



2011 科研成果年报



中国科学院计算技术研究所

编委主任：孙凝晖

编委：李锦涛 隋雪青 陈熙霖 程学旗

主编：王兆其

责任编辑：吴金凤 罗瑞丽

编辑：王 嵩 袁 昶 杨 佳 李 丹

通讯员：何玉晓 陆 京 董 慧 程秀云

戴 媛 李晓宇 田卫平 雷 俊

任 菲 常百灵 刘 琳 胡文亚

江 岩 梁 爽



中国科学院计算技术研究所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

2011 科研成果年报

二〇一二年四月
中国科学院计算技术研究所科研处编

目录

新时期计算所的新定位.....	1
年度科研概况	8
科研成果与主要进展	12
重点 / 重大科研任务进展.....	12
高性能多核 CPU 研发与应用.....	12
龙芯安全适用计算机 CPU 研制与应用	14
面向 IMT-Advanced 增强多媒体多播技术	16
面向 IMT-Advanced 新型基带处理共性技术研究.....	18
高通量计算系统的构建原理、支撑技术及云服务应用	20
超并行高效能计算机体系结构与设计方法研究.....	22
Exascale 计算的基础研究	25
图像与视频处理	27
基于 IPv6 的多功能通信及信息服务平台建设及试商用	29
研究方向科研进展.....	33
获奖成果	44
移动通信系统无线资源管理关键技术及应用	44
高性能处理芯片的测试和可靠性设计关键技术.....	46
鉴定 / 验收的代表性成果.....	48
天玑大规模网络信息处理系统	48
曙光 6000 千万亿次高效能计算机	50
面向蛋白质科学的高性能计算研究.....	52
龙芯 3A 处理器.....	55
无线资源管理技术研究及协议栈实现.....	56
中国国家网格软件	58
残疾人信息无障碍数字化交互关键技术及产品.....	60
新一代可信互联网基础应用	62
新一代互联网测量平台.....	64
网络安全事件监控技术及系统	67
面向跨语言搜索的机器翻译关键技术.....	68
混合协议存储系统的研究与实现	70
面向残疾人的位置服务自动系统	73
超并行计算机体系结构研究	75
数字 VLSI 电路测试技术研究.....	77
基于虚拟机架构的可信计算环境与可信软件设计.....	79
科研基地进展	81
计算机体系结构国家重点实验室	81
中国科学院智能信息处理重点实验室	83
移动计算与新型终端北京市重点实验室	84
学术活动.....	86
2011 年计算所主办的高水平国际会议.....	86
学位论文.....	88
全国优秀博士学位论文（提名奖）简介	88
中科院优秀博士学位论文及中国计算机学会优秀博士学位论文（提名奖）简介	93
中国科学院优秀博士学位论文简介	95
中国计算机学会优秀博士学位论文（提名奖）简介.....	98
学术论文.....	100
计算所优秀学术论文简介	101

新时期计算所的新定位

孙凝晖

一、计算所定位的历史变迁

中科院“创新 2020”的一个重要工作就是要求研究所明确自己的“一三五”，即一个定位，三个重大突破，五个重点培育方向。其中，一个定位最为重要，决定了一个研究所科研的目的和价值体现。

回顾计算所 55 年的发展历史，它的定位也经历了以下几个时期的变化。从 1956 年建所到 60 年代中期，这个时期的定位是为国防科研服务，典型的科研成果如为“两弹一星”的研制做出突出贡献的 109 丙机；从 60 年代中期到 80 年代初期，这个时期的定位是为国防科研和重要行业部门服务，增加了民口的任务，典型的科研成果如 757 机和 KJ8920 石油勘探处理系统；从改革开放开始到 90 年代后期，这个时期的定位是推动国民经济建设，促进信息产业的发展，典型的科研成果如联想 PC 和曙光一号服务器；从 1998 年开始中科院进入知识创新工程时期，计算所形成了“科研为国分忧，创新与民造福”的核心价值观，定位是“三头”，即做国家重大科研

计划的“龙头”、信息产业关键技术的“源头”和某些学术方向的“领头雁”，典型的科研成果如曙光高性能计算机和龙芯通用处理器。

中科院经过知识创新工程 13 年的发展，取得了很大的成就，针对未来十年国家对科技的需求提出了“创新 2020”发展战略，下面三节分别对计算所的一个定位，三个重大突破，五个重点培育方向进行解读。

二、一个定位

计算所在“创新 2020”中的一个定位是：“计算所的学科定位是计算技术，包括计算机系统、网络、智能技术三个主要研究领域；性质定位是产业高技术，覆盖学术研究、技术创新、产业化与技术应用的完整价值链；使命定位是未来 10 年计算所的最终价值是成为信息产业价值链上不可替代的一个环节，为做强中国信息产业贡献关键技术和系统；目标定位是成为社会公认的引领我国信息产业和信息化的计算技术主要源头，成为世界水平的研究所。”

新定位的核心思想是计算所要做“产业的技术源头”。从计算所 55 年尤其是近 30 年的历史看，从计算技术的学科特点看，从国家对信息技术的主要期待看，发展引领性技术，成为下一代信息技术战略新兴产业的技术源头，通过信息化拉动工业化和促进产业结构的调整，为国家网络信息安全战略应用提供支撑技术，是体现计算所作为国立研究所满足国家战略需求的主要价值所在，也是计算所的优势所在。计算所的目标是在 10—20 年内将源头技术转移辐射到 1000 亿元规模的巨大市场，用可信的数据表明计算所为提高我国科技对经济发展的贡献率、降低我国技术对外依存度做出了实实在在的贡献，也就是证明了计算所的不可替代性。

三、三个重大突破

三个突破是计算所的三件大事，是在“十二五”期间必须完成的重大科研产出。依据《中国至 2050 年信息科技发展路线图》，计算所的科研工作主要围绕普惠泛在的信息网络体系开展工作，主要布局在“端、网、云”下一代信息技术的基础平台层。其中“端”指位于前端的计算机、移动终端等系统；“网”指位于中间的 web 网、互联网、无线通信网和无线传感网；“云”指位于后台的高性能计算机、服务器、存储、和处理器以及平台软件等系统。

三个重大突破就是发展龙芯、曙光、天玑三个品牌，它们分别对应着计算所在端、云、网上的重大布局，在“十二五”期间的主要指标如下。

突破一：

突破通用处理器和高端 SoC 芯片的核心技术，牵头打造我国自主可控的信息技术基础平台和产业链；龙芯芯片及其支撑的计算机、软件和应用服务要达到年产值 1000 亿元的市场规模；“十二五”期间，在军队、政府、教育等对安全要求高的行业找到突破口，建立“根据地”，基本形成坚实的龙芯技术产业联盟。

- ◇ 重点突破安全适用型 PC 和服务处理器中使龙芯具有市场竞争力的若干关键技术，研制自定义指令集的数据处理器（DPU，Data Processing Unit）；
- ◇ 龙芯 3 号通用高性能处理器主频 2.0GHz 以上，单片达到万亿次浮点运算；
- ◇ 在至少两个重大型号中得到应用，在高性能计算机和服务器领域应用推广 10 万套以上，在桌面领域应用推广 100 万套以上，在电视机、移动终端等嵌入式领域推广数十万套。

突破二：

突破艾级超级计算机和高通量服务器的核心技术，为做强信息化核心装备产业和云服务产业做出重要贡献；支撑曙光公司达到年产值 50 亿元的市场规模。

- ◇ 重点突破 100Petaflops 超级计算机的关键技术和云计算核心技术，建立自主可控的高性能计算机技术体系；
- ◇ 研制的十亿亿次曙光 7000 具有鲜明的云计算特征；
- ◇ 研制成功面向未来数据中心的世界领先的高通量服务器（HTC，High Throughput

Computing)。

突破三：

长远目标是做强以海量网络数据的智能处理与高效服务为特征的互联网深度服务产业（也称为 Web3.0），建立一个世界水平的新型网络服务示范企业，为我国互联网产业的转型和壮大提供关键技术与系统。“十二五”期间的指标：

- ◇ 建立一个称为网络数据科学与工程 (Web Data Science & Engineering) 的新学科方向；
- ◇ 重点突破网络数据引擎的核心技术及其在网络搜索、网络舆情、网络靶场上的应用；
- ◇ 具备百亿量级网页的采集 / 存储 / 计算和服务能力，并发查询请求达到每秒 1000 次以上；
- ◇ 深度信息服务产生 20 亿元人民币的经济效益，完成 2 项以上国家战略应用或任务。

四、五个重点培育方向

相比三个重大突破而言，五个培育则是面向“十三五”乃至 2020 年以后的更加具有颠覆性（disruptive）的新技术，以及需要加强的方向。IT 的普惠泛在和智慧体现是信息技术发展的两大原始驱动力。人们将发展计算技术归结为解决 3 个基本问题：（1）Charles Babbage（1791–1871）问题——提出了自动计算的概念，实现比人算得更快的机器计算；（2）Vannevar Bush（1890–1974）Memex 问题——要求可以存储海量的书籍、报纸、杂志、照片、记录等各种文献，并通过超级链接组织起来，实现存储、索引、日志、

评价和摘要的集成；（3）Alan Turing（1912–1954）问题——使机器具有看、说、听以及思考的能力。其中 Turing 问题远远没有得到有效解决，而智慧是提升信息社会水平的核心要素。

依据上述基本判断，计算所选择的五个重点培育方向是数据存储技术、未来互联网、未来移动通信、智能机和重大信息化应用。其中前三个是面向云、网、端，追求更加具有颠覆性的技术创新。第四个是发展具有长远意义的智能信息处理技术，切入点是以计算所优势学科方向体系结构为载体，发展具有新产业潜力的智能机系统。第五个是基于应用集成技术发展信息化应用，以便更紧密地结合和了解中国的经济建设和需求。五个重点培育在“十二五”期间的主要指标如下。

培育方向一：数据存储技术

数据的存储、管理与处理是计算机的核心技术之一，存储与服务器、网络并列为数据中心的三大设备。“十二五”期间重点突破三网融合、互联网服务等新兴应用需要的海量存储系统的关键技术和云存储核心技术，支撑蓝鲸公司达到年产值 10 亿元的市场规模，并打入国际市场。

通过与大企业的联合，研制国际领先水平的高通量服务器与数据处理器、云存储系统、云操作系统与编程环境，来引领未来的云计算数据中心（Cloud DataCenter）。

培育方向二：未来互联网技术

网络通信领域正处于技术革命前夜，计算技术（IT，Information Technology）和通信技术（CT，Communication Technology）越来越走向融合。计算所在网络技术研究方向有长期的技

术队伍积累，曾辐射出神州数码网络业务、中科院网络中心等组织，有很好的基础。

把未来互联网技术作为培育方向，研究可编程虚拟化路由器，建立未来互联网前沿研究的试验床（CENI, China Environment of Network Infrastructure），并针对互联网的可扩展性、移动性、安全性等问题开展创新研究，力图为华为等 IT 企业提高产品的国际竞争力提供“云路由器”等引领性的关键技术和系统。

培育方向三：未来通信技术

无线通信芯片和新型终端的紧密结合，是培育出中国自己的 Apple 公司的关键。计算所曾辐射出联想 PC，在通信技术领域引进了优秀的科研团队，有基础再创一次辉煌。

“十二五”期间依托北京市移动计算与新型终端重点实验室，计算所把下一代无线通信芯片及新型普适终端作为培育方向之一，加强未来通信技术的基础研究，重点研究环境感知、智能交互、移动平台上的多媒体处理和智能电视等核心技术。

培育方向四：智能机

信息对象的智能处理是互联网和物联网产业的核心技术之一，应用面很广泛，很有希望发展出一个以智能技术为核心的智能机新产业，还可以结合计算所的计算机体系结构和智能信息处理两个重点实验室的优势。

“十二五”期间将重点研究如何对多类信息进行多、快、好、准地处理方法，选择汇聚智能处理、交互式语义、个人高性能计算机（pHPC, personal High Performance Computing）技术的机器专家做为一个新的突破口和载体，特别

地，研制一个“机器博士”为形象代言人和集成展示平台。

培育方向五：重大信息化应用

开展重大信息化应用的总体设计和咨询，开展满足国家重大需求的信息化应用，能发挥计算所的综合优势，尤其是计算机系统方面的深厚积累。目标是提高中国信息化建设的技术水平，并起到引领和示范效果。

把发展有显示度的重大信息化应用作为一个培育方向，重点发展应用集成技术，包括软件集成、数据集成、服务计算等，研制出有鲜明技术特色的应用平台软件，在教育、智慧城市等行业应用领域开展应用工程工作。

五、实现新定位的途径

确定了新定位和主要科研任务，接下来的问题是：如何让源头技术向下游流动并扩散到 IT 产业？如何对国民经济和社会发展产生广泛的影响？

计算所“创新 2020”愿景图显示了实现新定位的有效途径。

主要思路是将科研价值链划分成知识创新圈、技术转移圈、成果辐射圈、社会经济圈四个辐射圈，将计算所的各个组织、各项工作有效地分布在这四个圈里面，进行知识创新、技术创新、产品创新、技术直接转移与产业化、技术应用和知识传播，使得计算所的引领性创新和技术成果能够逐层扩散开来，形成贡献和影响。它们的具体含义如下。

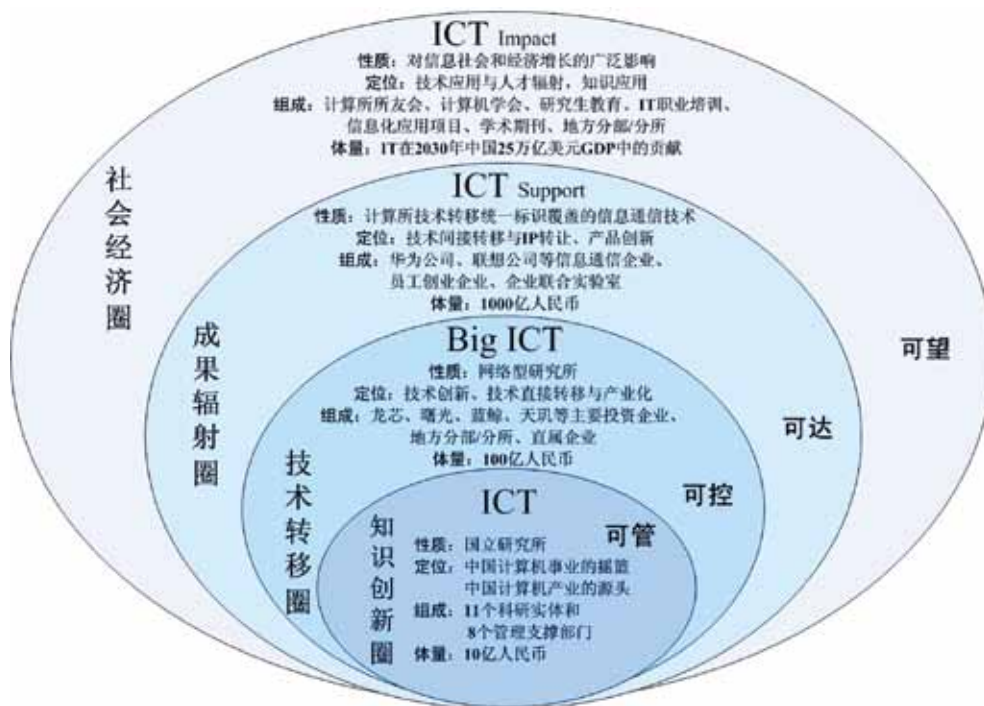
- ◇ 知识创新圈：计算所（ICT）大部分位于这个圈。它的性质是国立研究所，定位是要成为中国计算机事业的摇篮和中国计算机产

业的技术源头，目前由 11 个科研实体和 8 个管理支撑部门组成，争取 2020 年的科研经费体量能达到每年 10 亿人民币。

- ◇ 技术转移圈：大计算所（Big ICT）的主要部分位于这个圈。它的性质是网络型研究所，即这个网络状的联合体由法人类型多样的众多组织构成，在地域上也是分布的，在管理上实现一定程度的可控，工作定位是进行技术创新、技术直接转移与产业化；目前由与地方政府合作的分部/分所，3 个直属企业，和龙芯、曙光、蓝鲸、天玑、晶上等主要投资企业组成，争取 2020 年总的经济体量能达到每年 100 亿人民币。
- ◇ 成果辐射圈：这个圈主要体现计算所科研成

果和技术的支撑作用（ICT Support），通过一个计算所技术转移的商标将技术影响到的范围标识出来。工作定位是技术间接转移与 IP 转让、产品创新，目前主要由合作紧密的华为公司、联想公司等 IT 企业、员工创业企业、企业联合实验室组成，争取 2020 年影响到的总的经济体量能达到每年 1000 亿人民币。

- ◇ 社会经济圈：这个圈主要体现计算所对信息社会和经济增长的广泛影响力（ICT Impact），工作定位是技术应用与人才辐射、知识应用，目前主要由计算所所友会、计算机学会、研究生教育、IT 职业培训、信息化应用项目、学术期刊、地方分部/



计算所“创新 2020”愿景图

分所工作组成，着力增加 IT 在 2030 年中国 25 万亿美元 GDP 中的贡献。

除了通过加强基础和前瞻研究，加强引领性创新，使得处于核心位置的知识创新圈不断地产生重大科研成果和重要学术进展外，有三个关键点十分重要。

第一是建立“大计算所”。在知识创新初期计算所被称为“创新小所”，这是为了区别于计算所二部，强调知识创新；发展到后期形成了以分部/分所为特征的“网络型研究所”，强调科技对经济发展的广泛支撑，和对中国内生需求的重视；再要发展到进一步突破国立研究所边界，建立适应新时期需要有多种组织和多种机制体制的网络状的“大计算所”。

第二是“ICT Support”。这个商标不仅仅是计算所技术转移的一个标识（logo），更是评价技术转移效果的 Benchmark（指标），是计算所由新时期自己办企业、自己搞产业化向加强与大企业合作、鼓励和辅导员工创业转变的重要体现。从长远看，计算所主要投资企业发展壮大后，也将成为计算所技术支撑的重要对象。

第三是如何“建桥”和“找人”。计算所的价值链比单纯的基础研究，或者单纯地为国家战略应用服务都要长而且复杂得多，必须在这四个圈之间“建桥”，让价值（value）能双向流动起来。还必须为这四个圈的各个关键岗位“找人”，要解决好这个大家庭所有人对计算所这个品牌的认同与忠诚，和认可激励机制这两个问题。上面这些关键点都是系统性的，在新时期必须勇于创新，深化改革，大胆地采取新的举措。

六、采取的新举措

为实现上述目标，计算所一方面在国立研究所的边界内强化实现计算所定位的战略能力，另一方面突破国立研究所的现有边界，探索建立起适应市场竞争性战略高技术跨越发展的“网络型研究所”的体制机制，为技术的有效转移提供体制机制保障，为我国科技体制改革做出示范。未来 5 - 10 年，计算所采取的四项重大举措是“新文化、战略型管理、产业园、网络型大计算所”。

1. 树立从“优秀到卓越”的文化理念，建设和谐奋进的计算所。

坚持计算所在知识创新工程中形成的“科研为国分忧，创新与民造福”核心价值观和“正气、大气、骨气”等核心理念，在此基础上，树立新时期“从优秀到卓越”的文化理念，营造和谐奋进的“大计算所”氛围，倡导“人人是才、人人幸福”的观念，提倡以跨越发展的方式解决现阶段存在的种种问题。

2. 提高战略决策和科研统筹能力，推进战略型管理。

将科研决策与科研管理合理分离，建立“科研战略委员会”和“首席科学家”制度，加强计算所的战略决策能力，建立起从真实需求中凝练科技问题的机制。在财务管理上加强所务会的调控能力，对各类项目提取间接费用做人员费用和公共支撑，争取到 2020 年做到国家财政拨款、国家竞争性科研项目、技术转移与横向收入的比例达到 3: 4: 3，有效加强科研自主布局的能力。

研究所的管理工作包括服务型、管理型、战略型三个部分，推动计算所的各项管理工作向战

略型转型是计算所发展战略能够落地的基本要求。为有效提高计算所管理部门的执行力，“十二五”期间要大力推动突破现有研究所活动边界的战略型管理。

3. 建设计算所新园区，打造世界一流的产业发展基地。

争取在计算所环保园新园区用 10 - 15 年建设 12 万平方米科研用房，它不仅仅是满足科研用房需求的保障，更是实现计算所定位的有力措施。计算所要重点在新园区打造一个世界一流的产业技术研究发展基地，同时要将中关村老园区建设为学术发展基地和计算所品牌的象征，还要与地方政府合作建设各地的分部 / 分所及科技园，构建推进信息化和促进“两化”融合、发展地方经济的技术应用基地。

4. 打造全方位覆盖技术转移的多种价值链，建设网络型大计算所。

我国还是一个发展中国家，整个社会技术创新价值链是断裂的。计算所无法在现有国立研究所的边界内解决各种制约发展的问题，必须采取网络型研究所的发展思路，解决成为源头的“人”和“桥”两大难题，具体包括人才、技术转移、

收益分配三项工作：

（1）建立完整的人才链：通过执行特殊政策的海外引进人才、体制内的事业编制人员、利用“中科智源”人力资源公司的项目聘用人员、企业编制人员、分所的地方事业编制人员、短期高级顾问人才等途径，建立起计算所完整的人才链。

（2）建立完整的技术转移链，并强化对技术的经营能力：通过“中科算源”计算所控股公司、NPO 性质的计算所技术转移中心、龙芯 / 曙光 / 蓝鲸 / 天玑等计算所参股企业、企业性质的分部、技术辐射到的关联企业等多种形式，建立计算所完整的技术转移链。“十二五”期间力争再孵化出 1 - 2 个行业龙头公司，为发展战略性新兴产业做出有重大影响的贡献。通过建立与大型骨干企业的战略合作关系、计算所技术经纪人制度、专利拍卖机制、专业技术孵化器、紧密合作的资本平台、计算所技术转移品牌“ICT Support”等措施，大幅提高计算所“把技术变成钱”的经营能力。

（3）建立多样的收益分配机制：建立灵活多样、适应发展需要的收益分配机制以及股权激励政策，完善计算所技术转移奖励条例。

科研为国分忧、创新与民造福



年度科研概况

2011 年是国家“十二五”规划开局之年，计算所根据中科院“创新 2020”的要求，针对未来 10 年国家科技的需求提出了计算所的“一三五”，即一个定位，三个重大突破和五个重点培育方向。一个定位：未来 10 年计算所的最终价值是成为我国发展信息产业的价值链上不可或缺和不可替代的一个环节，成为社会公认的信息技术创新源头。三个重大突破：突破通用处理器核心技术，促进建立信息技术自主可控的产业链；突破超级服务器和高通量服务器核心技术，促进做强信息化核心装备产业；建立起适应竞争性战略高技术研究跨越发展的网络型研究所的机制体制。五个重点培育方向：面向国家网络空间安全，提供信息安全技术和系统；面向互联网深度服务产业，提供网络数据引擎和系统；基于智能信息处理技术与高性能系统，研制服务型“机器专家”；研究虚拟路由等未来互联网技术；研制无线通信

芯片和海终端。

围绕“一三五”，计算所对近几年的重点科研工作进行了部署，并调整了组织机构。目前按照学科方向设立了计算机系统、网络、智能信息处理三个研究部以及前瞻研究实验室和集成应用中心，三个研究部下设两个重点实验室和七个研究中心。三个研究部里分别有一个国家重点实验室、一个北京市重点实验室、一个中科院重点实验室，另有一个国家工程实验室。此外，计算所还拥有两个国家工程技术研究中心。

计算机系统研究部研究方向包括：高性能计算机体系结构、高性能计算机系统、低成本低功耗高性能 CPU 芯片、存储技术、编译技术、虚拟化技术及测试、验证与可靠性技术等。网络研究部研究方向包括：下一代互联网络体系结构、无线通信网络、信息关防等。智能信息处理研究部研究方向包括：自然语言处理、图像 / 视频理解、

智能科学、机器学习与数据挖掘、普适计算、残疾人信息系统、智能终端等。前瞻研究实验室定位在计算机科学技术领域和相关交叉学科领域的基础性、前瞻性研究，目前的研究方向包括生物信息处理、跨媒体计算、虚拟现实、网格操作系统等。集成应用中心定位于面向行业信息化应用，研究应用集成技术、数据集成技术、地理信息技术以及图形应用技术。

在系统结构方向，完成了龙芯 2H、2G+、3B、3C 的流片，龙芯处理器在军队信息化建设中初步打开局面，龙芯 2F/2G 累计实现 20 万套电脑产品推广；曙光 6000（星云分区和云计算分区）在深圳超级计算中心安装并开通；成立了先进计算机系统实验室，着力发展云服务器和高通量计算机；成立了数据存储技术研究中心，着力发展云存储系统。

在网络方向，天玑获得人民网搜索引擎一期工程关键技术研发项目支持，成为开源情报系统项目总体承担单位；通过“973”项目、基金重点项目发展了未来互联网体系结构，开发了新型路由器；DSP IP、LTE 芯片已经投片，协议栈软件产品卖到了非洲，提出了超级基站的概念。

在智能信息处理方向，智能信息处理技术在百度寻人、少数民族语言翻译、物联网数据挖掘应用中发挥了重要作用；普适计算技术在帮助聋哑人学习、富士康农民工的远程亲情互动系统上体现了社会价值；视频处理技术上在对 YouTube 等视频网络的监管上取得重大进展；成立了新的集成应用中心，明晰了发展信息化的定位，重组了队伍，该方向将成为计算所的新增长点。

在科研基地建设方面，计算所重视基础研究工作，近年来不断加大科研基地建设力度。2011 年获批建设计算机系统结构国家重点实验室，建设方案通过专家论证；获批认定移动计算与新型终端北京市重点实验室；中国科学院智能信息处理重点实验室经评估进入 A 类实验室；国家高性能计算机工程技术研究中心、国家并行机工程技术研究中心获得再建设经费支持。依托科研基地，计算所加强了原始创新研究、重大关键技术研究 and 产业化共性技术研究，以解决计算机学科中的重大科学和技术问题，为计算所的长远发展提供长期的、战略性的技术储备和基础，并培养一批高水平、高素质的学科带头人与学术团队，同时 will 促进我国形成高层次科研人才培养基地，为我国计算机领域源源不断地提供创新人才。

此外，经过 5 年的努力，计算所在文章水平、SCI 收录、引用频数等方面都上了一个大台阶。其中，系统结构方向 2011 年发表 2 篇 ISCA、1 篇 Micro、1 篇 HPCA、1 篇 PLDI 高水平会议论文，突破了本领域所有顶级会议。智能信息处理方向突破了 AI 期刊、AAAI 会议、计算语言学期刊，2011 年在 IJCAI、ACL、ICCV、CVPR、ACM MM 等国际会议上均有研究成果发表。生物信息方向突破了 RECOMB 等三大会议，组织了中国首届计算蛋白质组会议，pFind 得到广泛应用。

截至 2011 年年底，计算所拥有在职职工 682 人，流动人员 71 人（博士后与客座访问学者），离退休人员 968 人。在职人员中，共有科研人员 565 人、管理与支撑人员 117 人，包括中国科学院院士 1 人、中国工程院院士 2 人；正高级专业

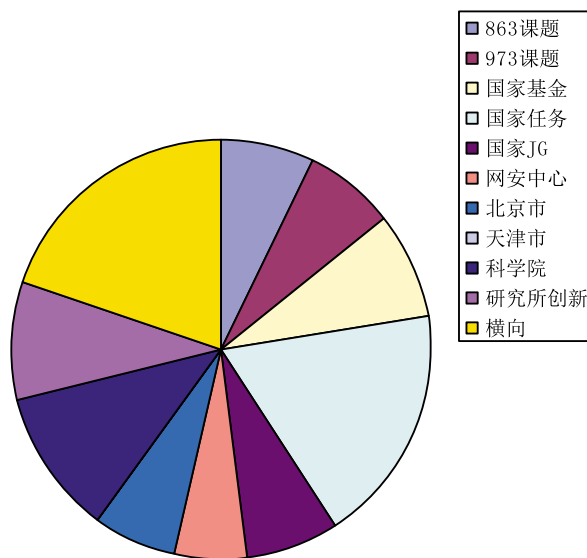
技术人员共 62 人、副高级专业技术人员 193 人；中国科学院“百人计划”入选者 12 人、“国家杰出青年科学基金”获得者 4 人，国家“千人计划”入选者 3 人。国内外合作学者中，包括“中国科学院外籍青年科学家”1 人，中科院创新团队 1 个（5 名国外知名专家），中科院“外国专家特聘研究员”1 人，客座研究员 60 人。

2011 年，计算所共有在研项目 495 项。当年新立项目课题 247 项，包括科技部“863”项目 2 项、“973”项目 8 项、“火炬”计划 1 项、科技支撑计划 1 项；工信部重大专项 21 项；发改委项目 4 项；国家自然科学基金杰出青年基金 1 项、

重点项目 2 项、国际合作 1 项、对外交流与合作
2 项、面上和青年基金 42 项；网安中心项目 15 项；
北京市项目 11 项；中国科学院项目 22 项；横向
项目 76 项。年度到款额达 4.5 亿元。

2011 年，计算所共取得科技成果 45 项。其中，历经 10 余年完成的“天玑大规模网络信息处理系统”覆盖了大规模网络信息获取、存储与管理、分析与挖掘等深度处理的关键环节，在信息分析的精度、信息挖掘的深度和信息处理的广度等方面开展了系统性的工作。在高维稀疏数据表达的特征挖掘与内容分析、多元异构信息融合学习的话题与事件分析、基于跨尺度演化的群体发现与

课题类别	2011 年 课题数	2011 年课题 立项总额
“863” 课题	2	1872.00
“973” 课题	8	1883.00
国家基金	54	2195.60
国家任务	29	4789.25
国家 JG	8	1922.00
网安中心	15	1449.40
北京市	11	1666.06
天津市	1	40.00
中科院	22	2916.00
研究所创新	21	2395.00
横向	76	5175.64
合计	247	26303.95



2011 年立项课题结构

聚集行为分析以及基于布局结构优化的海量数据分布式存储管理等四个方面的关键技术取得了重大突破，成功开发并部署了大规模网络信息监测与服务系统，在中科院组织的科技成果鉴定会上得到与会专家的高度评价；申请国内专利 115 件，其中发明专利 113 件，实用新型专利 2 件；申请国际 PCT 3 件；获得国内授权专利 158 件，其中发明专利 157 件，实用新型 1 件；获得国外授权专利 6 件。

2011 年，计算所实现横向开发项目 3509 万元，通过分部转移成功项目收入 4847.61 万元。现有 30 家控股、参股公司 / 单位，12 个分部 / 分所，从事科技开发工作人员 682 名，实现销售收

入 169513.94 万元、利税 15553.83 万元。其中高性能计算机曙光系列服务器、龙芯、云计算、物联网、LTE、智能化技术落户天津、北京、广东、无锡、镇江等地，得到地方政府资金支持和吸引社会资本总额近 5 亿元。计算所已经在长三角、珠三角、环渤海地区建立苏州、上海、肇庆、宁波、东莞、台州、秦皇岛、顺德、临沂、烟台、德清、萧山共 12 个分部 / 分所，得到地方政府以股本金以及项目资金支持总额近 3 亿元。计算所近百项技术通过分部辐射到当地中小企业，对当地企业核心竞争力的增强和产品利润的提升起了关键作用，带动当地超过 100 亿元的经济和社会效益。

跻身国际前沿
关注国计民生
引领中国信息产业



科研成果与主要进展

重大科研任务进展

高性能多核 CPU 研发与应用

“高性能多核 CPU 研发与应用”是国家“核高基”重大专项课题（课题编号为 2009ZX01028-002-003），课题的主要目标是研制龙芯 3B、龙芯 3C 八核处理器并应用于国产千万亿次高性能计算机。

课题本年度的主要进展有：

（一）完成龙芯 3B 处理器的工程批流片，并完成基于龙芯 3B 处理器的高性能计算机超并行（HPP）计算结点的初步调试。

（二）完成龙芯 3C 处理器的研制并交付流片。龙芯 3C 处理器是在龙芯 3B 处理器基础上进行性能优化，片内集成 8 个 64 位的龙芯向量处理器核，8MB 的三级共享 Cache，2 个 64 位的 DDR2/3 内存控制器，2 个 16 位的 HT2.0 接口，1 个 PCI/PCI-X 接口和 1 个 LPC 接口。龙芯 3C 处理器采用意法半导体 32 纳米先进工

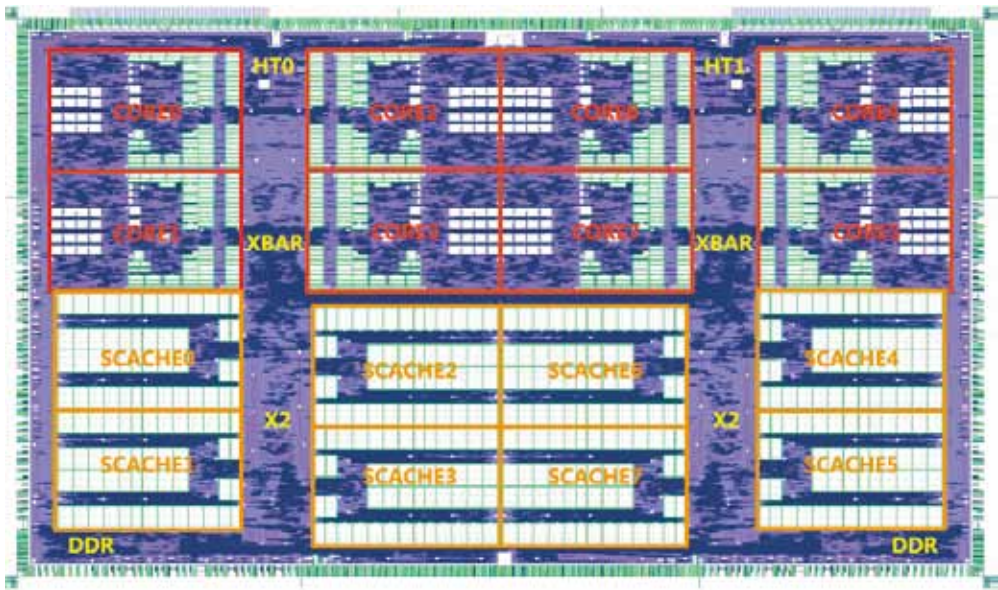
艺设计，面积 180 平方毫米，晶体管数 11 亿，主频 1.5GHz，DDR2/3 接口频率 667MHz 以上，HT 接口频率 1.6GHz，采用倒装焊球栅阵列（Flip-Chip BGA）封装，芯片引脚数 1121。



龙芯 3B 工程批芯片

龙芯 3C 采用与龙芯 3B 相同的向量处理器核。该向量处理器核兼容 MIPS64 指令集，包含 2 个 256 位的向量处理部件和 1 个 128×256

位的向量寄存器堆，使得龙芯 3C 在 1.5GHz 的工作频率下单芯片峰值双精度浮点计算能力达到 192GFLOPS。



龙芯 3C 版图

坚持

“基础性、战略性、前瞻性”

的三性原则

重大科研任务进展

龙芯安全适用计算机 CPU 研发与应用

“龙芯安全适用计算机 CPU 研发与应用”是国家核高基重大专项课题（课题编号为 2009ZX01029-001-003），课题的主要目标是研制龙芯 2G、龙芯 2H 处理器并完成龙芯安全适用计算机的规模化应用推广。

课题本年度的主要进展有：

（一）完成龙芯 2G 的量产版芯片龙芯 2GQ 的研制。

（二）累计推广龙芯安全适用计算机 20 万套，其中包括江苏省政府首购的 15 万套龙芯电脑，用于江苏省中小学电脑教室的建设。

（三）完成龙芯 2H 处理的研制并交付流片。龙芯 2H 采用意法半导体 65 纳米工艺设计，主频 1GHz，片内集成处理器核、媒体处理 IP、图形图像处理 IP 以及南桥、北桥等配套芯片组功能。龙芯 2H 既可以作为独立 SOC，也可以作为 HT 接口的南桥芯片，其主要结构特点如下：

- ◇ 集成 64 位四发射高性能龙芯处理器核，兼容 MIPS64 指令系统，支持 X86 二进制翻译；

- ◇ 集成 64KB 一级指令 Cache 和 64KB

一级数据 Cache，512KB 二级 Cache；

- ◇ 集成 GS232v 媒体处理 IP，实现 AVS 和 H.264 等高清解码器；

- ◇ 集成 2D/3D GPU 图形处理器，支持基本图形图像加速功能；

- ◇ 集成 400MHz DAC，提供 RGB 和 DVO 显示接口；

- ◇ 集成 1 个 DDR2/3 内存控制器、1 个



龙芯 2GQ 笔记本电脑

HT1.0 控制器和 1 个 PCIE2.0 控制器；

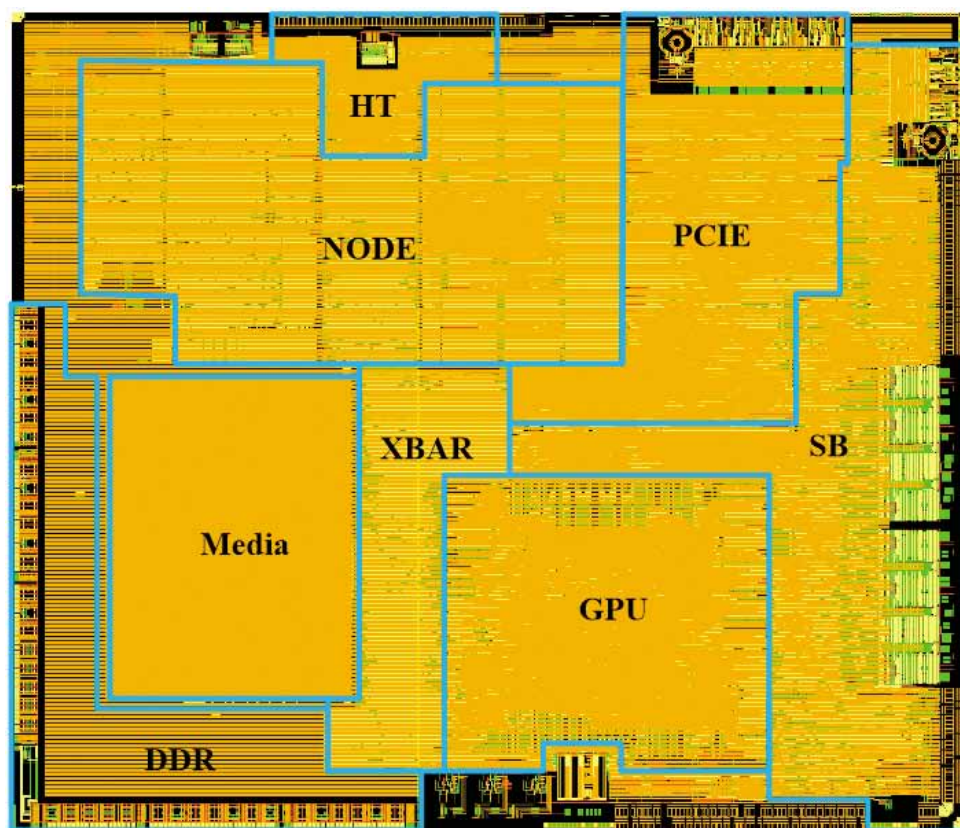
◇ 集成 1 个 AHCI SATA 2.0 控制器，支持 2 个 1.5Gbps 或者 2 个 3.0Gbps 设备；

◇ 集成 2 个 10/100/1000Mbps 以太网 MAC 控制器，支持 RGMII 接口；

◇ 集成 USB2.0 EHCI 和 USB 1.1 OHCI 控制器，支持 6 个 USB 设备；

◇ 集成 1 个高保真音频接口、1 个 SPI 接口、1 个 LPC 接口和 1 个 UART 接口；

◇ 集成电源管理功能。



龙芯 2H 版图

重大科研任务进展

面向 IMT-Advanced 增强多媒体多播技术

“面向 IMT-Advanced 增强多媒体多播技术”（项目编号为 2010ZX03003-004-03）是由计算所牵头承担的“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项课题，起止时间为 2010 年 1 月至 2012 年 12 月。针对 IMT-Advanced 系统对多媒体多播技术的需求，本年度在多播无线传输技术、多播无线资源管理、多播网络部署优化等方面产出多项创新成果：

◇ **分布式天线部署场景下多播功率子载波分配算法**：针对分布式天线系统（DAS）中的多播业务资源分配问题，分析了 DAS 中传统多播资源分配方法的容量上限，然后基于此给出了一种新型无线资源分配方法，在保证用户的基本 QoS 需求的前提下提高多播传输容量。该方法主要包括功率划分，保守分配以及贪婪提高三个步骤。仿真结果表明，该方法在保证多播组中所有用户的最小数据速率需求情况下，大幅度提高了多播传输容量。此外，仿真结果也表明当用户数超过 50 时，该方法可以超越传统多播的容量上

限。

◇ **MBMS 服务连续性保障**：通过引入新的 RRC 消息完成处于 RRC-connected 状态的 UE 向基站上报其 MBMS 状态信息；引入 X2 接口消息完成源基站向目标基站交互切换 UE 的 MBMS 接收状态信息，可以有效保障切换 UE 的 MBMS 服务连续性。

◇ **单播与多播融合资源分配、接入控制、单小区与多小区融合下的多媒体多播无线资源分配仿真验证平台的设计和开发**：为了验证提出的广播多播与单播业务融合环境下的无线资源分配算法，设计了支持融合业务的无线通信仿真平台，基于仿真系统整体设计，提出了支持融合业务的信道和资源分配结构，为研究不同融合业务环境下资源分配算法的设计提供支持；同时，设计了多小区多播业务资源管理架构，支持不同范围内的多播业务分发模型和多小区资源分配算法。

◇ 实现了应用于 IMT-Advanced 增强多媒体多播方案评估和关键算法验证的仿真平台以及

原型平台，为多播技术标准化及应用研究提供了异构、灵活、可扩展的实验环境。

目前已申请专利 17 项，向国内标准化组

织提交提案 8 项，向 3GPP 等国际标准化组织提交提案 9 项，已完成课题考核指标的 80% 以上。

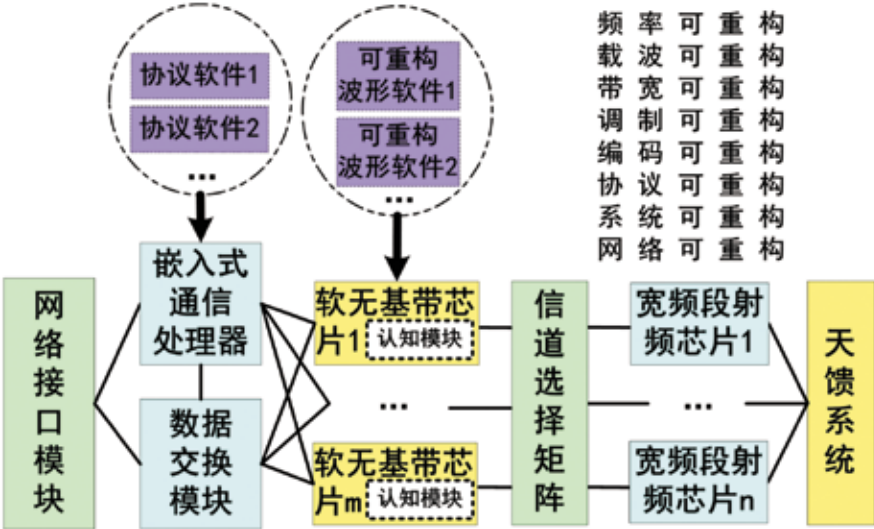


图 2 硬件平台



重大科研任务进展

面向 IMT-Advanced 新型基带处理共性技术研究

“面向 IMT-Advanced 新型基带处理共性技术研究”（项目编号为 2011ZX03003-003-02）是由计算所牵头承担的“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项课题，起止时间为 2011 年 1 月至 2013 年 12 月。课题基本思路是设计一个基于软件无线电思想，以低成本、可配置、可重构的多核 DSP 硬件架构为核心，以基础软硬件库、公共算法库和工具链作为支撑的基带处理方案，并在该方案的框架下开展课题的各项研究工作。

本年度已完成：

◇ **高性能基带专用 DSP 核设计任务。**处理器架构采用超长指令字和单指令多数据混合结构，峰值处理能力可达 40GOPS，设计规模达 140 万逻辑门，2048 点 FFT 可在 2800 时钟周期内完成。可变长超长指令字译码和发射部件：解决了可变长指令字译码复杂度高和延迟大的问题。实测数据表明，超长指令字相关部分逻辑开销仅占译码部件资源消耗的 5%。结构化的向量数据访存机制：解决

了向量处理器数据存储对总线效率和系统时序性能产生的负面影响。将向量地址生成逻辑与数据交互逻辑集成到处理器微结构中，降低了数据总线访问延迟，提高了存储系统的时序性能。另一方面，将地址生成逻辑和数据交互逻辑集成到向量处理器的微结构中，以利用处理器计算部件完成对复杂地址操作和数据交互操作，提高处理器对复杂数据操作的处理能力。

◇ **OFDM 基带共性算法分析的研究工作，并仿真实现了 OFDM 系统的基带算法。**在实现过程中提出了在 OFDM 系统中有效抑制 PAPR 的基带处理算法，同时提出了一种新的基于对称基扩展的快速时变信道估计算法，有效应用在了 OFDM 系统信道估计中。通过 OFDM 基带共性设计指标的提取，形成基带算法库，可以指导 DSP 架构及基带处理架构的优化；通过一种导频设计方法结合循环移位 PTS 方法，可以在不需要传送相位旋转信息的前提下降低终端接收复杂度，同时提高对 OFDM 系统峰

均比抑制的性能；创造性地提出了对称基扩展模型，解决了现有基扩展方法的鲁棒性差和估计误差大的缺点，该方法复杂度低，是具有高精度的新型快速时变信道建模方法。该信道估计方法在 OFDM 系统中针对快时变信道环境有明显优势。

◇ 对 3GPP LTE-Advanced 标准在 2011 年

的最新进展进行了分析，重点分析了载波聚合物理层与高层、多用户 MIMO、CoMP 等技术点的新思路 and 最新进展，为基带处理整体方案设计提供了技术支持。

目前已发表 / 录用国际学术会议论文 2 篇，申请专利 5 项。

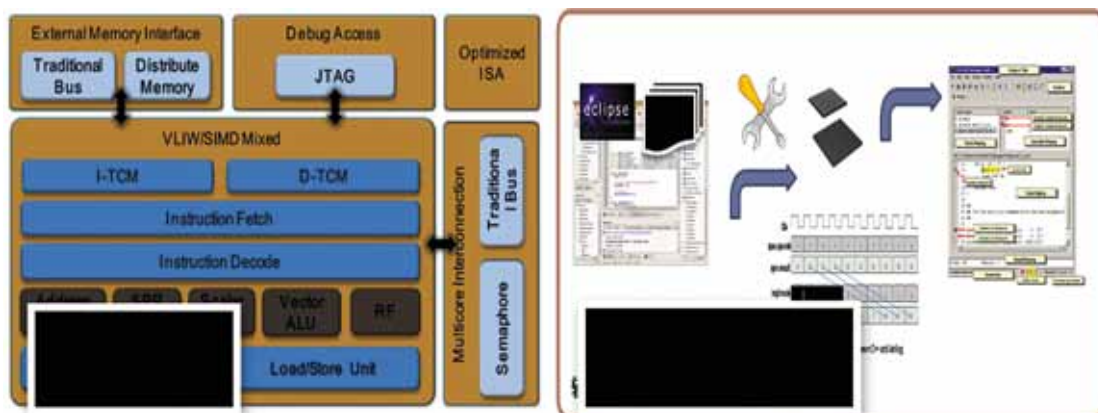
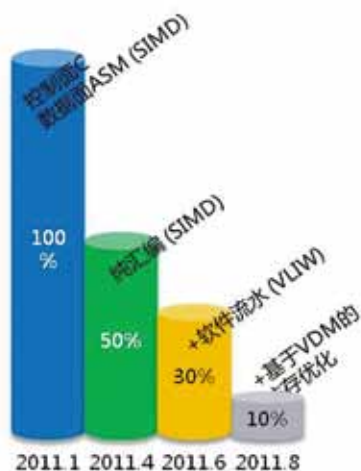


图 1 DSP 内核和工具链

三个层面的并行
(数据级、指令集、任务级)



DSP IP核指标对比

	主流DSP	计算所
指令架构	SIMD	SIMD/VLIW 混合
Instruction Latency	4	1/2/3
向量数据宽度	256	512
流水线深度	4	6
指令Cache	64kB	64kB
基带处理指令集	较少	丰富
工作频率(65nm)	600MHz	400MHz
完备的工具链	较丰富	待丰富

DSP上的关键算法性能对比 (单位: cycle)

	Cognovo (ARM Ardbeg)	计算所
2048点FFT	2,700	2,352
OFDM解复用	91,896	101,347
信道估计	100,992	80,200
字符检测	101,928	95,458

图 2 算法优化

重大科研任务进展

高通量计算系统的构建原理、支撑技术及云服务应用

“高通量计算系统的构建原理、支撑技术及云服务应用”是“973”项目（项目编号为2011CB302500），2011年主要围绕三个科学问题，在高通量计算系统的微结构设计、系统结构设计、可靠设计、云计算服务与应用等方面进行探索研究，取得了一系列成果。共发表学术论文93篇，其中SCI收录24篇，EI收录68篇；申请专利14项，授权专利3项，出版专著1部。各课题主要成果统计如下表所示。

项目本年度重要进展包括：

◇ **DPU 众核模拟研究平台及关键技术**。提出了时序分割和任务负载均衡等方法以平衡模拟精度和模拟速度的冲突。采用时序分割的技术构建了一个并行模拟器 PartitionSim，评估了 PartitionSim 在模拟千核架构时的性能。结果显示，PartitionSim 具有良好的加速比，速度可达25MIPS，平均时序损失为0.92%；任务负载均衡方法可以带来1.14~1.42倍的模拟速度提升。

◇ **高通量系统的评价和分析方法**。初步构造了一组高通量计算机的 Benchmark，其中基于

搜索引擎的 Benchmark 已经作为开源软件发布。通过该项工作，发现了泊松和 log-normal 模型无法刻画真实搜索请求，人工合成和真实负载的性能差距可能达到两倍以上。

◇ **自测试自诊断自修复（3S）的可靠性保障框架**。提出了 ReviveNet 结构，与传统的无3S支持的芯片相比，ReviveNet 通过引入检测、调整的手段提高芯片生命期可靠性，从而延长芯片的可靠服役时间。同时针对相变存储器提出了一种基于老化率的均衡技术，用老化率而非简单的写操作次数来制导均衡过程，可以提高使用寿命19倍。

◇ **在线迭代优化与动态优化技术**。提出了一种数据中心和云端服务器的迭代优化策略 IODC，这一策略的关键在于仔细控制训练运行和重新编译的开销，以及改进的优化组合所带来的性能提升。测试表明，对 MapReduce 应用，获得了平均1.48、最高2.08的性能加速；对服务器应用，获得了平均1.14、最高1.39的性能加速。

◇ **分布式文件系统中元数据管理技术**。提出

了基于选择性扫描的元数据抓取与同步方法，利用元数据查询能容忍一定的时新性损失的特点，较好地解决了元数据抓取和同步的效率问题；提出了基于文件系统注入的元数据变化跟踪方法，验证了采用文件系统注入方式跟踪其变化的可行性。

◇ **网络虚拟化与虚拟网络映射算法。**建立了虚拟网络映射问题的整数线性规划模型，并提出了一种新的基于粒子群优化的虚拟网络映射算法，以映射开销作为适应度函数，对粒子的参数和相关操作进行了重新定义。模拟实验结果表明，该算法显著提高了底层网络长期平均运营收益与虚拟网络请求接受率，同时降低了求解时间。

上述工作作为后续深入研究奠定了良好基础。

本项目在第一年度执行过程中已经逐步形成有效互动，每季度都举行课题间的技术交流，各课题内部讨论时也会邀请相关课题人员参加，虽然是第一年度，但课题间已经有联合论文发表情况。目前各课题在具体研究点上的主要合作如下。课题一设计的高通量数据处理器将集成课题二提

出的消息式内存控制器，在模拟研究阶段就仔细探讨两方面工作的交互影响；课题一的芯片设计过程同课题三的可靠性设计过程同步展开，以便在原型设计中就形成高可靠数据处理器架构；课题二设计的高通量系统将融合课题四编程模型与支撑环境，课题四会利用课题一与课题二的结构设计特点来开展优化工作；课题四与课题五的云服务环境紧密配合，使得课题六采用的移动服务关键应用能在云服务环境中，有效利用高通量系统的编程模型和支撑环境。课题间的相互配合已经开始打破各课题的研究思维界限，逐渐形成可融合于一个高通量计算系统的各方面关键技术。

由于项目的最终研究成果会以原型系统的形式展示，各课题的最终研究成果要集成于一个高通量研究平台，所以本年度各课题多次讨论，决定构建公用的高通量模拟平台，各课题用同一创新平台开展研究，展示成果。这就决定了各课题要密切合作，共建研究平台，分享研究成果。这些研究成果将从模拟研究平台逐渐移植到最终的高通量原型系统上。

“973”项目 2011 年度成果统计表

课题编号	课题名称	已发表论文				发明专利		出版专著
		国际	国内	其中 SCI 收录	其中 EI 收录	申请	授权	
2011CB302501	面向高通量计算的可扩展、高效能并行微结构	20	3	7	15	4	0	0
2011CB302502	面向 EB 级数据并发处理的新型系统结构设计及评价方法	6	2	2	5	1	0	0
2011CB302503	大规模高通量计算系统的可靠性设计	17	0	4	13	2	0	0
2011CB302504	面向亿级并发负载的编程模型与支撑环境	6	3	3	6	1	0	0
2011CB302505	高通量计算系统的云计算服务环境	15	7	7	15	2	0	1
2011CB302506	高效可扩展移动服务关键技术及应用	10	4	1	14	4	3	0
合 计		74	19	24	68	14	3	1



重大科研任务进展

超并行高效能计算机体系结构与 设计方法研究

“超并行高效能计算机体系结构与设计方法研究”是国家自然科学基金委员会创新研究群体科学基金项目（项目编号为 60921002），负责人是李国杰院士，起止时间是 2010 年 1 月至 2012 年 12 月。本项目在高性能计算机超并行体系结构，

高效能计算机设计方法，多（众）核处理器的新型体系结构，多核处理器的低功耗设计方法，多核处理器的测试、验证与可靠设计方法，高性能计算机的并行编译方法等六个方面展开研究。具体研究内容和取得的成果如下：

规划的方向	2011 年的研究内容	2011 年取得的成果概要
高性能计算机超并行体系结构	高性能计算机应用特征分析与优化，分析代表性并行应用的运行时特征及对体系结构的需求，应用在特定体系结构下的优化方法，建立高效能评价的标准和方法	（1）基于 HMTT3 内存分析系统，提出并实现了对象级访存行为分析。 （2）在稠密矩阵算法基于 GPU 优化方面取得系列进展，总结了一类众核编程优化方法。 （3）研究了大规模计算系统的算法容错技术，提出一种可扩展到 E 级的不停顿算法容错技术。
高效能计算机设计方法	在 16 核处理器原型芯片平台上开展高效能系统软件研究，包括编程模型的研究	本年度提出面向高效能系统软件的 LogPCM 模型，并从执行路径和软件循环角度分析系统软件能效挑战，从而为高效能系统软件的设计方法和构建提供评价的依据和指导。

多（众）核处理器的新型体系结构	（1）对微结构设计进行创新，提出新型的片上存储结构的设计方法。如主动回填式高速缓存设计、运行时可配置的数据 - 目录缓存设计、基于读访问的动态组相关低功耗高速缓存设计方法等。	本年度对微体系结构中的存储管理微结构进行研究与开发，同时集成已有研究成果集成，研制出适用于并行高效能体系结构研究的硬件模拟平台。发表论文 16 篇，其中 SCI 期刊收录 3 篇，包括 Communication of the ACM、IEEE Micro、JCST；EI 期刊和会议收录 7 篇，包括 HotChips、ISCAS 等国际知名会议。申请发明专利 3 项。
多核处理器的低功耗设计方法	（2）面向高效能的并行体系结构硬件模拟平台研究与建设。	
多核处理器的测试、验证与可靠设计方法	研究多核 CPU 芯片可靠性设计方法，从体系结构级到电路级的自测试、自诊断和自恢复技术等	<p>（1）基于自测试 - 自诊断 - 自修复思路的技术，用于解决因芯片老化故障带来的可靠性问题，论文发表在 2011 年 9 月 IEEE Transactions on Computers 上，也是该月该刊第一篇论文，是 3S 技术思路第一次完整的在期刊上发表。</p> <p>（2）新型存储器的 duration 非常重要，提出了一种平衡写的策略，该策略可将 duration 提高一个数量级，发表在集成电路领域顶级会议 IEEE/ACM Design Automation Conference(DAC) 2011 上。</p> <p>（3）多核系统双模冗余绑定难以扩展，提出了一种透明动态绑定方法，从缓存的数据更新只允许推数据，论文发表在计算系统可靠性领域顶级会议 IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN)2011 上。</p> <p>（4）多核片上网络的热点问题突出，提出了一种基于算盘转向模型的热点避免路由算法，论文发表在计算机体系结构领域顶级会议 IEEE/ACM International Symposium on Computer Architecture(ISCA) 2011 上。</p> <p>2011 年共发表论文 19 篇，其中著名期刊论文 6 篇（SCI），重要国际会议 13 篇。在一些重要工作会议上有突破，2011 年在 ISCA DSN，DAC 上均有论文。在 IEEE Transactions on Computers 上也有论文发表。</p>



高性能计算机的并行编译方法	<p>(1) 开展高效能系统软件研究, 包括编程模型、程序的多线程并行优化方法、并行编译方法、并行程序设计语言和工具。</p> <p>(2) 研究针对服务器端的迭代编译策略。</p> <p>(3) 研究针对二进制代码的分析手段、指标和方法, 研究多线程程序确定性执行。</p> <p>(4) 研究以 QoS 为目标的调度。</p>	<p>(1) 在编程模型方面, 我们提出了面向多核 / 众核的编程模型 PTA, 为大众程序员提供了友好的编程接口, 使得用户可以较容易的将串行程序并行化。在并行编译方法方面, 我们提出了一种领域专家协同的编译方法, 由编译开发人员使用语义模式构建接口来持续的将领域专家的经验集成在通用编译器中。</p> <p>(2) 在异构系统编程方面, 针对优化异构平台上数据传输的静态划分的层次式异构分块的调度子句, 研究了相关的编译支持技术和自动选优技术, 并针对 GPU 平台上智能数据管理的方法进行了研究, 提出 OpenMP 程序中编译支持的动态数据预取方法。</p> <p>(3) 在迭代编译方面, 针对面向数据中心和云服务器的在线迭代优化技术进行了深入研究。我们提出了一种数据中心和云端服务器的迭代优化策略 IODC (Iterative Optimization for the Data Center)。这一策略的关键在于仔细控制训练运行和重新编译的开销, 以及改进的优化组合所带来的性能提升。</p> <p>(4) 在基于程序动态行为分析的访存优化方面, 针对非对齐访存优化技术、寄存器提升技术和运行时结构体拆分技术进行了深入研究, 进一步提升了我们的动态二进制翻译系统和动态优化系统的性能。实验结果表明, 我们提出的动态访存优化技术可以有效降低访存延迟, 加速程序执行。</p>
---------------	---	--

创新人才、创新文化和创新环境

重大科研任务进展

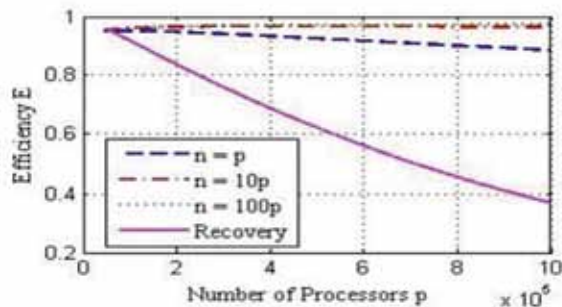
Exascale 计算的基础研究

该项目是孙凝晖研究员获得的国家自然科学基金杰出青年项目（项目编号为 60925009），起止时间是 2010 年 1 月至 2013 年 12 月。Exascale 计算是高性能计算领域发展的下一个里程碑。针对 Exascale 计算在功耗、并行和可靠性方面的挑战性问题，2011 年度从体系结构、系统和算法三个层次开展了深入研究工作，取得如下主要进展：

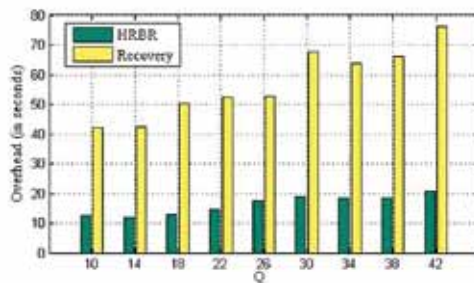
◇ **超大规模并行将是未来 Exascale 计算机体系结构的重要特征。**本研究工作针对大规模异构并行体系结构对并行算法设计和实现的挑战性问题，提出了多级混合并行算法、双缓冲延迟优化算法、并行指令调度算法以提高大规模稠密矩阵线性系统的求解，并实现了核心的代码库

DGEMM。在曙光星云超级计算机系统的实验表明优化的算法在浮点效率方面获得了 20% 以上的提升。在 ATIHD5970 上效率可达 82%。部分工作发表在高性能计算领域的顶级会议 ACM/IEEE SuperComputing 2011 上。

◇ **提出了一种应用层级的算法容错新方法。**该方法不仅克服了基于检查点技术的传统容错方法开销大和出错需回滚的缺点，而且在程序执行过程中不用停等出错节点的恢复，最终正确结果只需由中间结果经过一个简单的线性变换求出，通过后台加速恢复技术可以使该方法容忍多次故障，从而为大规模算法的容错提出了一个新的解决途径。该工作已发表高性能计算领域国际会议 HiPC 2011 论文一篇，另一篇被 IPDPS2012



容错效率的理论预测



1800 核平台上容错效率实验

录用。

◇ 分析了单节点中多核处理器芯片的可扩展性问题。不仅从理论上确定了 Hill-Marty 模型的适用范围，分析了其对于 Amdahl 模型的继承，并且指出了这个模型的最大突破：不再受限于 Amdahl 定律中的有限的加速比。发表理论计算机科学领域国际刊物 Information Processing Letters (SCI) 论文 1 篇。

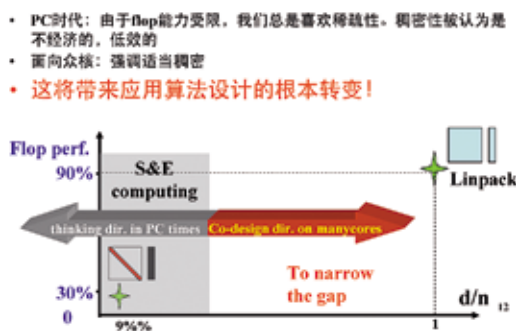
◇ GPGPU 是实现 Exascale 计算机的一种可能手段。但使用 GPGPU 常需要大量手工代码移植和算法优化。OpenCL 和 CUDA 作为低级的编程模型，跨平台的代码可移植性仍然不好。我们对于 OpenMP 扩展了高层数据结构的表达，以支持编译工具中进行模式匹配、优化重用、以数据结构为中心的性能调优。我们在 OpenMP 编译器中进行了初步实现，通过 3 类典型计算模式：稠密矩阵、稀疏矩阵和结构化网格验证了这个方法的有效性。

◇ 基于应用算法和体系结构 co-design 的

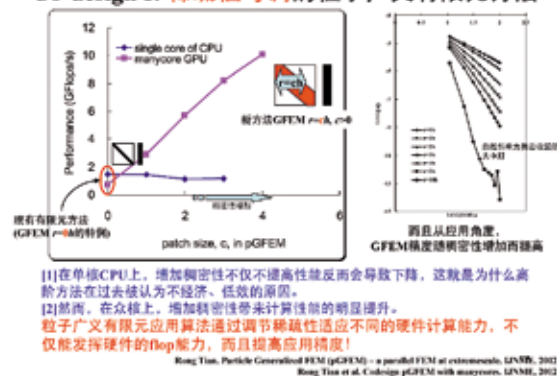
思想，提出和发展了一种稀疏性可调的粒子广义有限元方法。粒子广义有限元方法是传统有限元方法的扩展。其基本思想是在给定内存访问量（即保持有限元网格的节点或自由度个数一定）的前提下，提高浮点计算的密集度，从而适应未来 E 级硬件的突出的 flops 能力。在 GPU 众核测试平台上，可以更加有效地发挥众核突出的浮点计算能力。测试结果表明，该应用算法通过调节矩阵的稀疏性，能够适应不同的硬件计算能力；不仅能够发挥众核的 flop 能力，而且同时提高了应用问题的数值计算精度，最大实验规模已经达到了 6 万个核。该成果被工程数值计算的国际期刊 IJNME 2012 录用。

上述研究成果分别在体系结构、系统和算法层次对 Exascale 的功耗、并行和可靠性等问题给出了局部的解决方案，并为下一阶段更系统的解决方案奠定了基础。目前已发表重要学术论文 21 篇，其中包括顶级会议 HPCA, SC, 1 篇以及 SCI 收录 3 篇。

应用算法的co-design



Co-design I: 稀疏性可调的粒子广义有限元方法



应用 codesign 思想的新型稀疏性可调广义有限元方法

重大科研任务进展

图像与视频处理

该项目是陈熙霖研究员获得的国家自然科学基金杰出青年基金项目（项目编号为61025010），起止时间是2011年1月至2014年12月，旨在研究图像、视频处理与识别中的表示和识别等基础性问题。

2011年主要研究进展包括：

- ◇ 最大线性嵌入的流形学习方法；
- ◇ 稀疏编码局部描述子；
- ◇ 基于线性动力系统模型的动态纹理合成方法。

考虑到最终在检索、识别等方面的应用，需从非线性的流形中发现本质的内在结构，流形学习提供了这样的手段。提出了一种非线性降维算法，称为最大线性嵌入（Maximal Linear Embedding, MLE）。

MLE的核心之一是根据流形数据的真实线性/非线性结构来获取一种紧致而高效的局部线性分块，不同于以往ISOMAP或LLE等直接利用trusted-set方式定义的局部分块方式未能顾及尽可能大的“局部”，在MLE中考虑以更一般的方

式来定义流形上的局部线性分块，从而引入最大线性分块（Maximal Linear Patch, MLP）的概念。直觉看来，MLP所张成的线性子空间的维数就是流形的内在本质维数。

基于上述MLP的几何直观定义，采用一种有效的层次聚类算法，将流形数据划分为一组MLP的集合。然后，针对每个MLP，通过子空间学习方法可以很容易构建一个局部线性模型作为其低维表示。由于PCA方法具有简单高效且解析求解等优点，这里采用PCA来完成这一局部模型的建模过程。

采用上述PCA建立的若干局部模型可以很好地保持流形上样本间的局部几何关系。与此同时，流形的全局结构可以通过不同局部模型对应的样本均值和主成分坐标轴来刻画。理论上，每个局部模型只需要其样本均值点和沿着其 d 维主成分坐标轴分别采样的一个样本，即总计 $d+1$ 个地标点，就可以完全表示。

这一工作发表在IEEE模式分析与机器智能汇刊（IEEE Transactions on Pattern Analysis

and Machine Intelligence) 的 2011 年第 9 期上。

视觉特征的代表关注判别和重构能力两个方面。目前, 已经将视觉建模与分析中的方法用于搭建了一个基于纹理建模与合成的编码框架与验证系统。根据局部熵等特征, 以宏块为单位将输入视频分割为纹理区域和结构区域。对于结构区域, 采用传统的混合编码方法(如 H.264 或 AVS 等)进行编码; 对于纹理区域, 利用运动、邻域关系等特征跳过大部分宏块, 只编码小部分纹理样本宏块。在解码端, 利用解码的纹理样本宏块合成被跳过的宏块。最后, 将合成的纹理宏块与解码的结构区域宏块合成为重构视频。由于该框架对大量纹理宏块进行了跳过处理, 因此明显节省了码率。

与之前基于样例像素粒度的纹理合成方法不同, 提出了基于线性动力系统模型的动态纹理合成方法。其主要不同点在于: 输入的视频序列中的每个纹理区域形成一个动态纹理序列, 用线性动力系统(LDS)模型对其进行建模, 求得模型

参数, 将参数传输至解码端并合成相应的纹理序列。在这个方法中, 只需要对结构区域以及某些纹理区域的边界使用传统编码方法, 而无需对纹理区域做采样以区分跳过或删除的纹理块。也就是说, 对几乎整个动态纹理区域建模, 所求得模型参数可以用来合成一个动态纹理序列。

在合作交流方面, 2011 年度先后参加了 FG2011, CVPR2011, ICCV2011 等国际会议, 并先后邀请了 8 位国外学者访问交流。项目负责人陈熙霖在北京国际数学中心“数学, 科学与技术”暑期班讲授课程, 应邀前往芬兰奥卢大学进行学术交流, 讲授博士生密集课程 8 学时, 期间参加了庆祝 MVG 三十周年的学术交流活动。

2011 年发表论文包括 IEEE Transactions on PAMI 论文 1 篇, 国际会议论文 4 篇, 另有录用 PAMI 论文 1 篇。申请专利 2 项。2011 年派出 5 人次参加 FG2011, CVPR2011, ICCV2011 等与此研究项目相关的国际会议, 并先后邀请了 4 位国外学者前来访问交流。

跨越发展、持续发展

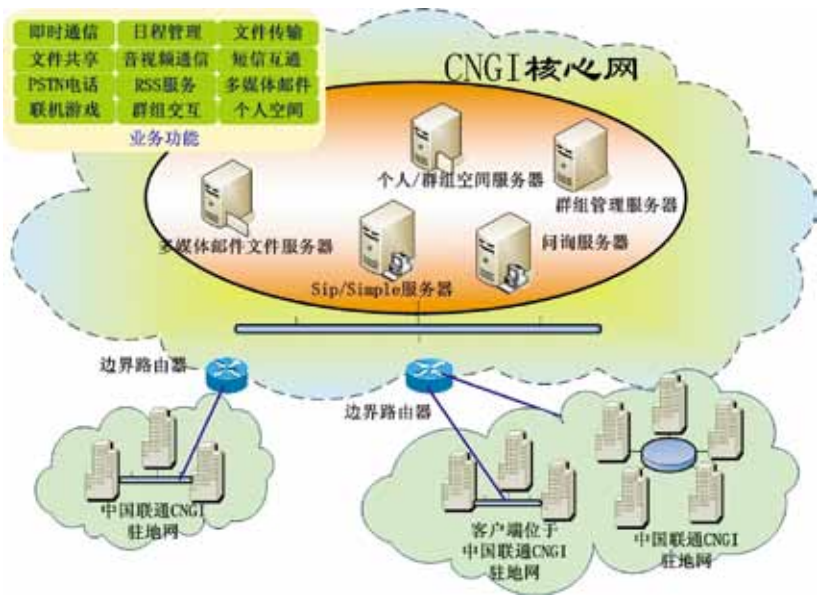
重大科研任务进展

基于 IPv6 的多功能通信及信息服务平台建设及试商用

“基于 IPv6 的多功能通信及信息服务平台建设及试商用”是国家发展和改革委员会下一代互联网示范工程 2008 年下一代互联网业务试商用及设备产业化专项项目，由计算所和中国联合网

络通信有限公司联合申请并共同承担，取得了一系列科研成果。

本项目建设了一个基于 IPv6 的多功能通信及信息服务平台，以通信功能和信息服务的聚合为



平台结构及部署示意图

科研成果与主要进展

特色，在统一用户管理的基础上，以业务功能为核心，提供多样化的多媒体通信服务、个人信息管理、数据信息服务、互动服务等多种类型的业务功能。平台采用 SIP 协议来统一建立业务会话流程。

该平台从用户需求角度出发，以通信方式和数据信息的聚合为目标，为终端用户提供不同类型的基于 IPv6 的多媒体宽带网络业务功能，包括：个人信息管理：以不同方式为用户提供聚合的信息服务平台，提供用户存在信息、通讯录、日程管理、计划提醒等功能；多媒体聚合通信：聚合的多种类型的通信功能，利于用户选择使用更符

合其需求和习惯的通信方式，通信功能类型包括即时消息、多媒体音视频通信、短信互通、PSTN 电话互通、多媒体邮件；数据信息服务：数据文件传输和共享服务、基于 RSS 的分类信息聚合服务、支持用户互动的个人空间服务等；互动服务：提供用户间的联机游戏娱乐功能；提供群组交互服务，依据用户兴趣、需求、地理位置等信息区分管理用户群体，为不同群体提供群组聊天、群组讨论区、群组共享等业务。

本项目平台研发任务按项目要求按时完成，首先在计算所 CNGI 驻地网中进行了试验运行，目前以联通 CNGI 网络为依托，在中国联通北京



重庆部署机房现场及部分业务功能界面图

亦庄机房、重庆联通照母山机房等地实际部署并进行试商用。

平台中部署的服务器包括负责用户通信功能的 SIP 服务器、与平台运行相关的服务器以及服务于用户的业务服务器。其中包括如下几个逻辑实体: SIP/SIMPLE 服务器, 负责本域内的用户登录认证, 提供用户基本信息、存在信息等数据, 为域内用户之间和域内域外用户之间的 SIP 会话提供统一控制管理; 问询服务器, 平台整体运行核心服务器, 提供平台运行所需的整体配置信息, 具体提供用户归属域查询、公共业务服务器地址

配置查询、各通信管理域内服务器地址配置查询等功能; 多媒体文件服务器, 用于多媒体邮件业务, 提供上传、存放、下载多媒体附件的功能; 个人 / 群组空间服务器, 用于个人空间业务, 同时也用于群组交互业务所需的群组空间, 采用 web 方式提供服务。

本项目完成了多功能通信及信息服务平台的建设和部署, 形成了多项知识产权成果, 并自主制定了 1 项中国通信行业标准, 其实际部署有力验证了 IPv6 的产业化可能性, 推动了 IPv6 的产业化进程。

一流人才、一流管理、
一流成果、一流效益



研究方向科研进展

研究方向科研进展

微体系结构

2011 年微结构实验室开展了“973”以及“核高基”项目的研究工作。“973”项目主要深入研究了适用于 Godson-D 的高通量应用特征分析,满足高吞吐、低延迟、易扩展、高实时的 Godson-D 微结构的设计,快速全系统软件模拟平台的搭建,以及 Godson-D 芯片所需控制核的设计、验证和测试工作。“核高基”项目完成了万亿次级高性能众核 CPU 结构设计和评估工作,该 CPU 采用了多模式处理器核,可重构片上存储系统,高效混合的互连结构,以及低功耗、可靠性设计等关键技术。项目还完成了针对该 CPU 的并行快速软件模拟平台以及多片 FPGA 大规模硬件仿真平台的开发和验证工作。2011 年共发表期刊和会议论文 10 余篇,研究成果在本领域顶级学术会议 HotChips、SC 发表,并在业界极具重要影响力的 IEEE Micro、Micro Processor Report、EETimes 杂志重点介绍,Godson-T 众核芯片被评为“2011 年度世界服务器芯片十大事件”之一。

编译

继续开展支持龙芯的编译系统、二进制翻译系统及工具链的研发工作。该系统性能具有明显优势,可有效支持龙芯 2 号 /3 号各款处理器的软件优化,并在健壮性等方面取得很大进展。在“973”等项目支持下,继续推进面向新平台、新应用的编程、优化和调试技术的研究工作,一些代表性工作如下:提出了一种针对多核芯片的面向大众程序员的编程模型 PTA,可有效降低编程难度;针对一些典型的图计算问题,提出了有效表达并行性的语言机制以及优化方法;提出了一个面向数据中心的迭代优化框架,有效提高了相关应用性能对平台和输入的适应性。上述部分成果发表或录用于 ASPLOS、SIGMETRICS/OOPSLA 和 ACM TACO 等国际会议和学术期刊上。

VLSI 测试验证、可靠性设计与容错设计

集成电路实验室以保障芯片质量和成品率、提高计算机系统可靠性为目标,深入研究 VLSI 测

试验证、可靠性设计、容错设计方法学和关键技术。2011年在“973”和国家自然科学基金等项目支持下,取得的主要进展有:在测试与设计验证方面,提出了基于GPU的并行时延故障模拟方法、应用感知的故障关键性评估方法、容忍工艺偏差的片内时延测量结构、基于选择跳变时间调整的片上网络串扰时延性能优化方法等;在可靠性设计与容错设计方面,提出了多核处理器透明动态绑定技术、基于老化率均衡的新型相变存储器的可靠性设计方法、基于自测试/自诊断/自修复(3S)的ReviveNet可靠性框架、基于算盘转向模型的片上网络可重构路由算法等。上述成果发表在ISCA、DAC、DSN、ITC、VTS等国际知名会议,以及IEEE Trans. on Computers、IEEE Trans. on VLSI Systems、ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems等国际知名期刊上。

智能科学

承担“973”课题“非结构化信息(图像)的内容理解与语义表征”,在非结构化信息的语义表征和描述模型、基于认知的图像特征提取和语义理解、非结构化信息的快速检索技术、基于视觉感知和认知机理的图像模式识别、发展图像中层目标辨识与识别的有效方法、基于图像识别的视觉监控系统关键技术和算法等方面取得了创新成果,为项目总体目标的完成作出突出的贡献,全面完成了课题计划的研究任务,实现了课题预期目标,部分超额完成了计划指标。

在非结构化信息处理的认知模型和语义建模方面取得突出的创新成果:提出了心智模型CAM(见图1)和征捆绑的计算模型BLFN;提出了非结构化信息概念语义空间模型;提出了视频图像信息的语义建模和自动标注的方法和算法;将跨媒体检索与本体知识系统的有机结合,研制了跨

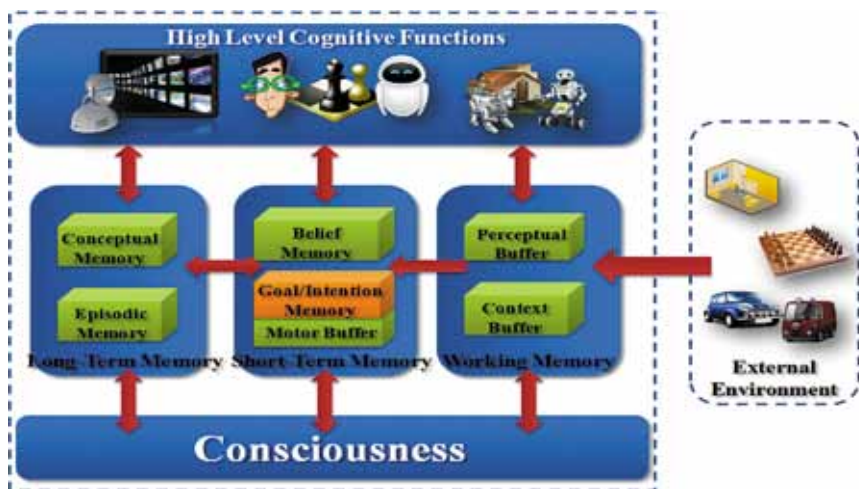


图 1: 心智模型 CAM

媒体智能检索系统 CMIRS (见图 2)。

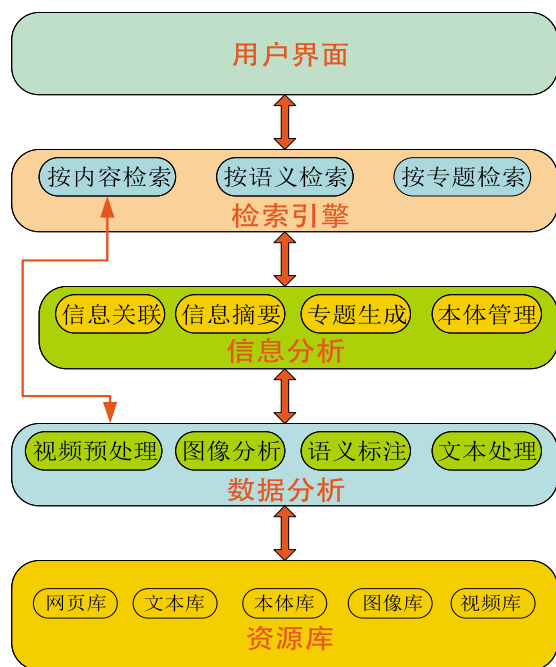


图 2: 跨媒体智能检索系统 CMIRS

机器学习与数据挖掘

2011 年度机器学习与数据挖掘课题组在国家重点基金项目“WEB 搜索与挖掘的新理论与方法”支持下，提出了同时分解源领域与目标领域数据矩阵的联合优化框架，提出了一个迭代算法来求解该优化框架，并从理论上分析了其收敛性。该算法能够处理一些比较困难的迁移学习问题，论文发表在 SADP。提出了一种并行增量极端支持向量机分类器，该算法可以同时解决大数据量问题和在线学习问题，论文发表在 Neural Computing。还提出一种基于超曲面和最小支撑树的聚类算法，论文发表在 Soft Comput。提出一种基于进化规划的 FCMBP 模糊聚类改进算法，该方法采用进化规划技术取代 FCMBP 算

法中的遍历寻优机制来寻找最优模糊等价矩阵，论文发表在 IJCMIA。现有的对多模型合并问题的研究，主要集中于多个分类模型的合并或多个聚类模型的合并，课题组对如何在输出层面上对多个分类模型和聚类模型进行合并的问题开展了研究，提出了两个有效算法：基于概率潜在语义分析 (PLSA) 模型的合并算法以及无约束概率嵌入算法 UPE，论文发表在 IJCAI2011 上。

知识网格研究

课题组 2011 年取得多项科研成果。其中，诸葛海研究员关于信息物理社会的前瞻性研究成果在国际著名期刊 Artificial Intelligence 上发表，在第 20 届 WETICE 大会上做特邀报告，介绍语义空间模型研究，进一步推进了语义计算、信息物理社会方面的研究，提升了我们在科研前沿的引领作用。课题组今年成功举办第 7 届语义、知识、网格国际学术会议，邀请了包括 Christian Jensen 教授，Toru Ishida 教授等知名学者做大会报告，增进了学术间交流，进一步加深了相关领域的交叉与合作。2011 年由诸葛海和孙晓平分别主持的两项国家自然科学基金面上项目正式启动，在交互语义和大规模小世界网络研究方面开展了新的基础研究工作，为进一步开拓基础研究，取得重要学术成果奠定了基础。

视觉信息处理与学习研究

在“973”和国家自然科学基金等项目支持下，继续在视觉信息处理与学习相关领域开展工作。主要进展包括：在人脸识别方面，提出了利

用非对应区域匹配的人脸识别方法、基于稀疏编码局部描述子的方法、基于非连续块 Haar 特征的上下文信息建模方法；开发了人脸识别照片检索演示系统，为百度提供了人脸识别核心模块并协助其开发上线了“百度寻人”公益平台；此外还创建了一个近 2000 人的多摄像机视频人脸数据库。在多媒体内容分析与检索方向，提出了 Vcept 图像语义表示、几何上下文视觉特征等方法，建立了图像的联合语义描述框架，并开发了面向百万量级图像的分析与检索系统。在面向智能视频监控的行人检测跟踪与识别方面，提出了基于多线索的行人检测与重现识别方法，开发了行人检测与跟踪演示系统、行人检索演示系统等。在手势分析和场景建模方面，提出了融合 2D 和 3D 信息的手部跟踪方法等。在视觉感知计算研究方向上，提出了基于人眼中低频敏感性及全局稀有性的视觉显著性计算方法。研究成果发表在 IEEE Trans. on PAMI, IEEE Trans. on Image Processing 等重要刊物和 IEEE CVPR、ICCV 以及 ACM MM（长文）等重要会议上。2011 年度获得“973”课题 1 项，国家自然科学基金重点项目子课题和面上项目等多项，国家科技支撑计划项目子课题 1 项，以及多项企业合作项目。

未来网络

未来互联网体系结构及核心机理 针对 TCP/IP 体系结构在可扩展性、动态性和安全可控性方面存在的问题，初步提出了面向服务的未来互联网体系结构，相关研究获得“973”计划和国家自然科学基金重点项目资助。本年度围绕未来互联

网体系结构及其核心机理和实验验证等方面开展研究，相关成果在领域知名学术会议和国内外学术刊物发表论文 20 篇，其中 INFOCOM2012 会议录用论文 2 篇、SCI 期刊文章 4 篇、国内核心期刊论文 10 篇，获得授权发明专利 6 项。主要进展包括：

◇ 设计了面向服务的未来互联网体系结构模型，并围绕其服务标识、路由和传输、安全与可信等核心机理开展研究工作；

◇ 积极探索新型网络体系下服务标识、缓存与迁移的机制，提出了基于分布式哈希表的服务发布和查找方法并在现网上进行了大规模实验验证；

◇ 围绕着未来互联网的安全与可信机理，初步完成了针对未来互联网的安全体系结构设计，从匿名路由、信任管理等方面提出了提升未来网络安全性的解决方案；

◇ 开展了面向未来互联网的试验床建立与运管研究，探索了试验床试验机制并以数字内容网络应用为典型在试验床上开展应用示范。

可编程虚拟化路由器 可编程虚拟化路由器通过清晰划分网络设备的数据平面和控制平面，提供软件可定义的互联结构与路由寻址方法，满足网络体系结构持续演进与新型业务部署需求，具有可编程、虚拟化、强隔离的特征。在中国科学院重大科研装备研制项目“可扩展高性能网络数据包处理研发平台”与所创新课题“支持未来网络持续创新的可编程虚拟化路由器”的支持下，开展了可编程虚拟化路由器平台系统研究。2011

年设计并实现了一个结合 FPGA 和多核技术的可编程虚拟化路由器平台验证系统, 该系统采用通用处理器和专用数据包处理卡相结合的方式构建可编程虚拟化路由器。专用数据包处理卡内嵌 TCAM 和 SRAM 存储器, 可实现线速路由查找和转发等功能; 通用计算机采用高性能多核处理器作为路由管理, 利用操作系统级虚拟机 LXC 实现对控制平面虚拟化的支持。相关成果发表在 IEEE Communications Magazine、INFOCOM 2012 上。

下一代网络监控管理 研究工作紧紧围绕下一代互联网关键技术和网络监控方向展开。在下一代互联网方面, 针对“973”项目和所项目的科研目标, 开展了面向应用的无缝服务迁移、能量有效的云间虚拟机能耗分析、虚拟机整合模型等关键技术的研究; 在网络监控方向, 针对网络路由流量大规模可视化、基于云的数据挖掘和分析、基于云的汽车网络视频监控和接入网控制等问题进行了深入研究, 并在此基础上研制了同时支持域间和域内的网络路由流量监控系统、接入网管



图 3: 车载信息服务系统



图 4: 网络控制信息监测系统

控系统和汽车网络视频云监控系统。其中，前两个系统均已在实际网络部署和试用，并取得良好效果。

移动互联网 开展了面向 Post-IP 的移动互联网基础理论和关键技术研究，针对未来网络超大规模性、多元异构性、泛在移动性的特点，重点研究异构网络融合架构、支持大规模移动网元的命名与寻址架构、基于量化研究方法的数据传输优化技术，研发面向异构融合网络的高效移动管理系统和基于 IPv6 的多功能通信及信息服务平台，并积极推动相关技术的标准化和产业化进程。在发改委 CNGI 和工信部宽带无线重大专项等项目的支持下，结合双栈移动 IPv6 技术和自主提出的 Silkroad 隧道技术，设计研发了适用于 WWAN 和 WLAN 融合网络的通用移动管理系统，并基于 Android 手机平台进行了移动设备上通用移动管理系统的设计与实现，相关系统已在联通 CNGI 试验网和联通重庆分公司进行了实际部署和试商用。在“973”以及国家自然科学基金重点、面上项目的支持下，定量分析了层次移动管理方案和扁平移动管理方案的适用范围，提出了根据网元节点的移动特性和业务特性实时调整的自适应移动管理方案；在 Post-IP 网络命名与寻址方面，重点研究了层次化、可扩展的网络单元命名方法和名字空间组织方式，积极推动下一代网络命名的标准化工作，目前该研究已在中国通信标准化协会率先立项；在数据传输优化方面，提出了兼顾网络效用和延迟的新型跨层控制算法，分析了资源受限条件下的网络

吞吐量、公平性和延迟间的制衡关系；研究了存储-携带-转发的新型数据传输模式，提出了一种高效的以人为信息载体的容迟路由策略。以上研究在本年度也成功获得国家自然科学基金重点项目和国际重大合作项目的支持，相关研究成果已发表在 IEEE Transactions on Mobile Computing、IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems、IEEE Transactions on Wireless Communications、IEEE Wireless Communications Magazine 等领域知名国际期刊上。

传感器网络

传感器网络研究工作密切结合国家重要应用需求，坚持基础理论研究和应用研究相结合的发展模式，以国家重要应用需求为导向，从计算科学与技术的角度，在信息采集、信息处理、信息传输与信息管理等各个层面上，研究无线传感器网络的基础科学问题和关键技术，并将研究成果转化到实际系统应用中。研究重点包括新一代传感网体系结构、节点嵌入式系统和片上系统 SoC、核心网络协议和网络管理及与新一代互联网的融合等基础关键技术以及系统应用技术，包括面向环境监测、煤矿安全监测、智能交通以及远程医疗等重要应用。承担了多项国家科研任务，包括“973”项目、“863”项目、国家自然科学基金项目、国家科技重大专项项目、国家科技支撑项目、发改委 CNGI 项目、工信部与财政部物联网专项项目、中科院先导专项项目、中科院百人计划及知识创新项目、中科院对外合作重点项目、地方

科技合作项目。

天玑舆情系统

在平台建设方面，天玑舆情系统在国家网络安全中心和科学院知识创新工程项目等应用的驱动下，在多语言多来源信息获取和多粒度个性化海量数据分析处理等能力上得到大力提升，同时通过系统版本标准化和用户体验改进等方面进行提升，目前系统日处理能力已达近 300 万级。

在核心技术方面，在特殊通道采集、特定采集行为隐藏、定向深网采集等系列核心采集技术，基于社区的用户群体特征提取、基于短文本的话题发现与演化规律、线索的传播与抑制机制等新媒体数据分析技术，多语言处理和大规模检索等关键技术等取得重要进展，2011 年度在 TREC

的检索任务中取得第一名的好成绩。

相关核心技术成果在 ACM Transactions、Expert Systems with Applications, Physica A, JCST 等期刊，以及 WSDM、CIKM、WWW、SAC 等顶级国际会议上发表学术论文 10 多篇。

天玑搜索系统

2011 年天玑搜索系统研发工作主要围绕三个方面展开：人民搜索引擎课题，天玑学术系统研发，信息搜索基础研究工作。

人民搜索引擎课题 2011 年完成了新闻搜索引擎系统的优化改造、垃圾网页过滤、色情查询识别、语言与编码检测、动态网页解析等工作，同时积极参与日志系统、新版图片搜索引擎的研发工作，为网页搜索新平台研发以及人民搜索引擎系统的全

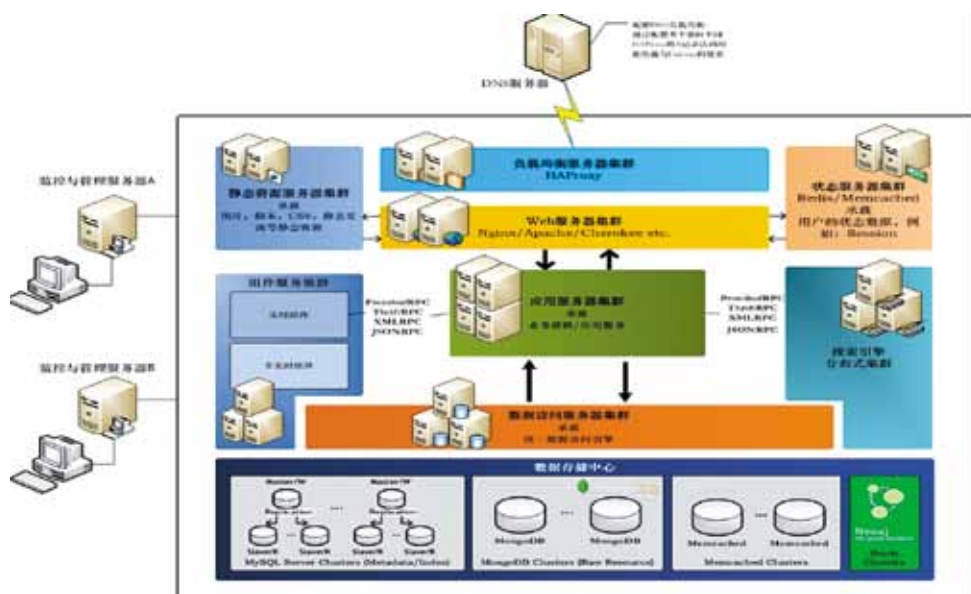


图 5: 天玑学术系统结构

面优化做出了积极的贡献。中科院积极推动院社合作共建国家搜索引擎的工作。在中科院高技术局的组织和领导下，计算所、自动化所、声学所和软件所四家单位组成联合课题组，共同承担人民网搜索引擎项目。2011 年 11 月 18 日，以计算所为牵头单位的课题组完成了“人民网搜索引擎项目子系统关键技术研发”的投标工作，并顺利中标。

天玑学术网课题 2011 年 8 月正式立项。课题组围绕系统设计目标，完成了高可用、可伸缩、高性能与具有分布式安全保障的系统架构设计，完成了学术助手、协同讨论、社会推荐等功能研发，初步呈现出学术社交平台的功能和技术特色，

在 12 月所创新课题本年度进展汇报中专家综合评价意见为 A。

信息搜索基础研究的主要内容是通过机器学习、统计分析等方法，解决实际应用中具有挑战性的问题。2011 年在用户查询的理解与表达、多样性模型及其应用、命名实体挖掘以及信息检索与排序模型四个问题上开展了具有创新意义的研究工作。在国内外信息检索领域会议上发表论文 10 篇，实现多个重要突破，包括首次发表 TKDE 论文，首次在数据挖掘顶级会议 ICDM、人工智能顶级会议 IJCAI 上发表文章，以及首次获得 CIKM Best Paper Award。



图 6: 天玑学术网个人空间

跨媒体计算技术

2011 年度，跨媒体计算技术研究组面向移动互联网环境下的智能多媒体应用需求，重点开

展移动视觉搜索关键技术研究，研发了移动视频搜索聚合平台。针对移动视觉搜索，对其中的特征提取与匹配、高维索引等关键技术进行了深入

研究,提出了具有仿射不变性的鲁棒快速视觉特征提取方法、基于几何一致性的视觉特征匹配验证方法,以及基于局部敏感哈希的高维索引优化方法,相关成果在多媒体领域顶级期刊 IEEE Trans. on Multimedia 上多次发表,获得国际同行认可。为满足移动用户对互联网视频的获取需求,研发了移动视频搜索聚合平台,通过高效的互联网视频采集技术实现了海量互联网视频在移动终端的汇聚,通过实时转码适配技术实现了视频码流与移动终端的实时适配。目前该平台已经上线应用,并获得国家科技支撑计划的支持。

生物信息学

2011 年度,生物信息学研究组在计算蛋白质组学及其相关方向开展工作。蛋白质意外修饰发现的研究论文发表在国际期刊 MCP。蛋白质从头测序、定量分析、交联鉴定,以及 pFind 软件系统流程化建设取得新进展,蛋白质组海量质谱数据深度解析课题通过中期考核。提出了蛋白质结构预测的随机场模型,开发的软件 FALCON-

TreeThreader 作为 CAS@home 的第一个应用,运行在全球 16,000 台志愿计算机上,从而支持 CAS@home 的建设;开发软件 PEARL,充分利用蓝牙与呼吸道疾病传播的相似性,首次大规模获得真实世界中人际接触模式。开发完成单颗粒冷冻电镜三维重构软件 ICTEM,重构精度和速度上均优于当前的重构软件;提出一种新的电子断层三维重构算法 -ASART,精度优于其他迭代重构算法,成功重构出 Caveolae 的双层螺旋结构;联合生物物理所完成电子断层三维重构系统 -ATOM 2.0。首次构建了 mRNA 和非编码 RNA 双色网络,基于网络拓扑结构对非编码 RNA 进行了功能预测;同时开发了在线预测平台 ncFANs,论文发表在国际期刊 NAR;此外建立了二代测序数据分析平台,已与五家单位进行合作,开展疾病相关数据的深度分析。

虚拟现实技术

2011 年度,虚拟现实技术研究组继续在群体行为模拟、流体模拟与可视化、人的自然行为模



图 7: CCTV10 报道“奥视佳摄像机器人”



图 8: CCTV1《晚间新闻》报道“载人航天发射测试一体化仿真训练系统”

拟方面开展研究，共发表 19 篇学术论文，新增 4 项国家自然科学基金资助；研发成功“奥视佳摄像机器人”，被 CCTV10 创新栏目报道（图 7），孵化出中科广视科技有限公司专门从事影视特效制作服务，成功为电视剧《建元风云》等提供特效拍摄服务；研发的分布式三维虚拟室内设计平台已为近 500 万用户提供了家装设计服务，为 Haier、Sina、全友家居等企业的电商业务提供了技术支撑；研发的载人航天发射测试一体化仿真训练系统，被认为“有效解决了发射场没有实装训练设备的难题，为天宫一号 / 神州八号任务成功发射做出了重大贡献”，被中央电视台、新华网、凤凰网等主流媒体报道（图 8）。

无线通信技术

2011 年围绕产业需求和无线通信学科发展方向开展研究，进展如下：（1）LTE 终端基带芯片

第一次流片获得成功，采用 ASIP 架构独立研发出具有国际水准的基带处理 DSP IP 核，在关键专利上打破国际寡头的封锁；（2）3 大系列 8 套协议栈软件系统，推出“终端 + 基站 + 接入网关”的 LTE 协议栈软件整体解决方案；（3）瞄准绿色智能移动通信系统的“龙眼”无线网络目标，提出了对现有移动网络架构具有颠覆性的以超级基站为核心的前沿研发工作目标，并在其核心芯片与软件系统开发、高速移动通信支持、异构融合等方面形成了完整的工作计划和实施方案。与

2011 年形成多项具有创新性和自主知识产权的技术成果，全年发表论文 15 篇，申请专利 14 项，提交提案 10 项。成功申办 ChinaCom2012、IEEE WCNC2013 等国际会议。申请到移动计算与新型终端北京市重点实验室、移动计算与智能通信北京市国际科技合作基地、北京市 4G 工程公共服务平台等 3 个部委级实验室机构；成功申



图 9: 首枚动芯芯片 ICT-001-0.1

请到 2012 国家宽带无线重大专项、863 等多个项目支持。

无线定位技术

普适计算研究中心在基于 WiFi、WSN、UWB、RFID、超声波、图像、INS 和卫星的多

模定位技术方面进行了深入研究，在 NLOS 测距数据识别、射频指纹特征提取、高精度定位引擎、多模定位融合等方面进行了系列理论创新，研发的科研成果可满足室内外全空间环境下的高精度、高实时性、高鲁棒性、低功耗定位应用需求。“基于超声波测距的高精度定位节点”、“基于 wifi 的

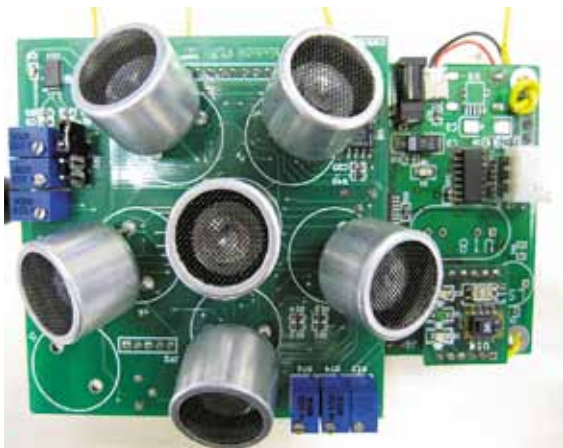


图 10: 基于超声波测距的高精度定位节点



图 11: 基于 CSS 的高精度定位信标



图 12: 基于 WiFi 的小型、低功耗定位标签



图 13: 移动商品信息互动系统组成与流程图

小型、低功耗定位标签”以及“基于 CSS 的高精度定位信标”等产品具有良好市场前景，目前正在产业转化。

此外，研究了面向 WiFi 无线环境和智能手机的通用位置服务引擎。与当前定位方式不同，该引擎无需对环境进行大规模基础设施改造，具有方便使用、节能环保、室内外通用等特点。该引擎采用“指纹模式匹配”算法，较传统定位系统具有更高定位准确率。基于位置服务引擎，开发了位置相关的移动商品信息互动系统：1) 用户随时通过手机主动查看所处位置附近的折扣信息、团购信息以及其他客户对商品的评价信息等，以获得价格透明、优质实惠的商品以及诚信可靠的购物服务；2) 商家通过系统随时发布商品的折扣、团购等信息，宣传自身品牌，从而吸引客户，增

加业务量。

智能电视系统

普适计算研究中心融合在音视频处理、人机交互、网页解析、专用终端等方向的研究基础，开展了智能电视系统的研究，提出了基于云服务的基本架构，研发了基于情境的电视节目推荐，基于实时电视内容监控的同步内容推送、广告增强、自动频道跳转等核心关键技术和面向智能电视和智能终端的新型人机交互设备“魔戒”，开发了一套智能电视原型系统。该系统的体系结构、功能设计、各项核心技术及新型交互设备“魔戒”均属首次提出，可大大丰富和提升电视收视体验，具有重要的创新性和产业应用价值。



图 14: 智能电视系统界面

获奖成果

移动通信系统无线资源管理关键技术及应用

本项目获得 2010 年度北京市科学技术奖二等奖，主要完成人：石晶林、胡金龙、田霖、张玉成、黄伊、周继华、袁尧、钱蔓黎、周一青、王园园。

移动通信是国家和北京市重点发展的产业。随着以 LTE 为主的下一代通信技术的迅猛发展以及各种新兴业务的层出不穷，如何合理利用有限的无线带宽，保证不同业务的服务质量（QoS）以及用户的个性化服务需求已成为下一代通信系统的核心问题。本项目围绕该问题，以多业务融合、资源分配和跨层协同资源管理为核心，在无线资源管理方面取得多项研究成果。

在多业务融合方面，首先针对当前数据业务迅猛发展，无线数据业务“吃光”带宽而语音业务“饿死”的现象，提出一种语音通信服务质量保证方法；并针对未来网络中用户、业务的个性化服务需求，结合无线移动网络协议支持的 QoS 特性，为不同等级业务提供分级带宽分配，实现区分调度。

在资源分配方面，广播与通信融合是移动网络的发展趋势，项目综合考虑广播和单播业务的传输特点，提出融合的资源调度算法，解决了目

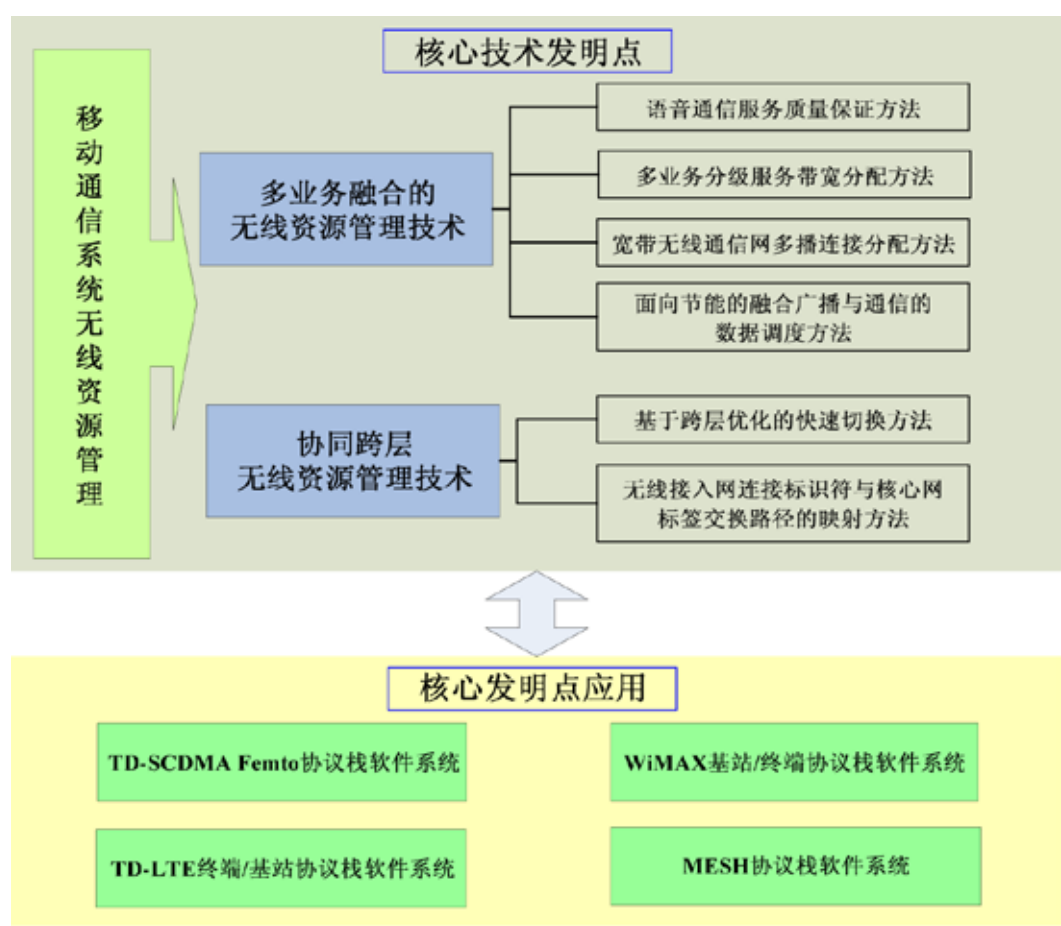
前调度方案中不考虑单播和广播业务共存的问题，提高终端比特能耗效率；并设计了一种多播连接分配方法，达到提高无线连接资源利用率、合理配置资源的目的。

在跨层协同无线资源管理方面，提出了一种接入网连接标识符与核心网标签交换路径的映射方法，为用户提供端到端服务质量保证。同时，通过网络层和链路层的跨层联合优化，设计了一种时延短、服务质量高的移动切换方法，保证业务切换过程中的 QoS。

项目成果已申请专利 30 项，其中核心授权专利 6 项；软件著作权 9 项；在国内外知名期刊、会议上发表论文 40 余篇；向 3GPP 和 IMT-A 标准组提交提案 12 项；作为 MAC 组组长单位，负责国标“宽带无线多媒体系统的空中接口”（国标号：20067544-T-339）无线资源管理部分的制定。

基于以上发明点，成功研制了 WiMAX、MESH、TD-SCDMA Femtocell 和 TD-LTE 等协议栈软件系统。目前这几套协议栈软件已被国内外十余家企业购买，并与大唐移动、中国移

动研究院等国内领军通信企业开展战略合作，取得上千万元的直接经济效益。同时通过项目研究成果的应用，降低了合作企业研发成本，提升其产品的性能及竞争力，获得了良好的社会、经济效益。



无线资源管理方案整体框架



获北京市科学技术奖二等奖

获奖成果

高性能处理芯片的测试和可靠性设计关键技术

隶属于计算机体系结构国家重点实验室（筹）的集成电路实验室完成的“高性能处理芯片的测试和可靠性设计关键技术”，荣获 2011 年度中国质量协会质量技术奖一等奖。主要完成人：李晓维、李华伟、韩银和、胡瑜、吕涛、张磊、鄢贵海。

针对摩尔定律增长规律给芯片质量保障带来的测试数据量庞大、测试时间过长、功耗过高、故障诊断和容错、以及定时安全问题等挑战，项目组 2005 年起在“973”项目“延长摩尔定律的微处理芯片新原理、新结构与新方法研究”的 2 个课题资助下，紧密结合国产高性能处理器芯片的研制，实现了测试和可靠性设计关键技术的重大突破，主要包括以下 4 个方面的创新成果：

1) 提出了考虑串扰减速效应的精确串扰源时延测试方法，包括：精确串扰源通路时延故障模型与基于跳变图的定时分析方法、基于结构 ATPG 和可满足问题的串扰时延测试生成算法、可观测性语句覆盖和分支覆盖评估方法。精确串扰源通路时延故障模型在串扰故障模型中引入时间参数，统一了多串扰源时延故障的时序和逻辑约束，基于跳变图的串扰效应定时分析方法能够有效收集串扰故

障，排除基于时间窗的传统静态定时分析方法所找到的虚假串扰源；基于结构 ATPG 和可满足问题的测试生成算法，通过激发多个串扰效应以测试电路的最差性能，获得高质量的时延测试向量；可观测性语句覆盖和可观测性分支覆盖准则，避免了传统的语句覆盖准则和分支覆盖准则的覆盖率虚高问题，能更准确地评估测试质量。

2) 提出了低功耗测试激励和响应压缩方法，包括：X-Config 激励压缩方法、X-Tolerant 响应压缩方法、测试压缩与测试功耗协同优化方法。X-Config 激励压缩方法采用一个周期可重构 MUXs 网络作为解压缩电路，在保证故障覆盖率同时，压缩率显著超过预测性编码的压缩率，从而大幅度减少测试时间和测试存储；X-Tolerant 响应压缩方法中，研究发现了时序压缩序列和矩阵二维空间变换之间的满射关系，建立了时空混合压缩的形式化分析方法，通过对基本校验矩阵乘法的概率化分析，可形式化证明美国著名学者 J. Rajski 在研究卷积编码时得出的 4 个实验性结论；测试压缩与测试功耗协同优化方法定义了影响因子来量化评估未知位对功耗的影响，在保证测试压缩

率前提下能将测试向量的捕获功耗控制在安全阈值以内。

3) 提出了基于自测试 / 自诊断 / 自修复 (3S) 原理的缺陷容忍方法, 包括: 面向任意故障模型和复合故障的多故障诊断方法、N+M 众核处理器拓扑重构方法。多故障诊断方法中, 提出了一种基于观察点和一种基于路径的确定性诊断向量生成算法、以及一种基于相似性度量的故障响应分析方法, 可以有效地降低候选故障对的数量, 提高了诊断质量并减少了诊断过程的时间开销; N+M 众核处理器拓扑重构方法中, 建立了众核处理器拓扑重构问题的数学模型, 提出了“耦合度”和“拥塞系数”两个指标, 并依据这两个指标寻找优化的逻辑拓扑结构, 提出了一种高效的启发式算法 RRCS-gSA, 能明显提高系统性能。

4) 提出了定时偏差的在线检测和容忍方法, 包括信号稳定性侵犯模型及电路定时优化方法、多核处理器上 PVT 偏差的协同优化方法。通过分析故障影响下的信号行为, 建立了信号稳定性侵犯模型来实现对软错误、老化故障及常规时延故障的统一在线检测, 在此基础上优化电路内部的定时松弛量分布, 在不降低性能的前提下显著提高电路能效比; 并发现了工艺偏差、电压瞬变和温度波动引起定时偏差在频率分布上的间隔性, 用于识别上述三者对定时偏差的影响, 进而利用不同核的互补效应, 有效消除了绝大部分电压因素导致的定时偏差。

该成果为高性能微处理器芯片的质量保障提供了测试和可靠性设计关键技术: 在测试方面, 使我国高性能处理器测试摆脱了受限于进口测试设备关

键性能指标的困境, 测试过程自主可控, 在提高测试质量同时降低了测试成本; 在容错方面, 通过缺陷容忍提高芯片成品率、通过故障容忍延长芯片使用寿命, 从而有效减少故障芯片带来的相关成本、促进电子产品的低成本应用。

该成果 2005-2011 年间总共发表了 15 篇 SCI 期刊论文、59 篇 EI 国际会议和期刊论文 (EI 索引 56 篇), 获得了 5 项发明专利权、9 项发明专利受理, 出版专著 2 部。其中 30 篇论文被本领域国际知名学者引用、或收入英文学术专著, Web of Science 引用次数达到 125 次 (SCI 引用 61 次), 产生了一定的国际影响。总体而言, 该成果促进了我国数字 IC 测试和可靠性设计的技术进步, 对于提高我国数字 IC 产品的质量有重要意义。



获中国质量协会质量技术一等奖

鉴定 / 验收的代表性成果

天玑大规模网络信息处理系统

在国家“973”课题“基于 Internet 超大规模知识检索的算法及应用”（课题编号：G1998030413）、“大规模文本内容计算”（课题编号：2004CB318109），以及“863”计划“大规模网络内容安全监控关键技术与示范系统研究”（课题编号：2006AA01Z452）、“863”计划子课题“CNGrid 网格软件测试及工程化”（课题编号：2005AA119010）等项目的持续支持下，中科院计算所和国家计算机网络与信息安全管理中心等单位历时十余年研制了“天玑大规模网络信息处理系统”。

“天玑大规模网络信息处理系统”覆盖了大规模网络信息获取、存储与管理、分析与挖掘等深度处理的关键环节，在信息分析的精度、信息挖掘的深度和信息处理的广度等方面取得了系统性成果。系统在高维稀疏特征的精准分析、多元异构数据融合的深度挖掘、跨尺度演变的聚集行为发现和海量数据的分布式存储管理等四个方面的关键技术上取得了重要突破。

项目所形成的技术成果发表学术论文 356 余篇，SCI 收录 60 余篇，被包括 Nature、Physics Reports、IEEE 汇刊等 SCI 学术刊

物引用 183 次。已形成了覆盖网络信息监测与服务领域成体系的核心技术发明专利群和软件著作权，申请发明专利 20 项，授权 12 项，软件著作权 16 项。该系统在由美国国防部高级研究计划局（DARPA）、美国国家标准技术研究所（NIST）等机构主办的国际权威评测中，有 4 项技术获得国际排名第一；所提出来的分布式数据存储结构（RCFile）技术系国际首创，被 Apache Hive、Pig 等主流开源软件采纳，已成为国际上分布式离线数据分析系统中存储结构的事实标准；所研制的开源软件影响范围遍及全球，全文索引与检索平台系统（Firtex）全球下载 10 万余次，在东亚开源大赛中获得杰出成就奖。

项目在核心技术和应用系统上均实现突破，整体系统和关键技术在国务院新闻办、中国人民解放军、公安部、安全部、教育部、工信部、广电总局、中国证监会、中国互联网协会等国家级网络空间舆情分析、情报挖掘等重大战略性任务中得到规模化应用，在重大突发事件的监测中，分析结果准确，反应及时。在北京奥运会、上海世博会、广州亚运会、国庆 60 周年、全国“两会”、

台湾地区领导人选举等特殊时期的信息监测与安全保障中发挥了重要作用，为维护社会稳定、保障国家安全做出了突出贡献。同时，成果在中国教育电视台、华为公司、百度公司、淘宝公司等大型企业的线上系统中得到广泛使用，显著提升了大型互联网企业的核心竞争力，取得了突出的经济效益。该成果为满足国家网络空间的战略需求，推动互联网产业的发展做出了重要贡献。

该成果于 2011 年 8 月 7 日通过了由中国科学院在北京组织的科技成果鉴定会。由何德全、胡启恒、邬贺铨、陈俊亮、王小谟、蔡吉人、姜景山、戴浩、张尧学、于全等 10 位院士和领域内著名专家组成的鉴定委员会一致认为，该系统“技术难度很大，在理论与技术上均具有重大创新，研究成果整体上处于国际先进水平。其中，中文词法分析、查询推荐、网络核心人物发现、网络动态更新摘要、关联实体查找、行列混合式数据存储等算法与技术达到国际领先水平；

RCFile 技术系国际首创，被 Apache Hive、Pig 等主流开源软件采纳，已成为国际上分布式离线数据分析系统中存储结构的事实标准。建议进一步加强应用系统的规模化产品开发和市场推广，进一步发挥系统在国家重大任务中的作用”。

“大规模网络信息监测与服务系统关键技术及应用”获得 2011 年度“中国电子学会电子信息科学技术奖”一等奖。



获中国电子学会电子信息科学技术一等奖



系统结构框图



鉴定 / 验收的代表性成果

曙光 6000 千万亿次高效能计算机系统

由中国科学院计算技术研究所、曙光信息产业（北京）有限公司等单位承担的十一五国家 863 计划“高效能计算机及网格服务环境”重大项目课题成果“曙光 6000 千万亿次高效能计算机系统”在用户单位深圳超级计算中心安装并开通运行。

曙光 6000 在基于 CPU-GPU 异构架构的千万亿次关键技术、高性能计算机的云计算管理软件上取得了突破，在充分满足用户的未来发展需求的同时，也增强了我国信息技术在国际上的声誉和竞争力。

在研究工作中，曙光 6000 课题组还深入地开展了基于 HPP 体系结构的超龙系统的研究工作，研制了 HPP 体系结构及控制器、节点操作系统、集合通信芯片等关键部件，探索了 X86 和龙芯 CPU 混合异构技术，通过将龙芯 CPU 和 X86 软件栈相结合，解决了国产 CPU 对主流的商业应

用兼容性问题，并为突破亿亿次级计算进行了技术储备。

作为国家云计算示范工程的重要建设项目，运行于曙光 6000 上的自主研发的深圳市云计算公共服务平台—鹏云系统目前已开通运行，其服务范围覆盖了社保、健康、教育、移动媒体、地理信息等领域，为企业事业单位和个人提供了高性能、高可靠、高安全的海量云存储和易用、通用、公用的云计算服务平台，探索了高性能计算机在云计算应用模式下提供多种服务的新模式。

国家超级计算深圳中心的曙光 6000 投入运行以来，已为近 200 个用户组和研究机构提供了应用服务，涉及气象预报、海洋数值模拟、新材料研制、药物研发、基因研究、宇宙演化等多个领域，为区域性科技创新能力的提升提供了重要的基础设施保障。

* 该课题于 2012 年 2 月 24 日通过科技部高技术中心组织的现场验收

在产业化方面，曙光 6000 在基础架构、刀片、存储系统、管理系统等方面拥有多项自主知识产权，曙光 6000 产生的一批关键技术，已经广泛应用于曙光公司的高性能计算机和存储系统等产品中，这些技术和产品提高了国产品牌服务器的

技术含量和市场竞争能力，使曙光连续 3 年夺得了中国高性能计算机 TOP100 市场份额数量第一，有力地促进了国产高性能计算机在中国的推广应用，为促进我国高性能计算机产业的发展发挥了重要作用。



曙光 6000 验收会现场照片



曙光 6000 系统



曙光 6000 大规模存储系统

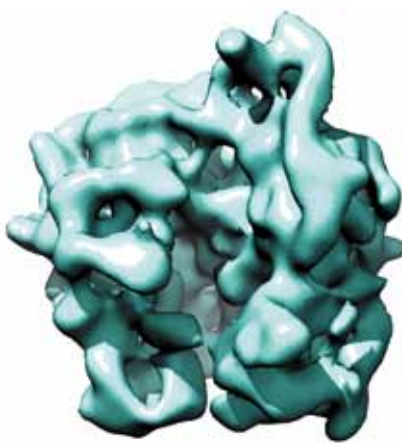
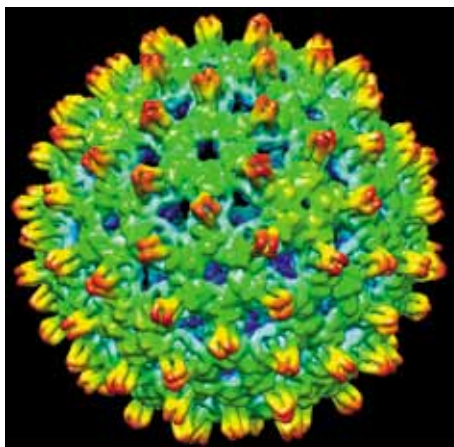
鉴定 / 验收的代表性成果

面向蛋白质科学的高性能计算

“面向蛋白质科学的高性能计算”是中国科学院知识创新工程重大项目（项目编号为 KGCX1-YW-13），2011 年取得了一系列重要科研进展，主要包括以下几个方面：

◇ **推动高性能计算机创新技术发展。**项目组在广泛深入研究国际主流技术发展路线基础上，

结合我国高性能计算机发展现状和高端通用处理器芯片的特点，提出了全新的 HPP 体系结构，研制了 HPP 系统控制器和集合通信芯片等关键部件。采用了 HPP 体系结构的“超龙一号”系统设计规模为 64 个节点，共计有 512 颗龙芯 3A 处理器，实现了龙芯多核高性能处理器的规模化应



冷冻电镜三维重构：高对称性及无对称性蛋白质

* 该项目于 2012 年 4 月 18 日通过中国科学院验收

用。通过将龙芯 CPU 和 X86 软件栈相结合，解决了国产 CPU 对主流的商业应用兼容性问题，为推动高性能计算技术进步进行了创新性的探索。

◇ 示范了基于加速计算技术的 HPC 应用。

本项目提出了面向应用的高性能计算技术路线，采用 GPGPU 技术和可重构计算技术来加速运行生物信息学问题，以达到经济和高效的目的。在利用 GPU 加速计算方面，已实现对冷冻电镜三维重构软件 EMAN 的良好加速效果，其核心函数最高加速比达 90 多倍。在 64 节点系统规模时，GPU 系统的应用综合加速比最高可达 10.8 倍。EMAN-GPU2.0 版已经交付用户使用并形成 1 项软件著作权登记。本项目还深入探索了可重构加速计算技术及其在生物信息学方面的应用，并开展了面向深度测序大数据量的高效 Reads

Mapping 算法及其硬件加速方法的研究工作，利用自主设计的 FPGA 加速卡，最高可取得近 43 倍的加速比（相对于 Intel 的 6 核心 CPU）。这方面的研究工作已被可重构计算国际权威会议 FCCM 接收。

◇ 促进了生物信息学在算法、软件、应用等方面的快速进步。在基础数据方面，分别建立了蛋白质修饰与定量分析的基准测试数据集和蛋白质冷冻电镜三维重构的基准测试数据集，并有望成为国际标准数据之一。在算法和软件研究开发方面，项目组成员深入研究了更重蛋白质科学计算核心算法和高性能异构并行算法，开发了一组大规模蛋白质翻译后修饰鉴定和定量分析工具集（包括 PFind、并行 InsPecT、ASAPRatio、MZ-Analyzer、QuantWiz 等），以及电镜



超龙一号龙芯 3A 节点（包含 8 颗龙芯 3A 和 1 颗 X86）



超龙一号系统 X86+GPU 加速部分（4 个机柜，80 个 X86+GPU 节点）

法三维重构的软件包 (Picker、ParaEman、Eman-GPU、VAT4M 等)。生物学家利用这些算法和软件开展研究,已经取得了很多研究成果,并在一系列国际会议上发表了一批高水平论文。

◇ 形成了跨学科交叉的研究机制。本项目一个重要特点是覆盖了计算科学求解物理问题的全过程,包括数学模型、算法模型与编程、计算

平台、网络协同科研环境、领域应用等多个方面。在研究工作中,项目组内部各课题组之间密切协作,互访达到数十次之多,一些课题组还采用了驻场开发的方式,进一步密切科研协作。跨学科交叉研究的结果是本项目培养了一批既精通计算方法又深入理解生物信息学理论的交叉型人才队伍,为我院在生命科学和信息科学方向交叉学科的创新发展打下了良好基础。



超龙一号系统龙芯部分 (2 个机柜, 64 个节点)

鉴定 / 验收的代表性成果

龙芯 3A 处理器

龙芯 3A 处理器是国家“863”重点项目课题“四核龙芯 3 号处理器设计”（课题编号为 2008AA010901，起止时间是 2008 年 7 月至 2010 年 12 月）的研究成果，该课题已于 2011 年 11 月 29 日通过科技部组织的课题技术验收。

龙芯 3A 集成 4 个龙芯 GS464 处理器核（64 位四发射 RISC 处理器核）、4MB 共享二级 Cache、2 个 64 位的 DDR2/3 内存控制器、2 个 16 位 HT1.0 接口。龙芯 3A 采用意法半导体 65 纳米工艺设计，芯片面积 174 平方毫米，晶体管数目 4.25 亿，主频 1.0 - 1.2GHz，功耗小于 15 瓦，DDR2/3 控制器的工作频率 400MHz，

HT 接口的工作频率 800MHz。

龙芯 3A 的每个核包含 2 个浮点乘加部件，双精度浮点峰值运算能力 16GFLOPS@1.0GHz，SPEC CPU2000 基准程序 RATIO 定点分值 632、浮点分值 842，RATE 定点分值 25，浮点分值 26.8。

龙芯 3A 是目前“核高基”党政军信息化试点的主要解决方案，基于龙芯 3A 的国产软硬件环境初步形成，江苏中科梦兰已研制出基于龙芯 3A 的桌面 / 便携式计算机产品，如笔记本电脑、迷你计算机、一体机等，曙光等服务器厂商已研制出基于龙芯 3A 的刀片服务器、机架式服务器等产品。



鉴定 / 验收的代表性成果

无线资源管理技术研究及协议栈实现

在中国科学院知识创新工程重大项目“宽带无线移动多媒体核心技术和应用示范”（项目编号为 KG CX1-YW-19）中，计算所承担了其中的“无线资源管理技术研究及协议栈实现”课题。整体项目于 2011 年 11 月 1 日在南京通过中科院验收。

针对广播与通信融合的应用需求，该课题重点研究融合广播、通信的宽带无线媒体接入控制技术以及核心无线资源管理算法。设计了新型宽带无线接入系统无线资源控制层 CoMAC 协议；设计了融合广播通信的无线资源管理架构以及该架构下的动态资源分配方案、广播与通信融合的移动控制管理等技术方案；设计了链路层切换预测技术、基于链路层预测的移动 IPv6 切换技术等；参与了 CCSA、IMT-Advanced 等标准化工作，提交了多项标准和提案。在 CoMAC 标准设计及无线资源管理关键技术研究的基础上，课题承担单位设计并实现了 CoMAC 协议栈软件系统并与物理层及硬件平台实现集成，有效推动了宽带无线多媒体技术的应用。课题研究过程中，共申请

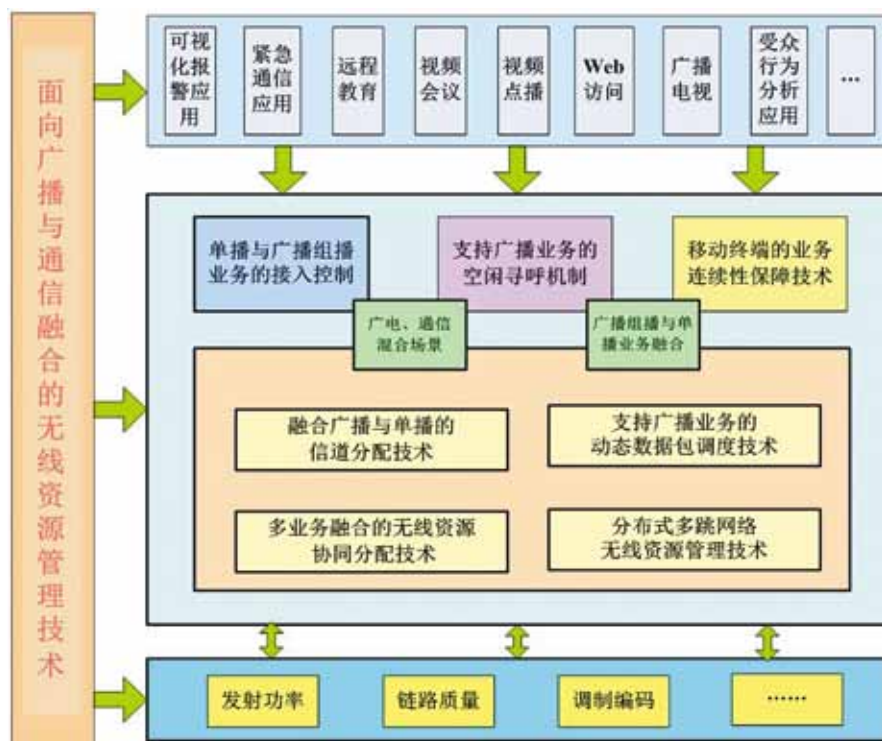
专利 15 项，发表论文 15 篇。

课题研究成果将首先通过技术专利、标准、文章等形式体现，积极推动研究成果标准化进程。作为宽带无线多媒体（BWM）MAC 组组长单位完成了 CoMAC 的标准制定工作，基于本项目研发成果积极参与了 CCSA/IMT-A 的标准化工作，有效推动符合我国宽带无线特色的宽带无线接入系统标准化进程。其次，通过所开发的协议栈软件系统应用于示范网络，对技术进行验证，对软件系统进行测试，为最终的软件系统及技术大规模推广积累基础。中国科学院提出的宽带无线接入系统是在“三网融合”大背景下提出来的具有我国特色的宽带无线接入系统，是对符合我国国情的宽带无线接入系统发展模式的摸索。在项目实施之前，已经获得一定规模的测试和使用。因此，本课题有助于完善系统，推动技术标准，并在新一轮技术变革中产生巨大的社会和经济效益。

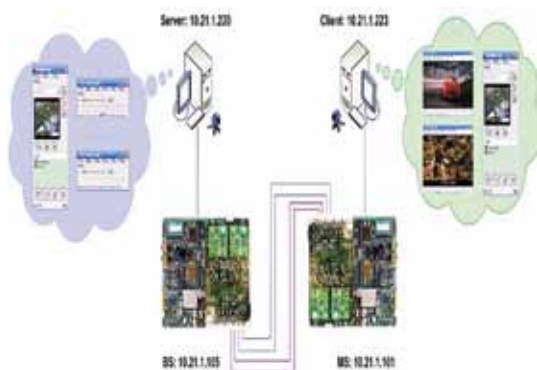
另外，宽带无线通信的大部分核心技术已经被国外企业垄断，高额的专利许可费用大大增加了国内企业在此方面的研发成本，“核心技术封锁”

也在很大程度上限制了国内产品的竞争力。本课程在无线资源管理方面的研发成果可以应用在其他通信系统中，从而大大降低国内企业研制宽

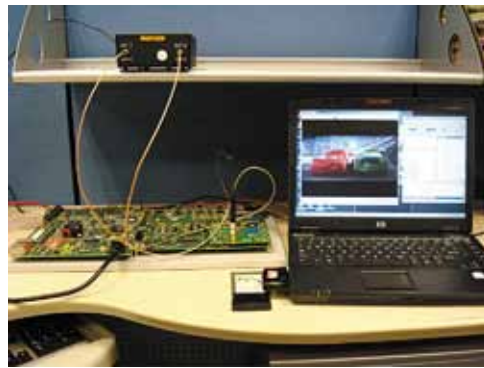
带通信设备的门槛。通过本项目成果在国内设备生厂商中的应用，可以有效降低其研发前期投入和风险，加快其通信设备进入市场的步伐。



CoMAC 无线资源管理协议栈



CoMAC 调试场景



CoMAC 调试平台

鉴定 / 验收的代表性成果

中国国家网格软件

中国国家网格软件（CNGrid GOS，以下简称 GOS 软件）在“863”计划“高效能计算机及网格服务环境”重大项目（以下简称“重大项目”）“中国国家网格软件研究与开发”课题支持下，由计算所牵头，历时三年研发成功。参与研发的合作单位有清华大学、江南计算技术研究所、中国人民解放军国防科学技术大学、北京航空航天大学和中国科学院计算机网络信息中心。“863”计

划信息领域办公室 2010 年 11 月 2 日在京召开成果发布会（如下图所示），GOS 4.0 版是此次会议发布的三项重大成果之一。2011 年 3 月 15 日，该课题通过了科技部高技术中心组织专家现场验收。

GOS 软件是一款具有自主知识产权的分布式系统软件，该软件由共用网格系统软件核心的高性能计算网格、数据网格和网格工作流三个软



件版本组成，在分布式全局资源管理、虚拟组织、网程技术、分布式文件存储管理以及广域文件传输技术、网格软件基准测试技术、与操作系统相容的网格安全机制和支持多种行业应用方面具有重要创新，适用于广域分布自治环境下的高性能计算、数据处理、流程管理与信息服务等领域。

GOS 软件的资源共享、协同工作和应用集成等功能，支撑了中国国家网格环境与网格应用的开发、部署、运行管理和维护，实现了中国国家网格环境的生产性运行和网格应用推广，部分科研成果已为产业界云计算系统采纳。GOS 软件在国际同类软件系统中有着重要地位，促进了我国网格技术进入国际先进行列。

GOS 软件广泛应用于我国的新药研发、工业仿真、气象预报、高能物理、天体物理、生物信息、计算化学、铁路货运、水利信息、科研环境等行业和领域，带动 33 项相关科研项目和课题的立项实施，推动了我国网格技术以及高性能计算的发展、推广与普及。

课题实施期间，共发布 8 项开放源码软件，参与 5 项国内外技术标准制定，申请 23 项发明专利，登记 12 项软件著作权，发表 103 篇高质量论文，培养 128 名博士后、博士和硕士人才，形成了一支具有很强人才实力、科研实力和科研经验的团队。



鉴定 / 验收的代表性成果

残疾人信息无障碍数字化交互关键技术及产品

该课题是由中国残疾人联合会组织的国家科技支撑计划项目“中国残疾人信息无障碍关键技术支撑体系及示范应用”的第三课题，由计算所承担，自动化研究所和中国聋儿康复研究中心为合作参与单位。课题针对盲人和聋哑人两类人群，从视力补偿和听力补偿的角度，研究了服务器端语音推送技术、智能语音交互技术、手语表达理解与转换技术、公共场所听力补偿等关键技术，并开发了相应的信息无障碍交互系统，为残疾人信息无障碍核心服务支撑平台及服务示范提供了技术和产品支撑，取得了丰硕成果。

2011年4月1日，课题通过中国残疾人联合会在北京组织的专家验收。专家组一致认为该课题完成了课题任务书规定的内容，达到考核指标。

“残疾人信息无障碍数字化交互关键技术及产品”课题取得主要成果包括：

（1）服务器端语音推送技术及系统 由计算所研发，用于帮助盲人和弱视残疾人方便、快捷地使用互联网。与现有软件相比，系统具备独有的自动网页分析功能，可对HTML页面进行自动分析，提取主要内容，过滤冗余的视觉内容，并将

文本组织为层次树状结构，从而大大提高用户的访问效率。该系统已在“中国残疾人服务网”、“中国残疾人福利基金会”网站、“北京残疾人福利基金会”网站成功部署应用，为盲人提供语音浏览服务，受到盲人好评。

2011年4月，在“中国残疾人服务网”开通仪式上，服务器端语音推送系统主要负责人、中科院计算所普适计算中心钱跃良主任被中国残联聘为残疾人信息无障碍技术专家。

（2）交互式智能语音技术及系统 为方便盲人采用语音操作数字化设备，课题组突破了语音关键信息检测、语音命令词识别等核心技术，研制出连续语音关键信息检测系统以及交互对话系统。与当前现有的技术和系统相比，该系统在抗噪声处理技术和更加自然的人机交互应用新模式方面具有创新优势，使盲人用户可以通过自然语言方式与平台对话，准确率达95%以上。

（3）手语表达理解与转换及系统 课题组集成计算所在多功能感知等领域的研究成果，研发了手语合成、手语识别系统，对孤立手势词的识别率90%以上，连续语句识别率为85%以上。合

成的手语自然、连续，合成手语的可懂度在指拼、单词级为 85% 以上，在语句级为 90% 以上。基于本课题研发的手语合成系统的“WEB 中国手语新闻播报系统”在 2008 年北京奥运会期间成功应用于奥运官方网站，被网友下载达 7654 次。

(4) 公共场所听力补偿装置 课题组研发的磁电感应装置和无线调频系统，将公众场所的广

播信号或特定语音信号通过磁电感应装置或无线调频系统，经减除噪声，提高信噪比后传送到助听器或人工耳蜗等助听装置接收，帮助听力残疾人实现接收公众音频信息和与正常人沟通的需求。该系统已为 17 所特殊教育学校和 600 个家庭提供服务，累计取得经济效益 130 万元，新增利润 13 万元，新增纳税 10.4 万元。



验收会现场



“中国残疾人服务网”开通仪式



计算所研发的语音网站系统在中国残疾人服务网正式上线运行



鉴定 / 验收的代表性成果

新一代可信任互联网 基础应用

该项目是国家科技支撑计划项目，针对电子邮件、电子公告牌（BBS）和 P2P 应用中存在的问题，利用基于真实源地址寻址结构的可追溯性，提出针对这些应用的可信任机制，申请专利和技术标准，并开发相关系统在新一代可信任互联网试验网上进行大规模应用示范。

项目于 2011 年 12 月通过验收，研发了可信任 P2P 应用系统、可信任电子邮件系统、可信任电子公告牌系统，在国内外本领域的重要学术会议和期刊发表 / 录用学术论文 56 篇，完成科技著作 1 部，提交国际标准草案 4 项，提交国家标准 1 项，申请发明专利 10 项，申请软件著作权登记 6 项。

（1）可信任 P2P 应用系统 该系统充分利用真实源地址所带来的用户可追踪性以及系统自定义的信任机制，建立可靠、安全的 P2P 文

件分发应用模式，实现高开放、可扩展、可信任的 P2P 资源共享应用，以提高信息资源的可信度可用性，并提高网络带宽资源的利用率和公平性。系统主要创新点包括：基于真实地址的用户身份认证方法、基于激励机制的区分服务模式、基于信誉评价的恶意用户追踪机制。

（2）可信任电子邮件系统 该系统充分利用真实源地址技术的优势，从电子邮件的发送、传递、接收等多角度对电子邮件系统进行全面改进，从根本上解决邮件系统的可信任问题，实现电子邮件的防假冒、防篡改、防垃圾邮件等安全功能，保护用户隐私。系统主要创新点包括：支持域内用户真实 IP 认证、支持域间服务器真实 IP 地址验证功能、支持邮件真实性验证。

（3）可信任 BBS 系统 该系统利用真实

IPv6 地址寻址技术，实现用户认证和访问控制。在保护个人隐私的前提下，做到信息源头发布者的可追踪，遏制虚假、非法信息在 BBS 系统

中的传播。系统主要创新点包括：基于真实地址的用户身份认证、实现用户隐私保护和用户责任的兼顾。



自主创新、科技强国

鉴定 / 验收的代表性成果

新一代互联网测量平台

该项目是中国科学院重大科研装备项目（项目编号为 YZ200824），于 2011 年 5 月通过中国科学院计财局验收。

本项目研制了支持 IPv4/IPv6 协议的新一代互联网测量平台。该平台提供网络流量承载负荷、业务流量与性能监测分析、以及业务的行为监测功能；支持 OC-48、OC-192 POS 接口和 10/100/1000 Mbps 以太网接口，满足高速链路 TCP/IP 层及应用层的流量与性能测试与大规模部

署的需求；提供海量测试数据存储、共享及数据分发的整体解决方案。在 IPv4 或者 IPv6 网络部署该综合测量平台，可以满足面向业务管理的性能与流量监测分析需要，同时实现为新一代互联网研究提供精确的网络行为与流量实验数据，为新一代互联网成为可运营、可管理、可控制、可以承载各种业务的运营商级 IP 网络提供综合测量平台。平台具有如下特点：

◇ 网络适应性强，支持物理层的 Ethernet、



2.5GPOS 数据包捕获卡



10GPOS 数据包捕获卡样卡



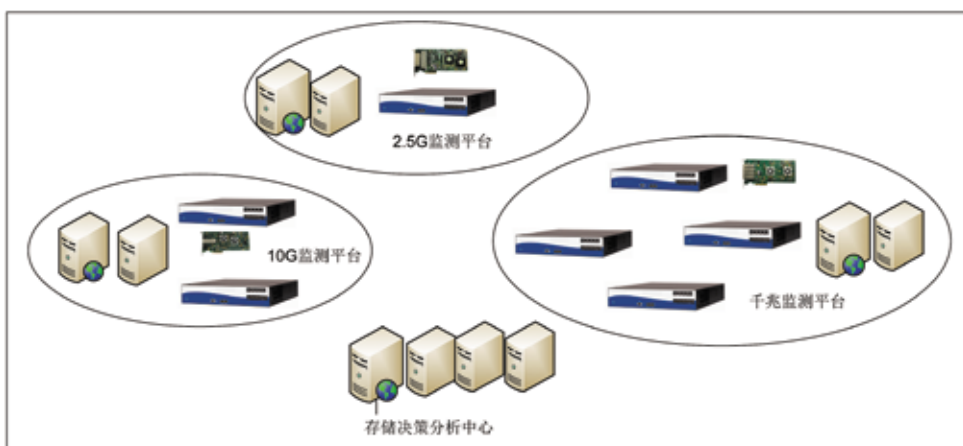
分布式协同测试探针样机

ATM 和 PoS 以及更高层次上的 PPPoE、VLAN、MPLS 和 VPN 封装等；

◇ 面向高速链路，平台中单个探针最大具有 10Gbps 链路的线速处理；

◇ 支持大规模网络，借由分布式部署的探针和调度器，最大可支持对 1024 条链路的监测和控制；

◇ 完整的应用层流量识别架构，首次提出



新一代互联网测量平台构成



网络层流量分析截图

Auto-Evolution（自动演化）的应用层流量识别架构。支持对识别方法、识别规则的自动升级；

◇ 支持虚链路，可将多条物理链路绑定成为一条虚链路进行监控，又可将一个被监控网路中的不同用户按照特定规则进行分类聚簇，分别进行独立监测和控制，可以灵活完成对类似同一 ISP 中的不同区域、大客户和企业网中分支结构的监测和控制；

◇ 支持性能分析，提供 QoS 和 QoE 指标分析的功能，针对链路 / 虚链路、特定应用等不同的关注对象可以给出延迟、抖动等的测量结果；

◇ Drill-Down 关联分析，以互联网测量平台所回答的“4W”为基础，平台可以 Who、What、When 和 Where 中的任何一个为起点，并在其中任意游走，回答网络用户所关注的各

种精细化网络流量考察问题。

项目组在高速数据包处理算法、精确的数据包采样算法、高效精确的应用层流量识别算法、应用层业务识别规则的描述方法以及 DDoS 攻击检测和防御技术等多项关键技术方面取得了重要进展，形成技术文档和报告多份，在国内外学术期刊和会议发表论文 18 篇，申请专利 18 项。项目研制开发过程，先后参与人员 20 余人，培养了大量网络科学技术领域的专业人才。

平台自 2009 年 8 月开始在中科院网络中心进行了部署运行，经历了初步测试、系统改进和系统测试多个阶段，系统提供的丰富的流量透视、灵活的业务流导出以及简洁的系统使用配置和专家级的报表分析获得了用户认可，为中国科技网的日常运维和建设规划提供了重要科学数据。



应用层流量分析截图

鉴定 / 验收的代表性成果

网络安全事件监控技术及系统

网络经济犯罪、大规模网络攻击、网络失窃密等网络安全问题日益严重，国家基础运营网络、网络关键基础设施及运行在公众网络上的重要信息系统正面临着严峻威胁，因此，网络安全事件的监控技术对支撑国家层面的网络安全管理，保障国家基础网络设施和重要信息系统安全，有效控制网络安全事件的危害具有重要意义。

在“863”重点课题支持下，课题组突破了多网融合环境下统一的国家级网络安全事件监控体系结构、大规模突发事件协同分析与应急处置、大规模网络安全态势分析及预测等一系列关键技术，成功研制国家级网络安全事件监控系统，有效改善了现有安全资源各自为战的孤立局面，初步形成了国家网络安全整体防护体系，已成为国家信息安全基础设施的重要组成部分。

该成果已在工信部建设了国家级网络安全事件监控示范系统，实际应用表明，该系统能够有效地发现、监测、遏制、预报大规模网络安全事件，配合国家相关部门完成了多次重要任务，为保障北京奥运会、上海世博会、广州亚运会等国家重大活动安全，净化社会公共网络环境，保障国家基础信息网络与重要信息系统安全提供了有力的技术和系统支撑。同时，项目成果还在中国联通等电信运营商和大型专用网络系统中进行了成功推广和应用，扩大了运营商的安全增值服务，获得了良好的经济与社会效益。

本课题申请国家发明专利 28 项，获得软件著作权 19 项，发表高水平论文 35 篇，其中 SCI/EI 收录 24 篇。培养青年科研骨干 10 人，培养博士生 11 人，培养硕士生 18 人。项目于 2011 年 7 月通过科技部验收。

鉴定 / 验收的代表性成果

面向跨语言搜索的机器翻译关键技术

“面向跨语言搜索的机器翻译关键技术”是由计算所牵头，联合哈尔滨工业大学、中国科学院自动化研究所、厦门大学、中国科学院软件研究所等单位共同承担的“863”计划重点课题，研制时间为2007年12月至2010年12月，2011年8月通过科技部验收。

课题组对面向跨语言搜索的机器翻译关键技术开展了深入研究，取得的研究成果包括：

◇ 提出并实现了一系列基于源语言句法的系列统计翻译模型和方法，包括基于森林的机器翻译方法、句法分析与翻译解码一体化方法、基于最大熵的规则选择模型、基于树（序列）替换文法的统计机器翻译模型等；

◇ 深入研究了判别式的词语对齐方法；

◇ 提出了基于遗传算法的词语对齐方法；

◇ 通过引入句法知识改善了基于短语统计机器翻译中的调序模型；

◇ 实现了基于翻译比率和实体类别约束的双语实体对齐模型；

◇ 改进了宏观和微观的机器翻译自动评价方法；

◇ 在信息检索方面和机器翻译融合方面，通过翻译模型和启发式规则共同建立英语和汉语拼音间的关联关系，提高了查询语句翻译的覆盖率。

课题组研制的机器翻译系统多次在国际 NIST 和 IWSLT 等机器翻译评测中名列前茅。

课题组实现了一个在线的多语言机器翻译演示平台，该演示平台包含支持多语种多领域的 19 个机器翻译系统，部署在分布式并行的多台服务器上。该平台支持的领域包括：通用翻译、口语翻译、新闻翻译、菜谱翻译、地址翻译、专利翻译等，支持汉、英、维、蒙、藏、韩、阿拉伯等多个语种（见图 1）。

课题组掌握了面向跨语言搜索的机器翻译关键技术，研制完成了一套面向互联网的在线机器翻译系统和跨语言搜索系统，能实现在线机器翻译和跨语言搜索功能，具有较好的创新性和实用价值，并具有广泛的应用前景。

该课题申请国家发明专利 13 项，国际发明专利 1 项，获得授权国家发明专利 3 项，发表论文 139 篇，其中高级别国际会议论文 32 篇，EI、SCI、ISTP 收录论文 60 篇，完成软件著作权登记 18 项，出版学术专著 1 部；举办全国统计机器翻译研讨会和全国机器翻译评测各 2 次，培养博

士生 26 人，硕士生 42 人。

课题成果达到国际先进水平，在专利翻译、新闻翻译、少数民族语言翻译和组织机构地址名翻译等方面得到了成功应用，并转让给了一些政府机构和国内外企业，包括一些著名跨国公司。

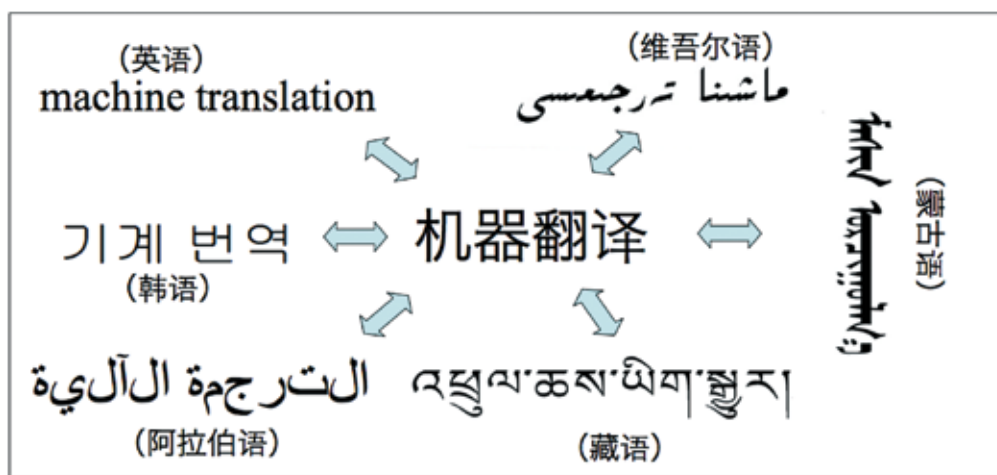


图 1：在线多语言机器翻译系统支持的语种

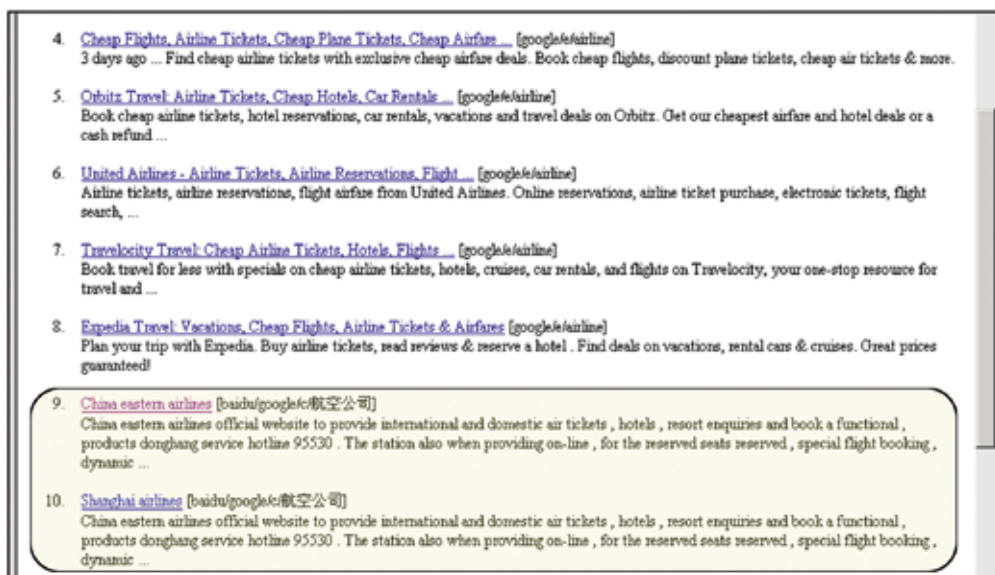


图 2：用英文“airline”查询得到中文网站并翻译成英文的结果

鉴定 / 验收的代表性成果

混合协议存储系统的 研究与实现

“混合协议存储系统的研究与实现”（课题编号为 2009AA01Z139）是国家“863”计划“智能感知与先进计算技术”专题重点课题，计算所为课题承担单位，合作单位有清华大学、北京大学等，2011 年 4 月 15 日通过科技部验收。课题成果包括：

◇ 元数据多层次集群技术：采用两层元数据处理结构，把文件系统元数据服务分为目录服务和布局服务，并分散放置在不同的元数据服务器，有效提高了元数据访问性能，有效解决了海量文件系统的元数据瓶颈问题，提高了系统扩展性；完成了 pNFS 块级和文件 - 块结合的带外数据传输方式，客户端以并行方式自由快速地存取数据，以减轻服务器在数据传输中的负担，极大地提高了系统的数据访问性能。

◇ 网络 RAID 存储技术：可线性扩展的高可靠性 BWRAID，能够容忍存储节点故障，提高系统可用性。BWRAID 由基本相同的独立完整的 N 个存储节点组成，这些存储节点经由高速交换网

络连接，冗余的备份数据组成 RAID 磁盘，备份数据组成分条，系统存储分条的异或，而不是所有的数据，降低了备份数据占用的存储空间。结合带外虚拟化的带外分布式冗余管理方法，将地址映射管理和冗余管理功能分离实现，前端元数据服务器集中管理地址映射，后端存储设备的冗余模块协作管理冗余计算和数据重构，系统的读写性能可扩展性都好。BWRAID 采用异步冗余计算方法，以镜像块和旧版本块的空间开销为代价，分两阶段提交，支持冗余组中多个存储设备并发写操作，有效地避免了在多个存储设备上同时更新冗余组数据块和校验块的原子性操作限制。而且通过合并多个版本镜像块，减少了异或计算操作的次数，进一步提高了系统的写性能。

◇ 系统级存储快照技术：该技术允许管理员采用细粒度的快照方式进行系统的数据保护，允许用户对快照系统进行灵活的策略配置与管理，同时大大降低了快照的空间开销和优化了访问性能，并提供网络存储服务器端和客户端的快照配

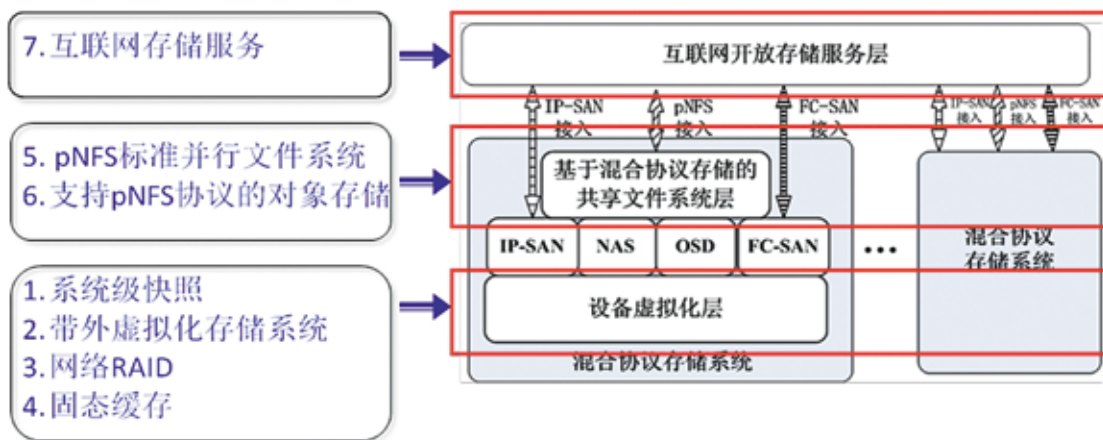
合，保证了快照数据的一致性。它在逻辑卷级别完整地设计和实现，采用高精度的增量快照逻辑，通过可扩展的元数据组织策略，能够灵活使用多种类快照，适应不同应用的需求；通过以增量快照卷和全量快照卷构建复合快照链表和压缩快照索引数据实现了高性能快照，以高频度生成快照时，系统能保持较高的性能和存储空间利用率；系统引入自适应快照机制，通过监控数据块修改频度，使自动生成快照的时间间隔随应用负载的变化动态调整，实现数据按需保护。

◇ 高效存储逻辑卷扩展技术：传统的扩展工作一般采用在逻辑空间末尾增加新空间的方法，新增物理空间与新的逻辑空间以线性方式一一对应，这种方法导致新增存储设备的访问性能无法得到充分利用。该逻辑卷扩展技术使逻辑卷容量扩展时，IO 访问性能同时得到线性扩展。该技术确保在卷扩展时，充分利用数据重分布过程中的可重排序窗口特性，在扩展过程中对多个数据移

动的源盘进行 IO 聚合操作，增加了数据读取和写回时磁盘连续访问的可能性，因此减少设备的访问时间，大大地提高了扩展效率；同时，通过优先用户 IO 访问的方法，减少了对前端用户 IO 访问服务的影响。

◇ 支持 pNFS 协议的对象存储技术：主要研究内容是在现有的存储文件系统中支持对象存储模式，构建易管理的高性能的对象存储系统，支持 pNFS 协议标准。在文件系统方面，实现了元数据目录嵌入和支持对象的多副本技术，提高支持 pNFS 的对象存储系统的可扩展能力和可靠性。在对象存储技术方面，实现了支持 PNFS 协议的对象存储系统，包括对象存储目标器，启动器的实现，以及基于对象存储的支持 PNFS 协议的存储系统的实现；在此基础上对对象存储分布策略、安全机制进行优化，实现该存储系统的负载均衡技术。

项目实施过程中培养了一批优秀青年人才，

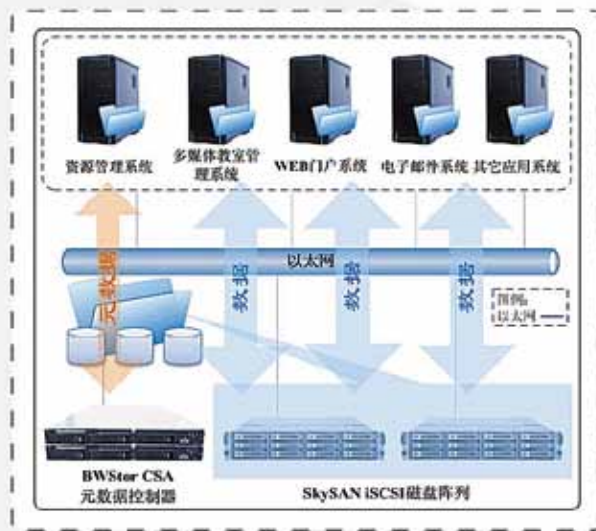


包括 6 名博士和 13 名硕士，部分青年科技人员成为本单位研究骨干。本课题申请发明专利 10 项，发表学术论文 17 篇（15 篇被 SCI 或 EI 收录），部分文章发表在 IEEE Transactions on Computers 和 IEEE Transactions on Parallel and Distributed Computing 等国际期刊上。

信息科学与技术正在发生深刻跃变，信息技术为社会全面服务，惠及大众将成为未来信息化社会主旋律。数据作为信息的载体，已经成为包括经济建设、国防安全、社会生活等各个领域最重要的资源。随着信息化程度的提高，各行业的

应用信息处理和数据服务的规模越来越大。大规模信息应用环境下，应用数据的高效共享和管理、降低存储管理复杂度和管理成本是其中的关键性问题。本课题产出的混合协议存储系统，由于让存储资源集中化成为可能，存储及数据共享和管理更加方便，成为有效解决上述问题的途径。高性能混合协议存储系统的研制，对于提高我国在信息领域的整体竞争力、全面满足我国相关领域对网络存储系统的高性能、高可用、可扩展、易管理的需求，以及对保障国家安全、促进科技进步、推动经济发展都有着不可替代的重要作用。

应用案例 Case Studies



鉴定 / 验收的代表性成果

面向残疾人的位置服务自动系统

目前,无线城市理念的不断推进使得各城市WiFi覆盖面积日趋扩大。北京自2007年加速建设无线环境以来,正在稳步走向全城无线覆盖。与此同时,智能手机正迅速发展,其集成了越来越丰富的传感器与功能模块,带来了许多新的移动应用业务。

在此背景下,“863”计划与自然科学基金共同资助本系统研究,主要包括基于智能手机的通用定位引擎,以及面向盲人的手机位置服务应用系统两部分。本系统针对实际应用中的复杂环境条件,在无线信号序列特征提取、机器学习算法以定位系统设计开发等方面均进行了多项原创性研究,发表国际、国内高质量学术论文20余篇,申请发明专利5项,2项获得授权。主要研究问题包括:

- ◇ 在高度动态环境中,信源不稳定情况下如何保证定位精度;
- ◇ 如何将一定环境中获得的定位模型迁移至同类环境中,以实现不同楼层间的三维空间定位;
- ◇ 在新环境中如何采用更少的手工标定数据

而不显著影响定位模型的预测精度;

- ◇ 如何融合新型终端中的多模传感数据,结合人体行为感知来学习获得更精确的定位结果;
- ◇ 如何在保证定位精度前提下,尽可能降低定位终端功耗。

“手机平台定位引擎”主要为上层位置服务系统提供通用定位手段。该引擎的应用直接基于现有无线设施,如WiFi信号可直接来源来自无线局域网(Wireless Local-Area Network, WLAN),不需要额外硬件设施,从而显现出极大的优越性。技术可广泛应用于如机场、展厅等大型建筑物内的导航、城市交通系统实时交通状况信息获取、仓库和地下停车场内物资的管理、老人与儿童的位置跟踪和行为了解、大型影剧院、运动场视频节目的终端推送等。

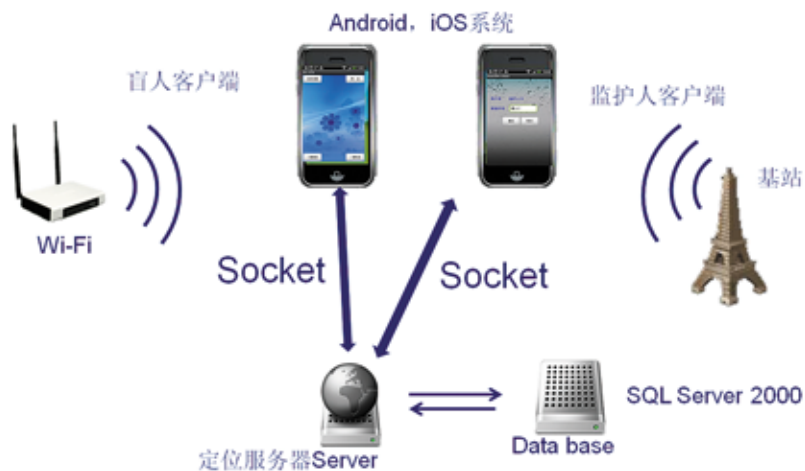
“面向残疾人的位置服务自动系统”已于2011年12月22日正式发布。该系统以通用智能手机为载体,在残疾盲人及其监护人之间建立了新的沟通交互桥梁。目前的盲用定位方式如GPS在手机上应用时均存在不同的局限,如在室

内无法工作、功耗过高或者需要对环境进行基础设施改造等。本系统弥补了传统定位系统的不足，充分利用目前环境中越来越丰富的 WiFi 无线资源，可实现室内外房间级（2 - 5 米）的定位精度。系统的另一特点在于方便使用，盲人朋友无需进行任何操作，即可自动提交其活动地点与轨迹；

也能通过方便易用的按钮操作就能通过语音来获知环境位置与相关服务。同时，监护人可从远程随时获知盲人朋友的当前位置，也可方便查询盲人朋友的活动地点、轨迹以及停留时间。系统极大方便了盲人朋友们的出行，也为盲人亲友们提供了一种奉献爱心的新方式。



项目研究成果与功能



系统组成与流程图

鉴定 / 验收的代表性成果

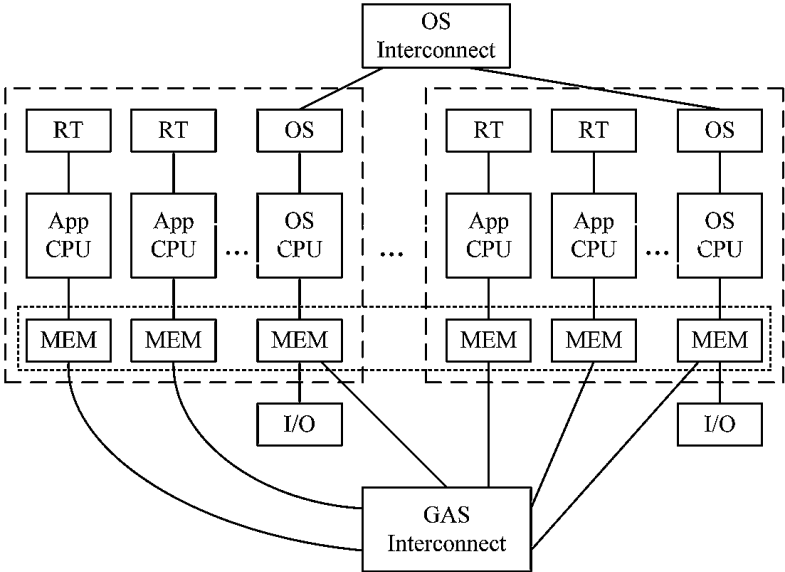
超并行计算机体系结构研究

该项目为国家自然科学基金重点项目（编号为 60633040），于 2011 年 11 月通过国家基金委验收。本项目针对千万亿次级乃至艾级计算的高性能计算机系统的技术挑战开展了深入的研究工作，取得如下主要成果：

针对千万亿次级高性能计算机的扩展问题，提出了一种新型体系结构——超并行计算机体系

结构（HPP），它特别适合于用创新型 CPU 构造保持市场主流应用环境的异构型高性能计算机；并给出了 HPP 结构下节点控制器、通信、操作系统的有效设计方法；以及一个 HPP 全系统模拟器和一个大规模系统域网络模拟器。

◇ 针对新型众核结构及访存性能瓶颈问题，提出了一种众核结构上基于超块结构的激进程序



超节点多机并行 /GAS/ 互连网络 Run-Time 软件 + OS 服务 + 管理软件通用应用
超并行计算机体系结构特征图



执行模型、一种单一映像兼容 Linux 的异构多核心操作系统设计方法, 和一种基于 DMA Cache 面向 I/O 的访存优化方法; 以及一个可支持千核规模的并行时钟级众核模拟器, 一个实时内存访问信息采集和分析设备, 和一个线程级动态特征剖析工具等研究工具。

◇ 针对超大规模并行 (VLSP) 带来的并行算法和并行编程问题, 提出一种二维并行编程模型并用于 MD 并行算法, 提出了众核结构下基于渗透模型的算法访存层次优化方法有效降低了复杂存储层次对性能的影响, 并在 GPU、Cyclops64、Godson-T 处理器上得到有效验证; 提出一种层次 UPC (HUPC) 语言扩展统一了片

上、节点内和节点间三个层次的并行性, 并让用户控制性能关键的数据分布、计算粒度、数据共享和数据亲和等信息。

◇ 针对艾级高性能计算机的可靠性问题, 给出了一个超级计算机更符合真实数据的故障分析模型, 以及一种适合 Linpack 这类负载特征的高效算法级容错方法, 可以有效保证应用的可完成性。

上述成果系统地给出了一种适合于千万亿次高性能计算机系统的体系结构及软件和应用的设计方法, 共发表学术论文 73 篇, 其中 SCI 收录 2 篇, EI 收录 42 篇; 申请国家发明专利 11 项, 培养博士 16 名、硕士 15 名。

创新、求实、团结、高效

鉴定 / 验收的代表性成果

数字 VLSI 电路测试技术研究

该项目是国家自然科学基金重点项目（编号为 60633060），于 2011 年 1 月通过国家基金委验收，被评为“优秀”。

面对未来摩尔定律进一步延续给芯片测试带来的巨大挑战，项目组针对多核处理器测试迫切需要解决的关键科技问题——“如何为具有多时钟域的多核处理器提供高质量的测试”，开展了深入的研究工作，取得主要成果如下：

◇ 在多时钟域时延测试结构方面，提出了多时钟域实速测试和超速测试的片上时钟信号生成方法，支持可编程的高频测试时钟生成，为

1GHz 以上的高频数字电路提供了不依赖于高频测试仪的时延故障检测技术。

◇ 在时延测试生成方面，提出了基于统计定时分析、考虑通路相关性的关键通路选择及测试生成、超速测试下的测试向量生成和分组测试等方法，有效地容忍了工艺偏差，将测试生成效率提高一个数量级，并确保检测串扰故障和小时延缺陷的能力。

◇ 在低功耗测试压缩和测试调度方面，提出了多种优化 X 位的测试压缩和测试调度方法、以及协同优化捕获和移位功耗的测试压缩方法，可

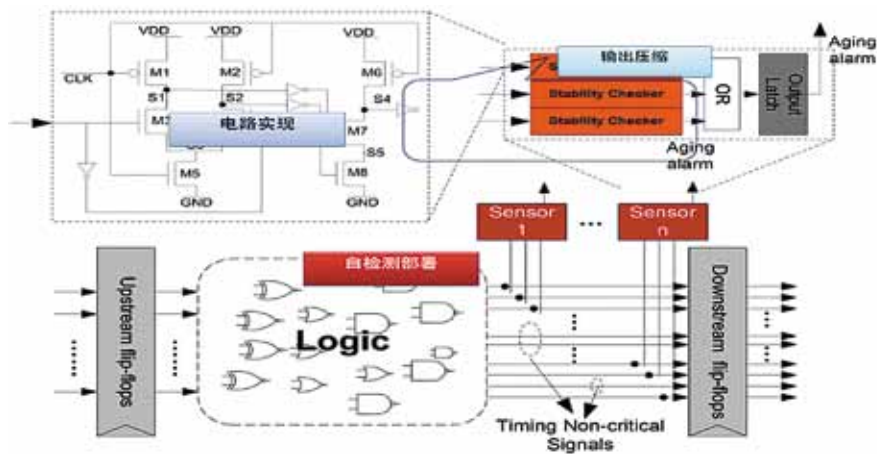


图 1 信号稳定性侵犯故障模型与定时偏差的在线检测电路

科研成果与主要进展

量化评估 \times 位对捕获与移位功耗的不同影响,有效提高了测试数据压缩率,并将捕获功耗降低到安全范围以内,确保了测试安全。

◇ 在处理器指令级测试程序生成和在线测试方面,提出了半形式化和基于扩展指令的软件自测试、定时偏差的在线检测和容忍等方法,实现了对软错误、老化故障及常规时延故障的统一在线检测(图1)。

本项目发表学术论文 123 篇(SCI 收录 15 篇、EI 收录 100 余篇),出版著作 2 本;申请国家发

明专利 21 项(其中已授权 5 项),软件登记 10 项;培养博士 18 名、硕士 30 余名;组织国际学术会议 2 次。

部分研究成果已成功应用于中科院计算所主持研制的龙芯 2F 以及 Godson-T 多核处理器的可测性设计(图 2-3)中。3 篇论文收入 ELSEVIER(2009) 和 SPRINGER(2010)出版的英文教材。项目获得 2008 年度北京市科学技术奖、2008 年度中国计算机学会“王选”奖。

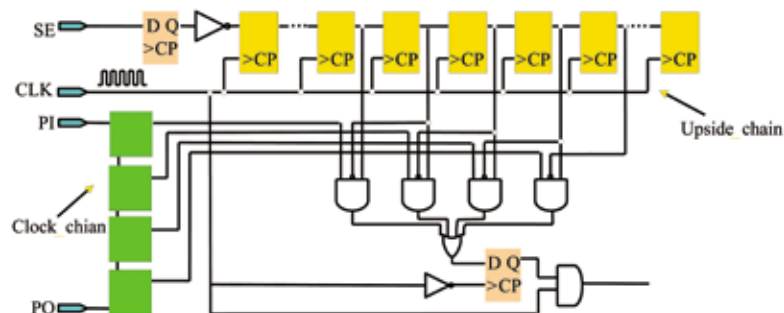


图 2 应用于龙芯 2F 的片上实速测试时钟生成电路

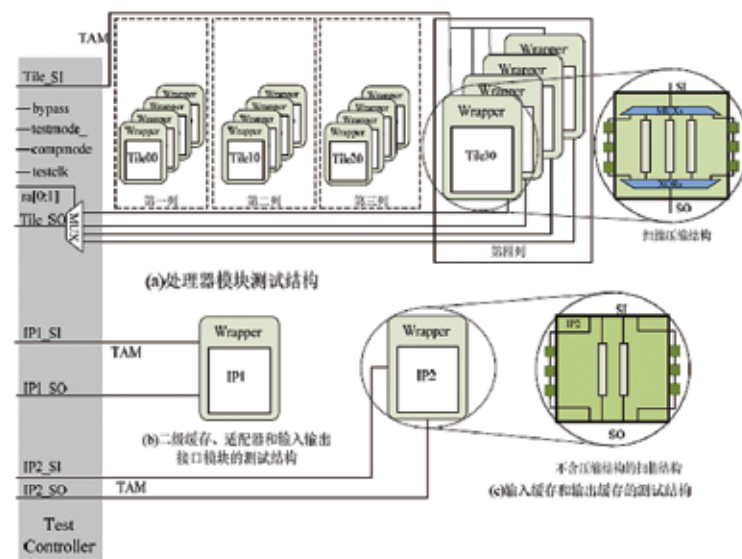


图 3 应用于 Godson-T 的测试访问机制

鉴定 / 验收的代表性成果

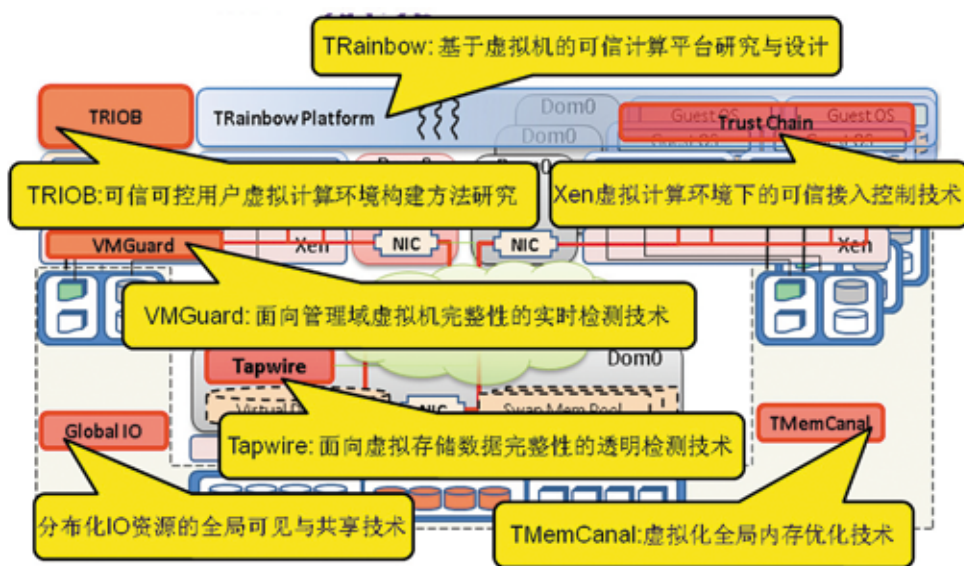
基于虚拟机架构的可信计算环境与可信软件设计

本项目为国家自然科学基金重点项目（编号为 90718040），于 2011 年 1 月通过国家基金委验收，验收结果为“优秀”，项目取得如下成果：

◇ 在平台基础设施方面，对虚拟计算资源的建模、分配与隔离、有效利用与管理等方面进行了深入的研究，并按计划书要求构建了 TRainbow 可信虚拟计算平台系统。在此平台基础上，重点对虚拟集群的可信增强技术、信任链

构建机制、虚拟平台的可靠机制、虚拟监控器的可信机理等进行了研究。

◇ 项目组在下列研究领域取得了若干创新成果：可信平台能力服务计算理论及三层资源调度框架和以此为基础的按需资源流动算法、可信平台下服务整合的效用分析模型、管理域及虚拟存储的完整性检测方法、基于多核技术的可信计算机制、面向流动的内存全局优化方案、指令监



可信虚拟化平台 Rainbow 总体结构

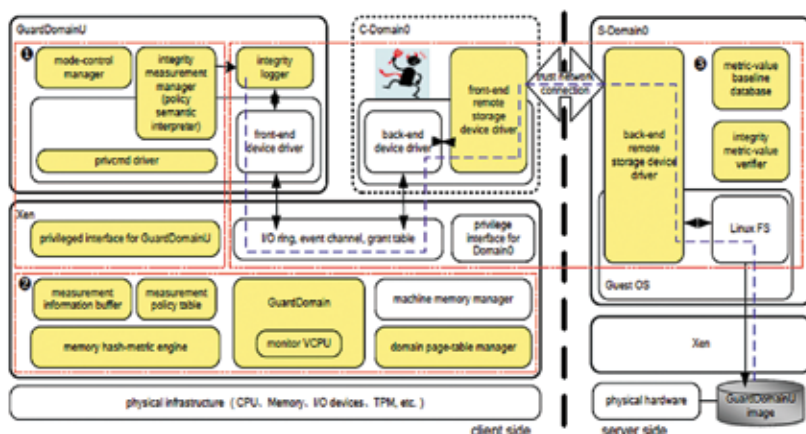
控和替换技术、虚拟机监控器多域隔离技术、虚拟域运行时监控技术、虚拟集群中休眠节点的 Optimal 和 Demotion 管理算法等。

◇ 实现了包括 TRainbow 可信虚拟计算平台、TMemCanal 内存全局优化系统、VMGuard 管理域完整性检测系统、VSchecker 虚拟存储完整性透明检测工具、Luvalley 虚拟机监视器等多个虚拟机架构下的可信保障及增强系统，为后续研究工作提供了平台和基础。

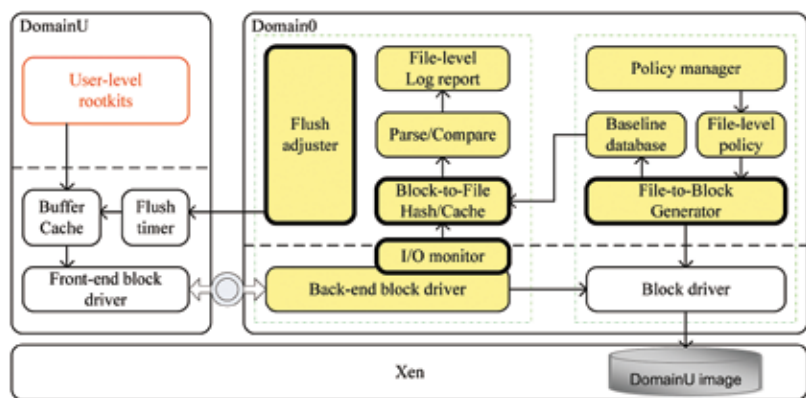
项目成果在中国移动大云计划“基于虚拟化

的 DSN 多业务融合架构研究项目”和“华为云计划“基于 Xen 架构虚拟机安全技术合作项目”中得到推广应用。作为对本项目工作的进一步延续与发展，项目组拟以网络服务器可信增强技术为切入点申请国家自然科学基金项目“云计算环境下虚拟化网络服务器的可信增强技术”。

项目发表学术论文 31 篇；申请国家发明专利 14 项，已授权 3 项；申请软件登记 2 项，1 项已登记；培养博士 9 名、硕士 16 名；有 10 人次参加国际学术会议。



VMGuard：一种面向管理者虚拟机的完整性检测系统



VSchecker：透明的虚拟存储完整性检测工具

科研基地进展

计算机体系结构国家重点实验室

2011 年是对实验室来说具有重要意义的一年,原“中国科学院计算机系统结构重点实验室”正式获批建设“计算机体系结构国家重点实验室”:

◇ 5 月 23 日,在全国基础研究工作会,孙凝晖所长从科技部副部长王志刚手中接过“计算机体系结构国家重点实验室”的牌匾;

◇ 10 月 13 日,科技部正式批准实验室建设(国科发基[2011]517 号);

◇ 12 月 9 日,在计算机体系结构国重第一届学术委员会第一次会议上,科技部领导、中科院领导、计算所领导共同为国家重点实验室揭牌。

2011 年,在计算所支持下和全体人员共同努力下,实验室取得一批丰厚的研究成果。

科研项目方面:共承担国家级、国际合作项目及横向科研项目 46 项,其中“973”计

划 7 项(5 个子项),“863”计划 1 项,自然科学基金 25 项,国家科技重大专项 1 项,省部级项目 1 项,国际合作 1 项,横向开发课题 9 项。

学术进展方面:出版学术专著 2 部,发表论文(EI/SCI 收录)65 篇,在国际、国内学术会议上做特邀报告 9 人次,暑期夏令营 1 个;发明及获授权国家发明专利 14 项。

获奖及项目进展方面:隶属于计算机体系结构国家重点实验室的集成电路实验室完成的“高性能处理芯片的测试和可靠性设计关键技术”,荣获 2011 年度中国质量协会质量技术奖一等奖;孙毓忠研究员负责的国家自然科学基金重点项目“基于虚拟机架构的可信计算环境与可信软件设计”(批准号:90718040)通过验收,等级为优。

承办重要国际会议方面:承办 PLDI'2012;

CGO'2013; ATS'2014; HPCA'2013; PPOPP'2013。其中, 编译领域最著名的国际学术会议 -PLDI 2012 (The 33rd ACM SIGPLAN conference on Programming Language Design and Implementation, 11-16 June, Beijing), 冯晓兵研究员担任 Coordination Chair, 吴承勇研究员担任 Workshop Co-Chair; 编译领域著名的国际学术会议 -CGO 2013 (The International Symposium on Code Generation and Optimization), 武成岗副研究员担任大会主席; 测试领域重要的国际学术会议 -ATS 2014 (The 23rd IEEE Asian Test Symposium, San'ya), 李华伟研究员担任大会主席; 计

算机体系结构领域的最重要会议之一 -HPCA 2013(IEEE International Symposium on High-Performance Computer Architecture), 张立新研究员担任大会主席。

国重建设方面: 实验室主任: 孙凝晖研究员(兼); 副主任: 李晓维研究员(常务)、冯晓兵研究员; 学术委员会主任: 李国杰院士。重点实验室下设四个实验室(先进计算机系统实验室、微体系结构实验室、编译与编程实验室、集成电路实验室)和四个研究组(并行算法研究组、处理器设计研究组、存储体系结构研究组、量子计算研究小组)。主要研究方向有: 高端计算体系结构、微体系结构、编译和编程、VLSI 与容错计算、非传统体系结构。



计算所所长孙凝晖从科技部副部长王志刚手中接过国家重点实验室的牌匾



科技部领导、中科院领导、计算所领导共同为国家重点实验室揭牌

中国科学院智能信息处理 重点实验室

智能信息处理重点实验室面向海量网络数据的智能处理与利用，从知识表示、模式分类与机器学习等共性基础挑战出发，研究其中的核心问题，同时应用于大规模知识表示与推理、语言理解与翻译、图像视频处理与理解等领域。研究工作得到了“973”计划、国家自然科学基金、“863”计划以及若干部委项目和企业合作研究项目的支持下。

2011 年实验室在少数民族语言机器翻译方面与多个单位建立广泛的联系，研究成果授权给多家企业使用，并在政府部门获得应用。在依存到串翻译模型方面开展了更加深入的工作，研究工作在多个国际国内会议上作特邀报告。开展了基于中文网页的本体挖掘、清宫医案挖掘、Web 常识挖掘等知识处理的研究，大规模知识处理技术在电信、银行业等持续得到应用推广，多年研究的技术沉淀优势得到了充分发挥。知识网格方面，持续举办了 SKG 国际会议，开展了信息物理社会的前瞻探索研究。智能科学与机器学习方面，成果应用于电信、感知网

等方面。图像与视频的理解与识别方面，研究成果在多个 IT 大型企业获得应用。智能技术与其他学科的交叉方面，蛋白质质谱鉴定系统 pFind 目前已成功推广到了北京生命科学研究所、复旦大学蛋白组学研究所、国家人类基因组北方中心等十多家国内生物信息学研究的重要单位。在所创新项目支持下，以智能方法 / 技术为核心，开展了机器博士的研发工作，其目标是通过多项技术的集成体现不同智能行为的相互作用、推动智能技术的进步与发展。

2011 年，实验室参加了中科院组织的院重点实验室评估，被评估为 A 类实验室。实验室获得了北京市科学技术二等奖一项（“汉语自然语言处理及机器翻译关键技术研究与应用”），电子学会电子信息科学技术一等奖（“数字视频编解码国家标准制定及应用”）。发表论文 100 多篇，其中包括刊物论文 20 多篇，涉及 IEEE T PAMI、Artificial Intelligence 等刊物。在一批重要的国际会议如 IJCAI、ACL、ICCV、CVPR、VLDB、ACM MM 等发表论文多篇。



移动计算与新型终端北京市重点实验室

自 2011 年 5 月由北京市科委批准认定以来，移动计算与新型终端北京市重点实验室立足于实验室建设目标，在新型智能终端、移动通信、普适计算、智能业务等几个方面开展了深入的技术研究，形成了一批核心技术储备和自主知识产权。具体发展情况如下：

新型智能终端 实现了新型基带处理架构的验证芯片的投片。围绕基带芯片的研发，在算法设计，架构设计，DSP 内核设计，芯片设计、实现和验证等领域都取得了较大突破，具体包括：LTE 的全链路系统仿真模型研究和优化，自主设计的 VLIW/SIMD 架构的 DSP 内核和工具链，与算法紧耦合的指令集和并行高效的微结构，支持 LTE category 4 的硬件加速单元和 SoC 基础 IP。通过芯片的成功投片，验证了异构多核 SoC 的架构设计，搭建了可承载千万门级 SOC 的大容量 FPGA 芯片验证平台，同时构建了包括 4G 信号源，频谱仪，综测仪，网络分析仪等先进仪器仪表的 4G 移动通信测试平台。

移动通信 在无线资源管理协议栈软件方

面，研制了 LTE 终端协议栈、LTE 基站协议栈、LTE 接入网关协议栈软件以及“终端 + 基站 + 接入网关”的 LTE 协议栈软件整体解决方案。研制的 TD-SCDMA Femtocell 协议栈软件已通过中国移动测试，目前参与中国移动测试的 TD-SCDMA Femtocell 设备厂家中一半使用的是重点实验室研发的协议栈系统；实现了 3G 增强网关协议栈软件面向应用的产品化，已在煤矿、建筑、消防信息化建设等行业中应用并成功获得国家重大专项、“863”计划等支持，相关成果荣获北京市科学技术二等奖。

移动计算与新型终端 北京市重点实验室

北京市科学技术委员会
二〇一一年

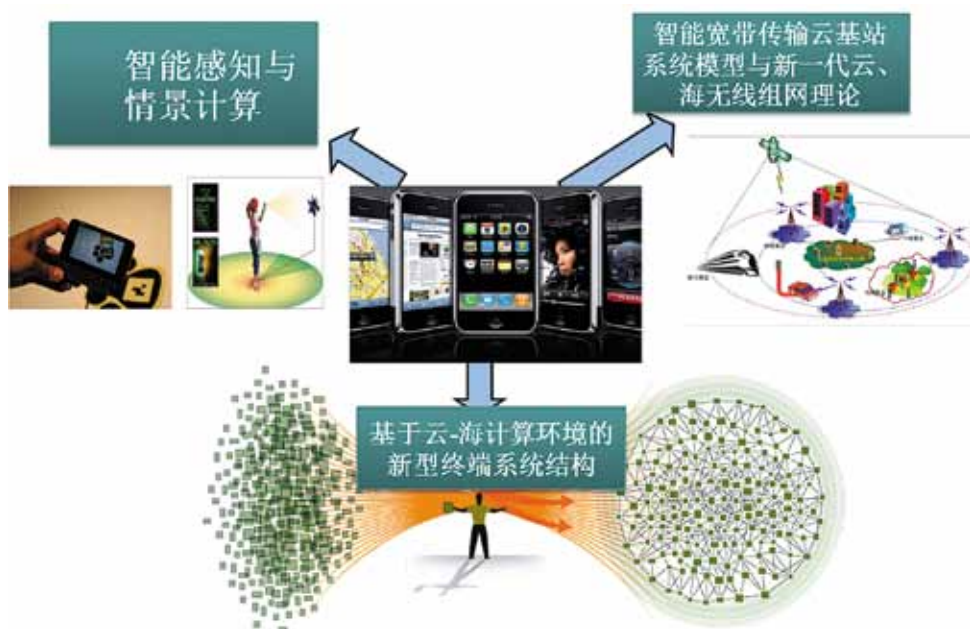
移动计算与新型终端北京市重点实验室获
北京市科委批准

普适计算 本年度在新型智能终端系统集成、核心技术以及普适应用方面均取得突出成绩与显著进展。实验室联合大唐电信、南开大学、中国移动等国内产学研机构，成功推出新型虚拟现实移动终端架构以及系统集成方案，并获得国家重大专项支持；在面向 LBS 的移动终端定位核心技术研发方面取得当前可见的最好实用定位精度，申请 2 项核心技术专利，并在中国电信、高德等产业公司进行推广应用；在基于新型传感器的健康感知终端应用方面，通过北京市经信委的支持，已在局部社区开展试点应用，有望进行大规模推广。

智能业务 围绕移动互联网的智能多媒体关键技术，实验室重点研究了移动视频转码适配技术和移动视觉搜索技术，在本领域国际顶

级学术期刊 IEEE Trans.on Multimedia 和 IEEE Trans.on CSVT 上发表论文 6 篇，获得本年度 4 项国家自然科学基金项目资助。与中国电信和中国联通合作，成功构建移动视频搜索与适配应用平台。

同时，实验室开展了移动增强现实关键技术研究，探讨了自然特征检测与跟踪问题、移动终端图形对象显示问题以及图形内容与视频图像的无缝叠加问题，提出了一种三维人脸化身增强的可视通信方法，提交 1 项专利申请，初步创意方案在由美国高通公司和中国电信物联网基地联合举办的“中国高校第一届扩增现实创想大赛”中获奖。基于移动计算与新型终端重点实验室平台成功申请到 4 项国家自然科学基金，1 项国家科技重大专项课题。



移动计算与新型终端北京市重点实验室发展方向



学术活动

2011 年计算所主办的高水平 国际会议

1. Hadoop

由计算所主办的“第五届 Hadoop 中国云计算大会 - Hadoop in China 2011”于 12 月 3 日 - 4 日在北京会议中心举行。自 2008 年计算所从举办 Hadoop 技术沙龙开始, 迄今已经是第五届。Hadoop 是云计算领域的一项具体技术, 一套在数据处理领域广泛使用的软件工具。Lucene、Nutch、Hadoop 等开源软件创始人, Apache 软件基金会主席兼 Apache Hadoop 项目负责人 Doug Cutting 先生首次来华访问, 并到会做了题为“Apache Hadoop and the Big Data Platform”的主题演讲, 为广大 Hadoop 开发者和使用者描绘了 Hadoop 生态环境未来的发展蓝图。为期两天的第五届 Hadoop 中国大会除主会

场外, 还设置了 Hadoop 生态环境、大数据技术与应用、NoSQL 系统及应用和云计算研究四个分会场, 共有 8 个主题演讲和 40 个分会场报告。来自 Google、Facebook、Yahoo!、eBay、中国移动、华为、百度、腾讯、EMC、Intel、360、淘宝、曙光、IBM 等国内外著名互联网公司和 IT 企业的学者、资深开发人员到场演讲, 并与参会者进行现场技术交流。来自全国各地的大数据计算的从业人员和科研人员踊跃参会, 与会人数远超往年。

2. 取得 CGO2013 年承办权

IEEE/ACM international Symposium on Code Generation and Optimization (CGO)

是编译技术领域中的重要学术会议，该会议的成果直接服务于工业界，因此受到了包括 Intel、Microsoft、Google、IBM 在内的国际大公司重点关注。计算所的编译组成立 30 多年来，学术水平逐步攀升，近年来先后在重要国际学术会议（CGO、PLDI、PACT、ASPLOS）和刊物（ACM Transaction）上发表多篇高水平论文，学术水平逐渐得到了国际同行认可。鉴于该会议在学术界和工业界的重大影响，计算所希望能把该会议引入到中国来，为国内从事相关技术研究的人员提供一个良好的交流机会。2009 年计算所第一次向 CGO 督导委员会（Steering Committee）

提交申请，争取 2011 年的承办权，但未获批准。2010 年，计算所第二次向 CGO 督导委员会提交了申请书，申请 2013 年会议承办权并获得批准。

3. PLDI

随着计算所编译研究的国际影响的提升，武成岗副研究员和冯晓兵研究员还收到编译领域另一个重要国际会议 PLDI（全名：International Conference on Programming Language Design and Implementation）邀请，加入到 2012 年 PLDI 的组织委员会中。武成岗担任程序委员会委员，冯晓兵担任大会协调员。

正 气、大 气、骨 气

学位论文

2011 年，计算所有 197 人取得硕士学位，其中优秀硕士学位论文 74 篇；109 人取得博士学位，其中优秀博士学位论文 69 篇。2001 级硕博连读生熊瑞勤博士学位论文《三维小波可伸缩视频编码技术的研究》获全国优秀博士学位论文提名奖；2004 级硕博连读生沈华伟博士学位论文《复杂网络的社区结构》获中科院优秀博士学位论文奖及 CCF 优秀博士学位论文提名奖；2005 级硕博连读生王瑞平博士学位论文《流形学习方法及其在人脸识别中的应用研究》获中科院优秀博士学位论文奖；2004 级硕博连读生龙国平博士学位论文《局部性制导的多核 / 多线程处理器片上资源共享研究》获 CCF 优秀博士学位论文提名奖。

全国优秀博士学位论文（提名奖） 简介



作者姓名：熊瑞勤

论文题目：三维小波可伸缩视频编码技术的研究

作者简介：熊瑞勤，男，1981 年 9 月出生，2001 年 9 月师从于中国科学院计算技术研究所博士生导师张亚勤（客座研究员），2007 年 7 月获博士学位。

中文摘要

视频由图像序列构成，能真实记录和呈现动态视觉场景。随着电子与通讯技术的飞速发展，

它在生活中越来越普及。视频采集设备得到的原始信号通常数据量巨大，不便于直接存储和传输。作为多媒体技术的核心课题之一，视频编码研究如何利用视频中像素之间相似性，来达到消除冗余、减小数据量的目的。视频在互联网中传输，还面临一些其他的技术挑战：复杂异构网络中的带宽差异可能很大；不同用户的终端设备的处理能力和显示分辨率也不尽相同。传统的视频编码技术只支持预先给定的单一码率和分辨率，难以同时为各类用户提供良好的支持。另一方面，网络的可靠性和稳定性也对视频传输的质量产生巨大的影响。

针对上述问题，视频通讯领域越来越关注一种新技术：可伸缩视频编码。这里的可伸缩是指码流可以渐进式解码：当只接收到一部分码流时，可以解出品质较差的视频；当接收到更多的码流时，可以解出品质更好的视频。视频编码中的可伸缩性通常包括质量、空域（分辨率）、时域（帧率）可伸缩性等。视频的可伸缩编码为视频的网络自适应传输提供了基础。经过可伸缩编码方法压缩生成的视频码流，在网络传输时具有很强的灵活性。视频应用的客户端、服务器和传输中继节点可以根据用户需求以及网络状况，动态调整传输的码流。

可伸缩视频编码的各类方法中，基于子带的编码是一类重要的方法。子带分解因其内在具有良好的多分辨率表示特性，可以很好地支持空域可伸缩性和帧率可伸缩性；而子带分解的时频定位特性，也为图像信号提供了高效的压缩表示。因而，设计一种高效的子带视频编码方案是许多

研究者的目标。尽管在这一研究课题上前人已经作了许多工作，但是前人的方案编码性能还不尽如人意。

本论文针对可伸缩视频编码的挑战，在三维小波可伸缩视频编码的几个核心问题：运动补偿时域滤波、可伸缩运动场生成与表示、空域可伸缩编码框架、空域可伸缩码率分配等问题上开展了研究，分别提出了新的理论或方法，获得了编码性能上的显著提高。设计实现的视频编码方案达到了国际领先水平，被国际标准化组织 MPEG 采纳为子带视频编码参考方案。本论文的研究结果已经在视频压缩领域最高水平国际期刊 IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 上发表论文 3 篇，在高水平国际会议上发表论文 13 篇，已被其他学术论文引用 80 余次。相关技术申请了 5 项国际专利，2 项已获得授权。本论文研究工作的主要内容和创新点包括：

[1] 运动补偿时域滤波的提升型 (Lifting) 模型

视频编码最重要的一个环节就是利用帧间相关性来达到压缩的目的。不同于传统编码方法的“重构 + 预测”环结构，三维子带视频编码采用时域滤波 (Temporal Filtering)，而如何沿精确运动方向进行时域滤波是很关键的问题。本论文为运动补偿时域滤波 (Motion Compensated Temporal Filtering) 提出一种 Barbell 提升型模型。该 Barbell 提升型模型可以描述相邻帧之间由于复杂运动而产生的像素多对多映射，从根本上解决了传统的方案只支持整像素一对一映射

的问题。Barbell 提升型从理论上自然地建立了预测步中的子像素插值和更新步中的子像素插值之间的逻辑关系。基于 Barbell 提升型,在时域滤波的预测步和提升步可以采用更灵活的预测函数,为运动补偿时域滤波性能的提升提供了框架基础。此研究结果发表于国际会议 PCS04 以及国际期刊 IEEE Transactions on CSVT 2007 vol.17 no.9 (影响因子 3.02) 上,已经被学术论文他引 27 次。该技术已经申请并获得美国专利。

[2] 高效运动补偿时域滤波技术

以 Barbell 提升型为基础,为时域滤波的预测步和提升步提出了几种更高效的技术。首先在预测步采用自适应的运动场分块大小和基于子像素插值滤波器系数的 Barbell 加权函数。这使得时域滤波中的运动补偿准确度大大提高。其次,针对空域子带变换比块 DCT 变换对运动补偿块边界的跳变更敏感这一特性,进一步提出了使用重叠块运动补偿的时域滤波技术。这项技术可以大大降低三维子带分解结果中的空域高频信号,从而提高编码性能。第三,考虑到相邻帧的不同空域子带具有不同的相关强度,不同空域子带的时域滤波效用不同,所以提出一种空域子带自适应的时域滤波技术。这几项技术累计可以提高预测步的性能达 1.3~3.5dB,可以提高三维子带视频编码的整体效率达 1.5dB。此研究结果分别发表在国际会议 VCIP04 以及国际期刊 IEEE Transactions on CSVT 2007 vol.17 no.9 (影响因子 3.02) 上,发表后已经被学术论文他引 20 次。

[3] 运动矢量场的可伸缩生成与可伸缩表示

三维子带系数的位面编码较好地支持了质量可伸缩性。然而,仅对子带系数进行可伸缩编码,而时域滤波中仍然采用传统视频编码中的单一固定的运动矢量场,无法在较宽的码率范围内都获得最优性能。为了达到最佳的率失真性能,在不同的码率点需要不同精度的运动场。针对这一问题,提出了一种运动场的可伸缩生成和可伸缩表示方法。该方法产生一个渐进式细化的运动场描述,从运动场表示单位的块大小和运动场矢量的表示精度单位两个方向逐渐细化该运动场,可以提供一种细粒度的可伸缩运动场表示。该运动场的生成由一个递减的拉格朗日参数控制。同时,还研究了可伸缩纹理码流和可伸缩运动场码流之间的码率分配优化问题。该技术使得可支持的最低码率大大降低,并且低码率下可伸缩编码的性能提高了 3~6dB。此研究结果发表在国际会议 ICIP04 以及国际期刊 IEEE Transactions on CSVT 2007 vol.17 no.9 (影响因子 3.02) 上,发表后已经被学术论文他引 13 次。

[4] 空域可伸缩编码框架

空域(分辨率)可伸缩是一种具有重要应用意义的性质,然而分辨率可伸缩视频编码在高效地利用或者消除视频多个分辨率之间的冗余性方面存在一些技术难点。本论文针对其中的几个关键问题进行了研究。具体包括:

首先,研究了基于空域 MCTF 子带分解结构的编码方法在支持分辨率可伸缩性中存在的问题,分析了在空域和子带域分别进行时域滤波重构的差异,提出了一种消除编解码端时域滤波不匹配的方法。该方法可提高低分辨率视频的重构

质量达 1.3dB。

其次，研究了基于空域 MCTF 子带分解结构的编码方法在支持分辨率可伸缩性下的最优码率分配问题。此工作提出了由子带变换的平移可变性导致的运动补偿时域滤波中的子带耦合问题，并且对子带耦合的强度进行了量化的理论分析，推导出运动补偿时域滤波过程中信号在子带间传递的量化模型，并应用该模型指导分辨率可伸缩下的最优码率分配问题。该工作可大幅提高低分辨率视频在高码率下的重构质量，并且明显改善视觉质量。

第三，为更好地支持多分辨率，提出了一种多分辨率运动补偿时域滤波框架，并研究了该框架下利用分辨率层间冗余的有效方法。具体地，提出了一种尺度内时域滤波技术 (In-Scale MCTF)，该技术利用当前分辨率下所有子带联合进行时域滤波，既避免了跨分辨率的子带耦合，又充分利用了尺度内允许的子带耦合，从而得到比带内运动补偿时域滤波 (In-band MCTF) 更好的效果，提高了分辨率可伸缩视频编码的性能。

此工作的研究结果分别发表在国际会议 VCIP05 以及国际期刊 IEEE Transactions on CSVT 2007 vol.17 no.10 (影响因子 3.02) 上，发表后已经被学术论文他引 23 次。其中 VCIP05 的论文获得了视频通讯领域著名国际会议 SPIE Visual Communications and Image Processing 2005 的技术委员会颁发的最佳学生论文奖（录用论文的获奖率为 1.2%）。相关技术已申请美国专利，已受理公开。

[5] 适用 H.264/MPEG-4 SVC 的高效尺度

内预测 (In-Scale Prediction) 技术

把子带视频编码中的 In-Scale 运动补偿时域滤波技术扩展到 H.264/MPEG-4 SVC 编码框架中，来提高 H.264/MPEG-4 SVC 的分辨率可伸缩编码的性能。此工作对子带编码中的 In-Scale 运动补偿时域滤波技术主要进行了三方面扩展。第一：从只支持小波滤波器扩展到支持一般的上下采样滤波器。第二，针对 H.264/MPEG-4 SVC 的分层编码结构，将 In-Scale 运动补偿的层间开环反馈扩展为闭环反馈。第三，针对分辨率可伸缩与质量可伸缩混合的应用，提出了更灵活的自适应 In-Scale 预测技术。此技术能同时利用时域相关性和分辨率层相关性。实验结果表明，此方法优于现有 H.264/MPEG-4 SVC 标准中的方法，可以提高编码效率达 0.5~1dB，尤其是在分辨率切换码率附近可以提高编码质量达 2dB。这项工作发表在国际会议 VCIP07、ISCAS07 以及国际期刊 IEEE Transactions on CSVT 2008 vol.18 no.2 (影响因子 3.02) 上。此技术已经申请美国专利，已受理公开。

[6] 一套处于国际领先水平的可伸缩视频编码方案

设计实现了一套完整的可伸缩视频编码方案。该方案参加了视频编码标准组织 MPEG 发起的可伸缩视频编码标准的方案竞争（见 MPEG 文档 M10569/S05）。来自全球高校、科研机构一共有 21 个符合 CFP(call for proposal) 要求的候选方案参加竞争。第 68 次 MPEG 会议组织了编码性能质量评测，其中包括两个测试场景。



场景 1 支持大范围的可伸缩性, 包括三个分辨率 (4CIF/CIF/QCIF)、三个帧率 (60/30/15Hz) 伸缩级别。场景 2 支持较小范围的可伸缩性, 包括两个分辨率 (CIF/QCIF)、两个帧率 (30/15Hz) 伸缩级别。在质量评测中, 该方案取得了综合排名第一 (其中测试场景 1 排名第一, 测试场景 2 排名第三), 并且是所有参选的子带视频编码方案中性能最好的一个, 因而此方案被 MPEG 组织采纳为子带视频编码的参考方案 (见 MPEG

文档 N6383), 对应的软件被 MPEG 采纳为参考软件, 对 MPEG 成员公开。此方案被国际上的许多研究者作为研究平台, 对应的技术文档 (MPEG M10569/S05、M11975 和 M12339) 被引用 40 多次。

关键词: 视频编码, 可伸缩编码, 空域可伸缩性, 质量可伸缩性, 子带变换, 运动补偿时域滤波, 可伸缩运动场, 码率分配, 层间预测

一流人才、一流管理、
一流成果、一流效益

中科院优秀博士学位论文及中国计算机学会优秀博士学位论文（提名奖）简介



作者姓名：沈华伟

论文题目：复杂网络的社区结构

作者简介：沈华伟，男，1982年1月出生，2004年9月师从于中国科学院计算技术研究所高庆狮院士，于2010年3月获博士学位。

中文摘要

以 Internet 为代表的信息技术的迅猛发展极大地推进了人类社会的网络化进程。从万维网到愈演愈烈的在线社交网络，从电力、交通、通信等基础设施网络到其上的各种经济、社会关系网络，从单个细胞内的蛋白质相互关系网络到整个生态系统网络，人们已经生活在一个充满着形形色色复杂网络的世界中。这些来自不同领域、为了不同目的形成的、看似互不相关的复杂网络却呈现出惊人的共性特征，包括小世界现象、节点度幂律分布等。作为复杂网络所普遍具有的一个显著特征，一方面，社区结构是网络拓扑规则性的

的具体反映，体现了节点间关系的局部聚集性，对网络的鲁棒性、适航性等起着根本作用；另一方面，社区结构影响甚至决定着发生在复杂网络上的诸如疾病传播、信息扩散、谣言散布、同步等动态过程的动力学行为。因此，研究复杂网络的社区结构对于理解复杂网络结构和功能之间的关系、利用和控制复杂网络及其上发生的各种动态过程具有重要的理论价值和现实意义。

本文针对复杂网络的社区结构展开研究，围绕社区结构与网络功能之间的关系，分别研究了社区结构与网络压缩之间的关系、社区重叠和层次化现象、社区结构与网络动力学之间的关系。主要研究成果和创新之处包括：

本文首先从“社区结构是网络结构规则性的

体现”这一基本认识出发,把社区结构的识别过程看成是剔除网络拓扑中的细节信息、保留网络拓扑基本特征的过程,认为网络社区结构对应着网络拓扑的一种高效压缩表示。进而,本文在信息论的框架下,提出了一种基于信息瓶颈的社区发现方法。该方法从信息论的角度为社区发现问题提供了一种理论解释,即网络社区结构是原始网络的压缩比和保留原始网络结构规则性之间的最优折中表达。该方法可以直接应用于有向网络、二部网络等多种类型的复杂网络,完整利用了诸如边的方向、网络二部性等网络固有拓扑结构特征用于揭示网络的社区结构。

本文随后研究了复杂网络社区结构的两个重要现象——社区重叠和社区层次化。针对重叠社区的度量,本文从极大完全子图的视角理解社区结构的重叠现象,不再把单个节点作为社区的基本组成元素,而是把极大完全子图视为社区的基本构成单元,是网络中不可再分的原子结构。进而,本文提出了一种重叠社区的度量方法,该度量定义在极大完全子图上,使重叠社区具有了非重叠社区天然具有的可加性,为通过网络划分求解重叠社区结构提供了理论依据。然后,本文提出一种极大完全子图网络,并证明了在极大完全子图上优化聚团性等价于在原始网络上优化本文提出的重叠社区度量,从而,任何已有的基于聚团性的非重叠社区发现方法都可以不加修改地应用于

发现重叠社区结构。另外,本文提出的度量依然保持聚团性所具有的“连边密度统计显著”这一优点,因此,新度量可以自然地用于揭示网络层次化社区结构。

最后,本文研究了网络上发生的扩散过程,探讨了社区结构和扩散过程的关系。通过对扩散过程中各个瞬态的研究,观察到局部均衡态的存在;通过量化局部均衡态,发现扩散过程中涌现出一些相对稳定的局部均衡态,这些稳定的局部均衡态能够揭示网络的拓扑尺度——网络的固有社区结构;进一步考查扩散过程的简正模式,指出了简正模式衰减和稳定局部均衡态的关系,给出了一种刻画局部均衡态稳定性的度量,为研究网络多尺度社区结构提供了解决方案。随后,通过考查扩散过程的最终全局均衡态,提出使用逃离概率来刻画节点集合的传递内敛性,在此基础上定义了反映网络扩展特性的网络传导率,指出扩散过程的稳定局部均衡态所揭示的社区结构可以通过直接优化网络传导率来获得,从一个侧面揭示了网络结构和功能之间的关系。

关键词: 社区结构, 社区发现, 聚团性, 信息瓶颈, 网络压缩, 重叠社区, 极大完全子图, 可加性, 网络动力学, 简正模式, 扩散过程, 局部均衡状态, 层次结构, 多尺度, 复杂网络, EAGLE

中科院优秀博士学位论文简介



作者姓名：王瑞平

论文题目：流形学习方法及其在人脸识别中的应用研究

作者简介：王瑞平，男，1981年11月出生，2005年9月师从于中国科学院计算技术研究所高文教授，于2010年7月获博士学位。

中文摘要

信息技术和互联网的飞速发展使得人们可以获取日益丰富的多媒体资源，包括大量的图片、视频、文本以及声音数据等。针对海量数据进行快捷有效的处理，从中提取用户所需要的有价值信息，正在成为机器学习、模式识别和计算机视觉领域的研究者们所共同关注的问题。以具体的人脸识别问题为例，随着网络资源的普及和视频采集设备的发展，研究者可以为每个人收集其不同时期、不同场景、涵盖不同光照模式和姿态变化等各种条件下的多幅图片，并构建规模可观的人脸数据库。如何充分有效的挖掘利用大规模数

据库当中的有用信息，以设计性能稳定的高精度人脸识别分类器，则给研究者提出了很大的挑战。从模式识别的角度来看，需要解决如下两个基本问题：第一，如何从人脸图像数据中提取有效、紧致的特征表示；第二，如何针对数据集的分布特性设计合理有效的分类算法。针对人脸图像数据的表示，其核心可以归结为高维数据的降维和特征提取问题。数据降维可以看作是从原始数据中挖掘有效精简信息的过程，这一过程不仅可以去除冗余从而发现数据的低维本质属性，而且可以简化后续数据处理的复杂度。针对人脸图像数据的分类，大规模数据的获取极大推动了近年来基于图像集合进行人脸识别的研究进展。这一问题的关键难点在于，对图像集合中的样本分布进

行合理有效的建模,并根据所建的模型综合利用多样本提供的信息进行集合的分类。

本文正是围绕上述两个基本问题,分别在理论研究和应用研究两个层面开展工作,在推进和完善理论研究的同时,将理论研究成果应用于解决模式识别和计算机视觉中的实际问题。在理论研究层面,本文主要从流形学习的角度研究新型高效的非线性降维算法,特别是在流形局部线性模型表示、解析映射函数学习、内在变化模式刻画等方面开展相关研究。在应用研究层面,本文针对基于图像集合的人脸识别问题,主要从图像集合的流形建模、流形之间的距离定义和计算、多流形判别式分类学习等方面开展相关研究。本文在流形学习算法理论和图像集合人脸识别应用的研究中取得的主要贡献如下:

(1) 提出了一种最大线性嵌入流形学习方法,用以解决非线性降维问题。该方法通过学习一个参数式可逆的解析映射函数,可以将流形数据从原始高维观察空间保距地投影到一个全局低维嵌入空间中。算法从几何直觉的角度,引入一种合理有效的局部线性分块的定义,称为最大线性分块,分块的非线性程度通过块内样本间测地距离与欧氏距离的偏差来度量。首先,原始的流形采样数据集被分解为一组最大线性分块的组合,每个分块采用一个局部线性模型来建模表示。接下来,算法从每个局部模型内部随机选取一定数量的地标点,利用其测地距离进行多维尺度变换运算,进而得到最终的保距低维嵌入空间并完成局部模型的全局对齐。这一对齐过程称为基于地标点的全局对齐算法。该对齐算法避免了传统

方法中存在的局部极值与大规模迭代优化这两个不足,并且只需求解小规模的特征分解问题就能得到有效的闭形式解。针对流形内在结构的描述,本文算法不仅提供了一种快速有效的本质维数估计方法,而且可以显式建模流形观察数据的内在变化模式,从而可以广泛应用于多种实际问题。

(2) 提出了流形-流形距离的理论框架,将其应用于基于图像集合的人脸识别问题。在该理论框架中,属于每一类别的图像集合采用非线性表观流形来建模,图像集合的分类问题从而形式化为两个流形之间的距离计算问题,即流形-流形距离。注意到实际问题中的图像集合可能表示为三种模式层次,即点、子空间、流形,本文系统研究了这三种模式之间的各种距离,并将它们形式化在一个统一的多层次流形-流形距离框架下。具体地,将流形表示为一组局部线性模型的组合,其中各局部模型采用子空间来刻画。这样,两个流形之间的距离就可以转化为它们各自对应的子空间对之间的距离综合。针对流形-流形距离的计算,本文从理论上和实验上探讨了算法各个模块的多种不同的定义方案,包括局部线性模型构建、局部模型距离度量、局部距离的全局综合等。通过图像集合人脸识别的实验验证表明,本文提出的流形-流形距离作为一种通用的图像集合相似性度量,一致地优于其它对比的非判别式算法,并且达到了与当前领先的基于集合的判别式学习算法可比的性能。

(3) 提出了一种流形判别分析方法,将其应用于基于图像集合的人脸识别问题。该方法从监督学习的角度,将图像集合分类问题形式化为面

向分类的多流形学习问题，通过在流形 - 流形距离框架内引入 " 最大化流形间隔 " 的思想来学习判别式的线性投影空间，最终在该空间内对不同类别的流形进行匹配来完成图像集合的分类。具体地，流形判别分析方法采用图嵌入的框架来构建图模型，采用本征图和惩罚图分别刻画流形的类内紧致性与类间可分性。通过设计的最优化目标函数来学习判别式的嵌入空间，使得具有不同类别标号的流形之间能够更好地区分，同时每个流形内部局部区域的数据紧致性得到增强。在分类识别阶段，通过将待测试的流形数据投影到该判别空间中，就可以在流形 - 流形距离框架下进行更加可靠的分类。通过人脸识别和物体分类两个任务的实验对比表明，本文提出的流形判别分析

方法取得了与当前领先的方法相当的性能，同时具有很高的训练和测试效率。

综上所述，本文针对流形学习的理论与应用开展了广泛深入的研究，在传统的单流形学习框架下提出了一种有效的非线性降维算法，该算法在数据降维的功能与效率两方面都展示出良好的特点。本文进一步将该流形学习算法推广到多流形学习问题，在图像集合人脸识别任务中取得了成功应用，从而在流形学习实用化方面进行了有益的探索。

关键词：流形学习；非线性降维；最大线性嵌入；流形 - 流形距离；流形判别分析；基于图像集合的人脸识别

人人是才，人人幸福

中国计算机学会优秀博士学位论文（提名奖）简介



作者姓名：龙国平

论文题目：局部性制导的多核 / 多线程处理器片上资源共享研究

作者简介：龙国平，男，1982 年 5 月出生，2004 年 9 月至 2010 年 7 月于中国科学院计算技术研究所攻读博士学位，师从徐志伟研究员。

中文摘要

近年来，随着摩尔定律的推动，以及功耗、复杂度等设计约束，微处理器体系结构朝着多核 / 多线程的方向发展，但无论是多核还是多线程结构都面临片上硬件资源的共享问题。具体而言，在多核处理器中核间需要共享有限的片外访存带宽和高速缓存，多线程处理器中线程之间的资源共享更是涉及到指令执行流水线上的大部分资源，如取指和译码引擎、重命名逻辑、指令窗口、功能部件和寄存器堆等等。论文基于 Godson-T 众核处理器的研制背景，从优化局部性的角度研究多核 / 多线程处理器中的资源共享行为和合理利

用，主要贡献如下：

论文提出一个定量模型刻画共享的片外访存带宽对多核理论性能的约束。对于稠密矩阵乘法、LU 分解和 Cholesky 分解，在保持所有处理器核能达到理论性能的条件下，片上能支持的最大数量的核数目 P_{\max} ，片外访存带宽 B 和片上存储容量 C 三者之间的定量关系为： $P_{\max} = \Theta(B \sqrt{C})$ 。

论文提出一个带宽模型以刻画任意负载的带宽需求，核心思想是将计算 / 访存比 (AMR) 的概念推广到任意程序，通过整个执行过程中的 AMR 变化来刻画程序的带宽行为。在刻画带宽行为的基础上，论文进一步考察了多道程序的带宽共享行为，并提出一种从带宽角度对负载进行分类的

方法。

论文提出一种低硬件代价的片上缓存隔离框架，允许软件依据负载类型灵活配置缓存共享策略。基于该框架论文进一步提出分别适合多线程和多道程序的缓存块复制 (cache block replication) 和缓存块搬移 (cache block migration) 机制，并通过实验证明了这些硬件机制的有效性。

论文提出了一个改进的多线程体系结构来消除线程之间的指令冗余。在具有相似输入的多道程序或基于 SPMD 模型的多线程程序中，线程之

间可能存在大量的指令和数据冗余。论文提出的体系结构不仅能避免对冗余指令的重复取指，还能够避免对冗余指令的重复执行。实验结果表明，相对于传统同时多线程 (Simultaneous Multi-Threading, SMT) 处理器，论文提出的体系结构在两个线程和四个线程的情况下分别能获得 15.2\% 和 26\% 的性能提高。

关键词：体系结构，多核，多线程，处理器，访存带宽

坚持

“基础性、战略性、前瞻性”

的三性原则



学术论文

第五届中国科学院计算技术研究所优秀论文奖和优秀著作奖共评出优秀论文奖一等奖 7 篇，二等奖 19 篇；优秀著作奖二等奖 2 部。

获奖作品第一作者名单：

优秀论文奖一等奖：

郭嘉丰，柳厅文，付斌章，鄢贵海，诸葛海，李亮，郭崎。

优秀论文奖二等奖：

朱小飞，张静静，王胜灵，张鹏，刘军发，柯传乐，李建军，单书畅，宋砚，柳学成，万晓华，廖奇，郎皓，谢军，庞俊彪，周一青，胡伟武，孙凝晖，谭光明。

优秀著作奖二等奖：李晓维，胡伟武。

中科院计算所优秀学术论文简介

1. Guo Jiafeng, Cheng Xueqi, Xu Gu, Zhu Xiaofei. Intent-Aware Query Similarity. In Proc. of ACM Conference on Information and Knowledge Management(CIKM), Glasgow, UK, pp.259–268, 2011.

第一作者：郭嘉丰，guojiafeng@ict.ac.cn



Query similarity calculation is an important problem and has a wide range of applications in IR, including query recommendation, query expansion, and even advertisement matching. Existing work on query similarity aims to provide a single similarity measure without considering the fact that queries are ambiguous and usually have multiple search intents. In this paper,

we argue that query similarity should be defined upon search intents, so-called intent-aware query

similarity. By introducing search intents into the calculation of query similarity, we can obtain more accurate and also informative similarity measures on queries and thus help a variety of applications, especially those related to diversification.

Specifically, we first identify the potential search intents of queries, and then measure query similarity under different intents using intent-aware representations. A regularized topic model is employed to automatically learn the potential intents of queries by using both the words from search result snippets and the regularization from query co-clicks. Experimental results confirm

the effectiveness of intent-aware query similarity on ambiguous queries which can provide significantly better similarity scores over the traditional approaches. We also experimentally verified the utility of intent-aware similarity in the application of query recommendation, which can suggest diverse queries in a structured way to search users.

2. Liu Tingwen, Yang Yifu, Liu Yanbing, Sun Yong, Guo Li. An efficient regular expressions compression algorithm from a new perspective. In Proc. of IEEE International Conference on Computer Communications (INFOCOM), Shanghai, China, pp.2129–2137, 2011.

第一作者：柳厅文，liutingwen@software.ict.ac.cn



Deep packet inspection plays an increasingly important role in network security devices and applications, which use more regular expressions to depict patterns. DFA engine is usually used as a classical representation for regular expressions to perform pattern matching, because it only needs $O(1)$ time to process

one input character. However, DFAs of regular expression sets require large amount of memory, which limits the practical application of regular expressions in high-speed networks. Some compression algorithms have been proposed to address this issue in recent literatures. In this paper, we reconsider this problem from

a new perspective, namely observing the characteristic of transition distribution inside each state, which is different from previous algorithms that observe transition characteristic among states. Furthermore, we introduce a new compression algorithm which can reduce 95% memory usage of DFA stably without significant impact

on matching speed. Moreover, our work is orthogonal to previous compression algorithms, such as D2FA, δ FA. Our experiment results show that applying our work to them will have several times memory reduction, and matching speed of up to dozens of times comparing with original δ FA in software implementation.

3. Fu Binzhang, Han Yinhe, Ma Jun, Li Huawei, Li Xiaowei. An Abacus Turn Model for Time/Space-Efficient Reconfigurable Routing. In Proc. of International Symposium on Computer Architecture (ISCA), San Jose, USA, pp.259–270, 2011.

第一作者：付斌章, fubinzhang@ict.ac.cn



Applications' traffic tends to be bursty and the location of hot-spot nodes moves as time goes by. This will significantly aggregate the blocking problem of wormhole-routed Network-on-Chip (NoC). Most of state-of-the-art traffic balancing solutions are based on fully adaptive routing algorithms which may introduce large time/space overhead to routers. Partially adaptive routing

algorithms, on the other hand, are time/space efficient, but lack of even or sufficient routing adaptiveness. Reconfigurable routing algorithms could provide on-demand routing adaptiveness for reducing blocking, but most of them are off-line solutions due to the lack of a practical model to dynamically generate deadlockfree routing algorithms. In this paper, we propose the abacus-turn-model

(AbTM) for designing time/space-efficient reconfigurable wormhole routing algorithms. Unlike the original turn model, AbTM exploits dynamic communication patterns in applications to reduce the routing latency and chip area requirements. We apply forbidden turns dynamically to preserve deadlock-free operations. Our AbTM routing architecture has two distinct advantages: First, the AbTM leads to a new router architecture without adding virtual channels and routing table. This reconfigurable architecture updates

the routing path once the communication pattern changes, and always provides full adaptiveness to hot-spot directions to reduce network blocking. Secondly, the reconfiguration scheme has a good scalability because all operations are carried out between neighbors. We demonstrate these advantages through extensive simulation experiments. The experimental results are indeed encouraging and prove its applicability with scalable performance in large-scale NoC applications.

4. Yan Guihai, Han Yinhe, Li Xiaowei. ReviveNet: A Self-adaptive Architecture for Improving Lifetime Reliability via Localized Timing Adaptation. *IEEE Trans. on Computers (TC)*, 60(9): pp.1219–1232, 2011.

第一作者：鄢贵海, yan_guihai@ict.ac.cn



The aggressive technology scaling poses serious challenges to lifetime reliability. A paramount challenge comes from a variety of aging mechanisms that can cause gradual performance degradation of circuits. Prior work shows that such progressive degradation

can be reliably detected by dedicated aging sensors, which provides a good foundation for proposing a new scheme to improve lifetime reliability. In this paper, we propose ReviveNet, a hardware-implemented aging-aware and self-adaptive architecture. Aging awareness

is realized by deploying dedicated aging sensors, and self-adaptation is achieved by employing a group of synergistic agents. Each agent implements a localized timing adaptation mechanism to tolerate aging-induced delay on critical paths.

On the evaluation, a reliability model

based on widely used weibull distribution is presented. Experimental results show that, without compromising with any nominal architectural performance, ReviveNet can improve the Mean-Time-To-Failure by up to 48.7 percent, at the expense of 9.5 percent area overhead and small power increase.

5. Zhuge Hai. Semantic linking through spaces for cyber-physical-socio intelligence: A methodology. *Artificial Intelligence*, 175 (2011): pp. 988 - 1019.

第一作者: 诸葛海, zhuge@ict.ac.cn



Humans consciously and subconsciously establish various links, emerge semantic images and reason in mind, learn linking effect and rules, select linked individuals to interact, and form closed loops through links while co-experiencing in multiple spaces in lifetime. Machines are limited in these abilities although various graph-based models have been used to link resources in the cyber space. The following are fundamental limitations of machine intelligence: (1)

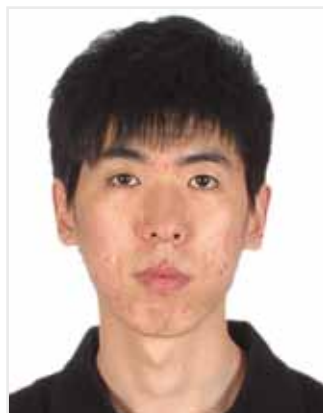
machines know few links and rules in the physical space, physiological space, psychological space, socio space and mental space, so it is not realistic to expect machines to discover laws and solve problems in these spaces; and, (2) machines can only process pre-designed algorithms and data structures in the cyber space. They are limited in ability to go beyond the cyber space, to learn linking rules, to know the effect of linking, and to explain computing results according

to physical, physiological, psychological and socio laws. Linking various spaces will create a complex space — the Cyber-Physical-Physiological-Psychological-Socio-Mental Environment CP3SME. Diverse spaces will emerge, evolve, compete and cooperate with each other to extend machine intelligence and human intelligence. From multi-disciplinary perspective, this paper reviews previous ideas on various links, introduces the concept of cyber-physical society, proposes the

ideal of the CP3SME including its definition, characteristics, and multidisciplinary revolution, and explores the methodology of linking through spaces for cyberphysical-socio intelligence. The methodology includes new models, principles, mechanisms, scientific issues, and philosophical explanation. The CP3SME aims at an ideal environment for humans to live and work. Exploration will go beyond previous ideals on intelligence and computing.

6. Li Liang, Jiang Shuqiang, Huang Qingming. Learning Image Vicept Description via Mixed-Norm Regularization for Large Scale Semantic Image Search. In Proc. of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), Colorado Springs, USA, pp.825-832, 2011.

第一作者：李亮，lli@jdl.ac.cn



The paradox of visual polysemia and concept polymorphism has been a great challenge in the large scale semantic image search. To address this problem, our paper proposes a new method to generate image Vicept representation. Vicept characterizes the membership distribution between

elementary visual appearances and semantic concepts, and forms a hierarchical representation of image semantic from local to global. To obtain discriminative Vicept descriptions with structural sparsity, we adopt mixed-norm regularization in the optimization problem for learning the concept membership

distribution of visual word. Furthermore, considering the structure of BOV in images, visual descriptor is encoded as a weighted sum of dictionary elements using group sparse coding, which could obtain sparse

representation at the image level. The wide applications of Vicept are validated in our experiments, including large scale semantic image search, image annotation, and semantic image reranking.

7. Guo Qi, Chen Tianshi, Chen Yunji, Zhou Zhihua, Hu Weiwu, Xu Zhiwei. Effctive and Efficient Microprocessor Design Space Exploration Using Unlabeled Design Configurations. In Proc. of International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), Barcelona, Spain, 2011.

第一作者: 郭崎, guoqi@ict.ac.cn



During the design of a microprocessor, Design Space Exploration (DSE) is a critical step which determines the appropriate design configuration of the microprocessor. In the computer architecture community, supervised learning techniques have been applied to DSE to build models for predicting the qualities of design configurations. For supervised learning, however, considerable simulation costs are required for attaining the labeled design configurations. Given limited resources, it is difficult to achieve high accuracy. In this paper, inspired by recent

advances in semi-supervised learning, we propose the COMT approach which can exploit unlabeled design configurations to improve the models. In addition to an improved predictive accuracy, COMT is able to guide the design of microprocessors, owing to the use of comprehensible model trees. Empirical study demonstrates that COMT significantly outperforms state-of-the-art DSE technique through reducing mean squared error by 30% to 84%, and thus, promising architectures can be attained more efficiently.



中国科学院计算技术研究所

INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

地址：北京市海淀区中关村
科学院南路 6 号

邮编：100190

电话：(010) 62601116

传真：(010) 62567724

<http://www.ict.ac.cn>