

实验 1 共享存储编程

目录

0 前言.....	2
实验 1-1 OpenMP 编程实验.....	2
1. 实验目的.....	2
2. 实验要求.....	2
3. 实验内容.....	2
3.1 并行算法设计.....	2
3.2 并行编程.....	3
3.3 实验调优.....	3
3.4 实验提交.....	3
4. 参考资料.....	3
5. 评分标准.....	4
实验 1-2 CUDA 编程实验.....	5
1. 实验目的.....	5
2. 实验要求.....	5
3. 实验内容.....	5
3.1 并行算法设计.....	5
3.2 CUDA 编程.....	6
3.3 程序调优.....	6
3.4 实验提交.....	6
4. 参考资料.....	6
5. 评分标准.....	7

0 前言

本实验分为 OpenMP 编程和 CUDA 编程两部分，学生可自由选择一个部分（即 OpenMP 编程或 CUDA 编程）进行实验，其中选择 CUDA 编程部分进行实验的同学需考虑硬件条件（即需要有英伟达 GPU 芯片的显卡）。

实验 1-1 OpenMP 编程实验

1. 实验目的

本实验的目的是通过练习掌握共享存储并行编程的知识和技巧。

- 掌握 OpenMP 并程序编写的基本步骤
- 熟悉 OpenMP 编程环境和工具的使用
- 了解 OpenMP 程序调试和调优的技巧

2. 实验要求

- 独立完成实验内容；
- 实验报告；（简单要求如下）
 - 1) 程序设计及实现
 - 2) 回答实验中提出的问题；
 - 3) 结果分析；
- 随实验报告，附代码、程序说明以及运行结果。

3. 实验内容

3.1 并行算法设计

请为以下任务设计算法。

任务一：

实现下列算法之一，说明原串行算法的原理以及并行化的方法。

- (1) 设计一个并行矩阵乘法的算法。
- (2) 设计一个并行排序的算法。

任务二（附加题，可选做）：

给定如下函数 $f(x)$ ，求出 $\sum_{i=0}^{32767} f(i)$ 的值（注意：请不要修改本函数，请从求和入手）。

```
int f(int x)
{
```

```

int sum = 0;
int b = x, e = b + x;
for (int i = b; i <= e; ++i)
    sum += int(sin(double(i)) * 2); // include <cmath> first
return sum;
}

```

3.2 并行编程

以 OpenMP 编写并行算法的计算程序。

3.3 实验调优

针对任务一的程序进行调优，调优内容可包括但不限于：

- (1) 自动生成不同长度的数据序列或矩阵，多次运行你的程序，记录在不同数据长度或矩阵大小下的运行时间；
- (2) 测试在不同线程数下的计算时间，并得出相应的性能曲线。
- (3) 对实验结果进行详细分析，将实验结果画成图表。

针对任务二（附加题，可选做），请回答以下问题：

- (1) 请分别实现一个串行算法和一个并行算法完成该任务，比较两者的输出结果，请问并行算法实现是否能得到与串行算法实现一致的结果？如不一致，请分析原因，并修正并行算法实现代码，请在实验报告中展示修改前后的实现。

如果你在以上这些方面做出了比较大的努力，请在报告中做出描述。（加分项）

3.4 实验提交

完成关于本次课程设计的综合实验报告，包括对以下问题的阐述：

- (1) 说明在并行算法设计中参考了哪些算法并行化的思想，列出参考文献；
 - (2) 说明程序调用的输入、输出格式及命令行参数，并指出如何通过问题分解来并行运行程序；
 - (3) 谈谈对并行编程的认识；
 - (4) 本实验中遇到的问题以及解决方法等。
 - (5) 与其他同学（或本人）实现的相同算法的 CUDA 并行实验结果进行对比和分析。
- （可选）（加分项）

以上问题的回答应逐点说明，并包括在实验报告中。

4. 参考资料

- 排序算法及并行化：参考文献“排序.pdf”
- OpenMP Tutorial: <https://computing.llnl.gov/tutorials/openMP/>

5. 评分标准

- A——完成实验内容，实验结果和问题回答正确，程序运行性能较好，实验报告叙述清晰完整，有详尽的分析和总结。
- B——完成实验内容，实验结果和问题回答正确，实验报告叙述清晰完整。
- C——完成实验内容，实验叙述清晰完整。
- D——完成部分实验内容。
- E——未按时完成实验内容，或者抄袭。
- 完成可选部分有适当的加分。

实验 1-2 CUDA 编程实验

1. 实验目的

本实验的目的是通过练习掌握 GPU 并行编程的知识和技巧。

- 了解并行算法的设计方法
- 掌握 CUDA 并行程序编写的基本步骤
- 掌握 CUDA 编程环境和工具的使用
- 了解 CUDA 程序调试和调优的技巧

2. 实验要求

- 独立完成实验内容；
- 实验报告；（简单要求如下）
 - 4) 并行算法的设计思想
 - 5) 程序设计及实现
 - 6) 回答实验中提出的问题；
 - 7) 结果分析；
- 随实验报告，附代码、程序说明以及运行结果。

3. 实验内容

3.1 并行算法设计

请为以下任务设计算法。

任务一：

实现下列算法之一，说明原串行算法的原理以及并行化的方法。

- (1) 设计一个并行矩阵乘法的算法。
- (2) 设计一个并行排序的算法。

任务二（附加题，可选做）：

给定如下函数 $f(x)$ ，使用规约求和求出 $\sum_{i=0}^{32767} f(i)$ 的值（注意：请不要修改本函数，请从求和入手）。

```
__device__ int f(int x)
{
    int sum = 0;
    int b = x, e = b + x;
    for (int i = b; i <= e; ++i)
        sum += int(sin(double(i)) * 2);
    return sum;
```

}

3.2 CUDA 编程

以 CUDA 编写并行算法的计算程序。

3.3 程序调优

针对任务一的程序进行调优，调优内容可包括但不限于：

- (1) 自动生成不同大小的矩阵或数据，多次运行程序，记录在不同矩阵大小或数据长度下的运行时间。
- (2) 设置环境变量调整处理器数目，并得出相应的性能曲线。
- (3) 找出耗时最大的部分，并进行优化；针对改进进行性能比较。（可选）
- (4) 对实验结果进行详细分析，将实验结果画成图表。

针对任务二（附加题，可选做），请回答以下问题：

- (1) 请实现一个单核串行版本，然后将 CUDA 版本的输出结果跟串行版本对比，看是否一致。
- (2) 规约求和采取了什么同步措施，如果不采取这些措施会有什么后果，请分析原因？

如果你在以上这些方面做出了比较大的努力，请在报告中做出描述。（加分项）

3.4 实验提交

完成关于本次课程设计的综合实验报告，包括对以下问题的阐述：

- (1) 说明程序中所采取的并行化方式，并给出算法的详细说明。
 - (2) 比较 CUDA 算法和 CPU 串行算法的运行时间。
 - (3) 说明 CUDA 编程与 OpenMP 编程的差异。
 - (4) 在实验中遇到的问题以及解决方法等。
 - (5) 与其他同学（或本人）实现的相同算法的 OpenMP 并行实验结果进行对比和分析。
- （可选）（加分项）

以上问题阐述应逐点说明，并包括在实验报告中。

4. 参考资料

- <https://docs.nvidia.com/cuda/index.html>
- NVIDIA GPU Computing SDK
- CULATools, <http://www.culatools.com/>

5. 评分标准

- A——完成实验内容，实验结果和问题回答正确，程序运行性能较好，实验报告叙述清晰完整，有详尽的分析和总结。
- B——完成实验内容，实验结果和问题回答正确，实验报告叙述清晰完整。
- C——完成实验内容，实验叙述清晰完整。
- D——完成部分实验内容。
- E——未按时完成实验内容，或者抄袭。