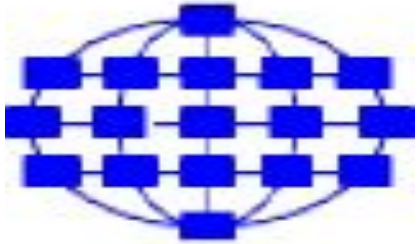


МО ВВС ИВМ и МГ СО РАН

Фрагментированное программирование

Чаюк Ксения

Структура лекции

- **Ч**то такое фрагментированное программирование
- **В**ведение
  - Необходимые свойства параллельной программы
- **К**ачественная картина исполнения фрагментированной программы
- **П**ример фрагментированного алгоритма

Что такое фрагментированное программирование

Фрагментированное программирование – это технология программирования, при которой программа собирается из фрагментов вычислений.

Фрагмент кода - это некоторая операция (вычисление функции), которая в программе может реализоваться процедурой, подпрограммой и т.п. Для фрагмента кода определены входные и выходные переменные, которые являются его формальными параметрами.

Фрагмент данных – это часть общей структуры данных (расчетной области) для обработки в некотором фрагменте.

Пара <фрагмент кода, фрагмент данных> называется **фрагментом вычислений (фрагментом)**.

Введение

- Математическое моделирование
- Распространенные средства параллельного программирования
- Основные сложности параллельного программирования

Необходимые свойства параллельной программы

1. Параллельная программа представляется как множество параллельно протекающих и взаимодействующих последовательных процессов
2. Недетерминизм исполнения
3. Гибкая настройка на все доступные ресурсы мультикомпьютера
4. Динамическая балансировка загрузки
5. Переносимость в классе мультикомпьютеров
6. Динамизм поведения

Качественная картина исполнения фрагментированной программы

Умножение матриц

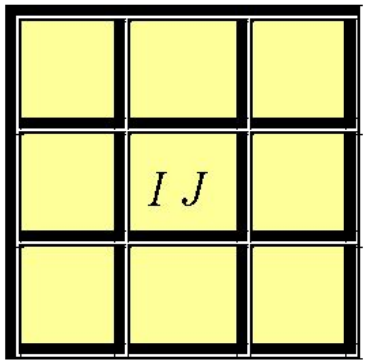
Последовательный алгоритм

Алгоритм умножения квадратных матриц $C = A \times B,\quad A = (a_{ij})_{i,j=\overline{1,N}},\quad B = (b_{ij})_{i,j=\overline{1,N}},\quad C = (c_{ij})_{i,j=\overline{1,N}}$ размера $N \times N$ имеет вид:

$$c_{i,j} = \sum_{k=1}^{N} a_{i,k} \times b_{k,j}, \quad i, j = 1,2,...,N. \qquad (1)$$

Фрагментированный алгоритм

Матрицы A, B и C разбивается на фрагменты данных одинакового размера. Под фрагментами данных понимаются блоки матрицы, содержащие M строк и M столбцов.

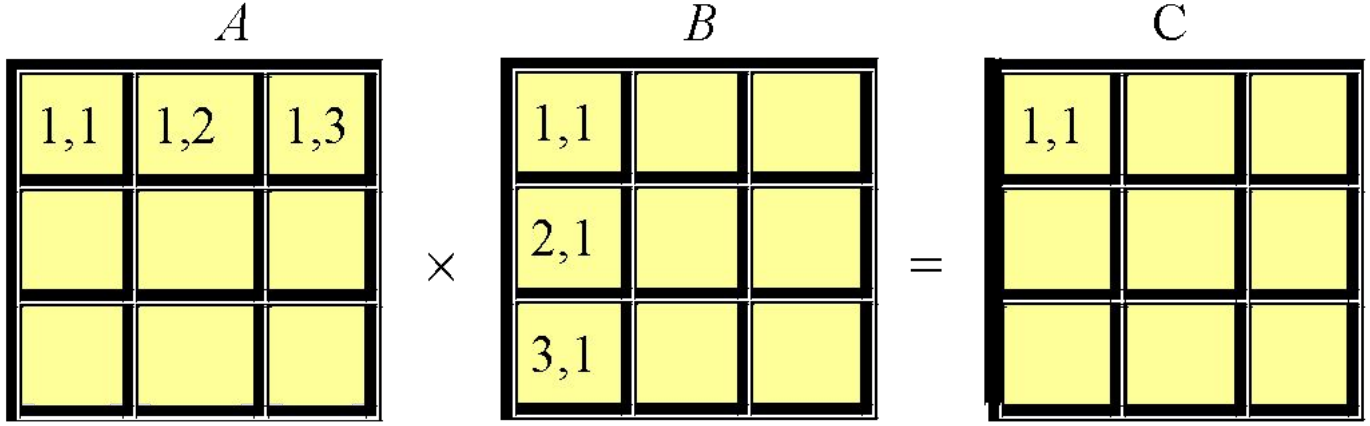


Умножение матриц

Для получения фрагмента данных $C_{I,J}$ используется формула

$$C_{I,J} = \sum_{L=1}^{K} A_{I,L} \times B_{L,J} \qquad (2)$$

где $C_{I,J}, A_{I,L}, B_{L,J}$, $I, J, L = 1, 2, ..., K$. Под умножением в ней понимается стандартная процедура умножения матриц.



$$C_{1,1} = A_{1,1} \times B_{1,1} + A_{1,2} \times B_{2,1} + A_{1,3} \times B_{3,1}$$

Реализация фрагментированного алгоритма умножение матриц

В реализованной фрагментированной версии размер фрагмента данных задается пользователем.

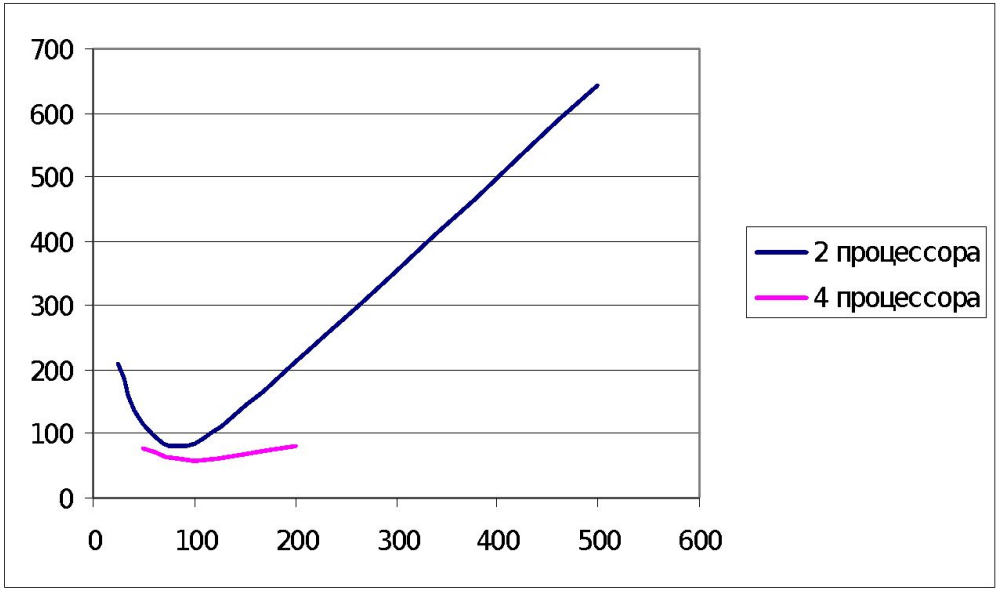
В качестве фрагмента кода используется последовательная процедура умножения матриц вида $c_{i,j} = \sum_{k=1}^{N} a_{i,k} \times b_{k,j}, \quad i,j = 1,2,...,N$ к которой добавлена процедура суммирования матриц. Суммирование производится сразу после вычисления очередного произведения $A_{I,L} \times B_{L,J}$ в $C_{I,J} = \sum_{L=1}^{K} A_{I,L} \times B_{L,J}$.

Фрагмент кода применяется к фрагментам данных в соответствии с формулой $C_{I,J} = \sum_{L=1}^{K} A_{I,L} \times B_{L,J}$. Необходимые фрагменты выполняются в произвольном порядке. Управление отвечает только за то, чтобы они все исполнились. Запуск организован таким образом, чтобы одновременно не исполнялись фрагменты, суммирующие результат в один и тот же блок матрицы C.

После исполнения всех фрагментов кода в матрице C будет получен результат умножения исходных матриц A и B .

Результаты тестирования

Матрица 5000x5000		
Количество потоков	Размер фрагмента	Время
последовательная	5000	658,06
1	100	161,94
2	25	208,09
	50	115,87
	100	***85,70***
	200	214,25
	500	642,76
4	50	77,99
	100	***56,61***
	200	81,65



Выводы

- Достигается высокое качество динамического распределения ресурсов и гибкая настройка параллельной программы на все доступные ресурсы, а значит и ее переносимость в классе мультикомпьютеров.
- Фрагментация программы позволяет единообразно решить проблему организации межпроцессных обменов данными на фоне вычислений.
- Фрагментирование позволяет решить и другие проблемы, такие как накопление библиотек стандартных подпрограмм в платформонезависимой форме, масштабируемость программ, использование накопленных библиотек последовательных подпрограмм, оптимизация использования памяти ПЭ, и т.д.

Вопросы

Спасибо за внимание!