

Анонсована пікова (технічна) продуктивність FP32 1,862 Тфлопс, відповідає теоретичному максимуму виконання операцій за секунду (theoretical operations per second) всіма CUDA-ядрами графічного чіпа. Вона досягається при обробці нескінченної послідовності не взаємозв'язаних і не конфлікуючих при доступі в пам'ять команд і в принципі визначається частотою роботи ядер. Для відображення максимально повної інформації про обчислювальні можливості в CUDA і порівняння з іншими відеоадаптерами можна використовувати спеціальну утиліту CUDA-Z. Утиліта також містить експрес-перевірку продуктивності обчислень на GPU і смуги пропускання відеопам'яті [3].

Аналіз нових GPU від NVIDIA показує, на даний час, що самий високопродуктивний в світі графічний прискорювач Titan V для персональних комп'ютерів. Заявлена продуктивність досягає 110 Тфлопс в глибокому навчанні. Вартість нової відеокарти під назвою Titan V складе майже \$3000. Конфігурація графічного прискорювача Titan V передбачає використання 5120 ядер CUDA і 640 ядер Tensor. Базова частота дорівнює 1200 МГц, форсована частота - 1455 МГц.

Застосування технології CUDA дозволяє відчутно збільшити продуктивність персональних комп'ютерів лише в певних завданнях. Але сфера використання подібної технології буде розширюватися, а процес нарощування кількості ядер в звичайних процесорах свідчить про зростання затребуваності паралельних багатопоточних обчислень в сучасних програмних додатках. Не дарма останнім часом всі лідери індустрії загорілися ідеєю об'єднання CPU і GPU в рамках однієї уніфікованої архітектури.

1. *CUDA-Accelerated Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/deep-learning-ai/> .* 2. *Огляд і тестування відеокарти ASUS ROG STRIX GeForce GTX 1050 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://ua.gecid.com/video/asus_strix-gtx1050-o2g-gaming/– Назва з екрану.* 3. *CUDA-z Information Utility [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://cuda-z.sourceforge.net/>*

Процько І. О., Рикмас Р. В.

Національний університет «Львівська політехніка»

ЕФЕКТИВНЕ ОБЧИСЛЕННЯ ЦІЛОЧИСЕЛЬНОГО ДКП

Застосування комплексу ефективних алгоритмів обробки, кодування та шифрування вхідних потоків даних забезпечує підвищення швидкодії формування та передавання інформаційно-комунікаційними системами компактних, захищених пакетів достовірної і точної інформації. Завдяки ефективним алгоритмам досягається зменшення об'ємів представлення безпосередніх даних повідомлень передавання при відповідних скороченнях необхідних обчислень.

Одними з цих ефективних алгоритмів є швидкі алгоритми ортогональних перетворень з мінімальною обчислювальною складністю. Існує низка дискретних ортогональних перетворень класу Фур'є, базисом яких є гармонічна складова. Стандартом ISO ІЕС затверджено вісім типів дискретного косинусного перетворення ДКП I-VIII. Для зменшення надлишковості сигналів, зображень та відеокадрів широко використовують ДКП-II дискретне косинусне перетворення другого типу виду

$$X_N^{c2}(k) = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{n=0}^{N-1} a(n)x(n) \cos\left[\frac{k(2n+1)p}{2N}\right], \quad k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (1)$$

де $x(n)$ – вхідна послідовність перетворення, $n=0, 1, \dots, N-1$; $a(n)=1/\sqrt{2}$, якщо $n=0$, інакше $a(n)=1$.

В сучасних відеостандартах H.264/MPEG-4 AVC, VC-1, AVS, H.265(HEVC) [1], в першу чергу застосовують цілочисельні дискретні косинусні перетворення (ЦДКП), і

особливо ті, що мають ефективні алгоритми їхньої реалізації. ЦДКП-II в матричній формі описується через матрицю цілочисельного ядра $IC_{N \times N}$ у виді

$$X_N = IC_{N \times N} x_N d_N \quad (2)$$

де d_N – матриця коефіцієнтів нормування. Наприклад, ДКП-II для обсягу $N=4$ вираз (2) матиме вид

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1-1 & -2 \\ 1-1 & -1 & 1 \\ 1-2 & 2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ 0.5b \\ a \\ 0.5b \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де відповідно умови ортогональності базисних векторів $b = \sqrt{1,6 a^2}$.

Для ефективного обчислення ЦДКП-II застосовуються різні форми запису (2), перш за все – матричне множення, часткова факторизація (partial butterfly) і повна факторизація (full factorization form). Особливий випадок ефективного обчислення ДКП це представлення базисної матриці у виді набору циклічних підматриць [2]. Розглянемо даний підхід для ЦДКП-II розмірності $N=8$. Врахувавши умови ортогональності цілочисельних коефіцієнтів a, b, c, d, e, f [3], що формують цілочисельне ядро перетворення, матриця $IC_{8 \times 8}$ може бути подана у виді

$$IC_{8 \times 8} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ a & b & c & d & -d & -c & -b & -a \\ e & f & -f & -e & -e & -f & f & e \\ b & -d & -a & -c & c & a & d & -b \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ c & -a & d & b & -b & -d & a & -c \\ f & -e & e & -f & -f & e & -e & f \\ d & -c & b & -a & a & -b & c & -d \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Оптимальні набори цілочисельних коефіцієнти a, b, c, d, e, f , що забезпечують високу якість стиснення зображень, підбираються шляхом перебору наборів різних варіантів. Відповідно розробленої методології [2], сформуємо (4) у виді структури, що містить набір циклічних підматриць.

$$IC_{8 \times 14} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ a & b & -d & c & -a & -b & d & -c \\ b & -d & c & -a & -b & d & -c & a \\ -d & c & -a & -b & d & -c & a & b \\ c & -a & -b & d & -c & a & b & -d \\ -a & -b & d & -c & a & b & -d & c \\ -b & d & -c & a & b & -d & c & -a \\ d & -c & a & b & -d & c & -a & -b \\ -c & a & b & -d & c & -a & -b & d \\ e & f & -e & -f & e & f & -e & -f \\ f & -e & -f & e & f & -e & -f & e \\ -e & -f & e & f & -e & -f & e & f \\ -f & e & f & -e & -f & e & f & -e \end{bmatrix}. \quad (5)$$

В результаті обчислення ЦДКП-II розмірності $N=8$ зводиться до знаходження 4-х значень 8-точкової циклічної згортки з подвійним повторенням $a, b, -d, c$ послідовності цілочисельних коефіцієнтів та знаходження 2-х значень 4-точкової циклічної згортки з подвійним повторенням e, f послідовності цілочисельних коефіцієнтів. Вихідні значення $X[0], X[4]$ перетворення, що відповідають верхнім двом рядкам цілочисельного ядра $IC_{8 \times 14}$

перетворення (5) обчислюються через об'єднання вхідних значень $x(n)$ послідовності перетворення. Збільшення розмірності $2N$ цілочисельного ядра IC перетворення закономірно формується збільшенням вдвічі обсягу циклічних підматриць попереднього набору, що включатиме, наприклад для $N=16$, по одному 16, 8, 4, 2-точкові циклічні згортки. Подвійне повторення послідовності цілочисельних коефіцієнтів приводить до подальшого скорочення обчислювальних затрат у швидких алгоритмах згортки [4].

Таким чином цілочисельне ядро ЦДКП-II можна сформуувати у виді набору циклічних підматриць, ефективне обчислення яких приводить до зменшення обчислювальних затрат в задачах обробки та стиснення зображень або відеокадрів (JPEG, MPEG).

В якості напрямку подальших досліджень є перспективним розробка цілочисельних дискретних перетворень класу Фур'є (в тому числі й ЦДКП-II) в пристроях компресії даних з сигнальними процесорами або ПЛІС. Адже, стиснення інформаційних даних зображень або відеокадрів в сучасних кодексах забезпечило я збільшення швидкості передавання інформації так і її ефективне зберігання.

1. Гонсалес Р. *Цифровая обработка изображений* / Р. Гонсалес, Р. Вудс. - М.: Техносфера, 2010, - 1072с. 2. Prots'ko I., *The Efficient Algorithm of Discrete Cosine Transform.* / I. Protsko // *Proceedings of the IX International Conference (CADSM'2007), Poljana, 20-24 february 2007.* -P.163-164. 3. W.-K. Cham, *Development of integer cosine transforms by the principle of dyadic symmetry.* / Cham W.-K. // *Communications, Speech and Vision, IEE Proceedings, Part I, Vol. 136, No.4, 1989.* -P. 276 - 282. 4. Blahut R. E. *Fast algorithms for signal processing* / Richard E. Blahut / Cambridge University Press, 2010.- 469p.

Рикмас Р.В.
ТзОВ «Юнісервіс»

АВТОМАТИЗАЦІЯ СТВОРЕННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ РОЗРІЗІВ В ПОШИРЕНИХ САПР ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ

При проектуванні протяжних лінійних об'єктів таких як автомобільні дороги, магістральні трубопроводи чи високовольтні лінії електропередачі, важливим є розуміння геологічної ситуації та того як вона буде змінюватись в майбутньому. Геологічні дослідження для таких важливих об'єктів є обов'язковими, згідно різних державних, галузевих та регіональних норм. Основним завданням таких геологічних досліджень є виявлення та класифікація ґрунтів, які залягають на місцевості, вивчення їх фізичних та хімічних характеристик (корозійна агресивність ґрунту до різних марок сталі та бетону, несуча можливість палів, тощо). Окрім цього геологи та геодезисти повинні виявити та картографувати зони небезпечних геологічних процесів (області можливого зсуву, обвалу, наявність карстових порожнин, ярово-баклової ерозії).

Проектування лінійних об'єктів зазвичай здійснюється в САПР, які працюють на основі формату *dwg*–AutodeskAutoCAD, BricsysBricscad, НанософтНаноКАД та інші. Важливо забезпечити геологів такими програмними інструментами, з якими вони могли б представити зібрану ними інформацію в доступному для проектувальників вигляді, інтегруватись в існуючий для проектування технологічний процес. При проектуванні найбільший обсяг роботи виконується на повздовжньому розрізі траси лінійного об'єкту (профіль). При проектуванні залізничних та автомобільних доріг виконується багато поперечних розрізів (січень). Січень виконується багато, з певним кроком вздовж траси, крок залежить від рельєфу. Геологи на профілях та січеннях відображають виявленні в результаті досліджень ґрунти, рівні води та промерзання, це дуже складна та тривала для них операція, яку необхідно автоматизувати.