Lab5 - OpenMP并行矩阵乘法

实验要求

使用OpenMp实现并行矩阵乘法，并通过实验分析其性能。

输入：m, n, k 三个整数，每个整数取值范围均为[128, 2048]

问题描述：随机生成m×n的A矩阵及n×k的B矩阵，矩阵相乘得到C矩阵

输出：A, B, C三个矩阵，以及矩阵计算时间 t

要求：

1. 使用OpenMP创建多线程实现并行矩阵乘法，调整线程数量（1-16）及矩阵规模（128-2048），调度方式：默认调度、静态调度、动态调度。根据运行时间分析其并行性能。
2. 选做：对比使用OpenMP和使用Pthread的性能差异

实验过程

一、并行矩阵乘法

1. 实现思路

与上一个Pthread实验类似，将A划分到各个线程与矩阵B进行矩阵相乘，再汇总到矩阵C中。

2. 代码实现

主函数

```
    clock_t start = clock(); // 开始计时
#       pragma omp parallel num_threads(num_threads)
    matrix_multiple(A, B, C, m, n, k, num_threads);
    clock_t end = clock(); // 结束计时
```

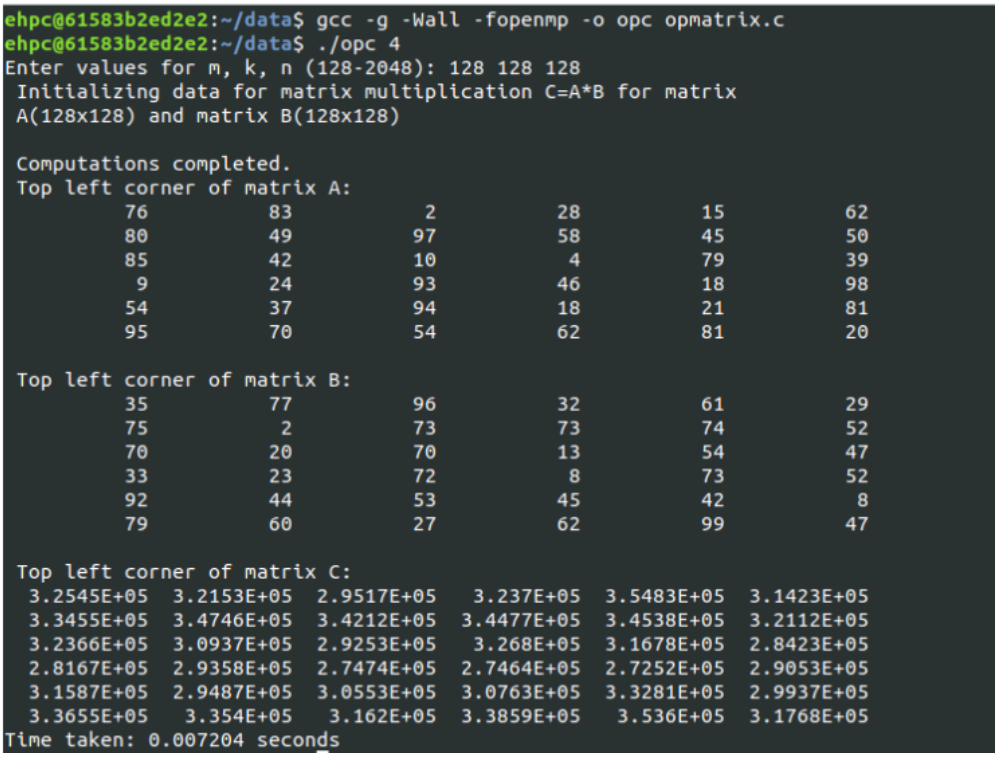
线程执行

```
void matrix_multiple(double* A, double* B, double* C, int m, int n, int k, int
num_threads) {
#   pragma omp for schedule(static,1)
    for (int B_i = 0; B_i < n; B_i++) {
        for (int A_i = 0; A_i < m; A_i++) {
            C[A_i * n + B_i] = 0;
            for (int A_j = 0; A_j < k; A_j++) {
                C[A_i * n + B_i] += A[A_i * k + A_j] * B[A_j * n + B_i];
            }
        }
    }

}
```

3. 运行结果

```
gcc -g -Wall -fopenmp -o opm opmatrix.c
./opm 4
```



4. 性能分析

- 记录不同调度方式时间开销,取矩阵规模128，线程数8为参考

默认调度：23.25 s

静态调度：(static,1) 35.55s　(static,8)24.89s（static,16)24.89s

动态调度：22.04 s

可见静态调度在size参数较小时会出现耗时长于默认调度的情况，其余调度方式对比在此处动态调度占优，但总体耗时相差不大。

- 以动态调度方式，记录不同线程数量（1-16）及矩阵规模（128-2048）下的时间开销，时间单位：毫秒。

线程数\矩阵规模	128	256	512	1024	2048
1	16.527	221.595	1827.268	20807.161	256867.789
2	17.052	230.584	1990.194	21149.835	270678.155
4	20.012	237.903	2039.067	21578.352	322256.694
8	28.462	273.120	2389.153	22148.1889	385644.818
16	76.978	377.487	3100.155	46479.330	525547.198

Lab3中Pthread的数据情况如下：

线程数\矩阵规模	128	256	512	1024	2048

线程数\矩阵规模	128	256	512	1024	2048
1	21.616	275.948	2138.426	27905.705	267350.834
2	21.160	270.047	2486.53	29149.927	275.937894
4	34.696	308.223	2384.006	28602.850	322226.751
8	25.558	301.801	2803.819	30186.458	341741.185
16	34.326	313.104	2804.56	33789.139	354035.642

可以看到，在线程数较少的时候，OpenMp的耗时总体较低，性能较优，而随着线程数增加，线程达到8以上时，OpenMP的耗时要明显高于Pthread的耗时，即在线程数较大的时候，Pthread的性能具有明显优势。