

Введение в OpenMP

(практика)

История и обзор

- OpenMP – одно из наиболее популярных средств программирования для компьютеров с общей памятью, базирующихся на традиционных языках программирования и использовании специальных комментариев.
- OpenMP – один вариант программы для параллельного и последовательного выполнения.
- Разработчиком стандарта является некоммерческая организация OpenMP ARB (Architecture Review Board), в которую входят представители крупных компаний-разработчиков суперкомпьютеров и программного обеспечения.
- OpenMP поддерживает работу с языками Фортран и Си/Си++.

Концепция прагм

- Прагма (из документации Microsoft) – «Директивы `#pragma` предоставляют каждому компилятору способ обеспечения специальных компьютерных функций и функций операционной системы при сохранении общей совместимости с языками Си и Си++».
- Основной особенностью прагм (директив) является то, что если компилятор не распознает данную прагму, то он должен ее игнорировать (в соответствии со стандартами ANSI Си и Си++).
- В языке Си директивы OpenMP оформляются указаниями препроцессору, начинающимися с `#pragma omp`. Ключевое слово `omp` используется для того, чтобы исключить случайные совпадения имен директив OpenMP с другими именами в программе.

Концепция прагм (продолжение)

- Формат директивы на Си/Си++:

`#pragma omp directive-name [опция, ...]`

- Все директивы OpenMP можно разделить на 3 категории: определение параллельной области, распределение работы, синхронизация.

Параллельные и последовательные области

- В начале работы программы существует одна «основная» нить. Последовательные участки программы выполняет только основная нить и никакая другая. При входе в параллельную часть программы создаются новые «рабочие» нити, которые уничтожаются при выходе из параллельной части программы.
- Параллельная часть программы начинается с директивы
`#pragma omp parallel [опция, ...]`
- В OpenMP переменные в параллельных частях программы разделяются на два вида:
 - `shared` (общие)
 - `private` (локальные)

Компиляция и запуск

Компиляция с ключом «-fopenmp»:

gcc **file_name.c -fopenmp** (по умолчанию исполняемый файл имеет имя «a.out»)

Запуск обычный:

./a.out

В платформах UNIX версия с открытым кодом доступна в проекте компилятора Omni OpenMP (<http://www.hpcs.cs.tsukuba.ac.jp/omni-compiler/>)

Первая программа, часть 1

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<omp.h>      // заголовочный файл OpenMP

int main(int argc, char* argv[]){
#ifdef  _OPENMP
    printf("OpenMP is supported! %d \n", _OPENMP);
#endif
    int a[10];
    int i = 0;
    int myid, num_procs, num_threads;
```

Первая программа, часть 2

```
num_procs = omp_get_num_procs();    // получение количества  
доступных вычислительных ядер
```

```
printf("Num of processors = %d \n", num_procs);
```

```
omp_set_num_threads(2);    // явное задание количества нитей
```

```
num_threads = omp_get_num_threads();    // получение количества  
заданных нитей
```

```
printf("Number of threads = %d \n", num_threads);
```

```
for (i = 0; i < 10; i++){  
    a[i] = i;  
}
```


Первая программа, часть 3

```
myid = omp_get_thread_num(); // получение номера нити  
printf("Consecutive part, myid = %d\n", myid);
```

```
#pragma omp parallel shared(a) private(myid) // начало параллельной  
части программы
```

```
{  
    myid = omp_get_thread_num();  
    printf("Parallel part, myid = %d\n", myid);  
    // !!! здесь место для "#pragma omp for"  
} // конец параллельной части программы  
myid = omp_get_thread_num();  
printf("Consecutive part, myid = %d\n", myid);  
} // конец функции main
```

Первая программа, часть 4

Если в параллельной программе встретится цикл, то все его итерации выполняются всеми нитями. Для распределения итераций цикла между нитями можно использовать директиву “**for**”. Эта директива относится к следующему непосредственно за ней оператору “for”.

#pragma omp for

```
    for (i = 0; i < 10; i++){  
        a[i] = a[i] * 2;  
        printf("Thread %d has multiply element %d\n",    myid,  
i);  
    }
```

Первая программа, часть 5

reduction(оператор:список переменных) – опция как директивы “parallel”, так и директивы “for”. Задаёт оператор и список общих переменных. Для каждой из общих переменных создаются локальные копии в каждой из нитей. Над локальными копиями после исполнения всех действий внутри параллельной части или оператора цикла производится операция, указанная как “оператор”. Оператором могут быть следующие действия: +, -, *, ^, &, |, &&, ||, max, min.

Пример:

```
int b = 0;
#pragma omp parallel reduction (+:b)
{
    b = b + 1;
    printf("Current value, b= %d\n", b);
} // при выходе из параллельной части произойдет
суммирование всех локальных копий из всех нитей
printf("Number of threads = %d\n", b);
```

Синхронизация и критическая секция

Оформление барьера:

```
#pragma omp barrier
```

Оформление критической секции:

```
#pragma omp critical
```

критическая секция

The diagram illustrates a critical section. It features a vertical label 'критическая секция' (critical section) on the left. To its right, there are two curly braces, one above and one below a central vertical line. The word 'секция' (section) is written vertically between the braces. A blue horizontal line extends from the left edge of the slide, passing through the vertical label.

Определение времени работы параллельной программы

`double omp_get_wtime(void)` – возвращает астрономическое время в секундах (вещественное число), произошедшее с некоторого момента в прошлом. Разность возвращаемых значений покажет время работы данного участка. (Таймеры разных нитей могут быть несинхронизированы и выдавать разные значения).

Пример:

```
double begin, end, total;  
begin = omp_get_wtime();  
....  
end = omp_get_wtime();  
total = end – begin;
```