

21世纪高等职业教育计算机系列规划教材

Linux 操作系统应用技术

周志敏 主 编

陈忠文 田静华 张海波 副主编

岳国英 王洪发 主 审



- 以 Red Hat Enterprise Linux 5 Server 为平台讲解 Linux 的应用与管理
- 实现构建和管理 Linux 企业应用服务器的工作任务

配备课件



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

第1章 Linux 系统安装与配置 1

Linux 操作案例应用技巧

作者：王 强
编著：王 强 王 强 王 强
编著：王 强 王 强 王 强



清华大学出版社

清华大学出版社

21 世纪高等职业教育计算机系列规划教材

Linux 操作系统应用技术

周志敏 主 编

陈忠文 田静华 张海波 副主编

岳国英 王洪发 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书贯彻基于工作过程系统化的课程开发原则,以综合职业能力培养为主线,以任务引领、行动导向安排教学内容。每个单元均采用情境导入的方法来激发学生的兴趣和对知识的渴望;通过任务实施和知识储备板块对学生进行可持续发展的能力培养;通过重点回顾、常见问题与解决之道、项目实训,以及课后思考与练习四个板块促进学生对所学知识的巩固及职业迁移能力的培养。

本书选用 Red Hat Enterprise Linux 5 Server 为平台,通过 7 个学习情境介绍操作系统的基础知识、Linux 的安装与启动、Linux 基本应用、Linux 系统管理、Linux 网络应用和 Linux 系统安全运行及管理。本书由具有多年实践教学经验的教师从事网络管理的工程师共同编写,充分体现了高职高专的教学特色,突出实用性、操作性,语言上通俗易懂,达到了老师好教、学生易学的目的。

本书可作为高职高专学校、成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院计算机应用技术、网络技术等专业 Linux 操作系统课程教材,也可作为 Linux 系统维护人员和网络管理人员的参考书和培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Linux 操作系统应用技术 / 周志敏主编. —北京: 电子工业出版社, 2011.5

(21 世纪高等职业教育计算机系列规划教材)

ISBN 978-7-121-13286-5

I. ①L… II. ①周… III. ①Linux 操作系统—高等职业教育—教材 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 061901 号

策划编辑: 徐建军

责任编辑: 徐建军 特约编辑: 李云霞 钟永刚

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 18.25 字数: 467.2 千字

印 次: 2011 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 31.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

近年来, Linux 操作系统的安全性、稳定性和可靠性已经得到业界认可, 已被政府、银行、邮电、保险等系统的关键业务部门广泛使用, 尤其因其开放和自由的特点, 以及强大的网络管理功能, 使得 Linux 应用浪潮正席卷全球。企业版 Linux 是中小型企业网络操作系统的首选, 因此本书选用比较流行的 Red Hat Enterprise Linux 5 Server 为平台来讲解 Linux 操作系统的应用与管理。

本书分为 7 个学习情境。学习情境 1 为认识操作系统, 介绍操作系统的概念、操作系统的形成和发展、操作系统的类型和功能; 学习情境 2 为认识 Linux 并学会安装, 学习 RHEL 5 的组成、特点、安装、启动和界面的使用; 学习情境 3 为 Linux 的基本应用, 学习文件系统的结构, 目录、文件、用户和组群管理; 学习情境 4 为 Linux 系统管理, 学习磁盘空间管理、文件归档与压缩、RPM 包管理、进程管理及内存管理等操作; 学习情境 5 为 Linux 网络应用, 学习网络配置及 RHEL 5 操作系统上实现网络服务, 包括 FTP 服务器配置与管理、DNS 服务器配置与管理、WWW 服务器配置与管理、DHCP 服务器配置与管理、E-mail 服务器配置与管理、SMB 服务器配置与管理等; 学习情境 6 为 Linux 系统的安全运行及管理, 学习防火墙配置、日志与日志管理、磁盘配额管理等内容, 能够使我们更安全地使用 Linux 系统。学习情境 7 为综合案例——建新集团网络平台的构建。

本书的主要特色如下:

1. 本书是以任务引领、以工作过程系统化为导向编写的一部情境化教材

本教材将带领读者置身于一个模拟的网络技术服务公司的日常工作情境中, 通过体验实际工作中的网络管理员利用 Linux 操作系统技术, 实现构建和管理 Linux 企业应用服务器的学习性工作任务, 来掌握网络管理员岗位所需具备的知识、技能和素质。

2. 以学生的认知过程组织学习情境单元

研究表明, 人的认知心理顺序是循序渐进自然形成的过程序列, 可以表述为如下过程, 即疑问—简单模仿—反思—自我提高—评价。基于此, 本教材模拟一个网络技术服务公司的日常工作情境, 在每个学习情境(子情境)单元中, 以“综合职业能力”培养为主线, 将认知过程映射到学生的学习过程中, 即任务情境—问题分析—任务实施—知识储备—重点回顾—常见问题与解决之道—项目实训, 形成了“一条主线, 七步曲”的教学情境单元。

3. 以行动过程为导向进行任务设计

每个学习子情境中, “任务实施”和“项目实训”环节都是一个完整的工作过程, “明确任务/获取信息→制订计划→做出决定→实施计划→检查控制→评定反馈”六个结构相对固定的步骤, 达到学习过程与工作过程的统一, 通过反复训练, 使学生形成良好的行为习惯。

4. 形成了基于“教、学、做、用”的整体化教学资源包

本书是省级精品课程的配套教材, 并于 2010 年立项为浙江省重点教材, 其精品课程网站(<http://linuxczxt.zjwchc.com>)资源丰富, 与大家共享。我们建设了课程方案、学习情境设计、学习子情境设计、教学课件、教学视频、难点动画等这些“教”环节的内容资源; 供学生在“做中学”或“学中做”环节中所需要的学习性工作任务单、实训项目单、综合案例库、课程考核等; 供学生“突出职业岗位能力培养”的职业与认证资源; 还建设了供学生“自主学习”的网络课堂、在线实验室、拓展资源, 形成了基于“教、学、做、用”的整体化教学资源包。

本书由周志敏担任主编，陈忠文、田静华、张海波担任副主编，关晓惠、韩丽茹参与编写。其中，周志敏编写学习情境 3 和学习情境 4，周志敏和田静华共同编写学习情境 5，陈忠文编写学习情境 2、学习情境 6 和学习情境 7，张海波编写学习情境 1，关晓惠、韩丽茹参加了部分内容的编写及网站资源建设。浙江大学陈昊对全书进行了校稿。全书由周志敏进行统稿、修改和定稿，由岳国英、王洪发主审。

为了方便教师教学，本书配有电子教学课件及相关教学资源，请有此需要的教师登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费注册后进行下载，如果有问题可在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail:xujj@phei.com.cn）。

虽然编写本书花了较长时间，并经过多次改稿，但书中难免存在疏漏和不足，希望同行、专家和读者给予批评和指正。

编 者

目 录

学习情境 1 认识操作系统	(1)
单元导读	(1)
学习子情境 认识 Linux 操作系统	(1)
重点回顾	(11)
思考与练习	(12)
学习情境 2 认识 Linux 并学会安装	(14)
单元导读	(14)
学习子情境 2.1 认识 Linux 操作系统	(14)
学习子情境 2.2 掌握 Linux 操作系统的安装	(24)
学习子情境 2.3 学会安装虚拟机	(42)
学习子情境 2.4 熟悉 Linux 的用户界面	(54)
重点回顾	(61)
常见问题与解决之道	(61)
实训 1 RHEL 5 的安装	(62)
实训 2 RHEL 5 用户界面的使用	(63)
思考与练习	(63)
学习情境 3 Linux 的基本应用	(64)
单元导读	(64)
学习子情境 3.1 文件系统及文件操作	(65)
3.1.1 Linux 的文件结构	(67)
3.1.2 Linux 命令概述	(68)
3.1.3 目录与文件管理	(70)
学习子情境 3.2 文件的查看与编辑	(77)
3.2.1 Linux 文本文件查看命令	(78)
3.2.2 文件内容统计命令	(81)
3.2.3 搜索文件中包含特定字符串	(82)
3.2.4 文字编辑器 vi	(83)
3.2.5 重定向和管道	(84)
学习子情境 3.3 用户和组群的管理	(87)
3.3.1 用户管理	(89)
3.3.2 用户组群管理	(95)
3.3.3 权限管理	(97)
重点回顾	(101)
常见问题与解决之道	(101)
实训 3 文件和目录操作	(102)
实训 4 文件查看与编辑	(103)
实训 5 用户与组群管理	(106)

思考与练习	(107)
学习情境 4 Linux 系统管理	(109)
单元导读	(109)
学习子情境 4.1 磁盘管理	(109)
4.1.1 硬盘分区的基本概念	(112)
4.1.2 文件系统	(114)
4.1.3 文件系统挂载	(115)
4.1.4 磁盘空间管理	(116)
学习子情境 4.2 文件的归档与压缩	(117)
学习子情境 4.3 RPM 软件包管理	(124)
4.3.1 RPM 简介	(126)
4.3.2 RPM 命令	(128)
学习子情境 4.4 进程管理和内存管理	(128)
4.4.1 进程控制管理	(133)
4.4.2 内存管理	(135)
重点回顾	(135)
常见问题与解决之道	(135)
实训 6 磁盘管理	(139)
实训 7 文件包管理	(140)
实训 8 进程管理和内存管理	(141)
思考与练习	(142)
学习情境 5 Linux 网络应用	(143)
单元导读	(143)
学习子情境 5.1 网络环境配置	(144)
5.1.1 网络参数的配置	(148)
5.1.2 网络信息查看	(148)
重点回顾	(151)
常见问题与解决之道	(151)
实训 9 网络环境配置	(153)
思考与练习	(153)
学习子情境 5.2 FTP 服务器的配置与管理	(153)
5.2.1 FTP 概述	(156)
5.2.2 安装 FTP 服务器	(157)
5.2.3 启动和停止 vsftpd	(158)
5.2.4 FTP 客户端	(159)
5.2.5 vsftpd 的配置	(162)
重点回顾	(165)
常见问题与解决之道	(165)
实训 10 FTP 服务器的配置与应用	(166)
思考与练习	(168)

学习子情境 5.3 DNS 服务器的配置与管理	(168)
5.3.1 DNS 的基本知识	(176)
5.3.2 安装 BIND 域名服务器	(177)
5.3.3 启动和停止 BIND	(178)
5.3.4 DNS 配置文件	(178)
重点回顾	(181)
常见问题与解决之道	(181)
实训 11 DNS 服务器的应用	(183)
思考与练习	(184)
学习子情境 5.4 Apache 服务器的配置与管理	(185)
5.4.1 Apache 服务器简介	(187)
5.4.2 安装 Apache 服务器	(189)
5.4.3 启动和停止 Apache 服务器	(190)
5.4.4 Apache 服务器的虚拟主机	(193)
5.4.5 虚拟主机的配置项目	(193)
重点回顾	(199)
常见问题与解决之道	(199)
实训 12 Apache 服务器的配置	(200)
思考与练习	(202)
学习子情境 5.5 DHCP 服务器的配置与管理	(202)
5.5.1 DHCP 服务器简介	(209)
5.5.2 安装 DHCP 服务器	(210)
5.5.3 启动和停止 DHCP 服务器	(210)
5.5.4 配置 DHCP 服务器	(210)
重点回顾	(214)
常见问题与解决之道	(214)
实训 13 DHCP 服务器的配置	(216)
思考与练习	(217)
学习子情境 5.6 邮件服务器的配置与管理	(217)
5.6.1 邮件服务器简介	(222)
5.6.2 安装 Sendmail 服务器	(223)
5.6.3 启动和停止 Sendmail	(223)
5.6.4 安装和启动 IMAP	(223)
5.6.5 Sendmail 主要的配置文件	(224)
重点回顾	(224)
常见问题与解决之道	(225)
实训 14 Sendmail 服务器的配置	(227)
思考与练习	(228)
学习子情境 5.7 Samba 服务器的配置与管理	(228)
5.7.1 Samba 简介	(232)
5.7.2 安装 Samba 服务器	(233)

5.7.3 启动和停止 Samba	(233)
5.7.4 Samba 的配置文件	(234)
5.7.5 Samba 客户端的使用	(238)
重点回顾	(239)
常见问题与解决之道	(239)
实训 15 Samba 服务器的配置	(241)
思考与练习	(242)
学习情境 6 Linux 系统的安全运行及管理	(243)
单元导读	(243)
学习子情境 6.1 iptables 防火墙的配置	(243)
6.1.1 认识防火墙	(246)
6.1.2 Red Hat 防火墙	(246)
6.1.3 iptables 防火墙	(248)
学习子情境 6.2 日志与日志管理	(254)
学习子情境 6.3 磁盘配额的管理	(260)
6.3.1 认识磁盘配额	(263)
6.3.2 磁盘配额中的相关概念	(264)
6.3.3 磁盘配额的命令	(264)
重点回顾	(265)
实训 16 防火墙的配置	(266)
实训 17 日志管理	(268)
实训 18 磁盘配额	(268)
思考与练习	(269)
学习情境 7 综合案例——建新集团网络平台的构建	(270)
参考文献	(281)

学习情境 1 认识操作系统

单元导读

操作系统是计算机的“大管家”，管理着计算机的所有硬件和软件资源。它是软件技术的核心，是软件的基础运行平台。通过对本章的学习，使读者掌握操作系统的基本知识。

知识点：

- 掌握操作系统的概念
- 了解操作系统的分类
- 掌握操作系统的功能
- 了解典型的操作系统
- 掌握操作系统五大管理的任务和功能
- 掌握进程的基本概念

学习子情境 认识 Linux 操作系统



任务情境

什么是操作系统？

我们的生活离不开计算机、掌上机等电子设备，那人们是怎样和它们打交道的呢？答案是通过操作系统。



问题分析

操作系统和一般软件有什么不同呢？

下面列举了一些大家熟悉的软件，你能说出它们的区别吗？Word、Flash、Oracle、Windows XP、Linux。通过对本情境单元的学习，你就会清楚这个问题的答案。



任务实施

1. 任务要求（明确任务信息）

认识操作系统，掌握操作系统的功能和分类。

2. 实施步骤（制订计划、做出决定）

- (1) 了解操作系统。
- (2) 掌握操作系统的概念。
- (3) 熟悉操作系统的类型。

(4) 学习操作系统的功能与特征。

(5) 认识典型的操作系统。

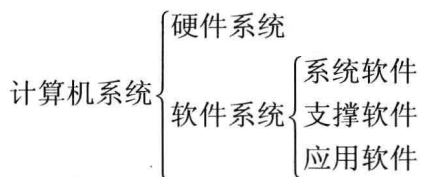
3. 实施过程（实施计划）

步骤 1：了解操作系统

电子计算机自 1946 年问世以来，得到了迅猛发展，性能得到了不断的提高，功能不断增强，计算机系统的硬件资源和软件资源也越来越丰富，而操作系统（OS，Operating System）作为计算机各种资源的“大管家”，地位越来越突出，其作用也越来越重要。操作系统的种类众多，从大型计算机到个人计算机、从嵌入式系统到分布式系统，甚至是掌上型计算机或是实时系统，都具备不同的操作系统以实现系统最佳化。

步骤 2：掌握操作系统的概念

随着计算机功能的不断增强，计算机硬件系统越来越复杂，但其基本组成和工作原理还是大致相同的，一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。



计算机软件是计算机程序及其相关文档的总和。按照应用的观点，软件系统可分为系统软件、支撑软件和应用软件三类。一般计算机系统的层次结构如图 1-1 所示。

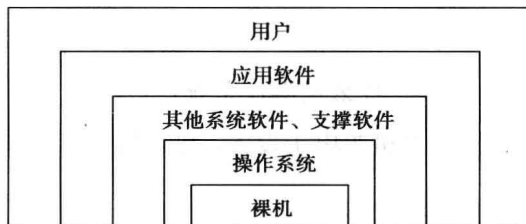


图 1-1 一般计算机系统的层次结构

可见，操作系统实际上是一个计算机系统中硬、软件资源的“大管家”和“总指挥部”。操作系统的性能高低决定了个体计算机的潜在硬件性能能否发挥出来，操作系统本身的安全可靠程度决定了整个计算机系统的安全性和可靠性。操作系统是软件技术含量最大、附加值最高的部分，是软件技术的核心，是软件的基础运行平台。

在此，可给出操作系统的一个定义：操作系统是控制和管理计算机系统内各种硬件和软件资源、合理有效地组织计算机系统的工作，为用户提供一个使用方便可扩展的工作环境，从而起到连接计算机和用户的接口作用的系统软件。此定义是以操作系统的具体功能为基础的定义方式。

步骤 3：熟悉操作系统的类型

操作系统的形成迄今已有 50 年的时间。在 20 世纪 50 年代中期出现了第一个简单的批处理操作系统，到 60 年代中期产生了多道程序批处理系统，不久又出现了基于多道程序的分时系统。20 世纪 80 年代是计算机和计算机局域网大发展的年代，同时也是计算机操作系统和网络操作系统形成和大发展的年代，此后分布式操作系统和网络操作系统得到了很大发展。现有

的计算机操作系统主要有以下几种类型,即批处理操作系统、分时操作系统、实时操作系统、网络操作系统、分布式操作系统、嵌入式操作系统、微机操作系统、多处理机操作系统等。

1. 单道批处理操作系统

单道批处理系统是最早出现的一种操作系统。严格地说,它只能算是操作系统的前身,而并非现在人们所理解的操作系统。尽管如此,该系统比起人工操作方式已有很大的进步,其主要特征如下:

- ✧ 自动性。在顺利的情况下,在磁带上的一批作业能自动地逐个依次运行,而无须人工干预。
- ✧ 顺序性。磁带上的各道作业顺序地进入内存,在正常情况下各道作业完成的顺序与它们进入内存的顺序应当完全相同,即先调入内存的作业先完成。
- ✧ 单道性。内存中仅有一道程序运行,仅当该程序完成或发生异常情况时,才调入后继程序进入内存运行。

因此,不难看出,单道批处理系统是在解决人一机矛盾及 CPU 与 I/O 设备速度不匹配的矛盾过程中形成的,也就是说,批处理系统的目的是提高系统资源的利用率和系统吞吐率。但在单道批处理系统中,内存中仅有一道作业,这使得系统中仍有较多的空闲资源,致使系统的性能较差,而且随着处理机速度的迅速提升,CPU 与 I/O 设备(如磁盘)速度差异过大的问题仍然无法解决,于是 20 世纪 60 年代中期产生了多道程序技术,出现了多道批处理系统。

2. 多道批处理操作系统

在操作系统中引入多道程序设计技术后,系统内可以同时运行多道作业,使系统具有以下特征:

- ✧ 多道性。在内存中可同时驻留多道相互独立的程序,宏观上它们并行执行,从而有效地提高了资源利用率和系统吞吐率;微观上它们串行执行,内存中的多道程序轮流地或分时地占有处理机,交替执行(单处理机情况)。
- ✧ 无序性。多个作业完成的先后顺序与它们进入内存的顺序之间并无严格的对应关系,即先进入内存的作业可能较后甚至最后完成,而后进入内存的作业可能先完成。
- ✧ 调度性。作业从提交给系统开始直至完成,需要经过作业调度和进程调度。

多道批处理系统的主要优点如下:

- ✧ 资源利用率高。由于在内存中装入了多道程序,使它们共享资源,让资源处于忙碌状态,从而使各种资源得以充分利用。
- ✧ 系统吞吐量大。系统吞吐量是指系统在单位时间内所完成的总工作量。提高系统吞吐量的原因可归结为两点:第一,CPU 和其他资源保持“忙碌”状态;第二,仅当作业完成或运行不下去时才进行切换,系统的开销小。

3. 分时操作系统

1) 分时系统的产生

如果说推动多道批处理系统形成和发展的主要动力是提高资源利用率和系统吞吐率,那么,推动分时系统形成和发展的主要动力则是用户的需要。具体地说,用户需要表现在以下几个方面:

(1) 人一机交互。在多道批处理系统中,系统一旦发现作业中的错误或出现意外情况时,就立即停止作业的运行,直到用户修正程序中的错误后才能重新上机运行。对于一个新开发的程序难免有些错误或不当之处需要修改,因而用户希望能独占全机并对它进行直接控制,以便

能方便地修改错误，也就是说，希望能够进行人一机交互。

(2) 共享主机。在 20 世纪 60 年代时计算机十分昂贵，不可能像现在这样每人独占一台计算机，而只能是多个用户共享一台计算机，但用户在用机时应能够像自己独占计算机一样，不仅可以随时与计算机交互，而且应感觉不到其他用户也在使用该计算机。

分时系统恰恰是为了满足上述的用户需要所形成的一种新型的操作系统，它与多道批处理系统有着截然不同的性能。综上所述不难得知，分时系统是指一台主机上连接了多个终端，同时允许多个用户共享主机中的资源，每个用户都可通过自己的终端以交互方式使用该计算机的系统。在现今流行的操作系统中，Linux、UNIX 都是典型的多用户多任务的分时系统。

2) 分时系统的实现方法

分时是通过操作系统软件来实现的，当一个程序占用处理机运行一个时间片后，操作系统就会中断它的运行，把被中断的用户程序做必要的保护之后，立即把处理机交给下一个程序运行。这个程序经过一个时间片后再把处理机分配给再下一个程序。以此类推，操作系统可以把处理机按时间片为单位依次分配给系统中的每一个用户程序。由于系统中的程序数目是有限的，因此只要时间片的长度适当，一个用户程序从本次得到处理机到下次得到处理机只需经过很短的一段时间（一般是 1~2s）。从用户的角度来看，就像是一台速度稍微放慢的计算机专门为他服务一样。

3) 分时系统的特征

分时系统与多道批处理系统相比，具有完全不同的特征：

- ✧ 多路性。允许在一台主机上同时连接多台终端，系统按分时原则为每个用户服务。宏观上，是多个用户同时工作，共享系统资源；而微观上，则是一个 CPU 轮流地按时间片为每个用户作业服务。多路性即同时性，它提高了资源利用率，从而促进了计算机更广泛地应用。
- ✧ 独立性。每个用户各占一个终端，彼此独立操作、互不干扰，因此，用户会感觉就像他一人独占主机资源一样。
- ✧ 及时性。用户的请求能在很短的时间内获得响应，因此，客观效果是这些用户彼此之间都感觉不到别人也在使这台计算机，好像只有自己独占计算机一样。此时间间隔是以人们所能接受的等待时间来确定的，通常为 1~2s。
- ✧ 交互性。交互性是指用户与计算机之间进行会话，用户从终端输入命令，提出操作请求，系统收到命令后分析用户的要求并给予执行，然后把执行结果通过屏幕或打印机告诉用户，用户可以根据执行结果提出下一步要求，这样一问一答，直到完成全部工作。

4. 实时操作系统

所谓实时就是立即、现在的意思，是指对随机发生的外部事件能及时做出响应和处理。实时操作系统的设计目标主要是实时响应及处置能力、高可靠性和安全性。计算机要及时响应外部事件的请求，并能以足够快的速度完成对事件的处理，一般要求响应时间为秒级、毫秒级甚至微秒级；而对系统资源的利用率要求不高，甚至为保证高可靠性而采用各种冗余设计。

1) 实时系统的类型

实时控制系统和实时信息处理系统称为实时系统。

(1) 实时控制系统。实时控制系统是指利用计算机对实时过程进行控制和提供环境检测。例如，对炼油厂油罐温度和压力的控制就是通过传感器把油罐温度和压力传给计算机控制程

序, 控制程序通过分析后再发出相应的控制信号, 以便对油罐温度和压力进行调整, 系统响应时间要满足要求。

(2) 实时信息处理系统。实时信息处理系统是指利用计算机对实时数据进行处理系统, 它是严格要求响应时间的计算机系统。典型的实时信息处理系统有票物管理、情报检索、仓库管理、医疗诊断、气象、地质勘探、图书检索、银行储蓄等。

2) 实时系统的特点

(1) 专门系统。实时系统一般来说都是定制系统, 它针对某一个特殊的需要, 由设计者设计相应的硬件并编制出对应的管理系统。各领域之间的实时系统不能通用, 甚至同一领域内由于用途的细微差别也不可能照搬同一个实时系统。

(2) 立即响应。立即响应要求从事件发生到计算机做出反应之间的时间非常短, 这种短不在于人的感觉而在于机器时钟的度量, 通常在微秒数量级范围。不同的系统其反应时间的要求也不同, 这种反应时间必须保证被控制设备能够做出正确的动作, 任何时间延迟都会导致系统的错误。

(3) 事件驱动。实时系统是针对某一种特殊需要而设计的, 因此, 它为每一种可能发生的情况都编制好了对应的处理程序, 这些程序被称为事件处理程序或者中断处理程序, 并且在系统启动时就被存放在内存上。只有当事件发生时事件处理程序才会被运行, 因此, 事件处理程序是靠事件来驱动的。

(4) 高可靠性。因为实时系统出现任何差错都可能带来巨大的经济损失甚至无法预料的灾难性后果, 因此, 在实时系统中, 需要保证系统每一个部件的正确和稳定运行, 这样往往要采取多级容错措施来保证系统的安全及资料的安全。保证系统高可靠性的方法有多内存系统或者内存镜像系统可将同样的资料重复保存在不同的存储位置上, 以保证存储的资料在意外情况发生时还能够被恢复; 多处理机系统可采用主处理机和后备处理机处理同样的事件, 如果主处理机发生意外, 则启用后备处理机来处理; 多主机系统, 多套处理机及内存组合, 以此来避免任何意外所导致的不安全性。以上形式都属于多机系统, 通常情况是一台计算机在前台运行, 其他的在后台运行或等待, 一旦前台系统出现故障则立即用后台的系统进行替代, 以保证系统的连续正确工作。

(5) 交互性。实时信息处理系统虽也具有交互性, 但这里人与系统的交互仅限于访问系统中某些特定的专用服务程序, 是预先设计好的, 它不像分时系统那样可以运行用户的任意程序, 可以响应用户各种不同的请求。

5. 多处理机操作系统

大部分的计算机系统都是单处理器系统, 也就是说系统中只有一个 CPU, 然而多处理器(或称为并行系统)越来越受到重视。多处理器系统具有多个 CPU, 这些 CPU 共享系统中的总线、时钟、内存、外围设备等。引入多处理器系统的原因如下:

(1) 提高系统吞吐量。随着系统中处理器数目的增多, 可使系统在较短的时间内完成更多的工作。但是, n 倍的 CPU 数目所提高的速度会小于 n 倍, 因为 CPU 之间会因为共享资源及互相协调而造成额外开销, 所以无法达到 n 倍的执行速度。

(2) 降低成本。在达到相同处理能力的情况下, 与用 n 台独立的计算机系统相比, 采用具有 n 个处理器的系统可以节省费用。这是因为这时的 n 个 CPU 包含在同一个机箱内, 且用同一个电源和共享一部分资源, 如外设、内存等。

(3) 提高系统可靠性。如果单处理器系统的 CPU 出现故障, 系统便无法继续工作, 但如果多处理器的一个 CPU 出现故障, 系统能立即将该处理器上所处理的任务迁移到其他的一个或多个处理器上去处理, 其他的 CPU 仍可继续工作, 只是系统的性能会降低, 这是一种逐级降低或是容错的设计, 所以提高了系统的可靠性。

6. 网络操作系统

网络操作系统除了具有通常单机操作系统所具有的功能外, 还应具有以下网络支持功能:

(1) 网络通信。这是网络最基本的功能, 其任务是在源主机和目标主机之间实现无差错的数据传输。除了支持终端与主机之间的通信外, 还要支持主机与主机之间的通信, 以及多个用户对之间同时通信的能力, 即一条物理链路虚拟为多条逻辑链路。在出现异常事件时, 应具有及时处理的能力, 因此应具有的主要功能包括建立和拆除通信链路、传输控制、差错控制、流量控制、路由选择。

(2) 资源管理。对网络中的共享资源(硬件和软件)实施有效的管理, 协调诸用户对共享资源的使用, 保证资料的安全性和一致性。在 LAN 中典型的共享资源有硬盘、打印机、文件、资料等。

(3) 网络服务。这是在前两个功能的基础上, 为了方便用户进行事务和数据处理, 在计算机网络中通常提供以下服务, 即电子邮件服务, 文件传输、存取和管理服务, 共享硬盘服务, 共享打印服务等。

(4) 网络管理。网络管理最基本的任务是安全管理。通过存取控制来确保存取资料的安全性; 通过容错技术来保证系统出现故障时资料的安全性。此外, 还应应对网络性能进行监视、对使用情况进行统计, 以便为提高网络性能、进行网络维护和记账等提供必要的信息。

(5) 互操作能力。在 20 世纪 80 年代后期推出的操作系统都已提供了联网功能, 从而便于将计算机连接到网络上, 在 90 年代推出的网络操作系统又提供了一定范围的互操作能力。所谓互操作, 在客户机/服务器模式的 LAN 环境下, 是指连接在服务器上的多种客户机和主机不仅能与服务器通信, 而且还能以透明的方式访问服务器上的文件系统; 而在互连网络环境下的互操作, 是指不同网络间的客户机不仅能通信, 而且也能以透明的方式访问其他网络中的文件服务器。

目前流行的网络操作系统及具有联网功能的操作系统主要有 NetWare 系列、Windows 系列、Unix、Linux 等。网络操作系统已比较成熟, 它必将随着计算机网络的广泛应用而得到进一步的发展和完善。

7. 分布式操作系统

在以往的计算机系统中, 其处理和控制功能都高度地集中在一台主机上, 所有的任务都由主机处理, 这样的系统被称为集中式处理系统。

一个分布式系统由若干台独立的计算机构成, 整个系统给用户的印象如同是一台计算机。实际上, 系统中的每台计算机都有自己的局部内存和外部设备, 它们既可独立工作(自治性), 又可以合作。在这个系统中各机器可以并行操作且有多个控制中心, 即具有并行处理和分布式控制的功能。分布式系统是一个一体化的系统, 在整个系统中有一个全局的操作系统, 它被称为分布式操作系统, 负责全系统(包括每台计算机)的资源分配和调度、任务划分、信息传输、控制协调等工作, 并为用户提供一个统一的、标准的接口。用户通过这一接口实现所需的操作和使用系统的资源, 至于操作是在哪一台计算机上执行或使用哪个计算机的资源, 则是系统的事情, 用户无须了解, 也就是说系统对用户是透明的。

分布式操作系统虽然与网络操作系统有许多相似之处,但两者都各有各的特点,下面从五个方面对两者进行比较。

(1) 分布性。分布式操作系统不是集中地驻留在某一个站点中,而是较均匀地分布在系统的各个站点上。分布式操作系统最基本的特征是处理上的分布性,其实质是资源、功能、任务和控制是分布在整个系统中的;而计算机网络的控制功能则大多是集中在某个(些)主机或网络服务器中,或者说控制方式是集中式。

(2) 并行性。在分布式处理系统中具有多个处理单元,因此,分布式操作系统的任务分配程序可将多个任务分配到多个处理单元上,使这些任务并行执行,从而加速任务的执行;而在计算机网络中,每个用户的一个或多个任务通常都在自己(本地)的计算机上处理,因此,在网络操作系统中通常无任务分配功能。

(3) 透明性。分布式操作系统通常能很好地隐藏系统内部的实现细节,如对象的物理位置、并发控制、系统故障等对用户都是透明的。用户不需要了解系统中硬件和软件的分布,用户发送给操作系统的命令和操作,由操作系统选择合适的计算机和设备来处理,因此操作系统需要对整个系统做整体的协调和控制。例如,当用户要访问某个文件时,只需提供文件名而无需知道它(所要访问的对象)是驻留在哪个站点中即可对它进行访问,也即具有物理位置的透明性。对于网络操作系统,虽然它也具有一定的透明性,但主要是指在操作实现上的透明性,用户必须明确指定操作的源地址和目标地址。例如,当一用户要访问服务器上的文件时,需要发出相应的文件存取命令而无须了解对该文件的存取是如何实现的。

(4) 共享性。在分布式系统中,分布在各个站点上的软、硬件资源可供全系统中的所有用户共享,并能以透明的方式对它们进行访问;而网络操作系统虽然也能提供资源共享,但所共享的资源大多设置在主机或网络服务器中,在其他机器上的资源则通常仅由使用该机的用户独占。

(5) 多机合作和健壮性。多机合作是自动的任务分配和协调,而健壮性表现在当系统中有一个甚至几个计算机或通路发生故障时,其余部分可自动重构成一个新的系统,该系统仍可以工作,甚至可以继续其失效部分的工作或全部工作,当故障排除后,系统自动恢复到重构前的状态。这种自动恢复功能就体现了系统的健壮性,即具有较好的可用性和可靠性。而现在的网络操作系统其控制功能大多集中在主机或服务器中,这使系统具有潜在的不可靠性,此外,系统的重构功能也较弱。

人们研制分布式系统的根本出发点和目的就是因为它具有多机合作和健壮性,正是由于多机合作,系统才具有响应时间短、吞吐量大,以及可用性好和可靠性高等特点。分布式系统是具有强大生命力的新生事物,是当前正在进行深入研究的热点之一。

8. 嵌入式操作系统

嵌入式操作系统是为嵌入式应用而研制的一种操作系统,它是可以运行在一些有限资源要求的硬件平台上的系统,例如运行在掌上机或 PDA (Personal Digital Assistant, 个人数字助理) 上的系统。这种操作系统通常包含相对简单的系统管理功能模块,具有一定的实时性能和一些特殊的外设接口。

我们知道,一个嵌入式系统的设计通常是与一个实际应用相结合的,嵌入式系统中的硬件平台要考虑实际应用的需要,大部分情况下是一种专用的结构。另外,对于可移动设备上的嵌入式系统还要适应便携能源的要求、系统资源有限的特点。在嵌入式操作系统设计中需要考虑系统资源的有限性,根据实际情况裁剪各种功能,同时在代码设计中要精心推敲,使用较少的