



中国计算机学会文集

China Computer Federation

Proceedings

CCFP 0005

中国计算机科学技术 发展报告 2006

中国计算机学会 主编

清华大学出版社



中国计算机学会文集

China Computer Federation Proceedings
CCFP 0005

TP3-53/7

:2006

2007

中国计算机科学技术 发展报告 2006

中国计算机学会 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是由中国计算机学会学术工作委员会组织编写的具有权威性的计算机科学技术年度发展报告。书中首先给出了计算机学科发展综合报告,然后分别围绕高性能计算、网络与安全技术、软件、生物信息学、编译技术与虚拟计算等主题给出了15个报告,最后汇总了2006年度计算机领域获国家科技奖项、王选奖及优秀博士学位论文的情况。所有报告均由目前活跃在各个研究方向上科研人员撰写,详细介绍了我国在该领域研究、开发和应用等方面的进展,以及未来发展趋势分析。这些报告基本上反映了我国计算机科学与技术工作者当前的研究进展,对学术研究有重要参考价值。

本书的读者对象为信息行业的从业人员,高等院校的学生、教师以及科研院所的研究人员等。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

中国计算机科学技术发展报告 2006/中国计算机学会主编. —北京:清华大学出版社, 2007. 11

ISBN 978-7-302-16262-9

I. 中… II. 中… III. 计算机科学—发展—研究报告—中国—2006 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 155357 号

责任编辑:薛 慧

责任校对:刘玉霞

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:29.5 插页:1 字 数:676 千字

版 次:2007 年 11 月第 1 版 印 次:2007 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~7000

定 价:48.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027576-01

前 言

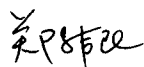
在当前的信息时代和知识经济的时代,计算机科学技术的发展很大程度上成为国民经济发展的动力,越来越渗透到国民生活的方方面面。中国的计算机科学与技术也是方兴未艾、日新月异,正处在一个挑战和机遇并存的时期。从2004年开始,中国计算机学会按年度组织编写中国计算机科学技术发展报告,旨在记录我国计算机科学技术发展的历程,并阐述计算机科学技术发展的新趋势和新动向。

今年的发展报告组织并选择了高性能计算、网络与安全技术、软件、嵌入式系统与生物信息学、编译技术与虚拟计算5个主题共16篇报告,分别由活跃在各个研究方向上的科研人员撰写,详细介绍了我国有关这几个主题在研究、开发和应用等方面取得的进展,以及它们的未来发展趋势分析。这些报告基本上反映了我国计算机科学与技术工作者的当前的研究进展,对学术研究有重要参考价值。

本报告总结了2006年我国计算机科学技术发展的成果,既是我国计算机科学技术发展历程的一个记录,对进一步推动我国计算机科学技术的振兴和发展,推动我国的信息化进程将起到重要作用,也可作为广大计算机科学技术人员了解当前计算机科学技术发展动态的一个渠道,适合本领域决策部门的人员和科研人员参考。

由于策划组稿时间短,报告在主题选择、形式和内容安排上都有待进一步改进。我们也希望广大读者对本报告的编写工作多提宝贵的意见和建议,以便在今后的年度报告中逐步改进。报告中的观点虽仅代表撰稿人的个人意见,但仍具有非常重要的参考价值。

最后,谨向为本年度报告贡献稿件的所有专家表示感谢。同时,中国计算机学会学术工作委员会的委员们为本报告的出版付出了辛勤的劳动,其中,中国计算机学会学术工作委员会主任、清华大学计算机系郑纬民教授负责组织和策划工作,中国计算机学会学术工作委员会委员、清华大学出版社的薛慧女士负责稿件的整理和编辑工作;另外,中国计算机学会秘书长杜子德研究员、中国科学院软件研究所的李洁女士参与了报告编写工作。在此一并向他们表示感谢。



中国计算机学会
学术工作委员会主任
2007年10月10日

Development Report of Computer Science and Technology in 2006

This report summaries the development of computer science and technology during 2006 in the following areas: high performance computing, micro-processor, next generation Internet, search engine, grid computing, wireless sensor network, information security, database under the web-age, operating system, artificial intelligence, bioinformatics, compiler technology and virtualization. This report gives a thorough introduction to the advances in the research, development and applications in these fields, both domestic and abroad, and presents further trends and potential directions. This report can serve as a good reference for both academic researchers and non-professionals to gain a gross view of related topics.

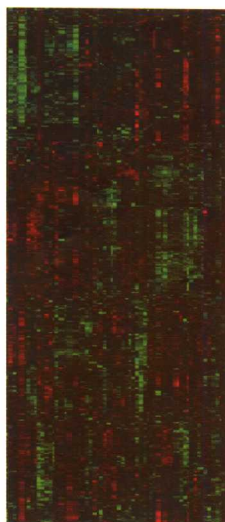


图5 基因芯片数据的热度图示例

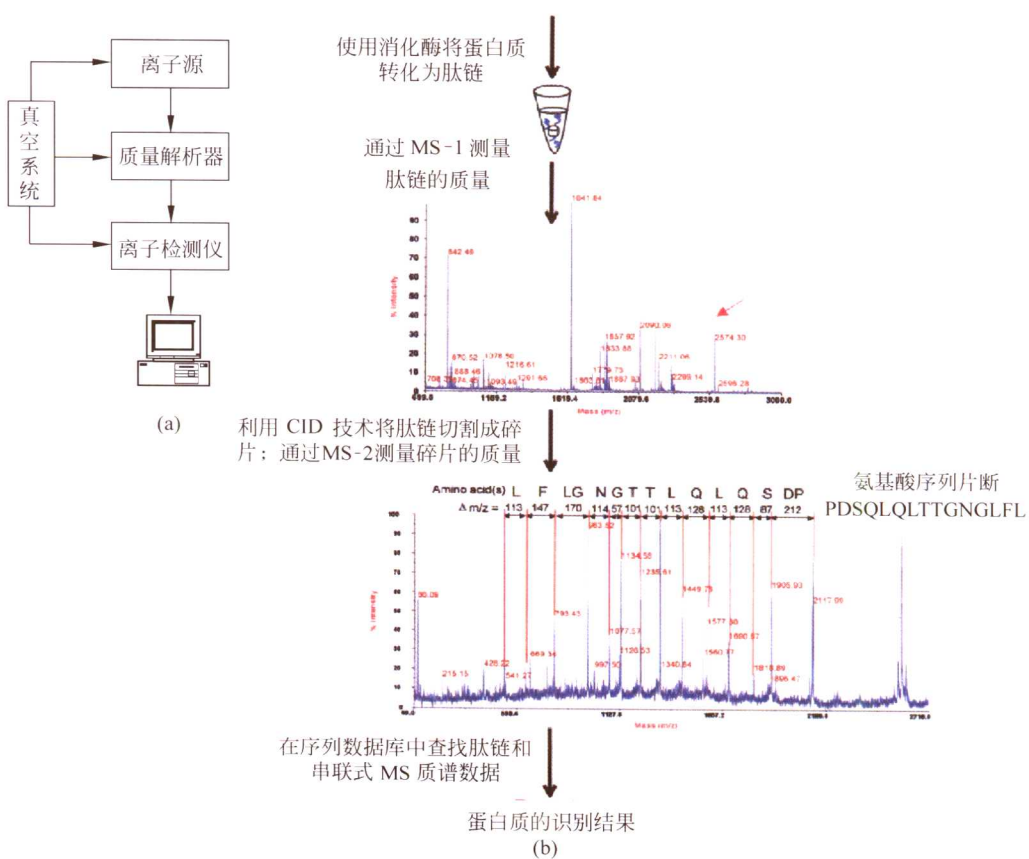


图6 质谱仪的基本构成,以及蛋白质识别的基本步骤(引自[45],略作修改)

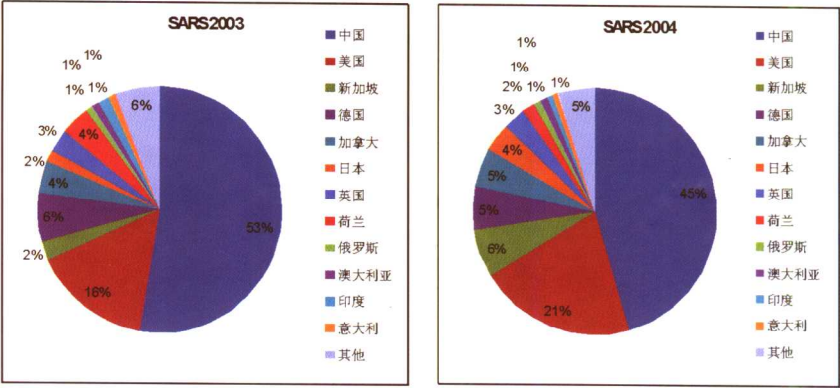


图7 2003年和2004年世界各地的科学家对SARS冠状病毒的研究状况



图8 SARS冠状病毒的S蛋白质(黄色所示)与人类ACE2蛋白质(蓝色所示)对接(引自[56])

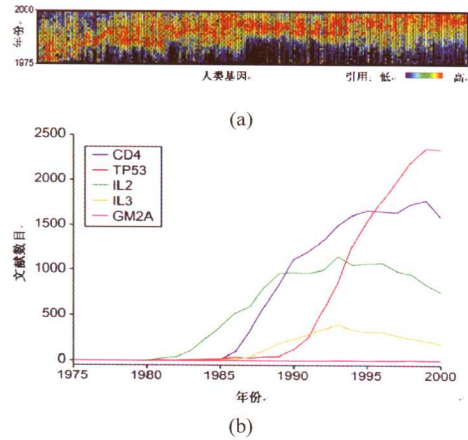


图10 对基因生命周期的跟踪(引自[101])

目 录

计算机学科发展综合报告(2006)	郑纬民 张广艳 薛瑞尼	(1)
1 引言		(1)
2 处理器技术		(4)
3 高性能计算机		(6)
4 下一代互联网技术		(8)
5 网络存储技术		(12)
6 网格计算技术		(16)
7 信息搜索技术		(19)
8 多媒体技术		(22)
9 信息安全技术		(25)
10 数据库技术		(30)
11 人工智能技术		(33)
12 编译技术		(36)
13 虚拟计算技术		(38)
14 生物信息学		(40)
参考文献		(41)

第一篇 高性能计算

2006 年高性能计算机排行榜对比分析	张云泉 孙家昶 袁国兴 张林波	(47)
1 背景		(47)
2 总体性能分析		(48)
3 地理分布分析		(52)
4 制造商分析		(55)
5 行业领域分析		(60)
6 技术趋势分析		(63)
7 展望		(65)
参考文献		(67)
高性能计算机进展与挑战	杨学军	(68)
1 前言		(68)
2 高性能计算机系统发展历程		(68)

3 国际高性能计算机技术进展	(69)
4 中国高性能计算机技术研究概况	(80)
5 面临的技术挑战	(83)
6 结束语	(85)
参考文献	(86)
服务器概述	高 洁 (90)
1 服务器的定义与特点	(90)
2 服务器分类	(90)
3 服务器发展历程	(92)
4 主要技术点	(93)
5 服务器应用新篇章	(105)
6 中国服务器市场分析	(111)
7 2007—2011 年中国服务器市场预测	(113)
8 总结与展望	(114)
高性能微处理器的发展现状和趋势	胡伟武 (115)
1 技术发展趋势	(115)
2 国内外现状	(118)
3 高性能微处理器发展前沿	(122)
4 结束语	(129)
参考文献	(129)
第二篇 网络与安全技术	
“下一代互联网”2006 年度发展报告	徐明伟 (135)
1 引言	(135)
2 下一代互联网体系结构研究	(139)
3 下一代互联网关键技术研究	(148)
4 下一代互联网建设	(158)
参考文献	(165)
搜索引擎技术及发展趋势	李晓明 张 岩 (168)
1 引言	(168)
2 搜索引擎面临的挑战	(168)
3 搜索引擎应对方略	(174)
4 相关研究组	(179)
5 搜索引擎之展望	(182)

6 结语	(183)
参考文献	(184)
网格计算	金 海 吴 松 (187)
1 2006 年国际网格计算的进展	(187)
2 大型国际网格项目	(192)
3 中国国家网格计划(CNGrid)	(194)
4 中国教育科研网格计划(ChinaGrid)	(196)
5 “以网络为基础的科学活动环境研究”重大专项	(199)
无线传感器网络研究进展	李建中 (203)
1 无线传感器网络的基本概念、特点与挑战	(204)
2 无线传感器网络的研究领域	(208)
3 国外无线传感器网络的研究进展	(210)
4 国内无线传感器网络研究进展	(228)
5 结论	(229)
参考文献	(230)
国内外信息安全科学技术研究现状与发展趋势	冯登国 赵险峰 (240)
1 引言	(240)
2 信息安全发展的四个阶段、五种属性和六个方面	(240)
3 信息安全科学技术最新进展	(244)
4 信息安全科学技术六大发展趋势	(247)
5 信息安全科学技术面临的五大挑战	(248)
6 信息安全科学技术十大重点发展方向	(248)
7 结束语	(250)
参考文献	(250)

第三篇 软 件

Web 时代的数据库新技术研究与开发···王 珊 杨冬青 周傲英 于 戈 李 青	(257)
1 引言	(257)
2 近年来数据库发展的背景介绍	(257)
3 当前若干研究热点	(259)
4 未来几年学科发展趋势预测和研究方向建议	(265)
5 中国数据库迅速崛起	(271)
参考文献	(275)

操作系统学科发展报告	李明树 梁洪亮 (278)
1 地位与作用	(278)
2 国际发展状况、趋势和前沿领域	(278)
3 我国发展现状、优势和特色	(293)
4 优先发展领域和未来发展规划	(299)
5 政策措施	(301)
6 结论	(302)
参考文献	(303)
现代人工智能在中国	金 芝 (305)
1 符号智能	(305)
2 计算智能	(307)
3 智能科学	(308)
4 其他代表性工作	(309)
参考文献	(316)

第四篇 嵌入式系统与生物信息学

嵌入式系统战略研究报告	吕京建 沈绪榜 梁合庆 (321)
1 引言：嵌入式系统无处不在	(321)
2 嵌入式系统的基础——芯片技术	(325)
3 嵌入式计算平台成为趋势	(331)
4 欧美：ES 原始创新的大本营	(335)
5 日韩：引进消化再创新的成功典范	(340)
6 中国：系统集成创新与规模经济	(342)
7 发展策略和建议	(346)
8 后记	(347)
参考文献	(348)
生物信息学：运用信息科学和计算技术探寻生物领域的奥秘 ...	朱小燕 李 姣 (349)
1 前言	(349)
2 序列比对算法	(350)
3 基因芯片分析	(354)
4 基于质谱技术的蛋白质识别	(357)
5 SARS 冠状病毒的研究	(359)
6 生物本体	(360)
7 生物文献挖掘	(362)

8 系统生物学	(364)
9 结束语	(366)
参考文献	(366)

第五篇 编译技术与虚拟计算

编译技术：应对片上多处理器的挑战 … 冯小兵 李致远 陈 莉 吴承勇 杨灿群

李春江 张为华 臧斌宇 霍玮 张兆庆 闫家年 陈文光 郑纬民	(375)
1 多核处理机编译研究的若干问题	(376)
2 片上并行系统的程序设计模型和语言	(381)
3 异构多核处理器的编程模型和编译技术	(391)
4 SIMD 编译优化技术研究概述	(400)
5 验证编译器初探	(407)
6 编译技术在检测程序缓冲区溢出漏洞方面的应用	(414)
参考文献	(421)

虚拟计算技术研究概论 陈 康 郑纬民 (425)

1 概述	(425)
2 虚拟计算平台研究	(429)
3 计算资源虚拟化相关技术研究	(437)
4 国内虚拟计算技术研究概况	(444)
5 总结	(447)
参考文献	(447)

第六篇 其 他

2006 年中国计算机学会王选奖获奖项目 (455)

索引 (457)

计算机学科发展综合报告(2006)

郑纬民 张广艳 薛瑞尼

清华大学计算机科学与技术系,北京 100084

1 引言

人类生产、生活的开展对计算机能力提出越来越高的要求,一个明显的例子是一些大规模工程问题使得科学家只有借助计算机才能发现其中的科学规律。需求的发展不断推动计算机科学技术向前发展,而一部分计算机科学技术的前进(比如计算能力)又对其他相对滞后的计算机科学技术(比如存储能力)发出新的呼唤。计算机科学技术的发展史就是对“需求—前进”的循环演绎。在过去的一年里,微处理器、下一代互联网、信息安全、网格计算等计算机相关领域都取得了巨大的成绩,本文将对这些进展情况给予概括性的回顾。

通过采用高频率追求高性能的处理器发展路线由于物理限制难以继续,这促使学术界和工业界提出新的处理器架构。多核是目前公认的一种可行的解决方案,旨在通过开发线程级并行性来提高性能,同时降低功耗。2006年各大芯片厂商纷纷发布了多核处理器,如IBM Power6, Intel Conroe, AMD Opteron, Sun Niagara。中国科学院、国防科技大学、清华大学、北京大学等科研院所都成功研制出具有自主知识产权的处理器,其中中科院计算所规划2007年底发布的龙芯3.0将集成64个核心。

高性能计算机作为国家创新体系建设的重要组成部分,是一个国家综合实力的象征。美、日等世界强国一直把发展高性能计算机当作国家行为,予以高度关注。美国国家科学基金会、能源部、国防部以及国家科学院等部门和跨机构组织,正在推进一系列高性能计算机发展计划,目标是在2008—2010年期间实现持续性能千万亿次以上的高性能计算机,并为构建更高性能的战略计算能力奠定基础,以确保美国的全面竞争力。日本正在执行的“先进高性能超级计算机”计划,目标是在2012年实现万万亿次以上混合型通用系统。我国已成功研制银河、深腾、曙光、神威等具有国际影响力的高性能计算机。国防科技大学、联想集团、中科院计算所和江南计算所等研究机构在高性能计算机的研制方面作出了积极的探索,积累了丰富的经验。国家在“十一五”“863”的“高效能计算机与网格软件”重大专项里也部署了研制更大规模的Petaflops的高性能计算机的课题,并计划在2008年推出百万亿次国产高效能计算机,2010年推出千万亿次机。但我们需要清醒地认识到我国目前的水平与美、日等国的差距仍然不小。

我国科技工作者在下一代互联网关键技术上走出了自己的道路。2003年7月,国家八部委联合启动了中国下一代互联网示范工程CNGI(China Next Generation Internet)示范网络核心网建设项目。2003年8月,CERNET网络中心开始建设CNGI中最大的学术性主干网——CERNET2。2004年12月,CERNET2主干网正式开通并投入试运行,全面支持IPv6协议。2006年9月,“中国下一代互联网示范工程CNGI示范网络核心网CNGI-

CERNET2/6IX”项目通过验收,获得 4 项重大创新性成果,其中 3 项“属国际首创”,“总体上达到世界领先水平”。

网络存储成为继计算机和互联网之后的信息技术领域的第三次革新浪潮。存储区域网络(SAN)以网络架构为基础,可扩展性好,能够提供灵活的计算组织环境,实现存储资源的合理配置和有效利用。用户不再独立维护固定大小的存储设备,不再需要自己扩展存储容量。存储虚拟化是网络存储的核心。它具有“按需分配”的能力,在用户看来存储池的容量无限大。这样既可以极大地节约管理费用,又可以充分发挥异构存储设备的协作能力。

网格计算是新一代资源共享模式,可以实现跨地域、跨平台的资源共享。世界各国都非常重视此领域的研究工作。中国国家网格(CNGrid)和中国教育科研网格(ChinaGrid)是我国两个代表性的网格项目。CNGrid 于 2005 年底完成第一期建设,总运算速度超过 18 万亿次,存储容量大于 200TB。CNGrid 支持了包括 11 个应用网格的开发与建设。ChinaGrid 于 2005 年 12 月完成第一期建设,并于 2006 年 7 月通过教育部组织的鉴定。ChinaGrid 系统总体设计和关键技术达到国际先进水平,展示了在 CERNET 先进设施的基础上开展网格建设的强大优势,为全国教育资源的整合和共享打下了良好的基础。

很难想象,如果网络没有搜索引擎,世界将会怎样。从浩如烟海的信息中定位用户感兴趣的资料越来越依赖于搜索引擎。搜索引擎一方面蕴含着丰富的技术创新,另一方面它也是巨大经济利润的来源。传统信息检索技术正面临着严峻的考验。搜索技术正在向一个新的方向发展,那就是“更准、更全、更新、更快、更方便、更个性”。搜索引擎将不再仅仅局限于页面搜索,而进一步的细化并向专业方向发展,如各大搜索巨头都纷纷推出了 MP3、图片搜索等特色服务,同时桌面搜索、地图搜索等专业搜索方面也成为各大公司争夺市场的新焦点。

计算机的亲性和家庭普及应用归功于多媒体技术的发展。新式媒体设备的相继出现,如传感器网络、高清晰数字电视、3D 视频等,使计算机的易用性进一步改善,影响着人们的生活方式。多媒体数据一个典型的特点就是数据量大,“对带宽和存储空间的需求速度超过了带宽和存储容量现有的增长速度”是一对长期存在的矛盾。因此力图弥补两者间鸿沟的音频视频的编、解码技术也就贯穿着多媒体技术的发展历程。多媒体技术的普及也衍生出一些新的问题,如多媒体数据的存储、访问和检索以及多媒体数据中的知识发现等。

Web 2.0 时代的到来对互联网形成了很大的冲击,信息安全问题显得尤为重要。近两年国内外信息安全研究成果突出。如,国际成果有:可证明安全性方法在密码算法和安全协议的设计中得到广泛应用;信息安全技术标准化工作得到进一步发展和完善;量子密码的实验网络建成;信息隐藏的基础理论逐渐丰富;新型网络、计算与应用环境下的信息安全技术迅猛发展;可信计算平台的产业化和研究有了坚实的基础等。国内成果有:戴宗铎教授等创立了多维连分式理论;王小云教授等在杂凑函数分析方法取得重大突破;冯登国教授等构建了具有自主知识产权的 PKI 模型框架;宽带无线网络 WAPI 安全技术标准引起国际高度关注等。

由于 Internet 和 Web 技术的发展,数据来源和特性的变化、应用领域的变化、计算机

软硬件相关技术的发展,数据库的研究范围在快速的拓广。信息资源的爆炸性增长和记录数据的多样性对数据库技术提出了越来越高的要求,例如,如何对 Web 信息进行数据挖掘,获得针对特定用户群的准确结果(如垂直搜索、专业搜索等);如何高效记录查询分析海量流式数据(如传感器图像、金融股票资讯、天文数据等);如何有效处理具有时空属性的数据(如移动计算);如何处理新兴应用数据(如网格、P2P、Web Service、嵌入式系统微型数据库)等。数据库技术是计算机应用技术的基础,顺利解决这些问题将极大地拓展数据库的应用领域。

人工智能的研究随着计算机的诞生而诞生。由于人类自身对智能认识的局限,在 50 多年的发展演化过程中,人工智能经历了其他技术所没有的起伏变化。但人工智能研究一直在前进,并不断取得一些引人注目的成果。比如,自然语言机器翻译,利用计算机证明数学定理,计算机下棋并战胜国际象棋大师,机器人登上了火星,许多商用计算机系统具有听说能力,等等。知识表示、自动推理、机器学习等领域在将来会发挥越来越重要的作用。

编译器是现代计算机系统的支柱软件,它能否充分发挥硬件平台的计算能力直接决定着处理器发展的成败。多核处理器的流行使得并行计算从科学计算领域拓展到个人桌面计算,如何加速现有串行程序,如何更好地支持将来的并行开发模型都成为当前编译技术面临的严峻问题。编译器是继承已有的优化技术直接移植到多核处理器上还是开辟一个全新的天地来发掘多核结构的并行计算潜力仍然是学术界和工业界讨论的热点。

虚拟化技术最早可以追溯到 20 世纪 60 年代,但是直到 2002 年 Xen 出现才使这门技术广泛地流行起来,这是技术发展和市场需求相互作用的必然结果。各类 IT 服务越来越复杂,迫切地需要底层系统提供可靠的运行时支持,减少相互间的干扰,避免系统宕机。虚拟技术可以提供不同级别的虚拟环境,可以适应不同应用的需求,而它天然提供的隔离性和移动性正好可以满足各类服务的需求。虚拟化技术正在改变 IT 部门管理其系统和应用的方法,帮助他们巩固基础架构,优化应用,减小整体成本和提高业务系统部署的敏捷性。

以高性能计算为基础的计算科学已经成为继理论科学和实验科学之后人类科学研究的第三大支柱。计算科学在信息时代发挥着比以往任何时期都更为重要的作用。生物信息学就是在特定历史条件下将计算机技术应用到生物领域的典范,甚至已经发展成为一门独立学科,在短短几年里取得了显著成绩,解决了以往由于计算量庞大而无法完成的问题。

综观全世界计算机科学技术的发展趋势和应用情况,美、日等世界强国依然占据着领跑位置。中国的计算机科学技术虽然取得了迅速的发展,但还整体落后于发达国家。技术转型期也是后来者的重要机遇期,中国应该紧紧抓住机遇,发挥后发优势,实现跨越式发展。由于计算机科学技术涉及的具体领域较多,近年来取得的成绩也都不少,要想在短短的一篇报告中表述出来,难免挂一漏万。本文将结合处理器设计、高性能计算、下一代互联网络、数据库、搜索引擎等有代表性的主题,来讨论计算机科学技术的发展情况。

2 处理器技术

CPU 芯片的诞生标志着布尔逻辑代数和图灵机等计算机理论的“纸上谈兵”的历史的真正终结。高性能微处理器技术的发展给科学家们乃至普通大众带来了无数便捷,甚至创造了新的可能。没有微处理器技术的发展,就没有计算机科学技术的进步。当前,高性能微处理器的发展正处在历史的转折点上。互联网的普及正在悄悄改变着计算机的应用模式,主频至上的处理器设计理念正在终结,性能功耗比继性能价格比之后正在成为计算机的主要设计指标,多核结构的微处理器悄然兴起。

2.1 国外发展现状

目前,国外研制高性能处理器的公司越来越集中到 IBM、Intel、AMD 和 SUN 等少数几家生产厂商。下面通过介绍这些厂商的研制情况,来了解国外处理器技术的发展现状。

1. IBM 公司的研制情况

IBM 在高度自动化的 MPU 开发工艺上采用 0.13 μm 工艺实现的 Power4+ 已成为多核微处理器的代表性产品。IBM 在蓝色基因巨型机中使用自己的双核芯片,奠定了其在多核微处理器研制方面的领先地位。2006 年发布的 Power6 采用 IBM 的 65nm SOI 工艺,10 层金属层,目标是 5GHz。每个 Power6 是两路的 CMP 设计,集成了两个同时多线程的处理器。

2. Intel 公司的研制情况

Intel 推出的 Montecito 是一款双核多线程处理器,同时开发指令集并行性和线程级并行性,每个处理器核在 Itanium2 的基础上增加了 2 路阻塞多线程机制。Montecito 采用 90nm 的制造工艺,片内集成 17.2 亿个晶体管。2006 年 Intel 推出了基于 Core 构架的处理器 Conroe(酷睿 2),比上一代处理器在性能上提高了 40%,而功耗降低了 40%。

3. AMD 公司的研制情况

AMD 大力发展 64 位多核 CPU。2004 年 8 月演示了双核 Opteron,片内集成 2 个 x86-64 核,两个处理器核有独立的 L2 Cache,通过 crossbar 互联处理器核和系统请求接口,片内集成内存控制器,此外还集成互联和 I/O 控制器,包含 3 个 HyperTransport 接口,能够方便地实现多处理器互联和 I/O 通信。双核 Opteron 采用 90nm 制造工艺,晶体管数量在 2 亿个以上,功耗小于 95W,大大提高了微处理器的实际效能。

4. SUN 公司的研制情况

Sun 公司 2004 年上半年发布了它的第一款双核微处理器 UltraSPARC IV,并在下半年推出了 UltraSPARC IV+。UltraSPARC IV 采用 CMT(chip multithreading)技术,片上集成了两个 UltraSPARC III 的内核、二级 Cache 的 tag 体和 MCU,外部缓存 16MB,每个内核独享 8MB。UltraSPARC IV+ 是 UltraSPARC IV 的 0.09 μm 工艺的升级版本,而且增加了片上高速缓存的容量。

2006 年 8 月, Sun 公司又推出了 Niagara-2,包括 8 个 Sparc 的处理器核,每个核支持 8 个线程,共享 4MB 的 L2 Cache,分为 8 个 bank,16 路组相连,使用 crossbar 把处理器核和

L2 Cache 互联,含有 4 个双通道的 FBDIMM(fully buffered DIMM)内存控制器。

2.2 国内发展现状

国内在通用处理器和嵌入式处理器的研发方面取得了不错的成绩,产业化也开始起步,但主要集中在单处理器的设计方面。下面介绍其中几个科研成果,除此之外,中芯微电子和同济大学等单位也已研制了嵌入式 CPU 及其 SOC。

1. 中科院计算所的龙芯

中科院计算所先后完成了 32 位的龙芯 1 号、64 位的龙芯 2 号和龙芯 2E 的研制。龙芯 2E 兼容 MIPS III 指令系统,采用四发射的动态超标量超流水线结构,实现了先进的转移猜测、寄存器重命名、动态调度等乱序执行技术,以及非阻塞的 Cache 访问、取数猜测(load speculation)、存数合并缓存(store fill buffer)等动态存储访问机制。目前,计算所正在进行龙芯 3 号多核处理器的研制,龙芯 3 号的第一个原型芯片将于 2007 年底推出。

2. 国防科技大学的 YHFT64-I

国防科技大学研制的 YHFT64-I 采用目前国际上最前沿 EPIC 技术,采用软、硬件方法与 Intel 指令集兼容,能够并发执行 8 条指令。芯片设计采用了大量先进的微体系结构技术,能够有效开发指令集并行性,极大地提高了处理器性能。YHFT64-I 支持通用操作系统,支持多处理器结构,支持数据库、Web 等服务器应用。该芯片于 2005 年上半年完成投片。国防科技大学还在研制一款兼容 Itanium 2 体系处理器的芯片“X”处理器。

3. 清华大学的 THUMP

清华大学研制的 32 位微处理器——THUMP 最高工作频率可达 500MHz,功耗小于 0.5W。THUMP 微处理器是一款 32 位高频、低功耗的嵌入式 CPU 芯片,定点字长 32 位,流水线结构先进,实测定点运算速度可达每秒 4.44 亿次。THUMP 微处理器与 MIPS 公司主流 4K 系列 CPU 兼容,并增加了多媒体处理 SIMD 指令。基于该处理器芯片,目前已经开发成功清华网络计算机、网络流量分配器和智能网关等系列应用产品,自主研发了一系列实用的软、硬件协同 CPU 与 SoC 设计工具。

4. 北京大学的众志

2003 年,北京大学与知名测试厂商安捷伦联合公布“北大众志-863”微处理器系统芯片产品成功通过大批量量产测试。北大众志-863 系列 CPU 系统芯片分别采用 0.25 μm (200MHz)和 0.18 μm (300MHz)工艺流片,内部集成了 32 位定点微处理器、64 位浮点协处理器,以及北桥芯片、南桥芯片、网卡芯片的核心功能,芯片规模达 800 万晶体管。2004—2005 年,北京大学研制成功 PKUnity-2 600MHz 微处理器系统芯片,该芯片集成了大量全新的集成电路 IP 核,包括 DDR-I 存储控制器、66MHz PCI 2.2 桥、1000M 以太网卡控制器、ATA7 硬盘控制器、USB 2.0 控制器等。

2.3 微处理器技术的发展趋势

1. 摩尔定律的影响

摩尔定律本身的发展及其对处理器的影响发生了一些深刻的变化:首先,摩尔定律指出的发展趋势已经变缓,由原来的 1.5 年一代变为 2~3 年一代。其次,目前的指令流