

ПРО ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ КОМПІЛЯТОРА GCC ТА ТЕХНОЛОГІЇ OPENMP ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ

Алексєєв С.Р., Чеснокова О.В., Савченко М.А., Хохлова А.А.

Донецький національний технічний університет,
EAlekseev@gmail.com, chesn_o@list.ru

Обчислення при розв'язанні серйозних математичних та інженерних задач навіть із застосуванням потужних комп'ютерів можуть займати достатньо багато часу. У даній роботі автори діляться досвідом використання вільного набору компіляторів GCC і технології OpenMP для вирішення задач лінійної алгебри. У статті наведені результати тестування програм вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь з великим числом невідомих (500-5000) і множення матриць великої розмірності (500-5000).

GCC (GNU Compiler Collection) – це вільно розповсюджуваний набір компіляторів для різних мов програмування. На даний момент GCC є кросплатформним і може працювати практично під будь-якої сучасної операційної системою і компілювати програми під різні типи процесорів.

Особливість GCC в тому, що він здатний аналізувати імена файлів і визначати, які дії необхідно виконати. Так файли з розширенням .c/.cc (.cpp) розглядаються, як файли на мові C/C++, файли з розширенням .f90 або .F95 – це коди мови Fortran, а файли з розширенням .o вважаються всередині машинними кодами.

Відмінною рисою GCC є управління компіляцією за допомогою ключів командного рядка, які детально описані в [1]. При компіляції програм розв'язання задач обчислювальної математики слід звернути увагу на ключі «-O1», «-O2», «-O3», які встановлюють різні рівні оптимізації програми за швидкістю - мінімальна, середня і висока відповідно.

Як інструмент для налагодження програм за допомогою GCC можна використовувати вільне середовище розробки програмного забезпечення Geany. Цей багатоплатформний програмний продукт має досить гнучкий інтерфейс, автоматично визначає мову програмування і виділяє програмний код відповідно з синтаксисом мови.

Автори вже кілька років використовують GCC в навчальному процесі та науковій діяльності. Одним з напрямків досліджень є паралельне програмування з використанням технології OpenMP і компілятора GCC.

OpenMP – це відкритий стандарт для розпаралелювання програм. Він реалізує паралельні обчислення за допомогою багатопоточності. На даний момент автори досліджували розпаралелювання алгоритмів множення матриць і рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Використовувався наступний ПК: материнська плата MSI H67MA-E45; ОЗУ – 4Гб; процесор Intel Core I5 (4 ядра) з тактовою частотою 3.3 ГГц; 32-х розрядна ОС Linux Mint Debian с рае ядром.

У таблиці 1 представлені результати тестування програми вирішення СЛАУ ітераційним методом за допомогою компілятора g++ з опцією оптимізації «-O3».

Таблиця 1. Час рішення СЛАУ ітераційним методом в g++

Процес:	Розмірність СЛАУ				
	500	1000	2000	3000	5000
послідовний	0.0145874	0.031860	0.050048	0.27771	0.77832
паралельний	0.0035095	0.014160	0.020507	0.108582	0.265625

Таблиця 2 містить результати тестування програми розв'язання СЛАУ методом Гауса (компілятор g++ з опцією оптимізації «-O3»).

Таблиця 2. Час рішення СЛАУ методом Гауса в g++

Процес:	Розмірність СЛАУ				
	500	1000	2000	3000	5000
Послідовний	0.157532	1.24301	1.92383	34.2341	159.008
паралельний	0.0566101	0.421143	1.30005	12.1223	56.0793

Результати тестування програми множення матриць показані в таблиці 3 (компілятор g++ з опцією оптимізації «-O3»).

Таблиця 3. Час множення квадратних матриць у g++

Процес:	Розмірність матриць				
	500	1000	2000	3000	5000
послідовний	0.689331	8.81665	107.583	443.823	2253.58
паралельний	0.231598	2.64703	31.3691	120.983	1033.91

Для порівняння наведемо результати тестування задач у середовищі Microsoft Visual C++ 2008 (MS VC++ 2008) (див. табл. 4). Тут тестувалися СЛАУ з 2000 рівнянь і матриці розмірністю 2000×2000.

Таблиця 4. Час рішення задачі у MS VC++ 2008

Процес:	Задача		
	Метод розв'язання СЛАУ		Множення матриць
	ітераційний	Гауса	
послідовний	0.126587	9.20386	115.092
паралельний	0.0561523	2.58533	33.223

Проведені дослідження говорять про те, що вільний компілятор GCC g++ – це потужний інструмент програмування, який не поступається пропріетарному MS VC++ 2008. А технологія OpenMP при грамотному використанні дозволяє скоротити час виконання програм у декілька разів.

В ході досліджень були розроблені програми вирішення СЛАР на мові Fortran. В таблицях 5 та 6 приведені результати їхнього тестування.

Таблиця 5. Час рішення СЛАР ітераційним методом в gfortran

Процес:	Розмірність СЛАР				
	500	1000	2000	3000	5000
послідовний	0.00049	0.00220	0.12376	0.31449	0.9096
паралельний	0.00025	0.00133	0.00664	0.14449	0.42084

Таблиця 6. Час рішення СЛАР методом Гауса в gfortran

Процес:	Розмірність СЛАР				
	500	1000	2000	3000	5000
послідовний	0.923514	3.70463	42.18344	157.8577	835.6785
паралельний	0.6315	1.41757	13.4700	140.21918	585.639

У програмних кодах використовується велика кількість матричних операцій і вбудованих функцій мови Fortran. Це в деяких випадках унеможливає процес розпаралелювання і отже, часто порівнювати швидкість роботи компіляторів g++ і gfortran недоцільно.

За результатами тестування програмних кодів у gfortran можна зробити висновок, що при збільшенні кількості рівнянь у СЛАР послідовні процеси значно сповільнюються і погіршується результат розпаралелювання.

Існує багато способів порівняння компіляторів. Можна, наприклад, порівняти швидкість компіляції або розмір генерованого коду. У своїх дослідженнях автори в основному приділяли уваги швидкодії виконання програм. У підсумку можна сказати, що набір компіляторів в GCC – це потужний відкритий засіб програмування, що дозволяє створювати програми високого ступеня складності і обробляти велику кількість вихідних даних

ЛІТЕРАТУРА

1. Гриффитс Артур. GCC. Настольная книга пользователей, программистов и системных администраторов. – К.: ООО «ТИД ДС», 2004. – 624 с.