

Про досвід використання компілятора GCC та технології OPENMP при розв'язанні задач обчислювальної математики
Алексєєв Є.Р., Чеснокова О.В., Савченко М.А., Хохлова А.А.

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

Solving large-scale mathematical and engineering problems demands the long computations, even if powerful computing facilities are engaged. In this contribution authors share own experience of using free collection of compilers GCC along with OpenMP technology for solving the problems of linear algebra. The results are represented of benchmarking the codes for solving the systems of linear algebraic equations with large number of unknowns (500-5000) as well as multiplication of high-dimension matrices (500-5000).

GCC (GNU Compiler Collection) – це вільно розповсюджуваний набір компіляторів для різних мов програмування. На даний момент GCC є крос-платформним 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: системна 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 рає ядром.

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

Таблиця 1. Час розв'язання СЛАУ ітераційним методом в g++

Процес:	Розмірність СЛАУ				
	500	1000	2000	3000	5000
послідовний	0.0145874	0.031860	0.05	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 розв'язання 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 розв'язання задач у MS VC++ 2008

Процес:	Задача		Множення матриць
	Метод розв'язання СЛАУ		
	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 пропрієтарному MS VC++ 2008. А технологія OpenMP за грамотного використання дає змогускоротити 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 розв’язання СЛАР ітераційним методом в gfortran

	Розмірність СЛАР				
Процес:	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 розв’язання СЛАР методом Гауса в gfortran

	Розмірність СЛАР				
Процес:	500	1000	2000	3000	5000
послідовний	9.23514	3.70463	42.18344	157.8577	835.6785
паралельний	4.76315	1.41757	13.4700	140.22	585.639

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

За результатами тестування програмних кодів у gfortran можна зробити висновок, що у разі збільшення 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. *СС. Настольная книга пользователей, программистов и системных администраторов.* – К.: ООО «ТИД ДС», 2004. – 624 с.