# 并行复习1绪论

### 什么是并行计算

并行计算是指在计算过程中同时执行多个任务或操作,以提高计算效率的技术。与传统的串行计算相比,它能够利用多个处理单元或计算资源同时进行计算,从而更快地完成任务。

#### 分类:

- 数据并行:将数据划分成多个部分,分配给不同的处理单元并行计算,各处理单元之间独立执行。
- **任务并行**:将任务划分成多个子任务,分配给不同的处理单元并行执行,各处理单元之间需要交换数据和信息。
- 流水线并行:将计算过程划分成多个阶段,每个阶段由一个处理单元执行,各处理单元之间按照数据流顺序依次执行。
- 指令级并行:通过在一个时钟周期内同时执行多条指令,提高指令级并行度。

## 推动并行计算的原因

- cpu**晶体管集成密度一直在指数级增长**(符合摩尔定律), 但是**单个cpu的时钟频率2003之后急剧放缓**, 说明单核的时钟频率已不是处理器发展的主角
- 功耗/ 散热 的限制使得单个cpu的时钟频率无法在提升, 只能选择增加cpu数量
- 多核, 众核称为之后cpu的发展趋势, 转变之前 "更复杂的处理器设计, 更快的时钟频率"的发展思路
- 并行架构更容易设计
- 充分利用资源
- 巨大的功耗优势

# 了解并行计算应用、超算、并行计算软件技术面临的挑战

### 并行计算应用

- 航空领域,数据库,能源,环境,游戏,地理,药物,科研,天气,生物
- 科学仿真

传统科学/工程研究模式:理论、实验,有局限性:太难、太贵、太慢、太危险。

科学计算研究模式: 使用高性能计算机系统仿真现象

科学仿真持续推动对计算系统提出更高需求:提高结果精度、计算速度、追求更大规模系统、商用计算机需要更强、更快、更便宜

#### 实例:

- 1. 全局气候建模
- 2. 海洋建模
- 3. 生物信息学
- 4. 天文学---黑体照片、观测、星系演化
- 5. 强子对撞机
- 6. 动画渲染
- 7. 医学
- 8. 商业应用
- 9. 人工智能---GPT
- 商业领域:运算能力更强,速度更快,价格更便宜

### 超级计算机

**Top1: Frontier** 

性能最强,能效最高

峰值性能: 1.69百亿亿次/秒

持续性能: 1.1百亿亿次/秒

我国Top1:神威·太湖之光

2016年, 无锡

自研的"申威26010"众核处理器

峰值性能: 12.5436亿亿次/秒

持续性能: 9.3014亿亿次/秒

超级计算机分布: 我国数量最多, 但性能并不是最强

### 并行计算软件技术面临的挑战

#### 并行程序设计的复杂性

• 足够的并发度

并发度:系统中同时执行的独立执行单元的数量。

• 并发粒度

在一个并行程序中,可被独立执行的最小任务单元的大小。

#### 独立的计算任务的大小

• 负载均衡

在计算机系统中分配任务和资源,以便在多个处理单元之间实现更均匀的工作负载分布的技术或策略。负载均衡的主要目标是提高系统的性能、可靠性和可扩展性。

#### 处理器的工作量相近

• 协调和同步

协调和同步不得当会导致死锁、竞争条件和数据不一致问题。

1. 协调

任务分配 通信协议 资源分配

2. 同步

防止数据竞争和不一致性

锁、互斥体、信号量、条件变量

局部性

对临近的数据进行计算

#### 数据移动 (通信) 代价很高

因此在设计算法和软件时,要尽可能地最小化数据移动;每单位数据移动要做更多的计算.

#### 能耗挑战

• 每MW 需要1M美元

#### 伸缩性挑战

- 相同的程序在新一代硬件架构下仍能高效运行。
- 在\*\*更大规模(更多核心)\*\*的硬件平台下仍然能够高效运行(甚至提升)

#### 软件面临的挑战

- 软件生态环境几乎停滞
- 现有代码还未准备好硬件架构的改变
- 新软件技术还不成熟

#### 中国在戈登·贝尔奖的突破

- 2020年,Summit,获得戈登贝尔奖的是中美合作的团队夺冠,"基于机器学习将分子动力学计算精度极限推广到1亿个原子"。
- 2021年度戈登·贝尔奖颁给了我国新一代神威超级计算机的应用「超大规模量子随机电路实时模拟(SWQSIM)」。