

分布式操作系统简介

数学与统计学院 金洋 20131910023

摘要：微处理器和高速网络的进步为分布式系统的出现提供了条件，其所拥有的优点促使分布式系统不断发展。分布式操作系统与传统的集中式系统在架构上有着本质上区别，亟需一种新的操作系统对分布式系统进行资源管理和任务调度。本文介绍了分布式操作系统的功能，以及在设计分布式操作系统需考虑的问题。

关键词：分布式系统，分布式操作系统，集中式，处理机

一、引言

20 世纪 80 年代是 OS 发展历程上的一个分界期。

从第一台电子计算机问世到 1980 年前后，计算机庞大且昂贵，计算机只属于少数机构，同时，这些计算机只能彼此间独立地运行。而后，技术上的两大进步开始快速推动计算机系统的发展。

第一个进步是微处理器的不断优化。十几年时间内，CPU 的字长从 4 位增长为 32 位，性能得到提升的同时价格却不断下降。这使得越来越多的微型机具有了之前大型机的计算能力，价格也为许多人所接受。

第二个同样伟大的进步是高速计算机网络的出现。局域网可以连接小范围内的数百台计算机，信息传输速率达到 100Mb/s 甚至更高。广域网则使得全球范围内的计算机得以连接。

这些技术的进步使得原先独立运行的计算机通过网络连接在了一起。计算机系统的种类也多了起来。一个系统，如果它的部件局限在一个地方，它被称为集中式；如果它的部件在不同地方，即分散式的，部件之间要么不存在或仅存在有限的合作，要么存在紧密的合作。当一个分散式系统不存在或仅存在有限的合作，它被称作网络的；否则这个分散式系统就被称作分布式的。

分布式计算机系统是由多台分散的计算机，经互连网络的联接而形成的系统，系统的处理和控制在各个计算机上。通俗来讲，一个分布式系统是一些独立的计算机的集合，但是对该系统的用户来说，系统就像一台计算机一样。

随着人们对信息处理能力的广泛和深入的需求，分布式系统正日益被人们普遍重视。然而，作为一种新系统，在资源管理、进程通信、系统结构上，分布式系统和集中式系统有了很大的区别，原先的操作系统软件在分布式系统上不再适用，亟需一种能配置在分布式系统上的新型操作系统软件来解决这些问题。

二、分布式系统的优点

优秀的微处理器和高速互连网络为建立分布式系统提供了硬件支持，而真正推动分布式系统快速发展的动力更在于其与现有系统相比所拥有的优势。

（一）经济

系统向分布式发展的第一驱动力是经济因素。曾经 Grosch 定理表示 CPU 的计算能力与它的价格的平方成正比。这一论断与当时的大型机技术非常吻合，于是许多机构都愿意购买最大的单个大型机。

随着微处理器技术的发展，Grosch 定理不再适用。人们花很少的价格买到

的 CPU 芯片的性能比某些大型机更高。所以，在一个系统中使用集中在一起的大量 CPU 使成本大大降低，倾向于分布式系统的首要原因就在于它可以潜在地得到比单个大型集中式系统更好的性价比。

（二）CPU 发展遇瓶颈

CPU 制程不断缩减，Intel 在 2014 年推出 14nm 工艺的芯片，但在性能上却出现了倒退，原计划在 2015 年推出的 10nm 工艺的芯片现在看来至少要推迟到 2016 年下半年或者 2017 年上半年。

当晶片尺度接近物理极限时，制作便在功耗、散热、设计复杂度等问题上遇到了瓶颈，近年来的多核应用在 CPU，也是为了满足摩尔定律的无奈之举，现有科技无法再有效地缩小晶体管尺寸，不得已才扩大芯片本身的数目。

而此时研究其他类型计算机系统，分布式系统便是一个不错的解决策略。

（三）固有的分布式应用

分布式系统以一种很自然的方式存在。例如，在社会中，人群在地理上是分布式的且分布式地共享信息。一方面，一个分布式数据库系统中的信息产生于不同的分支机构，使得本地访问可以很快地进行；另一方面，分布式系统也可以提供全局视图来支持各种全局操作。

（四）高可靠性

分布式系统通过把工作负载分散到众多的机器上，单个芯片故障最多只会使一台机器停机，而其他机器不会受任何影响。对于对可靠性要求高的领域，如核反应堆、飞机控制系统，采用分布式系统可获得高可靠性。

（五）可扩展性

在集中式系统中，一家公司会买一台大型主机来完成所有工作，而当业务增加，主机的工作量大到某一程度便不能再胜任工作。解决办法只能是更换更大的主机或再增加一台大型主机。而这两种做法都会导致公司运转混乱。

分布式系统可以增量拓展，并能方便地修改或拓展系统以适应变化的环境，同时无需中断现有的运行。

（六）资源共享

分布式系统与那些独立的个人计算机相比，实现了数据的共享，这是许多在线应用的基础。共享并不只是数据，昂贵的物理外设都是共享资源。

三．分布式系统的缺点

就目前的技术水平，在设计、实现和使用分布式系统上缺乏经验，仍存在以下缺点。

（一）软件

在集中式系统中，所有的资源都由操作系统管理和分配，但在分布式系统中，资源分属于局部工作站或个人计算机，目前的操作系统在资源调度的灵活性上不及集中式系统。

（二）网络

网络的故障将会引起对用户服务的终止。网络的超负荷会导致性能的降低，增大用户的响应时间。

（三）安全性

数据共享性是分布式系统的优点之一。但是当用户能够很方便地存取这个系统中的数据，那么他们同样能够很方便地存取与其无关的数据，容易造成对保密数据的访问。

四、分布式操作系统的功能

系统呈现给用户的印象以及用户如何看待系统大都取决于系统的操作系统。分布式操作系统是指配置在分布式系统上的操作系统。它能直接对分布式系统中的各种资源进行动态分配，并能有效地控制和协调分布式系统中各任务的并行执行，同时还向用户提供了一个方便的、透明的使用整个分布式系统的界面。分布式操作系统属于松耦合硬件上的紧耦合软件，能使用户产生一种错觉：整个计算机网络是个分时系统，而不是一个互不相同的计算机集合。

分布式操作系统除了需要拥有单机操作系统的主要功能外，还需具有以下功能。

（一）分布式进程通信

进程间通信是一切分布式系统的核心，分布式系统的进程间通信由分布式 OS 所提供的通信原语来实现的。

（二）分布式文件系统

分布式文件系统是通过网络来互连的，使不同机器上的用户共享文件的系统。它能让运行它的所有主机共享，并可以管理操作系统内核和文件系统之间的通信。

（三）分布式进程迁移

分布式进程迁移是指由进程原来运行的机器向目标机器传送足够数量的有关进程状态的信息，使进程能在另一机器上运行。

（四）分布式进程同步

在分布式系统中，由于各处理机没有共享内存和统一的时钟，因此分布式进程同步必须对不同处理机中所发生的事件进行排序，还应该配有性能较好的分布式同步算法，以保证为实现进程同步所付出的开销较小。

（五）分布式进程预防死锁

基于事先预防死锁的方法基本上都会增加系统的开销，降低资源的利用率，因此在实践中并不太适用。在分布式系统中，为了降低系统开销，在分配资源时会不加限制，只要系统中有剩余的资源，总是把资源分配给申请者。显然，这样的结果是可能会出现死锁。那么，为了使系统能够正常工作，在系统中会采用定时运行一个“死锁检测”程序的方法，当检测到死锁时该程序再将会设法将其排除。

五、分布式操作系统设计中的问题

（一）透明性

分布式 OS 需要让用户产生一种错觉，他们所使用的由多个计算机组成系统不过是个旧式的分时 OS。这种性质被称作单系统印象。能实现这个性质的系统通常被称为透明的。

透明性具体包括五个不同种类的透明性——位置透明、迁移透明、复制透明、并发透明、并行透明。

位置透明是指在一个真正的分布式系统中，用户不知道硬软件资源的具体位置。这意味着在使用资源名字时不允许包含资源位置的信息，像 /machine1/prog.c 之类的名字是不能被接受的。

迁移透明是指资源无需更名就可以自由地从一地迁向另一地。

复制透明使得操作系统可以随意地为文件和其他资源进行附加拷贝而无需

用户知道。

并发透明：例如当多个用户试图同时更新相同的文件时，如果系统时并发透明的，那么任一用户不会发现其他用户的存在。这不免让我们联想到“银行储蓄”的那个案例，这也对分布式 OS 的进程同步提出了更高的要求。

并行透明性要求一个分布式系统呈现给用户的是一个传统的单处理分时系统，换言之，多个活动并行运行协同处理一个问题的情况是用户所不能察觉的。目前的技术发展水平与此相距甚远。

（二）灵活性

对于分布式系统结构的观点主要有两种模型——单内核和微内核。

单内核观点认为：每台机器都运行一个传统的内核，内核自身提供了大多数的任务。单内核基本上是目前的集中式 OS，只是增加了网络功能和远程服务集合。UNIX 系统拥有一个巨大内核，现在许多模仿 UNIX 系统的分布式系统都采用单内核模型。

微内核观点认为，内核应尽可能少地提供服务，而在用户级服务器上提供大量操作系统服务。微内核对于单内核是很大的挑战者。微内核具有更好的灵活性，因为它几乎不做什么，只提供四种最小的服务：进程间通信机制、一定的内存管理、少量低级进程管理和低级输入输出。它不提供文件系统、目录系统、完全的进程管理或太多的系统调用处理，以保持内核短小精悍，而将其它操作系统服务以用户级服务器实现。微内核的优点是高度模块化，易于实现、安装和调试新系统，从而具有很高的灵活性。

（三）可靠性

可靠性包括可用性、安全性、容错性。

可用性主要指系统可用时间的比例。可以通过不要求大量关键部件同时工作来提高可用性。也可使用冗余技术，备有多套关键的硬软件部件，以便其中之一失效时另一个接管工作。

安全性必须保证数据和硬件资源不被非法用户占用。一个系统的安全性常常依赖于用户身份的正确识别与检验，对计算机系统的访问也必须根据访问者的身份施以一定的限制。

容错性是指系统应对一切意外出错情况和硬件故障按预定的方式作出处理，而不会引起系统不良后果。

六、结束语

本次关于介绍现代操作系统的小论文选择了分布式 OS，原以为会很简单的一个题目，真正开始落笔时才发现处处是难题。学习操作系统已一个多月，但无论是从图书馆借到的书籍还是从学术网站上下载的资料，每次查阅时均会碰到很多从未接触过、难以理解的名词概念。为此反复翻阅课本、理解概念，至此对分布式 OS 的认识仍然模糊和存在较多疑问。通过此次写分布式 OS，也深深感受到本门课程的抽象性。本文虽然只是简单地介绍分布式 OS，但文中依然存在表达混乱的部分，甚至出现错误，希望能在学习更多的知识后对分布式 OS 有更全面明确的认识。

分布式系统具有好的性能价格比，具有潜在的高可靠性，但目前，无论是在国际上还是在国内，在设计、实现和使用分布式系统上都没有太多经验。但随着信息时代的发展，分布式系统是系统结构的总趋势。

七、参考文献

- [1] Andrew S.Tanenbaum. (2008). *Distributed Operating Systems*. Beijing: Publishing House of Electronics Industry.
- [2] 何炎祥. 分布式操作系统[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [3] (美) Jie Wu. 《分布式系统设计》. 机械工业出版社. 2001.2.
- [4] 孙曼曼,崔素丽. 浅谈分布式操作系统[J].大众科技,2010,(6):70-71.
- [5] 宫杰,李慧萍,高琦. 浅析分布式操作系统[J].计算机光盘软件与应用, 2010,(5):50-51.