

Введение в параллельные вычисления. Технология программирования MPI (день первый)

Антонов Александр Сергеевич, к.
ф.-м.н., н.с. лаборатории Параллельных
информационных технологий НИВЦ МГУ

Координаты для связи:

- E-mail: asa@parallel.ru,
parallel@parallel.ru
- Тел: 939-23-47
- Web: <http://parallel.ru>

План занятий:

- 1-й день: введение, кратко об операционной системе UNIX, практические сведения, параллелизм и способы его использования
- 2-7-й дни: технология MPI
- 8-й день: обсуждение результатов, подведение итогов, ответы на вопросы

UNIX:

UNIX – это многозадачная, многопользовательская система, обладающая широкими возможностями. Ее реализации существуют практически на всех распространенных компьютерных платформах.

LINUX – один из наиболее известных свободно распространяемых диалектов UNIX.

UNIX:

Все объекты в UNIX делятся на два типа:
файлы и процессы.

Все данные хранятся в файлах, доступ к периферийным устройствам осуществляется через специальные файлы.

Вся функциональность операционной системы определяется выполнением различных процессов.

UNIX:

Важнейшим пользовательским процессом является основной *командный интерпретатор* (*login shell*). `login`, `password`

passwd – смена пароля

пароль должен хорошо запоминаться и быть трудным для подбора!

exit – выход из системы

man – получение справки о командах

man man

UNIX:

Идентификатор пользователя (**UID**),
идентификаторы групп (**GID**).

Принадлежность к группе определяет
дополнительные права пользователей.

Информация о пользователях и группах обычно
хранится в системных файлах **/etc/passwd**,
/etc/shadow и **/etc/group**

UNIX:

Файловая система, каталоги.

/ - корневой каталог

`/home/asa/myfile.txt`

. – текущий каталог

.. – каталог на единицу более высокого уровня

С каждым пользователем ассоциируется его домашний каталог.

UNIX:

Атрибуты файлов. **ls -l**

1	2	3	4	5	6	7	8
-rwxr-xr--	1	asa	group	3422	Feb 28	13:30	test

- – обычный файл; **d** – каталог, **l** – ссылка и др.

Права доступа к файлу:

- – отсутствие права доступа, **r** – право на чтение, **w** – право на запись или удаление, **x** – право на выполнение файла.

Владелец-пользователь, владелец-группа и все остальные пользователи

UNIX:

Смена прав доступа к файлу:

```
chmod [u g o a][+ - =][r w x] file1...
```

u – смена права доступа для пользователя,

g – для группы, **o** – для других пользователей,

a – для всех трех категорий.

+ – добавление соответствующего права,

- – удаление, **=** – присвоение

```
chmod g+w test
```

chown и **chgrp** – смена владельца-пользователя и владельца-группы файла

UNIX:

- **cd [dir]** – переход в каталог **dir**
Если каталог не указан, то переход осуществляется в домашний каталог пользователя
- **cp file1 file2** – копирование файла
- **mv file1 file2** – перемещение (изменение имени) файла
- **rm file1...** – удаление файлов
- **rmdir dir1...** – удаление каталогов
- **mkdir dir1...** – создание каталога

UNIX:

- **pwd** – вывести имя текущего каталога
- **cat file, more file, less file** – утилиты просмотра содержимого файла
- **find dir** – поиск в файловой системе, начиная с каталога **dir**
- **grep <рег_выражение> file1...** – поиск в файлах вхождений регулярного выражения **рег_выражение**
- ...

UNIX:

Процесс - программа в стадии ее выполнения.

ps – список выполняющихся процессов

Уникальный идентификатор процесса
(**PID**).

Сигналы.

Завершить выполнение процесса:

kill -9 PID

Список процессов, занимающих наибольшее количество процессорного времени или системных ресурсов:

top

UNIX:

Потоки ввода/вывода: стандартный ввод, стандартный вывод и стандартный вывод ошибок. Для перенаправления стандартного ввода можно использовать символ <, для стандартного вывода – > или >> (с добавлением), для потока ошибок – 2>

```
program > file.log
```

Конвейер команд:

```
program1 | program2 | program3...
```

Фоновый режим:

```
program &
```

UNIX:

who – СПИСОК ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В ДАННЫЙ МОМЕНТ В СИСТЕМЕ

uname – некоторые сведения о системе

Редактирование файлов: **vi**, **joe** и др.,
встроенный редактор файлового менеджера
Midnight Commander (**mc**), удаленное
редактирование.

Компиляторы с языка Си **cc** (**CC** для Си++),
компилятор с языка Фортран – **f77** (**f90** для
Фортрана 90).

time program – время работы программы

Параллелизм:

Конвейерность и параллельность.

Параллельная обработка. Одна операция - за единицу времени, то 1000 - за тысячу единиц. Пять устройств 1000 операций выполнит за 200 единиц времени. N устройств ту же работу выполнит примерно за $1000/N$ единиц времени.

Параллелизм:

Конвейерная обработка. Операция разбивается на ряд подопераций, выполняемых последовательно и независимо. Пусть 5 микроопераций, каждая из которых выполняется за единицу времени. Последовательное устройство 100 пар аргументов обрабатывает за 500 единиц. Конвейерное устройство: первый результат через 5 единиц времени, каждый следующий – через одну единицу после предыдущего, а весь набор из ста пар будет обработан за $5+99=104$ единицы времени.

Параллелизм:

Необходимо выделить группы операций, которые могут вычисляться одновременно и независимо. Возможность этого определяется наличием или отсутствием в программе истинных информационных зависимостей.

Две операции программы называются *информационно зависимыми*, если результат выполнения одной операции используется в качестве аргумента в другой.

Параллелизм:

Крупноблочное распараллеливание:

```
if (MyProc = 0) then
```

С операции, выполняемые 0-ым процессором

```
endif
```

...

```
if (MyProc = K) then
```

С операции, выполняемые K-ым процессором

```
endif
```

Параллелизм:

Наибольший ресурс параллелизма в программах сосредоточен в циклах!

Распределение итераций циклов:

```
do i = 1, N
```

```
    if (i ~ MyProc) then
```

```
        C операции i-й итерации для
```

```
        C для выполнения процессором MyProc
```

```
    endif
```

```
enddo
```

Параллелизм:

Примеры способов распределения итераций циклов:

- *Блочное распределение* – по $\lceil N/P \rceil$ итераций.
- *Блочно-циклическое распределение* – размер блока меньше, распределение продолжается циклически.
- *Циклическое распределение* – циклически по одной итерации.

Параллелизм:

Рассмотрим простейший цикл:

```
do i = 1, N
  a(i) = a(i) + b(i)
enddo
```

Параллелизм:

Блочное распределение:

C размер блока итераций

$$k = (N-1) / P + 1$$

C начало блока итераций

C процессора $MyProc$

$$ibeg = MyProc * k + 1$$

C конец блока итераций

C процессора $MyProc$

$$iend = (MyProc + 1) * k$$

Параллелизм:

С если не досталось итераций

```
if (ibeg .gt. N) then
```

```
    iend = ibeg - 1
```

```
else
```

С если досталось меньше итераций

```
    if (iend .gt. N) iend = N
```

```
endif
```

```
do i = ibeg, iend
```

```
    a(i) = a(i) + b(i)
```

```
enddo
```


Параллелизм:

Циклическое распределение:

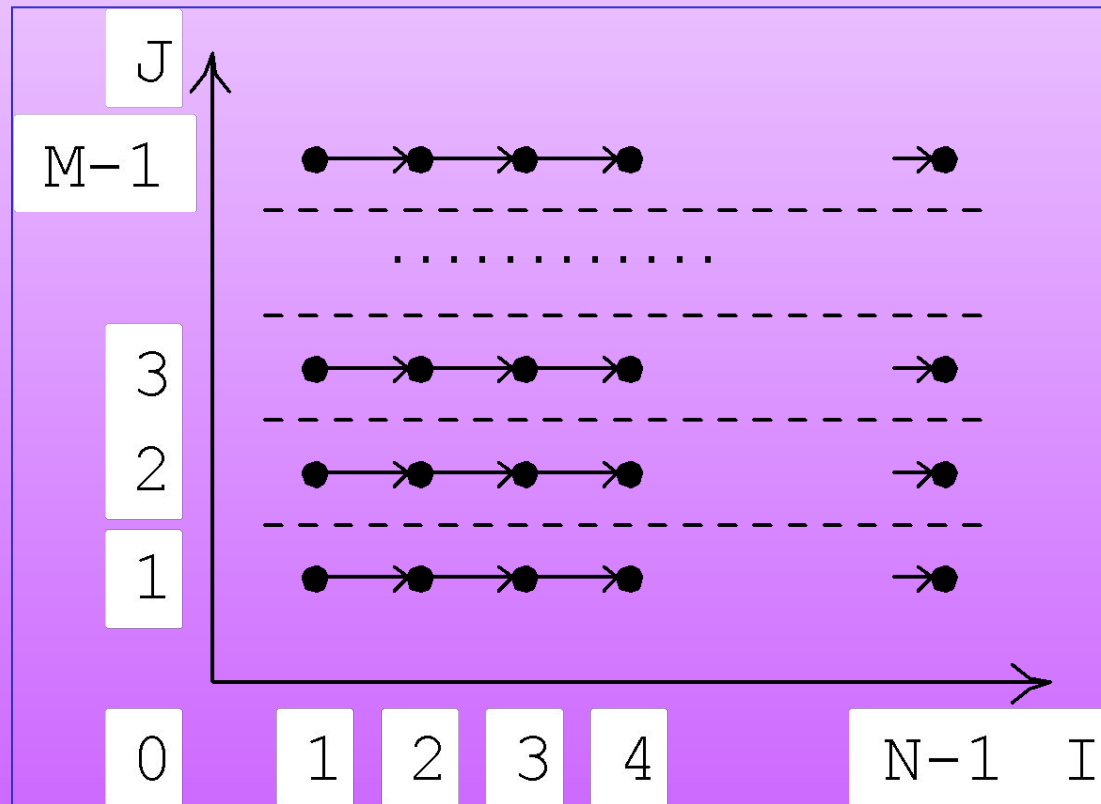
```
do i = MyProc+1, N, P
  a(i) = a(i) + b(i)
enddo
```

Параллелизм:

```
do 1 i = 1, N-1
```

```
do 1 j = 1, M-1
```

```
1 a(i,j) = a(i-1,j) + a(i,j)
```

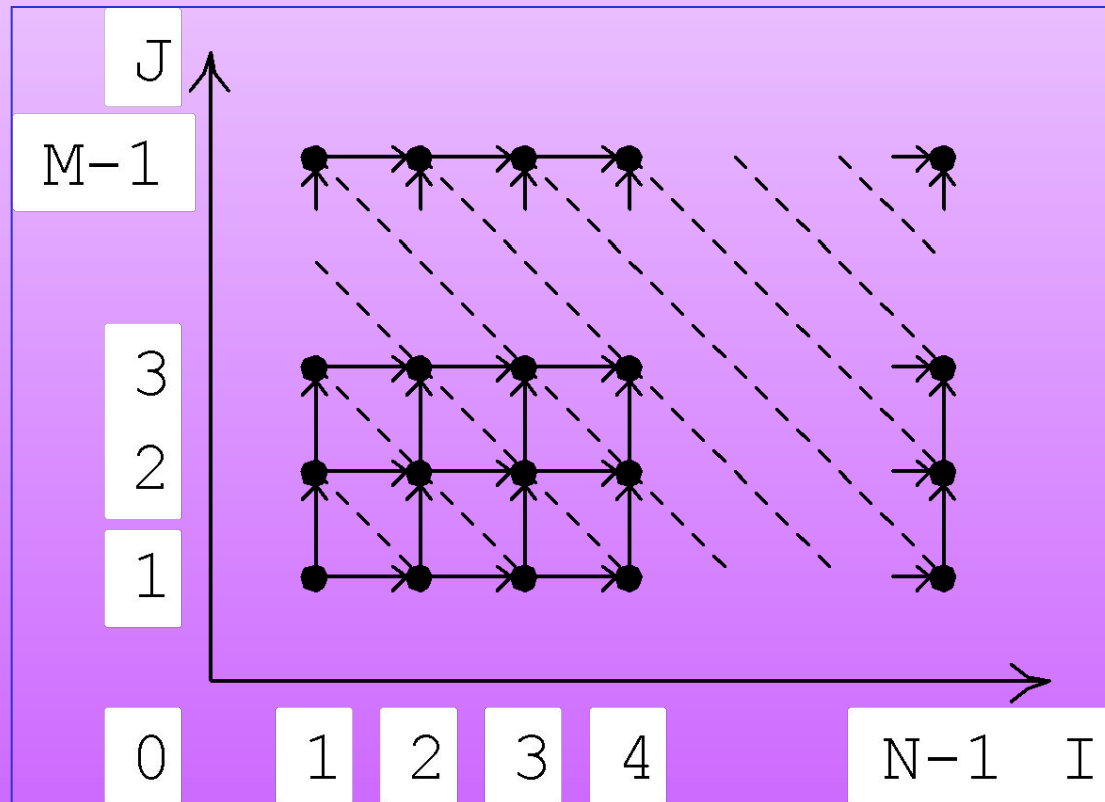


Параллелизм:

```
do 1 i = 1, N-1
```

```
do 1 j = 1, M-1
```

```
1 a(i,j) = a(i-1,j) + a(i,j-1)
```



Параллелизм:

Цели распараллеливания:

- *равномерная загрузка процессоров*
- *минимизация количества и объема необходимых пересылок данных*

Пересылка данных требуется, если есть информационная зависимость между операциями, которые при выбранной схеме распределения попадают на разные процессоры.

Параллелизм:

Закон Амдала:

Пусть \mathbf{f} – доля последовательных операций,

$$0 \leq \mathbf{f} \leq 1,$$

$1-\mathbf{f}$ – доля параллельных операций,

\mathbf{S} – ускорение, \mathbf{p} – число процессоров

$$\mathbf{S} \leq \frac{1}{\mathbf{f} + \frac{1-\mathbf{f}}{\mathbf{p}}}$$