

虚拟计算

计算机科学理论

算法

计算机科学 2000Vol. 27No. 3

7-11

虚拟计算^{*}

——对计算的再认识

Virtual Computing

潘清

TP301.6

(总装备部指挥技术学院 北京 101416)

Abstract To understand and master the future trends of the development of computer science and technology is one of most important tasks in front of every computer science and technology researchers. Through the analysis of many virtual object concepts occurred in the computer science, this paper proposes a new concept, Virtual Computing, which can be used to reconsider the inside meanings of computing, it also concludes that the real meaning behind the virtual computing concept is the resource sharing. In this paper, it provides many examples to demonstrate that the idea is correct. It also discusses the theory of virtual computing and uses virtual computing concept to illustrate some famous problems in the development of computer science and technology and gives out many constructive proposals.

Keywords Virtual computing, Resource sharing, Abstraction

1 引言

目前计算机科学理论和实践正处在一个飞速发展的时期,各种新的理论不断涌现,新的应用层出不穷。计算机应用从计算机网络应用发展到互联网应用,又从互联网发展到内部网、虚拟网络、虚拟企业应用;数据库系统技术从关系型数据库技术发展到分布式数据库、多媒体数据库、面向对象数据库、数据仓库技术。如何更好地理解当前计算机科学理论和实践中遇到的问题、更准确地预测和把握将来的发展方向,一直是计算机科学和应用领域工作者面临的重要课题。

计算机科学发展到今天形成了许多独立的学科分支,如计算机体系结构、软件工程、计算机图形学等等。另外,为了解决一些特殊领域的问题,提出了一些与这些领域相关的理论。例如,为了解决计算机网络中的理论和实践问题,提出了网络计算理论;为了解决分布式体系结构问题,提出了分布式计算理论;为了解决客户和服务器体系结构问题,提出了客户服务器计算理论;为了解决实时系统中的理论和实践问题,提出了实时计算理论。这些理论的第一个特点是针对性强,都是针对某个领域中的问题而提出的;第二个特点是综合性强,涉及到与之相关的许多理论,例如实时计算理论中

包含了实时调度理论、实时系统体系结构、实时操作系统、实时通讯、实时容错理论、实时控制系统、实时人工智能和实时数据库系统理论等。这些理论的提出,深化了对这些领域的认识,使人们能更好地解决这些领域中的问题,丰富了计算的内涵。

虚拟计算(virtual computing)就是针对上述问题提出的,希望通过虚拟计算能总结出计算机科学理论和实践发展过程中带有规律性的东西,更好地指导我们的工作。

2 计算机科学理论中的“虚拟计算”概念

在计算机科学中的每个学科分支中都存在着大量与“虚拟计算”相关的概念,如操作系统中:

指令	虚拟指令(实指令,伪指令)
地址	虚拟地址
地址空间	虚拟地址空间
处理机	虚拟处理机
文件系统	虚拟文件系统
硬件中断	软件中断(虚拟中断)
计算机网络中:	
电路	虚电路
网络	虚拟网络

^{*} 本项目受“九五”国防预先研究项目资助。潘清 教授,研究领域:操作系统。

数据库中:

物理数据库

逻辑数据库

提出这些虚拟对象和概念的出发点是为了提供一种抽象机制,提供一种进行系统管理的机制,达到更好地管理系统资源的目的。例如,有了进程的概念就可以更好地管理处理机,有了虚拟存储器概念就可以避免繁琐的物理内存管理细节,有了虚拟电路就可以更好地管理物理通讯线路。虚拟对象所带来的抽象机制、系统管理机制以及对对象重组机制为系统的管理和实现提供了有利的保障。

然而,这些机制提供的更深一层的内容却是提供了更好的资源共享机制。有了虚拟处理机概念,用户就可以方便地共享物理处理机;有了虚拟存储器概念,用户就可以方便地共享物理内存;有了虚拟电路概念,用户就可以共享同一条物理线路。通过观察计算机技术的发展过程,我们可以看到从早期的终端式的主机共享方式,到网络文件服务器、打印服务器、邮箱(共享的初级阶段),到网络数据库服务器,到今天的基于 Internet, Intranet 平台,以及将来的虚拟网络和虚拟计算机系统,资源共享贯穿着计算机科学技术发展的全过程。

3 虚拟计算的本质特征

如果我们将计算机科学中的所有与虚拟相关的概念的总和定义成虚拟计算。那么,我们就可以得出,抽象只是虚拟计算的一种重要表现形式,虚拟计算的本质是资源共享,虚拟计算的理论就是解决资源共享的理论。虚拟计算技术不仅能使我们更有效地共享现有的资源,而且能通过重组等手段,为我们提供更多、更完善的共享服务。

资源共享从它的发展过程来看,不同的阶段所解决的问题是非常不一样的。在计算机发展的初期,由于计算机系统内部的资源,如 CPU、内存、磁盘空间、I/O 设备等,价格极其昂贵,在这一阶段的主要工作就是为了解决由于硬件资源的严重缺乏所带来的资源共享问题,这是资源共享的初级阶段。这一阶段的工作可以从算法研究、操作系统理论和技术的发展中清楚地看出。

目前,资源共享已经从共享物理资源发展到共享信息,以及如何提供更多、更好的共享资源的阶段。例如,将以前不可见信息的可视化,将高度抽象问题的形象化的信息挖掘技术、科学可视化技术。数字化技术将成为资源共享的核心技术。这一阶段的工作可以从互联网应用的发展中清楚地看出。

3.1 算法研究与资源共享

算法研究是计算机科学理论中最基础的、同时也是最热门的研究领域之一。特别是在 80 年代以前,当

时由于计算机系统资源极为紧张,绝大多数计算机科学工作者都有过为节省十几个甚至几个存储器单元而奋斗的经历。算法研究是当时解决资源紧缺的唯一手段。著名的计算机科学家 Knuth 的巨著“程序设计技巧”是从事计算机科学的人所必读的著作。在算法研究中,对于算法的评价总是以算法的时间和空间的复杂度来衡量的。算法研究所追求的是算法在时间和空间复杂度上的最优化。用虚拟计算的观点来看,算法研究的目的是为了提供更大程度的共享,将算法优化所节省下来的时间和空间为更多的人所利用。

3.2 操作系统与资源共享

操作系统是系统资源的管理者,从中断概念的提出到多道程序设计概念的形成,操作系统一直致力于提高系统资源的利用率。直到进程概念的提出,才为系统资源管理和系统资源共享建立了坚实的理论基础。进程概念使系统资源管理和系统资源共享水平上了一个新的台阶。

为了进一步解决 CPU 系统资源的匮乏的问题,人们还从处理机调度算法的研究入手,试图通过调度算法的研究解决或缓解处理机资源不足的问题,但是,结果并不理想。随着微电子技术的发展,各种高性能的微处理机芯片的推出,以及随之推出的多处理机系统、集群计算机系统(cluster)、基于计算机网络的 PVM 分布式计算环境、基于全局内存管理的计算环境,处理机资源紧缺情况才得以进一步缓解。

在存储管理系统中,由于早期的计算机系统内存系统非常昂贵,因此操作系统将内存和外存作为完全不同的资源进行管理,外存作为内存的扩充。为了解决内存容量太小的问题,提出了虚拟存储器的概念,通过交换技术和请求调页等内存管理技术,使用户能跨越物理内存大小的限制,来扩大用户对系统内存资源的共享。

同时,为了解决内存访问速度与 CPU 速度不匹配的问题,又采用了高速缓存技术,通过提高高速缓存的访问命中率来提高系统性能。为了进一步扩大对物理存储器的共享问题,在微内核操作系统中,在虚拟地址空间的基础上,又提出了存储对象概念,将系统内存作为系统外存的高速缓存,从而统一了系统中的所有存储器访问模式。为了解决高速缓存的一致性问题,特别是在多处理机系统中,为了解决多处理机系统中的高速缓存的一致性问题,操作系统理论和实践向前迈出了一大步。

从以上分析可以看出,操作系统的发展就是为了提供更好的系统资源共享机制,虚拟计算为资源共享提供了保障。

3.3 计算机网络和互联网技术的发展与资源共

享

网络通讯是互联网的基础,早期的用户是通过电路交换技术来实现用户与用户之间的连接的。电路交换技术从固定连接发展到时分多路复用技术,即将一条物理线路划分为许多时间间隙,这样,为每一个呼叫建立的每一个连接也就变成了许多段不同时间间隙的连接,这种技术非常像操作系统中的虚拟处理机技术,即通过分时来共享物理资源。

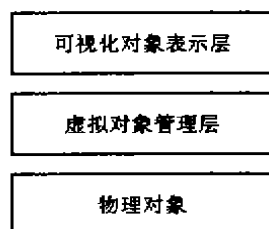
分组交换技术是将语音或视频数据分成一个一个很短的块,成为分组,每个交换节点将一个呼叫连接的分组数据和其他呼叫的分组数据混在一起逐个发送出去,每个分组数据可以通过不同的路由到达目的地,在目的地站将对话的全部进行集合和排序,恢复成一条完整的信息。分组交换技术是一种数字化通讯技术。ATM 技术则是分组交换技术的进一步发展,它将信息分成 48 字节固定大小的块进行传递,采用硬件技术处理路由交换,使得信息传输的速率更高。

从虚拟计算的观点来看,互联网应用之所以会风行全球,是因为资源共享已经从共享计算机内部资源,共享网络通讯带宽,发展到了共享信息的阶段,而互联网提供了一个最广泛的信息共享平台。

4 虚拟计算的理论基础

虚拟计算的实质是资源共享,抽象是虚拟计算的一种重要表现形式。因此,将面向对象理论作为虚拟计算的理论基础之一是非常恰如其分的。面向对象理论将对象的属性和操作封装成一体,同时,将对象中的属性分成私有属性和公共属性。私有属性只能由内部过程进行访问,公共属性提供给外部用户访问。提供了一种很好的抽象的机制。同时为解决对象的共享、继承性、可重用性和可维护性提供了很好的手段。

每一个共享资源都可以用一个对象来表示,从管理者的角度出发,为了能适应不断变化的环境,需要提供对对象进行的重组和扩充的灵活机制;从用户使用的角度来看,希望以最直观、最形象的方法来使用对象。因此,虚拟计算理论可以认为是建立在面向对象理论的基础之上,通过数字化技术,建立并提供高度共享平台的计算理论。虚拟计算模型可以表示成如下三层结构模型:



其中,表示层的主要特征是数字化,管理层的主要特征是抽象。

建立虚拟计算模型的出发点是能为其他用户提供更好的服务。在系统实现时,虚拟对象需要映射到物理对象上,因此,就对映射操作在功能和性能两个方面都提出了要求,在功能方面要求提供更简单易用的用户界面;在性能方面要求提供更好的服务。更好的服务意味着更高的资源共享程度,因此,虚拟计算理论必须在解决更高的资源共享方面提供强有力的理论支持。提供更高的资源共享可以归结到以下两个方面:(1)如何进一步增加可共享的资源数量,(2)如何通过有效的机制在现有的资源上提供更好的服务要求。

资源的共享程度可以通过更细粒度的机制来提高,例如,操作系统中的线程机制就是一个很好的例子,通过提供比进程粒度更细的调度单位,可以有效地减少系统资源的使用,从而达到提高整个系统效率的目的。

资源的共享程度也可以通过更加集成化的机制来提高,目前新出现的单片系统(System on a Chip),将传统的中央处理器、内存、I/O 控制集成在同一个芯片上,从而降低了系统的开销,提高了系统工作效率,就是一个很好的例子。

进一步的资源共享需要进一步的数字化理论和技术,数字化具有广泛的定义。可以认为,任何一个软件的实现过程就是一次数字化的过程。例如,从进程概念的提出到进程的实现,这个过程本身就是个很好数字化过程。新的模型的产生过程就是数字化过程。从 MPEG2 到 MPEG3 的发展,从 DVD 到数字化电视的发展过程中,可以清楚地看到数字化技术在资源共享方面所起的重要作用。

进一步的资源共享需要提供新的共享介质,从当前的 ATM 到同步光纤通讯,从半导体芯片到铜介质芯片,都将对资源共享产生革命性的推动作用。新介质的产生过程同样伴随着大量的数字化过程。

虚拟对象的实现要受到物理对象的制约。物理对象能力的增强有助于构造出更理想的虚拟对象。同时物理对象的实现也从虚拟计算技术中吸取更多、更完善的技术来增强自己的能力。两者互相支持,以螺旋方式不断向上发展,为用户提供更完善的资源共享。

5 用虚拟计算的观点看技术发展趋势

通过虚拟计算,我们可以在更高的层次上、以崭新的视角来观察和思考计算机科学理论和实践中正在发生的和将要发生的各种问题。

5.1 服务质量模型的研究

目前,基于互联网应用的主要矛盾是资源数量的

严重不足,因此,国际上提出了所谓的服务质量(Quality of Service)模型,希望通过 QoS 模型来提供更好的服务。从资源共享的角度来看,QoS 模型要解决的问题和早期操作系统调度算法所要解决的问题极为相似,从操作系统调度算法的研究中,我们可以看到对资源使用的公平性和实时性要求,在调度算法中至今没有得到很好的解决。因为,不同的调度算法在资源的调度上总是对不同的用户群体有利,而不能照顾到全体用户,同时也不能增加资源的数量。与调度算法研究不同的是 QoS 遇到的问题比调度算法更广泛更深入。因此,可以预见如果不采用新的方法和模型,QoS 的研究结果也将走到和调度算法研究结果相似的地步,不会有所突破。

5.2 互联网中有关 IP 和 ATM 的争论

目前在构造 Internet 网络中,在工业界和学术界存在着大量有关 ATM 与 IP 技术谁优谁劣的争论。IP 技术是互联网的基础,它提供了将全世界计算机系统联接在一起的协议,提供了进行信息共享的高层抽象,而 ATM 技术则是为了解决在一条线路上进行更快的数据传输,提供的一种线路共享技术,两者的着眼点是完全不同的。因此,ATM 技术必须适应 IP 技术的发展,ATM 技术作为提高线路共享的一个新兴技术一定会继续向前发展。如果出现了一种更高、更快、更能适应 IP 技术的传输技术,ATM 的重要性必然会降低。但这并不意味着 ATM 技术会消亡,因为,从技术发展的角度来看,不管是同步通讯技术还是异步通讯技术,两者都将继续向前发展,ATM 传输技术作为当前异步通讯技术的最高水平的代表将发挥它应有的作用。同时,ATM 技术只有更好地适应 IP 技术的发展,才能在未来的世界中发挥更为重要的作用。

5.3 软件复用技术的发展

目前,面向对象的方法已经成为软件设计和实现的主流,软件实现的过程越来越依赖于软件的复用技术。Java 语言就是一种全新的软件复用技术,它实现了计算机科学工作者梦寐以求的理想“一次编写,到处运行”。而正是 Java 语言的虚拟机体系结构才使这一理想得以实现。从虚拟计算的观点出发看,面向对象技术和软件复用技术也是一种资源共享技术。与前面所述的共享技术不同的是,软件复用技术中的共享不会消耗系统资源,因此,用户对资源的复用是朝着粗粒度的共享方向发展。从早期的数学子程序库到动态连接库,从 OLE 到 COM、DCOM 和 CORBA 体系结构,以及目前风行的 Agent 机制。所有这些设施的建立都是为了建立更方便、更安全、更可靠的资源共享机制。但是,粗粒度的软件构造技术意味着构造出来的软件将占用更多的系统资源,反过来影响系统资源的共享,因

此,对于粗粒度的复用单位,需要有细粒度的控制和运行机制。

5.4 计算机平台技术的发展

更深层次的资源共享意味着更简便地使用平台。从这一点出发,我们可以对当前使用的计算机平台进行简单分析。从目前的情况来看,个人计算机还没有摆脱作为一种从事软件开发的平台,离普通人所希望的信息共享操作平台还相差甚远。就拿使用最普遍的办公室自动化软件来说,它使人完全陷入了字体、字号、边界等排版操作细节,因此,可以说这种面向出版的办公室自动化软件不仅没有满足普通人的实际需求,而且还向它的使用者强加了许多不应该有的东西。从虚拟计算的观点看,在办公室自动化软件中,普通人最需要的是一种真正的阅读工具,一种真正的写作工具,而不是排版工具。虚拟计算并不是要排斥排版,而是认为必须将排版功能作为一种数字化的实现放在系统内部,只有这样才能为用户提供真正有用的共享平台。

结束语 本文通过分析和总结计算机科学理论和实践中出现的大量与虚拟对象相关的概念,在抽象概念的背后,找到了本质性和规律性的东西——资源共享,从中我们可以看到,用户对计算机系统提出的最本质的需求就是资源共享的需求,因此,虚拟计算的本质就是资源共享。从虚拟计算的观点出发来看,计算机科学理论和实践是随着资源共享的数量级的增加,而经历了从量变到质变的发展过程。计算机科学的理论和实践是在解决共享和互斥这对矛盾中不断前进,而且到目前为止,在共享和互斥这对矛盾中,共享一直是矛盾的主要方面。从 YAHOO 的经验可以看出,他们成功的决定因素要归功于他们能比其他人更早地为用户提供免费的信息共享机制,如搜索机制、信箱,从而吸引了大规模的用户群体,为进一步的发展奠定了基础。

因此,可以断定,在今后的发展中,谁能为用户提供更广阔的共享机制,谁就可以在这个领域中获得更多的成功机会;谁在解决主要矛盾方面取得突破谁就能站在计算机科学理论和实践的前沿。

虚拟计算作为一种更高级的抽象技术、数字化技术,它提供了建立更高层次共享系统的基本技术。如在不可靠的物理系统上,建立可靠系统。在不安全的设施上建立安全系统。为了达到更广泛的共享,虚拟计算将在用户层上进一步弱化“计算”的概念,而在实现层上进一步强化“计算”的概念,以帮助人们达到前所未有的信息共享的高度。

本文的目的,并不是试图去建立一个完整的虚拟计算理论体系。虚拟计算作为一个完整的理论体系还很成熟,还需要更多更深入的研究和探索。作者的中心思想是希望通过虚拟计算的概念,使大家能在更高

CORBA 3.0

组件

应用程序

Internet

计算机科学 2000 Vol. 27 No. 3

11-14

CORBA 3.0 新特性分析

Study on New Features for CORBA 3.0

夏承刚 严筠永

(中国纺织大学计算机科学与工程系 上海 200051)

TP317

TP393

Abstract As infrastructure of Distributed Object Computing, CORBA Specification is now used more and more widely. With development of distributed applications and other technologies, new specification is adopted to improve the performance and make it more easy-to-use. The Component Model, Portable Object Adapter and Asynchronous Messaging etc., which were waited for a long time, are committed in the new version. The detail will be examined to show how these technologies work and add new features to CORBA 3.0 Specification.

Keywords POA, Component model, Asynchronous messaging, QoS, Object by value

1 CORBA 3.0 框架

OMG 的 CORBA 标准作为分布对象处理的规范已有若干年了,随着分布系统的开发应用,原有规范也暴露出不足之处,同时为了适应越来越复杂的分布式应用程序,需要对规范作补充和改善以增加灵活性和适用性,满足不断增长的应用程序的要求。

到 1998 年底,OMG 已相继确定了 Portability 2.3 Rev、OBV 2.3 Rev 等一系列推荐模型,基本上确定了 CORBA 3.0 规范的整体框架。在 3.0 规范的先期版本 Pre-Release 中,新增了几个典型的特性,主要有支持可移植对象适配器(POA)、分布式组件模型(CORBA Component Model)与脚本语言、以值传对象(OBV)、服务质量控制(QoS)、异步消息传输协议支持以及和因特网技术的整合(Java/Internet)等。

新版本增加这些技术功能的主要目的是要提高 CORBA 的适用性,扩大规范的应用范围,并改善对网络需求的适应性。按 Dr. Soley 所言,3.0 版本的 COR-

BA 将简化 ORB 的使用,无论对有经验的分布计算设计人员还是一般的程序员而言都有新的特性和功能改善。

2 CORBA 组件模型

组件模型是新规范中增加的一个显著特性。OMG 通过组件模型定义了即插即用式 CORBA 组件的界面、机制和程序开发框架,组件模型封装了简单对象的创建、生命周期和事件等内容;允许客户方动态地访问组件对象的功能、方法和事件;借鉴并集成了现有的组件技术(JavaBean、ActiveX),提供了到这些组件的映射和互操作性。

CORBA 组件模型提供了运用组件组装应用程序的较完整机制,统一了简单程序的开发框架,显著减少了使用 CORBA 开发程序的难度,亦实现了和 Java 及其它组件技术的紧密集成。其目的就是要与微软的 ActiveX 和 COM 在可视化和简便性上相抗衡,争取更多的用户市场。

的层次上,以崭新的视角来观察和思考计算机科学理论和实践中正在发生的和将要发生的各种问题。相信它一定会对广大的计算机科学工作者的研究工作有所帮助,并产生出更多更深刻的理论。

参考文献

- 1 Stankovic J A. Misconceptions about real-time computing: A serious problem for next generation system. IEEE Comput., 1988, 21(10): 10~19

- 2 Shin K G. Real-Time Computing: A New Discipline of Computer Science and Engineering. Proceedings of the IEEE, 1994, 82(1)
- 3 Sinha A. Client-Server Computing. Comm. of The ACM, 1992, 35(7)
- 4 Sha L. Industrial Computing A Grand Challenge, Computer, Jan 1994
- 5 Brooks F P Jr. 软件工程之实质性困难和偶发性困难. 计算机科学, 1988(3)