



超级计算机



邓靖 丁旭 丁治宇



- 简介
- 设计
- 主流衡量标准
- 天河二号



简介



- 超级计算机通常是指由数百数千甚至更多的处理器（机）组成的、能计算普通PC机和服务器不能完成的大型复杂课题的计算机。
- 超级计算机指能够执行一般个人电脑无法处理的大资料量与高速运算的电脑。



- 超级计算机是一个相对的概念。
- 具有很强的计算和处理数据的能力，主要特点表现为高速度和大容量，配有多种外部和外围设备及丰富的、高功能的软件系统。
- 用途（天气预测、气候研究、运算化学、分子模型、天体物理模拟、核物理研究、卫星图像处理、情报分析和各种科学研究方面）



五个阶段



- 单处理器巨型机（1964年, CDC6600）
- 向量处理系统
 - 70年代初研制成功STAR-100向量机，这是世界上最早的向量机
 - 1976年，CRAY公司推出CRAY-1向量机，开始了向量机的蓬勃发展
- 大规模并行处理系统
 - 1996年12月宣布的ASCI RED,运算速度超过了万亿次/秒
- 共享内存处理系统
- 机群系统
 - 具有结构灵活、通用性强、安全性高、易于扩展、高可用性和高性价比等诸多优点



- 构想的第六代超级计算机
 - 具备更高的可扩展性、可用性、可持续性、计算密度、可管理性、运行效率和性能功耗比等特征



设计



- 把复杂的工作细分为可以同时处理的工作并分配于不同的处理器（进行特定的运算）
- 数据结构（确保数据及指令及时送达）
- 输入 / 输出系统（提供高带宽）
- 根据阿姆达尔定律，超级计算机的设计都集中在减少软件上的串行化、用硬体在瓶颈上加速



峰值速度



- 峰值速度通过计算得出，故也称理论峰值速度，其计算公式为【理论峰值速度(亿次)=节点机每个CPU主频(MHz)×CPU每个时钟周期执行浮点运算的次数×CPU总数目/10⁸】。例如，“天河一号”的峰值速度为1206万亿次每秒(TFlops)或1.206千万亿次每秒(PFlops)。



实测速度



- 用评测软件对机群系统计算速度的实际测试值，目前国际上通用的超级计算机或高性能计算机评测软件是《**Linpac**k》——这是一套采用求解线性方程组和特征值问题的方法来综合评价超级计算机浮点运算性能的基准测试软件。实测速度能更客观地反映系统的实际计算性能，对用户而言，实测速度比峰值速度更有意义。



运行效率



- 一般是指超级计算机实测速度与峰值速度的比率。运行效率越高，表明系统具有的处理资源等经过合理的系统设计得到了更有效的发挥。相对于由处理器数量和性能决定的理论峰值速度而言，运行效率显然是一个能够更全面、科学地反映超级计算机性能和技术先进性的指标。



天河二号



处理器



- 16,000个运算节点，每节点配备两颗Xeon E5 12核心的中央处理器、三个Xeon Phi 57核心的协处理器（运算加速卡）。累计32,000颗Xeon E5主处理器和48,000个Xeon Phi协处理器，共312万个计算核心。



■ 内存

- 每个节点拥有**64GB**主存，而每个Xeon Phi协处理器板载**8GB**内存，故每节点共**88GB**内存，整体总计内存**1.408PB**。

■ 外存

- **12.4PB**容量的硬盘阵列



- 主板、机架、机柜
- 主板、机架与机柜均由浪潮集团制造，共有**125**个机柜，每个机柜容纳**4**个机架，每个机架容纳**16**块主板，每个主板设置有两个计算节点。每个机柜还装有负载指示灯，根据机柜内主机的运算负载变更发光二极管的发光颜色



■ 前端处理器

- 计算节点前端处理器为4096颗FT-1500 16核心 SPARC V9架构的处理器，40纳米制程，运作时钟频率1.8GHz，热设计功耗65瓦，峰值性能144GFLOPS。



■ 连接

使用光电混合传输技术（**Optoelectronics Hybrid Transport Technology**），使用自制的**TH Express-2**主干拓扑结构网络连接，以**13**个大型路由器通过**576**个连接端口以光电传输介质与各个运算节点互联，控制器名为**NRC**，使用**90**纳米制程，单个控制器的数据吞吐量**2.56Tbps**，终端网络接口使用名为**NIC**的控制器，以**PCI-E 2.0**接口链接，数据传送速率**6.36GB/s**



- 操作系统
- 麒麟操作系统、基于SLURM（Simple Linux Utility for Resource Management，资源管理用单一Linux公用程序）的全局资源管理



■ 能耗

- 整机功耗17,808千瓦，在搭载水冷散热系统以后，功耗将达到24兆瓦，无论水冷系统的搭载与否，都是目前TOP500里功耗最大的



Q&A



Thank you