моделювання ефективності різних методів доступу при обробці прямокутних фрагментів зображень

де F_l є середня площа масиву в пікселях, Δx і Δy — середні габаритні розміри масиву по x та y відповідно.

Наведені формули дозволяють при відомих параметрах навантаження оцінити значення коефіцієнту прискорення доступу к пам'яті (порівняно з випадком $W_x = W_y = 1$) при заданих значеннях W_x і W_y . Практично повний збіг (у межах 1% погрішності) результатів імітаційного моделювання с теоретичними підтверджує ефективність використовуваних методів. Деякі результати дослідження наведені на рис. 4 і 5.

Було також досліджено деякі варіанти ієрархічного кодування зображень, у тому числі впроваджених у вигляді конкретних технічних рішень [5, 6]. На рис. 6 показані, наприклад, результати порівняльного аналізу шляхом моделювання звичайного паралельного доступу (при $W_x=16$) та апаратно підтриманого ієрархічного коду. При цьому добре видно, що ефективність ієрархічного коду тим вища, чим більше розмір растру зображення.

Розроблені теоретичні методи та імітаційні моделі у кожному конкретному випадку дозволяють конкретно оцінити рівень ефективності відповідних технічних рішень та алгоритмів з метою їх подальшого впровадження.

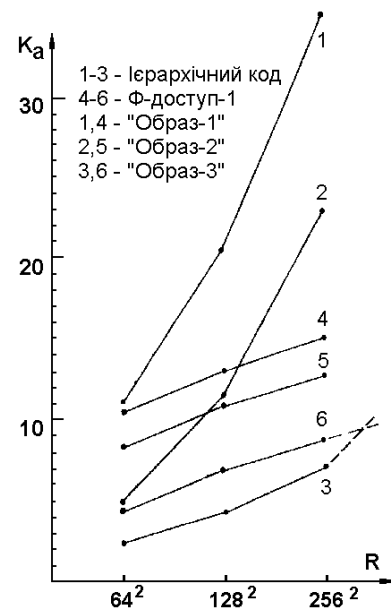


Рис. 6. Прискорення при різних розмірах растру R

Література.

1. Метлицкий Е.А., Каверзнев В.В. *Системы параллельной памяти: Теория, проектирование, применение*. — Л., Издательство Ленинградского университета. 1989, 240 с.
2. Аноприенко А.Я. *О некоторых приложениях методов стохастической геометрии к анализу и синтезу вычислительных систем и алгоритмов*. Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Выпуск 1. Донецкий государственный технический университет. — Донецк: ДонГТУ, 1996, с. 129-137.
3. *Запоминающее устройство с многоформатным доступом к данным*. А.с. 1336108 (СССР) / Аноприенко А.Я., Башков Е.А., Кухтин А.А., Сербиненко А.В., Оpubл. 1987, БИ № 33.
4. *Устройство для отображения информации на экране телевизионного индикатора*. А.с. 1439671 (СССР) / Аноприенко А.Я., Оpubл. 1988, БИ № 43.
5. *Запоминающее устройство с многоформатным доступом к данным*. А.с. 1355997 (СССР) / Аноприенко А.Я., Башков Е.А., Оpubл. 1987, БИ № 44.
6. *Запоминающее устройство с многоформатным доступом к данным*. А.с. 1336109 (СССР) / Аноприенко А.Я., Башков Е.А., Оpubл. 1987, БИ № 33.

Як посилатися на цю доповідь:

Анопрієнко О.Я. Розробка та дослідження методів підвищення ефективності доступу до пам'яті при генеруванні та обробленні зображень // Праці Всеукраїнської міжнародної конференції "Оброблення сигналів і зображень та розпізнавання образів (УкрОБРАЗ'96)". — Київ. — 1996. С. 74-76.