

教育部推荐 2014 年度国家科学技术奖公示内容

项目名称： 网络计算的模式及基础理论研究

项目简介：

计算机体系结构及其计算模式是计算机技术与计算机产业发展的理论基础。探索和研究计算系统的新型架构和模式是计算机科学界和产业界的重要命题。60 多年前提出的图灵机以及冯·诺依曼结构计算机的单机串行计算模式已经不能适应新型网络环境下的计算需要。本项目扩展了冯·诺依曼结构模型，并在此基础上提出了透明计算模式，被国内外采用，引发和推动了国内外新型网络计算模式的理论和实践。主要成果有三个方面：

(1) **提出了时空扩展冯·诺依曼结构和透明计算模式。**前者将原来计算机的内部总线扩展为外部网络，在空间上解除了指令计算和存储的紧密绑定，在时间上将指令的计算和存储由“串行”变成“并行”。后者以用户可跨平台自由选择服务为中心，把计算还原成“服务透明、用户定制”的跨设备、跨平台的个性化服务。基于透明计算还提出了独立于操作系统的新型安全计算构建理论。透明计算得到了国际上英特尔、IBM 等公司的采纳，被英特尔公司总裁称为“代表了下一个计算时代”并作为战略之一实施。美国工程院院士 Jack Dongarra (全球高性能计算机 TOP500 评价标准 Linpack 作者) 在论文中将透明计算列为与云计算、网格计算、效用计算并列的“大规模服务共享”的方式之一。

(2) **提出了网络计算中协议的逻辑化综合设计和优化方法。**在通信有限自动机模型的基础上，通过引入协议产生和死锁避免规则，避免在复杂网络协议设计过程中极难发现和排除的潜在逻辑错误，提高协议软件设计得可靠性和安全性。通过引入前置和一阶逻辑，提出了协议中逻辑不一致性的检查模型，并提出了利用特定属性来计算不变量的优化方法。研发了相应的网络协议综合设计平台。相关工作得到了 Edward Yourdon 博士(软件工程方法论创始人)、原 IEEE CS 副主席 Ming T. Liu、以及 Jefferey J.P. Tsai (IEEE/AAAS Fellow) 的高度评价，被称为“张氏协议综合法”。

(3) **提出了网络计算系统的性能优化和评价方法。**提出了实现透明计算的 Meta OS 概念、体系结构和实现模型，能够将传统的操作系统作为一个资源进行调度，并在

任务调度、网络队列管理、服务质量控制等方面提出了一系列系统设计优化以及相应的性能分析量化模型和评价方法，同时建立了将操作系统、软件和数据作为个性化主动服务提供的框架和相应方法。相关论著被美国教授 Y. Pan 评论为“可能是该领域的里程碑”，并被国内外高校用作研究生的参考教材。

20 篇主要论文 SCI 他引 120 余次，总他引 1600 余次。主要完成人在国外内作特邀报告 120 余次。国家核高基和 863 计划将透明计算作为国家战略项目之一实施。以中国移动卓望等公司为首成立了透明计算产业联盟。透明计算还被原广电总局作为中国下一代广播电视网的软件标准。透明计算技术被英特尔、联想、腾讯等国内外企业采用并进行产业化实施，在台式终端、平板电脑和智能手机上率先实现了透明计算系统，取得了显著的经济效益和社会效益，推动了计算机产业的发展。透明计算概念及技术曾被 PCMag、eWeek、ScienceDaily、TechEYE 等数百家国际媒体广泛报道，并被评论为“这将是首个由中国推动的计算技术。”

主要完成人及学术贡献：

1. 张尧学：对重要科学发现 1、2、3 有创造性贡献。是代表性论著 1、2、3、4 的作者。提出了时空扩展冯诺依曼结构，解除了软件和硬件之间的紧密耦合。提出了透明计算模式，开辟了新的发展方向。提出了协议综合设计理论和方法，提高了协议可靠性。
2. 周悦芝：对重要科学发现 1、3 有创造性贡献。是代表性论著 1、2 的作者。提出了透明计算实现的 Meta OS 模型，丰富了透明计算理论。设计了操作系统远程加载协议和网络服务访问协议，奠定了计算和存储分离的基础。
3. 林闯：对重要科学发现 2、3 有创造性贡献。是代表性论著 5、6、7 的作者。提出了网络计算系统性能评价的量化模型和评价方法，促进了透明计算系统的量化研究。
4. 任丰原：对重要科学发现 3 有创造性贡献。是代表性论著 6、7 的作者。提出了鲁棒拥塞控制算法以及主动队列管理策略，提高了分布式网络环境的稳健性。
5. 王国军：对重要科学发现 3 有创造性贡献。是代表性论著 8 的作者。提出了局

部连通性网络容错模型,从严格概率意义上理论证明了超立方体网络容错模型和网络容错算法的容错性,提高了网络协议设计的容错能力。

代表性论文专著目录

1. Yaoxue Zhang and Yuezhi Zhou. Transparent Computing: A New Paradigm for Pervasive Computing, LNCS 4159, 2006 年第 1 卷 1-11 页.
2. Yaoxue Zhang and Yuezhi Zhou. 4VP+: A Novel Meta OS Approach for Streaming Programs in Ubiquitous Computing, in Proc. of the IEEE 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA 2007), 2007 年第 1 卷 394-403 页.
3. Yaoxue Zhang, K. Takahashi, N. Shiratori, and S. Noguchi. An Interactive Protocol Synthesis Algorithm Using a Global State Transition Graph, IEEE Transactions on Software Engineering, 1988 年 14(3)卷 394-404 页.
4. Yaoxue Zhang, Hua Chen. A knowledge-based dynamic job-scheduling in low-volume/high-variety manufacturing, Artificial Intelligence in Engineering (UK), 1999 年 13(3)卷 241-250 页.
5. 林闯. 计算机网络和计算机系统的性能评价, 清华大学出版社, ISBN: 7-302-04267-5, 2001 年卷 109-129 页.
6. Fengyuan Ren, Chuang Lin, Xunhe Yin. Design a congestion controller based on sliding mode variable structure control, Computer Communications, 2005 年 28(9)卷 1050-1061 页.
7. Fengyuan Ren, Chuang Lin, Bo Wei. A robust active queue management algorithm in large delay networks, Computer Communications, 2005 年 28(5)卷 485-493 页.
8. Jianer Chen, Guojun Wang, and Songqiao Chen. Locally subcube-connected hypercube networks: theoretical analysis and experimental results, IEEE Transactions on Computers, 2002 年 51(5)卷 530-540 页.