

УДК 004.932.4

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ УМНОЖЕНИЯ МАТРИЦ АЛГОРИТМАМИ КЭННОНА НА КЛАСТЕРЕ NECLUS

Лямина О. В., Фельдман Л.П.

Донецкий национальный технический университет

Рассматривается анализ выполнения программ умножения матриц последовательным алгоритмом и двумя алгоритмами семейства Кэннона на кластере ДонНТУ NeClus. Сравниваются результаты времени выполнения алгоритмов, в зависимости от количества процессоров, рассчитывается ускорение.

Введение

В данной работе проводится решение задачи умножения матриц тремя алгоритмами: последовательный алгоритм, параллельный алгоритм Кэннона с сохранением отображения блоков матрицы C и параллельный алгоритм Кэннона с сохранением отображения блоков матрицы A . Параллельные алгоритмы основаны на блочном разбиении перемножаемых матриц с циклический сдвиг блоков матриц.

1 Отображение на топологию

Для эффективного выполнения алгоритмов Кэннона, в которых базовые подзадачи представлены в виде квадратной решетки и в ходе вычислений выполняются операции передачи блоков по строкам и столбцам решетки подзадач, наиболее адекватным решением является организация множества имеющихся процессоров в виде квадратной решетки. В этом случае можно осуществить непосредственное отображение набора подзадач на множество процессоров – базовую подзадачу (i, j) следует располагать на процессоре $P_{i,j}$. Необходимая структура сети передачи данных может быть обеспечена на физическом уровне, если топология вычислительной системы имеет вид тора.

2 Структура и описание кластера

Эксперименты проводились на вычислительном кластере NeCluse, который расположен в четвертом корпусе ДонНТУ.

Кластер NeClus представляет собой параллельную вычислительную систему MIMD-архитектуры с распределенной памятью. Структура кластера представлена на рисунке 1.

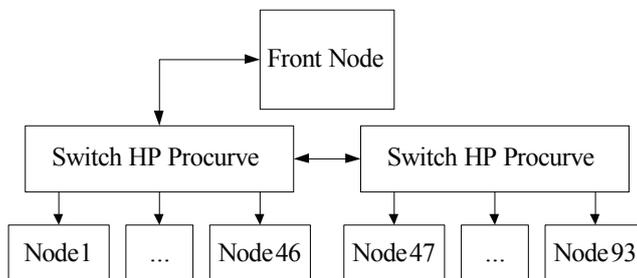


Рисунок 1. Структура кластера NeClus

Кластер состоит из:

- 93-х вычислительных узлов: Node 1 – Node 93;
- одного узла управления – Front Node;
- системы коммутации в составе двух гигабитных Ethernet коммутаторов – HP Procurve.

В качестве узла управления и вычислительных узлов используются стоечные 1U системные блоки фирмы NEC – NEC Express 5800 120RE-1 PCI-E. Технические характеристики этих блоков представлены на рисунке 2.

2 процессора Intel Xeon 3.2G/ 1Mb / 800 2 модуля оперативной памяти 1Gb DDR333 Жесткий диск 80 GB SATA 7200 RPM LAN 1Gb Ethernet 24x CD-ROM

Рисунок 2. Характеристики блоков

3 Организация доступа к кластеру

Доступ к вычислительным ресурсам кластера осуществляется с рабочих мест пользователя (PM) (Рисунок 3) через узел управления (Front Node) из локальной вычислительной сети (ЛВС) университета, а также из сети Интернет.

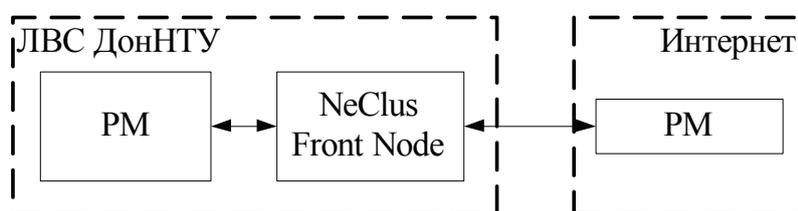


Рисунок 3. Схема доступа к кластеру

На кластере установлено следующее программное обеспечение:

1. Операционная система – ScientificLinux 5.4;
2. Пакет управления очередью заявок – Torque PBS;
3. Пакет управления выделением ресурсов – Maui;
4. Средства параллельного программирования MPI:
 - openmpi-1.2.4;
 - mpich-ch_p4-gcc-1.2.7;
 - lam-7.1.4.

4 Программная реализация и результаты экспериментов

Программы были реализованы на языке C++ с использованием библиотеки MPI. Результаты вычислительных экспериментов приведены в табл. 1. Эксперименты проводились с использованием четырех и девяти процессоров. Расчеты ускорения алгоритмов сведены в табл. 2.

Таблица 1. Данные экспериментов

Размер матрицы	Последовательный алгоритм	Параллельные алгоритмы			
		С сохранением С		С сохранением А	
		4 проц.	9 проц.	4 проц.	9 проц.
12	0	0,0039	0,0039	0,00390	0,0039
30	0	0,0039	0,0039	0,00390	0,1054
60	0	0,0052	0,0586	0,00520	0,0586
90	0,0039	0,0052	0,0171	0,01360	0,0115
120	0,0039	0,0136	0,0171	0,01362	0,0171
180	0,0195	-	0,0234	-	0,0256
210	0,0429	-	0,0295	-	0,0344

Таблица 2. Значения ускорений для алгоритмов

Размер матрицы	Параллельные алгоритмы			
	С сохранением С		С сохранением А	
	4 проц.	9 проц.	4 проц.	9 проц.
12	0	0	0	0
30	0	0	0	0
60	0	0	0	0
90	0,75	0,22807	0,286765	0,33913
120	0,286765	0,22807	0,286344	0,22807
180	-	0,833333	-	0,761719
210	-	1,454237	-	1,247093

Сравнивая аналитические результаты с экспериментальными данными, можно сказать, что теоретическая оценка подтвердилась: алгоритм Кэннона с сохранением отображения матрицы С оказался более эффективным.

Выводы

В работе были рассмотрены три метода выполнения матричного умножений: один последовательный и два параллельных алгоритма Кэннона. Параллельные алгоритмы основаны на блочном разбиении перемножаемых матриц. Использовалась топология решетка. Алгоритм Кэннона с сохранением отображения матрицы С показал наилучшие результаты.

Литература

- [1] Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. – Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2007. – 423 с.
- [2] Святний В.А., Фадеев Д.В. Паралельна обчислювальна система – кластер NeClus, Коротка інформація для користувачів, 2010.
- [3] The Message Passing Interface (MPI) standard. <http://www.mcs.anl.gov/research/projects/mpl>.