

实用计算机网络技术丛书

TCP/IP

认识和使用

TCP/IP

鲁士文 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

TP223

L86-2

实用计算机网络技术丛书

认识和使用 TCP/IP

鲁士文 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

TCP/IP 是目前国际上异种机、异种网互连的实用工业标准,是世界上最大、最流行的计算机网络 Internet 所采用的网络结构和协议技术。

本书深入浅出地讨论了 TCP/IP 网络的概念、工作原理、安装和配置 TCP/IP 网络的方法,以及怎样加入 Internet、如何在 Internet 上查找和发布信息。

本书是作者在参加中科院中关村地区计算机网络工程和在中科院网络培训中心多年授课经验的基础上编写的,在取材过程中尽量避免冗长的抽象理论和过于专业化的名词术语,采用较为通俗易懂的概念描述和具有实际意义的例子及图表说明原理、标准、工具和关键技术。因此,本书可供从事计算机、通信、自动化、信息管理及相关专业工作的工程技术人员使用,也可以作为大学高年级和研究生学习计算机网络的参考读物。

35-13 130

丛 书 名: 实用计算机网络技术丛书

书 名: 认识和使用 TCP/IP

著 者: 鲁士文

责任编辑: 徐 堃

印 刷 者: 北京冶金印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 425 千字

版 次: 1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4543-5
TP·2134

定 价: 24.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换
版权所有·翻印必究

序 言

我国计算机科学技术从引进到发展已有四十多年的历史。尽管我们起步不算太晚,但由于种种原因,在这期间走过了不少弯路。改革开放为我国的科学技术带来新的繁荣。计算机产业是最高新技术的支柱,它的发展直接影响到国民经济与国防的现代化建设。这十几年,微型计算机的广泛普及有力地推动了我国计算机产业的发展,国产计算机的大量投产以及性能价格比的不断提高,进一步促进了计算机的推广应用。十年前我国的计算机还只是供少数专业人员使用,而今天它已经深入到千家万户,成为家喻户晓的“新家电”。

我国的计算机网络正是在这个良好的社会环境和技术经济基础之上迅速发展起来的。这些年,由于国家的高度重视,计算机网络的基础建设以及它的推广应用都取得了显著成效。金桥、金卡、金关等一系列“金字工程”;CHINANET、CHINADDN、CHINAPAC 等国家公用通信网;一百所重点高校的校园网;以及许多大中型企业的企业网等等,不仅规划周密、进展神速,而且见效也快。特别是 INTERNET 的推广使用,过去对网络抱有某种神秘感的人现在可以在家里“漫游世界”,寻找你所需要的信息资源。

随着我国计算机网络的发展,面临的迫切问题之一是:如何让更多的人熟悉和掌握网络的组建、维护和应用技术。目前,有关计算机网络的书刊为数不少,但在数量和质量上仍不能满足广大读者日益增长的需求。本丛书的目的在于强调实用,希望能对读者的实际工作有所帮助,为此,我们在确定本丛书的选题时力求切合实际,在推荐作者时,强调要有实际工作经验。虽然如此,本丛书难免会有一些不足之处,敬请读者批评指正。

林定基

1997 年 11 月

作者序

TCP/IP 是目前国际上异种机、异种网互连的实用工业标准,是世界上最大、最流行的计算机网络 Internet 所采用的网络结构和协议技术。

随着 Internet 商品化进程的加速,特别是在 Internet 上越来越多的信息资源显示出了巨大的诱惑力,越来越多的人开始关心 TCP/IP 网络技术。什么是 TCP/IP 网络?它是怎样工作的?如何安装和配置 TCP/IP 网络?特别是,怎样加入 Internet?如何在 Internet 上查找和发布信息?他们有许多需要搞明白的问题,希望能够找到一本集原理和使用为一体的从入门到精通的引导书籍。本书正是根据这一类较为广泛的计算机用户的需求编写的,其阅读对象可以是希望能够在 Internet 上传送文件和电子邮件,或者想在 WWW 世界中随意漫游的普通网络用户,可以是希望能够胜任网络管理的计算机系统维护人员,也可以是想把其开发工作转向 TCP/IP 网络的程序设计人员。他们比较熟悉计算机软硬件,但对网络特别是 TCP/IP 感到生疏,或者知之不多。

本书共分十二章。第一章从总体上描述 TCP/IP 网络的基本结构。第二章至第五章按照从底向上的顺序分别介绍了 TCP/IP 网络的 4 个协议层次。网络接口层讨论 TCP/IP 可以连接的基础物理网络,包括局域网络中的以太网、令牌总线网、令牌环网和 FDDI,以及广域网络中的串行线路接口协议、点到点的协议、X.25 公共数据网络、帧中继和异步传输方式(ATM)。在说明基本工作原理的同时,把重点放在这些物理网络使用的帧结构上,特别是讲清楚它们是如何运载 TCP/IP 网络的 IP 分组的。互连网协议层考察 IP 的地址类别、分组结构和路由选择。传输层较为详细地描述了传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)。应用层阐述应用层传统协议和基本的实用程序,包括文件传送、远程网络终端和电子邮件。

从第六章开始,介绍 TCP/IP 网络流行的高级应用、管理和开发技术。第六章讨论域名系统和伯克利互连网名字域,考察名字服务器使用技术。第七章的内容关系到客户/服务器交互模型和网络引导协议。第八章涉及网络信息服务(NIS)和网络文件系统(NFS)。前者提供网络查询服务,并维持局域网上所有系统管理文件的一致性。后者用于在网络上透明地安装和访问文件系统。第九章讨论 TCP/IP 网络管理,重点介绍简单网络管理协议 SNMP、管理信息结构和管理信息库。第十章以 UNIX 操作系统为例,示范 TCP/IP 网络软件的配置和调试。第十一章结合程序实例介绍 TCP/IP 编程接口 Socket 及其调用技术,以帮助程序设计人员熟悉 TCP/IP 网络开发环境。

最后一章是访问 Internet。介绍 archie 文档查询系统、Gopher 菜单方式信息服务和环球网 WWW,并用相当的篇幅讨论了超文本标记语言 HTML 和新的面向目标的程序设计语言 Java。

本书的主要内容都是根据作者在参加中科院中关村地区计算机网络工程期间积累的资料和在中科院网络培训中心多年授课经验的基础上编写的。第十二章“访问 Internet”由在中国科技大学研究生院计算机学部选修作者讲授的“计算机网络”课程的研究生张丽华撰稿。另外,张卫军和鲁国相在本书初稿形成的过程中参加了大量的文字组织、修改和图表绘制工作,在此谨对他们表示感谢。

作者于中科院计算所

1998 年 2 月

编委会名单

主 编：林定基

副主编：张公忠 刘兆毓 鲍 泓（常务）

编 委：邸瑞华 阎保平 鲁士文
张新政 史明生 张丽华

目 录

第一章 基本结构	(1)
第二章 网络接口层	(8)
第一节 局域网络	(8)
一、逻辑链路控制(LLC)	(8)
二、以太网	(12)
三、令牌总线网	(14)
四、令牌环网	(16)
五、光纤分布式数据接口(FDDI)	(18)
第二节 广域网络	(22)
一、串行线路接口协议和点到点协议	(22)
二、使用 X.25 的公共数据网络	(24)
三、帧中继	(28)
四、异步传输方式(ATM)	(31)
第三章 互连网协议模块	(39)
第一节 IP 地址	(39)
一、IP 地址的类别划分	(39)
二、多播地址	(41)
第二节 地址映射	(43)
第三节 IP 分组	(46)
第四节 IP 路由选择	(49)
一、IP 模块路由选择规则	(50)
二、子网	(51)
三、固定路由和路由重定向	(53)
四、在一个网络上的多重虚拟子网	(54)
第五节 互连网控制报文协议	(55)
第六节 主机名和网络名	(59)
第七节 代理地址转化	(60)
第八节 网关协议	(61)
第九节 IPV6	(63)
一、IPV6 结构	(64)
二、IPV6 分组头	(65)
三、IPV6 地址	(68)
四、IPV6 扩展头	(73)
第十节 ICMPV6	(75)
一、错误报文	(76)
二、信息性报文	(78)
第四章 端到端的传输协议	(79)

第一节 源主机到目的地主机的协议	(79)
第二节 TCP 的基本概念	(81)
第三节 TCP 报文段的结构	(83)
第四节 TCP 功能	(86)
一、基本数据传送	(86)
二、可靠性保证	(86)
三、流控制	(86)
四、优先级/安全性设置	(87)
五、多路复用	(88)
六、连接管理	(88)
第五节 TCP 的用户接口	(92)
第六节 用户数据报协议 UDP	(94)
第七节 关于端口号的约定	(95)
第五章 应用层传统协议和实用程序	(97)
第一节 文件传送协议	(98)
一、文件属性	(99)
二、FTP 协议的操作过程	(99)
三、FTP 命令和应答	(100)
四、FTP 实用程序的使用	(102)
第二节 远程网络终端协议	(105)
一、网络虚拟终端	(107)
二、Telnet 命令	(107)
三、Telnet 选项协商	(109)
四、Telnet 实用程序的使用	(111)
第三节 简单邮件传送协议	(118)
一、电子邮件的概念和系统模型	(118)
二、SMTP 邮件传送标准	(119)
三、发送邮件实用程序	(120)
第六章 域名系统和伯克利互连网名字域	(129)
第一节 国际互连网域名空间的结构	(129)
第二节 域名服务协议	(131)
第三节 BIND 是怎样工作的	(133)
第四节 BIND 服务器的类型	(135)
第五节 规划 BIND 配置	(136)
第六节 名字服务器引导文件	(138)
第七节 域数据库	(139)
一、SOA 记录	(140)
二、NS 记录	(140)
三、A 记录	(141)
四、CNAME 记录	(141)

五、PTR 记录	(141)
六、MX 记录	(142)
第八节 快速缓存文件	(142)
第九节 设置一个名字服务器	(143)
第十节 设置一个 BIND 客户	(144)
第十一节 BIND 设置实例	(145)
第十二节 域名系统的使用	(146)
第七章 客户/服务器交互模型和引导协议	(148)
第一节 客户/服务器模型	(148)
一、简单的例子:UDP 回送服务器	(148)
二、时间和日期服务	(149)
三、实施服务器的技术复杂性	(149)
四、RARP 服务器	(151)
五、替代客户/服务器模型的选择	(151)
第二节 引导协议	(152)
一、使用 IP 分组确定 IP 地址	(152)
二、BOOTP 重发策略	(153)
三、BOOTP 报文格式	(153)
四、两步骤引导过程	(154)
五、厂商专用的段	(154)
第八章 网络信息服务和网络文件系统	(156)
第一节 网络信息服务	(156)
一、NIS 是怎样工作的	(157)
二、配置 NIS	(158)
三、NIS 映像	(160)
四、使用 NIS	(162)
第二节 网络文件系统	(165)
一、NFS 是怎样工作的	(166)
二、安装 NFS	(168)
三、NFS 锁定服务	(170)
四、装配和卸装文件系统	(172)
五、自动装配程序	(173)
六、进口和出口文件系统	(176)
第九章 TCP/IP 网络管理	(179)
第一节 管理协议的层次	(179)
第二节 代理/管理站模型	(179)
第三节 简单网络管理协议(SNMP)	(180)
一、管理信息的结构	(181)
二、管理信息库	(184)
三、远程监控(RMON)	(185)

四、SNMP 协议规范	(186)
第四节 SNMP 的配置和有效的网络管理	(190)
第十章 TCP/IP 网络软件配置和调试	(192)
第一节 TCP/IP 网络文件	(192)
第二节 配置 TCP/IP 软件	(194)
第三节 专用于 UNIX 操作系统的实用程序	(199)
一、rwho	(199)
二、ruptime	(200)
三、rlogin	(200)
四、rcp	(201)
五、rsh	(202)
第四节 TCP/IP 连通性测试程序	(202)
一、ping	(203)
二、arp	(203)
三、ifconfig	(204)
四、netstat	(204)
五、traceroute	(205)
第十一章 TCP/IP 的应用编程接口 Socket	(206)
第一节 UNIX 的 I/O 机制和 Socket 抽象概念	(206)
第二节 套接口的功能和类别	(207)
第三节 系统调用和库程序	(208)
一、面向连接的环境中的系统调用	(209)
二、无连接套接口的系统调用	(210)
三、库程序	(210)
四、网络字节顺序转换程序	(211)
第四节 无连接套接口调用的示例编程	(212)
一、服务器进程 rexd 的编制	(212)
二、客户程序 rex 的编制	(214)
第五节 使用虚电路方法的样本程序 whois	(222)
第十二章 访问 Internet	(227)
第一节 Archie 文档查询系统	(227)
第二节 Gopher 菜单方式信息服务	(229)
第三节 多用途 Internet 邮件扩展	(232)
第四节 环球网(WWW)	(236)
一、客户方	(237)
二、服务器方	(240)
三、超文本传送协议	(243)
四、统一资源定位器	(245)
五、使用 HTML 编写 WWW 页面	(247)
六、表格(Forms)	(251)

七、在 WWW 上定位信息	(254)
第五节 Java	(257)
一、Java 语言概论	(259)
二、Java 面向目标的特性	(261)
三、应用编程接口	(263)
四、安全性	(265)
参考文献	(266)

第一章 基本结构

TCP/IP 是多台相同或不同类型的计算机进行信息交换的一套通信协议。协议是通信双方一致同意并严格遵守的规程,它规定计算机怎样通信,并给出连接网络和通过这些连接进行路由选择和信息传输的约定。TCP/IP 协议组的准确名称应该是 internet 协议族,TCP 和 IP 是其中的两个协议。事实上,TCP/IP 包括与这两个协议有关的其它协议及网络应用;其中典型的其它协议是用户数据报协议(UDP)、地址转化协议(ARP)和互连网控制报文协议(ICMP),典型的应用有远程终端程序 telnet,文件传送协议 ftp 和远程拷贝程序 RCP。通常 internet 由若干个物理网络组成,通过一种称为路由器的连网设备(Router)集成为一个大的虚拟网。世界上最大的 internet 叫做 Internet(注意,这里用的是大写字母 I),据 1994 年 10 月的统计数字,Internet 网络已连接全球四万多个网络,三百八十多万台主计算机,全球 154 个国家和地区通过该网互通电子邮件。

由于 TCP/IP 是 internet 采用的协议组,所以人们又常常将 TCP/IP 体系结构称作 internet 体系结构。如果你采用 internet 协议组构建了一个网络,但没有申请加入 Internet,那么可以称它是 internet 网,而不应该称作 Internet 网。加入 Internet 网的标志是用户能使用 telnet 命令访问该网内的其它计算机系统;而那些虽然与 Internet 有物理连接,但仅仅有电子邮件访问权的单元网络,严格说来都不能算作 Internet 网的成员。

TCP/IP 协议之所以能够被广泛采用和流行是由于下列三个特征或功能:

(1)健壮的客户/服务器结构

TCP/IP 是良好的客户/服务器应用平台,特别是在广域网的环境中。在 TCP/IP 中,客户/服务器有简单的含义:它把启动通信的任何设备称为客户,而把应答的设备称为服务器,服务器响应客户的请求。

(2)信息共享

成千上万的教育单位、防卫部门、科研和商业机构都在使用 TCP/IP 连接的 Internet 上共享数据、传送电子邮件和使用其它共享服务。

(3)通用性

TCP/IP 几乎在每一种流通的计算机操作系统上都有其实现。此外,网桥、路由器和网络分析程序的销售商也都在他们的产品中为 TCP/IP 协议族提供支持。

下面我们将有步骤地向读者介绍 TCP/IP 协议体系的组成部分。虽然所讨论的许多细节在实际应用中对用户是透明的,但是体系结构和各组成部分之间的交互作用仍然是了解和使用 TCP/IP 网络所应该掌握的知识。

图 1-1 给出了在一个 internet 上的一台计算机内实现分层协议逻辑结构的示例。每一个使用 TCP/IP 技术通信的计算机都具有与此类似的逻辑结构,该逻辑结构决定了计算机在 internet 上的网络行为。在图 1-1 中,方框表示对通过计算机的数据的处理,连接方框的线表示数据的通路,底部的水平线表示一个局域网使用的以太网电缆,“O”是以太网收发器,“★”是 IP 地址,“@”是以太网地址。

在 internet 上流动的数据单元名称取决于它所处的协议结构位置。在以太网上它叫做以

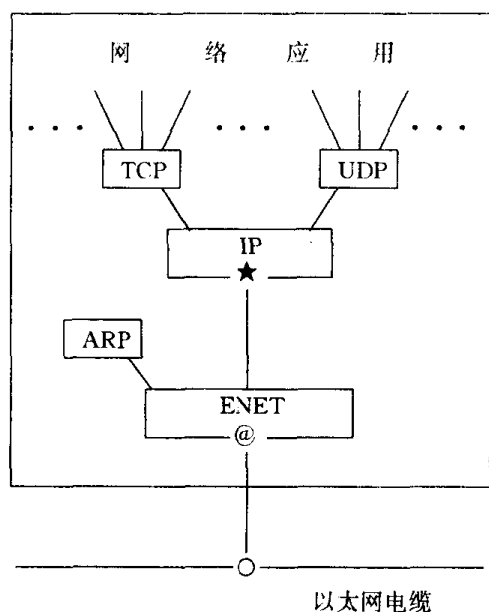


图 1-1 基本 TCP/IP 网络节点

IP/ENET。

TCP 模块、UDP 模块和以太网驱动程序都是多对一的多路复用器；作为多路复用器，它们将多个输入转换成一个输出。它们又同时是一对多的多路分离器；作为多路分离器，它们将一路输入根据协议头部的类型(type)段的值转换成多路输出。

如果一个以太网帧从网上来到以太网驱动程序，其中的分组可能向上传递给 ARP 模块，或者送给 IP(互连网协议)模块。究竟传给 ARP，还是传给 IP，取决于在以太网帧中的类型段的值。

如果一个 IP 分组向上进入了 IP 模块，其中的数据单元再向上传给 TCP 或 UDP，究竟传给谁则由 IP 分组头部的协议(Protocol)段的值决定。

如果一个 UDP 数据报向上进入了 UDP 模块，其中的应用报文则根据 UDP 数据报头部的端口(Port)段的值传给对应的网络应用模块。如果一个 TCP 报文段向上进入了 TCP 模块，其中的应用报文则根据 TCP 报文段头部的端口段的值向上传给对应的网络应用模块。

执行向下多路复用相对简单些，因为从每个起始点出发，仅有一条向下的路径。每个协议模块加上自己的头部信息，使得传送的信息组合可以在目的地计算机分离。从网络应用模块通过 TCP 或者 UDP 向下传递的数据在 IP 模块会聚，然后再向下送到低层网络接口驱动程序。

图 1-1 中的计算机只有单个以太网连接，6 个字节的以太网地址跟该以太网上所有其它网络接口的地址都不相同，以太网驱动程序识别自己的以太网地址。该计算机还有一个 4 字节的 IP 地址，该地址在其 internet 上是独一无二的。一个在网上运行的计算机总是知道它自己的 IP 地址和以太网地址。

在我们的示例中使用的是局域以太网，它是 TCP/IP 使用的最普遍的物理网络，实际上 TCP/IP 技术支持各种网络介质，包括令牌总线、令牌环、FDDI(光纤分布式数据接口)；采用 SLIP(串行线路 IP)或 PPP(点到点协议)协议的电话网线路、X.25 数据网以及无线电网、微波和卫星网等等。图 1-2 示出了更具一般性的 TCP/IP 体系结构。其中有许多协议模块、驱动程序和应用程序要在以后进一步的学习中才会接触到。

为了理解 TCP/IP 中每个协议的作用，知道在 TCP/IP 网络上能干什么是很有用的。一旦

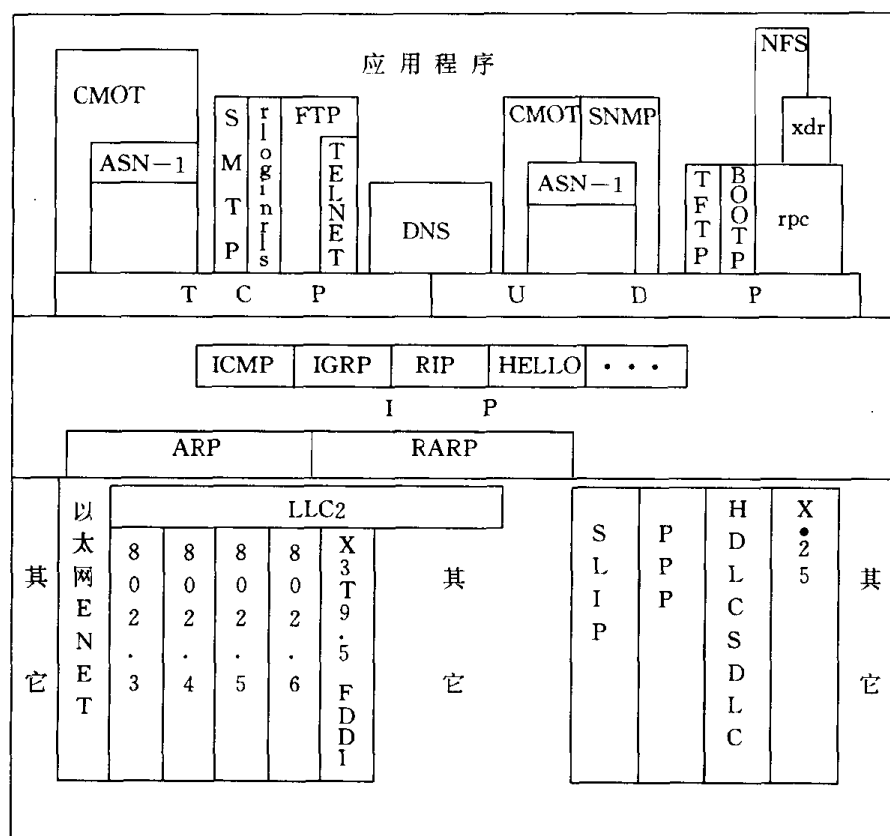


图 1-2 TCP/IP 体系结构

清楚了应用,理解协议就比较容易了。下面列出了 TCP/IP 为用户提供的若干主要的应用程序,但非全部。

(1) Telnet

Telnet 程序提供远程上机功能,也就是说,一台计算机上的用户可以登录到另一台计算机,如同在这些计算机上直接操作一样。这种连接可以是到本地网或全球任何地方的任何网络,只要用户能被获准登录到目的地网络的目标计算机系统。

(2) 文件传送协议

文件传送协议 FTP 允许用户将一个系统上的文件拷贝到另一个系统。跟 Telnet 不同,FTP 用户并不真正登录到自己想存取文件的计算机上面成为完全的用户,而只是通过 FTP 程序访问对方系统上的文件。不过,也要像 Telnet 那样,通过目标计算机系统的身份验证,得到访问许可权。一旦建立了到远程计算机的连接,FTP 程序就可以让用户将一个或多个文件拷贝到自己的计算机上。

(3) 简单邮件传送协议

简单邮件传送协议 SMTP 用于传递电子邮件,SMTP 对用户是透明的(只看到服务功能,看不到协议操作的过程细节),它把本地计算机连接到不同计算机上并传送邮件报文,很像 FTP 传送文件。

(4) Kerberos

Kerberos 是一个受到广泛支持的安全性协议,它使用一种称为证实服务器的特殊设备,这种服务器可以验证口令和加密模式。Kerberos 是众多较安全的加密系统之一,在 UNIX 中使用相当普遍。

(5)域名服务器

域名服务器 DNS 能将用普通字符表示的网络设备名转换成某个特定的网络地址,通常使用分布式数据库。

(6)抽象语法标记一号

抽象语法标记一号(ASN·1)是一种语言,它用在 TCP/IP 中,提供与 OSI(开放系统互连)模型的一致性。ASN·1 对标准中使用的术语作了无歧义的定义。

(7)简单网络管理协议

简单网络管理协议 SNMP 使用用户数据报协议 UDP 作为传输机制。在术语方面,尽管 TCP/IP 通常用客户和服务,但 SNMP 却总是用管理程序(Manager)和代理;代理负责提供设备信息,而管理程序管理网络通信。

(8)网络文件系统

网络文件系统 NFS 是由 Sun Microsystems 公司开发的一套协议,可使多台计算机能透明地访问彼此的目录。它们是用分布式文件系统方案来实现的。NFS 系统在使用 UNIX 工作站的大型集成环境中比较普遍。

(9)远地过程调用

远地过程调用(RPC)是提供调用服务器例行程序的 TCP/IP 协议,它向客户返回执行结果输出和状态(返回状态)代码。它通常实现为能与另一台计算机(服务器)通信的函数,提供支持分布式计算的编程函数,返回代码和预定义的变量。

(10)平凡文件传输协议

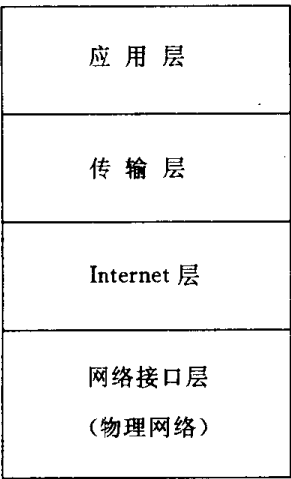


图 1-3 简化的 TCP/IP 分层结构模型

平凡文件传送协议(TFTP)是一种缺乏任何安全性的简单的文件传送协议,它使用 UDP 传输协议。

为简明起见,TCP/IP 协议体系可以进一步归纳成图 1-3 所示的分层结构。其中的传输层包括 TCP 和 UDP,Internet 层包括 IP 和 ICMP 等。它们是 TCP/IP 最基本的组成部件。下面就各层的协议分别说明:

(1)传输控制协议

传输控制协议 TCP 是一种提供可靠数据传输的通信协议。它负责把从上层应用程序传来的数据装配成标准数据包,并保证数据的正确传输。

(2)用户数据报协议

用户数据报协议 UDP 是一种无连接协议(TCP 则是一种面向连接的协议)。UDP 不是很可靠,但响应速度快,有其特定的用途。如果使用 UDP 的应用程序具有可靠性检查手段,UDP 的缺点就无关紧要了。

(3)互连网协议

互连网协议 IP 负责在网络上传送由 TCP 和 UDP 装配的数据包。它对网络上的设备分配个别的地址,确定路由和信宿。

(4)互连网控制报文协议

互连网控制报文协议 ICMP 是 IP 协议不可缺少的一部分,负责处理错误和控制报文。特别地,网关和主机都使用 ICMP 向发送 IP 分组的源节点传送关于 IP 分组问题的报告。ICMP 也包括用以测试一个目的地是否可达并应答的回送请求/回送应答。

TCP/IP 体系结构是基于在主计算机上跟一个应用程序交互的进程。这个主计算机再将数据通过网络投递到远方主机上的一个类似进程。图 1-4 示出了 TCP/IP 软件的数据封装过程。协议结构中的每一层都作为一个单独的协议机器在运行着,建立由关键的寻址和控制信息组成的数据包的头,这些头部信息对目的地计算机上的或路过的中间节点上的同一层协议软件起作用。并且在目的地计算机上被同层软件剥离。

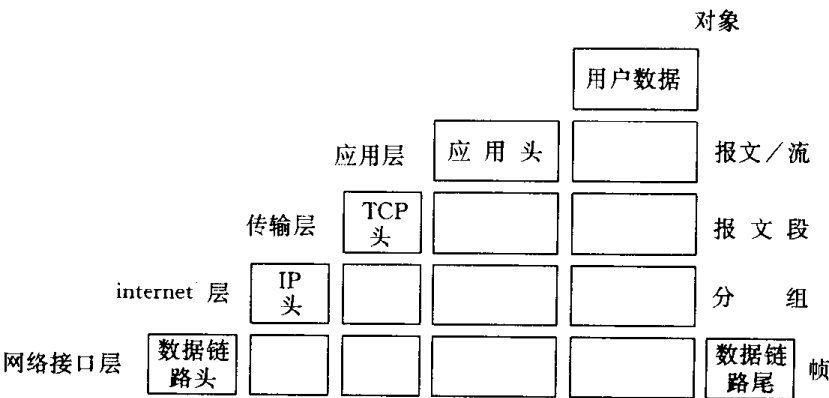


图 1-4 TCP/IP 数据封装

在源发方主机上,从较高层接收到的信息被较低层当作纯粹的数据处理,对其内容不做任何解释。这些信息只是被当前层简单地加上寻址和控制信息后继续传递给下一层。当前层对数据包施加由下一层所要求的大小条件。数据可能被分割成较小的单元,以便在加上当前层的头之后能够交给下一层发送。这些数据单元在目的地主机上由当前层的对应层重新组合好之后再递交给其相邻上层。

图 1-5 以一台个人计算机通过采用 PPP 协议的专用线路连接到远方局域以太网上一个节点,并使用 FTP 应用程序向远方一台主计算机上的文件系统传送文件的样例,画出了在典型的 TCP/IP 网络上协议数据流动的情况。图中的 IF 表示运载 IP 分组的网络接口层的帧,在源和宿点计算机之间的中转节点是我们下面接着要介绍的路由器,它含有决定前往目的地计算机的通路的路由表。

如果一台计算机连接两个以太网,则图 1-1 中的结构将变得如图 1-6 所示。请注意:这个计算机有两个以太网地址和两个 IP 地址,它的 IP 模块既是二对二的多路复用器,又是二对二的多路分离器。

一般说来,对于有多个物理网络接口的计算机,其 IP 模块既是 n 对 m 的多路复用器,又是 m 对 n 的多路分离器。

具有多个网络接口的计算机的 IP 模块可以从其中的一个网络接口接收数据,经过自己的处理后再向下传给另一个网络。我们习惯上把发送 IP 分组到另一网络的处理过程称做转发。专门用来完成转发 IP 分组任务的计算机又叫 IP 路由器(Router)。在 IP 路由器上被转发的 IP 分组不经过 TCP 和 UDP 模块。事实上,某些 IP 路由器专用产品根本不包含 TCP 和 UDP 模块。

IP 模块对于 TCP/IP 技术的成功起着核心作用。当数据单元沿着协议路径向下传递时,每个模块或驱动程序都加上自己的协议头部;相反,当数据单元沿着协议路径向上往应用程序方向传递时,每个模块或驱动程序取下对应的协议头部。IP 协议头部包含源和目的地的 IP 地址。IP 路由器的转发功能可实现多个物理网络的互连,形成一个大的逻辑网络,这也正是 in-

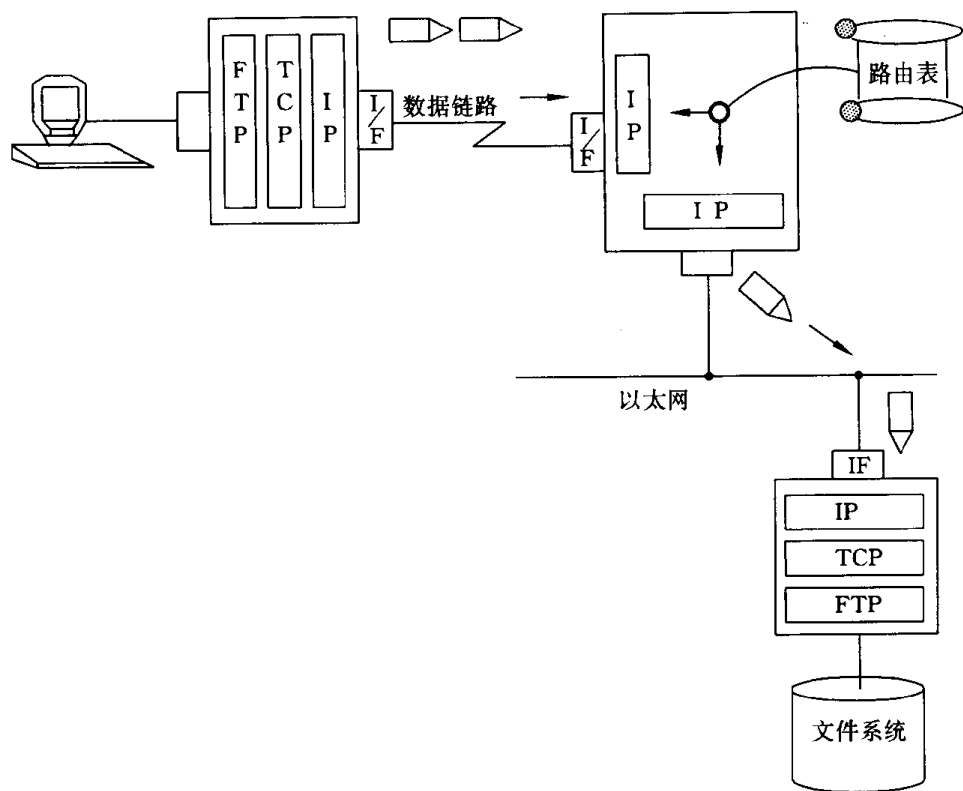


图 1-5 TCP/IP 网络分层结构的数据流动

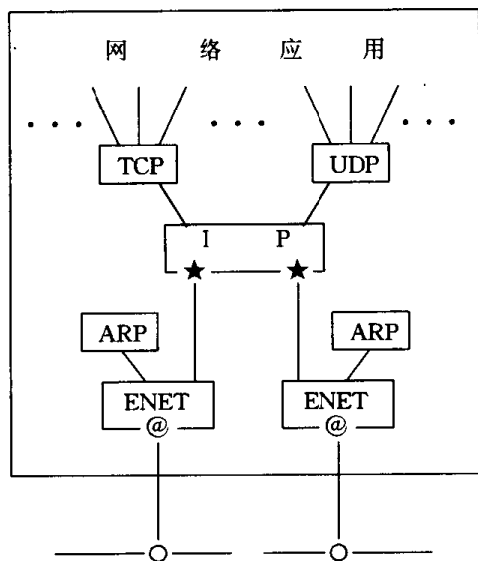


图 1-6 同时在两个以太网上的 TCP/IP 网络节点

ternet(英文原意为互连网)名称的来源。若干个相互连接的物理网决定了 IP 分组能够通行的范围,这个范围内的网络叫做 internet。

对于网络应用,IP 掩盖了下层的网络硬件,也就是说,网络应用程序不依赖于特定的网络硬件。当一种新型的物理网络问世时,只要编制一个新的驱动程序,配置到 IP 模块的下面,就可以连到 internet。因此,网络应用仍保持其完整性,不因网络硬件技术的更换而受到破坏。

TCP/IP 模型假定有大量的物理网络通过路由器互连,在总体上可以把每个物理网络都看成一个黑盒子。用户得到对每个网络所蕴含的资源的访问,但并不清楚交互信息的通路或者