

新一代实时操作系统

孟庆余

(中软总公司基础软件部 北京 100081)

摘 要 This paper researches the new-generation Real-Time Operating System from the view point of its development. It consists of 4 parts: microkernel development; international standards and national standards; the new characteristic performance of the new-generation RTOS; the new-generation RTOS with microkernel structure.

关键词 Real-time operating system, Microkernel.

一、微内核的发展

前几年,不论国外、国内,都在研究下一代操作系统的特点,在各种学术会议上,操作系统的专家们发表了许多不同的意见,也有很多争论。但近来,取得了一致的意见:微内核结构是下一代操作系统的主要特点之一。Microsoft、IBM、USL、SunSoft 等公司迅速收敛到微内核结构上,以推出自己的操作系统产品。UNIX 操作系统的创始人之一 Dennis Ritchie,自称其主要工作为研究微内核 PLAN9,它综合了多处理机、分布式系统、Windows 的特点而发展起来的,到目前为止,所看到的操作系统的微内核如表 1 所示。其中最著名的是 Carnegie Mellon 大学的 Mach(2.5 和 3.0)、Windows NT 和法国 Chorus 系统公司的 Chorus,据说 Chorus、QNX 和 Mach 在构造实时操作系统方面有着特殊的优势。

表 1 操作系统的微内核

微内核	研制单位	操作系统产品
Mach 2.5, 3.0	Carnegie-Mellon 大学	NextStep XINU OSF/1, OSF/1-1.3 Workplace OS
Windows NT	Microsoft 公司	Windows NT
Chorus 3.0	法国 Chorus 公司	Chorus/Mix Chorus/Mix v. 4
Spring OS	Sun Soft 公司	Solaris 的继承
QNX	QNX 公司	
CTOS	Unisys 公司	
PLAN9	AT&T 公司	
V	Stanford 大学	
Mac System 7 微内核	Apple 公司和 Taligent 公司	copland

最早用微内核构造操作系统的是 Next 公司,它

用 Mach2.5 微内核构造操作系统 NextStep; BSD 用 Mach 2.5 构造操作系统 XINU。初期,这样的系统自然存在一些缺点,但仍在模块化和灵活性方面显示了前所未有的优越性。

目前正在推出的 Microsoft 公司的 Windows NT,它宣称不仅模块性好,而且可移植性也非常好。这是由于采用了微内核结构的缘故。Windows NT 可以运行基于 Intel、Mips、Alpha 芯片的处理机上,不论单处理机和多处理机,它能运行原来在 DOS、Windows、OS/2 环境下运行的程序。

Novell/USL、OSF、IBM、Apple 和其他公司相继宣布了更先进的微内核结构。IBM 和 OSF 基于 Mach 3.0 建立自己的微内核结构的操作系统,意即将 Mach 进行商品化工作;Novell/USL 利用 Chorus 3.0 将其 UNIX 产品换代。SunSoft 的 Spring OS,作为 Solaris 的继承者;QNX 和 Unisys 公司也非等闲之辈,它们研制微内核结构的操作系统也有好几年的历史。

以上这些现象,说明了一种趋势,即在操作系统研究和开发领域,由统一结构的操作系统向微内核发展。

微内核的发展离不开计算机科学的进步,多处理机技术、分布式计算系统的成熟、面向对象的技术、客户/服务器(Client/Server)工作方式的成熟、软件工程的发展、计算机网络和 Windows 技术的发展,都为微内核的发展奠定了基础。

现在的微内核,一般都直接支持多处理机、分布式处理,也都程度不同地采用了面向对象的技术。因此,它们的工作比较协调,体积虽小,功能却很强。从这一角度来看,微内核在继承以前操作系统的成果的基础上,用近十几年获得的先进技术,对其进行再

设计和改造。因此,微内核是以前成果的继承和发展,青出于蓝,而胜于蓝。

有关微内核的更详细的介绍,请参见文[1]。

二、国际标准与国家标准

有关操作系统的国际标准有 POSIX (ISO/IEC9945-1:1990, Information technology—Portable Operating System Interface), 实际上它由一组相关标准组成。其中第一部分: 系统应用程序界面 (API), 已被我国等同采用为国家标准(编号为 GB/T14246.1); 第二部分: 命令和实用程序; 第三部分: 测试方法; 第四部分: 实时部分。第一部分是后面各部分的基础, 实时部分主要内容是规定了实时操作系统所必须具有的功能特征, 其概略内容如表 2 所示。

表 2 POSIX 1003.4 功能

功 能	说 明
1. 计时器	能量和读高精度的内部计时器
2. 优先级调度	基于优先级的抢占式调度
3. 共享内存	能将同一片物理内存映射到各独立进程指定的虚拟空间
4. 实时文件	能创建和访问性能确定的文件
5. 信号灯	有效的同步原语(P、V 操作)
6. 进程间通信	同步和异步的消息传递能力, 对信息流和资源实现控制
7. 异步事件处理	有将异步事件进行排队、确定时间内完成传递工作和最少的数据转送的机构
8. 进程锁内存	有能力将进程所用虚拟空间的一段或几段常驻在内存中
9. 异步 I/O	应用程序的执行与其 I/O 操作能并行执行
10. I/O 同步	有能力建立一种保证 I/O 可在不同的逻辑级上完成

仔细研究这些特点, 就会发现与文[2]中所述的特点非常一致, 只是叙述方法有些差异。在内容方面文[2]中所总结的特性比 POSIX 更详细、更具体。

关于多国语言文字统一编码的国际标准(ISO/IEC10646)及等同采用的国家标准(GB13000), 任何操作系统都应支持。

三、新一代实时操作系统的新特点

随着计算技术的发展, 近时期的应用情况发生了很大的变化。例如嵌入式计算机的应用和发展, 掌上、膝上计算机的推广, 对操作系统提出了新的需求。现有的整体结构的操作系统, 不可能同时适应计

算机各种类型的要求, 不可能同时最好地适应从应用环境到开发环境的方方面面, 更不能适应从简单到复杂的广泛范围内的一切变化。为了适应这些变化, 对实时操作系统的性能提出了新的要求。除了一直强调的实时性外, 还有:

1. 开放性 目前无严格的统一的定义, 正处在研究的兴旺时期。开放系统应具有的特点有比较统一的看法, 这就是: 遵循有关的国际标准、具有可移植性、互操作性、可连接性和规模的伸缩性。

2. 可剪裁性 在单片机或嵌入式计算机中, 不可能有足够的存储空间可以容下现有的操作系统。它们的内存空间一般说只有 100K 之下, 也不需要如此之完备的功能, 可能只需其中极小的一部分。这就要求操作系统根据这种需要将有关的代码分离出来, 功能不同的系统要求分离出的代码也不同。

目前已有的实时操作系统, 一般都达不到这样的要求。虽然有些系统自称有可剪裁性, 但其可剪裁的范围是很有限的。近几年开发的新系统, 在这方面的性能可能会好一些。微内核结构的实时操作系统, 在这方面会走出一条路子。

3. 系统安全性 美国政府和国防部门, 八十年代以来努力提高信息系统的安全性。随着各个部门信息化程度的提高, 信息安全就是最关键的问题之一。随着计算机“病毒”、“黑客”愈来愈无孔不入, “电子对抗”、“信息战”地位愈来愈高, 系统安全有时被提高到战略的地位来考虑。

解决我国信息系统的安全性问题, 主要应在操作系统上下功夫。信息安全的主要防御屏障在于操作系统的坚强。

4. 中文界面 除了一些特殊用途和一些特殊部门的计算机外, 中文应用界面可能是一个普遍性的文件。没有很好的中文界面, 计算机在我国的普及和推广会受到很大的影响。不论如何, 从操作系统应具有性能的角度出发, 应能支持中文界面及其相关的标准。中文界面经过了前几年的“汉化”后, 现在已提高到中文信息处理标准化高度。

除了以上所述四点外, 支持多媒体, 支持各种标准接口(FDDI、ATM 等)的工作都应逐步考虑在内。

在实时操作系统支持下, 应逐步形成各种“系统平台”、“运行平台”、“应用软件开发平台”等。

四、微内核结构的新一代实时操作系统

1. 微内核结构

微内核是操作系统的极小核心, 它将各种操作

系统共同需要的核心功能提炼出来,形成微内核的基本功能,有人称这些功能为操作系统的本质功能。这些本质功能有 IPC (Interprocess Communications)、Vm (Virtual memory)、Tasks 和 threads (线程)管理、中断处理及与硬件相关部分。其中 Tasks 可由 threads 构成。Tasks 和 threads 结构适合多处理机操作。这样,从功能方面而言,它为各种操作系统打好了一个公共基础,因之规模较小。例如 QNX 微内核,只用 8KB 内存,只有 14 条系统调用。

为了实现某一个或几个操作系统,可在微内核提供支持的基础上通过各种服务器实现。微内核之外的这些部分我们称之为操作系统的非本质部分。这些非本质部分包括:文件系统、安全服务、各种操作系统的用户界面及 Windows 系统等。这些外层模块通过消息传递手段与微内核联系,模块相互之间也通过消息传递方式相互通信。消息传递使这些相对独立的服务器联系在一起,也同微内核联系在一起,形成一个有机的整体,共同而又协调地工作,成为一个操作系统产品。在此基础上,可以运行各种应用软件。从微内核的角度来看,应用软件也属非本质部分之列。

2. 新一代实时操作系统

新一代实时操作系统(RTOS)的结构如图 1 所示。图中最内方框,表示计算机硬件,其中包括单片机、嵌入式、微机到中、大规模的机器等,可以是集中式,也可以是分布式。MKNL 表示微内核部分,包括 Vm、IPC、task 及 thread 管理等。 S_i 表示构成 RTOS 的各种服务器,它们可以分别提供不同的操作系统界面等。

由 MKNL 和诸服务器(S_i)合在一起,组成一个完整的 RTOS。其中 S_i 是可以剪裁的,可以根据应用要求选择组织,甚至于在某些情况可以全部去掉,例如在嵌入式应用中就可以直接用 MKNL。MKNL 是否可剪裁,视 MKNL 设计方案而定。

在 RTOS 的外层,是诸多系统软件或支持软

件,RTOS 与它们一起组成了应用软件开发平台。

在这样一个系统中,用户在不同层次上都可以有应用界面。这样一种结构,使 RTOS 可以具有非常好的实时性,此外还能较容易地达到开放性^[1]、可剪裁性、安全性及中文界面、支持各种计算机硬件工作等目标。

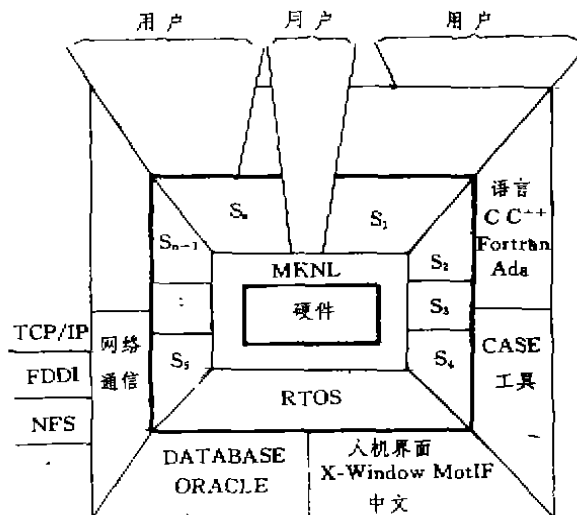


图 1 新一代 RTOS 结构

结束语 用微内核结构构造新一代的实时操作系统,会使 RTOS 在性能上、功能上向前跨进一大步。法国在 Chorus 上的成功,美国的 RT-Mach 及 QNX 的商品化,并取得了显著的效益,就证明了这一点。

参考文献

- [1] 孟庆余,微内核结构的操作系统, IDG 国际电子报 1994 年 7 月 4 日
- [2] 孟庆余,电子数字计算机实时操作系统,国防工业出版社 1991 年 7 月
- [3] Borko Furht, Real-Time UNIX System, Design and Application Guide, Kluwer Academic publishers, 1993