

高性能计算技术的发展 现状及趋势

韩冀中, 韩承德

(中国科学院计算技术研究所高性能计算机研究中心, 北京 100080)

The Current Status and Trends of High Performance computing Technology

Han Jizhong, Han Chengde

(Center of High Performance Computing Institute of Computing
Technology, CAS, Beijing 100080, China)

目前, 高性能计算技术主要有两个发展方向: 在深度上致力于研制具有快速运算能力的高性能计算机; 在广度上注重于开发具有广泛应用前景的高性能服务器。高性能计算机的发展水平已经成为衡量一个国家高科技水平和综合实力的重要标志。高性能计算机可以对所研究的对象进行数值模拟和动态显示, 从而获得实验很难甚至无法得到的结果。例如, 可应用在预测气候变化, 预报恶劣天气, 理解基因功能, 以及模拟核爆炸过程, 甚至模拟宇宙演化过程等领域中。高性能计算机的发展使得计算科学成为人类认识和改造世界的新的方法和途径。它推动了当代科学和高新技术的发展, 并将

逐渐影响人们的生活方式。

90年代, 美国等发达国家在高性能计算机和通信上取得了一些重要的成果。1996年12月诞生了世界上第一台浮点运算速度峰值超过 $10^{12}/s$ 的ASCI Red高性能计算机。现在世界上理论速度峰值超过 $10^{12}/s$ 的计算机已达7台。预计到2003年左右, 高性能计算机的速度将达到 $10^{15}/s$, 而民用研究团体所使用的高性能计算机也可达几十万亿次的浮点运算速度。

1999年6月TOP500统计的世界前10位高性能计算机主要性能指标如下:

排 名	厂 商	型 号	年 份	处理单元	浮点运算速度/ $10^9 \cdot s^{-1}$	
					实测峰值	理论峰值
1	Intel	ASCI Red	1999	9 152	2 121. 3	3 154
2	SGI	ASCI Blue Mountain	1998	6 144	1 608	3 072
3	SGI	T3E1200	1998	1 084	891. 5	1 300. 8
4	Hitachi	SR8000/128	1999	128	873. 6	1 024
5	SGI	T3E900	1997	1 324	815. 1	1 191. 6
6	SGI	ORIGIN 2000	1999	2 048	690. 9	1 024
7	SGI	T3E900	1997	876	552. 92	788. 4
8	IBM	SP Silver	1998	1 952	547	1 296
9	SGI	T3E900	1999	812	515. 1	730. 8
10	SGI	T3E1200	1998	612	509. 9	734. 4

计算机系统提高性能的主要途径是体系结构和电路工艺方面的改进。电路工艺的改进主要体现在时钟频率和芯片集成度的提高。系统结构的改进是影响计算机系统性能改善的主要途径。从系统结构上看,高性能计算机系统可分为传统向量机、SMP(对称多处理机)系统、MPP(超大规模并行处理)系统、高速互连的异构计算机机群系统。因为向量机和 SMP 系统的可扩展性有限,未来高性能计算机系统将主要采用 MPP 和网格异构计算技术。

当前大多数高性能计算机依然采用 MPP 技术。MPP 系统是指在同一地点用大量同构处理单元构成的高性能并行计算机系统。在 TOP500 统计的前 100 位中,有 91% 计算机使用的结点数目超过 100 个,而 Intel 公司研制的 ASCI Red 机甚至集成了 9 000 多个结点。短期内,MPP 技术将仍被高性能计算系统广泛应用。网络异构计算机系统是将具有不同系统结构的计算结点用高速网络互连形成的。它具有高性能、高可用性和高可靠性等特点,可以充分利用现有计算资源,并能较好地满足大规模科学工程计算的发展需求,在 21 世纪将逐渐受到重视。网络异构计算技术还将促进高性能计算技术在通用领域的发展。

在未来的高性能计算机系统中,半导体技术的

发展将继续推动系统性能的进一步提高。同时,基于一些新材料新工艺的计算机,如光互连技术、超导体计算机、量子计算机以及分子计算机也将成为研究的热点,这些领域的技术突破将带来高性能计算技术的深刻变革。

我国对高性能计算技术的发展给予了高度的重视,在国家“八六三”计划等的支持下,国家智能计算机研究开发中心自 1993 年以来,相继研制出曙光-1 全对称(SMP)并行机、曙光-1000 大规模并行处理(MPP)系统和基于机群结构的曙光-1000A 及曙光-2000 系列百亿次高性能计算机。国防科技大学计算机研究所从 1983 年研制成功我国第一台银河-I 亿次巨型计算机起,先后研制成功银河-II 十亿次巨型计算机、银河-III 百亿次巨型计算机和银河-I、银河-II 型全数字仿真计算机、银河小型巨型计算机。曙光和银河系列百亿次并行计算机的商品化,高性能计算机基础研究和关键技术的突破,以及更高性能并行机的相继研制成功,缩小了我国高性能计算技术与世界水平的差距,为我国信息化建设和国防现代化提供了强有力的工具。随着因特网网络通信带宽以 3 倍于计算机发展速度,即每 6 个月翻一番的步伐向前推进,大力发展网络异构计算技术将成为我国发展高性能计算机的一个投资少,见效快的有效途径。

* * * * *

在日本召开的第三次全球环境与核能系统国际研讨会

第三次全球环境与核能系统国际研讨会(3rd International Symposium on Global Environment and Nuclear Energy System)是由日本教科体文部、日本原子能学会、美国核学会及日本原子工业论坛联合承办。由日本东京工业大学原子能研究所主持。其宗旨是:“核科学和技术对下一个千年的能源及全球环保问题应承担的任务及其促进作用”。会议于 1999 年 12 月 14-17 日在东京工业大学如期召开。

会议从十几个国家征集到 80 余篇论文和报告,划分为能源需求和环境保护;应用于环境保护的核科学和技术;减少废物和零排放;更接近生活应用的核系统;21 世纪的核能系统等专题进行了交流和讨论。

此次会议为来自各国工业企业、研究机构和学术部门的科学家和工程师提供了一次世纪之交最新信息交流的机会,社会所广泛关注的全球环境问题以及下一世纪的能源问题成为会议的中心议题。核能和核技术对减排温室气体和其它污染排放物的不可替代的作用得到了广泛的共识,并从理论和实践上探讨了应用核能的各种解决方案,核能将会进入一个崭新的阶段,以新的面貌迎接下一个千年。

(清华大学核能技术设计研究院 田嘉夫)