

高性能计算程序设计基础 秋季 2020

提交格式说明

按照实验报告模板填写报告，需要提供源代码及代码描述至

<https://easyhpc.net/course/121>。实验报告模板使用 PDF 格式，命名方

式为高性能计算程序设计_学号_姓名。如果有问题，请发邮件至

lidsh25@mail2.sysu.edu.cn, leong36@mail2.sysu.edu.cn 询问细节。

1. 通过 OpenMP 实现通用矩阵乘法

通过 OpenMP 实现通用矩阵乘法（Lab1）的并行版本，OpenMP 并行

线程从 1 增加至 8，矩阵规模从 512 增加至 2048。

通用矩阵乘法（GEMM）通常定义为：

$$C = AB$$

$$C_{m,n} = \sum_{n=1}^N A_{m,n} B_{n,k}$$

输入：M, N, K 三个整数（512 ~ 2048）

问题描述：随机生成 M*N 和 N*K 的两个矩阵 A, B, 对这两个矩阵做乘法得到矩阵 C。

输出：A, B, C 三个矩阵以及矩阵计算的时间

2. 基于 OpenMP 的通用矩阵乘法优化

分别采用 OpenMP 的默认任务调度机制、静态调度 `schedule(static, 1)` 和动态调度 `schedule(dynamic,1)` 的性能，实现 `#pragma omp for`，并比较其性能。

3. 构造基于 Pthreads 的并行 for 循环分解、分配和执行机制。

- 1) 基于 pthreads 的多线程库提供的基本函数，如线程创建、线程 join、线程同步等。构建 `parallel_for` 函数对循环分解、分配和执行机制，函数参数包括但不限于 `(int start, int end, int increment, void *(*functor)(void*), void *arg, int num_threads)`；其中 `start` 为循环开始索引；`end` 为结束索引；`increment` 每次循环增加索引数；`functor` 为函数指针，指向的需要被并行执行循环程序块；`arg` 为 `functor` 的入口参数；`num_threads` 为并行线程数。
- 2) 在 Linux 系统中将 `parallel_for` 函数编译为 .so 文件，由其他程序调用。
- 3) 将通用矩阵乘法的 for 循环，改造成基于 `parallel_for` 函数并行化的矩阵乘法，注意只改造可被并行执行的 **for** 循环（例如无 `race condition`、无数据依赖、无循环依赖等）。

举例说明：

将串行代码：

```
for ( int i = 0; i < 10; i++ ){
```

```
    A[i]=B[i] * x + C[i]
```

```
}
```

替换为----->

```
parallel_for(0, 10, 1, functor, NULL, 2);
```

```
struct for_index {
```

```
    int start;
```

```
    int end;
```

```
    int increment;
```

```
}
```

```
void * functor (void * args){
```

```
    struct for_index * index = (struct for_index *) args;
```

```
    for (int i = index->start; i < index->end; i = i + index->increment){
```

```
        A[i]=B[i] * x + C[i];
```

```
    }  
}  
  
=====
```

编译后执行阶段：

多线程执行

在两个线程情况下：

Thread0: start 和 end 分别为 0, 5

```
void * functor(void * arg){  
  
    int start = my_rank * (10/2)  
  
    int end = start + 10/2;  
  
    for(int j = start, j < end, j++)  
  
        A[j]=B[j] * x + C[j];  
  
}
```

Thread1: start 和 end 分别为 5, 10

.....