

2013

ANNUAL REPORT



2013 科研成果年报



中国科学院计算技术研究所



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

2013 科研成果年报

二〇一四年四月
中国科学院计算技术研究所科研处编

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：杨 佳 李 丹 梁 丽 杨 欣

通 讯 员：何玉晓 董 慧 戴 媛 李晓宇

田卫平 何文静 任 菲 宋艳梅

李 楠 刘艳翠

计算所简介

中国科学院计算技术研究所(简称计算所)创建于 1956 年,是中国第一个专门从事计算机科学技术综合性研究的学术机构。计算所研制成功了我国第一台通用数字电子计算机,并形成了我国高性能计算机的研发基地,我国首枚通用 CPU 芯片也诞生在这里。

计算所是我国计算机事业的摇篮。伴随着计算所的发生发展,先后为国家培养了几百名我国最早的计算技术专业人员,在这里工作或学习过的院士有二十余位。随着学科与技术的发展,从计算所陆续分离出中科院微电子学研究所、计算中心、软件所、网络中心等多个研究机构,以及联想、曙光等高新技术企业。五十多年来,计算所在科学研究和科技成果等方面取得了显著成就。截止 2013 年底,计算所共获国家、院、市、部级科技奖励 206 项,其中,国家级科技奖励 43 项(含非第一完成单位 7 项),院、市、部级科技奖励 163 项(含非第一完成单位 8 项)。

计算所坚持“基础性、战略性、前瞻性”的三性原则,坚持新时期办院方针,以“跻身国际前沿,关注国计民生,引领中国信息产业”为己任,落实“创新、求实”的理念,力争成为世界一流的科研学术机构。



目录

年度科研概况.....	1
科研成果与主要进展	4
重点 / 重大科研任务进展.....	4
支持国产 CPU 的编译系统及工具链.....	4
面向 IMT-Advanced 增强多媒体多播技术.....	6
面向 IMT-Advanced 新型基带处理共性技术研究.....	8
面向 LTE-Advanced 的终端软基带技术.....	10
高通量计算系统的构建原理、支撑技术及云服务应用.....	12
面向服务的未来互联网体系结构与机制研究.....	15
面向多核 / 众核处理器的并行程序编程技术、框架和语言支持.....	17
3D 内容视觉获取技术及设备.....	19
可编程虚拟化路由器关键技术研究及系统研制.....	21
超并行高效能计算机体系结构与设计方法研究.....	23
图像与视频处理.....	25
在线社会关系网络的挖掘与分析.....	27
基于云计算的海量数据挖掘.....	29
理论计算机科学.....	31
计算机体系结构.....	33
视觉模式分析与识别.....	35
海云计算系统关键技术与系统研究.....	37
华为高通量服务器研制.....	39
中科院百人计划.....	41
研究方向科研进展.....	42
获奖成果.....	55
曙光高效能计算机系统关键技术及应用.....	55
高性能众核结构设计及验证技术.....	56
面向强动态复杂环境的传感器网络监测系统关键技术.....	57
院青年科学家国际合作奖.....	59
鉴定 / 验收的代表性成果.....	60
Exascale 计算的基础研究.....	60
人民搜索引擎项目子系统关键技术研发.....	62
新一代宽带无线通信网络技术实验系统.....	64
LTE(第四代移动通信) 终端基带芯片研发及产业化.....	66
科研基地进展.....	68
计算机体系结构国家重点实验室.....	68
移动计算与新型终端北京市重点实验室.....	71
中科院智能信息处理重点实验室.....	73
中科院网络数据科学与技术重点实验室.....	75
学术活动.....	77
知识产权.....	83
学位论文.....	95

年度科研概况

一、承担课题概况

2013 年，计算所共有在研项目 627 项（包括新增项目 239 项）。其中，主持或参与国家重大科技专项课题 38 项（新增 7 项）；主持国家 973 计划项目 2 项，参与 25 项（新增 8 项）；主持或参与国家 863 计划课题 23 项（新增 13 项）；主持或参与国家科技支撑课题 14 项（新增 9 项）；主持或参与国家自然科学基金重点项目 15 项（新增 1 项）、面上项目 58 项（新增 15 项）、国家杰出青年科学基金项目 2 项、优秀青年科学基金项目 3 项（新增 3 项），青年基金 72 项（新增 28 项）；主持或参与中国科学院战略性先导科技专项课题 3 项、院重点部署项目 3 项（新增 2 项）、国家自然科学基金委和中科院重大科研仪器设备研制项目 3 项（新增 3 项）、国际合作项目 4 项、院地合作项目 13 项；承担横向项目 155 项（新增 68 项）。年度科研经费到账超过 2.7 亿元。

二、“一三五”进展

龙芯处理器的应用推广获得较大突破。龙芯 2J 处理器完成鉴定检验试验，在某重大工程中完

成首次应用试验；龙芯 1E/1F 抗辐照处理器完成产品生产和摸底试验，2014 年进行航天应用；龙芯 3A 经过软件适配与开源软件性能优化，桌面复杂大型应用软件的实际性能得到大幅度提升。

曙光高性能计算机持续在国家重大任务中得到深入应用。在“嫦娥三号”登月任务中，曙光高性能计算机提供了诸多技术保障，为飞船在目标轨道计算、空间碎片定轨计算、控制飞船入轨、发射气象气候监测、飞船发射窗口设计等方面，做出了重要的贡献。

天玑网络大数据实现处理系统的平台化，初步建立了大数据管理、大数据处理引擎、高端数据分析三个平台，在内容与关系的计算上具有优势，在服务国家相关任务上不断取得好成绩，在中科院的组织下与公安部、安全部签订了战略合作协议。

华为云服务器在院 NICT 先导专项、华为联合实验室的支持下进展良好，产生了 222 项专利，近 20% 被华为公司认定为核心专利，部分成果开始在华为内部推广应用。

可编程虚拟化路由器在南京开通了未来网络



试验网的原型网，即将开展 80 多项试验，与欧盟、美国和澳大利亚签订了试验床联邦合作协议，相关成果连续发表在 Infocom、ToN 上，初步具备了为国家大科学设施提供核心装备的能力。

沉浸式远程交互系统“爱心小屋”在河南等地服务农民工亲情互动示范上取得显著进展，获得 2013 年中国产学研合作创新成果奖。普适计算技术逐步形成了计算所自己的特色平台。

三、科技奖励

2013 年，计算所又是一个丰收年，收获了许多项科技奖励，包括国家科技进步奖二等奖 1 项，北京市科学技术奖二等奖 1 项、三等奖 2 项，中国科学院青年科学家国际合作奖 1 项，中国计算机学会技术发明奖二等奖 1 项。

曙光机团队经过近八年的努力，在系统规模、计算密度、系统效能等方面取得了突破性的研究成果，实现了高性能计算机从十万亿次到百万亿次、千万亿次的跨越。曙光高性能计算机国内市场份额连续 5 年排名第一，2013 年世界 HPC 市场排名第六，引领了我国高性能计算机产业的发展，“曙光高效能计算机系统关键技术及应用”获得 2013 年度国家科技进步奖二等奖。

“高性能众核结构设计及验证技术”在众核核心技术，如片上存储管理、核间高效同步、芯片验证等方面取得创新成果，获得 2013 年度北京市科学技术奖二等奖；“面向强动态复杂环境的传感器网络监测系统关键技术”在故宫世界文遗保护、太湖水环境保护等多个国家重大监测项目中应用，获 2013 年度北京市科学技术奖三等奖；计算所参与完成的“国家互联网基础数据管理与服务平台关键技术及应用”获 2013 年度北京市科学技术奖三等奖。

蒋树强研究员与计算所外籍青年科学家 Luis Herranz 荣获 2013 年度中国科学院青年科学家国际合作奖。

“互联网测试与测量关键技术及系统”在网络协议测试、性能测试与资源优化等方面取得创新成果，在 Aglient、GN NetTest、PPTV、中国移动广泛应用，获得 2013 年度中国计算机学会技术发明奖二等奖。

四、基础研究

基金委创新群体项目“超并行高效能计算机体系结构与设计方法研究”获得基金委延续支持进入第二期；“云环境下的图像视频群体协同表达与处理”获得基金委重大项目支持，这是迄今为止计算所承担的第二个基金重大项目；“网络大数据计算的基础理论及其应用研究”成为我国在大数据研究领域的第一个 973 项目。2013 年计算所获批国家自然科学基金课题 32 项，包括重大 1 项，重点 3 项，优青 1 项，面上 10 项，青年 17 项，总经费 3938 万元。

2013 年在高水平论文上继续有所斩获。周一青研究员在 IEEE Journal on Selected Areas of Communications(JSAC)上发表一篇论文，JSAC 是通信领域影响因子最高（4.395）的国际期刊。她的另一篇论文获 IEEE WCNC 2013 最佳论文，WCNC 是 IEEE 通信领域三大旗舰会议之一，过去 10 年间中国仅有 4 篇获最佳论文。

五、学科基地

计算机体系结构国家重点实验室通过科技部验收，网络数据科学与技术院重点实验室正式揭牌，这是我国首个专门研究网络大数据的省部级重点实验室。2013 年 12 月 5-6 日计算所牵头组

组织了国内规模最大、最具影响的大数据领域旗帜性技术大会“2013 中国大数据技术大会”（BDTC 2013），参会人数近 2000 人。

六、科研布局

针对数据中心计算机的研究，成立了先进计算机系统研究中心，该中心负责与华为公司紧密合作；将众核处理器研究团队调整入高性能计算机研究中心，围绕高性能计算机的发展目标进行了垂直整合，以应对 E 级计算技术发展带来的挑战；成立了专项技术研究中心。

七、科研环境

经过十年的努力，计算所的科研环境有了很大的改善，从 2003 年计算所北楼 12000 平米，

扩大到 2013 年拥有了中关村 31000 平米、环保园近 49000 平米的科研环境。环保园一号、二号楼正式启用，高性能计算机研究中心、微处理器研究中心、龙芯公司已经先期进驻。2013 年综合服务中心正式运营，以企业化机制为计算所科研活动提供优质服务。

八、院地合作

经过十二年的发展，计算所院地合作已经建成一个 IT 科技支撑地方经济的网络，在环渤海、长三角、珠三角地区建立了 13 个分部 / 分所，牵头了 2 个院级技术转移中心，在地方创办了 6 个企业，2013 年分所相关总收入超过 2 亿元。加拿大皇家科学院李明院士落户宁波分所进行创业。

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

重点 / 重大科研任务进展

支持国产 CPU 的编译系统及工具链

“支持国产 CPU 的编译系统及工具链”是计算所牵头的核高基重大专项课题（课题编号：2009ZX01036-001-002），是核高基芯片课题的配套课题，其目标是为龙芯处理器开发出支持 C/C++/Fortran/Java/OpenMP 等多种编程语言的基础编译器，Java 支持 Java5 标准，OpenMP 支持 OpenMP 3.0 标准，支持面向多核结构的并行优化、低功耗编译优化等技术，在性能方面，比 GNU 最新版本编译器 GCC 4.4（使用 -O3 选项）所测的 SPEC 分值平均高 20%，在处理器核数相同的前提下，本编译系统的并行优化加速比不低于国际主流芯片的商业编译器的并行优化加速比，在 SPEC OMP 2001 测试中，本课题研制的 OpenMP 系统的性能优于 GCC 20%。同时开发一套面向国产龙芯 CPU 的工具软件集，包括具有自适应性能优化和多核并行

化特征的国产高性能数学库，一个实现 X86-32/Linux、X86-64/liunx 平台上主流应用迁移到龙芯 3 号多核处理器上的二进制翻译系统，一组支持龙芯 CPU 的程序正确性分析、性能分析和调优工具集，和面向龙芯 CPU 的包括链接器、汇编器等软件的工具链。该项目进展顺利，在 2011 年前已经完成所有软件系统的开发，并在当时已有的龙芯平台上进行测试，均已经达到合同约定的各项指标。

不过，芯片课题的执行周期比本课题长，为了更好地服务于芯片课题，本课题还为支持后续的龙芯平台而进行相应的研发工作。进入 2013 年来，课题组主要开展了如下两个方面的工作。

1. 支持 1.5G 龙芯 8 核处理器芯片

1.5G 龙芯 8 核处理器是芯片课题的一款高

端芯片，因而其研制周期比较长，课题组在本年度得到芯片样机后，展开了全面的系统移植工作，同时还针对该芯片进行了相应的性能优化，以发挥该芯片的性能优势。课题的系统经工业和信息化部软件与集成电路促进中心赛普评测中心测试，基础编译器所产生的代码平均性能比 GCC4.4 所产生的代码高出 35%，OpenMP 方面高于 GCC 22%，并行编译加速比 21%，二进制翻译器性能达到本地编译器生成代码的 66%，上述指标均超过了合同中约定的相应指标。

2. 进一步提升芯片编译系统的适应性，发挥该系统的优势，提升国产处理器的竞争力

为了让龙芯在科学计算领域具有明显优势，

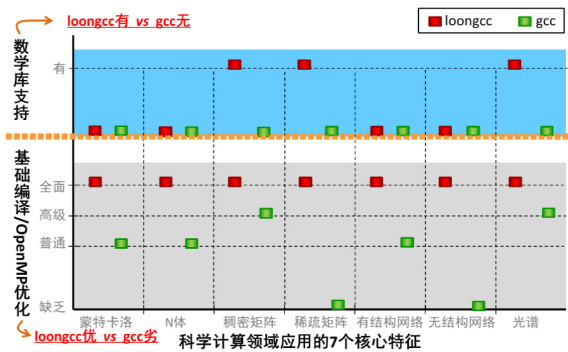


图 1 龙芯编译器的优势

本年度课题组在提升编译器在科学计算方面的适应性和性能方面做了深入的工作。

UC Berkely 并行计算实验室分析了大量的科学计算应用，最终按其计算特征，将科学计算归为如下 7 大类，分别是蒙特卡洛、N 体、稠密矩阵、稀疏矩阵、有结构网格、无结构网格和光谱。图 1 展示了龙芯编译器在这 7 个方面的优势，龙芯基础编译器的数学库支持更加丰富，基础编译和 OpenMP 支持也更加全面。

在性能优化方面，龙芯编译器也具有明显的优势。如图 2 所示，龙芯编译器针对稀疏矩阵和无结构网格应用，增加了不规则数据预取；并分别针对蒙特卡洛、N 体、稠密矩阵、有结构网格和光谱设计了局部性优化、SIMD 优化、循环优化等高效的优化算法，取得了更好的性能。

上述技术使得龙芯编译器在行业实际应用中取得了较好的效果，与 GCC 编译器所生成的代码相比，对气象局的天气预报程序的性能提升了 19.1%，对工业爆炸模拟程序的性能提升了 17.6%，同时也对一款军事应用有了较大的性能提升，从而满足了客户的实际需求。

	高效优化		普通优化		未优化		
特征	蒙特卡洛	N体	稠密矩阵	稀疏矩阵	有结构网格	无结构网格	光谱
编译优化	局部性优化	SIMD	循环优化 规则数据预取	不规则数据预取	局部性优化	不规则数据预取	循环优化 乘加
loongcc							
gcc							

图 2 龙芯编译器与 gcc 编译器的优化对比

重点 / 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”是由计算所牵头的“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项课题（课题编号：2010ZX03003-004-03），起止时间为 2010 年 1 月至 2013 年 6 月。本课题在网络级、小区级和链路级三个层次上提出完整的面向 IMT-Advanced 增强多媒体多播方案；设计改进了面向 IMT-Advanced 增强多媒体多播协议，在面向 IMT-Advanced 增强多媒体多播传输技术，多业务融合的增强多媒体多播无线资源管理，保障多播数据可靠分发的网络层分发技术，针对增强多媒体多播的混合组网及网络部署优化技术等方面取得了创新成果；同时，实现了增强多媒体多播系统仿真平台和原型系统，为验证课题研究的关键技术和概念提供实验环境。

课题完成的成果具体包括：

1. 设计了适用于 IMT-Advanced 系统的增强多媒体多播协议，包括多播与单播业务信道复用、服务连续性保障、业务激活与去激活、MBMS 计数等，提交相关 3GPP 提案 12 项。

2. 提出了多媒体广播组播中的分层叠加码传输方案、分层叠加码与机会多播联合应用方案

及高能效叠加码应用方案，满足业务 QoS 需求的同时提高了系统吞吐量。

3. 在 OFDM/MIMO 多天线系统多播容量分析的基础上，提出了基于分层编码的多播业务无线资源分配方法，保证了多播组中用户的基本 QoS 需求；针对 IMT-Advanced 系统支持单频网多播传输方式的趋势，提出了一套单频网资源管理方法，保障业务服务质量的同时提高系统整体的资源利用率。

4. 提出了基于业务区分的分层覆盖架构、多播混合组网方案，利用单频网和中继网络混合的方式提供大范围覆盖，在此基础上给出了一系列网络层优化技术，如单频网动态管理等技术，



图 1 原型验证系统

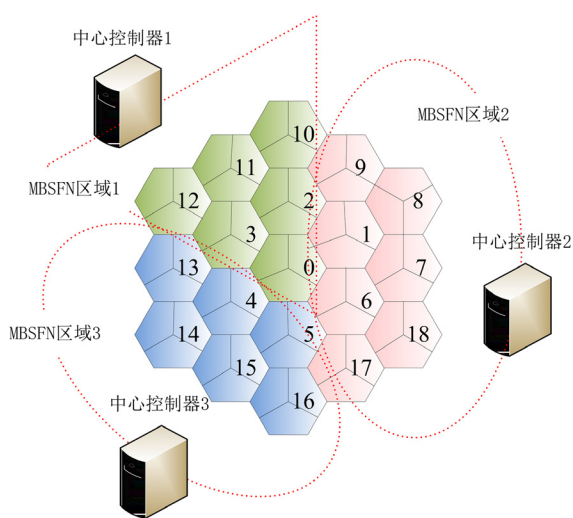


图 2 单频网多播仿真环境

在混合组网场景下提升多小区服务质量，提升小区边缘频谱效率。

5. 提出基于喷泉码提高多播业务接收可靠

性的机制，包括无反馈的可靠组播传输协议、基于有限域的多进制喷泉编码、低复杂度解码等技术，提高了多播传输的可靠性，相关技术已提交美国专利申请。

6. 实现了支持 IMT-Advanced 增强多媒体多播的仿真平台以及原型验证平台，为增强多媒体多播技术验证提供试验环境。其中，仿真验证平台支持面向 IMT-Advanced 的单小区和单频网多播功能，能够支持从链路级到系统级的多播新技术验证；原型验证系统物理层基于 OFDM 技术，能同时支持数据、语音和多媒体业务，支持单播和多播传输。

基于以上工作，申请专利 28 项，向国内标准化组织提交相关标准提案 16 项，向国际标准化组织提交相关标准提案 12 项，发表或录用论文 19 篇，完成了课题合同的所有计划与目标。

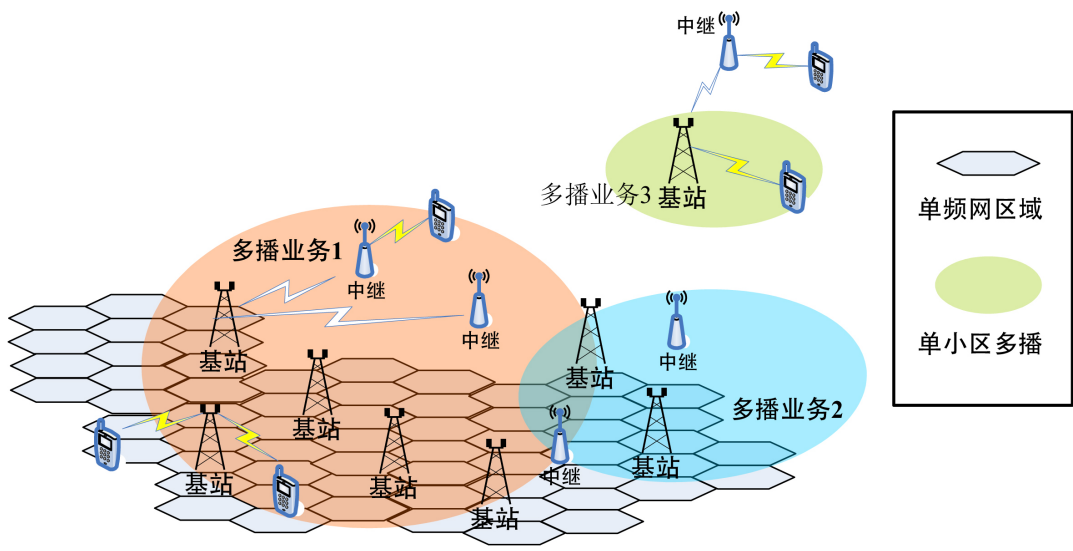


图 3 支持广域覆盖的多媒体多播混合组网



重点 / 重大科研任务进展

面向 IMT-Advanced 基带处理 共性技术

“面向 IMT-Advanced 基带处理共性技术”是由计算所牵头的“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项课题（课题编号：2011ZX03003-003-02），起止时间为 2011 年 1 月至 2013 年 12 月。课题对 IMT-Advanced 的基带处理共性技术进行需求分析，通过研究各类基带处理算法及基本模块的并行化实现方案，设计了具有完全自主知识产权的矢量 DSP 处理器并行处理微架构和基于 MPP-DSP 的信号处理架构，研发了一整套基带自动化设计辅助工具和仿真验证平台，并通过流片对本课题的关键技术和概念进行了验证。具体突破的关键技术包括：

1. 提出了一套完整的基带处理解决方案，该方案设计了一个可扩展/可裁剪的软硬件架构，辅以一整套设计实现的工具和方法，可以支持包括基站和终端的不同应用需求。

2. 新型 DSP 指令集和 DSP 处理器核结构。针对无线通信多模处理算法提炼的新型指令集，

包括标量指令和矢量指令，标量指令主要是针对 2.5G/3G 的通信标准，矢量指令主要是针对 LTE/IMT-A 等先进的通信标准。面向无线通信算法，融合 CPU 的技术特点，集成加速器、矢量处理单元、智能数据传输引擎等灵活可配置的低功耗 DSP 处理器结构。

3. 可重构的多核分层互连结构。通过灵活配置的不同 DSP 核，或者几个 DSP 核进行紧耦合互连，形成多核中的一个节点，然后通过片上网络组成多核架构，支持软件重新配置，重构成新的网络拓扑，以适应不同的无线应用需求。网络本身支持可扩展，并且在网络的边界设计高速的对外接口，利于将更多的芯片互连起来，组成超大规模的“云端”，面向未来云基站的需求。

4. 通过对多种无线通信标准基带处理算法的分析，对物理层的共性算法进行抽取和分类，研究各类通信标准中基带处理算法的并行化设计方案，包括算法结构的并行化设计和各类算法模

块组件的并行化; 并通过分析各种标准的帧结构, 提炼出层间通信的共性架构。并利用组件化设计理念形成协议专用类、公共功能类和信号处理类三个层次的公共算法库, 其中算法组件的设计和封装充分考虑软件的可重载性。

5. 提出并实现 MPP-DSP 系统架构上的操作系统虚拟化机制, 通过对底层硬件物理资源的虚拟化抽象, 实现资源的定量化管理、多任务调度与协调、系统功耗管理, 以高效支持 MU-MIMO、CoMP 等先进通信技术。

6. 一个针对矢量 DSP 核的优化编译系统, 通过全面地刻画处理器核的微体系结构特点, 使

编译器自动对高级程序进行结构优化; 通过编译制导技术, 支持高级语言环境方便地实现算法的并行化; 通过优化的基带算法库支持, 向高级语言提供调用和链接这些库中的标准接口。

综上所述, 通过本课题在全自主化的矢量 DSP 架构设计、基于 MPP-DSP 的软基带处理架构设计、自动化辅助设计工具链等方面的突破, 使我国掌握了 IMT-Advanced 产业链中基带处理器核和基带芯片这两个关键环节的主动权, 有效提高了我国在无线通信领域的自主创新能力, 为新一代宽带无线移动通信网络的研究与部署提供良好的开端。

创新人才

创新文化

创新环境



重点 / 重大科研任务进展

面向 LTE-Advanced 的终端软基带技术

“面向 LTE-Advanced 的终端软基带技术”是由计算所牵头的“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项课题（课题编号：2013ZX03003014），起止时间为 2013 年 6 月至 2014 年 12 月。本课题的目标是以高性能、灵活和低功耗的矢量处理器内核和工具链为支撑，完成对 LTE-Advanced 等宽带无线通信的基带处理算法的并行化和矢量化设计，研制支持多种通信制式和协议的软基带芯片，并通过原型验证平台和工程样片研制对课题研究成果进行验证和测试。

2013 年度，本课题在前续专项课题研发的基础上，取得如下研发成果：

1. 进一步优化了自主矢量处理器的内核结构，完善了自动化辅助设计工具链：采用标 / 矢量紧耦合的多流水线结构，提高了处理器效率；在灵活性设计方面，采用多层次化设计的指令集架构，在不同层面满足矢量处理器的高效性和灵

活性，以满足 LTE - Advanced 所需的强大计算能力，同时也满足系统升级演进所需的可编程性。

2. 完成了 LTE-Advanced 算法参考模型的研发和核心算法的矢量化和并行化优化：通过对 LTE-Advanced 等基带信号处理关键算法的分析，从信号处理链上不同算法模块的结构入手，完成了基带信号处理算法的并行化实现，使基带芯片对数据流的处理能够在最大程度上实现矢量化和并行化。

3. 完成了多模终端基带处理芯片的架构设计：课题在对基带处理算法进行深入分析的基础上，结合矢量处理器内核的特点，提出了一种合理的软硬件划分方式、优化的片上存储和片上通信机制，并设计一个功耗高度可伸缩的终端基带处理芯片架构，解决了软基带方案的高功耗问题。

4. 完成了支持大规模基带芯片功能验证的 FPGA 原型验证平台的建设：课题组针对 LTE-Advanced 基带芯片设计规模大、验证复杂等问题开发了一套芯片功能验证平台，该平台包括支持 4000 万逻辑门功能验证的 FPGA 验证板及其配套的划片和互连工具、射频子板、协议栈处理板、各种芯片接口子板和测试仪表接口子板等，该平台可连接矢量信号发生器和分析仪，可对基带芯片进行快速的系统级功能验证。

5. 完成了技术验证性投片：本年度完成了 55nm MPW 的技术验证性投片，该芯片采用 7

个矢量处理器内核和硬件加速单元，峰值处理能力可达下行 100Mbps 和上行 50Mbps，对本课题的基带芯片架构和矢量处理器技术进行了验证，同时也为 2014 年 40nm 投片进行了技术储备。本次投片的研发成果亦可用于 TD-LTE 终端和小型化基站设备中。

综上所述，由于本课题指标要求高、设计难度大、执行时间短，课题组在 2013 年进行了提前布局，多项工作齐头并进，启动并完成了算法设计、架构设计、内核设计、支撑平台建设等工作，并快速高效地完成了 55nm 技术验证型芯片的投片，为 2014 年课题的研发打下了坚实的基础。

一流人才

一流管理

一流成果

一流效益



重点 / 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”是计算所牵头的国家 973 计划项目（项目编号：2011CB302500），起止时间为 2011 年 1 月至 2015 年 8 月。2013 年度，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了探索研究，取得了一系列成果，超额完成了预期目标。下面介绍本项目各课题本年度取得的突出进展。

1. 面向高通量计算的可扩展、高效能并行微结构

本年度的主要进展如下：（1）开展基于访存请求收集表的优化机制的研究；（2）通过硬件支持的实时性保证的多优先级任务分发机制，确保多个线程切换以提高吞吐和隐藏访存延迟的前提下，以线程优先级为基准，通过实时性任务管理机制调度核上硬件资源，保证并发实时性，来满足任务的实时性需求；（3）提出了基于执行踪迹抽取的自动测试程序生成方法，以及基于统计定时分析的测试通路选择方法；（4）结合所提出的研究成果开发设计了 Godson-Dm 众核处理器芯

片，目前 Godson-Dm 众核处理器已经完成原型系统代码开发。

2. 面向 EB 级数据并发处理的新型系统结构研究与评价

本年度的主要工作围绕高通量系统评测方法和高通量数据通道系统结构设计、高通量应用优化等方向进行：（1）推出了 ICBench 的两个测试集合 BigDataBench 和 DCBench；（2）基于 FPGA 设计了消息式内存原型系统 I，目前该原型已经基本调试通过，正在进行优化，并与高通量处理器的 FPGA 原型系统进行联调；（3）提出了虚拟化细粒度锁，有效降低了物理锁的数量；提出并实现了稀疏矩阵向量乘法的输入自适应的自动调优器 SMAT，可以感知体系结构特征和应用特征，自动找到合适的算法和实现代码。准确率达到 92%。

3. 大规模高通量计算系统的可靠性设计

围绕着自预测-自检测(测试)-自定位(诊断)-自隔离-自愈合(修复、恢复) 5S 关键技术开展

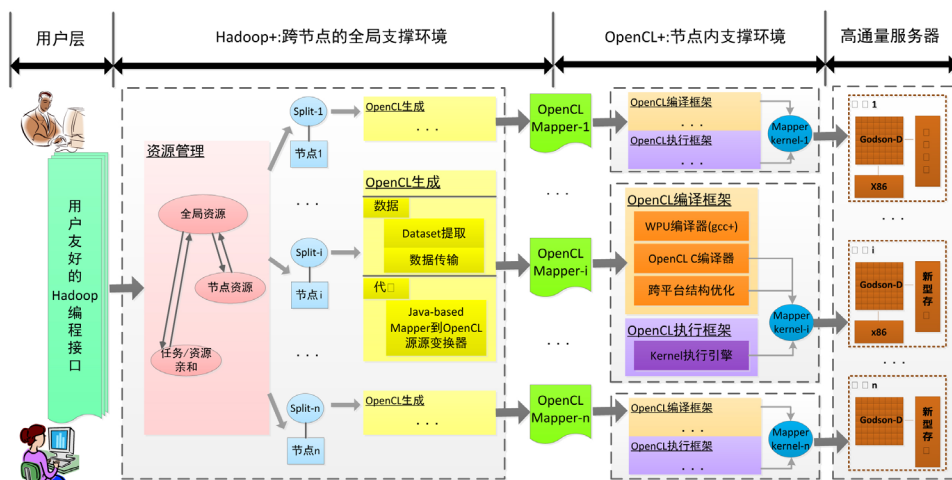


图1 层次化 MapReduce 编程环境示意图

研究，2013 年度在故障预测、定位及隔离上重点部署了研究：（1）提出了基于漏电流测量的在线老化预测方法；（2）利用模拟退火和蚁群算法，在扫描链布局时进行优化，避免有扇入关系的寄存器放置在同一条扫描链上，大大提高了寄存器的诊断精度；（3）提出了一种放松的性能隔离方法，实现边界路由共享，通过共享既取得了规则路由算法简单的优点，又提高了利用率，降低了系统的执行时间，能提高系统吞吐 40% 左右。

4. 面向亿级并发负载的编程模型与支撑环境

本年度针对 Godson-D 的芯片特征和亿级并发负载的特征，研究了层次化 MapReduce 编程模型，对上层应用呈现简洁的编程接口，并利用 OpenCL 来开发 Godson-D 芯片的计算能力。主要包括以下三个方面：（1）形成了完整的层次化 MapReduce 编程模型的框架（图 1）；（2）提取并解决了层次化 MapReduce 编程模型中的三个关键问题；（3）提出使用 OpenCL 编写程序，并配套开发 CPU+Godson-D 异构系统中 OpenCL 编译 / 运行时系统的解决方案。

5. 高通量计算系统的云计算服务环境开发及应用

本年度主要关注云服务环境的构建管理、资源调度和系统性能优化等问题：本年度的主要工作成果：（1）在虚拟计算方面，提出了支持严格公平的资源调度方法；（2）在云存储方面，针对虚拟机镜像文件特征，为虚拟计算环境设计实现了一个名为 Liquid 的分布式、去冗余的文件系统。

6. 高效可扩展移动服务关键技术及应用

本年度的主要工作：（1）开展云计算服务高效部署运行的关键技术的研究；（2）研究了无线信道突发丢包问题优化纠错编码以及数据包调度方式，优化信源信道编码方式以适用于异构无线网络环境下的移动视频分发等问题；（3）研究了基于云计算的移动互联网应用运行引擎、开发引擎、开放引擎关键技术，互联网业务安全机制，能力开放、适配、封装、集成等关键技术，启动运行引擎、开发引擎、能力开放引擎的开发工作（图 2）。

在 2013 年度，本项目在核心科学问题的研究方面超额完成了预期目标。共发表论文 116 篇，

其中, SCI 收录 29 篇, 包括 IEEE Trans. on VLSI Systems(TVLSI), IEEE Trans. on Architecture and Code Optimization(TACO), Journal of Computer Science and Technology(JCST), IEEE Transaction on Computers, IEEE Transaction on Parallel Distributed Systems, EURASIP 等国际期刊; 在高水平国际会议上发

表论文 37 余篇, 包括 VTS, PLDI, CGO, IISWC, FPGA, PACT, Euro-PAR, ASP-DAC, IEEE GLOBECOM, VTC, DAC, ITC, DATE 等。申请并受理发明专利 96 项, 获得发明专利权 11 项。出版专著 1 部。所取得的阶段性研究成果为本项目后两年的研究奠定了坚实基础。各课题的主要成果统计如表所示。

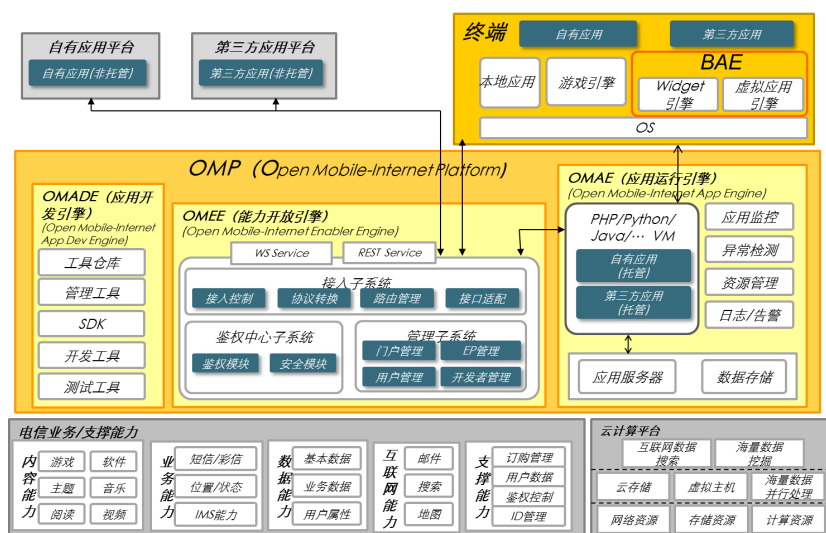


图 2 开放移动互联网业务平台的系统架构

973 项目 2013 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	15	9	2	15	10	3	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	11	1	2	14	50	4	0
2011CB302503	大规模高通量计算系统的可靠性设计	20	0	7	20	5	1	0
2011CB302504	面向亿级并发负载的编程模型与支撑环境	10	6	3	13	12	2	0
2011CB302505	高通量计算系统的云计算服务环境	13	2	10	12	1	1	1
2011CB302506	高效可扩展移动服务关键技术及应用	23	6	5	23	18	0	0
合计		92	24	29	97	96	11	1

重点 / 重大科研任务进展

面向服务的未来互联网体系结构与机制研究

“面向服务的未来互联网体系结构与机制研究”是计算所牵头的国家 973 计划项目(项目编号: 2012CB315800), 起止时间为 2012 年 1 月至 2016 年 8 月。2013 年顺利通过了中期检查, 获得了专家的认可。该项目旨在研究面向服务的未来互联网体系结构, 服务可以理解为“数据”和“处理”的结合体, 其中“处理”包含对数据的计算和存储。该体系结构的基本理念是以服务驱动路由, 增加网络侧的智能使得互联网成为集传输、存储和计算为一体的服务池。

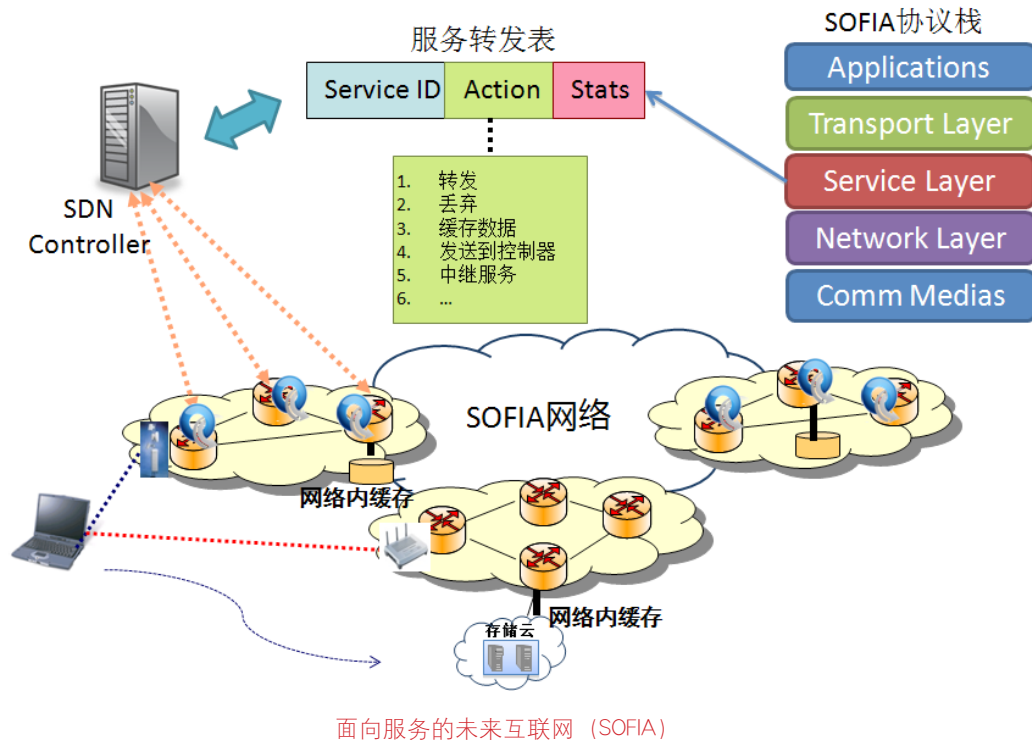
项目在前两年的研究中, 提出了 SOFIA 分层模型, 在服务标识及迁移机理、路由机制、安全与可信机制、网络内缓存管理以及网络科学模型等方面开展了深入研究, 并实现了初步原型系统, 开展了小规模试验床的搭建, 为 SOFIA 的测量和评估奠定了良好的基础。

SOFIA 体系结构层次模型如下图所示, 服务层是整个体系结构的细腰。体系结构抽象为数据平面和控制平面的分离。控制平面基于 SDN (software-defined networking) 思想, 用于提供更好的网络流量管理和安全控制。数据平面

包含网络层、服务层和传输层。网络层提供基于地址的点到点的包查询与转发; 服务层提供基于服务的路由, 建立服务连接; 传输层负责数据传输和拥塞控制。这种层次结构有利于控制平面和数据平面的分离, 解耦合服务灵活处理(服务层)和数据包高效转发(网络层), 解决互联网面临的扩展性、移动性和可控性问题。

截止目前, 本项目已经发表学术论文 260 篇, 其中 SCI 收录 86 篇, EI 收录 140 篇, 关键技术成果发表在 IEEE/ACM Trans、JSAC 等顶级国际期刊以及 ACM CoNext、IEEE INFOCOM、IEEE ICNP 等一系列顶级会议上。申请国内发明专利申请 42 项, 申请 / 撰写标准 5 项。项目前两年的研究中共有 29 人次参与国际交流, 邀请国际上 11 人次进行短期学术访问。在本项目资助下, 培养博士研究生 26 名、硕士研究生 51 名。

在下一步的研究中, 将加强项目中各个课题之间的交流与合作, 以及于网络运营商、内容提供商的沟通与合作, 力争实现 SOFIA 在实际网络中的部署。



集中力量办大事

重点 / 重大科研任务进展

面向多核 / 众核处理器的并行程序编程技术、框架和语言支持

“新型多核 / 众核处理器编程与运行支撑环境”项目是国家“十二五”863计划信息技术领域主题项目（项目编号：2012AA010900），起止时间为2012年1月至2015年12月。下设5个课题：“面向多核 / 众核处理器的并行程序调试技术与工具”（课题号：2012AA010901）、“面向多核 / 众核处理器的并行程序编程技术、框架和语言支持”（课题号：2012AA010902）、

“面向国产处理器的并行程序综合优化技术与系统”（课题号：2012AA010903）、“面向领域的并行应用综合优化技术与系统”（课题号：2012AA010904）以及“面向多核 / 众核系统的运行时支持技术与系统”（课题号：2012AA010905）。本项目2013年的研究工作主要改进多核 / 众核处理器编程、运行时以及调试技术的总体设计，进行原型系统的搭建，并初步探讨了针对国产处理器以及典型应用领域的综合优化技术。

计算所是该项目的项目首席专家单位，并支持课题2的研究工作以及参与了课题1的研究工作。计算所相关团队在2013的主要进展如下：

1. 面向多核芯片的并行化编程技术研究。安全的并行化编程模型POMP，其面向大众编程，其语言机制能帮助用户避免序关系违反和原子性违反等并发错误，且提供实用的并行模式；其开发环境的并行分析能力超过业界优秀的编译器Cetus，并提供辅助用户编程的多种工具。该编程环境可支持Android应用的并行化，下一步将面向华为公司的移动终端、通信设备应用。

2. 针对面向领域应用的并行编程框架的性能优化研究。本项目完成stencil模式语言和优化系统的原型搭建，可以支持存储优化、SIMD优化和自动调优；完成AceMesh模式语言的改进，所提出的垂直任务调度技术相比OpenMP，平均加速可达1.8倍。

3. 新型编译框架的研究。本项目构建了领域专家协同的编译优化框架原型，实现了脚本化的优化序列控制接口，并以稠密矩阵运算为代表性语义模式进行了原型验证。研究了模块化组件池构建技术，解决了优化组件之间的循环标识传递、多面体和LLVM的中间表示相关转换这两个关键问题。提出了基于模式匹配的源源翻译技术，可



实现对数据布局无关的深度优化，并通过矩阵乘法和分解两类案例展示了优化效果。

4. 提出最小调试边界的调试方法以及断点自动生成技术。最小调试边界具有对错误传播的阻隔性，以及所对应的程序状态规模最小化的特征。实验结果表明，采用该方法生成的断点具有检查开销低、加速调试收敛等优势；采用所提供的断点的调试流程，与基于经典错误定位方法的流程相比，能以更低的人工开销定位更多的错误。我们也提出了相关断点的自动生成技术。

5. 非对称数据竞争的研究。现有技术在检测和容忍非对称数据竞争方面存在源代码依赖、需硬件支持、漏报等局限性。我们提出了ARace技术，利用共享变量保护和写缓冲区来动态容忍和检测非对称数据竞争，实测标明其性能开销和内存开销均很小。ARace不仅可以

容忍临界区内和临界区外之间的非对称数据竞争，还可以对并发临界区之间的非对称数据竞争进行检测。

上述成果发表在ACMTACO、IEEE TC、IEEE TPDS等著名国际学术刊物以及CGO、PPOPP等著名国际学术会议上。在本项目的其它主要成果包括：提出了一种基于异构系统上基于数组类型的统一编程模型PARRAY，并开发了具有完全自主知识产权的编程接口，将无关于性能优化的硬件细节对用户透明。相关成果在天河-1A计算系统上得到了大规模编程和实验验证，获得了良好的性能；提出了针对国产申威处理器的统一架构并行语言(UFPL)，也探讨了如何通过语言支持，将硬件细节信息对应用程序员透明，提高应用程序的开发效率，并通过编译系统等工作，保证应用的执行效率等。

科研为国分忧

创新与民造福

重点 / 重大科研任务进展

3D 内容视觉获取技术及设备

“3D 内容视觉获取技术及设备”是国家 863 计划课题（课题编号：2012AA011501），起止时间为 2012 年 1 月至 2014 年 12 月。课题的主要目标是研发新型 3D 内容视觉获取设备和相应的处理技术与系统，方便、高效地生成保持细节信息的 3D 内容，带动相关产业的发展。

课题本年度的主要进展有：

1. 红外散斑成像光学系统的原型样机。原型样机集成激光发射器、散光板、滤光片、红外传感器、彩色传感器等设备，可将红外散斑投射到

测量空间，从而在被照射物体的表面形成散斑图案。课题组完成了原型样机的研制（图 1），提交技术发明专利申请 3 项。原型样机在物距为 5

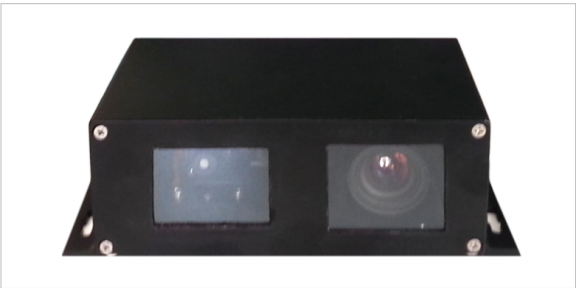


图 1 原型样机

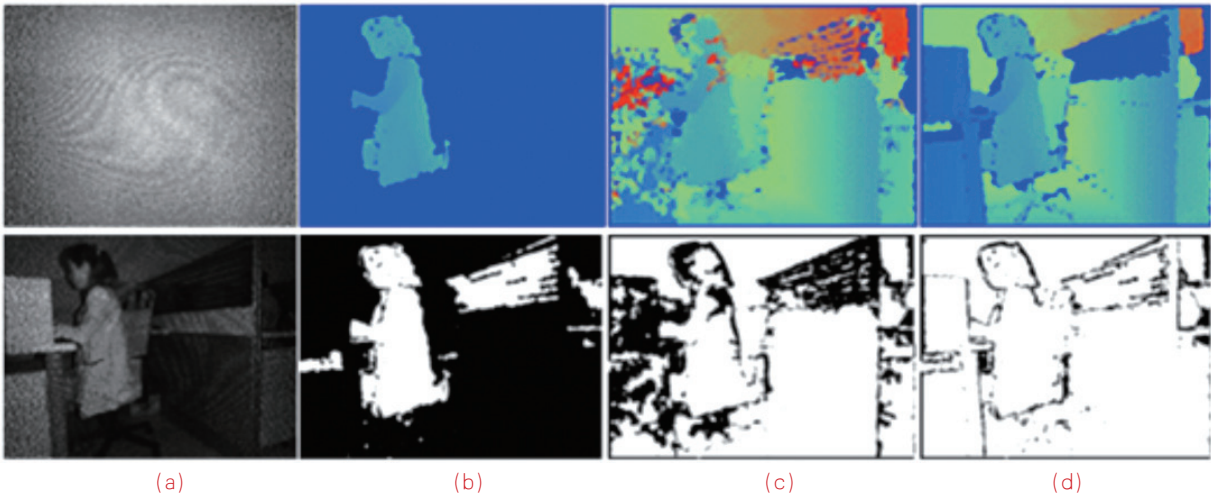


图 2 深度估计：渐进增长与一次性增长的实验结果对比。(a) 参考图像和待重建场景的散斑图像；(b) 和 (c) 是一次性增长算法（用不同阈值）的重建结果及错误率图；(d) 渐进区域增长算法的重建结果及错误率图

米情况下，其物理深度分辨率为 3%。

2. 红外散斑成像光学系统的数据处理。数据处理的目的估计散斑图像中的物体相对光学系统的深度值。其基本原理是将物体表面的散斑图案与参考图像进行匹配，找到最匹配的参考图案，该参考图案所对应距离即是待测物体的近似深度距离。考虑到实际物体表面深度的差异性，如果采用一组固定的相关阈值完成整幅图像的重建过程，容易出现重建不完整或过增长的现象。为此

课题组提了逐渐降低种子点选取阈值的渐进区域增长算法，以保证同名点灰度一致性和邻近点视差连续性的特性（图 2）。

3. 基于单帧彩色 - 深度图像的人脸建模。

课题组利用红外散斑成像光学系统采集人脸的深度图像和彩色图像，然后通过自动或手动的方式识别出彩色图像中的人脸特征点，最后通过参数化人脸模型重建出个性化 3D 人脸模型（图 3）。

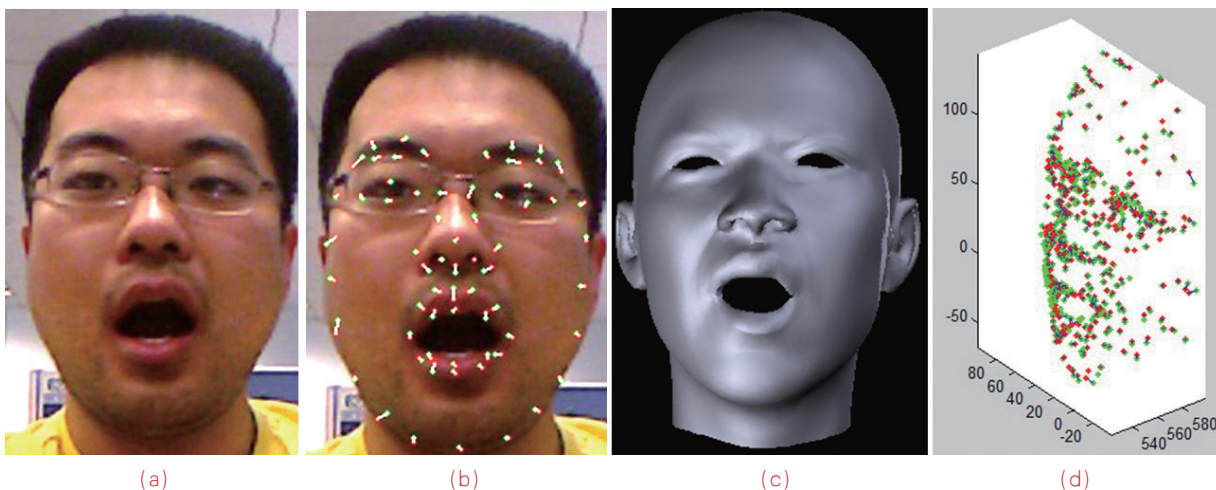


图 3 (a) 人脸图像 ; (b) 2D 特征点误差 ; (c) 生成 3D 人脸模型 ; (d) 3D 特征点云误差

重点 / 重大科研任务进展

可编程虚拟路由器关键技术与系统研制

未来网络核心设备——可编程虚拟路由器关键技术研究及系统研制是国家 863 计划项目（项目编号：2013AA013501）和中科院先导专项“海云创新试验环境构建与关键技术研究”子课题（项目编号：XDA06010303）。本年度课题重点研究了可编程虚拟路由器中数据包处理关键技术，在研究基础上研制了设备样机，并进行了小规模部署试运行。关键技术研究成果包括：

支持增量更新的多路由表压缩算法：虚拟路由器中多路由表共存会引入存储空间扩展性和增量更新问题。为了有效利用有限容量的高速存储器资源，需要对多路由表进行合并压缩，但压缩汇聚将导致更新的频率大幅度增加，由此对存储器带宽又会带来极大挑战。针对该问题，项目组提出一种支持快速增量更新的 trie 树合并方法。在 trie 树节点数据结构中引入前缀位图，使节点和下一跳分离。在 trie 树合并的过程中，避免叶推技术的使用，从而在增加可扩展性的同时支持快速的增量更新。实验结果表明，与传统的隔离方法相比降低了 87% 的存储空间需求；更新开销

只需 1 次写气泡 / 每次更新，显著低于基于叶推的 trie 树合并方法。该部分研究成果发表在 2013 年的 INFOCOM 上。

支持快速更新的路由查找方法：为应对链路速率对路由查找性能的挑战，路由器普遍采用 TCAM 及 SRAM 等硬件构建路由查找引擎。然而频繁的路由更新会显著降低路由查找的性能，特别是虚拟路由器中多虚拟路由表更加剧了路由更新的频率。因此项目组提出了一种混合路由查找方法，它基于有效的 Trie 树划分策略，将路由表划分为两个前缀子集。使用 TCAM 构建的查找引擎保存规模较大的不相交叶子节点前缀子集，用片内 SRAM 构建的查找引擎保存规模较小的重叠前缀子集，并分别进行优化，由此大幅降低路由更新开销。实验结果显示所构建的混合路由查找引擎能实现 64 字节数据包 100Gbps 线速查找。该项研究成果已在 2013 年的 Transactions on Networking 上发表。

中间层转化实现多级流表查找优化方法：多级流表查找是可编程虚拟路由器的一项重要功能，



它对 TCAM 构建的查找引擎带宽、容量都提出了严重挑战。针对该问题，项目组设计了一种中间层流表转化算法。它能够将灵活的多级流表转换成硬件能适配的固定级流表，由此既满足了功能需求又充分利用了硬件资源实现了性能优化。该算法主体思想是首先将灵活的多级流表转换成单表多域的单级流表形式，然后将所得到的单级

流表根据硬件的特性进行拆分使之与硬件处理能力相适配。该部分研究成果发表在 2013 年的 Sigcomm Workshop (HotSDN) 上。

此外，项目组还在利用众核实现流表查找优化等数据包处理技术上做出了研究，相关成果在 ACM/IEEE ANCS 2013, IEEE ICCCN 2013 和 IEEE ISCC 2013 等会议上发表。

创 新

求 实

团 结

高 效

重点 / 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，负责人是李国杰院士。本创新群体已经顺利通过了一期考核，顺延为二期，第二期起止时间是 2013 年 1 月至 2015 年 12 月。

研究群体在 2013 年度中，以高效能计算、低功耗计算、高可靠计算为研究方向，在高性能和高效能计算机的超并行体系结构，多核 / 众核处理器的新型体系结构，以及多核处理器的测试、验证与高可靠性设计方法等六个方面上开展研究，取得了一批国内外同行公认的重要成果。

1. 在高性能计算机超并行体系结构方面：稀疏矩阵自动调优系统发布了 V1.0 版本，论文发表在 PLDI' 13 上；提出了减少大规模图计算并程序同步开销的虚拟锁机制，论文发表在 CGO' 13 上。2013 年在 HPCA 举办了 Tutorial，发布了新的基于 HMTT3 的 400G 左右的 trace。一篇关于 HMTT 的综述文章被 ACM TACO 录用。此外，在 ISPA、ICCD 等会议和期刊上发表文章。数据中心系统各个方向都展开广泛的系统调研，申请了一批专利成果。其中数据中心评测发布了 BigDatabench，DCbench 并受到关注。

2. 高效能计算机设计方法方面：（1）针对由于服务器散热不均衡导致的过度制冷问题，提出通过负载（虚拟机）调度的方式，平衡服务器散热，从而升高制冷系统的温度设置，最终达到降低数据中心制冷能耗的目的；（2）大规模系统智能化运维部分包含两个分属于支撑层和应用层的五个主要子系统：大规模监控数据采集模块、存储冗余优化、内存冗余优化、故障检测模块和自我修复模块；（3）提出一种针对不同结点的处理能力的自适应分配任务的算法；（4）提出一种针对存储资源的可信计量的基本框架，为供应商和用户双方提供精确的存储资源使用计量服务。以上研究共发表 2 篇论文，申请专利 6 项。

3. 在多（众）核处理器的新型体系结构和低功耗设计方法方面：（1）针对高通量信息处理的关键应用领域进行了调研，分析高通量应用程序的典型特点、性能瓶颈，从而得到对高通量处理器设计的结构需求；（2）通过对高通量应用领域的典型程序进行特征抽取和性能瓶颈分析，提出较为适合于高通量应用的众核处理器架构；（3）完成了高通量众核处理器设计探索与模拟平台的研究。

在多核处理器的测试、验证与可靠设计方法

方面：（1）在测试验证方面，提出了基于统计定时分析的测试通路选择方法、基于执行踪迹抽取的自动测试程序生成方法，在 TVLSI 发表论文 3 篇；（2）在可靠性设计方面，提出了跨层次优化的 SRAM 型 FPGA 可靠性布局布线算法、基于版图感知的寄存器故障诊断技术、基于线程行为预测的电压紧急预防方法、基于 BCH 纠错码的相变存储器噪声容忍方法、基于层次化硬件检查点的 SRAM 型 FPGA 快速故障恢复技术，在 TVLSI 录用 2 篇论文，在 ITC/DATE 等领域旗舰会议上发表 3 篇论文；（3）在容错可靠方面，提出了基于双功能时钟电路设计、反沟道效应的时延测试和老化预测方法、基于事件率的数据中心计算机故障预测，在 TVLSI/JCST 发表 4 篇论文，DAC 等领域顶级会议上发表 2 篇论文。

4. 在高性能计算机的并行编译方法方面：（1）提出和实现基于组件的编程方案与编译框架，自动将程序中的串行算法替换成并行算法来解决并行编程难的问题；提出以数据为中心的并行模板语言，支持层次、异步并行的发掘和优化；（2）构建领域专家协同的编译优化框架原型，提出和实现基于模式匹配的源源翻译技术；（3）提出了一种基于统计学习的多核间性能干扰分析方法，

为实现以 QoS 为目标的任务调度提供决策依据。发表论文两篇，其中期刊一篇（软件学报），会议一篇（PACT），申请专利 4 项；（4）对于共享存储模型的并程序序，提出了一种类线性复杂度的可能并发分析算法，可以显著提高错误检测的准确度；针对当前程序错误定位领域效率和精度不可兼得的矛盾，设计了一种基于最小调试边界的类分治自动调试方法，作为新型程序调试技术的基础。

在本项目的研究过程中，产生相关研究平台也是本群体的目标之一。在项目开展过程中，众核处理器的在线 3S 软硬件研究平台、系统级功耗和可靠计算研究平台、内存系统监控分析平台、部件级功耗监控系统、基于 Godson-T 的节点内处理器异构的集群系统的实验环境等五大自主研发平台也取得了预期进展。

本项目本年度的主要研究工作取得了一系列成果，并得到了国际同行的肯定。在 2013 年度发表学术论文 62 篇，其中 EI 索引 54 篇、SCI 索引 10 篇。期刊论文 29 篇，其中在 ACM TACO、IEEE TVLSI 等顶级期刊上发表论文 9 篇；会议论文 33 篇，其中在 CGO、DAC、DATE、ISLPED、ITC、PACT、PLDI、VTS 等顶级会议上发表论文 14 篇。申请 / 授权发明专利 20 项。



创新群体年度总结交流会

重点 / 重大科研任务进展

图像与视频处理

该项目是国家自然科学基金杰出青年基金项目（课题编号：61025010），起止时间是 2011 年 1 月至 2014 年 12 月。本项目旨在研究图像、视频处理与识别中的表示和识别等基础性问题及在人脸、人体感知等方面的应用。

在 2013 年中主要的研究进展包括：

1. 原型超平面学习方法

针对如何利用无标注数据和弱标注数据的问题，提出了一种原型超平面学习方法。从无标注数据集中学习某种中层属性，构成分类模型，其输出表示图像具有某种特性的强度。并通过一个仅具有边信息的弱标注集合来确定每一个 SVM 的模型参数，即确定原型超平面（prototype hyperplane）。该方法首先利用无标注的数据集构建若干个 SVM 模型（参数待定），这些 SVM 的输出代表了某种中层特征表示；然后在具有边信息的弱标注集合上最大化基于中层特征表示的类 Fisher 准则（Fisher-like criterion）从而确定每个 SVM 模型的最优参数。获得了 SVM 的模型参数之后即得到了中层的特征表示，为了进一步降低特征维数并提升识别性能，我们利用

基于边信息的判别分析方法对其进行降维。该方法发表在 2013 年 IEEE Transactions on Image Processing 上。

2. 融合数据选择与识别的方法

针对如何利用视频中的信息进行有效识别的问题，提出了一种融合视频帧选择、数据对齐以及识别的方法。其基本思路是将视频帧选择的评价、数据对齐的评价以及识别过程融为一体。通过低秩约束的稀疏表示将质量对齐、几何对齐与识别三个子任务放在一个统一的框架下进行耦合优化。选择出来的质量比较高的样本子集里如果存在一个低秩结构并且都能够与静态图像对齐好，那么它们应该能够在静态图像集上被联合稀疏表示。在数据帧的对齐上利用稀疏约束，而在数据帧的选择上假设质量比较好的视频帧由高质量的静态图像稀疏表示的重构残差较小。利用该方法在多个 YouTube 和 COX 数据集上的测试结果均超过其他方法。该方法发表在 ICCV 2013 上。

3. 表情的建模与识别

提出了一种受 Action Unit 启发的深度网络

用于表情分析与识别。该方法由三级串接的模块构成，在第一级包括两层——卷积层和 max-pooling 层，从而获得过完全的与表情相关的表示；在第二级构建更大范围的 AU-awared 的感受野层，目的是获得更大范围的组合和响应；在最后一级，采用多层约束玻尔兹曼机 (RBM) 获得层次化的特征，用于最终识别。这一工作获得第 15 届 ACM 国际多模式人机交互大会 ICMi2013 同期举行的 EmotiW 竞赛的第三名，竞赛共有 27 支队伍参加，并最终有 10 支队伍提交了测试结果。该竞赛面向现实场景下的多模式人机交互需求，设置了极具挑战性的从电影片段中进行人物情绪

识别的任务。

在 2013 年的研究过程中，发表论文 13 篇，其中包括在 IEEE Transactions on Image Processing 等国际刊物论文 4 篇，在国际主流会议包括 ICCV、CVPR 等上发表论文 7 篇。培养博士研究生 4 名、硕士研究生 3 名。作为大会主席承办了 IEEE FG2013，作为 Finance Chair 协助承办了 ISCAS2013。并且应邀参加了在美国雷德蒙举办的微软教育峰会 (Microsoft Faculty Summit)，现场展示了手语手语识别系统。到芬兰 Oulu 大学进行讲学交流，与国外同行开展了深入的学术交流与合作。



参加微软教育峰会

重点 / 重大科研任务进展

在线社会关系网络的挖掘与分析

本项目为国家基金重点项目（课题编号：61232010），起止时间是 2013 年 1 月至 2017 年 12 月。本年度在排序学习、网络信息传播、富媒体数据处理、话题模型、网络社区分析、推荐算法等方面展开了研究并形成了一系列有国际学术影响的研究成果。

1. 排序学习方面

针对排序信息的不完整问题，通过将随机化思想引入到直接优化评价准则的目标中，提出了随机化评价准则的直接优化算法，解决了评价准则在不完整数据信息上不准确的问题。针对如何降低点对间偏好关系标注的复杂度，提出了 top-k 标注策略，从理论和实验上证明了 top-k 标注对于排序学习的充分性。针对排序学习中用户对相关性和多样性的多目标需求，提出了融合相关性和多样性的关系排序学习框架，解决了使用排序学习方法进行多样性排序的一个难题。研究成果发表在 ICDM 2013、WWW 2013、SIGIR 2013、CIKM 2013、UAI 2013 等数据挖掘和知识管理领域的国际会议上。

2. 影响力分析方面

针对社会网络中影响最大化算法面临的计算效率和计算精度难以兼顾的问题，我们通过严格保证影响力最大化目标函数的次模性和单调性，提出了静态影响最大化算法，在保证 $1-1/e$ 的计算精度的同时，将计算效率提高了 2 个数量级。为探索信息传播的显著模式和内在规律，我们采用 SinaWeibo 的大规模信息传播数据开展了千万级用户上的实证研究，为研究信息传播的时序结构规律提供了实证分析基础。为准确预测社会网络中消息的流行度，我们提出了基于结构多样性的消息流行度预测算法，将流行度预测准确率



图 1 程学旗研究员在 2013 中国大数据技术大会上讲话

提高了近 20%。研究成果发表在 WWW 2013、CIKM 2013 等国际会议和 PLoS ONE、Physical Review E 等国际期刊上。

3. 富媒体数据处理方面

针对图像自动标注所面临的语义模糊和类型多样等复杂性的问题，我们提出了适用于海量图像与视频数据的自动化语义标注显著性算法。针对现有图像视频数据特征抽取方法面临的噪声大、效率低等问题，我们提出了一种基于预激活的视觉显著性检测算法，克服了“现有视觉显著性算法因采用分而治之策略或依赖于视频运动信息估算而导致割裂不同场景之间相互关系”的问题。我们将近红外波段图像与可见光波段图像融合起来，建立了可见光 - 近红外图像数据库。研究成果发表在 Computer Vision and Image Understanding、IEEE Transactions on Cybernetics 等国际期刊个。

4. 学术活动

1) 推动 CCF 大数据专委会的成立，并组织了多次 CCF 大数据专委会的活动；

2) 项目负责人程学旗研究员在《计算机学报》上组织主题为“在线社会关系网络挖掘与分析”的专辑，收到稿件 70 余篇；

3) 项目骨干沈华伟副研究员在 Springer 出版社出版专著 1 部：Hua-Wei Shen. Community structure of complex networks。受湛庐文化的委托，翻译了复杂网络著名著作《Linked》，译著由浙江人民出版社出版，中文名称为《链接》；

4) 作为社会关系网络分析与挖掘的示范应用平台，搭建了天玑学术搜索平台，以社会化和众包的方式为科研人员提供学术交流和学术研究的平台。目前有活跃用户 4000 余人、收集学术论文数百万篇。



图 2 受湛庐文化委托，翻译的复杂网络著名著作《Linked》，译著由浙江人民出版社出版，中文名称为《链接》



图 3 天玑学术网系统界面

重点 / 重大科研任务进展

基于云计算的海量数据挖掘

本项目为国家基金重点项目（课题编号：61035003），起止时间是2011年1月至2014年12月。项目组按计划进行深入研究，圆满地完成了2013年的工作，取得如下进展。

1. 基于云计算的海量数据挖掘方法和算法

（1）并行数据挖掘方法

利用数据库来模拟链表结构，管理挖掘出来的知识，提供了树形结构、图模型的分布式计算方法，提出一种在Hadoop上高效数据挖掘框架。

为了加速分布式SVM优化的全局一致性，我们提出分组式的分布式交替方向乘法，引入分组机制，将学到的组结构信息用于全局变量优化。

（2）特征捆绑框架

针对视觉感知，提出特征捆绑的CCF框架，由视觉特征提取、紧凑编码、特征捆绑三层构成。

针对视频轨迹，提出了一种基于轨迹分段与多示例学习的异常检测框架TRASMIL。提出了多模态稀疏表示分类器mSRC。

提出混合生成式和判别式学习的图像自动标注模型HGDM、基于概率潜语义分析(PLSA)和最大二等分模型(MAX-BIS)的图像语义标注方

法、基于概率潜语义分析(PLSA)和随机游走模型(RW)的两阶段精细化图像语义标注方法。

（3）基于大脑皮层功能柱结构的粒度计算

基于粒度计算的观点把模糊逻辑设计与机器学习有机的结合起来，提出了脑皮层粒度计算模型。该方法能有效提升照片的信息含量，具有更好的去雾效果。

（4）跨领域典型相关性分析

针对大数据环境下，由于数据快速更新带来的有标签训练样本与测试样本间分布的差异，提出了一种跨领域典型相关性分析CD-CCA算法。该算法在传统典型相关性分析方法的基础上，结合基于特征映射迁移学习的思路，用于分析领域特有特征与领域共享特征之间的相关性。

（5）数据挖掘算法

提出多类监督型新分类器、安全性半监督学习算法、无监督大间隔聚类算法、基于视图间成对约束信息的协同度量学习方法，并以并行结构集成的鲁棒人脸识别模型及其相应算法。

2. 海量数据预处理

（1）云数据库系统

研究了云数据库系统 GCDB, 对其系统架构、功能模块进行设计。云数据库系统采用了分布式架构和数据查询优化技术的关键技术。

(2) 特征选择

针对多目标问题, 结合基于 Pareto 优化的演化算法设计了特征选择方法, 并与传统的单一目标方法进行了实验对比。

提出一种基于视图差异性与相关分析的多视图特征选择方法, 来同时选择每个视图的差异性特征与判别性特征。

(3) 维度约简与特征降维

提出了决策粗糙集模型中基于最小化决策代价的优化问题。提出了启发式算法、遗传算法和模拟退火算法三种约简算法。

对于非线性降维, 我们提出一种基于关系图增强融合类别信息的图像语义流形学习算法, 可充分利用反馈信息, 有效实现高维图像特征数据的降维, 学习查询图像的语义子空间。

3. 面向海量数据挖掘的云计算模式

(1) GCFS 云存储系统

研究了存储虚拟化, 提出了一种分布式存储技术: GCFS 云存储系统。对其系统架构采用分布式架构进行设计, 对系统可用性、数据安全、数据去重等关键技术进行了研究。

4. 基于云计算的海量数据挖掘按需服务

(1) 自适应支撑框架

为海量数据挖掘云服务提供了一个自适应的支撑框架, 具有自适应需求描述语言等。

(2) Web 服务

提出了一种全新的 web 服务分解算法, 将 QoS 优化和冗余服务去除两个功能整合到一起。

(3) 自适应学习算法

针对大规模离散 (或连续) 状态空间强化学习问题, 提出了基于分段线性基的时间差分学习方法 PLVF-TD。

(4) 扩展多智能体环境 MAGE

扩展了多智能体环境 MAGE, 增加了 BDI 推理机, 构建具有推理机的多智能体环境 MAGER。

5. 云计算海量数据挖掘引擎

初步开发了大数据挖掘云引擎 CBDME, 为智能城市知识数据中心提供解决方案。研发基于 MapReduce 的并行海量数据挖掘算法工具箱 DoDo。

2013 年度发表专著 3 本, 发表国际期刊论文 35 篇, 其中 SCI 收录 25 篇, EI 收录 10 篇, 发表国际会议上论文 33 篇, 其中 EI 收录 19 篇, 在国内重要期刊发表 (含录用) 文章 14 篇, 其中 EI 收录 5 篇, 参加国际会议特邀报告 2 次, 国内会议特邀报告 7 次。申请国家专利 11 项, 已有 2 项获得正式授权。获软件著作权 4 项。课题负责人史忠植获得 2013 年中国人工智能学会吴文俊人工智能科学技术成就奖。

理论计算机科学

本项目为国家基金优秀青年基金项目（课题编号：61222202），起止时间是 2013 年 1 月至 2015 年 12 月。本年度围绕着计算问题的难解性，分别对超图性质的判定树复杂度、2 部图性质的 sensitivity 复杂度、有空间限制的通信复杂度、最少比较次数的归并算法等多个问题展开了系统深入的研究，改进了 Knuth-Yao 在归并算法方面的研究结果，解决了 Feldman 等在分布式在线优化策略方面提出的未解问题。取得的重要研究成果如下：

1. 单调 3 均匀超图性质的判定树复杂度研究

图性质函数是判定树理论中一个重要的研究对象，著名的 Aanderaa – Karp – Rosenberg 猜想断言：任何单调的图性质都是诡的，即其判定树复杂度为 $\binom{n}{2}$ 。Rivest 和 Vuillemin 证明了其判定树复杂度至少是 $\Omega(n^2)$ 的。我们在研究中首次将这一结论推广到 3 均匀超图性质，证明了对于任何单调的 3- 均匀超图（图 1）性质，其判定树复杂度都至少是 $\Omega(n^3)$ 的。我们的证明方法是将 Rivest-Vuillemin 的组合证明技术与 Kahn-Saks-Sturtevant 的提出的代数拓扑技术相结

合，同时我们的证明中还使用了 Vinogradov 所证明的弱哥德巴赫猜想。这一研究工作已经发表在 Theory and Applications of Models of Computation 2013 会议上。

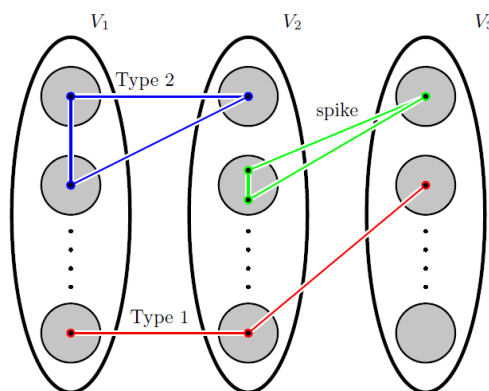


图 1：3- 均匀超图

2. 二部图性质的 sensitivity 复杂度研究

布尔函数的 Sensitivity 复杂度最早由图灵奖得主 Cook 教授提出，是判定树研究领域非常重要的一个复杂性度量。Turan 猜想断言：对于任意非平凡的图性质 P ，它的 sensitivity 复杂度至少是 $n-1$ （ n 是图中顶点个数）。目前关于这一猜想的最好结果是本人在 11 年证明的 $5/17n$ 。在最

近的研究工作中我们首次提出如下推广的 Turan 猜想：对于任意非平凡的 $n \times m$ 二部图性质，它的 sensitivity 复杂度至少是 $\min \left\{ \left\lceil \frac{m+1}{n+1} n \right\rceil, \left\lceil \frac{n+1}{m+1} m \right\rceil \right\}$ 。我们对 $n \times 2$ 的二部图（图 2）证明了这一猜想。对于 $n=m$ 的情况，我们使用完全不同于之前 $5/17n$ 的证明方法，证明了 $n/2$ 的下界。这一工作已经发表在理论计算机科学领域知名期刊 Theoretical Computer Science 上。

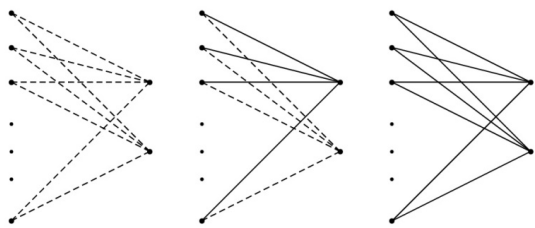


图 2: $n \times 2$ 二部图

3. 有空间限制的通信复杂度研究

通信复杂度最早由图灵奖得主姚期智教授在 1978 年提出，在过去的三十多年里，通信复杂度已经成为理论计算机科学中最重要的证明下界的工具之一。我们在研究工作中首次提出了有空间限制的两方通信复杂度，在这一新的模型下我们证明了关于通信双方所使用的计算空间的层次

定理，并对一些具体的计算问题证明了超过线性的通信复杂度下界（传统的通信复杂度永远不可能超过线性），其中包括：判定相等问题，计算内积问题，判定图的连通性等多个问题。这一研究工作已经发表在 Innovations in Theoretical Computer Science 2013 会议上，得到了国际同行的关注。

4. 域扩张对 determinantal 复杂度的影响

图灵奖得主 Valiant 最早定义并研究了 Determinantal 复杂度 (DC)，如何证明 determinantal 复杂度的下界是问题难解性研究中的一个重要课题。我们首次提出了研究域的扩张对于 determinantal 复杂度的影响这一问题，我们证明了对于多项式 $P = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2$ ，其在有理数域上的 determinantal 复杂度与其在实数域上的复杂度至少相差 2 倍。我们还研究了对于 2 次和 3 次有理系数函数 $Q(x, y)$ 的 determinantal 复杂度，从几何的角度给出了 $DC(Q) = 2, 3, 4$ 的刻画。这一研究工作已经发表在 International Symposium on Algorithms and Computation 2013 会议上。

重点 / 重大科研任务进展

计算机体系结构

“计算机体系结构”是国家基金优秀青年基金项目（课题编号：61222204），起止时间是2013年1月至2015年12月。2013年度，在加速器设计和并行程序调试方面进行了探索，取得了一系列成果，超额完成了预期目标。下面介绍本项目本年度取得的突出进展。

在面向暗硅限制的视频处理加速器方面，我们提出了一种新型的运动估计方法，使得视频编码有着更佳的性能。已有的运动估计方法都包含3个步骤：时空预测、整数搜索和小数搜索。在我们提出的编码方法中，我们大胆的去除了难以并行的整数搜索，只用时空预测和小数搜索来进行视频编码。我们发现，仅用时空预测和小数搜索可以得到比以前更加好的性能，因为整数搜

索只能提高非常少的运动估计的准确性，却需要很大的性能开销。该方法在众核环境下视频编码里是有着突破意义，所取得的文章成果也被 IEEE Transactions on Image Processing 接收。

在众核环境下并行程序调试理论和方法上，我们提出了一种高效的确定性重放技术。确定性重放可以使并行程序的执行确定性的重放出来，为众核环境的并行程序调试提供了极大的便利。通过使用处理器的全局时钟以及我们提出的时序理论，我们的确定性重放方法使用极小的日志就记录了并行程序执行的不确定性因素，使得我们的方法在众核环境下十分实用。所取得的文章成果也被 ACM Transactions on Architecture and Code Optimization 接收。

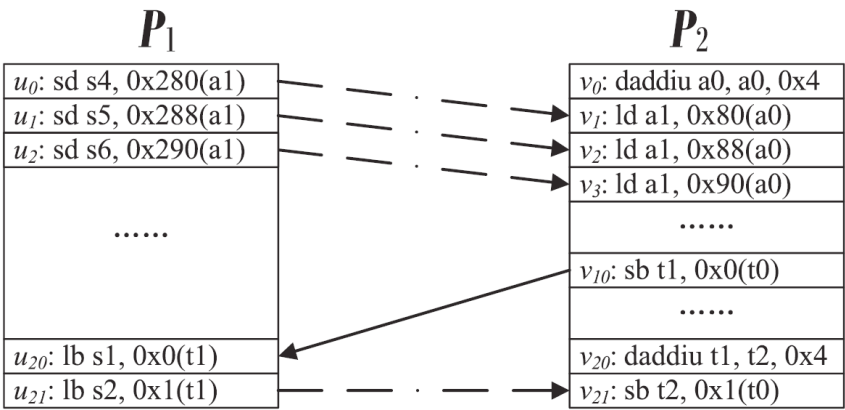


图 1 基于序预测的方法可避免记录虚线代表的序

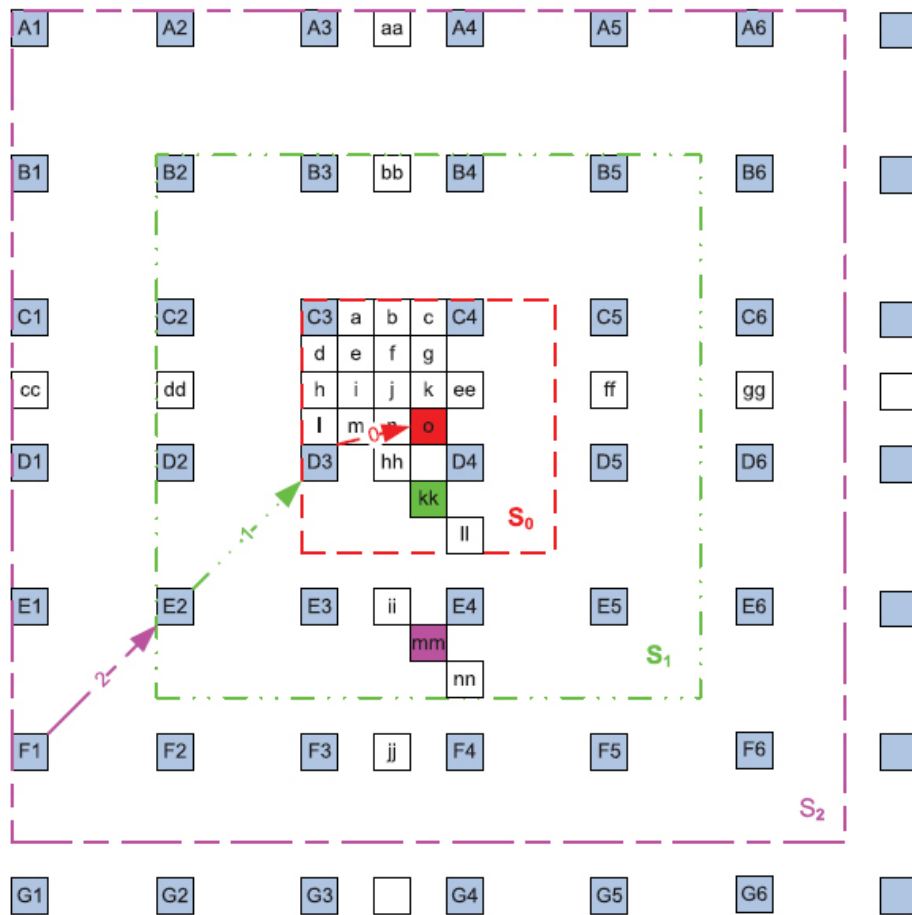


图 2 运动估计搜索范围

从 优 秀 到 卓 越

重点 / 重大科研任务进展

视觉模式分析与识别

本项目为国家基金优秀青年基金项目（课题编号：61222211），起止时间是2013年1月至2015年12月。本年度项目负责人及其团队围绕视觉模式分析与识别相关问题开展研究。重点在数据驱动的特定类目标分割、视觉显著的关键特征点检测、自适应的特征提取、利用弱监督和无监督数据的模型学习、基于视频的目标识别等方面开展研究，并应用于面部特征点定位、头发/人体/动物区域分割、基于视频的人脸和表情识别等问题上，取得了较好的效果。

基于相关工作发表了8篇标注学术论文，其中CCF A类论文4篇（包括国际会议ICCV论文2篇，国际会议CVPR论文1篇，国际刊物IEEE TIP论文1篇），模式识别领域旗舰国际刊物Pattern Recognition论文2篇，人脸识别领域专业会议FGR论文2篇。主要研究进展如下。

1. 数据驱动的特定类目标分割

与一般意义上的图像分割相比，特定类目标的分割问题定义更清晰，评价也更客观和科学，因而具有更好的实用性。以头发分割为例，我们研究并提出了一种数据驱动的特定类目标分割方法。该方法以特定类目标的ground truth分割数

据库为基础，采用机器学习的方法学习图像特征与分割结果之间的关系，从而可以实现分割结果的有效预测，并与Graph Cut等传统方法进行融合，取得了更加鲁棒可靠的分割结果。该工作相关论文在FG2013上发表。

2. 基于瀑布式剪枝算法的关键特征点定位方法

目标识别如人脸识别需要对多个关键特征点进行准确地定位。传统方法或者采用每个关键特征点独立分类器检测的方法，或者采用类似于主动形状模型ASM或主动表现模型AAM之类的方法建模多个点之间的统计关系，从而同时定位多个关键特征点。在每个关键特征点独立检测基础上，我们提出了一种利用瀑布式剪枝算法配合结构化SVM的多个面部关键特征点协同定位方法，取得了非常好的定位效果。以该工作为基础的论文发表在了国际会议ICCV2013上。

3. 自适应判别特征提取方法

针对待识别的目标适应性的调整识别模型对提高物体识别系统的性能具有重要作用，然而，在很多应用中，待识别物体往往只有少量样本因

而难以学习识别模型。为此，我们提出了一种基于参考集的自适应判别特征提取方法，该方法利用待识别物体的单个样本在参考集中的邻域关系来估计该物体样本的类内散度变化，从而学习到特定于该物体的判别特征提取方法。相关论文发表在了模式识别领域的核心国际刊物 Pattern Recognition 上。

4. 利用弱监督和无监督人脸数据的原型超平面学习方法

为充分利用互联网上蕴藏着大量没有身份标注信息或仅有少量弱标注（边信息）的人脸图像，我们提出了一种利用弱监督和无监督人脸数据的原型超平面学习方法。该方法将弱标注数据集中的每个样本（样本对）都表示为一个中层特征，该中层特征的每一维对应一个建立在无标注数据上的支持向量机（称为原型超平面）的输出。同时，为了得到一组判别式的中层特征，原型超平面的最优参数通过最大化弱监督数据集上的类 Fisher 准则得到。相关论文发表在了图像处理领域的顶级国际刊物 IEEE Trans. on Image Processing 上。

5. 基于局部区域描述子测度学习的人脸识别方法

局部区域时空描述子对姿态变化具有良好的鲁棒性，为此，我们提出了一种基于稀疏编码的空间描述子并将其扩展到时空局部描述子以用于基于视频的人脸识别中。为了更好地融合不

同局部区域的特征，采用了多个距离测度同时学习的方法，以便进一步提高性能。在静态人脸识别和基于视频的人脸识别上的实验表明这两种描述子均可以取得非常优秀的性能。相关工作的论文发表在了 CCF A 类国际会议 CVPR2013 上。

6. 基于视频的人脸识别方法

传统的人脸识别方法往往遵循先对齐人脸再识别的方法，然而识别结果的好坏往往非常依赖于对齐的好坏，同样的，识别结果的信度也在一定程度上反映了人脸对齐的好坏。基于此，我们提出了一种将人脸对齐、人脸选择和识别三者进行耦合的视频人脸识别方法，该方法可以更好地对齐视频片段中的人脸并选择其中最利于识别的视频帧，从而提高了识别的精度。以该工作为基础的论文发表在了领域 CCF A 类国际会议 ICCV2013 上。

7. 基于深度学习的 AU-Aware 表情识别

基于肌肉解剖而定义的动作单元（AU）表情编码是表情识别的基础，但由于摄像系统只能捕获人脸皮肤表面的光反射，因而难以准确检测 AU，换句话说，AU 编码系统并不适合自动表情的分析。基于深度学习的层级抽象框架，我们提出了一种不直接检测 AU、而利用深度网络来“学习和定义”类 AU 的基本动作单元的方法，该方法在中间层级上通过卷积模拟了 AU 部件。相关工作发表在了人脸识别领域专门会议 FG2013 上发表。

重点 / 重大科研任务进展

海云计算系统关键技术与系统研究

“海云计算系统关键技术与系统研究”为中科院先导项目（课题编号：XDA06010400），起止时间是2012年1月至2016年12月。

随着人机物三元世界的融合，海端设备（即与人、物直接交互的网络终端）的规模快速增长。以云计算模式为核心的当代信息服务系统在数据处理性能和能耗方面无法应对由终端规模增长所带来的性能和能耗方面的挑战。为实现未来人机物三元融合，建立“感知中国”信息网络，构建一个海云协同计算和数据处理环境，本任务提出海云计算系统的概念。其总目标是研究海端和云端设备共同参与任务执行的计算系统。

海云计算系统在2013年提出了海云计算系统的REST 2.0计算模型，并初步完成了关键专利申请和布局。从技术层面来看，本研究任务设计了海云服务器的十亿级并发简约体系结构，搭建了海云服务器的FPGA原型系统，提出了函数指令集可重塑处理器体系结构，仿真效能比达250-1000 GOPS/W，并且提出了海云存储的稳定集缓存、网络盘阵、元数据集群等技术。

海云计算模型（REST 2.0）将万维网（WWW）的计算模型（REST 1.0）拓展到海云计算环境，并扩展了REST 1.0的规范和设计准则。REST 2.0模型定义了海端和云端计算机的分工，海计算机间的协议SeaHTTP，以及海应用SeaApp的

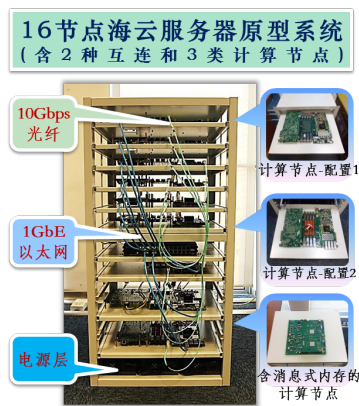


图1 多节点海云服务器FPGA原型系统(含两种互连和三类计算节点)

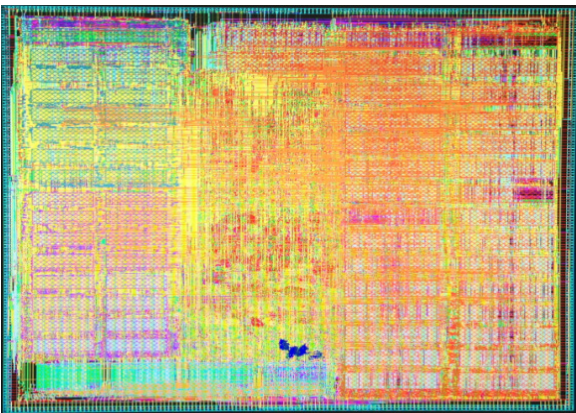


图2 可重塑神经网络加速器芯片版图

编程方法与执行模型。作为水平化网络协议，SeaHTTP 提出两种传输新原语“合”（COMBINE）与“拆”（BRANCH），满足用户的并行动态模糊需求，降低了数据传输量，减少了传输延迟，节约了网络能耗。

海云服务器是以数据为中心的计算机系统。在其简约化的体系结构中，异步消息式内存适应海云应用访存需求，片上总线直接扩展技术实现指令级别直接访问远程资源，双层直连的数据中心网络拓扑可支持网络规模任意扩展，以及平行虚拟化系统软件用来减少软件栈层次。这些相关研究成果已初步形成了海云服务器的处理器、内存、网络及系统软件的核心专利群（受理 89 项，完成交底书待递交 114 项），申请了国际专利，得到合作伙伴华为公司的高度认可。此外，海云服务器也积极推动国际标准，如海云测试程序集已受到国际认可。

可重塑处理器完成了一款面向神经网络算法的可重塑加速器的芯片设计，可用于海端智能交互和云端大数据处理，支持 DNN（深度学

习）、CNN、MLP、SOM 等多种神经网络算法。网表仿真表明，在 65nm 工艺下，主频可达 0.98GHz，峰值运算能力达到 452GOPS，功耗仅为 0.485W，性能功耗比为 931.96 GOPS/W，达到预期性能指标。该项工作被领域顶级会议 ASPLOS（CCF A 类）录用，这也是此会议迄今大陆第二篇正式论文。

海云存储系统发现了海端多次访问云端数据具备的“稳定集”规律。与传统的“工作集”不同，海云数据访问被划分为在时间上具有局部性与阶段-转换特性、在空间上具有相关性与同时访问特性的多个稳定集。40 种应用试验表明，利用稳定集模型的缓存技术比目前国际最先进的缓存管理算法 LIRS 可降低访问延迟 1~2 个量级。由海门户、站点和云构成三层海云存储系统可支持上亿个海门户（TB-PB 容量）和上万个云站点（PB-EB 容量），并具有 ZB 级可扩展性。海云存储系统还提出了基于子卷粒度横向扩展的元数据集技术，可容忍节点级故障的高可用网络盘阵技术，以及基于代理协作的广域存储等技术。

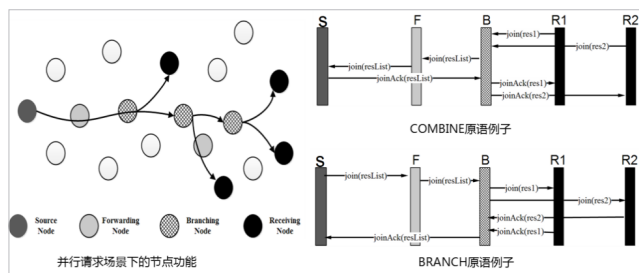


图 3 SeaHTTP 新原语示例图

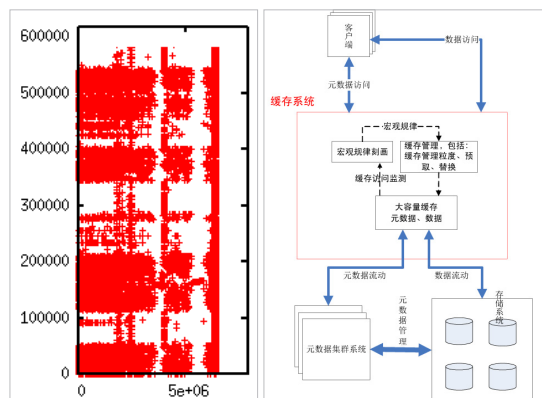


图 4 海云数据访问“稳定集”宏观规律与缓存管理系统

重点 / 重大科研任务进展

华为高通量服务器研制

“高通量服务器研究项目”是由计算所和华为技术有限公司签订的“中科院计算所-华为联合实验室”A类项目，项目于2012年4月正式启动，并于2013年12月通过第二期中期审核。本项目的总体目标是基于新型的负载处理器、异步内存、一体化存储和高性能网络，配以异构操作系统、和相对应编译和开发环境，完成面向高通量负载的软硬件一体化系统。

截至目前，本项目共计发表/录用论文39篇，关键技术成果主要发表在HPCA、CGO、PACT、IISWC、ISPASS、Euro-Par、IPDPS、DATE等国际会议及ACM TACO、软件学报、计算机学报、小型微型计算机系统等国际和国内学术刊物上。申请并受理发明专利157项。

本项目在2013年度取得的主要进展如下：

1. 高通量数据中心的评测指标和基准测试程序。研究构建高通量数据中心Benchmark的关键技术，收集了约30个高通量Benchmark应用，定义了高通量计算的典型特征和评价指标，为原型系统的指标参数确定提供依据；完成了DCBench、BigDataBench、CloudRank等基

准测试程序集；并设计了可用于高通量应用的一体化性能分析工具。

2. 集计算和通讯为一体的负载处理器(WPU)。WPU集成多线程ARMv8处理器核、异步内存系统、一体化存储资源控制器及节点间通信控制器等部件的负载处理器芯片WPU，能有效地将计算和通信融合在一起，提升数据中心内部处理数据的效率；完成了WPU芯片关键微体系结构参数设计评估、WPU通信模块的逻辑设计与实现、ARMv8处理器核的逻辑设计和验证等工作，同时进行了单核芯片的流片。

3. 新型内存、外存和网络子系统。设计实现了支持容量扩展和高效利用访存带宽的消息式内存系统，并基于第一版消息式内存FPGA硬件原型系统，评估了消息式内存存在访存基准测试程序上的性能表现和优化方式；设计了一体化存储控制器和面向一体化存储的OS级资源管理内核模块、异构内存管理模块，同时针对数据中心服务器节点的多个异构存储设备(SSD+HDD)优化数据布局；针对分层网络拓扑、路由和软件定义网络的需求，研究数据中心的网络拓扑和协议、动



态管理、故障处理、流量调控技术，设计了数据中心网络 DcnFPGA 开发板的功能单元和分布式网络控制器。

4. 支持异构系统管理的基本软件环境。以应用为驱动，提出了 No Hyperviosr 资源虚拟化的完整方案和应用意识的分层异构 OS Cluster 设计思想，设计和开发了支持异构系统管理的节点操作系统，完成了 X86 平台上 RainForest 原型系统的扩展和 Linux 版 Light OS、异构操作系统模拟器，并对极限版 Light OS 和异构感知的大数据处理系统进行了详细设计。此外，还利用二进制翻译技术在 x86 平台上“仿真”ARM 64 位的指令，用以免除软件开发对硬件系统的依赖。

5. 支撑高通量服务器的编程环境和高效编译

工具。为了解决大规模数据处理在多个结点间并行处理所需要的编程框架和运行时支持，实现了异构 MapReduce 编程环境 Hadoop+ 原型系统，并面向图计算领域和数据查询领域进行了编程扩展和优化；而在结点内部，设计和实现了高性能的 ARM V8 编译器平台，可解决自研平台 WPU 上的工具链和编程环境。

6. 前瞻性资源管理可编程体系结构。针对数据中心环境下多应用混合共享资源导致资源竞争不可控、应用服务质量无法保障的问题，提出一种从硬件上支持资源容量隔离与性能隔离的软件可定义的计算机体系结构，从而保障多应用混合环境下关键应用的服务质量，允许更大程度混合部署应用以提高数据中心资源利用率。

坚持“基础性、战略性、前瞻性”

的三性原则

重点 / 重大科研任务进展

中国科学院“百人计划”

2011年，周一青研究员获得中科院“百人计划”项目择优支持，为期三年。

项目执行期间，周一青研究员紧密围绕计算所“一三五”规划和无线通信技术研究中心的学科建设需求，对超级基站和终端芯片的关键技术展开深

入研究，主要包括高速移动场景下宽带移动通信、面向4G的高能效协作通信以及未来宽带无线异构网络，获得国家科技重大专项课题、北京市自然科学基金重大项目、国家基金委重点项目、科学院知识创新工程等多个项目的支持。在研究过程中，提出了基于数据库的多普勒估计、高能效协作多播、基于统计几何的异构网络分析等创新的理念和技术，共申请专利超过30项，发表论文超过40篇，其中SCI论文12篇，包括无线通信领域影响因子最高的国际期刊IEEE通信特刊论文1篇。2011年发表在IEEE无线通信汇刊的论文获得“第11届北京青年优秀科技论文评选一等奖”，2013年发表在IEEE旗舰会议WCNC的论文获得最佳论文奖，过去10年全国仅有4篇论文获得过该奖项。研究成果成功应用到无线中心的商用协议栈软件中，获



得2012年“中国电子学会电子信息科学技术奖二等奖”。

另外，得益于计算所这个优秀的平台，周一青研究员积极地参与国际国内学术活动，担任多个国际知名期刊编辑，包括IEEE车载技术汇刊，IEEE通信特刊，WCMC，ETT

和JCST，并担任IEEE通信领域三大旗舰会议的组委会成员，包括ICC2014 Symposium Co-chair，WCNC2013 Tutorial Co-chair，以及GlobeCom2011 Workshop Co-chair。2012年作为TPC Co-chair，周一青研究员牵头组织了ChinaCom2012会议，获得国内外专家好评。2013年周一青研究员还获邀担任了IEEE New Initiative Committee的Member at Large。

通过三年的研究和工作的，周一青研究员逐步建立起一支能力突出、团结向上的队伍，包括1名副研究员，1名助理研究员，1名博士后，5名博士和8名硕士。注重人才培养，团队成员获得2013北京市科技新星称号。所指导的研究生在德、智、体各方面均表现突出，获得三好学生、国家奖学金等多项奖励，在学生中起到表率作用。

研究方向科研进展

研究方向科研进展

编译与编程

随着硬件系统以及应用模式的不断演变，如何帮助更容易地获得高质量的软件是编程和编译实验室研究工作的目标。在国家 973、863、自然科学基金等项目的支持下，编译与编程实验室重点研究了面向云环境的编程框架，提出了一种面向异构云环境的编程框架，帮助程序员更容易地开发应用软件，且目标程序的性能得到极大的提升；研究了针对数据中心的内存“体”划分方法，研究结果表明该方法可以有效提供存储系统的性能。上述部分成果发表或录用于 PACT、CGO、IPDPS 和 ACM TACO 等国际会议和学术期刊上。

VLSI 测试验证、可靠设计与容错体系结构

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，围绕 VLSI 测试验证、可靠设计、容错体系结构等开展深入研究，2013 年在国家 973、国家自然科学基金、航天相关项目等的支持下，取得的突出进展有：在 VLSI 测试验证方面，针对设计中难达状态的覆盖，提出了抽象设计稳态分布引导的激励生成方法、以及考虑路径约束的激励生成方法，能够生成快速覆盖难达状态的测试激励；在可靠设计方面，针

对 SRAM 型 FPGA，提出跨层次的可靠性布局布线和层次化硬件检查点技术，提高了 FPGA 的可靠性和可用性；在容错与能耗优化方面，提出了针对单片云计算的互连设计方法（图 1），显著提高了片上计算资源的利用率和降低了芯片的能耗。相关研究成果发表在 DAC、ITC、VTS、DATE 等国际知名会议，以及 IEEE Trans. on VLSI Systems 等国际知名期刊上。

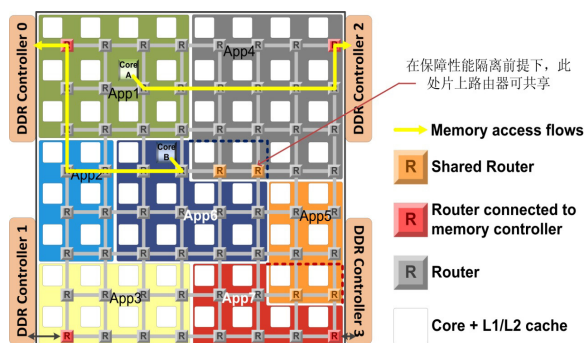


图 1 针对单片云计算的互连设计方法 (DAC'13 发表)

操作系统

2013 年度主要解决了数据中心服务器出入风口热量建模问题和温度感知负载调度问题，提出了服务器出风口温度预测建模方法和基于温度预测的温度均衡虚拟机迁移方法及原型系

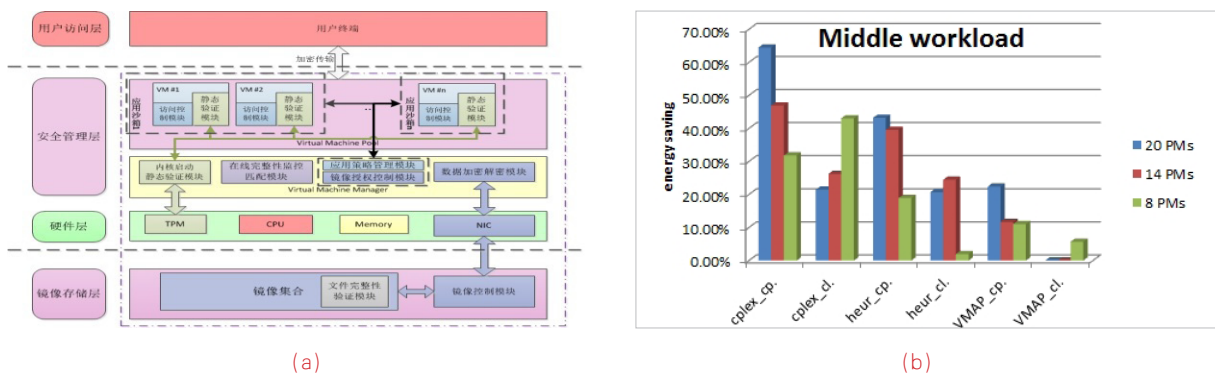


图 2 (a) 图是我们提出的云 OS 安全架构 (b) 图是在华为课题中调度算法能耗节省实例

统，为了解决共享虚拟计算环境下资源按需供应从而提高资源使用效率的问题，我们提出一个两层按需资源分配方案从局部和全局两个层次基于反馈控制优化并发应用间能力的按需分配。以此完成的华为公司《温度感知的负载调度》课题顺利通过验收，被华为评为“课题合作效果是优”。发展了相应的调度算法、测量工具、华为专利两项和论文（如图 2(b) 所示），所研调度算法在 HCC2013 “华为云计算大会”上作为华为 ManageOne 数据中心管理方案的重要节能特性进行了展示。而在可信云操作系统和支付宝软件可信性研究方面，提出了基于内存扫描及路径跟踪的云平台安全检测方法，用于解决云平台敏感数据泄露以及恶意病毒入侵检测问题（如图 2(a) 所示），在基金委重大研究计划“可信软件基础研究”课题汇报与学术交流会上的汇报受到好评。

机器翻译

2013 年机器翻译课题组完善了“以自然语言处理研究支撑机器翻译技术”的研究布局。2013 年共发表国际会议论文 9 篇（包括 ACL 论文 6 篇，EMNLP 论文 2 篇和 IJCAI 论文 1 篇），申请专

利和软件著作权 4 项（获得专利授权 1 项和软件著作权 1 项）。课题组组织并参与了 2013 年全国机器翻译评测（CWMT2013 机器翻译评测），在英汉机器翻译和少数民族语言机器翻译的多个子项目上均取得第一名的好成绩。

在项目研发上，课题组负责和参与的纵向项目进展顺利，其中：863 计划子课题“互联网语言翻译系统研制”顺利结题；科学院“西部行动计划”高新技术项目“维吾尔语分析与复杂形态语言机器翻译模型”和国家自然科学基金青年项目“语料标注标准的自动迁移研究”按照计划顺利完成年度指标。在课题组负责的横向项目中，课题组与北京市信息技术应用研究所合作的“计算机蒙、藏汉文字翻译系统开发及维汉文字翻译系统升级”、与计算所网络数据科学与工程研究中心合作的“多语言处理与翻译引擎”两个项目进展顺利，资金已到位。除此以外，还有几个横向合作项目正在努力推进，其中包括云南“桥头堡泰汉机器翻译”项目以及与北大合作的“新华社民语处理与翻译”项目。

智能交互

本年度课题组在人机交互方向继续坚持围绕

Kinect3D 数据, 开展手语识别方面的研究, 在孤立词识别基础上, 又继续深入开展了连续手语识别方面的工作。提出基于手语图模型的孤立词及连续句子识别方法, 通过脱机构建的手形关联图先验知识, 实现对不同手形 / 手语相似度的快速计算, 并搭建了相应的原型系统 (FG2013、ASSETS2013)。该系统作为亚洲唯一的项目受邀参加了微软 2013 年教育峰会, 并在 DemoFest 环节进行了现场展示, 引起了各界人士的广泛关注。下图为项目展示期间, 课题组成员与微软亚洲研究院高层及与比尔盖茨父亲的合影, 以及西



图 3 课题组成员与比尔盖茨父亲的合影



图 4 西雅图时报对手语识别工作的报道

雅图时报对我们手语识别工作的报道。

为了给手语识别研究人员提供公开的研究测试平台, 本课题组继续推进中国手语标准词库的数据采集工作, 目前已经收集 50 人次的 4378 个手语词汇的 3D 数据, 同时记录身体骨架点的信息, 数据总量已经达到 3T, 数据库预计 2014 年底对外发布。此外, 本课题组在 3D 手势分析方面也进行着持续的研究, 提出了基于运动历史图的手势识别方法, 并搭建了手势控制的 PPT 浏览系统 (JVCIR 13)。

网络结构分析

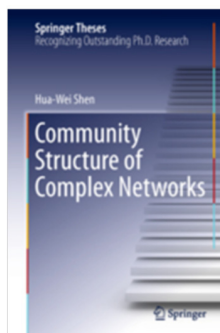


图 5 左图: 出版的专著《复杂网络的社区结构》;
右图: 翻译的网络科学著作《链接》

2013 年, Springer 出版社和中国科学院联合从“中国科学院优秀博士学位论文”中优中择优, 授予 UCAS-Springer 优秀博士学位论文奖。沈华伟的博士学位论文《复杂网络的社区结构》获得该荣誉, 并应 Springer 出版社邀请, 将其复杂网络社区结构方面的研究成果出版了学术专著一部: Hua-Wei Shen. Community Structure of Complex Networks. Springer, 2013. (ISBN 978-3-642-31821-4)。专著从复杂网络社区结构的国内外研究现状、主要科学问题和挑战、层次化重叠社区结构的度量与发现、异质网络的多尺度社区分析、网络社区结构和信息扩散过程的关联关系、网络

多种类型结构规则性的发现等几个方面介绍了作者对复杂网络社区结构的见解，并深入介绍了作者在这些方面所开展的研究及其研究成果。同时，应湛庐文化委托，翻译了复杂网络奠基人 A. L. Barabási 教授的 Linked 一书，中文译本《链接》由浙江人民出版社出版。

影响力分析

针对现有影响最大化算法在计算精度和计算效率之间的矛盾，我们分析发现：现有贪婪算法由于使用蒙特卡罗模拟估计节点的影响范围，导致影响最大化目标函数的次模性和单调性不再严格保证，导致了计算精度和计算效率的矛盾。进而，我们提出了静态影响最大化算法，通过复用蒙特卡罗模拟的结构严格保证影响最大化目标函数的次模性和单调性，从而在保证 $1-1/e$ 的计算精度下，将计算效率提高了 2 个数量级，解决了计算精度和计算效率之间的矛盾。同时，我们研究了符号网络拓扑结构、功能、动力学行为，并分析了符号网络研究在个性化推荐、态度预测、用户特征分析与聚类等方面的应用价值，为后续网络数据挖掘、复杂网络分析、计算社会学等相关领域提供了必要的前期调研准备。研究成果发表在信息和知识管理国际会议 CIKM 2013。

网络信息传播

为了探索信息传播和疾病传播、行为传播等其它传播过程的不同，更好地理解建模社交网络中信息传播的过程，我们采用 SinaWeibo 的大规模信息传播数据，展开了千万级用户上的实证研究。分析了信息传播树的深度、宽度和大小的分布，发现三者均服从幂率分布，体现了消

息流行度的异质性。通过分析用户在看到一条消息 k 次后的转发概率，研究了消息传播过程中的累积效应。这些研究为研究信息传播的时序结构规律提供了实证分析基础。针对社交网络中消息流行度预测问题，我们分析消息早期转发者之间形成的社会关系网络，研究了该网络的连边密度和转发树的深度等结构多样性指标，发现二者对于预测消息最终的流行度有很好的指示作用。据此，我们提出了基于消息早期流行度、早期转发者社会网络的连边密度、转发树深度的线性回归模型，很好地预测了消息的流行度。上述成果发表于 PLoS ONE、Physical Review E 等国际刊物上和 WWW 2013 等国际会议上。

检索排序模型

在检索排序模型方向上，本年度重点从建立符合用户评价准则的排序模型入手，分别在标注策略、排序学习算法以及多样性排序方面取得突破，包括：

(1) 建立符合用户评价准则的标注策略理论基础

在之前建立的 top-k 排序框架下，我们对 top-k 标注策略（基于偏好的标注方式）展开深入研究，从理论和实验上证明了 top-k 标注对于排序学习的充分性（如图 6）。也就是说，在

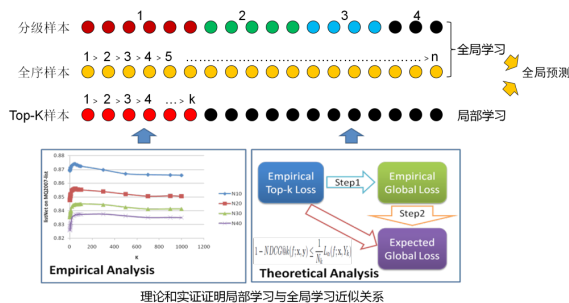


图 6 Top-k 标注策略的理论基础验证

top-k 标注上的学习和在全序信息上的学习是一样好的。这个工作为 top-k 标注的构造建立了理论基础。该研究成果发表在信息检索领域的顶级国际会议 CIKM 上。

(2) 建立符合用户评价准则的排序学习方法

针对排序问题中输入信息不完整的问题，基于偏序信息要比位置信息更可靠的思想，将每个元素的位置信息看做是一个随机变量，取代确定的值。将原有的基于评价准则的损失函数转变为期望进行求解，这样得到的最终排序更加符合用户的评价准则。其创新性在于将随机化思想引入到直接优化评价准则的目标中，解决了评价准则在不完整的数据信息上不准确这一难题，从而使得结果更加符合用户的评价准则。试验证明该算法不仅具有良好的性能提升，而且对于不同的数据集是稳定的。该研究成果的相关论文发表在人工智能领域顶级国际会议 UAI 上。

(3) 建立融合相关性和多样性目标的符合用户评价准则的排序学习框架

突破传统排序学习文档独立性假设，将关系引进到排序学习的框架中，提出关系排序学习的框架来同时建模相关性和多样性目标。通过将打分函数建模为基于自身的相关性得分与基于已选集合的多样性得分，并提出使用 Plakett-Luce 模型来建模顺序排序过程，从而将损失函数定义为排序结果生成概率的似然损失，这样就得到了我们的关系排序学习的框架。实验证明，我们的方法能够有效提高多样性排序的性能。该成果以论文的形式发表在数据挖掘领域国际顶级会议 ICDM 上，取得了良好的评价。

大规模文档建模

针对大规模文档的主题建模能够帮助人们挖掘文档集合中潜在的语义结构。然而大规模文本数据中的稀疏性给话题模型带来的了巨大的挑战，具体分为特征稀疏和语义稀疏两个类型。本年度在该方向上，针对上述两个方面的挑战取得了一些重要的研究突破：

(1) 针对特征稀疏问题的主题建模方法

为了解决大量短文本数据显著的特征稀疏的问题，在非概率主题模型方面，提出了一种新的非负矩阵分解 (NMF) 方法，在概率主题模型方面，提出了二词主题模型 (BTM) (如图 7)，来进行有效的主题学习。其核心思想是直接建模词共现关系，并且利用全局的词贡献信息来克服短文本中的特征稀疏难题。实验表明，我们的算法效果都要明显好于传统主题建模方法，而且学习到的主题更紧凑，可读性更好。该部分成果以论文形式发表于数据挖掘领域国际顶级会议 SDM 和万维网领域国际顶级会议 WWW 上，获得了广泛的关注。

(2) 针对语义稀疏问题的主题建模方法

针对文档集合往往包含非常多的话题，而单篇文档却仅仅覆盖了少量的话题的语义稀疏现象，提出了一种结合概率话题模型的可解释性和非概率话题模型的稀疏性的新型话题模型 (如图 8)。

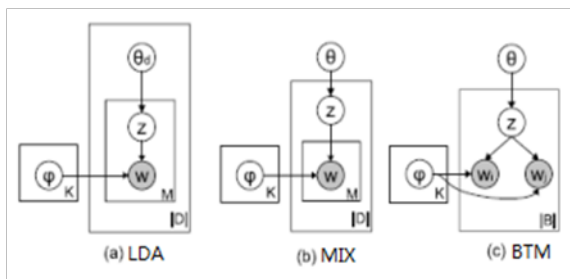


图 7 针对特征稀疏的主题建模方法



图 8 针对语义稀疏的主题建模方法

该模型通过稀疏编码的思想，利用 group lasso 的方式，我们将稀疏性约束直接施加于各个单词的编码之上，并将每篇文档中各个单词的编码的稀疏性对齐，从而达到控制文档话题稀疏性的目的。该成果以论文形式发表于数据挖掘领域国际顶级会议 WSDM。

推荐技术

为了提高推荐系统的实用效果，提出了一系列面向效用的推荐方法，具体包括：

(1) 社交媒体中面向信息需求的高效用朋友的推荐方法

社交媒体中的好友推荐一直是学术界和工业

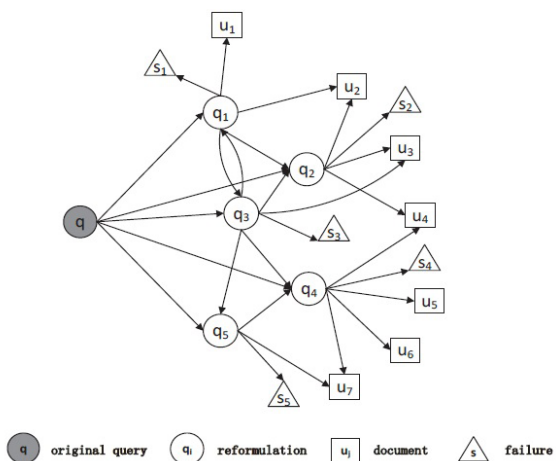


图 9 基于吸收态随机行走的两阶段效用性查询推荐方法

界关注的问题。传统的好友推荐方法主要关注于满足用户的社交需求，没能很好地满足用户的信息需求。我们提出了一种基于信息效用的新的好友推荐方法，旨在给用户推荐新的好友使其能更好的获取其感兴趣的信息。首先通过协同过滤的方式来挖掘用户未满足的信息需求。然后通过信息效用对好友候选者进行排序，得到最终的推荐结果。通过 Digg 数据的实验发现，在满足用户信息需求的角度我们的方法显著优于常用的好友推荐方法。该成果发表于信息检索领域国际顶级会议 SIGIR。

(2) 两阶段效用性查询推荐方法

查询推荐的本质目标是帮助用户成功地找到其想要的信息，而不是仅仅帮助其找到相似的查询，传统的查询推荐方法很显然不能直接满足用户查询的本质目标。我们提出应该向用户推荐高效用性 (Utility) 查询，即该查询能够更好地满足用户的信息需求。具体包括提出了基于吸收态随机行走的两阶段效用性查询推荐方法 (Two-Step Utility Query Recommendation Method Based on Absorbing Random Walk，简称 TARW 方法) 及其扩展模型（如图 9），来同时对用户搜索过程中的查询重构行为和查询点击行为进行建模，并根据学习到的各个查询的效用进行查询推荐。实验结果表明，和其它方法相比，我们提出的方法在所有的评价指标上显著优于所有基准方法。该成果以论文形式发表于信息检索领域的国际重要会议 ECIR 和计算机研究与发展。

龙芯处理器

完成下一代龙芯处理器核心 GS464E 的设计。GS464E 是一个 64 位四发射的高性能低功耗处理器核心，兼容 MIPS64 指令系统，设计

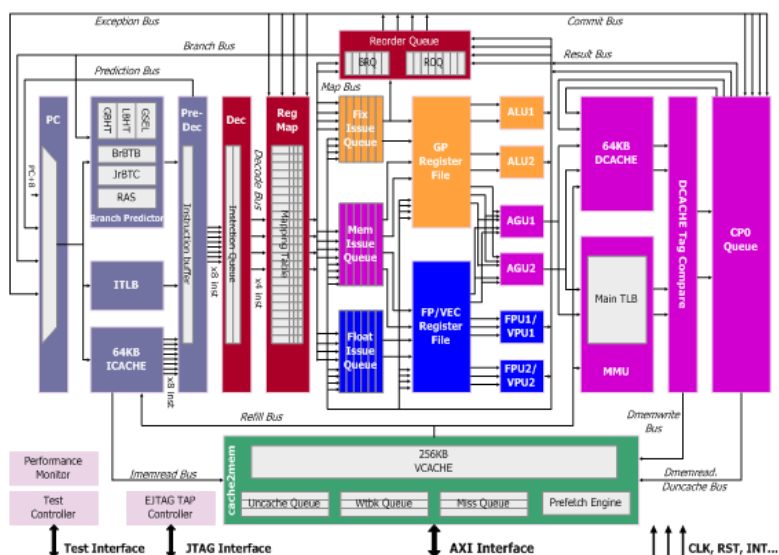


图 10 GS464E 结构框图

主频达到 2GHz 以上，单核 SPEC CPU2006 分值不低于 20 分。GS464E 核心面向事务处理型服务器和高端桌面 PC 应用领域，对标 2010 年国际主流事务型服务器芯片处理器核心的性能和功耗。

GS464E 处理器核心基于龙芯上一代处理器核心 GS464 进行了大幅度升级与优化，其改进重点包括两个方面：一是提高单线程的事务处理性能，主要通过提高主频、降低访存延迟、提高访存带宽、提高流水线效率等方法；二是优化虚拟化执行效率。

GS464E 处理器核心已完成结构与逻辑设计，目前正在开展 40nm 工艺四核处理器验证芯片的研制工作。

高通量计算微体系结构

面向高通量计算的可扩展、高效能并行微结构，本年度的主要进展如下：（1）开展基于访存请求收集表的优化机制的研究；（2）通过硬件支持的实时性保证的多优先级任务分发

机制，确保多个线程切换以提高吞吐和隐藏访存延迟的前提下，以线程优先级为基准，通过实时性任务管理机制调度核上硬件资源，保证并发实时性，来满足任务的实时性需求；（3）提出了基于执行踪迹抽取的自动测试程序生成方法，以及基于统计定时分析的测试通路选择方法；（4）结合所提出的研究成果开发设计了 Godson-Dm 众核处理器芯片，目前 Godson-Dm 众核处理器已经完成原型系统代码开发。

高效能云服务器体系结构

本年度完成了新型高效能云服务器 I/O 资源池的设计、验证和原型系统实现。本研究中提出的虚拟 I/O 资源池架构在硬件层次解决了传统服务器内的 I/O 设备低效独占问题，保障了服务器间按需 I/O 设备共享的效率；实现了对现有软件栈的完全透明，为云服务器的产业化提供保障。其中：1. 设备功能模拟和多根 I/O 空间重映射技术，实现了单体 I/O 设备的多体虚拟呈现，解决了多操作系统域对单个设备的并发访问难题；2. 基于 I/O 总线扩展的互连技术，实现了低开销的服务器内互连系统，解决了处理器访问共享 I/O 的效率问题；3. 虚拟热插拔技术，实现了以虚拟 I/O 设备为粒度的动态资源分配回收，解决了资源按需分配问题。本年度基于 FPGA 实现了资源池核心控制芯片—cHPP 控制器的原型系统，对虚拟 I/O 资源池架构进行了功能和性能验证。

高性能自适应算法自动调优方法研究

本年度的一项重要成果是提出感知应用与体系结构变化的自适应算法自动调优方法和框架。异构多核/众核是E级系统的主要发展趋势,并将出现许多新的特征,包括芯片内高度并行、存储层次结构更复杂、超大规模并发度、系统故障更频繁等。面对E级系统的复杂体系结构,并行算法及其实现均面临很大的挑战。本研究针对稀疏矩阵向量乘算法,设计并实现了输入自适应的自动调优系统SMAT,对各种(2000多个)稀疏矩阵相关的应用核心算法优化,在通用多核处理器上比Intel MKL提升约3倍,并自适应不同的众核加速体系结构如GPU、MIC,研究成果发表在国际会议PLDI上。

高性能分布式存储技术研究

本年度的主要工作集中在纠删码存储技术研究和冗余数据删除技术研究这两个部分。在纠删码研究方面,我们提出了一种纵向编码方法,通过改变文件数据进行编码计算的访问顺序来提高数据访问的局部性,从而提高CPU缓存的利用效率。通过在基于纠删码的机群文件系统进行评测,该方法能够将数据编码效率提高21.4%。在去重方面,我们提出了分布式数据路由和基于取样机制的指纹查询优化方法。前者通过分布式布隆过滤器能在保证数据路由均衡性的同时提高数据去重率,从而提高分布式数据去重系统的可扩展性。后者通过取样机制和可扩展哈希结构提高去重节点的去重效率,进而提高分布式去重系统的聚合去重带宽。为验证去重方面的研究工作,我们实现了分布式数据去重系统原型,应用上述两种技术可以实现近似线性的数据去重性能,单节点去重带宽可以达到200MB/s。

个人高性能计算机 pHPC

本年度实现了新一版的工作组级一体化高性能计算机,该系统的主要技术特色有:采用通用多核处理器,包括10个X86多核处理器,60个通用CPU核,支持并行计算应用;具有2个PCIe扩展槽,可扩展加速部件,如MIC、GPU、网络处理、FPGA等,以构成应用一体机;具有大容量内存和存储,内存容量高达500GB,存储容量可达20TB,支持大数据应用;具备高速私有互连网络和以太网网络,高速私有互连网络采用专用互连芯片,具有高带宽、低延迟的特点,支持PGAS、硬件集合通信和高效用户级通信,实现了高效通信;支持远程显示,可以用笔记本电脑的显示器作为pHPC的显示;采用了一体化结构,pHPC部件间通过连接器直接连接,稳定可靠,易维护;系统总功耗小于1.5KW,采用了低噪音、高效率水冷散热,适合办公室工作环境;具有单一系统映像分布式操作系统和高效通信中间件,易于管理和使用。

消息式内存原型及相关研究

本年度的主要工作是围绕消息式内存体系结构的原型系统实现,我们基于FPGA设计了消息式内存原型系统I,包括消息式内存控制器、缓冲调度器和细粒度内存模组三个部分。消息式内存控制器实现了将内存访问转为消息包并通过高速串行通道发送请求。缓冲调度器完成了解包、缓冲管理、调度、智能操作等功能。细粒度内存模组实现了多路16位宽细粒度内存访问。原型基于Xilinx公司最新的ZYNQ和Kintex两片FPGA,其中CPU部分由基于Cortex A9的ARM硬核组成,消息式控制器由Zync芯片内逻辑实现,缓冲调度器由Kintex内逻辑实现。细粒度内存模组为采用DIMM槽的独立设计模

块。目前该原型已经基本调试通过，并与高通量处理器的 FPGA 原型系统进行联调。初步试验结果表明，STREAM 基准测试，消息式内存提高带宽 2.46 倍；针对 GUPS 随机访问测试，消息式内存提高了带宽利用率约 1 倍以上。初步验证了该结构性能上的优势。相关研究成果发表和录用 CCF B 类会议 3 篇，C 类 1 篇，B 类期刊 1 篇。



图 11 消息式内存原型 I 实物照片

HMTT 访存分析工具

HMTT 访存分析系统是我们研制多年并不断改进的内存行为分析工具。本年度我们在深圳召开的体系结构顶级国际会议 HPCA2013 上发布了 HMTT3.0，并正式开始对外提供 trace 分析数据。我们公布了从多个基准测试程序集采集的典型访存片段构成的 400GB 左右的 trace 供学术界应用。今年内又有韩国现代公司、美国 HP LAB、CMU、清华大学、澳大利亚国立大学等单位的科研人员联系合作。本年度我们继续在多卡协同采集、虚拟机访存信息分析等方向展开研究，并为向外提供原型实验系统做好了准备。本年度一篇 HMTT 工具的总结性论文被 ACM TACO 接收。另有 1 篇 CCF B 类论文被接收。

基于新型非易失性存储的计算机存储体系结构与系统研究

针对现有分层存储体系结构在数据访问与移动上的效率问题，以及大数据应用对大容量、低能耗、高可用内存和存储系统的需求，对新型非易失性存储介质相关的体系结构研究和系统研究两方面进行调研，面向 DRAM 和 NVM 组成的混合内存开展研究工作。具体技术创新包括针对 PCM 读写延迟特点的内存写优化技术、基于能耗非对称性的内存管理技术和应用感知的异构内存数据放置技术等。基于上述创新完成专利申请 6 项，发表 CCF C 类会议论文 1 篇，workshop 论文 1 篇，调研报告 1 个，邀请技术报告 3 个，内存访存分析工具与异构内存模拟器各 1 个。

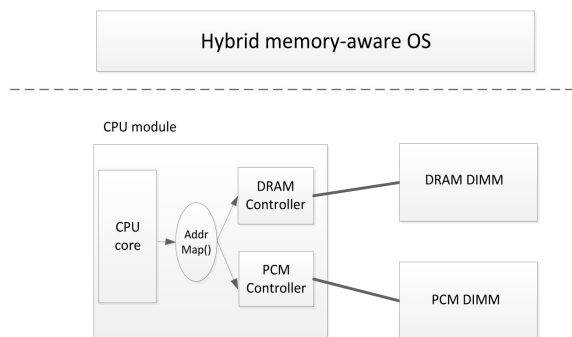


图 12 异构内存

面向大数据处理的存储系统（软件）研究

键值数据的组织方式，是影响高通量大数据系统性能的关键。本项目从构建一个数据中心软件栈的基石的角度出发，设计和开发了一个扩展键值对象存储系统 EKOS（Extended Key Object Store）。EKOS 设计和实现了如下有别于传统键值存储系统的创新特征：支持不同粒度对象的高效存储和管理；为基于其构建文件系统、数据库等提供了丰富的可扩展的对象接口；支持异构存储资源

的动态管理。大量实验结果表明，EKOS 相对经典的键值存储系统和文件系统等，性能均有明显的提升。对于广泛应用于大数据键值存储和管理系统的 LSM (Log Structured Merge tree) 数据组织，创新性地提出了基于流水线的键值排序算法，明显提升了 EKOS 的读写性能。针对部分大数据应用对 Range Query 结果精确度要求不高，但对系统效能要求较高的场景，创新性地提出了用户自定义的高效能 Range Query 机制。主要研究成果包括专利申请 12 项，发表 CCF B 类会议论文 1 篇，workshop 论文 1 篇，软件原型系统 1 个。

大数据基准测试程序集

BigDataBench 是一个抽取 Internet 典型服务构建的大数据基准测试程序集，覆盖了微基准测试、Cloud OLTP、关系查询、搜索引擎、社交网络和电子商务六种典型应用场景，包含十九种不同类型的负载和六种不同类型的数据集。此外 BigDataBench 还提供了数据生成工具 - BDGS。该工具能在保留原始数据特性的基础上以小规模真实数据生成大规模数据。BigDataBench 同时涵盖了完整的系统软件栈，覆盖的应用类型包括：实时分析、离线分析和在线服务应用。目前 BigDataBench 的用

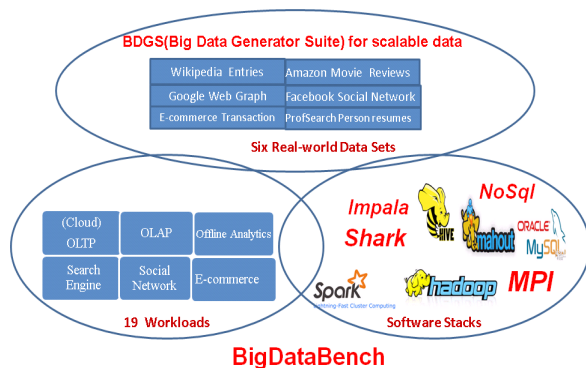


图 13 大数据基准测试程序集

户包括：华为、国家互联网应急中心、OSH、SAIT 等国内外企业、高校和研究机构；研究领域包括：负载特征刻画、系统评测和性能优化分析等。BigDataBench 的相关工作已经发表在 IISWC2013（最佳论文）、HPCA2014、Dasfaa2014 等国际知名会议。

数据存储技术

本年度数据存储技术分别在高可靠存储服务支撑技术、面向海量小文件应用的存储服务优化技术和全局命名空间的广域存储服务技术三个方面展开深入的研究。利用高可靠关键技术建立了高可靠高扩展的网络 RAID 平台，该平台能够容忍存储节点的故障，同时能在前端镜像写入和后端 RAID 存储，保证对上层提供高效的数据可靠性保障。在海量小文件优化技术方面，经过反复验证提出了一种客户端缓存中小文件创建技术，使元数据请求数量减少，并降低了元数据服务器负载。在广域存储方面构建了基于代理协作的广域存储架构，经测试已取得预期效果。围绕以上研究内容，完成论文 2 篇，申请发明专利 9 项。

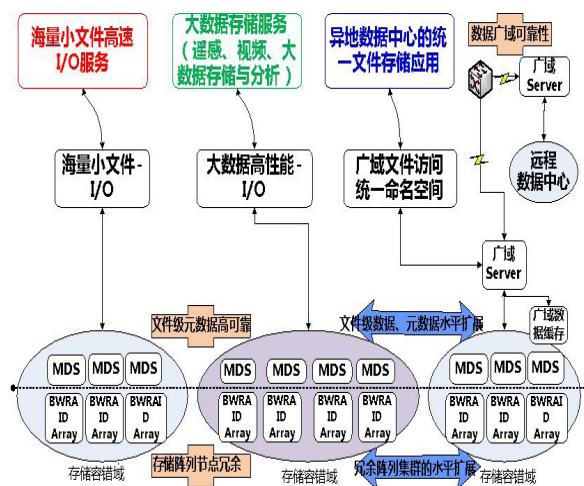


图 14 整体研究布局图

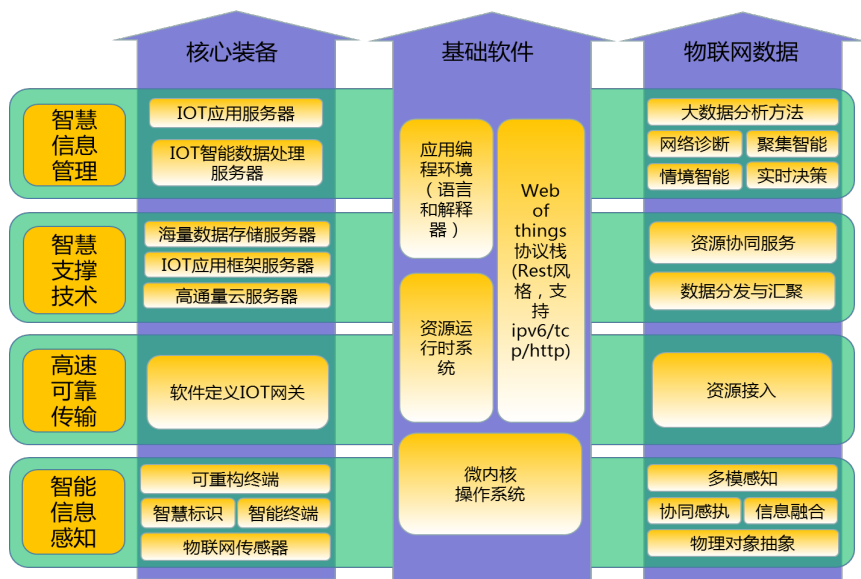


图 15 物联网核心技术体系结构图

物联网生态系统关键技术研究

为服务于工业、农业、环保、旅游、家庭医疗等行业的大规模物联网系统应用，推动物联网技术的产业化发展，在国家 973、国家科技重大专项和中科院战略先导等项目的支持下，计算所开展了面向强异构、强动态性的复杂物联网生态系统关键技术研究，通过“核心装备线”、“基础软件线”以及“物联网数据线”三条核心技术主线的并行发展，形成了能够支持智能感知、可靠传输、智慧支撑以及管理应用等多层次物联网生态系统的支撑技术体系。其核心技术包括：

(1) 面向强动态复杂环境的物联网核心组网设备：低功耗可重塑感知终端和软件可定义物联网网关；

(2) 面向前端设备和云端系统协同工作的通用物联网基础软件集：物联网云端编程语言、物联网 Web 服务协议栈和物联网任务执行与优化执行引擎；

(3) 可适应人机物三元计算及物联网应用

需求多样化的分布式智能感知方法库：面向多源异质信息的表达、融合和特征学习方法集以及多终端智能协同处理方法集；

上述核心关键技术已通过国家 973、科技重大专项等项目的验收，发表论文 30 余篇，申请专利 10 余项，荣获 2013 年度北京市科学技术三等奖，并在故宫世界文化遗产保护和太湖水环境监测等重大应用中实现了规模化的持续应用，取得了显著的经济和社会效益。

普适计算

普适计算中心基于人机物三元融合端计算技术进一步进行技术创新和平台建设。技术研究方面，研究了基于深度传感器的手指尖实时检测和跟踪技术，在自然交互过程中达到较好的鲁棒性，成功应用于医学检测试验 (TMT)；开展了基于声波的手势识别技术研究，该技术支持对手机等终端设备进行非接触手势操控，对前、后、左、右、单击等手势识别准确率达到 90% 以上，可应用于



汽车电子、医疗无菌操作等场景；研制了智能手表、智能腕带等实验设备，研发了适应新型可穿戴设备的轻量级感知算法。平台建设方面继续深度研发与推广，成功研制出三款爱心小屋终端设备：旗舰版、经济版、手机版，能够实现简便易操作、自然状态的多方远距离可视交流与任务协同。该项成果荣获 2013 中国产学研合作创新成果奖，并已先后在全国五个省市进行部署推广，范围涉及北京、河南、山东、广东、浙江等省市，同时在富士康和河南省开封、漯河、郑州等地的留守儿童学校建立了示范基地，有效改善了外地务工人员与留守儿童的亲情互动。另外，平台还在第五届中国科普产品博览交易会、2013 年全国科技活动周暨北京科技周以及第 16 届中国北京国际科技产业博览会期间进行了布展和宣传，取得了很好的社会影响。目前中心正与北京市残联展开

合作，以推动爱心小屋平台在残疾人信息化维权事业中的积极应用。

生物信息学

2013 年度继续在计算蛋白质组学及其相关领域开展深入研究。蛋白质鉴定方面，提出了海量数据的深度解析的新方法，优化了质谱数据分析的各个环节，使得串联质谱数据的解析率稳定达到 70% - 85%，与领域内现有方法相比有了显著提高。蛋白质结构方面提出了“蛋白质结构是精英驱动的特殊构象”这一观点，并基于此观点从 helix 单圈、H-Form、Turn、Topo 四个层次开展研究；发现了人际近距离接触网络是一个特殊网络，既不是 scale-free，也不是 small-world 的。小鼠脑细胞的神经结构图重构完成，是目前重构尺度最大、精度最高的电子断层三维结构；开发完成了电子断层图像的自动对位软件 -ATOM-align，有效提高重构结果精度，已被国内外多家单位使用。基于下一代高通量测序数据的非编码 RNA 鉴定算法 CNCI 取得进展，论文发表在国际期刊 NAR；NONCODE 数据库升级到 4.0 版本，并获得国家 863 项目资助。

跨媒体计算

2013 年度在学术研究、关键技术应用和项目申请三个方面取得了显著的进展。学术研究方面，在并行编解码技术、视觉特征提取技术和高维特征索引技术的研究上取得了突破。其中，基于众核的并行编解码技术的研究工作在数据压缩领域的国际顶级会议 DCC 上发表 1 篇长文（长文录用总数 47 篇）；视觉特征提取技术的研究工作获得了多媒体研究领域的著名国际会议 PCM 的

最佳论文奖；高维特征索引技术的研究工作在多媒体研究领域的顶级国际会议 ACM Multimedia 上同时发表 2 篇长文（长文总数 45 篇），并且在顶级国际会议 CVPR 上发表 1 篇论文。相关关键技术在互联网音视频分析和大规模社交媒体数据分析中得到了良好应用。在上述研究基础的支撑下，成功申请国家 863 课题 1 项，自然科学基金项目 2 项。

虚拟现实

2013 年度科研工作主要以核电周边应急疏散为应用背景，开展群体运动仿真方面的研究。针对城市级路网中车辆运动模拟，研究并提出符合实际车流运动的二维宏观流模型，并给出稳定高效的数值求解方法，逼真模拟复杂路网中大规模车流的运动行为；研究并提出一种高效的车辆换道行为模型，综合考虑车辆运动学、动力学和前后车距等约束条件，模拟复杂路段处车道间的车流交互行为，在保证模拟效率的前提下，使得复杂交通现象的模拟仿真更贴合实际。结合课题组已有的工作基础，开发“核电周边人口撤离模拟系统”原型系统，模拟核电应急计划区人员从下达撤离集合指令到疏运至安置点的全过程，为虚拟现实技术在核电领域应用奠定基础。此外，在自然现象仿真方面，研究基于物理的启发式火焰重建算法，使用计算层析及基于物理的火焰渲染技术，从多台摄像机同步捕获的图像数据中，通过逆向热力学辐射过程，重建火焰的温度场数据，取得较好效果。

计算机基础算法

2013 年度科研工作主要围绕着社会网络 / 博弈论中的近似算法、传统计算复杂性理论进行了

深入的研究：研究了动态社交网络的影响力最大化问题，提出了两种不同的观测策略并从理论上分析了策略的性能，使用 Twitter 和 coauthor 等数据验证了我们的结论；对分布式在线秘书问题给出了一种确定性的分阶段自适应选择策略，证明了其最优性，解决了 Feldman 等提出的未解问题。在判定树复杂性方面推广了 Aanderaa-Karp-Rosenberg 猜想到 3- 均匀超图，使用拓扑组合的方法证明了 3- 均匀超图上的弱 AKR 猜想。首次提出了有空间限制的通信复杂度，证明了相应计算空间的层次定理，并对一些计算问题证明了超线性的复杂度下界。本年度共发表会议论文 6 篇，SCI 期刊论文 3 篇，包括 IJCAI, ICDM, ITCS, TAMC, ISAAC 等会议和 Des. Codes Cryptography, Theoretical Computer Science 等期刊。

分布式计算

2013 年度对科研目标进行凝练，对相关科研方向进行调整，聚焦于云计算平台及其应用开发和大数据处理关键技术研究两个方面，取得了如下进展：在系统开发及应用方面，项目组针对教育行业对虚拟化教学应用的需求，在自有的云计算平台上设计开发了面向高等院校、中等 / 高等职业院校的虚拟化教学应用系统。与新疆大学，杭州电子科技大学等单位合作筹建云计算实验室，虚拟化教育应用得到具体应用。在项目争取方面，争取到国家科技部中国云二期项目 70 万，科技部国际合作项目 20 万。在关键技术研究方面，在大数据处理、海云计算方面取得多项关键技术，相关论文已发表在 IPDPS workshop 和 IEEE GlobeCom 等国际会议上。

获奖成果

曙光高效能计算机系统关键技术及应用

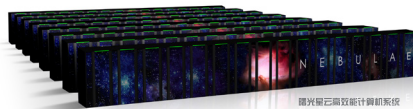
高性能计算机是推动科技创新、经济发展，保障国防安全的重要工具，一直是世界各国竞相争夺的科技战略制高点。高性能计算机的进一步发展受到超大规模并行、功耗和可靠性等问题的严重制约，迫切需要研制高效能超级计算机。

在国家 863 计划支持下，中国科学院计算技术研究所等单位开展了高效能计算机关键技术的研究工作，并成功应用于曙光 5000A 百万亿次和曙光 6000（星云）千万亿次高效能计算机系统。曙光 5000A 在 2008 年 11 月发布的 Top500 排行榜上是除美国以外当时世界上最快的计算机，并以 180.6TFlops 的 Linpack 值名列第十；曙光 6000（星云）在 2010 年 6 月发布的 Top500 排行榜上峰值速度名列第一，并以 1.27PFlops 的 Linpack 值排名第二。

曙光高效能计算机关键技术的突破显著提升了我国高性能计算机的系统研制、应用推广和产业化的整体水平，曙光高效能计算机已成为世界上速度最快、性价比最好的机群系统。2009-2013 年连续 5 年取得中国 Top100 市场占有率第一名的成绩，超越了 IBM、HP 等国际著名公司。在国家计算机网络与

信息安全管理中心、国务院新闻办、公安部等 20 多个国家重要部门的系统中，曙光高效能计算机为保障国家信息安全发挥了重要作用。在云计算领域，曙光高效能计算机部署在曙光公司联合地方政府建设的深圳、无锡、重庆、内蒙等多个云计算中心，推动了电子政务的发展，满足了政府在电子政务方面的重大需求。曙光高效能计算机还服务于清洁核能、生命科学、石油勘探、航空航天、电力系统等国家重大战略性应用，为促进社会经济的可持续发展做出了重大的贡献。

该项目由中国科学院计算技术研究所、曙光信息产业有限公司、上海超级计算中心、国家超级计算深圳中心等单位共同完成，获得 2013 年度国家科技进步二等奖。



获奖成果

高性能众核结构设计及验证技术

高性能 CPU 芯片设计和制造是信息产业的核心技术之一，为提高我国自主知识产权高性能多核 / 众核 CPU 的设计能力，在国家 973 计划、国家自然科学基金项目、北京市自然科学基金项目的支持下，本项目开展了面向高性能众核结构设计及验证关键技术的研究，主要的技术创新点有：

1. 提出了一种针对片上众核结构共享末级缓存的改进的 LFU 替换算法，缓解了末级片内缓存存在的抖动现象。相对于传统的 LFU 替换算法，该方法可以掌握更多的全局访存信息，以便正确区分经常使用数据和不经常使用的数据，并将针对不经常使用数据的访存请求进行旁路，从而提高程序执行性能。

2. 提出了一种针对众核体系结构的硬件同步机制，解决了在大规模并行处理器中，大量并发线程之间如何快速完成同步的难题。通过片上的硬件同步管理单元来处理核间同步请求，减少了同步操作所需的时间，并且避免了软件同步方式下自旋操作引起的额外网络负载，提高了片上网络带宽的利用效率和整体性能。

3. 提出了一种基于 FPGA 的分时复用验证方法，使得利用小规模低成本 FPGA 原型系统仿真大规模众核处理器成为可能。通过在 FPGA 中



综合时仅产生一个节点或部分结点的硬件电路，其它的结点在其上进行迭代验证，这样以较小的时间开销为代价，减小了设计中的重复逻辑对 FPGA 片内资源的消耗，使得 FPGA 片内资源的使用更加平衡，增强了小容量 FPGA 原型系统仿真验证大规模众核处理器的能力。

本项目共获得发明专利 12 项，发表学术论文 69 篇。项目成果自 2010 年投入使用以来，已在华为技术有限公司、北京迈瑞星通科技有限公司等单位得到了成功应用，社会及经济效益显著。

该项目由中国科学院计算技术研究所独立完成，荣获 2013 年度北京市科学技术奖二等奖（技术发明类）

获奖成果

面向强动态复杂环境的传感器网络监测系统关键技术

为服务于国家重要行业所需的关键性监测应用系统的部署与运行，支撑公共社会环境中对监测数据的需求，在国家 973 项目、863 计划和国家自然科学基金项目支持下，本项目针对故宫博物院在文物保护监测方面技术手段现代化提升的迫切需求，以故宫文物展陈环境监测和古建筑老化过程监测应用为突破点，面向其他相似相关物联网技术应用场景和行业，开展了面向强动态复杂环境的传感器网络监测系统关键技术研究。主要技术创新点有：

1. 设计实现了通用性的超低功耗传感器网络节点和网关平台，并根据故宫文物展陈和古建筑室内环境的特殊文保需求，设计了能够在动态复杂环境中长时间生存，具有多模通信组网功能，能够基于动态功能单元进行能耗控制，解决了复杂网络中节点生存时间与网络性能的平衡问题，提出了适应复杂网络通信环境的设备功能单元能量管理与调度方法，能够有效降低网络设备的运行功耗，提高网络整体寿命。

2. 提出面向强动态复杂环境的传感器网络链路质量评估、路由和数据传输技术，并根据故宫博物院等典型文保单位的日常工作特点，针对高平均客流量、超量游览等情况，设计了高效的自适应数据传输方法，通过链路层多参数多粒度的数据通信质量测量，动态评估通信环境的变化，通过快速路由策略和数据传输方法的调整保障系统数据传输质量，解决了动态复杂环境中数据可靠传输问题，设计并实现了一套具有自切换能力的传感器网络多模式组网协议栈，能够大幅降低动态复杂环境下的系统丢包率。

3. 提出了面向复杂环境的传感器网络部署技术，根据古建筑的建筑特征和文物展陈的现场部署法规，设计能够有效降低系统部署成本和难度的网络部署技术，根据复杂环境的自然和人为环境特征，自动产生能够保障网络 K- 覆盖和 N- 联通的近似最优组网部署方案，能够大幅降低应用中传感器网络的部署成本。

4. 提出了传感器网络监测系统跨层能量优化

技术，并根据我国文物展陈的相关规定和展览特点，提出了能够在网络拓扑变化过程中，自动测算监测系统中的能耗热点，并通过跨 MAC 层、路由层和应用层的多参数联合优化方法，对能耗热点设备的通信竞争、路由优先级等参数进行调节，从而保障网络数据传输中的关键节点的寿命，延长监测系统整体寿命。

本项目自 2005 年起分阶段在故宫博物院开展应用示范和技术升级，自 2007 年全面投入使用以来，已经服务了 30 余次大型国际级展览，展品多次涉及世界顶级珍宝，系统运行稳定，为展览的顺利进行提供了可靠的监测服务。依托本项目关键技术所构建的传感器网络有力保障了国家文物保护与交流工作，特别是近年来为故宫博物院等单位提供的技术支撑，在我国世界文化遗产监测等工作中发挥了不可替代的作用。项目通过重大技术创新和长期成功应用所形成的技术成

果，形成了显著的社会经济效益。相关共性技术还可以辐射到相似相关的其他应用场景和行业，比如农业、环保等多个行业的关键监测系统的运行，支撑了社会公共环境的依法依规治理。

该项目由中国科学院计算技术研究所独立完成，荣获 2013 年度北京市科学技术奖二等奖（社会公益类）。



跨越发展

持续发展

获奖成果

中国科学院青年科学家国际合作奖

蒋树强 博士，研究员

2012 年获中科院卢嘉锡青年人才奖

2013 年获国家基金委优秀青年科学基金支持

研究领域：多媒体内容分析与处理技术

Luis Herranz（何瑞明） 博士

马德里自治大学和三菱欧洲研发中心

中科院计算所外籍青年科学家

获 2012 年西班牙电信工程师协会 (COIT) “最佳博士论文”

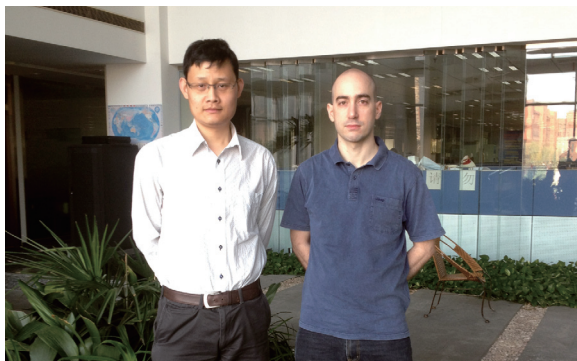
获 2012 年马德里自治大学 “杰出博士奖”

研究领域：图像分析与理解，自适应视频摘要以及视频编码

中科院计算所蒋树强研究员和外籍青年科学家 Luis Herranz 荣获 2013 年度中国科学院青年科学家国际合作奖。

合作取得的主要成果

Luis Herranz 博士于 2012、2013 年连续获得中国科学院外籍青年科学家计划和国家自然科学基金外国青年学者研究基金项目的资助，与蒋树强博士开展合作研究，主要集中在视频摘要与适配和图像识别与检索技术。研究成果包括：



● 发表国际期刊论文 2 篇，其中一篇发表在 IEEE Transactions on Multimedia 上，发表国际会议论文 4 篇。

● 开发了面向多种移动设备的自适应可伸缩视频缩略图浏览系统，并在国际会议 ACM ICMR2013 上进行技术展示。

● 共同培养研究生 3 名

双方还共同开展学术交流与服务，Luis Herranz 博士是国际会议 ICIMCS2012 的 session chair，还共同组织了 PCM2013 的 Special session；此外，Luis Herranz 博士与中方合作者一起，将共同申请承办国际会议 ICIMCS2015 (Luis Herranz 博士是 Organization Chair，蒋树强博士是 General Chair)。

鉴定 / 验收的代表性成果

Exascale 计算的基础研究

国家自然科学基金杰出青年基金项目“Exascale 计算的基础研究”2013年12月25日在杭州通过了会议验收。该项目执行时间从2010年1月起至2013年12月止，主要围绕超级计算机下一个里程碑一百亿亿次（Exascale）的系统结构设计问题开展研究。研究了以下的挑战问题：

- 能有效扩展到 Exascale 的系统体系结构？
- 如何表示和有效利用应用问题中的海量并行性？
- 什么应用可以在 Exascale 超级计算机上有效计算？
- 如何保证十万乃至百万数量级部件构成的巨大复杂系统的可靠性？
- 如何实现十万到亿级并行度的并行编程提高计算机的实际运行效率？

经过四年的研究工作，本项目针对体系结构、算法优化、可扩展应用等已经有了较完整的解决方案，针对可靠性、编程发发则提出了部分的解决方案。

所取得的主要研究成果有：

1. 提出一种面向 Exascale 的基于统一地址空间的超并行（HPP）异构机群体体系结构，应用于曙光 6000 和超龙 1 号高性能计算机系统中。提出一种基于首进程的共享内存优化 All-to-all 的通信方法，有效降低超大规模系统的通信延迟。

2. 提出一种基于 GPU 的稠密线性系统求解的优化加速算法，在曙光 6000 异构系统上超过千万亿次浮点性能；针对困难的非规则计算问题，研制了针对稀疏矩阵向量乘算法的自动调优系统 SMAT，自适应不同的矩阵特征和体系结构，提出基于 vLock 的降低多线程同步锁开销的方法有效

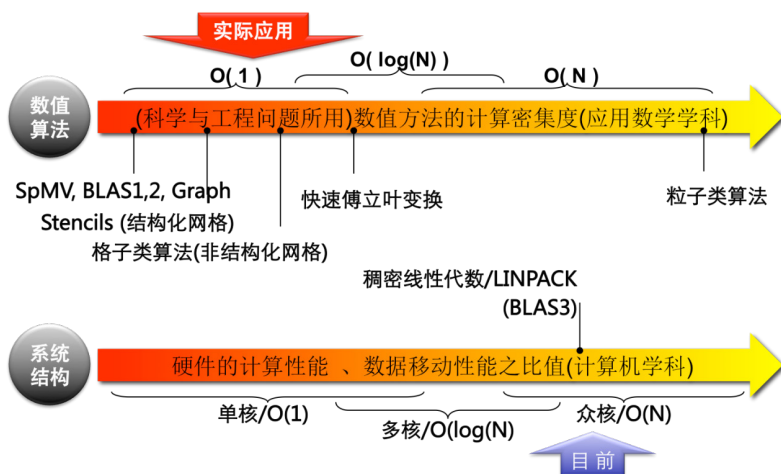


图 1 主要进展之一：解决稀疏算法和稠密结构的语义间隔问题

支持超大规模图计算。

3. 提出适合 Exascale 系统超大规模并行结构的二维并行编程模型,在节点内用强可扩展性,节点间用弱可扩展性,可支持到亿级并行度。针对稀疏问题,提出通过增加算法稠密性充分利用众核的计算能力的设计思想,设计了一种粒子多尺度有限元并行算法,10 万核可达近线性加速,20 万核可达 70% 并行效率。

4. 提出一种出错不用停等恢复的算法级容错方法,适用于使用线性运算的 LINPACK、CG 等一大类矩阵运算问题,相比传统的存储式检查点和停等式算法级容错技术,效率有很大提升。

5. 针对特定领域应用的并行编程效率,研制了适合结构网格的模板语言和优化系统,利用高层程序语义信息将复杂的 OpenMP 程序自动转

化为任务图并程序,优化了多线程数据重用和任务调度;研制了适合 Stencil 应用的模式语言和优化系统,支持 Cache 分块、SIMD 优化和自动调优。

本项目先后有 4 名研究员、6 名副研究员参与了项目的研究工作。共发表期刊和会议(含录用)论文 58 篇,其中 SCI 索引期刊(包括 TACO、JPDC、JCST 等)11 篇,重要国际会议(PLDI、ICS、SC、PACT、IPDPS、CGO 等)26 篇,受理发明专利 20 项,包括 2 项 PCT 专利,授权 3 项,培养研究生 15 名。

此外,我们还创办了 Co-Design 国际会议,并连续承办了三届会议,吸引了美、日、欧等国际同行共同开展了 Exascale 系统协同设计的学术交流与合作。



图 2 第三届 Co-Design 会议代表合影

鉴定 / 验收的代表性成果

人民搜索引擎项目子系统 关键技术研发

《人民网搜索引擎项目一期工程项目》是国家发改委立项国家搜索建设项目。中国科学院对国家搜索引擎的建设任务高度重视，由中科院高技术局统一协调和指导，于2011年10月成立人民网搜索引擎项目中科院项目总体组（包括计算所、自动化所、声学所和软件所）。中国科学院计算技术研究所作为中科院联合项目组的牵头单位，承担了国家搜索引擎建设工作，整合科学院各所优势力量继续为国家搜索引擎贡献关键技术，进一步提升人民搜索的搜索质量。国家搜索引擎项目的建设从2010年开始，2012年12月31日完成项目建设工作，2013年5月24日通过专家组项目验收。

项目取得的重要成果：

1. 完成了人民搜索7个子系统的研发工作，包括：分布式采集系统、分布式DNS解析、分布式数据处理系统、分布式索引系统、分布式存储系统、分布式检索系统、分布式缓存系统，并上线稳定运行，支持了整合新闻搜索引擎平台的应用，人民搜索新闻搜索自2010年6月第一个测试版上线以来，中科院计算所研发团队负责完成了多个版本的上线和升级工作，新闻搜索页作为人民搜索的特色功能之一，为国家搜索引擎建设

作出了贡献。按项目要求，至2012年6月全部完成了原新闻搜索系统的维护和移交工作。所研发的色情查询识别服务持续在即刻搜索产品中提供服务。

2. 针对新版搜索平台的关键技术研发和优化的需求，联合项目组完成了针对即刻搜索平台中大规模分布式基础设施优化、搜索质量进一步提升以及多媒体识别与应用等系列关键技术的研发和测试工作，为提升人民搜索新闻搜索、网页搜索等搜索服务质量做出了贡献。

部分进展详细介绍如下：

1. 大规模分布式基础设施优化及升级服务

全网搜索引擎面对的是数百亿乃至千亿规模网页数据的获取、存储和处理需求，对底层分布式存储和计算框架、在线存储系统提出了挑战。针对现有的Hadoop系统并不能很好的满足公司业务需要，研发完成了Hadoop调度优化、高可用性模块，上线后解决了大内存作业导致的节点宕机事件，并保障作业资源需求量的同时实现空闲资源合理使用。

进一步，针对在线Cassandra大规模机群在线存储空间紧张、访问速度降低等问题，进行了Compaction升级、缓存压缩等工作。帮助

人民搜索公司成功完成了数百台在线存储系统的快速升级，升级后可节省约 50% 以上的存储空间，并显著提升了读写性能。

上述两项关键技术的应用极大的提高了系统率。

2. 研发完成多项搜索质量提升关键技术并上线运行

搜索质量提升是搜索引擎持续工作。课题组完成了从动态数据采集、暗网资源发现、精准页面分析、格式文档分析到商品属性抽取、查

询意图识别、站点分类等一系列工作，为人民搜索的搜索质量进一步提升提供关键技术支撑。如由公司方面产品经理独立评测的查询纠错上线测试表明，在对即刻搜索日志评测中，在满足上线要求的召回率的情况下，纠错准确率超过两个对比的主流搜索引擎。上述关键技术均完成了验收测试要求或直接上线运行，进一步提升了人民搜索的采集效率和范围、搜索质量与用户体验。

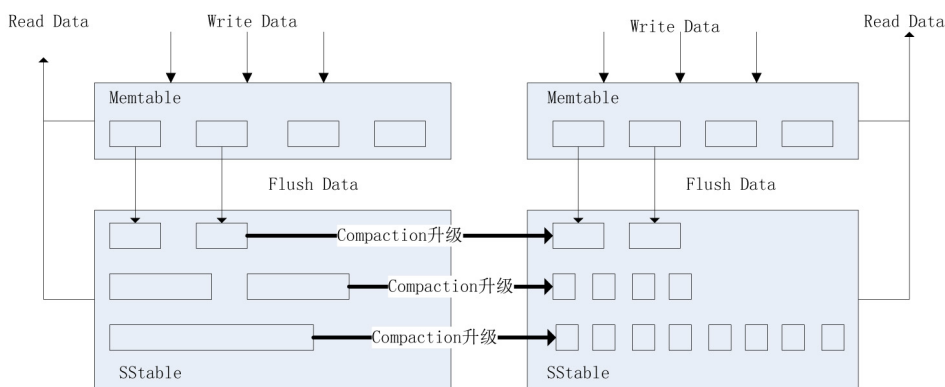


图 1. 基于资源使用量的资源预留和共享调度方案

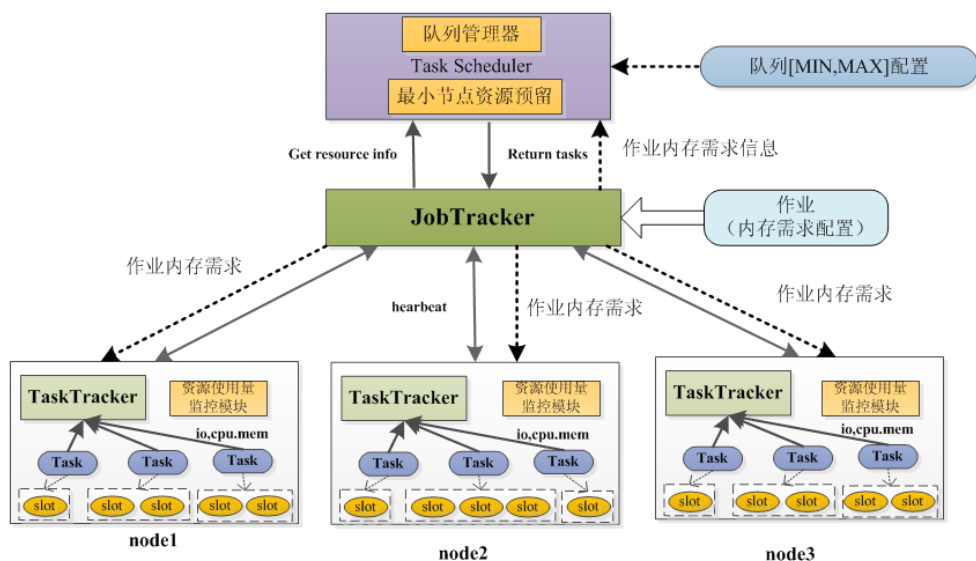


图 2. Cassandra Compaction 策略升级内核优化



鉴定 / 验收的代表性成果

新一代宽带无线通信网络技术实验系统与综合测试服务平台

在国家“十一五”期间，国务院启动了包括“新一代宽带无线移动通信网”在内的一系列科技重大专项，力求加快推动国家科技发展战略。在中国科学院修购专款设备项目的支持下，中科院计算所与院内兄弟单位及其他高校、科研机构开展合作，共同致力于新一代宽带无线通信网络技术与验证，为技术标准化及产业做出了显著贡献。本着“开放、共享、合作”的原则，中科院计算所在项目研发、技术交流及对外合作过程中，基于自有研发成果及国家项目经费支持购置的设备，筹备搭建一套“新一代宽带无线通信网络技术实验系统与综合测试服务平台”。

项目服务于新一代无线宽带网络研究方向，总体目标是建设一套贯穿于新技术研究、技术标准化、技术研发及设备研制等各个环节的综合实验和测试服务平台。服务平台建设以 LTE 为核心，兼顾 2G/3G 等无线通信标准的要求，并考虑未来宽带无线通信标准向 IMT-A 的可扩展性需求，采用先进便捷的测试方案和测试技术，

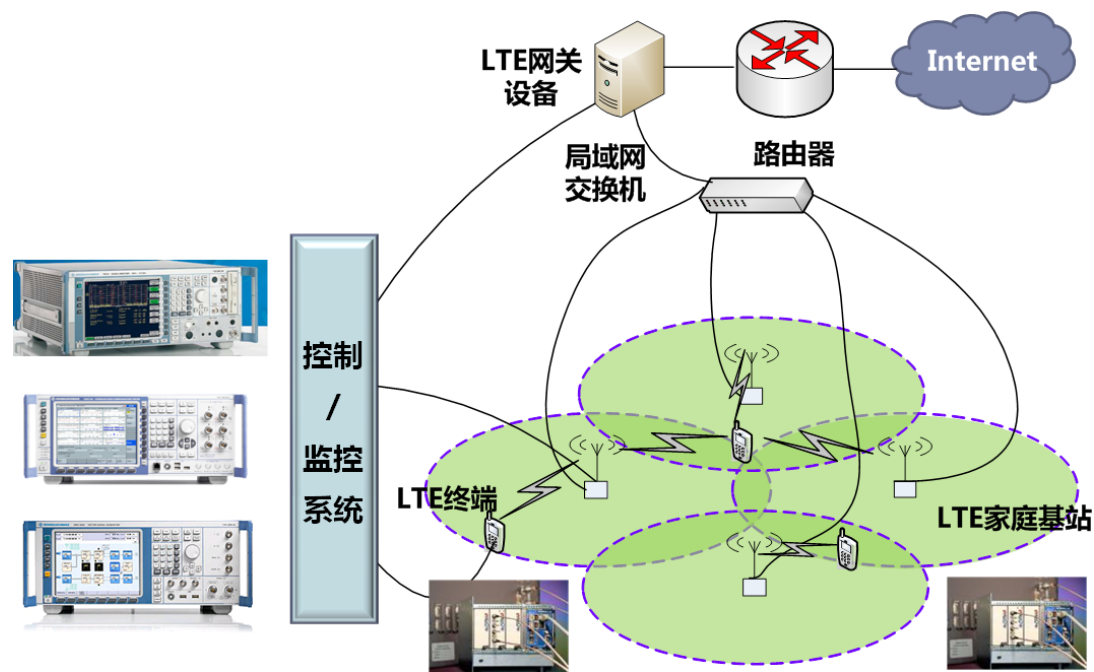
实现对关键技术、基带芯片、芯片验证系统、移动终端、无线基站等的一致性测试和综合性能评估。该项目于 2012 年 4 月顺利通过中科院验收。

在前期国家项目支持下，计算所开展了部分平台的建设工作，作为新一代宽带无线通信网络技术实验系统与综合测试服务平台的一部分在运行，初步建立起了新一代无线宽带方向的支撑平台，并具备了一定的服务能力，却难以满足日益增长的新科研需要，因此本项目在已有支撑平台基础上建设支持 LTE/IMT-A 等多种宽带无线技术验证的新技术验证硬件平台，通过购置软件无线电基站 / 终端验证系统，构建支持多种接入技术的软硬件验证环境，从而支持各个企业针对不同接入技术设计的新方案验证，以提高设备利用率，减少设备购置费用；通过购置综合测试仪、协议分析平台、信号分析仪等测试设备，完成芯片和原型验证系统的物理层信号测试和分析，协议一致性测试、性能评

估以及综合测试，支持以 LTE 为核心的宽带无线通信技术的研发、验证和测试。

通过对服务平台的验证及实际应用，证明了平台搭建的技术可行性及实用性，有力的保证

了中科院计算所在重大专项研究方向上的顺利推进，并为该平台未来服务于 LTE 终端研发、IMT-A 等宽带移动通信系统的验证测试提供了示范应用。



新一代宽带无线通信技术实验系统与综合测试服务平台

鉴定 / 验收的代表性成果

LTE(第四代移动通信) 终端基带芯片研发及产业化

“LTE（第四代移动通信）终端基带芯片研发”项目是北京市科技计划项目（项目编号：D11110100140000），起止时间为2011年1月到2012年12月，于2013年3月12日通过北京市验收。该项目重点突破TD-LTE终端芯片研发中的关键技术，包括：完成TD-LTE终端基带芯片的架构设计，进行芯片配套DSP核的研发，实现公共基带算法库，实现LTE终端核心协议栈等。在此基础上进行TD-LTE终端基带芯片的硬件集成设计和样片流片测试，最终研制出具有自主知识产权的TD-LTE终端基带芯片。

通过LTE基带芯片的研发和自主创新，项目在基带芯片架构、DSP核和工具链、算法优化、空口协议栈等关键技术取得突破，形成了一批实用价值高、技术先进的创新成果：

1. TD-LTE 终端基带芯片架构

形成了以“自主DSP内核+硬件加速器”的基带芯片基本架构。该架构采用软件定义无线电思想，在软硬件划分上既满足LTE高速数据处理

的需求，又兼顾了终端基带芯片未来发展对多模可扩展的需求，比目前广泛采用的纯ASIC架构具有更高的灵活性，填补了国内在LTE基带芯片架构研究中的空白。

此外，通过芯片架构研究，还形成了Turbo译码器、Viterbi译码器、射频接口、应用处理器接口、存储访问接口等一系列可重用的硬件IP。这些硬件IP不仅经过了投片工艺的验证，功能和性能上都满足3GPP协议要求，而且采用可重用设计，适用于未来基带芯片的快速原型设计和验证。

2. 专用矢量DSP核和工具链

项目研发的矢量DSP核采用“SIMD+VLIW”的基础并行架构，并针对基带算法进行高度优化，其基带信号处理能力在单核117MHz工作频率条件下即高达40GOPS，计算性能达到了国际先进水平。除此之外，衡量DSP的另一项关键指标是配套的工具链，形成了一整套从编译器、汇编器、调试器到仿真器和分析器的完整工具链，支持在DSP核上进行快捷的程序开

发和调试,充分发挥了 DSP 内核的使用价值。

3. 基带处理算法

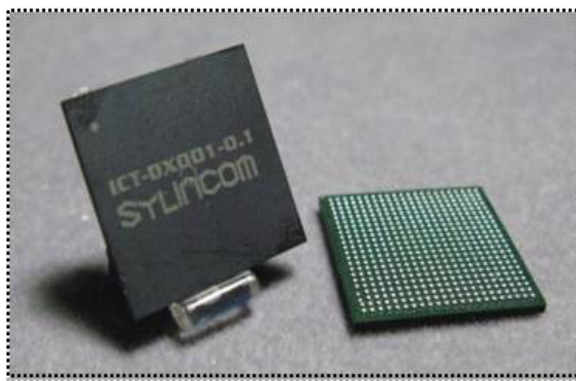
项目产出的高性能 TD-LTE 基带算法浮点 / 定点参考模型与协议保持完全一致,不仅在功能上满足协议要求,而且在整体性能上优于国外著名公司已公布的结果,可为各种不同信号处理算法提供一个快速标准的性能评估平台,是 LTE 基带芯片设计的黄金模型。在 DSP 算法估计方面,项目针对 DSP 结构进行算法优化,其复杂度优于采用 ARM Ardbeg 架构的同类算法,使得 DSP 的软硬件综合处理能力达到国际先进水平。

4. 空口协议栈

项目研发的 LTE 高性能终端协议栈软件在架构上采用层次化设计,具备灵活可移植性和高可扩展性的特点,提出的基于“内存零拷贝”的跨层内存传递方案、基于自适应内存池技术的快速动态内存分配方案等关键技术填补了国内相关领域的空白。目前, LTE 终

端协议栈软件已作为单独产品销售。

以上自主知识产权的研发成果不仅填补了国内的多项空白,而且部分成果与国际上同类技术相比具有一定的先进性。项目组在任务执行期间,共申请国家发明专利 26 项,发表论文 4 篇,申请相关软件著作权 3 项,这些创新成果都具有完全独立的知识产权。通过项目的实施,摸索实践了一整套人才培养、队伍建设的机制和一系列组织管理方面的经验,为团队的整体素质的提升做出巨大贡献。



TD-LTE 基带处理芯片样片

自主创新
科技强国



科研基地进展

计算机体系结构国家重点实验室

2013 年对实验室来说是具有重要意义的一年。实验室在依托单位中国科学院计算技术研究所的支持下,在实验室全体人员的共同努力下,于 2013 年 5 月 22 日顺利通过了科技部组织的验收,此次验收是继 2011 年 4 月 2 日科技部批准实验室立项建设计划、2011 年 10 月批准启动建设、2011 年 12 月举行揭牌仪式以来,实验室建设和发展的又一个里程碑式事件。它标志着实验室跻身国家重点实验室行列的“建设期”结束,顺利“转正”。在 2013 年度,实验室取得了一批丰厚的研究成果。

获奖及科研项目方面:隶属于计算机体系结构国家重点实验室的处理器结构团队的“高性能众核结构设计及验证技术”获得 2013 年度北京市科学技术奖二等奖,该成果在众核片上存储管理、核间高效同步、芯片快速验证等方面提出了创新性的解决方法,为高性能处理器芯片的设计和验证提供了先进的技术方案。973 项目“高通量计算系统的构建原理、支撑技术及云服务应用”,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了探索

研究,本年度进展良好,超额完成了预期目标。创新研究群体科学基金“超并行高效能计算机体系结构与设计方法研究”进入第二个执行期(2013 年到 2015 年)。该研究群体以高效能计算、低功耗计算、高可靠计算为研究方向,在高性能和高效能计算机的超并行体系结构,多核/众核处理器的新型体系结构,以及多核处理器的测试、验证与高可靠性设计方法等六个方面上开展研究,本年度项目进展顺利。2013 年实验室共承担国家级、国际合作项目及横向科研项目 49 项,其中 973 计划 5 项(4 个子项),863 计划 9 项,自然科学基金 28 项,横向开发课题 7 项。

学术进展方面:持续发表了 PLDI-2013、PACT-2013、DAC-2013、ISSCC-2013、HPCA-2013、DATE-2013、CGO-2013 和 ICS-2013 论文,在 IEEE TVLSI 和 ACM TACO 上均有学术论文持续发表。本年度实验室研究人员发表学术论文 87 篇,其中 EI 收录 55 篇,SCI 收录 16 篇,在国际、国内学术会议上做特邀报告 6 人次,主办承办大型学术会议 3 次,暑期夏令营 1 次,大中小学生参观访问共计 2 次。获授权国家发明专

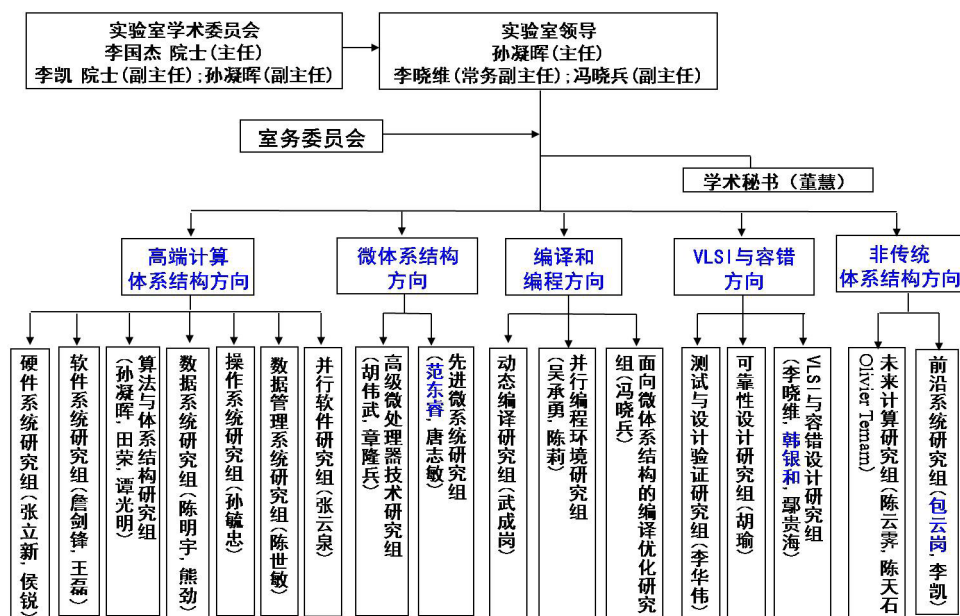


图1 计算机体系结构国家重点实验室组织结构图

利11项。

承办重要国际会议方面：HPCA（高性能计算机体系结构国际会议）是由IEEE举办的国际会议，是计算机体系结构领域的三大顶级会议之一（中国计算机学会计算机体系结构学科顶级会议排名前三），国内目前在该会议上发表的论文数不到10篇，在计算机体系结构领域享有盛誉，在国内外学术界有很高的影响。HPCA-2013是该会在国内第一次召开，张立新研究员担任大会主席。CGO（代码生成与优化国际会议）是由IEEE CS、ACM SIGMICRO和ACM SIGPLAN共同主办的国际会议，在国内外学术界有很高的影响。CGO-2013将由本室的编译研究团队主要承担，会议主席由武成岗副研究员出任，这是CGO第一次在亚洲地区举办。威廉玛丽大学将CGO列为A类国际会议，微软学术搜索网站的统计表示，在该会议上发表的学术论文平均引用率达到10以上。

人才培养方面：2013年，实验室常务副主任李晓维研究员入选2013年国家百千万人才工程，并授予“有突出贡献中青年专家”荣誉称号。引进了陈世敏研究员（百人计划）、张云泉研究员（国内引进）等高端人才。范东睿、熊劲副研究员晋升为研究员。

研究平台建设方面：在院拨国重经费的支持下，完成了三大基础科研平台的建设，包括云软硬件设计平台，芯片设计与测试平台和新型微体系结构设计平台，其中第二平台——芯片设计与测试平台已于12月建成验收。五个特色自研平台——在线3S软硬件研究平台、系统级功耗和可靠计算研究平台、内存系统监控分析平台、部件级功耗监控系统、基于Godson-T的节点内处理器异构的集群系统的实验环境进展良好。为了更好的科学研究和产出成果，本年度开展了新一轮自研平台的建设。通过组织专家评审，从十一项新申请自研平台中择优资助四项自研平台并立项，

分别是众核处理器并行编程方法研究平台、机器学习加速器的结构和编程研究平台、面向测量信息的日志记录分析平台、高效能可重构大数据处理加速引擎研究平台。这些平台旨在提供现有商用平台不能提供的功能，使我们能够获取计算机体系结构中各个层次的重要数据，从而对程序行为、硬件结构、性能功耗各方面之间的关系有深层次的理解，更好的指导我们的科学研究。

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。在本年度进一步讨论和优化重点实验室的组织结构，

由原来的十三个研究组扩建到十七个研究组（如图1），分别是：硬件系统研究组、软件系统研究组、算法与体系结构研究组、数据系统研究组、操作系统研究组、数据管理系统研究组、并行软件研究组、高级微处理器技术研究组、处理器结构研究组、动态编译研究组、并行编程环境研究组、面向微体系结构的编译优化研究组、测试与设计验证研究组、可靠性设计研究组、VLSI与容错设计研究组、未来计算研究组和前沿系统研究组，部署在五大研究方向——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。



图2 国重验收会现场考察

科研基地进展

移动计算与新型终端北京市重点实验室

移动计算与新型终端北京市重点实验室致力于新型移动终端、智能移动计算、移动计算网络等方向的基础研究和高技术前沿探索，2013 年承担了包括国家科技重大专项、国家自然科学基金、北京市重大科技项目、北京市自然科学基金、科技部国际合作项目在内的 50 余项课题的研究工作。2013 年实验室共发表论文 89 篇，其中 1 篇论文获得 IEEE 无线通信与网络大会（WCNC）的最佳论文奖；新申请及授权专利 35 项，并有 1 项专利获得第三届北京市发明专利奖二等奖。同时，还获得了中国产学研合作创新成果奖、卫星导航定位科技进步奖三等奖等奖项。以下是实验室在新型终端、智能业务和移动计算三方面的主要研究进展。

1. 新型终端

研制了四款新型终端开发平台：智能腕表平台、智能腕带平台、基于人机物三元融合端计算技术的远程亲情互动平台、基于 Fusion Space 的远程协作自然交互平台。同时，研发了基于快速音频匹配和音频内容实时监测的电视内容智能

交互系统，云端服务器智能监测各频道当前播放内容，终端智能应用可根据监测结果提供主动、智能的人机交互功能，相关技术已在杭州泰一指尚科技有限公司开展产业应用。此外，基于自主研发的矢量 DSP 内核，采用软基带的芯片架构，设计了满足 2G/3G/4G 多模无线通信需求，并且拥有完全的自主知识产权的动芯芯片。目前动芯芯片已针对民用和专用系统形成了 DX-H 基站、DX-M 终端和 DX-S 定制化三大系列产品的解决方案。

2. 智能业务

在远程沉浸式自然交互方面取得了新的成果，例如人 - 人交互方面，提出了多模决策融合的前景孔洞检测和边界修正算法，面向异构终端的沉浸式视频 QoE 建模技术和跨域环境下的多感知自适应编码技术，给出了包含语音增强、回声消除、自动增益、音频场景建模和还原等功能的语音处理算法；人 - 机交互方面，提出了基于双通道深度信息建模的手指精确检测方法和手掌姿态自适应的卡尔曼单指尖鲁棒跟踪方法，提出的自适应自迭代的在线增量式极速学习算法使手势



识别能够快速自适应于不同用户；机 - 物交互协同方面,提出了包含多协议语义互译与设备互联、资源共享呈现系统以及基于混合图像编码的远程屏幕共享的跨设备多屏共享技术,给出了基于视频分析的环境光平衡度评估方法及基于环境光平衡度的多光源协同控制策略。同时,提出了基于新型移动终端的展示体验改进解决方案和算法,将传统的静态图片转变成新型智能终端上动态、可交互、可从任意角度观看的立体画面。

3. 移动计算

实验室提出的超级基站概念已经逐步得到了业界的认可,成为未来新型网络架构的核心设备。本年度完成了超级基站处理架构、互联架构和软

件架构设计,形成了中频、基带、协议三个处理池的硬件虚拟化,实现了计算的可伸缩性、协议的可重构性等目标;设计了芯片间、板卡间、机框间的多级高速互连网络,满足海量载波和用户的数据流 / 控制流传输需求;在硬件平台方面,完成了中频板、基带板、MMC 板研发并已交付联试;在软件系统方面,完成了协议栈、资源虚拟化管理、系统管理运维等核心软件的研发。同时,提出了基于负载分集的超级基站处理资源分配方法,为超级基站中处理资源的统一管理和按需调度提供关键技术。此外,面向超级基站的理论研究,已分别在集中式处理规模、分布式天线、全网协同通信等方面取得初步成果。

正 气

大 气

骨 气

中科院智能信息处理重点实验室

2013 年度智能信息处理重点实验室继续坚持实验室的已有定位，即：依托计算所在体系结构和网络研究方面的优势，以大规模多媒体数据的处理和利用为核心，在知识表示与推理、模式分类与学习等方面开展深入的研究，产出一流成果，培养基础人才，培育前瞻思想。为此，实验室将研究方向凝练为“智能计算”、“视觉计算”和“生物信息学”三个大的学科方向，并具体从信息的获取、表示、理解与转换等几个方面进行布局，进一步明确了包括自然语言处理、知识网格、大数据挖掘与机器学习、智能科学、视觉信息处理与学习、智能人机接口、大规模知识处理及智能应用、生物信息学在内的研究方向，构成了一个互为依托的有机整体。以期能够更好地满足国家在智能信息处理方向的重大需求、服务国民经济建设和建设和谐社会。

在基础研究方面，本年度实验室继续保持了良好的发展势头，完成了多项创新性研究成果，累计发表论文 110 余篇，其中 IEEE Trans. on IP/KDE/CSVT 等国内外刊物论文 40 余篇，IJCAI、ICCV、CVPR、DCC、ACL 等国际会议论文 60

余篇。新申请专利 10 项，获得授权 5 项。

在“智能计算”领域，继续坚持机器翻译、智能科学、知识网格和大数据挖掘等学科方向。在机器翻译研究方向，提出了自然标注上的判别式学习、双语指导的单语依存文法推导、基于混合句法树的机器翻译、基于词汇内聚原理的文档级机器翻译等成果，发表国际会议 ACL 论文 6 篇、IJCAI 论文 1 篇、EMNLP 论文 1 篇。并在 CWMT 2013 全国机器翻译评测中获得 6 个项目中的 3 项第一、2 项第二的好成绩，尤其是蒙汉、维汉翻译以显著优势获得第一名。在知识网格方向，完成了基于认知的文本分析模型和理解方法、基于概率主题图模型的文献分析模型等成果，分别发表于国际会议 IJCAI 和 ACL。在智能科学方面，提出了多智能体协同认知模型，多种安全博弈论模型等，在国际会议 IJCAI 上发表论文 2 篇。在大数据挖掘与机器学习方向，提出了多领域文本迁移学习分类与概念学习方法、共享结构的多视图多任务学习算法等，在 IJCAI 等国际会议上发表论文 10 余篇。并开发了基于云计算的并行数据挖掘系统。

在“视觉计算”领域，坚持智能交互、视觉模式分析、多媒体等方向。在智能交互方向，深入研究了基于 Kinect 的手语识别技术，提出了基于网状手语图的手语识别方法、深度信息辅助的手势识别及交互方法，开发了融合轨迹和手型的手语识别系统，并受邀参加 Microsoft Faculty Summit 2013 在微软总部进行了展示，得到了微软高层的肯定。在视觉模式分析与识别方向，提出了耦合特征对齐与识别的视频人脸识别方法、基于协方差特征流形学习的表情识别方法、基于源域样本目标化的人脸识别模型领域适应（迁移）方法等方法和技术。发表 CVPR、ICCV 等 CCF A 类论文 6 篇，获 EmotiW 表情识别竞赛第 3 名，所开发的人脸识别核心技术应用到了公安部出入境管理局基于人脸的护照身份查重中。在多媒体计算方向，提出了在海量视觉类别数据上进行层次化字典和判别学习方法、基于迁移学习的目标跟踪等方法，论文发表于 IEEE T CSVT 和 CVPR 等国际刊物或会议。所开发的基于局部视觉匹配的物体识别系统获 ACM ICMR2013 Best Demo，所完成的基于 RGB-D 的图像与场景识别技术获 ImageCLEF Robot Vision 竞赛冠军。

在平台建设方面，实验室继续推进“机器博士”和“人本智能感知系统”两个平台的建设。其中，前者已初步完成了功能测试，同时进行了外形设计和制造。后者已基本完成高速、高清、全景网络视频采集平台、三维人体及运动采集系统、人体生物特征采集系统等三个子系统的近 20 台 / 部先进设备的采购。

在科研项目承担与争取方面，实验室本年度获批基金委重大项目 1 项（负责人为陈熙霖研究

员，题目为图像视频的群体数据协同结构化表达与处理）、基金委优秀青年科学基金项目 1 项（蒋树强）、面上 / 青年基金项目 3 项、973 和 863 子课题各 1 项。此外，还持续得到了华为、百度、高通、微软、松下等产业公司的支持。本年度实验室在研项目合同总额 8700 余万元，2013 年收入 2800 余万元。

在人才引进和培养方面，本年度实验室引进了惠普研究员罗平博士担任副研究员。经所里统筹调整后，将李华老师、张勇东老师团队加入实验室。实验室培养的青年研究人员蒋树强博士顺利晋升为计算所研究员，柴秀娟和庄福振则成功晋升为副研究员。史忠植老师获得了中国人工智能学会 2013 年吴文俊人工智能科学技术成就奖，庄福振博士获得了人工智能学会优秀博士论文奖，姜文斌获中科院计算所学术百星，柴秀娟入选中科院青年创新促进会，蒋树强和西班牙访问学者 Luis 获得中国科学院青年科学家国际合作奖。

在学术交流方面，共有 42 人次出访进行学术交流，30 余人次国际学术同行来访。实验室于 2013 年 12 月 21 日举办了智能信息处理与学习研讨会，邀请了周杰、张潼、杨健、余聪、王晓刚、李武军等 6 位青年学者做了专题学术报告，并进行了研讨。

在实验室管理方面，实验室召开了学术委员会、学术规划会、室务会等，特别是在公共经费使用方面，形成了透明的制度，通过为导师缴纳学生培养费、支持博士生学术交流、按学术论文进行经费拨付等方式，尽可能为研究人员提供稳定的支持。本年度实验室还重新构建了主页及其相应的内容更新机制。

科研基地进展

中科院网络数据科学与技术 重点实验室

学科基地对计算所可持续发展至关重要。2013年4月中科院批准成立网络数据科学与技术重点实验室，并于2013年11月正式揭牌成立。该实验室是我国首个专门研究网络大数据的省部级重点实验室。重点实验室的建设目标是推动网络数据学科发展，突破ZB级网络数据感知、传输、存储、管理与分析体系架构，研究网络数据界的溯源、定位、预测与控制方法，支撑安全大数据、情报大数据、金融大数据、商业与媒体消费大数据等系列应用。2013年在基础研究、大项目争取、数据平台建设和推动大数据研究与发展等方面都取得了进展。具体包括：

在基础研究方面，围绕着网络数据研究，发表论文近70篇，专著1部，译著1部，文章总数比去年增长16%。其中，发表在Plos One等A类期刊上的论文有9篇，发表在WWW、SIGIR等A类会议上的论文有13篇，A类会议文章增长46%。同时我们组织了和大数据和社会计算相关的学术专刊，撰写了一系列与大数据相关的前

瞻性论文，完成了大数据学科的布局与推进。

在网络数据平台建设方面，面向高端数据分析、金融数据工程、互联网信息监测、商业智能等应用，积累数据的规模持续增长。建成了数千个计算节点，PB级存储容量，Gbps级互联网带宽和大量群体合作的网络爬盟与网络感知；达到百万领域信源入口，千万级ID与自媒体源，亿级微博关联用户、百万级名博关注；积累了带标签的百亿级网页、百亿级消息文本信息、每天千万级消息更新。与2012年底相比，信源增加6倍，配置效率提高1倍，积累百亿消息文本信息，每天千万级消息更新。

在重要项目争取方面，由中国科学院计算技术研究所牵头，华云生教授作为首席科学家，联合清华大学、北京大学、中国人民大学、同济大学、天津大学、武汉大学、公安部第三研究所等单位共同申报并获得立项的国家重点基础研究发展计划（973计划）项目“网络大数据计算的基础理论及其应用研究”。这是我国在大数据研究领域

被批准的第一个国家 973 计划项目。

在推动大数据学科与产业发展方面，牵头组织了国内规模最大、最具影响的大数据领域技术盛会——2013 中国大数据技术大会（Big Data Technology Conference 2013，BDTC 2013）。大会以“应用驱动的架构与技

术”为主题，邀请了多位国际著名专家以及来自 Hortonworks、Cloudera、Linkedin、阿里、腾讯、百度、中国移动、华为等大数据相关企业的 80 余位演讲嘉宾，参会人数接近 2000 人，在学界和业界都产生了重大影响，已成为大数据领域的旗帜性技术大会。

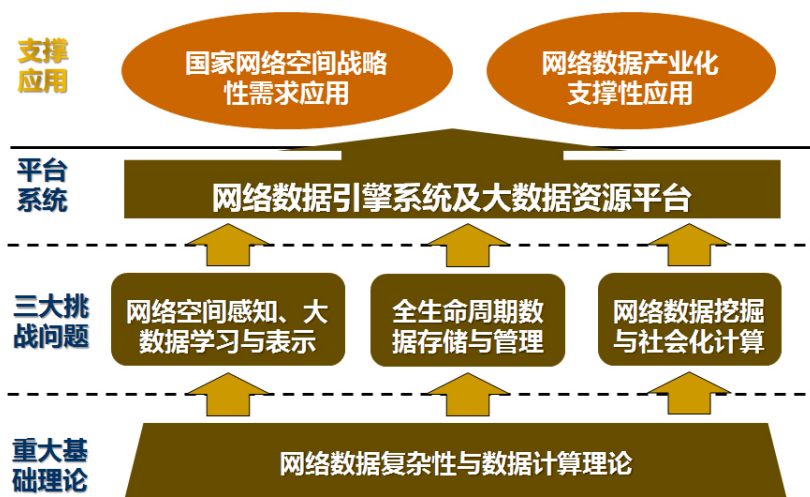


图 1 网络数据科学与技术重点实验室研究布局



图 2 网络数据科学与技术重点实验室学术委员会 2013 年度会议



图 3 网络数据科学与技术重点实验室揭牌仪式

学术活动

□ 学术报告

为使科研人员始终站在学科领域前沿，开拓学术视野，计算所鼓励科研人员既要“走出去”，参加各类学术会议，又要“请进来”，邀请国内外知名学者到计算所来交流讨论。2013年计算所邀请国内外知名学者做了80场所级学术报告。

序号	报告人	报告题目	报告人单位	报告日期
1	Jie Tang	Social Influence Analysis in Large Social Networks	清华大学	2013-1-4
2	Jian Li	Uncertainty in Combinatorial Optimization	清华大学	2013-1-9
3	Haitao Wang	Shortest Path Problems in Computational Geometry	Utah State University	2013-1-17
4	Pavel Loskot	A look at the Digital Economy	Swansea University	2013-1-21
5	Brad Beckmann	The gem5 Simulator	AMD Research	2013-3-5
6	Yajun Wang	Algorithms for submodular matroid secretary problems	Microsoft Research Asia	2013-3-7
7	Benjamin C. Lee	Foundations for Heterogeneous Datacenter Design and Management	Duke University	2013-3-8
8	王晓东	Coding for Distributed Storage in Wireless Clouds	Columbia University	2013-3-18
9	赖李洋	Why Design for Test (DFT) and Where It Goes	University of Illinois at Urbana-Champaign	2013-3-19
10	Yi Xu	High Performance 3D Interconnection Network Design for CMPS	AMD China	2013-3-28
11	Wei Yu	Budget Error-Correcting under Earth-Mover Distance	Aarhus University	2013-3-29

序号	报告人	报告题目	报告人单位	报告日期
12	Jie Zhang	Fixed-point Models, Complexities, and Applications	Aarhus University	2013-3-29
13	Dacheng Tao	MahNMF: Manhattan Non-negative Matrix Factorization	University of Technology, Sydney	2013-4-11
14	陈建二	Parameterized Computation: Current Status and Future Research	中南大学	2013-4-12
15	邓小铁	Computational and incentive Issues in Equilibrium and Market Design	上海交通大学	2013-4-12
16	Qi Han	Detection and tracking of Dynamic Amorphous Event in Wireless	Colorado School of Mines	2013-4-12
17	黄晓晶	Sample Rate Conversion for High Speed Multiband OFDM Systems	CSIRO	2013-4-15
18	Alois C. Knoll	Electric Mobility: Opportunities and Challenges	Technische Universität München	2013-4-22
19	赵明	Towards QoS-driven Resource Management of the Cloud	Florida International University	2013-4-27
20	Aruna Seneviratne	Privacy and Opportunistic Networking: A Good Marriage?	澳大利亚, NICTA	2013-5-19
21	J. Roberto B. de Marca	IEEE expert to visit the Institute of Computing Technology for International Scholarly Exchange	Brazilian National Research Council	2013-5-22
22	方玉光	A Novel Architecture for Cognitive Radio Networks IEEE ComSoc Distinguished Lecture 2013	University of Florida	2013-5-24
23	Guoying Zhao	Local Spatial Temporal Descriptors for Motion Analysis	Oulu 大学	2013-5-24
24	Steven C.H. Hoi	Online Learning: Machine Learning Meets Big data	Nanyang Technological University	2013-6-4
25	Jiebo Luo	Computer Vision with a Myriad of Eyes	罗彻斯特大学	2013-6-4
26	Guang Yang	Streaming Cryptography	清华大学	2013-6-5
27	Renping Liu	Writing for Journal Publication	CSIRO	2013-6-6
28	Serge Fdida	Federating experimental platforms as a playground for the future Internet	UMPC	2013-6-7
29	Xin Wang	SMCLOUD: Social Mobile Cloud	SUNY	2013-6-18
30	Yantao Zheng	Recognizing Landmarks in the World	Google USA	2013-6-19

序号	报告人	报告题目	报告人单位	报告日期
31	K.-T. Tim Cheng	Test Data Analytics — Exploring Spatial and Test-Item Correlations in Production Test Data	University of California, Santa Barbara	2013-6-20
32	袁春风	对计算机系统能力培养的思考与初步探索	南京大学	2013-6-27
33	Youming Qiao	Generalized Wong sequences and their applications to Edmonds' problem	National University of Singapore	2013-7-2
34	Dapeng Oliver Wu	Video Distortion Analysis and System Design for Wireless Video Communication	University of Florida	2013-7-2
35	王晓东	Privacy-Preserving Energy Scheduling in Microgrid Systems	Columbia University	2013-7-9
36	Rui Han	Enabling Cost-effective Elasticity in Cloud Computing	Imperial College London	2013-7-15
37	Lirong Xia	Statistical Algorithms for Computing Parametric Ranking Models	Rensselaer Polytechnic Institute	2013-7-16
38	H. Peter Hofstee	Heterogeneous Processors and Hybrid Systems for Big Data and Analytics	IBM Austin Research Laboratory	2013-7-16
39	Steven J. Ludtke	2-D and 3-D Image Processing of Noisy Data in Cryo-EM	Baylor College of Medicine	2013-7-18
40	Tilman Rabl	Big data benchmarking: BigBench, PDGF and WDB	University of Toronto	2013-7-19
41	吴信东	Error-Tolerant Data Mining	University of Vermont	2013-7-19
42	Hans-Arno Jacobsen	Big Events Are Big Data In Motion: Towards Data-centric Processing with Events & Publish/Subscribe	University of Toronto	2013-7-25
43	Hai Wang	Thermal Estimation and Prediction Techniques for Dynamic Thermal Management of High-Performance Processors	University of Electronic Science and Technology of China	2013-8-15
44	Dean Tullsen	Data Triggered Threads – Eliminating Redundant Computation	UCSD	2013-8-16
45	Yi Zhang	Recommendation Systems: Machine Learning and Economics	University of California Santa Cruz	2013-8-23
46	刘经南	大数据处理与位置服务	武汉大学	2013-8-30



序号	报告人	报告题目	报告人单位	报告日期
47	David Brooks	Breaking through power and ILP walls across multiple scales of computing	Harvard University	2013-9-2
48	Subhasish Mitra	Carbon Nanotube Imperfection-Immune Digital VLSI	Stanford University	2013-9-3
49	Chengwen Wu	Quality and Yield Enhancement of 3D Integrated Logic and Memory Dies	National Tsing Hua University	2013-9-5
50	Gang Zhou	Smartphone Energy Savings through Learning and Traffic Analysis	the College of William and Mary	2013-9-16
51	汪孔桥	Vision to enabling mobility	诺基亚北京研究院	2013-9-18
52	方滨兴	大数据与信息安全	北京邮电大学	2013-9-23
53	Haiwu He	Towards MapReduce for Desktop Cloud Computing	ENS-Lyon	2013-9-24
54	应名生	Floyd – Hoare Logic for Quantum Programs	清华大学	2013-9-29
55	Fred Chong	Large-Scale Quantum Computing Architectures: A Systems Perspective	UCSB	2013-10-9
56	谢彬	Enabling Network Coding in the Wireless Networks for Efficient Communications	InfoBeyond Technology LLC	2013-10-9
57	David G. Belanger	Big Data - The Next Phase	Stevens Institute of Technology	2013-10-9
58	Peter Bro Miltersen	Some applications of semi-algebraic geometry to proving complexity results in computational game theory	Aarhus University	2013-10-11
59	Pinyan Lu	Pricing and Auctions for Markets with Externalities	Microsoft Research Asia	2013-10-15
60	Navid Talebanfard	Semantic properties of syntactic structures	Aarhus University	2013-10-18
61	Junda Liu	Software Defined Networking (SDN) at Google	美国, Google 高级工程师	2013-10-21
62	毛国强	Multiscale Nature of Large Complex Systems and Implication for Communications and Control	University of Technology, Sydney	2013-10-21
63	Kevin Metulef	The Art of Proving Lower Bounds in Property Testing	Aarhus University	2013-10-22
64	Branka Vucetic	Communicate with E-Band	University of Sydney	2013-10-29
65	H.Vincet Poor	Games, Privacy and Distributed Inference for the Smart Grid	Princeton University	2013-10-30

序号	报告人	报告题目	报告人单位	报告日期
66	Jingyuan Cheng	Textile that Tells, and other research areas in group EI, DFKI	German Research Center for Artificial Intelligency	2013-10-30
67	Eryk 和方更法	无线通信技术在医疗方面的应用及其广阔前景	Macquarie University	2013-11-1
68	Chenggang Wu	Decision Trees, Protocols, and the Fourier Entropy-Influence Conjecture	清华大学	2013-11-15
69	Lian Li	Pointer Analysis As Value Flow	Oracle Labs Australia	2013-11-18
70	邓伟洪	Eigenfaces Revisited	北京邮电大学	2013-11-20
71	Tian Qi	Large-scale Visual Search	University of Texas at San Antonio (UTSA)	2013-11-23
72	Yuan Zhou	Hardness of robust graph isomorphism, Lasserre gaps, and asymmetry of random graphs	Carnegie Mellon University	2013-12-10
73	Tilman Wolf	ChoiceNet: Toward an Economy Plane for the Internet	美国, UMass、NSF 未来互联网项目 ChoiceNet 负责人	2013-12-18
74	Lixin Fan	Nokia's World isn't flat - An overview of Nokia map service and related research topics	Nokia Research Center	2013-12-19
75	Tao Xiang	Weakly supervised topic models for computer vision	Queen Mary University of London	2013-12-19
76	Chia-Jung Lee	Beating Bandits in Gradually Evolving Worlds	National Chiao-Tung University	2013-12-20
77	毛国强	Key Technologies for Next-generation Wireless Systems	University of Technology, Sydney	2013-12-24
78	单一兵	以超级计算模拟为手段对一个癌变异生物大分子结构和功能的研究	D. E. Shaw Research 研究所	2013-12-25
79	王立威	Privacy Preserving Machine Learning in the Big Data Era: A Theoretically Sound Approach	北京大学	2013-12-31
80	Jian Pei	Social Network Analysis by Compression: Not Only Space Saving, but also Insight Gaining	Simon Fraser University	2014-1-15

□ 重要国际学术会议

2013 年 10 月 29-31 日, 由计算所主办的“第三届面向百亿亿级计算的协同设计国际研讨 (CO-DESIGN2013)”在广西桂林召开, 会议由 26 个邀请报告组成。第一个半天主要由四个大会报告组成, 综合介绍了美国、日本、中国以及欧洲的极大规模计算的最新动态。美国能源部的先进科学计算部主任 William Harrod 讲解了极大规模计算的所面临的任务, 以及如何重新理解和定义 E 级计算。东京工业大学的 Satoshi Matsuoka 教授介绍了 TSUBAME 在灾害预防、环境、医药、制造业三个主要领域的应用情况, 详细介绍了从 TSUBAME2.0 升级到 2.5 对硬件架构的改变和性能的提高, 值得注意的是在从 TSUBAME2.0 升级到 2.5 的过程中, 通过更换 GPU 部件使得单精度性能提升了 3.6 倍, 双精度性能提升了 2.4 倍, 峰值从 0.7P 提高到 1.16P, 但是总体的能耗降低了 20%。国家 863 计划高性能计算机及其核心软件重大专项总体组组长、北京航空航天大学的钱德沛教授介绍了极大规模计算在中国的发展情况, 其中包括 NSFC、863 计划和 973 计划下高性能计算的发展情况、高性能计算机系统发展所面临的挑战、以及怎样根据已有经验来解决问题。瑞士超算中心主任、苏黎世联邦理工学院 Thomas Schulthess 教授介绍了高性能计算在欧洲的发展情况和卢加诺数据中心的最新情况, 并详细介绍了 CSCS 的下一代 Cray XC30 系统以及瑞士天气预报系统 COSMO, 他对协同计算提出最大化数据局部性来减少数据移动, 从节点架构和算法中提升节点效率等建议。

随后两天的报告围绕领域应用、体系结构、

软件、数值算法、大数据与可视化等几个方面展开。其中, 国际核聚变 7 国联合项目美国 PI、普林斯顿大学 William Tang 教授介绍了极大规模 PIC 聚变能湍流模拟。美国数学学会会士、KAUST 的 David Keyes 教授提出极大规模计算的算法适应性问题, 介绍了如何通过预条件设置来减少数据同步和通信, 以及基于算法本身的容错方法实现编程模型和运行时库的自适应。阿贡国家实验室 E 级技术与计算研究所所长 Pete Beckman 博士详细介绍了 Mira 超级计算, 从而引出 E 级计算机的所面临的挑战, 从内存层次结构, 异构硬件, 能耗管理, 消息通信, 对象 I/O, 可靠性等方面分析了最新的硬件技术, 并介绍了 E 级操作系统和运行时库 Argo 等。国防科学技术大学卢宇彤教授系统介绍了今年新研制成功、目前世界排名第一的天河 2 号高性能计算机的情况, 主要从 CPU+MIC 的异构系统结构、国产飞腾 CPU、网络互连、存储和文件系统、高性能软件环境、大数据软件环境、能耗管理、网络聚合结构、系统管理和系统性能等多个方面进行介绍。同时介绍了它在可扩展性、能耗、可靠性等方面经历的挑战和在天气、计算流体力学、物理、商业情报分析等领域的应用。江南计算所的报告题目是从一个极大规模系统研发者的角度去考虑“通往 E 级计算机之路”, 认为真正的 E 级计算并不是峰值达到 E 级而是能实际求解 E 级规模问题, 并提出了能耗、可容错性、异构结构、内存墙、系统软件和应用软件等几个方面的挑战和一些可能的解决方法。

关于本次会议的统计显示: 单报告的平均计算规模已达到 10 万 CPU 核和 45 万 CPU 加 MIC 或 GPU 核; 报告在计算规模上代表了世界超算的现有水平。

知识产权

2013 年，计算所新申请国内专利 284 项，获得国内授权 105 项，获得国外授权 3 项，获得软件著作权 28 项，获得商标著作权 2 项。2013 年通过与计算所杭州分所、东莞分所密切合作，成功举办了第三届计算所专利拍卖会，拍卖专利 27 项，成交金额 152.5 万元，在促进计算所专利流转的同时，有力满足了地方企业利用先进专利技术进行升级改造的需求。在与大企业合作方面，采用一对一的谈判方式，对专利进行打包出售，转让 18 件专利，成交金额 234 万，有力证明了计算所技术积累的价值，为成为引领产业的技术源头作出贡献。

2013 年，计算所共发表论文 390 篇，其中中国计算机学会推荐 A 类国际学术会议和期刊论文 35 篇。

□ 授权专利列表

专利名称	发明 / 设计人	授权号
一种多用户多天线传输的系统及方法	杨育波；蒋海平；田霖；袁珏；石晶林；黄伊；杨树伟	ZL200810103559.1
一种自动化的文摘实验装置与方法	张 瑾；许洪波；程学旗	ZL200810225031.1
一种流水线 Web 服务器的系统及其工作方法	张玉放；王若倪；孙毓忠	ZL200810247388.X
一种传感器节点和传感器网络的测量方法及系统	赵 泽；王 睿；刘 强；李 栋；崔 莉	ZL200910078242.1
多核处理器的计算环境中实现 TMP 的方法及其系统	徐东；杜磊；张凯；孙毓忠	ZL200910243914.X
室内定位的方法及其系统	林权；罗海勇；朱珍民	ZL200910235698.4
虚拟化计算平台中应用请求调度的方法及其系统	冯斌全；宋莹；孙毓忠	ZL200910244006.2



专 利 名 称	发 明 / 设 计 人	授 权 号
面向网络视频的分布式采集方法和系统	郭俊波；郑刚；张勇东	ZL200910237595.1
二进制翻译中间跳转指令的翻译方法及其系统	武成岗；王文文	ZL200910237389.0
一种基于关键队形约束的群体运动实现方法及系统	毛天露；李健；蒋浩；夏时洪；王兆其	ZL200910237063.8
P2P 流量优化方法及其系统	张国强；程苏琦；张国清	ZL200910242797.5
恶意代码样本获取与模拟追踪方法及系统	郝志宇；崔翔；王彦明；吴志刚	ZL201010107195.1
基于 CDN-P2P 混合网络的副本放置方法	蒋海；王展；马晨光；杨平改；白翔宇	ZL201010113109.8
P2SP 网络中资源的下载方法及其系统	李军；刘宁；刘靖；杨平改；马晨光	ZL201010131966.0
一种在结构化 P2P 网络中实现 NAT 穿越的方法和系统	马晨光；杨平改；王展；孙毅；吴海博	ZL201010174070.0
应用 P4P 的 P2P 网络中的节点信任选择方法及其系统	孙毅；杨国标；张珺；刘宁；翟海滨	ZL201010127701.3
分布式索引服务器架构下的 P2P 流量优化方法和系统	吴海博；孙毅；杨国标；刘宁；蒋海	ZL201010175975.X
CDN-P2P 混合网络的模拟方法和系统	翟海滨；蒋海；王展；杨国标；李军	ZL201010126882.8
软件开发工具的测试方法及系统	霍玮；丁兆伟；于洪涛；李丰；陈聪明；王雪；张兆庆；冯晓兵	ZL201010204249.6
多核处理器 JTAG 实时片上调试方法及其系统	雷峥蒙；焦帅徐卫志张浩范东睿	ZL201010135260.1
一种基于十字链表的 P2P 流媒体下载任务管理方法与装置	程学旗；王雷；李静远；林思明；刘悦；冯凯；刘祥涛	ZL201010117154.0
从头部图像中自动分割头发的方法及其系统	山世光；王丹；张洪明；曾炜；陈熙霖	ZL201010297069.7
自动分割头发的方法及其系统	王丹；曾炜；山世光；张洪明；陈熙霖	ZL201010296746.3
自动识别人体链状结构中特征点的方法及其系统	王兆其；邓小明；黄武；夏时洪	ZL201010159000.8

专 利 名 称	发 明 / 设 计 人	授 权 号
采用可配置的片上存储装置实现访存操作的系统及方法	范灵俊; 林伟; 张浩; 范东睿	ZL201010256400.0
传感器网络试验床系统及其测试方法	刘强; 李栋; 赵泽; 陈海明; 崔莉	ZL201010256398.7
处理器内指令级流水线控制方法及其系统	余磊; 张浩; 刘志勇; 范东睿	ZL201010233616.5
RISC 处理器中执行寄存器类型指令的方法和其系统	安述倩; 余磊; 张浩; 范东睿	ZL201010251490.4
支持节点移动的 IP 网络中任播的方法及系统	申砾; 张瀚文; 张玉军; 彭鸽	ZL201010235892.5
一种自动建立人体链状结构模型的方法及其系统	夏时洪; 黄武	ZL201010233604.2
随机替换缓存的高效模拟方法	周舒畅	ZL201010233592.3
产生 LTE PRACH 基带信号的方法及其系统	王剑; 何莹; 寇振涛; 彭吉生; 石晶林	ZL201010267934.3
Turbo 并行译码的方法及译码器	郑娟; 王剑; 王佩; 唐杉; 石晶林	ZL201010262146.5
一种提高单同位素峰判断准确率的方法和系统	袁作飞; 刘超; 王海鹏; 付岩; 孙瑞祥; 贺思敏	ZL201010508217.5
一种针对源地址验证中数据分组源地址缺乏绑定的验证策略	杨精静; 张瀚文; 王淼; 许智君; 张玉军	ZL201010620015.X
基于时效输出缓存的双机热备份技术	王勇; 贺龙涛; 周渊; 郝志宇; 吴志刚; 罗浩; 王曦	ZL201010620086.X
一种汉语盲文到汉字的转换方法	王超; 王向东; 钱跃良; 林守勋	ZL201110070320.0
移动 IP 系统的单接口无缝切换方法及其系统	林辉; 周安福; 刘敏	ZL201110042408.1
分布式域管理系统中的群组建立及成员添加方法	王煜炜; 刘华沙; 刘敏; 张杨杨	ZL201110046482.0
一种移动 HPC 系统及其实现方法	周俊平; 王磊; 詹剑锋; 安学军; 孙凝晖	ZL201110033760.9
一种盲人视觉补偿方法以及实现该方法的系统	朱珍民; 唐熊; 陈援非; 何哲; 叶剑	ZL201110033786.3
一种链路错误率预测方法和系统	孙刚; 周一青; 田霖; 黄伊; 关娜; 李玉凤; 石晶林	ZL201110084956.0



专 利 名 称	发 明 / 设 计 人	授 权 号
一种源地址验证方法和系统	沈凌楠; 张瀚文; 王淼; 许智君; 张玉军	ZL201110008486.X
基于虚拟化技术的动态流水线网络服务器中分布式 cache 系统及工作方法	王若倪; 宋莹; 蔡富强; 孙毓忠	ZL201110175442.6
一种 Overlay 网络及其转发节点部署方法	李东; 李彦君; 张国清; 林涛; 覃毅芳	ZL201110149825.6
基于 FPGA 的 SAR 成像系统的二维加窗方法	葛成东; 姚萍; 王贞松	ZL201110128633.7
一种采用决策树的数据分类方法和系统	庄福振; 何清	ZL201110143821.7
一种网站爬虫的识别方法及系统	肖军; 张永铮; 云晓春	ZL201110378160.6
一种人机交互设备	张博宁; 钱跃良; 王向东	ZL201110117664.2
一种蓝藻监测装置及方法	王子健; 赵泽; 李栋; 张乐; 张招亮; 祝贺; 崔莉	ZL201110148015.9
用于海量数据管理的数据处理方法和系统	吴广君; 王树鹏; 云晓春; 张永铮; 王明华	ZL201110217035.7
一种具有盲文点字输入功能的盲人电子记事本	王向东、张博宁、赵希君、 钱跃良	ZL201320028510.0
用于视频编码的编码端 / 解码端双向预测方法	季向阳; 高文; 赵德斌; 吕岩; 马思伟; 齐洪钢	德国授权 欧洲专利号 4738333.6
用于视频编码的编码端 / 解码端双向预测方法	季向阳; 高文; 赵德斌; 吕岩; 马思伟; 齐洪钢	荷兰授权 欧洲专利号 4738333.6
用于视频编码的编码端 / 解码端双向预测方法	季向阳; 高文; 赵德斌; 吕岩; 马思伟; 齐洪钢	法国授权 欧洲专利号 4738333.6
一种数据集推荐方法和系统	王菁; 李锋; 赵卓峰; 韩燕波; 丁维龙; 赵栓	ZL201110164475.0
一种跌倒检测方法和装置	王双全; 陈益强; 陈振宇	ZL201110180341.8
一种应用层分布式拒绝服务攻击过滤方法及系统	肖军; 张永铮; 云晓春	ZL201110005704.4
一种片上共享高速缓存的替换装置和方法以及包含其的处理器	张轮凯; 李海忠; 雷峥蒙; 张浩; 范东睿	ZL201110034399.1
移动通信系统和移动性管理方法	刘敏	ZL200910085465.0

专 利 名 称	发 明 / 设 计 人	授 权 号
用于宽带无线通信的数字基带处理器	王剑; 冯雪林; 韩娟; 崔瑱; 王秋菊; 唐杉; 石晶林	ZL200910093700.9
用于 LTE 系统的小区搜索装置和方法	王剑; 黄守俊; 苏永涛; 郑娟; 何莹; 彭吉生; 石晶林	ZL200910235661.1
网络共享资源的分配方法	陶飞; 王森; 张瀚文; 许智君; 张玉军	ZL201010226260.2
一种数字图像训练和检测方法	唐胜; 李锦涛; 张勇东; 谢呈	ZL200910092710.0
分布式网络中反馈报告可信度处理方法和系统	谢振; 毕经平	ZL200910080811.6
移动通信系统中的多接口业务流切换方法和装置	焦学武; 周安福; 刘敏; 刘华沙	ZL200910083521.7
环境监测装置	李栋; 张招亮; 祝贺; 崔莉; 赵泽; 陆世龙; 刘强	ZL201010194625.8
支持持续查询的自动服务组合方法与系统	姜伟; 虎嵩林	ZL201110030075.0
一种用于授权系统的信息流单向性验证方法	杨智; 金舒原; 段冰毅; 郭莉	ZL201010238798.5
一种传感器网络试验床无线环境模拟系统及其方法	刘强; 赵泽; 崔莉; 李栋; 陈海明	ZL201010291272.3
机器运动控制的摄像系统及其控制方法	朱登明; 刘华俊; 陈明伟; 王兆其	ZL201010624277.3
一种集中式块交换 P2P 文件共享系统及其服务方法	满金贵; 王森; 张瀚文; 许智君; 张玉军	ZL201010188612.X
实现无线通信系统中的非接入层的装置和方法	陶涛; 贾宝雷; 钱蔓葵; 王园园; 张玉成; 黄伊; 石晶林	ZL201010194610.1
统计机器翻译短语抽取方法	刘洋; 夏天; 肖欣延; 刘群	ZL200910164809.7
信号稳定性检测器及时延测试装置	裴颂伟; 李华伟; 李晓维	ZL201110078659.5
用于无线传感器网络节点的芯片及芯片上的数字基带系统	王义; 陆世龙; 赵泽; 崔莉	ZL200910236528.8
一种集中式块交换 P2P 文件共享系统中的促使节点供种的方法	满金贵; 王森; 张瀚文; 许智君; 张玉军	ZL201010192942.6
基于 LTE-Advanced 系统的八天线码本设计方法	金鑫; 田霖; 石晶林	ZL201010264354.9



专 利 名 称	发 明 / 设 计 人	授 权 号
一种视频编码方法	苏荔；王茜；黄庆明；秦磊； 蒋树强	ZL201110262029.3
满足 SystemC 的处理器中的分布式动态进程生成单元	陈曦；黄毅；刘祥；张金龙； 刘玉东	ZL200910076508.9
一种用于 OFDMA 系统基站的数据映射方法	金鑫；周继华；田霖；关娜； 吴志龙；石晶林	ZL200910243480.3
以一类 PDF 文本作为掩体的信息隐写方法	钟尚平；程学旗；余智华；郭莉	ZL200910204408.X
多业务下的无线资源协同管理方法及系统	李玉凤；田霖；关娜；黄伊； 孙刚；金鑫；石晶林	ZL201010107443.2
一种机群应用管理系统及其应用管理方法	胡国平；鲍忠贵；王磊；闫宇晗； 詹剑锋	ZL201010286186.3
一种开放式串联质谱数据库搜索方法	叶叮；付岩；孙瑞祥；贺思敏	ZL201010208640.3
一种自适应的广播多播无线资源的分配系统和方法	关娜；田霖；孙刚；黄伊； 李玉凤；石晶林	ZL201010168835.X
一种集群文件系统及其文件服务方法	张军伟；刘振军；张敬亮； 郭明阳	ZL201110047626.4
一种人脸运动跟踪方法和系统以及一种增强现实方法	夏时洪；冀鼎皇；魏毅	ZL201110335178.8
数据中心资源管理系统及作业调度方法	李勇；涂碧波；陈竞；李青；孟丹	ZL201110335469.7
用于通信网络系统的自适应业务流切换方法及相应服务器	张杨杨；王煜炜；刘敏；聂辉平	ZL201110004942.3
一种面向分布式文件系统的数据传输方法及装置	沈玉良；刘振军；许鲁	ZL201110027458.2
一种远程无线编程的方法及支持远程无线编程的芯片	陆世龙；黄希；崔莉	ZL200810222591.1
一种地图点图层符号和注记同步显示的绘制方法	赵红超；李亚平	ZL201010609158.0
一种 PMIPv6 垂直切换方法	周迪之；张瀚文；张玉军；彭鸽	ZL201010228699.9
码本生成方法与隐蔽通信系统	谭庆丰；时金桥；王啸	ZL201010520021.8

专 利 名 称	发 明 / 设 计 人	授 权 号
一种两级码本的构造与信道反馈方法	吴志龙；田霖；杨育波；庞迪；金鑫；石晶林	ZL201010249761.2
一种人像图片检索方法和装置	夏添；张勇东；黄磊	ZL201110322247.1
一种 3GPP LTE PUSCH 信道并行信道交织和加扰的实现方法和系统	张秀丽；梁达成；许彤；石晶林	ZL201110076521.1
一种制图中文本注记分行方法以及绘制方法	孙尚椿；李亚平；方金云；刘栋	ZL201110132313.9
团队成员即时清点系统和方法	刘宏；钱跃良；李锦涛	ZL200910084294.X
一种跨领域文本情感倾向性分析方法	吴琼；谭松波；段冰毅；程学旗	ZL200910242427.1
流量拓扑生成方法和装置	冯晓林，郝帅，毕经平，黄双明	ZL201010139656.3
一种基于射频指纹的实时定位方法和系统	罗海勇；李慧；徐俊俊；赵方	ZL201110273353.5
一种检测运动物体相互靠近和 / 或接触的方法和系统	夏添；刘武；万吉；张勇东；李锦涛	ZL201110254404.X
基于测量漏电变化的在线电路老化预测方法	韩银和；靳松；李华伟；李晓维	ZL201110341368.0

从 优 秀 到 卓 越

□ RANK ONE 论文列表

类型	论文题目	通讯作者	第一作者	刊物 / 文献名称 (全称)	会议名称 (全称)
会议论文	Coupling Alignments with Recognition for Still-to-Video Face Recognition	黄智武	黄智武	International Conference on Computer Vision	International Conference on Computer Vision
会议论文	Cascaded Shape Space Pruning for Robust Facial Landmark Detection	赵小伟	赵小伟	International Conference on Computer Vision	International Conference on Computer Vision
会议论文	Fusing Robust Face Region Descriptors via Multiple Metric Learning for Face Recognition in the Wild	崔振	崔振	IEEE Computer Society International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition	IEEE Computer Society International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition
会议论文	Discriminative Learning with Natural Annotations: Word Segmentation as a Case Study	姜文斌	姜文斌	Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics
会议论文	Bilingually-Guided Monolingual Dependency Grammar Induction	刘群	刘凯	Association for Computational Linguistics	Association for Computational Linguistics
会议论文	Stem Translation with Affix-Based Rule Selection for Agglutinative Languages	王志洋	王志洋	Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics
会议论文	Bilingual Lexical Cohesion Trigger Model for Document-Level Machine Translation	熊德意	贲国生	Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics
会议论文	Iterative Transformation of Annotation Guidelines for Constituency Parsing	李响	李响	Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics

类型	论文题目	通讯作者	第一作者	刊物 / 文献名称 (全称)	会议名称 (全称)
会议论文	A Novel Graph-based Compact Representation of Word Alignment	涂兆鹏	刘群	Proceedings of the 51th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics
会议论文	A Universally Stable and Energy-Efficient Scheduling Protocol for Packet Switching Network.	刘志勇	时阳光	Proceedings of The 12th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications	The 12th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications
会议论文	Optimal Pricing for Improving Efficiency of Taxi Systems	甘家瑞	甘家瑞	Proceedings of the Twenty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence	the Twenty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence
会议论文	A Novel Binary Feature from Intensity Difference Quantization between Random Sample of Points	庄东晔	庄东晔	The International Conference on MultiMedia Modeling(MMM), Huangshan, China,	The International Conference on MultiMedia Modeling(MMM), Huangshan, China, 2013
会议论文	Learning Affine Robust Binary Codes Based on Locality Preserving Hash	张伟	张伟	The International Conference on MultiMedia Modeling(MMM), Huangshan, China,	The International Conference on MultiMedia Modeling(MMM), Huangshan, China, 2013
会议论文	Beyond Kmedoids: Sparse Model Based Medoids Algorithm for Representative Selection	唐胜	刘宇	The International Conference on MultiMedia Modeling(MMM), Huangshan, China,	The International Conference on MultiMedia Modeling(MMM), Huangshan, China, 2013
会议论文	GeSoDeck: a geo-social event detection and tracking system	高兴宇	高兴宇	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain,	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013

类型	论文题目	通讯作者	第一作者	刊物 / 文献名称 (全称)	会议名称 (全称)
会议论文	LAVES: An Instant Mobile Video Search System Based on Layered Audio-Video Indexing	梅涛	刘武	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013
会议论文	Topology Preserving Hashing for Similarity Search	张勇东	张磊	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013
会议论文	Listen, Look, and Gotcha: Instant Video Search with Mobile Phones by Layered Audio-Video Indexing	梅涛	刘武	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013
会议论文	What are the distance metrics for local features?	张勇东	毛震东	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013	ACM International Conference on Multimedia (MM), Barcelona, Spain, 2013
会议论文	Binary Code Ranking with Weighted Hamming Distance	张勇东	张磊	IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Portland, Oregon, USA, 2013	IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Portland, Oregon, USA, 2013
会议论文	A 100 GOPS ASP Based Baseband Processor for Wireless Communication	朱子元	朱子元	欧洲设计自动化与测试会议出版物	欧洲设计自动化与测试会议
会议论文	Efficient Design and Implementation of LTE UE Link-Layer Protocol Stack	钱蔓黎	钱蔓黎	IEEE Wireless Communications and Networking Conference	IEEE Wireless Communications and Networking Conference

类型	论文题目	通讯作者	第一作者	刊物 / 文献名称 (全称)	会议名称 (全称)
会议论文	Effective fault localization based on minimum debugging frontier set	Xiaobing Feng	Feng Li	Proceedings of the 2013 IEEE/ACM International Symposium on Code Generation and Optimization	International Symposium on Code Generation and Optimization
会议论文	Cost Effective Data Center Servers	侯锐	侯锐		The 19th IEEE International Symposium on High Performance Computer Architecture
期刊论文	Edge-SIFT: Discriminative Binary Descriptor for Scalable Partial-Duplicate Mobile Search	黄庆明	张史梁	Image Processing, IEEE Transactions on	
期刊论文	Learning Prototype Hyperplanes for Face Verification in the Wild	阚美娜	阚美娜	IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING	
期刊论文	Adaptive Discriminant Learning for Face Recognition	山世光	阚美娜	Pattern Recognition	
期刊论文	A Comparative Study on Illumination Preprocessing in Face Recognition	山世光	韩琥	Pattern Recognition	
期刊论文	Iterative Methods in Large Field Electron Microscope Tomography	万晓华	万晓华	SIAM Journal on Scientific Computing	
期刊论文	A hop-by-hop energy efficient distributed routing scheme	刘志勇	侯晨颖	ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review	

类型	论文题目	通讯作者	第一作者	刊物 / 文献名称 (全称)	会议名称 (全称)
期刊论文	Joint virtual machine assignment and traffic engineering for green data center networks	刘志勇	王林	ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review	
期刊论文	Robust Common Visual Pattern Discovery Using Graph Matching,	张勇东	谢洪涛	J. Visual Communication and Image Representation	
期刊论文	Robust human body segmentation based on part appearance and spatial constraint.	唐胜	黄磊	Neurocomputing	
期刊论文	Accurate off-line query expansion for large-scale mobile visual search	高科	高科	Signal Processing	
期刊论文	Two-Stage Cooperative Multicast Transmission with Optimized Power Consumption and Guaranteed Coverage	周一青	周一青	IEEE Journal on Selected Areas in Communications,	
期刊论文	LTE 系统自适应软频率复用技术研究	钱蔓藜	钱蔓藜	计算机研究与发展	
期刊论文	基于传播引擎的指针引用错误检测	袁璐洁	袁璐洁	计算机学报	
期刊论文	一种基于最小调试边界的断点自动生成技术	李丰	李丰	软件学报	

学位论文

2013 年计算所有 175 人取得硕士学位，有 87 人取得博士学位。2006 级硕博连读生张史梁完成的题为《面向多层次认知的海量多媒体检索技术研究》的博士学位论文，获 2013 年 CCF 优秀博士学位论文奖，获 2013 年中科院优秀博士学位论文奖。计算所博士毕业生进入学术界和非学术界工作的比例为 6: 4，其中 34% 毕业生进入科研单位工作。硕士毕业生进入企业工作的比例为 70%，其中去国内企业和外资企业工作的比例为 2.5: 1。

优博论文摘要



作者姓名：张史梁

论文题目：面向多层次认知的海量多媒体检索技术研究

作者简介：张史梁，男，1984 年 05 月出生，2006 年 09 月师从于中国科学院高文教授，于 2012 年 07 月获博士学位。

中文摘要

随着网络和计算机技术的发展，如何对网络上爆炸性增长的多媒体数据进行有效的分析和检索已经成为多媒体内容分析领域亟待解决的问题。

为了对这个问题进行分析并提出相应的解决方法，本文对三种重要的网络多媒体数据（海量部分内容重复图片、海量语义相似图片、音乐视频和电影视频）的有效检索方法进行了研究。本文首先对三种数据各自的内容特点和对应的检索问

题进行了讨论，然后从三个不同的认知层次：底层特征匹配层、语义理解层、情感理解层，分别对这三种数据的内容分析和检索算法进行了深入的研究。

对于海量部分内容重复图片 (large-scale partial-duplicate images)，本文提出了基于底层局部视觉特征提取与匹配的检索研究。为了实现快速准确的局部特征匹配，本文提出了新的图片视觉单词特征：描述性视觉单词、描述性视觉词组和上下文视觉单词。和传统视觉单词相比，描述性视觉单词和描述性视觉词组对图片中的物体具有更强的描述能力，所以更适合表达图片中的视觉内容。上下文视觉单词一定程度上改善了传统感兴趣点检测方法的不足，克服了传统视觉单词丢失空间信息和语义上下文信息而导致的描述能力差的问题。本文在海量图片检索任务中对提出的视觉单词特征进行了测试。实验结果显示，本文提出的新特征在保证较高检索效率的同时，取得比传统的视觉单词特征更高的检索准确率。基于提出的新特征，本文最终实现了一个海量部分内容重复图片检索系统，并将该系统应用到了不同的图片检索任务中。

对于海量语义相似图片，本文提出了基于图片语义理解的检索研究。通过挖掘和提取海量弱标注网络图片中的有用知识，本文生成了更加紧凑、有效的知识库：ObjectBook 和 ObjectNet。ObjectBook 由经过标注的图片区域组成，它可以作为知识库应用于 K 近邻算法中对未知图片进行标注。ObjectNet 除了包含标注过的图片区域，还含有不同物体之间的共生信息。利用共生信息，基于 ObjectNet 的图片标注算法可以获得更好的标注准确率。ObjectBook 和 ObjectNet 从海量网络图片库中学习得到，所

以相对于传统的图片标注算法，它们能更好的适用于海量图片标注任务。另外，在 ObjectBook 和 ObjectNet 的基础上，本文还提出了基于倒排表的图片索引和检索算法。本文在海量图片标注和图片语义检索任务中对提出的方法进行了测试。实验结果显示，ObjectBook 和 ObjectNet 可以实现高效、准确的图片语义标注和图片语义检索。

对于网络电影视频和音乐视频，本研究并提出了基于视频情感信息理解和情感可视化的检索研究。本文使用心理学维度情感模型对视频情感进行表示，使用支持向量回归模型 (Support Vector Regression, SVR) 对不同的情感维度分量进行建模，并利用用户反馈信息实现了个性化情感模型学习。本文还对不同音视频特征在视频情感分析中的有效性进行了验证。为了将抽象的情感变得直观、具体，本文提出了情感可视化方法。情感可视化方法可以作为情感分析方法与用户之间的桥梁，能直观地向用户展示视频中包含的情感信息，并能有效的接收用户的情感查询输入。本文通过用户研究 (user study) 的方式构建了测试数据集，并对基于情感的视频检索性能和情感可视化方法进行了测试。实验结果显示，本文提出的情感分析方法具有较高的准确度，提出的情感可视化方法比现有的情感信息表达方法更加直观有效。基于提出的情感分析算法和情感可视化方法，本文最终实现了两个应用原型系统：P.Video 和 Movie Affective Player。

关键词：部分内容重复图片检索；图片语义检索；视频检索；多媒体信息检索；视觉单词；图片标注；视频情感分析；情感可视化



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：(101) 62567724

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