

《并行计算》课程总结与复习 2021/6/1

第一篇 并行计算硬件平台：并行计算机

Ch1 并行计算与并行计算机结构模型

1.1 计算与计算机科学

1.2 单处理机与指令级并行

1.3 多核处理器与线程级并行

➤ 何谓多核处理器及意义

➤ 微处理器中的并行方式

- ILP, TLP, 多任务 OS, SMT, CMP, 虚拟化技术
- Intel 超线程技术

1.4 并行计算机体系结构

➤ 并行计算机结构模型

- SISD, SIMD, MISD, MIMD;
- SIMD, PVP, SMP, MPP, COW(Cluster), DSM

➤ 并行计算机访存模型

- UMA, NUMA, COMA, CC-NUMA, NORMA
- 不同存储结构的并行机系统(P20 图 1.11)

1.5 更多的并行计算概念

➤ PFLOPS, TFLOPS, GFLOPS

➤ TOP500 中的 R_{max} 和 R_{peak} 指标

Ch2 并行计算机系统互连与基本通信操作

2.1 并行计算机互连网络

➤ 并行计算机的互连方式

- 静态互连: LA(LC), MC, TC, HC; (P42 表 2.1 各种网络特性表)
- 动态互连: Bus, Crossbar Switcher, MIN(Multistage Interconnection Networks)
- 特别地, 标准网络互连: FDDI, 快速以太网, Myrinet, InfiniBand

2.2-2.5 通信代价公式

➤ SF 和 CT 基本公式

➤ SF 和 CT 在一维环、带环绕的 Mesh、超立方上的通信代价公式

Ch3 典型并行计算机系统介绍 (略)

3.1 共享存储多处理机系统

3.2 分布存储多计算机系统

3.3 分布共享存储计算机系统

3.4 机群系统

(2019, 10.28)

作业: ① 填空题: 一句话中间挖空 (考知识面)

② 简答题: 问一个简单问题, (20分, 回答简洁一点 4-5个题)

③ 综合题: 半开闭题
I. 程序说明

II. 并行算法设计
过程 (给一个例子, 按算法来做)

IV. 设计并行算法
分析复杂度

V. 正确性证明

结构参数: 度, 互连, 对~宽度等

老张总结

Ch4 并行计算性能评测

4.1 基本性能指标

4.2 加速比性能定律

- Amdahl, Gustafson, Sun&Ni 定律

4.3 可扩放性评测标准 (略) *不考*

- 可扩放性的含义
- 三个评测标准: 等效率度量, 等速度度量, 平均延迟度量

4.4 基准测试程序 (略) *不考*

- SPEC, LinPACK

第二篇 并行计算理论基础: 并行算法设计

Ch5 并行算法与并行计算模型

5.1 并行算法的基础知识

- 并行算法的定义
- 并行算法的表达
- 并行算法的复杂度: 运行时间、处理器数目、成本及成本最优、加速比、并行效率、**工作量及工作量最优** *★ 工作量: 运算、比较次数、访问...*
- 并行算法的 WT 表示: Brent 定理 *↓ 和串行比较*

5.2 并行计算模型

- PRAM 模型: SIMD-SM,
又分 CRCW(CPRAM, PPRAM, APRAM), CREW, EREW *① 哪些是分布式?*
- **SIMD-IN 模型: SIMD-DM** *② 如何化简 ~?*
- 异步 APRAM 模型: MIMD-SM
- BSP 模型: MIMD-DM, 块内异步并行, 块间显式同步
- LogP 模型: MIMD-DM, 点到点通讯

Ch6 并行算法基本设计策略

- 并行算法的三种设计策略: 串改并, 全新设计, 借用法 *简答*
- 及其示例: 快排序、前缀和、 k 着色、所有点对最短路径

Ch7 并行算法常用设计技术

- 划分设计技术: 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 (略))~~ *给个例子, 给出计算过程*
- 分治设计技术: ~~双调归并网络 (略)~~
- 平衡树设计技术: 求最大值、计算前缀和 *$O(\lg n)$ 改进成并行 (成本最优)*
- 倍增设计技术: ~~表序问题、求森林的根~~
- 流水线技术: 五点的 DFT 计算, ~~4 流水线编程实例 (略)~~ *如何的决策读*

Ch8 并行算法一般设计过程

- PCAM 的含义 *掌握 ch8: P4, P5*
- PCAM 设计方法的四个阶段和每个阶段的任务与目标 (略)

- 域分解和功能分解（略）

第三篇 并行计算理论基础：并行数值算法

Ch9 稠密矩阵运算

9.1 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

9.2 矩阵转置

- 网孔和超立方连接的算法及其时间分析(棋盘划分) \Rightarrow 可能会出一种新的结构来推导公式

9.3 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(略)

9.4 矩阵乘法

- 简单并行分块算法 \rightarrow 快存低空间取高
- Cannon 算法及其计算示例 \rightarrow 复杂度, 各自优势
- Fox 算法及其计算示例 \rightarrow 复杂度, 各自优势
- DNS 算法及其计算示例 (略) \rightarrow 复杂度改进为 EREW (k 的对齐)
- Systolic 算法(略) \rightarrow 复杂度 $O(\lg n)$

Ch10 线性方程组的求解

- 回代求解上三角形方程组的并行算法及其数据划分方法 \rightarrow 可并行求解
- 三对角方程组的奇偶规约求解法
- Gauss-Seidel 迭代法的并行化
 - 异步并行化算法 \rightarrow 为何不能块带状
 - 小规模并行化算法(针对五点格式产生的线性方程组) \rightarrow 带状循环交错
 - 红黑着色并行算法(针对五点格式产生的线性方程组)

Ch11 快速傅立叶变换 FFT

- 离散傅里叶变换(DFT)定义及其 $O(n^2)$ 算法 $A \rightarrow B$
- 串行 FFT 蝶式分治算法的计算原理、伪代码及其递归计算流图 \rightarrow 特别分组
- 串行 FFT 分治递归算法的计算原理 \rightarrow 复杂度 $O(n \log n)$
- SIMD-MC 上的 FFT 算法(略)
- SIMD-BF 上的 FFT 算法及其时间分析

Ch12 数值计算的基本支撑技术（略）

- 网格生成
- 图的划分
- 稀疏线性系统求解器
- 算法和软件
- 科学计算可视化

第四篇 并行计算软件支撑：并行编程

Ch13 并程序序设计基础

- 基本概念和术语

语法、语义、需求、伪代码

Ch14 共享存储系统并行编程

- OpenMP 编程

会对程序填空 (综合题)

往年出的是 MPI, OpenMP

Ch15 分布存储系统并行编程

- MPI 编程

~~Ch16~~ 并程序序设计环境与工具(略)

- Intel 的 Parallel Studio

补充篇 GPU 体系结构及编程

- 术语：GPU, GPGPU
- NVIDIA G80 的体系结构
 - SM 的组成
 - 存储器：层次结构和特点，全局存储器的 coalesced memory access，共享存储器的存储体冲突
 - 线程组织结构：线程、线程块、线程网格，Warp 执行机制
 - 同步：线程块内和块间的同步，CPU 和 GPU 间的同步
- CUDA 编程（略）
- CUDA 程序的性能优化
- 矩阵乘法及其优化

考知识，也可能程序填空，和稀疏编码结合