

《并行算法》课程总结与复习 2020.05.28

题型

填空

简答 4 题*5 分

答题：4-5 题，设计并行算法，分析复杂度，Chap8 路由传输时间计算，写过程

Chap12 矩阵计算

Chap13 Gauss-Seidel 迭代法的红黑着色并行算法

Chap14 串行 FFT 蝶式递归计算及其蝶式计算流图，老师上课补充的

SIMD-BF 上的 FFT 算法及其时间分析：01 序列

Chap15 p 深度优先等算法生成树

连通矩阵

Chap18 低度顶点部分独立集用到了破对称技术

补充 GPU：只考概念，算法不考

Ch1 绪论

1.1 并行计算机体系结构

- 并行计算机的分类
 - SISD, SIMD, MISD, MIMD;
 - SIMD, PVP, SMP, MPP, COW, DSM
- 并行计算机的互连方式
 - 静态：LA(LC), MC, TC, MT, HC, BC, SE
 - 动态：Bus, Crossbar Switcher, MIN(Multistage Interconnection Networks)

1.2 并行计算模型

- PRAM 模型：SIMD-SM，
又分 CRCW(CPRAM, PPRAM, APRAM), CREW, EREW
- SIMD-IN 模型：SIMD-DM
- 异步 APRAM 模型：MIMD-SM，显式同步：SMP，DSM。CMP。
- BSP 模型：MIMD-DM，块内异步并行，块间显式同步：Cluster
- LogP 模型：MIMD-DM，点到点通讯（隐式同步）

1.3 并行算法的基础知识和性能分析

- 并行算法的定义
- 并行算法的表示：par-do, forall
- 并行算法的复杂度：
运行时间 t 、处理器数目 p 、成本 $c=t*p$ 、成本最优 c =串行最坏 t
加速比 $s=ts/tp$ 、并行效率 $E=s/p$
工作量 W ：并行算法所执行的总操作步数。工作量最优： W =等于串行算法工作量
 c 最优、 W 最优：能耗省，时间快
- 并行算法的 WT 表示：Brent 定理

- 加速比性能定律(略)
- 并行算法的同步和通讯(略)

Ch2 设计技术

2.1 并行算法的三种基本设计方法及其代表实例

2.2 基本设计技术

- 平衡树方法：求最大值、计算前缀和
- 倍增技术：表序问题、求森林的根
- 分治策略：FFT 分治算法
- 划分原理：
 - 均匀划分(PSRS 排序)、对数划分(并行归并排序)、方根划分(Valiant 归并排序)、功能划分((m,n) -选择)
- 流水线技术：五点的 DFT 计算，Systolic 算法
- 加速级联
- 破对称技术

Ch3 前缀计算（略）

Ch4 排序和选择网络（略）

4.1 Batcher 归并和排序

- 0-1 原理的证明(略)
- 奇偶归并网络：计算流程和复杂性(比较器个数和延迟级数)
- 双调归并网络：计算流程和复杂性(比较器个数和延迟级数)
- Batcher 排序网络：原理、种类和复杂性

4.2 (m, n) -选择网络

- 分组选择网络
- 平衡分组选择网络及其改进

Ch5 排序和选择算法（略）

5.1 一维线性阵列上的并行排序算法

5.2 二维 Mesh 上的并行排序算法

- ShearSort 排序算法
- Thompson&Kung 双调排序算法及其计算示例

5.3 Stone 双调排序算法(略)

5.4 Akl 并行 k -选择算法：计算模型、时间分析

5.5 Valiant 并行归并算法：计算模型、时间分析

5.7 Preparata 并行枚举排序算法：计算模型和算法的复杂度

Ch7 并行搜索（略）

7.1 单处理器上的搜索(略)

7.2 SIMD 共享存储模型上有序表的搜索：算法

7.3 SIMD 共享存储模型上随机序列的搜索：算法

7.4 树连接的 SIMD 模型上随机序列的搜索：算法

7.5 网孔连接的 SIMD 模型上随机序列的搜索：算法和计算示例

Ch8 选路算法

8.1 引言

- 信包传输性能参数
- 维序选路(X-Y 选路、E-立方选路)
- 选路模式及其传输时间公式

8.2 单一信包一到一传输

SF 和 CT 传·输模式的传输时间(一维环、带环绕的 Mesh、超立方)

8.3 一到多播送

SF 和 CT 传输模式的传输时间(一维环、带环绕的 Mesh、超立方)及传输方法

8.4 多到多播送

SF 和 CT 传输模式的传输时间(一维环、带环绕的 Mesh、超立方)及传输方法

8.5 贪心算法(教材 8.2) (略)

- 二维阵列上的贪心算法
- 蝶形网上的贪心算法

8.6 随机和确定的选路算法(教材 8.3) (略)

Ch12 矩阵运算

12.1 矩阵的划分：带状划分和棋盘划分，有循环的带状划分和棋盘划分

12.2 矩阵转置：网孔和超立方连接的算法及其时间分析

12.3 矩阵向量乘法

- 带状划分的算法及其时间分析
- 棋盘划分的算法及其时间分析
- Systolic 算法

12.4 矩阵乘法

- 简单并行分块算法
- Cannon 算法及其计算示例
- Fox 算法及其计算示例
- DNS 算法及其计算示例
- Systolic 算法

Ch13 数值计算

13.1 稠密线性方程组求解

- SIMD-CREW 的上三角方程组回代算法
- SIMD-CREW 上的 Gauss-Jordan 算法
- MIMD-CREW 上的 Gauss-Seidel 算法

13.2 稀疏线性方程组的求解

- 三对角方程组的奇偶规约求解法
- Gauss-Seidel 迭代法的红黑着色并行算法

13.3 非线性方程的求根

Ch14 快速傅立叶变换 FFT

14.1 快速傅里叶变换(FFT)

- 离散傅里叶变换(DFT)

- 串行 FFT 分治递归算法及其计算原理
- 串行 FFT 蝶式递归计算及其蝶式计算流图

14.2 DFT 直接并行算法

- SIMD-MT 上的并行 DFT 算法(略)

14.3 并行 FFT 算法

- SIMD-MC 上的 FFT 算法(略)
- SIMD-BF 上的 FFT 算法及其时间分析

Ch15 图论算法

15.1 图的并行搜索

- p-深度优先搜索及其计算示例
- p-宽深优先搜索及其计算示例
- p-宽度优先搜索及其计算示例

15.2 图的传递闭包

- 基于布尔矩阵乘积的算法原理
- 计算示例
- SIMD-CC 上的传递闭包算法

15.3 图的连通分量

- 基于传递闭包的算法
- 基于顶点合并的算法

15.4 图的最短路径

- 基于矩阵乘积的算法原理
- 计算示例

15.5 图的最小生成树

- SIMD-EREW 模型上的 Prim 算法
- 算法的时间分析

Ch17 组合搜索（略）

Ch18 随机算法

18.1 引言

- 基本知识：随机算法的定义、分类、重复性定律
- 时间复杂度度量
- 设计方法

18.2 低度顶点部分独立集

- 串行算法
- 随机并行算法及其正确性证明

18.5 多项式恒等的验证

- 基本原理和方法
- 矩阵乘积的验证原理

18.8 格点逼近问题（略）

18.9 SAT 问题的异步随机并行算法(略)

Supplement GPU 计算

1. GPU 的体系结构：存储器层次、线程的组织、同步等
2. GPU 的性能优化
 - 全局存储器的访存
 - 共享存储器的访存
 - 访存延时隐藏
 - 算法优化方法
3. 一个例子：矩阵乘法