

计算机科学联合研究院

学术论文集

(第一卷)

祝贺首都师范大学建校五十周年

首都师范大学
中国科学院计算技术研究所

辽宁省铁岭市人民政府承办

2004年8月



前 言

此学术论文集是计算机科学联合研究院在近几年发表的学术文章中选出 50 篇编辑成册的。作为一项成果献给首都师范大学和中国科学院计算技术研究所，同时为祝贺首都师范大学建校五十周年献上一份薄礼！

计算机科学联合研究院是由首都师范大学和中国科学院计算技术研究所于 1997 年共同创建（前身为计算机应用联合实验室）。联合研究院是在理事会指导下开展工作，主要从事科学研究和研究生的培养工作。以培养“高”级人才；建立“精”干队伍；从事“尖”端科技研究为宗旨，朝着“产”、“学”、“研”相结合的方向发展，为科学研究、技术创新和人才培养积极努力工作。

计算机科学联合研究院人员少、投资少、低成本、高效率运做。在首都师范大学和中国科学院计算技术研究所领导的大力支持及联合研究院理事会的正确指导下，从成立以来已经完成三项国家“863”课题的研究任务，申请了多项国家发明专利，并取得了一些具有产业化意义的研究成果，发表了近百篇学术文章。此学术论文集从一个侧面也体现出联合研究院所做的工作和取得的成绩。

计算机联合研究院目前从事多项课题的论证与研究工作，培养 2 名博士后；6 名博士和 37 名硕士研究生，希望联合研究院全体师生再接再厉、共同努力、争取更大成绩。



二 00 四年六月十一日

目 录

综述

关于下一代网络的体系结构.....	李国杰 1
信息输入技术的现状与发展.....	刘金刚 钱跃良 李国杰 5
基于 Linux 的嵌入式操作系统的研究现状及发展.....	王成 刘金刚 10

理论算法

The Theory Research of Relative Criterion Method in Scatter Quantity System	LIU Jin-Gang 14
磁能空间分布的假设推理与实验检验	刘金刚 李国杰 钱跃良 19
基于多组线阵 CCD 的空间多点实时动态检测算法实现	高申玉 黄海明 刘金刚 26
Coalition-Oriented Access Control System (COAC)	LI Ying LIU Jin-Gang LI Jin-Tao 31
Further Cryptanalysis of a Remote Login Authentication Scheme Based on Geometric Approach	LI Ying LIU Jin-Gang LI Jin-Tao 41
Research on End-to-End QoS Management in UMTS Network	YAO Zheng-Lin ZHENG Xiang-Qi LIU Jin-Gang 45
一种为网络文件系统设计的安全的远程访问控制协议	李颖 刘金刚 李锦涛 唐宁 50
一种针对密钥树的密钥状态维护方案	李颖 刘金刚 李锦涛 55
网络 QoS 调度策略的分析与研究	姚正林 刘金刚 64
网络随机接入 ON-OFF 重尾流的准入控制研究	姚正林 刘金刚 69
一种 LFI 策略下网络 QoS 管理优化分段算法	姚正林 刘金刚 74
自组网络环境下面向“组”的信任管理和访问控制	李颖 刘金刚 李锦涛 80
基于大偏差技术的自相似流 CAC 算法	姚正林 刘金刚 91
一种 UMTS 核心网中 CAC 算法	姚正林 刘金刚 97
基于价格机制的 QoS 管理研究	姚正林 刘金刚 103
一种小区资源预留动态切换控制算法	姚正林 刘金刚 107
一种精确而快速的关节中心判定算法	黄海明 刘金刚 111
一种有效的指纹图像中心定位的方法	赵应丁 耿国庆 刘金刚 117
一种适合于并行计算的新方法——相对标准法	陈翔 刘金刚 121
基于城市公交系统的 B2C 电子商务物流配送解决方案	郎师周 125
基于公交系统的配送体系的智能决策支持方法	郎师周 黄海明 130

基于位序重排实现的加密方法的研究	耿国庆 刘金刚 134
获取舌诊本体和知识的方法研究	曹宇峰 曹存根 137

工程技术

Design and Realization of 3D Space Coordinate Serial Coordinate Serial Input

.....LIU Jin-Gang LIANG Hua-You LI Guo-Jie QIAN Yue-Liang 151	
3D 空间坐标输入系统的设计与研究	刘金刚 李国杰 汪光 156
3D 空间坐标输入装置驱动软件的研究与实现	刘金刚 梁化有 张倩 160
压控振荡器和计数器组成 A/D 转换的设计与实现	刘金刚 钱跃良 李国杰 164
模拟量输入计算机的研究与实现	刘金刚 黄启东 李国杰 169
空间动态信息捕捉系统的同步控制技术研究	汪光 刘杰 刘金刚 172
基于线阵 CCD 的人体运动实时捕捉设备自检测系统设计	高申玉 刘金刚 176
基于真实景物的虚拟现实场景的生成	黄海明 刘金刚 马云鹏 180
USB 设备与 PC 机之间的通信机制的实现技术研究	李颖 郑相启 刘金刚 186
一种面向用户的网络层安全通信模型	李颖 刘金刚 李锦涛 191
3G 移动通信网络的仿真技术研究	姚正林 刘金刚 196
基于 CCD 图像处理的角度测量系统	张呈祥 邱德惠 耿国庆 201
基于线阵 CCD 的空间动态信息捕捉装置的研究与实现	汪光 刘金刚 刘杰 205
一种适合实时运动及变形的虚拟人建模方案	黄海明 刘金刚 高申玉 209
对 Windows 应用程序运行中的实时信息进行采集的研究与实现	郎师周 刘金刚 214
具有通用性的 VRML 浏览与编辑系统的研究与实现	马云鹏 刘金刚 黄海明 219

其他

浅论“相对标准”的哲学思想	刘金刚 李国杰 钱跃良 223
相对标准算法在教育统计中的应用	刘金刚 李科杰 226
NICAI 中的多 AGENT 系统框架浅论	黄海明 229
知识体与知识系统对认知活动的影响	康名彦 刘金刚 234
计算机科学发展史上的里程碑	王亚军 刘金刚 238
后 PC 时代的嵌入式系统	王亚军 刘金刚 241
Linux 运用于嵌入式系统的技术分析	王亚军 刘金刚 246
建构主义的计算机教学情景设计	康名彦 赵冬生 252

关于下一代网络的体系结构

李国杰

(中国科学院计算技术研究所 北京 100080)

摘 要 本文归纳了对下一代网络的共识与分歧,分析了产生分歧的原因,提出应重视网络体系结构研究,包括重新认识边缘论(End-to-End Argument)、光通信与分组交换技术的融合、UNI 模式向 NNI 模式的过渡,同时关注网络结构和动力学规律的基础研究。

关键词 网络体系结构;光通信;分组交换;UNI;NNI;网络动力学

The Next Generation of Network Architecture

LI Guo-Jie

(Institute of Computing Technology, CAS, Beijing 100080)

Abstract This paper summarized the agreement and divergence about viewpoints of the next generation of network, then the reasons of divergence are analyzed. It pointed out that we must emphasize the researches on network architecture, including rethinking of End-to-End Argument, combining of packet switching with optical networking, and evolution from UNI overlay architecture to unified NNI architecture. Finally, the importance of basic researches on the Internet, such as the network dynamics, is also put forward.

Keywords network architecture; optical communication; packet switch; UNI; NNI; Internet dynamics

1 关于下一代网络的共识与分歧

1.1 对下一代网络的基本共识

- 光纤通信技术的发展速度超过 Moore 定律, DWDM 将成为光纤通信的主流技术。
- 基于 IP 协议的数字业务将逐步成为通信与网络的主要业务
- 无线与移动通信是下一代网络的重要组成部分,固定与移动网络的融合是重要的发展方向。
- 近期内还不能实现光分组交换,建设下一代网络需要光(子)技术(线路交换)与电子技术(分组交换)互补结合。
- 下一代网络应具有可扩展性、灵活性、QoS、安全性及电信运行级的可靠性,提供充分的地址(IPv6)。
- 下一代网络应致力于信息共享与协同工作,在 TCP/IP、Web 协议基础上形成更易于共享与协作的新标准与新协议。

1.2 对下一代网络认识上的某些分歧

- 分布式服务(自助餐厅式)还是集中式服务(超级市场式)?

● 网络的智能在边缘还是在中央? Internet 的基本论点 End to End Argument 是否仍然成立? 骨干网做简单些还是做复杂些?

● 按功能分割网络设备,即按服务器—路由器—交换机等几个层次实行横向集成还是按业务分割如话音、数据等实现纵向集成。

● 是客户/服务器(client/server)结构还是对等结构(peer to peer)?

● 是试图取消信令减少控制还有强调信令与控制? 需不需要独立于数据层的控制网?

● 从较长的时间(10~15年)来看,分歧在于是重点发展全光网络还是光电混合网络。

● 从较短时间来看,分歧的焦点集中在数据链路层的实现,即 IP 层与物理层之间采用什么技术,重点发展 IP over DWDM 还是 IP/SDH/DWDM?

● 在指导思想上是 Internet 替代战略还是在话音业务基础上逐步增加业务能力的渐进战略? 是强调三网在竞争中走向一种技术为主的统一还是强调技术融合(convergence)?

1.3 对下一代网络存在分歧的原因

- 由于技术背景的不同(计算机、邮电通信、广电等),每个学者对下一代网络技术的侧重有所

不同。

- 由于不同行业有不同的经济利益,对网络发展发展前景尤其是过渡措施的不同看法实际上反映了不同的经济利益要求。

- 下一代网络的预测与规划不完全是技术问题,而是国家经济结构的优化问题,应注意听取经济学家的意见。

- 认识上的分歧往往如同一个硬币的两面,都有合理的成分。

1.4 发展远景与摸石头过河

不管对下一代网络的发展趋势有多大分歧,但目前进行网络建设基本上都是采用外国大公司的设备。因此,从某种意义上讲目前是几家大网络公司的产品决定网络发展的方向,而大公司是从市场短期需求出发开发新产品,采取摸石头过河的技术路线。是跟着外国大公司走还是要独立思考,做一些前瞻性研究,以我国的自主技术影响下一代网络标准,值得深思。

2 下一代网络体系结构

2.1 应高度重视网络体系结构研究

所谓网络体系结构(network architecture)有时也称为网络顶层设计,是一个网络系统(从物理连接到应用)的总体结构,包括描述协议和通信机制的设计原则^[1]。网络系统结构是基于对网络各种应用的深入了解抽象出来的设计原则的选择。我国在水利、交通、建筑等大型工程中历来十分重视总体设计,但一到网络建设常常忽略了体系结构。网络技术发展十分迅速,更需要有前瞻性的体系结构设计。我们目前网络建设中出现的许多问题其源皆出于忽视体系结构。在讨论下一代网络时一定要十分重视网络体系结构研究。

2.2 Internet 体系结构的初衷与需求变化

Internet 体系结构是 20 世纪 70 年代确定的。在近 10 年内 IETF 制定的各种标准(RFC)中有 40 多项标准涉及体系结构(标题中有 architecture)。在 Internet 协会中除了大家熟悉的 IETF 外还有一个重要的机构 ITB (internet architecture board),它起到 Internet 体系结构看门狗的作用,使得 Internet 的设计原则 30 年来没有大的改变。

在 Internet 的发展初期面对的主要需求是网络互相连通,网络的健壮性、网络设备的异构性、分布式的管理、低成本和容易上网,因此当时确定的

Internet 网络体系结构是无连接的分组交换结构(dumb network),高层的功能放在网络边缘,采用路由机制和尽力服务(best effort)原则。

30 年来 Internet 已有巨大发展,全世界已有 5 亿人通过家庭电脑上网,各种以前未想到的应用对网络体系结构提出了许多新的需求,例如移动性、随时变化的资源、流媒体服务、网络能力的分配(不完全根据公平性,同时要考虑付费多少)等等。这些新的应用要求迫使我们不得不重新审视 Internet 体系结构,甚至考虑要进行革命性的变革。但网络体系结构的改变不仅要考虑技术上需求,还要考虑许多非技术的因素,包括企业模式、法律法规等等,因此不能完全采用自顶向下的方式,应采用迭代改进的方式。新的体系结构不可能完全满足所有的应用要求,必须抽取最基本的较共同的需求(称为元需求)。根据元需求定义全球网络机制的最小集合,再定义满足不同需求的子体系结构。

2.3 边缘论(End-to-End Argument)受到挑战

20 世纪 80 年代初总结出 Internet 边缘论原则的 MIT 教授 David Clark (ITB 首届主席)最近发表了一篇要重新思考 Internet 设计原则的重要论文^[2]。20 年前他提出的 End-to-End Argument 表述为:

“一种应用功能只有当其知识和帮助置于通信系统的边缘才能完全和正确地实现,因此将提出这种应用功能作为通信系统本身的性质是不可能的。”当时提出这种论断的依据是网络是不可靠的,最终检查是否正确执行只能在处于传输终端的应用层。让网络核心部分只做最通用的数据传输而不实现特殊应用有不少优点:如降低核心网络复杂性,便于升级;提高网络通用性和灵活性,增加新应用不必改变核心网络;提高可靠性等等。但是 20 年后网络应用环境已大大改变。由于用户急剧增加而互不了解,Internet 已变成没有信用的世界,必须在网络的核心部分增加认证、授权等机制使网络更可信。尽力服务不能保证服务质量,特别是流媒体服务质量,需要在网络中间增加存储节点。ISP 服务的多样化,要求基于中间服务器的应用。出于信息安全等方面的考虑,政府与中介组织参与网络内容与服务的监督管理,网络核心不可能再是 Dumb 网。Internet 初期的用户都属于技术型,而现今已普及到一般老百姓,许多复杂的软件放在服务器而不是“end”。所有这些变化都要求增加核心网络的功能。今天的商业模式不再是“end to end”,而主要是 service inside the network。我们面临十分复杂

的应用需求,但不可能走回头路,用简单集中服务代替边缘论。当寻求新的网络体系结构时, end to end 原则所追求的灵活性和开放性应当保留。

2.4 光通信与分组交换技术的融合

线路交换(circuit switch)和分组交换(packet switch)是当代通信网络两大主流技术,前者与光技术紧密相连,后者与电子技术相连。从某种意义上讲,未来的网络就是在光与电的技术融合上做文章。近几年来,光纤通信技术发展基本上每半年翻一番,而电子技术发展已从18个月翻一番逐步降低到二三年翻一番,差距越来越大。今后一二十年,大量的原始创新将致力于缩小这两者的间隔。当代物理学研究揭示光电交接的THz区域有许多奇妙的特性^[3]。目前线路交换的瓶颈在于光电转换。所谓光交叉连接设备(OXC)至今还是先转成电信号再交换。如果在THz附近发明一种新技术,有可能直接用光实现分组交换,则将引起网络与通信的一场革命。

路由器带宽利用率极低,只有5%~50%,通信行业是所有工业部门中能力利用率最低的产业。当今的路由器太傻,出现阻塞唯一的办法就是丢包,不能识别语音流、图像流和文字流。最需要攻克的不仅仅是提高路由器的速度,而是提高其智能。用全光技术实现交换和路由是许多网络通信科研人员的理想。目前OXC只比电分组交换密集2~3倍,竞争力还不够,今后发展到光子交叉互连(photon cross connect switch)可以在更大粒度上实现交换。由于传输的光波如何延迟和存储的技术还处于实验室阶段,全光路由器实用化的路还很长。但如同程控交换机代替了手工话务员一样,全光网的自动控制、智能化的全光分组交换网络可能会取代今天光网上的手工操作,值得探索。

2.5 UNI 和 NNI 模式

网络上有两种控制机制,路由机制与信令控制机制,无连接的网络用路由机制,有连接的网络靠信令控制建立连接。这两者是水火不容还是可以互相融合是值得研究的问题。其实路由和信令都是实现网络自动化需要的控制技术。线路交换网要全自动,也必须有路由信息。即使IP over optical network也必须在光器件内增加路由与交换功能。国外学者目前在研究两种模式,试图统一分组交换和线路交换^[4]。

第一种模式是UNI模式,即User-Network Interface。这是一种层次迭加型的体系结构,将光

网络看成服务层,而IP层看成客户层。它提供改进的信令协议,允许客户端向网络要求服务。在这种模式中,分组交换和光学网的路由及控制过程是分离的,两个网络域通过UNI界面动态交互联系,UNI使得双方能互知道双方。UNI要求新一代的光学服务。ITU-T提出的自动交换光网络(ASON)是这种模式的代表。这是一种渐进型的模式,技术上相对较成熟。缺点是不利于网络资源全面优化,两个控制面带来管理上的麻烦。UNI的界面定在什么地方也是引起争议的大问题,如果网络层只管点到点的传输即只批发骨干网带宽,前几年的事实已证明纯宽带网公司难以生存,但如果网络层一直管到应用,用户自主的灵活性等Internet优点将会丢失。

另一种模式是NNI(network-network interface)。这是一种集成模式或者称为对等模式,即采用统一的控制平面,实现对等的交换,线路交换与分组交换可集成在一个设备中。进一步发展是在光网上实现动态控制,按需建立和撤销光线路。这就需要光器件之间有路由协议发现邻居和拓扑结构,也需要信令协议建立NNI。在光网中采用基于IP的路由机制和信令协议提出了新的挑战,需要修改IP控制以适应光器件的体系结构。这种模式的优点是采用统一的控制平台,可进行综合优化设计实现更有效的流量工程管理。由于IP路由器了解光网络拓扑信息,可进行显式路由。集成模式的缺点是技术上难度较大,尤其是要求网络运行商提供网络拓扑信息,商业上整合不容易。

分组交换与光网的更紧密耦合是下一代网络的发展方向。Internet之父Robert教授最近多次发表文章和讲话,阐明这一发展方向^[5],Robert教授推测的下一代网络发展方向,值得重视。

我国已开展示范网研究工作并正在组织新的示范网工程。从过去经验来看,示范网侧重于外国新设备的联网演示,主要起到验证国外设备与软件联网可行性的作用,其中也用到一些自主研发的设备或软件,但推广的力度不大。下一代网络如何构建尚没有满意的答案,除了渐进方案外,也应当鼓励提出一些带革命性的方案,即使与当前协议标准不兼容,只要在性能或其他方面有数量级的提高,也值得一试。“八六三”计划尤其应支持有创新思想的试验网。通过试验网验证新的协议,加大对制定国际标准的影响。

3 重视对网络动力学规律的基础研究

IP 协议看起来很简单, Internet 中不计其数的数据包似乎都在随机的发送,但整体上能正常运行而且具有很强的商业竞争力,背后一定有深刻的道理。网络界学者对网络动力学行为的研究还很不深入。近两年美国 NSF 支持图灵奖获得者 R.Karp 等学者从事 Internet 基础理论的研究。值得指出的是美国 Barabasi 等物理学者近年来在 Science、Physics Review letter 等顶级刊物上发表数十篇关于 Internet 结构与动力学基础研究的论文,引起学术界较大反响^[6]。最近的研究结果表明互联网与万维网的节点链接不符合泊松分布而符合帕累托分布,节点连接数的分布与节点总数无关,因此称为 Scale-free 网。互联网与万维网都是个“小世界”,根据大规模数据统计结果,任意两个网页之间的平均“距离”小于 20,任意两个路由器之间平均“距离”小于 10。互联网与万维网的 Scale-free 及小世界特征是由其演进的动态规律形成的(新的节点倾向于与已有较多链接的节点相连)。实际存在于人类社会和生物界的许多复杂网络,例如蛋白质折叠、演艺圈、论文署名作者和引用等都具有与 Internet 及 Web 相同的特征。

Scale-free 网络具有很强的容错性,但比随机形成的网络更易受攻击,连接最密集的节点成为最易受攻击而导致网络瘫痪的瓶颈。建立 Internet 的

初衷是应对攻击,但网络的演进出乎创造者的意料。21 世纪是复杂性世纪,深入理解复杂性的两个层次---结构与动力学是我们面对的严峻挑战。我们在考虑下一代网络体系结构时,一定要重视有关网络结构与动力学的基础理论研究。

参考文献

- 1 Braden R, Clark D, Shenker S, et al. Developing a next-generation internet architecture., July 15,2000, <http://www.ana.lcs.mit.edu>, 2000-07-15
- 2 Blumental M S, Clark D D. Rethinking the design of the internet:the end to end arguments vs. the brave new world [J].ACM Trans on Internet Technology., 2001, 1(1): 70~109
- 3 江绵恒. 新时期办院方针的思考[R]. 在 2002 年中科院工作会议上的报告, 2002
- 4 Caspian. Evolution of the optical internetwork--- building the intelligent optical packet network [M]. www.caspiannetworks.com, (Dec. 2000)
- 5 Caspian. The Challenge of Building Efficient Networks----Issue, Opportunities and New Concepts [M]. www.caspiannetworks.com, (Nov. 2000)
- 6 Albert R, Barabasi A L. Statistical mechanics of complex networks. [J] Reviews of Modern Physics, 2002, 74(1) 48~97



李国杰 (1943-), 男, 湖南邵阳市人, 中国工程院院士, 博士, 中国科学院计算技术研究所研究员, 博士生导师。1968 年毕业于北京大学, 1981 年获中国科学院工学硕士学位, 1985 年获美国普渡大学博士学位。多年来, 致力于并行处理、计算机体系结构、人工智能、组合优化等领域的研究。主持研制成功曙光 1 号并行计算机, 曙光 1000 大规模并行机, 曙光 2000、曙光 3000 超级服务器, 领导中国科学院计算所研制成功龙芯 1 号通用 CPU。1995 年当选为中国工程院院士, 2002 年当选为第三世界科学院院士。

信息输入技术的现状与发展

刘金刚 钱跃良 李国杰

计算机科学联合研究院
(首都师范大学 北京 100037)
(中国科学院计算技术研究所 北京 100080)

摘 要 本文主要阐述目前信息输入技术及输入装置(Device)的发展现状。对计算机信息输入技术在多媒体虚拟现实中所起的重要作用进行了详细的论述。对理论上可以推知,由于受客观条件限制,又无法实验的虚拟超现实(Metaphysics VR)环境的发展意义及所要求的信息输入技术进行了探讨。并展望了信息输入技术的发展未来。

关键词 信息输入; 输入装置; 虚拟现实

Technical Status and Advancement about Information Input

LIU Jin-Gang QIAN Yue-Liang LI Guo-Jie

Join Faculty of Computer Scientific Research
(Capital Normal University, Beijing 100037)
(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract The Status and Development of Information Input Technology This paper mainly expounds development status of information input technology and input devices, detailedly discusses its important role in multimedia virtual reality. The meaning for development of the Metaphysics VR environment, which can be deduced by theory but could not be realized because of the constrain from impersonal condition, and its demand for information input technology are also discussed. In the end the paper prospects the future of development of the information input technology.

Keywords information input; input devices; virtual reality

1 信息输入技术的发展现状

虚拟现实是人利用计算机建立一个虚拟的环境,使人与这一环境溶合在一起进行实时的仿真操作。它要求人与计算机的沟通极为方便,因此靠键盘和鼠标这种输入装置进行操作难以实现这种目的。虚拟现实输入技术要求将大量信息,快速输入到计算机中。只有将信息更多更快地实时输入到计算机中,人们才能利用计算机进行虚拟现实的操

作。随着计算机技术的不断发展,处理信息能力的增强,计算机不仅可以在短时间里完成大量的繁杂工作,而且还可以处理一些复杂的逻辑问题。如果人与计算机沟通的输入技术不能得到很好解决,那么计算机就无法更好地为人们服务,因此计算机的输入技术是充分发挥计算机功能的关键技术,也是

阻碍虚拟现实技术发展的重要因素。

由于信息输入技术是计算机技术发展的一个组成部分,因此国外对这一技术的研究、开发极为重视。除了目前通用的键盘和鼠标外,早在八十年代美国,日本等就研制开发出了手写板、光笔、游戏棒、触摸屏等一系列可实用化的输入产品。而这些产品随着计算机技术的发展目前已不能满足,到九十年代计算机输入技术,朝着多维信息输入方式上发展。并已先后研制开发出一些多维信息输入装置。

美国在八十年代研制的空间球,是利用鼠标加压力传感器实现了空间三个自由度的信息输入装置,并已开发出了系列产品如图(1)a,为2003B型,b为3003型。

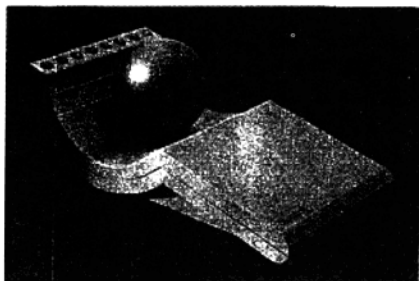


图 (1) a The Spaceball 2003B 型



图 (1) b The Spaceball 3003

图 (1)

利用游戏棒加压力传感器研制的三维信息输入装置也已开发出了系列产品,如图(2) a 为 3A 型, b 为 3B 型这些产品主要用于三维空间 CAD 的设计,娱乐及一些三维空间操作等。

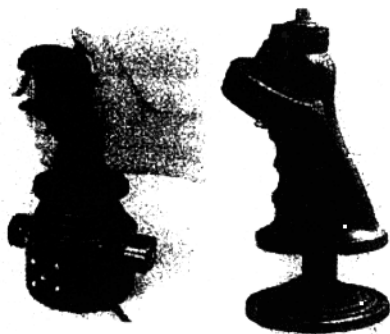


图 (2)

对于更精确的三维空间信息输入装置是美国 Immersion 公司开发的高速计算机辅助设计的三维空间探针如图(3)。该装置带有一支能描绘物体轮廓的机械臂,在显示器上显示的误差小于 0.125mm。由于有机械臂相联操作不方便,人们目

RemotePoint



Cordless, Hand-Held Mouse

前在研究无任何联接的遥控三维输入装置。

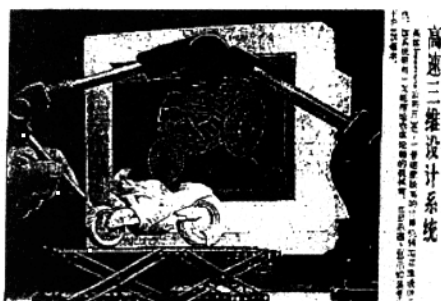


图 (3)

目前遥控形式操作装置已开发出了遥控鼠标如图(4),这种遥控鼠标的控制和传输是一维的。图(4) a 只有 x、y 两个方向,若使光标沿 x 方向移动,则按左边或右边,光标在原位置基础上,不断加 1 或减 1, y 方向也相同。尽管这种遥控器分辨率能达到很高,成本也很低,但是控制光标移动速度较慢。图(4)b 是在 x、y 两个方向上又加了两 45 度角的方向控制,但仍不能够全方位控制光标和移动。只是这种方法信号传输较为简单、易于实现。

RemotePointPlus



NEW Cordless, Programmable Mouse

图 (4)

对于虚拟现实技术的信息输入,二维、三维的信息输入技术已不能满足要求。人们希望将更多的信息实时输入到计算机中,因此人们研究开发出象数据手套这种多维信息输入装置。它可将人手的各个手指的活动信息输入计算机中,目前从事这方面研究的机构很多,人们利用不同原理已开出了各种原理样机,其中部分研究成果已达到了实用程度。



图(5)



图(6)

加拿大 Cis Uoguelph 研制的数字手套如图(5)。它利用较复杂的霍尔效应传感器,测量手指关节的弯角,同时也测量手指间展开和拇指的复杂运动。测量的自由度达 20 个,测量模拟信号经 A/D 转换,以每秒 200 次的采样速率输入计算机。

美国 Virtual world Inc 研制的数字手套被称为 5th Glove'95TM 已达到实用化程度如图(6)。这种手套是利用光纤传感技术检测指节的弯曲及展开,可获取每个手指 256 个位置状态。并有很好的软件支持,对于虚拟现实的操作真实感很强。

对于多维信息的输入,美国 MIT 媒体实验室研制的人体动态信息输入系统如图(7)。它将更多的传感器安装在特制的衣裤上,用于检测人体的运动信息,使人体的活动状态直接输入到计算机中。使人不仅能进入计算机建立的虚拟现实的环境中

直接感受到虚拟的环境世界,而且还能够对人体的运动规律进行研究。



图(7)

总之多维信息输入技术的发展使人与计算机的沟通更为方便。这些输入技术的实现,不仅弥补了人机交互的不足,拓宽了人类体验的疆界,而且对其它领域技术的发展也起到了积极的促进作用,计算机输入技术具有广宽的应用前景。

2 发展虚拟超现实的意义

虚拟超现实(metaphysics VR)是美国最近提出的一项新的研究课题。从所查到文献的内容来理解 Metaphysics of Virtual Reality 一词意译为虚拟超现实。其意义是利用计算机虚拟现实理论能够推知,由于受客观条件的限制,又无法实验的客观规律。它对科学研究具有重要的意义,是计算机在科学研究领域发挥更大作用的研究课题。

众所周知,爱因斯坦相对论对物体高速运动时在理论上已推出了其所具有的相对效应,然而在现实中很难做到使物体的运动速度达到光速数量级,所以实验中很难观测到物体运动的相对效应,只能靠人的想象力来描述其相对效应的结果。如果通过计算机虚拟物体的高速运动状态,利用相对论的理论计算,就能够使人清楚地感受到物体的相对效应。对空间和时间的理解更加深刻,从而对这些问

题的研究能够更加深入。

无论客观上大到天体的研究,还是微观上小到分子、原子的研究,目前在理论上都取得了巨大的研究成果。但是在现实中,人们受客观条件的限制,对这些研究成果,无法身临其境地体验到。如果通过计算机虚拟这些受客观条件限制的超现实环境,利用特殊的信息输入装置,就能使人在这一超现实环境中进行操作和研究,那么人们不仅可以验证由理论推出结果的正确性,而且对现有理论的进一步研究以及对新的客观规律的发现都将有着重要作用。

由于虚拟超现实环境是人们在现实中无法体验到的环境,人在这种理论推导出的环境中进行实时操作,所遇到的一切情况都是未知的。在这种虚拟超现实的环境中,靠人与计算机的交互来体验虚拟的真实感对其输入技术所要求就更高。尤其在这种环境中靠计算机进行科学研究对其输入技术不仅要求输入的信息量大,信息传输速度快,而且还要求具有较高的响应速度和采集精度,甚至要求专用的输入装置。输入技术的研究对虚拟超现实的发展具有重要意义。

3 输入技术发展前景

计算机输入技术将向两个方面发展,一方面是具有针对性的专用输入装置;另一方面是具有广泛用途的通用装置。对于专用输入装置一般具有一些特殊要求,成本较高。如图(3)所示的空间探针为CAD设计专用的产品。对于通用的输入装置是操作计算机必须使用的工具,一般成本较低、耐用性和可靠性都很好。例如:键盘;鼠标等。三维空间信息输入的通用装置目前还没能开发出完全符合要求的产品。

对于计算机必须使用的输入装置从纸带穿孔输入技术发展到目前的键盘输入技术已有近半个世纪。尽管键盘输入信息速度较慢、很耗人力,但是由于它输入信息准确、功能齐全、可靠性好、成本低廉,因此取代它的产品近期内是难以研制开发出来的。

鼠标这种产品已诞生了近十年,在科学技术迅猛发展的今天,计算机在这十年已更新了几代,鼠标至今仍在广泛使用,它的生命力是很强的,但是它存在着不足之处。机械鼠标虽然价格低廉,但是可靠性较差。鼠标信息输入是相对量,作为画图和

写字用是很难操作的,因此很有可能被手写板这种产品所取代。随着手写板这种产品的不断完善、成本降低,以及它输入坐标信息是绝对量。不仅作为鼠标使用操作方便,而且还具有绘画及书写的功能,因此它取代鼠标被广泛使用已趋于成熟。

随着计算机性能的不断提高;虚拟现实技术的发展,迫切需要一种具有通用性的三维信息输入装置。从目前已研制出的三维信息输入装置分析还不具有被广泛应用的前景,因为这些产品操作不具有直观性,不能真实反映出空间移动的信息。所要求的三维信息输入装置应具有空间操作真实感强,人用手指在显示屏前一定空间范围内移动即可操作计算机,不应有机械传动和连线等。这种产品还应具备可靠性好、耐用性强、成本低廉等特点,同时还可以作为通用的遥控鼠标。从目前所查资料表明,国外正在研制开发这种产品,它是计算机发展将来能够被广泛应用的产品。

数据手套这种输入装置从目前看是虚拟现实技术所需要的一种信息输入工具。由于它使用不方便,戴上这种手套操作不灵活,因此不可能成为计算机的必须输入工具,只能是为了某种需要而研制的专用输入装置。目前的数据手套输入技术还需要进一步的改进和完善。

空间三维探针输入技术目前已趋于成熟。对于计算机三维CAD设计是一个很有用的输入装置。这种装置在医学上可以利用计算机进行模拟手术,作为机器人机械手臂进行操作等。这种产品经过进一步研究开发,使成本大幅度降低,它将在一些专业领域具有很好的应用前景。

在计算机输入技术中最有发展前景的是语音输入。语音输入技术的关键在于信号处理和语音识别上,语音信号处理的好坏直接关系到语音的识别。语音输入是一个大的技术课题,国外许多机构都在从事这方面的研究。我国在这方面的研究也投入了大量的人力和财力,目前已取得了一定的研究成果。尽管语音输入技术目前还处于研究开发阶段,但是可以看出它具有广泛的用途和发展前景。

该技术的实现将使计算机能够“听懂”人类的语言,甚至可以同人进行“对话”,使人与计算机将更加接近。语音输入技术的不断发展很有可能取代键盘这种既耗时又费力的输入工具,因为识别键盘上一百多个操作键的信息语言的准确率是能够达到要求的。语音输入技术的实用化,将使计算机的应用上到一个新的台阶。

信息输入技术的发展不仅扩大了计算机的应用领域,更加充分发挥了计算机的作用,而且对计算机技术的发展也起到了积极的促进作用。信息输入技术是计算机研究开发不可缺少的一部分,是人与计算机沟通必不可少的工具。每一项输入装置的研制成功都将为人与计算机的交互提供一个新的手段。利用计算机更快更好地为人类服务,就必须对信息输入技术进行更深入地研制开发。信息输入装置与计算机一样具有广阔的发展前景。

参考文献

- 1 Roger D. Smith: 《The Application of Virtual Reality Technologies to Existing Battlefield Simulations》 ----- "www.vr world. article/fight. htm"
- 2 John T. Bell & H. Scott Fogler: 《Virtual Reality in Chemical Engineering Education》 ----- "www. ecn. Purdue. Edu/fre/sect95"
- 3 James S. Lipscomb & Michael E. Pique : 《Analog Input Device Physical Characteristics》 ----- "University of North Carolina"
- 4 Tomoaki , Yuji , Takami : 《An Interactively Configurable Virtual World System》 ----- "IEICE Transactions on Communication"
- 5 Cupertino. Calif : 《Advance Recognition Technologies Announces Handwriting Recognition Support for Microsoft Windows CE》 ----- "Advanced Recognition Technologies, Inc."



刘金刚, 男, 1963年11月生, 无党派人士, 教授, 博士生导师, 主要研究领域为智能接口技术。
Email: liujg2000@163.com.

1989—1992年 北京理工大学力学工程系攻读硕士研究生;

1992—1995年 北京理工大学攻读物理电子与光电子学专业
博士研究生(博士课题在中科院计算所完成);

1995—1997年 中科院计算所做博士后;

1997—2003 计算机应用联合实验室(首师大&国家智能中心)主任;

2003—现 计算机科学联合研究院(首师大&计算所)院长
中科院计算所研究员(1998.1)、博士生导师(2000.7);
首都师范大学责任教授(1998.3);北京市海淀区人大代表(1998.12);
北京市科协委员会委员(2002.1); 北京市政协委员(2003.1)

主要科研工作:

1996—1998年 总负责并承担863—306领域“多维空间坐标输入装置的设计与研究”

(合同号863-306-08-1)课题研究,并圆满通过专家组验收。

1997—1999年 总负责并承担中科院院长青年创新基金“空间动态信息输入系统的研究”

(合同号974030),取得较好的成果。

1998—2000年 总负责并承担863—306领域“3D操作与反馈控制系统的研究”(合同号863-306-ZT03-08-5)

课题的研究,已通过专家组验收。

1995—2001年期间还负责了“MCGS工控组态软件”的开发;“可视化交互式手写板”

及“智能化小区监测系统”等课题的研究工作。

2001—现 总负责并承担863—306领域,“空间多点检测虚拟实时动态系统”(合同号2001AA114201)的课题研究。

获国家发明专利:“发光写字板”(ZL.92105081.X);“条形码圈坐标定位仪”(ZL.96104815.8);

“点式坐标输入装置”(ZL.94117724.6)。

已申请的国家发明专利:“气动机”(00136776.5)公开号CN1361035A

“磁浮储能减振器”(01102332.5)公开号CN1368440A;

“多层安全高压储气缸”(01102331.7)公开号CN1368615A

基于 Linux 的嵌入式操作系统的研究现状及发展

王成 刘金刚

计算机科学联合研究院
(首都师范大学 北京 100037)
(中国科学院计算技术研究所 北京 100080)

摘要 分析了当今主流的嵌入式 Linux 操作系统的特点, 介绍了其研究现状, 并展望了未来发展。

关键词 嵌入式系统; 嵌入式操作系统; Linux

Research Status and Development of Embedded Operating System Which Based on Linux

WANG Cheng LIU Jin-Gang

Join Faculty of Computer Scientific Research
(Capital Normal University, Beijing 100037)

(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract This paper analyses the characteristics of leading embedded operating system, introduces to the status of embedded operating system and point out the prospect of embedded operating system.

Keywords Embedded system; Embedded operating system; Linux OS

1 引言

嵌入式系统是从八十年代到九十年代的 8 位单片机发展起来的(一般,我们把基于单片机的系统叫做传统的嵌入式系统)。8 位单片机只需要直接编写单一的控制程序就能工作了。它解决的问题相对单一、要求的运算量不大、运算速度不高。但是在九十年代后期,随着互联网时代的来临,人类进入了后 PC 时代(相对于八十年代初出现 PC 机——前 PC 时代),许多电子设备需要增加 TCP/IP 联网的要求和更加智能化、更加高的运行速度的要求:比如多媒体音频、视频图像数据的采集、传输和处理(如 MP3、MPEG4 等);图形界面和触摸屏技术;无线控制技术与相应的软件协议(如 BLUETOOTH、IRDA 等)。面对这些,一方面,8 位单片机“感觉到力不从心”了,另一方面,嵌入式开发厂商也不愿意投入很多的时间去开发那些开发周期很长的产品。新一代的嵌入式系统就是在这样的情况下诞生了(以下我们都把新一代的嵌入式系统简称“嵌入式系统”)。

嵌入式系统的定义有许多种。笔者认为,嵌入式系统的最直接和通俗的定义就是:一种专用的、

控制特定设备的计算机系统。它的基本组成有三部分:嵌入式微处理器、嵌入式操作系统和在其上开发的应用程序(如图 1)。嵌入式微处理器是构成整个嵌入式系统的核心。它是嵌入式操作系统和开发应用程序的硬件平台。目前,嵌入式微处理器在市场上有很多,比较流行的有 Motorola 的 32 位嵌入式处理器系列: Cold fire 系列、Dragon ball 系列、PowerPC 系列,还有 MIPS 系列、ARM 系列、X86 系列(Intel 386EX、AMD4xx)等。流行的嵌入式操作系统有: PSOS、VXWORKS、WINCE、QNX、LYNXOS、Palm OS、Embedded Linux(包括 RT-Linux、μC-Linux 等)。

2 嵌入式 Linux 操作系统

自从 Linux 问世(1991 年 10 月 5 日)到现在,在短短的 12 年的时间,它在全球计算机产业界的影响,却超过了之前的任何一个操作系统。Linux 是一个成熟、稳定的网络操作系统,将它作为嵌入式操作系统具有很多显著的优点。首先, Linux 的核心源代码是免费的,任何人都可以从互联网上得到。其次, Linux 的核心代码是开放的,所有人可以根据自己的意图修改和定制,开发适合自己的产

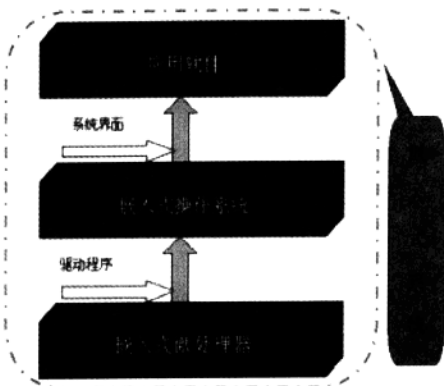


图1 嵌入式系统的组成

品。第三，Linux 核心代码可以裁减到 130 多 KB，这可以大大地降低开发产品的成本和适应嵌入式系统的发展趋势。第四，Linux 核心代码采用移植性比较好的 c 语言编写，所以它可以很容易的移植到很多的微处理器上。目前流行的嵌入式 Linux 操作系统有：μC-Linux、RT-Linux、EMBEDIX、Hard Hat Linux、MONTAVISTA Linux、LYNXOS、Blue Cat Linux、ET-Linux、Midori 等。下面对一些主流 OS 各自的特点进行分析和介绍。

2.1 μC-Linux

μC-Linux 是 LINEO 公司在 Linux2.0 的基础上裁减得到的。在 μC-Linux 这个英文单词中 U 表示

Micro，小的意思，C 表示 Control，控制的意思，所以 μC-Linux 就是 Micro-Control-Linux，字面上的理解就是“针对微控制领域而设计的 Linux 系统”。μC-Linux 内核要比原 Linux 2.0 内核小的多，但保留了 Linux 操作系统的主要优点。

(1)内存管理。这部分是 UC-Linux 与传统 Linux 区别最大的地方。标准 Linux 是针对有 MMU 的处理器设计的。在这种处理器上，虚拟地址被送到 MMU，把虚拟地址映射为物理地址。对于 UC-Linux 来说，其设计针对没有 MMU 的处理器，即 UC-Linux 不能使用处理器的虚拟内存管理技术。UC-Linux 仍然采用存储器的分页管理，系统在启动时把实际存储器进行分页，在加载应用程序时分页加载。所以实际上 UC-Linux 采用实存储器管理策略。

(2)内核加载方式。UC-Linux 的内核有两种运行方式。Flash 运行方式：把内核的可执行映像文件烧到 flash 上，系统启动时从 flash 的某个地址开始逐句执行。这种方法实际上是很多嵌入式系统采用的方法；内核加载方式：把内核的压缩文件存放在 ram 上，系统启动时读取压缩文件在内存里解压，然后开始执行，这种方式相对复杂一些，但是运行速度更快。

(3)可执行文件格式。UC-Linux 系统使用 flat 可执行文件格式（见表 1）。

(4)μC-Linux 的主要特色(见表 2)

表 1 Linux 可执行文件格式

COFF	一种通用的对象文件格式；
ELF	一种为 Linux 系统所采用的通用文件格式，支持动态连接；
Flat	ELF 格式有很大的文件头，flat 文件对文件头和一些段信息做了简化；

表 2 μC-Linux 主要特点

支持大量其它的网络协议	μC-Linux kernel < 530 KB
完整的 TCP/IP 协议堆栈	μC-Linux kernel + 工具 < 900 KB
通用的 Linux API	支持各种文件系统（NFS、ext2、ROMFS、JFFS、MS-DOS 以及 FAT16/32）

(5)应用程序库。μC-Linux 小型化的另一个做法是重写了应用程序库，相对于越来越大且越来越全的 GLIBC 库，μC-LIBC 对 LIBC 做了精简。μC-Linux 对用户程序采用静态链接的形式，这种做法会使应用程序变大，但是基于没有 MMU 的特性，只能这样做，同时这种做法也更接近于通常嵌入式系统的做法。

(6)已经移植到 μC-Linux 下的用户程序很多，有 ftp(文件传输协议)客户端程序、free swan(IPSEC

(Internet 安全协议)的 Linux 实现等。

2.2 EMBEDIX

EMBEDIX 是 LINEO 公司在 2000 年初发布的第一版的基于流行桌面 Linux 操作系统。它是一种嵌入式 Linux 软件解决方案，增加了能量和 Linux 的连通性来定制嵌入式设备。这是一个专门用于机顶盒、个人数字助理(PDA)和其它小型设备的 Linux 系统。EMBEDIX 不需要硬盘，可运行在使用 PowerPC 芯片或英特尔兼容芯片的终端设备上。

LINEO 将实时技术集成到 EMBEDIX SDK 中, 以此为嵌入式设备的开发者提供软件和硬件实时能力。EMBEDIX SDK 支持并包括 Metrowerks Code Warrior, 这是一种集成开发环境 (IDE), 它将文本编辑器、项目管理器、搜索引擎、编译器、连接器和调试器混合到一个集成应用软件中, 能够缩短产品开发周期, 减少产品成本; EMBEDIX SDK 还支持 WINDOWS 下开发, 具有对本地 WINDOWS 应用软件和工具的完全访问能力, 并且还给开发者提供虚拟开发环境 (带有可视化的集成环境), 这对 WINDOWS 开发者来说是便利的。

2.3 RT-Linux

RT-Linux 是世界上出现最早的实时嵌入式操作系统。RT-Linux 并没有对 Linux 内核做大的改动, 而是利用 Linux 内核模块机制, 采用插入模块的方式, 通过一个独立的内核来管理实时任务。RT-Linux 属于硬实时, 将 Linux 内核设计为可被抢占的, 主要方法是实现一个实时内核负责处理硬件消息, 接管中断, 实时任务可在该内核上直接运行, 而把 Linux 内核本身作为优先级最低的 Idle Task 运行。该实时内核有自己的基于优先级的调度算法, Linux 内核随时可以被优先级更高的实时任务抢占。实时任务与 Linux 进程之间通过特定的通讯机制 (如 FIFO) 进行通信。运行在 Linux 内核之上的进程则可以完成一些非实时功能 (如图 2)。

RT-Linux 从来不用等待 Linux 释放资源、不要求额外的内存, 也不要求和任何数据结构同步 (在控制的很紧的情况下除外)。

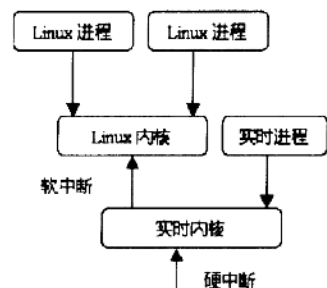


图2 实时内核与Linux内核的关系

RT-Linux 目前支持两个商业版本: 开放版 (GPL) 和专业版 (二进制形式发布)。专业版支持的硬件体系结构比开放版要多。

RTLinux/Open3.1 是 FSMLABS 公司推出的一款硬实时操作系统, 主要特点: (1)标准 API; (2)优秀的实时性能; (3)遵循 GNU 开放源代码; (4)丰富的工具套件 (包括 GDB 调试器、GNU 编译器等); (5)可靠的实时编程模式 (分离实时和非实时代码, 操作系统和应用软件中的关键实时组件将给予绝

对的优先权, 从而可以避免非实时组件影响实时组件的响应时间)。

2.4 MONTAVISTA Linux

MONTAVISTA Linux 是业界领先的嵌入式 Linux 解决方案供应商 MONTAVISTA 公司最新的嵌入式 Linux 操作平台。该产品广泛地支持各类嵌入式应用, 为通信基础设施、网络、消费电子、仪表以及工控设备提供标准的嵌入式 Linux 平台。

MONTAVISTA Linux 2.1 是开放源代码、免版税、100% 来自纯 Linux 源代码。MONTAVISTA Linux 2.1 专业版广泛地支持各类嵌入式处理器, 包括 6 种业界领先的处理器: x86/IA-32、PowerPC、Strong ARM、XSCALE、ARM、MIPS。MONTAVISTA Linux 2.1 包括 K-Develop IDE、目标配置工具、库优化工具, 并提供超过 215 个应用软件包。它的一个重要的改进是跨平台开发, 支持 14 个主机开发环境, 包括 Red Hat、Mandrake、Solaris 以及 VM-Ware on Windows NT/2000 等。

2.5 Blue Cat Linux

Blue Cat Linux 是基于 Linux-2.4 内核改造。支持多种处理器, 包括 Intel XSCALE、Intel IXP1200 网络处理器、嵌入式 Intel Architecture 等。Blue Cat 4.0 版本有很多的特性:

- (1)为内核调试提供独特的 GDB 扩展功能
- (2)广受欢迎的开发环境和漂亮的用户界面
- (3)能够快速对内核的功能、大小等进行配置
- (4)可以为 Windows 或者 Linux 主机开发, 提供 Blue Cat Basic Support
- (5)使用开放构架的电源管理和优化方案
- (6)加载和使用经过测试的应用组件更加方便

Blue Cat RT 是基于 FSMLABS 的 RT-Linux 技术的产物, 可以集成到 Blue Cat Linux 套件当中。把 Blue Cat Linux 和 Blue Cat RT 结合起来可以为用户提供一种混合型嵌入式系统的解决方案。在一般的情况下, 使用普通的嵌入式 Linux 内核; 而在特定的情况下使用具有实时性能的内核。这样它就能够提供同时满足开放标准嵌入式和实时需求的嵌入式操作系统解决方案。

3 嵌入式 Linux 操作系统的发展展望

以信息家电为代表的互联网时代嵌入式产品, 不仅为嵌入式市场展现了美好前景, 注入了新的生

命,同时也对嵌入式操作系统技术提出新的挑战。

(1)嵌入式应用软件的开发需要更加强大的开发工具和操作系统的支持。随着 Internet 技术的成熟、带宽的提高,Internet 提供的信息内容日趋丰富、应用项目多种多样,像电话手机、微波炉等嵌入式电子设备的功能不再单一,电气结构也更为复杂。为了满足应用需求,设计师们一方面采用更强大的嵌入式处理器如 32 位、64 位 RISC 芯片或信号处理器 DSP 增强处理能力;同时还采用实时多任务编程技术和交叉开发技术来控制功能复杂性,简化应用程序设计、保障软件质量和缩短开发周期;另外,嵌入式系统还应需要一套高度简练、质量可靠、应用广泛、易开发、多任务,并且价格低廉的操作系统。所以 Linux 作为一个完全免费的和开放的 OS,在今后必然是开发嵌入式系统首选的操作系统。

(2)网络成为必然趋势。为适应嵌入式分布处理结构和应用上网需求,嵌入式系统要求配备标准的一种或多种网络通信接口(IEEE1394、USB、CAN、Blue tooth 等)和相应的网络协议簇(TCP/IP、SNMP 等)支持。而 Linux 与生俱来的优秀网络血统,更为今后的发展铺平了一条宽广平坦的道路。

(3)实现小尺寸、低功耗和低成本。在一定程度上讲,嵌入式产品的微型化、低功耗和低成本是与高的处理器的性能是一对不可调和的矛盾。所以要达到微型化,就要求相应的降低处理器的性能;同时这就相应的提高了对嵌入式软件设计技术要求。对于系统的小型化, Linux 可以说是在众多的嵌入式操作系统中是最优秀的。Linux 由于源代码是公开免费的,所以我们可以根据需要进行裁减、修改等措施进行系统软件微型化。

(4)提供精巧的多媒体人机界面(HMI)。嵌入式设备之所以为亿万用户乐于接受,重要因素之一是它们与使用者之间的亲和力和自然的人机交互界面。人们与信息终端交互要求以 GUI 屏幕为中心的多媒体界面。目前嵌入式 Linux 的 GUI 系统有 Micro windows、Open GUI、Qt/Embedded、Mini GUI

等。总之,能有一个让顾客非常喜好的人机界面,也是今后嵌入式系统的发展方向。

(5)嵌入式操作系统走向融合。现在面对如此多的嵌入式操作系统,开发者有时感觉到很不方便。因为,如果我们在基于 OS1 的操作系统上开发的应用程序,现在想在 OS2 上用,那当然是不行。我们必须要进行移植才能使用。随着嵌入式设备的逐渐的发展,在将来必将会出现一个能支撑几乎所有应用程序的操作系统,或者说在将来嵌入式操作系统必将走向融合。那唯一能担当此任就是 Linux 了。因为它提供了一个让任何人都能自发的为其发展找寻出路的游戏规则。

4 结束语

根据一家专门进行嵌入式 Linux 系统信息发布的网站 <http://www.Linuxdevices.com> 的调查,有 52%的用户决定在未来 24 个月内使用 Linux 作为嵌入式系统的开发原型,而只有 21%的人仍然使用专有操作系统,19%的人仍然使用 Windows 系列操作系统做嵌入式系统开发。这充分说明了利用 Linux 开发嵌入式系统的生命力。由于 Linux 嵌入式系统的强大的生命力和利用价值,越来越多的公司和大学都不同程度地表现出对它的研究兴趣。所以基于 Linux 的嵌入式系统必将是未来嵌入式领域的领导者。

参考文献

- 1 Linux 与嵌入式系统.李善平,刘文峰,王焕龙等编著,北京.清华大学出版社,2002
- 2 嵌入式系统开发圣经,探妙工作室著,北京.中国青年出版社,2002
- 3 嵌入式实时操作系统 $\mu C/os-II$ (第 2 版),邵贝贝等译.北京航空航天大学出版社,2003.5
- 4 Linux 内核源代码情景分析(上下),毛德操 胡希明,浙江大学出版社,2001.9



王成,男,1979年生,硕士研究生,主要研究领域为嵌入式系统和网络安全。E-mail:

wangcheng@mails.gscas.ac.cn

WANG Cheng, born in 1979, Master candidate. His research interests include network intrusion detection and embedded system