**深 圳 大 学**

**实 验 报 告**

**课程名称****：并行计算**

**实验名称：寻找完数的OpenMP并行程序**

**姓 名：刘俊楠**

**学 号：2017303010**

**班 级：计科1班**

**实验日期：第6周实验课**

## 一. 实验目的

1. 学会编写简单的OpenMP程序；

2. 掌握for编译制导语句；

3. 对并行程序进行简单的性能分析。

## 二. 实验环境

1. 硬件环境：64核CPU、128GB内存的SMP并行计算平台；

2 软件环境：Microsoft Visual Studio 2013；

## 三. 实验内容

1. 用OpenMP语言编写程序，求小于等于*n*的所有完数（一个数恰好等于它的因子之和），并存放在数组*a*中，调节for编译制导语句中schedule的参数，使得执行时间最短。为了验证计算结果的正确性，将串行计算结果存放在数组*b*中，并比较是否与*c*相等。在下面写出完整的程序代码，并添加必要的注释。

#include <omp.h>

#include <stdlib.h>

#include <time.h>

#include <iostream>

**using** **namespace** std**;**

const int n **=** 5000000**;**

int b**[**5**];**

int number **=** 0**,** number2 **=** 0**;**

int c1**,** c2**;**

double chuanxing**,** bingxing**[**5**];**

bool judge**(**int p**)** **{**

//判断变量 k

int k **=** 1**;**

//边界变量 max\_p

int max\_p **=** **(**int**)(**sqrt**(**double**(**p**))** **+** 1**);**

**for** **(**int i **=** 2**;**i **<** max\_p**;**i**++)** **{**

**if** **(**p **%** i **==** 0**)** **{**

k **+=** i**+**p**/**i**;**

**}**

**}**

**if** **(**k **==** p**)** **{**

**return** **true;**

**}**

**else**

**return** **false;**

**}**

int main**()** **{**

cout **<<** "--------------------------------------串行计算---------------------------------" **<<** endl**;**

clock\_t start1 **=** clock**();**

**for** **(**int p **=** 2**;**p **<=** n**;**p**++)** **{**

**if** **(**judge**(**p**))** **{**

b**[**number**]** **=** p**;**

number**++;**

//cout << p << endl;

**}**

**}**

clock\_t end1 **=** clock**();**

chuanxing **=** **(**end1 **-** start1**)** **/** 1000.0**;**

cout **<<** "串行消耗时间为：" **<<** chuanxing **<<** "秒" **<<** endl**;**

int hthreads **=** 1**;**//线程数变量

**for** **(**int pi **=** 0**;**pi **<** 7**;**pi**++)** **{**//每次线程数\*2，循环七次

cout **<<** "+++++++++++++++++++++++++++++++线程数为" **<<** hthreads **<<** "时：++++++++++++++++++++++++" **<<** endl**;**

**for** **(**int h **=** 0**;**h **<** 5**;**h**++)** **{**//每次循环五次

int a**[**5**];**

cout **<<** "---------------------第" **<<** h **+** 1 **<<** "次并行计算：----------------------" **<<** endl**;**

omp\_set\_num\_threads**(**hthreads**);**//设置并行线程数

clock\_t start **=** clock**();**//记录并行执行起始时间

int i**,** j **=** 1**,** k **=** 0**,** p**;**

//以下是并行域，共享变量为a,b数组，私有变量是i,j,p shared(b,a) private(i,p,j)

#pragma omp parallel shared(b,a) private(i,p,j)

**{**

#pragma omp for schedule(static,100) //对以下for循环进行并行线程分配 调度任务块大小为100

**for** **(**p **=** 2**;**p **<=** n**;**p**++)** **{**

int max\_p **=** **(**int**)(**sqrt**(**double**(**p**))** **+** 1**);**

**for** **(**i **=** 2**;**i **<** max\_p**;**i**++)** **{**

**if** **(**p **%** i **==** 0**)**

j **+=** i **+** p **/** i**;**

**}**

**if** **(**j **==** p**)** **{**

a**[**number2**]** **=** p**;**

//原子操作防止写入错误

#pragma omp atomic

number2**++;**

j **=** 1**;**

**}**

**else**

j **=** 1**;**

**}**

**}**

clock\_t end **=** clock**();**

//打印结果，并计算所记录的时间、加速比

bingxing**[**h**]** **=** **(**end **-** start**)** **/** 1000.0**;**

cout **<<** "并行消耗时间为：" **<<** bingxing**[**h**]** **<<** "秒" **<<** endl**;**

cout **<<** "加速比为" **<<** chuanxing **/** bingxing**[**h**]** **<<** endl**;**

//遍历查看是否有不一致计算结果

**for** **(**int i **=** 0**,** j **=** 0**;**i **<** number**,** j **<** number2**;**i**++,** j**++)** **{**

c1 **+=** a**[**i**];**

c2 **+=** b**[**i**];**

**}**

**if** **(**c1**!=**c2**)**

**{**

cout **<<** "number=" **<<** number **<<** " number2=" **<<** number2 **<<** endl**;**

cout **<<** "c1="**<<**c1**<<**" c2="**<<**c2 **<<** endl**;**

cout **<<** "不相同" **<<** endl**;**

exit**(**0**);**

**}**

number2 **=** 0**;**

**}**

//线程数\*2

hthreads **\*=** 2**;**

//遍历并计算串行、并行执行时间以及加速比的平均值

double average **=** **{** 0 **};**

**for** **(**int i **=** 0**;**i **<** 5**;**i**++)** **{**

average **+=** bingxing**[**i**];**

**}**

average **/=** 5.0**;**

cout **<<** "-----------------------------------------" **<<** endl**;**

cout **<<** "并行平均时间为：" **<<** average **<<** "秒" **<<** endl**;**

cout **<<** "平均加速比为" **<<** chuanxing **/** average **<<** endl**;**

cout **<<** "-----------------------------------------" **<<** endl**;**

**}**

**}**

2. 测试并行程序在不同线程数下的执行时间和加速比（串行执行时间/并行执行时间），并分析实验结果。其中，*n*固定为5000000，线程数分别取1、2、4、8、16、32、64时，为减少误差，每项实验进行5次，取平均值作为实验结果。

表1 并行程序在不同线程数下的执行时间（秒）和加速比

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 线程数  执行时间 | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 |
| 第1次 | 27.646 | 16.545 | 16.906 | 12.552 | 11.953 | 11.427 | 11.4 |
| 第2次 | 27.724 | 16.517 | 16.581 | 12.345 | 11.973 | 11.402 | 11.278 |
| 第3次 | 27.698 | 17.019 | 16.589 | 12.339 | 11.91 | 11.906 | 11.449 |
| 第4次 | 27.798 | 17.391 | 17.228 | 12.646 | 12.064 | 12.019 | 11.577 |
| 第5次 | 27.657 | 19.385 | 14.939 | 12.523 | 11.977 | 11.628 | 10.898 |
| 平均值 | 27.705 | 17.371 | 16.449 | 12.481 | 11.976 | 11.676 | 11.320 |
| 加速比 | 0.913 | 1.456 | 1.538 | 2.03 | 2.113 | 2.167 | 2.235 |





