

目 录

第零章 简介.....	1
第一章 什么是路由确定.....	3
1.1 OSI 参考模型	3
1.2 网桥概念	7
1.3 路由确定概念.....	10
1.4 网关的概念.....	15
1.5 小结.....	15
第二章 Internet 协议(IP)	16
2.1 IP 寻址	16
2.2 子网寻址.....	17
2.3 地址分解.....	21
2.4 IP 数据包	22
2.5 IP 的将来	24
2.6 小结.....	25
第三章 路由信息协议(RIP)	26
3.1 距离向量算法.....	26
3.2 建立路由表.....	27
3.3 路由更新.....	29
3.4 网络间的交汇.....	31
3.5 RIP 的限制.....	34
3.6 小结.....	35
第四章 开放的最短路径优先(OSPF)	36
4.1 最短路径优先协议.....	36
4.2 拓朴数据库.....	37
4.3 最短路径树.....	37
4.4 Dijkstra 算法	40
4.5 区域.....	45
4.6 干线.....	46
4.7 区域之间的路由.....	47
4.8 路由器的分类.....	47
4.9 网络的类型.....	48
4.10 指定的路由器(Designated router)	48
4.11 外部路由	49
4.12 粗短的区域(stub area)	49
4.13 服务类型的路由	50

4.14	IP 可变长度子网划分	50
4.15	相等费用的多路径	52
4.16	鉴别	52
4.17	OSPF 路径和费用	52
4.18	小结	53
第五章	OSPF 协议	54
5.1	OSPF 报文处理	54
5.2	OSPF 数据构造	55
5.3	形成邻接.....	56
5.4	链路状态通告.....	62
5.5	溢流(Flooding)过程	66
5.6	路由表的维护.....	68
5.7	OSPF 实现的问题	71
5.8	小结.....	73
第六章	DECnet Phase IV	74
6.1	DIGITAL 网络体系结构概述	74
6.2	DNA 物理层和数据链路层	76
6.3	DECnet 的路由协议	77
6.4	寻址.....	77
6.5	区域.....	78
6.6	费用和路径.....	79
6.7	指定的路由器.....	80
6.8	决策进程.....	83
6.9	更新进程.....	83
6.10	转发进程	85
6.11	接收进程	85
6.12	路由表	85
6.13	小结	86
第七章	DECnet Phase V	87
7.1	DECnet Phase V 体系结构	87
7.2	无连接方式的网络服务(CLNS)	88
7.3	小结.....	98
第八章	中间系统—中间系统(IS-IS)	99
8.1	系统类型.....	99
8.2	子网类型	100
8.3	功能/进程.....	100
8.4	地址	101
8.5	指定的路由节点	101
8.6	决策进程	101

8.7	更新进程	104
8.8	转发进程	108
8.9	接收进程	109
8.10	小结	109
第九章	Novell NetWare	110
9.1	NETWARE 协议栈	110
9.2	客户机/服务器相互作用	110
9.3	数据链路层协议	112
9.4	网间包交换(IPX)	113
9.5	服务通告协议(SAP)	115
9.6	NetWare 核心协议(NCP)	118
9.7	NETBIOS	118
9.8	小结	119
第十章	IPX 路由信息协议(RIP)	120
10.1	RIP 报文格式	120
10.2	RIP 的工作	121
10.3	SPLIT HORIZON 算法	122
10.4	路由器初始化	122
10.5	路由器的关闭	123
10.6	路由器信息的维护	123
10.7	小结	124
第十一章	NetWare 链路服务协议(NLSP)	125
11.1	NLSP 的一般特性	125
11.2	NLSP 的 WAN 支持	126
11.3	NLSP 的邻接	131
11.4	NLSP 和 RIP/SAP	134
11.5	在 IS-IS 和 NLSP 之间的差别	135
11.6	小结	137
第十二章	AppleTalk	138
12.1	APPLETALK 协议组	138
12.2	数据报传送协议(DDP)	139
12.3	名字装订协议(NBP)	142
12.4	区段信息协议(ZIP)	145
12.5	小结	149
第十三章	路由表维护协议(RTMP)	150
13.1	AppleTalk 路由器的类型	150
13.2	AppleTalk 路由模型	150
13.3	路由表和维护	152
13.4	RTMP 报文格式	154

13.5	小结.....	156
第十四章	AppleTalk 基于更新的路由协议(AURP)	157
14.1	AppleTalk 的隧穿	157
14.2	AURP 信息交换	161
14.3	解决网络数的冲突.....	164
14.4	减少跳数.....	165
14.5	路由回路.....	166
14.6	替代的路径.....	166
14.7	小结.....	166

第零章 简介

和过去相比,在目前的工作环境中网络正在变得愈加成为标准的工作工具,而在这个工具继续演化进步时,它变得更加复杂。许多公司在向它的环境中加进更多的计算资源,而在这个趋势继续时,把计算机网络连接在一起的需要变得愈加重要。现代的联网技术已经变得更为复杂,而这个复杂性每天在增长。这样使得网络设计人员、网络管理人员和网络的行政领导的工作更为困难。在公司内部或者在公司之间连接各个分布的网络,使之成为单个有聚合力的用户网络的需要已经驱使联网技术市场的产生,并且需要使用如网桥、路由器和网关这样的设备。

已经写了许多关于数据通信环境的书,但是如果有的话只有少数集中讨论在现代的网络间路由环境的书。本书的目的是向网络管理人员、网络的行政领导和网络的设计者提供在路由环境中最新的动向的信息。路由协议已经存在了一些时候,它们负责允许计算机用户从一个网络到达另一个网络。路由环境正在经历变化,从较老的路由协议,如路由信息协议(RIP)、DECnet 路由协议(DRP)、多间包交换路由信息协议(IPX RIP)和路由表维护协议(RTMP)离开。较新的路由协议,如开放的最短路径优先(OSPF),网间路径-中间路径(IS-IS),NetWare 链路服务协议(NLSP)和 AppleTalk 基于更新的路由协议(AURP)是由网络业界作出的最新的努力,以期提高路由器相互间通信的效率。

本书中讨论四种联网环境,Internet Protocol (IP), DECnet, Novell NetWare 和 AppleTalk。在我们探讨每个协议组时我们将首先评论特别的协议组的某些基础,描述在目前使用的流行路由方法,然后探讨在这个特别的路由环境中正在引入的新的路由协议。在可能的情况我们将讨论任何有关的实现问题,考虑建立或转换到这些新的协议之一。

在我们探索各种协议组以前,我们将从网络间技术的一般讨论开始。对 OSI 模型的评论将保证每个人有正确的立场。在这个讨论以后是网桥(包括生成树网桥和源路由网桥)、普通的路由技术和网关等部分。这将给所有的读者形成对协议的基础结构的理解,这些协议是在本书的后面要讨论的。

在 Internet 协议部分,我们要涉及许多课题。我们将从普通的 IP 环境的讨论开始,其中包括地址构造、子网寻址、地址分解和数据报的格式。然后我们要讨论目前的 IP 路由环境,它包括路由信息协议(RIP)和在大多数 Internet 环境中怎样实现 RIP 的,以便允许数据流通过 Internet 传送。要讨论路由表的维护,并且包括在目前的基于 RIP 的网络中发现的各个问题的讨论。

对 IP 的评论结束后,我们要集中讨论开放的最短路径优先(OSPF)协议。它的产生允许在 IP 网络的实现中有更大的灵活性和功能性。这个讨论包括怎样使用 OSPF 允许建立和保持 IP 的路由环境、OSPF 在 RIP 上提供的优点和任何有关实现的问题。在整个讨论中使用的例子有助于弄清楚技术问题。本书的 IP 部分包含许多各种基本的路由原则的例子。这些原则对于许多其他协议也保持正确,而这些例子在以后的部分中不再重复。你应当首先阅读 IP 部分的各章,以便使以后有关其他协议的讨论更容易明白。

在 DECnet 部分我们要讨论 DECnet Phase IV 的环境。这包括如在 IP 讨论中的地址构造、地址分解和各种数据包的格式。这个讨论也要包括区域和节点的类型。然后我们要讨论目前使用的利用 DECnet 路由协议 (DRP) 的 DECnet Phase IV 路由的实现。接着讨论 DECnet Phase V 的实现,它是基于 OSI 的中间系统——中间系统 (IS-IS) 的实现。Digital 是实现 OSI 路由协议的第一家主要的厂商,所以在我们的讨论中用这个环境是适当的。

Novell 的部分使讨论普通的 Novell 网络体系结构开始。我们要讨论网间数据包交换 (IPX), 它的寻址方案, 包的格式和地址分解。其后我们要讨论 Novell 的 RIP 实现和对 Novell 网络在保持路由信息中的使用。在描述了目前流行的 Novell 环境后, 我们能够讨论 Novell 网络的下一个更迭, 其中使用 Novell 链路服务协议 (NLSP) 提供通过 Novell 网络间的路由。需要使用例子帮助弄清楚技术问题。

在 AppleTalk 部分对 AppleTalk Phase 2 的讨论要为接着的讨论设置阶段。对数据报传送协议 (DDP) 的评论给我们从这里开始学习的基础。要讨论 Apple 的寻址方案、地址分解、区段、包格式和名字装订。在这以后要讨论路由表维护协议 (RTMP) 和在目前的 AppleTalk 网络中怎样使用 Apple 的 RIP 实现来保持数据通过 AppleTalk 网络间的路由。要讨论的下一个课题是 Apple 怎样在向前进展, 为建立复杂的 AppleTalk 网络给它的用户以更为坚固的路由环境。

本书中使用的仅有的主要惯例是在包的格式图解中怎样表明域的长度。所有域的长度是用位数表明, 不是用字节数。实际上, 许多域小于 1 字节的长度, 所以作者决定使用一个量度单位, 免得使读者受到一个场合下用位、而在另一个场合下用字节的混淆。

本书的其他主要目的是用容易理解的情况讨论这些复杂的课题。作者的希望是去除对大多数联网环境中不明白的技术问题的神秘感, 这种技术在现代的互联网络的设计中变得愈益重要。作者设想不浪费语言或者简单地给你重新打印各种协议规范。在本书中讨论的所有信息内容在通过各个组织的公共领域中是有用的。不幸的是, 参与联网技术环境中的一般人员大多数没有写出这些规范。在最近的二年半时间内作者作为 Wellfleet Communications 公司的技术教员已经向在学员所在公司的网络中担任技术工作的学员教这些路由概念。今天, 在我的作为主要教员的工作中试图把这些课题内容用容易理解的方法来表述, 并且尝试把这种风格贯彻到本书的写作中。

最后, 我要感谢所有曾经帮助我写本书的人们。我要感谢我的妻子 chris 和女儿 Jessica 在写作本书中在所有时间内和我一起工作。感谢我的几位同事, 特别是 Eural Authemont 和 Dennis Baker, 曾在本书的技术编辑上给我帮助和在怎样使本书更为有趣方面作了很耐心建议的个别人。对于有兴趣和我讨论本书的读者或者对本书的将来再版中提出建议的读者, 通过 Internet 的邮箱地址 MDICKIE @ WELLFLEET.COM 可以和作者联系。

第一章 什么是路由确定

今天的网络环境是复杂的。在网络的应用和管理中包括组织机构的所有级别的用户。各个部门负担购置进入网络中的设备,而每个部门试图解决怎样允许一个用户和另一个用户通信。每个部门在寻找统一硬设备和软件资源的方法,以便使工作的环境更为有效,而仍然向个别的用户提供在最高的水平上工作所必需的工具。

这必需允许共享硬设备和软件资源,导致在 1980 年代联网市场的快速成长。在局域网(LAN)和广域网(WAN)的应用增长时,需要连接在不同的部门,不同的办公室和不同的公司中的用户。这个分布式资源共享的需求是网络互联市场产生的动力。这个网络互联市场产生了许多生产各种硬设备和软件产品的公司,其中最值得注意的产品是网桥、路由器和网关。

本章内容包括某些联网技术的基础,给予读者在理解上的坚实基础。它被预定为刚进入路由环境的读者的网络新手写的,但是对于较为有经验的网络用户也能发觉这部分内容可以作为好的重新温习的资料。在本章中要讨论的课题包括:

- 开放系统互连(OSI)的参考模型
- 网桥(Bridge)概念的概述
- 路由确定(Routing)概念的概述
- 网关(Gateway)概念的概述

为了更为详细地讨论路由协议,这个讨论要设定阶段。要明白在网络设计中什么地方配备路由确定这是重要的,而这也是本章的目的。

1.1 OSI 参考模型

在 80 年代网络的应用开始以显著的速率增长。大多数的制造商在生产专用的网络体系结构,这样强制客户从单个制造商购置产品。在网络的应用增长时,有必要集成从不同的制造商那里购置的网络设备。由于大多数制造商的产品有专用的特性,这种集成工作是很困难的任务。随着时间的推移,从用户界产生要求建立单独的、能普遍地采用的网络体系结构的压力,这样的体系结构允许真正的多个制造商产品间的互操作性。

国际标准化组织(ISO)担当了建立这样的网络体系结构的任务。通过 ISO 的努力得出了称作开放系统互连(OSI)的参考模型。这个 OSI 模型是试图规定网络向它的用户提供各种服务。如果你坐着设想关于网络向你提供的所有工作,表目将是很长,变化很快的。但是,OSI 工作组只是在一般的意义上作出规定网络应当向它的用户提供的所有的服务的尝试。这不是你所能想像的简单的工作,但是网络能做这些工作,一旦确定了所有的服务,它们被集合在一起进入称为层(layer)的逻辑分组中。层是网络向用户提供的有关的服务的集合。OSI 模型有规定的七个层。在图 1.1 中表示出这些层。

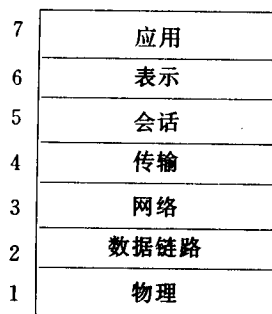


图 1.1 OSI 参考模型

让我们来看模型中七个层中每一层的基本功能,然后要说明模型怎样被用作允许在网络上的两个站之间的通信。

1.1.1 第1层——物理层

从模型的底层开始,我们将通过每个层作出说明。物理层考虑对网络的物理连接。在这个层上我们对连接到特别的类型的网络上的设备描述各种机械的、电气的和功能的规定。连接器的类型,连接器的尺寸,连接器中插脚的数目,每个插脚的功能,对于在网络上的信号的可接受的电气范围以及所用的电缆的类型,这些是对网络的特别规范中规定的主要项目。在物理层上规定的其他项目是网络速率和编码方法(怎样被认定为二进制的1或0)。这些规定允许网络站从物理上连接到特定的网络。

物理层规范的例子是10Base 5, 10Base 2 和 10Base T。这些是用于不同类型的 LAN 网络的规范。WAN 规范的例子如 EIA 232-D, 449 或者 CCITT V. 35。

1.1.2 第2层——数据链路层

数据链路层提供多种很重要的功能,大多数组织把它看作两个有区分的子层。两个子层是介质访问控制(MAC)和逻辑链路控制(LLC)。

MAC 子层的功能是规定我们怎样在特别的网络上对它访问。MAC 规定的项目包括帧的格式(在数据链路层上测量的标准单元),寻址、流量控制、同步和介质访问。为了从一点到另一点传输数据,链路层使用称为帧(frame)的报文(message)。每种类型的网络有和它相联系的特定的帧的格式。这样为了在这个网络上从一点到另一点传送数据规定出了标准的“封装(envelope)”。在这个层上规定的地址可以称作以下名字中的任何一个:硬设备地址、MAC 地址、站地址、物理地址或者以太网(Ethernet)地址。你决定使用什么名字是无关重要的,每个名字典型地涉及规定在特定的网络上的站的位置的 48 位地址。因为作者的工作背景习惯于使用 MAC 地址来描述这个地址,在本书的其余部分都将使用这个术语。MAC 地址和街道地址很相像,你的住址在你所住的街道上用号码来标识,所以邮递员容易找到它,而给定 MAC 地址的网络站能在特定的网络上确定它。在网络上的每个站必须有唯一的 MAC 地址,所以能够确定它而不致产生混淆。每个网络也要规定它自己的介质访问规则。这些能被想象成用于网络的道路规则。当你在驾驶车辆时遇到红灯,因为你了解道路规则在此情况下不允许你使用道路,这时其他人在使用道路而你必须把车停住。在联网技术中也适

用相同的概念。每种类型的网络规定它自己的道路规则,它指令特定的站怎样可以访问网络。这些访问方法的例子是有碰撞检测的载波侦听/多重访问(CSMA/CD)和令牌传递。

逻辑链路控制(LLC)提供较为抽象的服务。作者所知道的描述这个服务的最好的方法是设想投寄信件的邮递员。信件是放在其上标有地址的信封中;地址指明此信要送到 MainStreet159。邮递员寻找 Main Street 159,当他见到建筑物时他注意到这是一座 15 层的公寓塔楼。在他进入建筑物的走廊时见到 300 个邮箱。他再看信封上找到寄信者在地址上写明了有关的邮箱号码,现在 he 可以把信件投入有关的邮箱中而最后完成投递。LLC 提供某些相类似的服务,其中网络对应于街道,MAC 地址则是站的街道地址,而邮箱号码被称作套接字(socket)或者称为服务访问点(SAP)。在网络上的计算机能提供多种功能。不同的用户可以希望通过这个特定的设备访问网络,所以他们可以在网络上发送和接收数据。数据到达基于它的 MAC 地址(街道地址)的站,但是最终的传送要依据套接字数(邮箱号码)才到达有关的用户。这样允许在同一网络上的两个进程保持相互间的“逻辑连接”,进而达到数据交换的目的。

数据链路层提供允许用户桥接到网络的功能。在本章的稍后我们将讨论透明网桥,生成树网桥和源路由网桥等的概念。

1.1.3 第3层——网络层

网络层是网络提供它的路由确定功能的所在。要明白第2层和第3层之间的差别它是重要的。在第2层我们考虑 MAC 地址,它相当于街道地址。由单独地看街道地址,不可能决定那个街道和你有关的任何确定性或者在最有效的情形下怎样到达这个街道。第2层的 MAC 地址允许你从在特定的网络上的一个点达到在相同的网络上的另一点。然而在第3层上,形成允许我们从在一个网络上的一个点到达在不同的网络上的另一个点的地址。这是路由器的的工作,它帮助你通过最有效的和可用的途径从一个网络到另一个网络取得你要的数据。

在第3层上我们规定如包的格式(相对于第2层的帧,第3层用包传送数据),寻址,地址的分解和路由表的维护等许多个项目。大多数第3层的设计规定允许标识站和它的特定网络的寻址方案。地址分解涉及把第3层的地址映像到有关的第2层的地址。我们费了不少篇幅讨论有关第3层和所用的各种寻址方案,但是当数据需要从在同一网络上的一个点到另一个点时,必须使用 MAC 地址完成这项工作。第3层也规定建立和保持路由确定环境的方法。这是本书的主要目的,讨论在各种著名的第3层体系结构中为了保持这个路由确定环境正在采用的新的方法。

1.1.4 第4层——传输层

传输层提供从端到端通过网络保持可靠的数据传输的手段。传输层控制数据的所有差错校验,端对端的应答确认,再次传输和数据排序等。在第2层也有某些差错校验的能力,但是这种差错校验被称作位级别的差错校验,而不构成数据级别的差错校验。这意指在第2层上能够采用的帧校验序列简单地告知接收站接收到和发送站送出的相同的位设置。这种差错校验并不保证接收到的位是任何特定的值。第4层的职责是提供从一点到另一点,从端到端的可靠的数据传输。

1.1.5 第5层——会话层

第5层提供在两个不同的站上的两个进程为了相互间通信的目的形成连接的能力。这通常称作会话管理(dialogue management),并且由像NetBIOS这样的协议所使用。第5层提供两个进程之间的会话的建立和撤销。并且也负责在会话期间两个进程之间的同步。

1.1.6 第6层——表示层

表示层负责确保接收的数据是正确的格式。在第6层功能范围内的有数据转换,语法转换以及协议的转换。为了协议转换的目的在第6层上提供网关。本章后面要讨论网关。

1.1.7 第7层——应用层

应用层提供用户访问网络环境。可以举出许多种网络的应用,给予用户在网络上完成许多种工作的能力。

当这个模型被放置在一起时,它允许站相互间进行通信。如果你仔细地看,你会发现每个层向网络提供完全分离的一组工作,但是所有层的工作合在一起,可以使网络环境工作。让我们来看模型怎样被用来说明两个站之间的通信。

图1.2表示数据在被发送和接收时它们是怎样通过OSI模型传送的。从一个站到另一个站传送一部分数据时,它的旅程是从发送站的第7层开始的。数据从层到层通过模型向下传送,每个层加进它自己特别的信息头部,允许在网络上出现不同的功能。例如,在数据通过第4层传送时,在报文上加进所有的差错校验和排序信息,然后在第3层上加进路由信息等等,直到第1层接收到这个大的位的组合,便把它发送到网络上。在接收端,数据从第1层传送,它是从物理上接收数据,向上传送到第7层。在数据从第1层向上通过每个层传送时,由发送站的对等层把在报文上所加的信息从报文上剥离,对报文进行验证,如果验明是正确的,报文的数据部分被向上传送到上一层。第3层将接收从第2层送来的报文,检验路由信息,如果是正确的,剥离路由信息,并且把第3层数据包的数据部分向上传送到第4层,所以它能够验证差错校验信息等等。

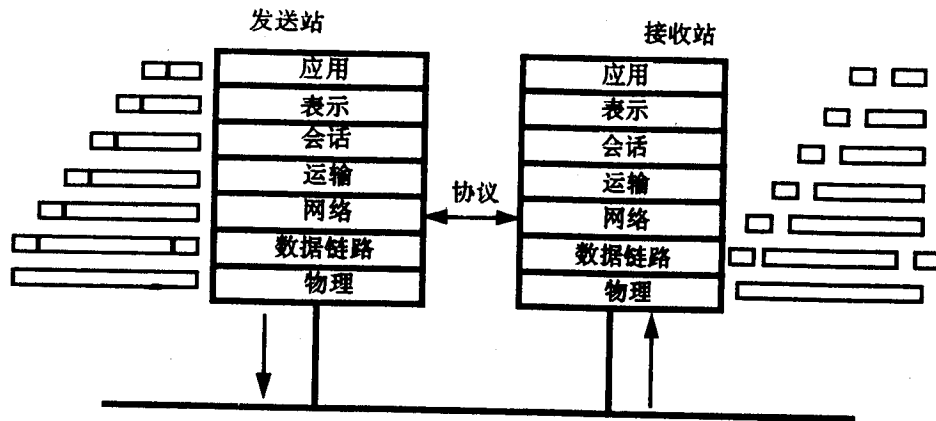


图 1.2 OSI 通信

数据通过层向下传送;从你的上一层接收到的内容,把它当作数据对待。在两个站上对等的层相互间通过协议通信。在每个层上站必须使用相同的协议和另一个站通信或者它们必须使用某种类型的网关来作出协议的转换。

1.2 网桥概念

用 OSI 模型的定义我们能简要地研究在今天的网络中使用的三种主要的网络互联设备:网桥、路由器和网关。在这一节中我们将讨论某些基本的网桥概念。这个讨论不打算详细地讨论桥接方法,而是作一般的综述,所以路由确定问题能被恰当地放在网络设计中。

桥接方法在第 2 层,即数据链路层上出现。网桥被称为 MAC 层的存储和转发设备,它是和协议无关的,并且对最终用户是透明的。这就是说在第 2 层上规定网桥协议,在每个帧传输以前网桥暂时地把它保持,网桥并不关心它所传送的是什么种类的数据,对于普通的用户网桥是见不到的。当把网络桥接到一起时,网络被看成是用网桥作成的“一个大网络”的一部分或者是一个延伸的网络的一部分。在目前的网络中有三种桥接的算法:透明的学习网桥,生成树网桥和源路由网桥。

透明的学习网桥使用简单的算法,它允许有小的或没有用户的介入而使网络连接到一起。透明的网桥注视通过连接到网桥的网络的每个报文。每个报文被完全读出,存入网桥的缓存器中以备检查。网桥查看在每个报文中的源和目的地 MAC 地址。由查看报文的源地址,网桥能够“获悉”源所处的地点(源站是在那个网络上)。由网桥随同报文进入的接口记录每次学习到的新的源地址。网桥建立这个转发表来帮助它转发数据。

网桥也要检查目的地地址域,并且查看它的转发表,判断目的地址是否它已经学习过的。如果目的地是已经学习过的,则网桥简单地把数据转发到有关的接口,所以报文可以达到正确的目的地。但是若是网桥不知道的目的地地址会发生什么情况呢?在此情况下网桥向所有其他的接口送出报文的副本(除了报文到达的目的地地址外),希望目的地不在其中,并且它向发送站作出响应,所以网桥能够获悉它的地址。

图 1.3 表示网桥怎样和 OSI 模型相关,并且表示为了在网络上实现它的功能网桥所使用的模型的各个层。

图 1.4 表示简单的透明网桥安装情况的例子。在这个例子中,让我们假定整个网络已经启动,而首先发生的情况是站 1 向站 6 发送出报文。网桥 A 接收报文,网桥接收所有通过任何连接的链路发来的报文,并且它询问源地址。由查看源地址,网桥现在已在何处寻找站 1,并且把这个信息加到它的转发表中。然后网桥询问目的地址,看它是否知道这个地址所在的位置。在这情形下网桥未曾获悉站 6 所处的位置,所以网桥向所有的其他网络送出报文的副本,这被称作溢流(flooding)。图 1.5 说明这种情况。

站 6 接收报文,而其他的所有的站忽视报文。站 6 对报文作出响应,并把响应送回到站 1。网桥接收这个报文并且检查源地址。网桥检查它的转发表,看这个地址是否已经在表中,如果发现它不在表中,于是把站 6 加进转发表。然后检查目的地地址并且和转发表作比较,网桥发现有站 1 的条目,并且可以把数据直接转发到有关的接口,而不扰动任何其他网络。图 1.6 表示网桥转发的例子。

在桥接的环境中,网桥不可能从另一个网络段中区分出一个网络段;在 MAC 地址中没

有其他的什么,它允许它唯一地标明一个特定的网络。记住桥接的网络是单个延伸的网络的一部分是重要的。

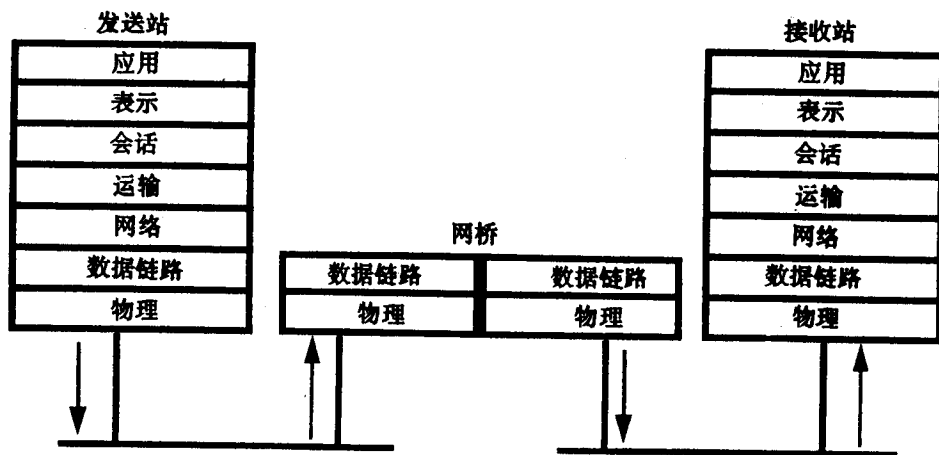


图 1.3 网桥

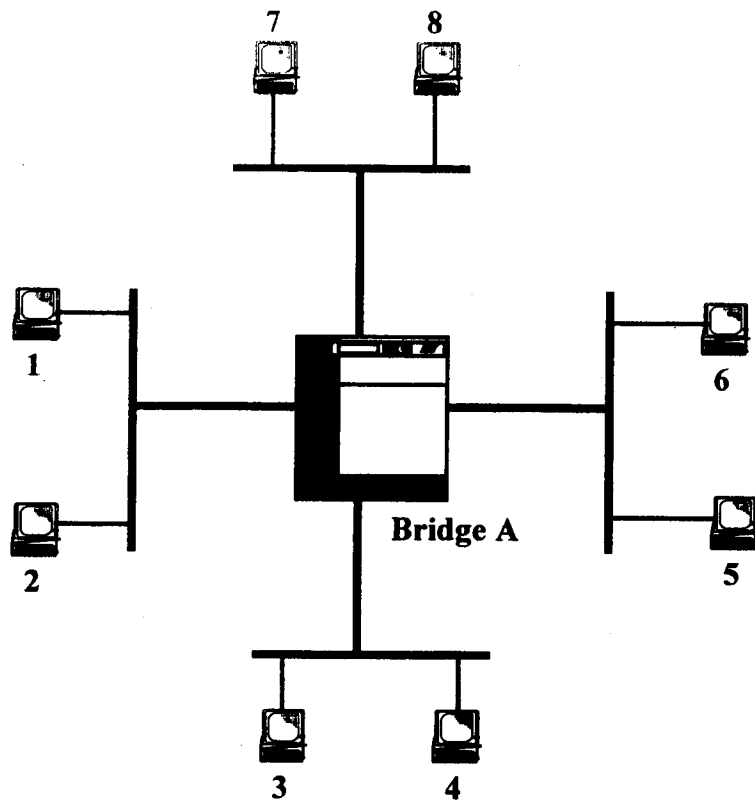


图 1.4 样品的网桥安装情况

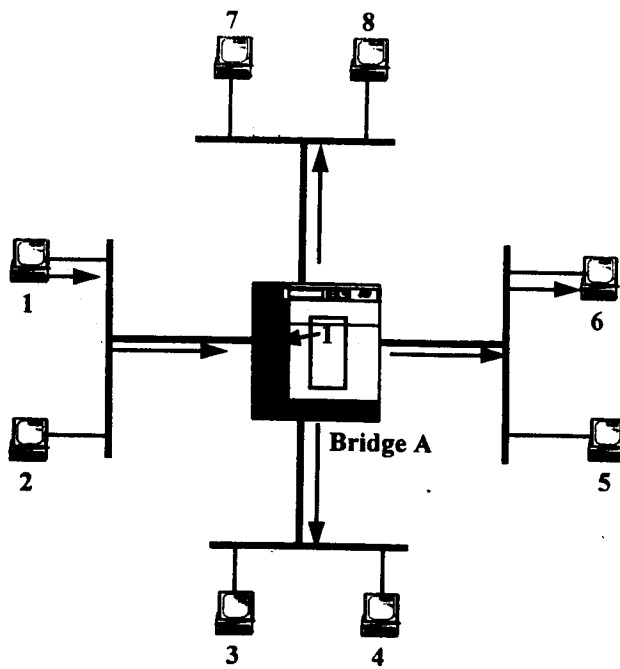


图 1.5 溢流

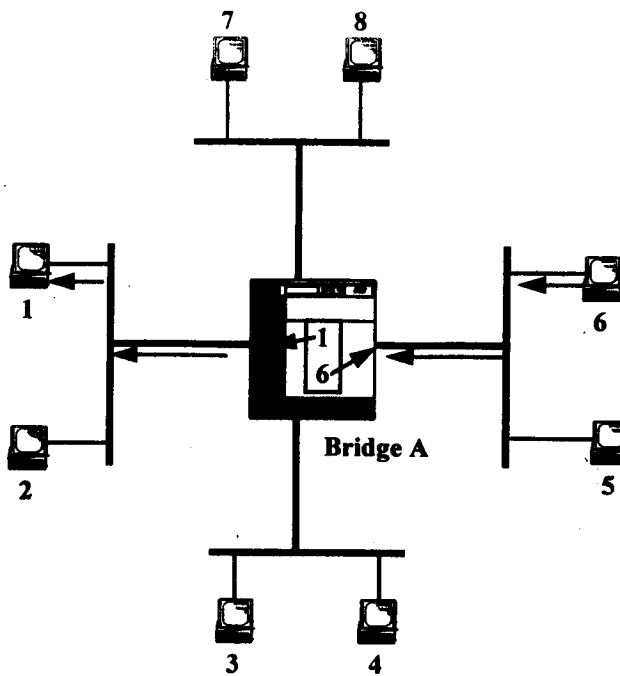


图 1.6 网桥的转发

1.2.1 生成树网桥

由 Digital Equipment Corporation (DEC) 创造的生成树算法 (Spanning Tree algorithm) 用在该公司的桥接网络中。Spanning Tree 目前被规定为 IEEE 802.1d 规范, 并且是由多家制造商所支持的在桥接环境中使用的算法。这个算法的目的是允许网络设计人员建立网状的桥接拓扑, 为了容错的目的它提供冗余的网络结构。这个功能性不是透明的网桥算法的一部分。如果在透明的环境中存在冗余的路径, 网络对许多问题是敏感的, 最为显著的问题被称为网桥回路 (bridge loop)。网桥回路在透明的桥接网络中造成等效的广播风暴。如果在这个环境中存在冗余的链路则溢流的进程能够摧垮网络, 并且由于过度的通信堵塞而使它关闭。可以用网桥过滤来控制这个情况; 但是, 这可能是对冗余度问题的某种复杂的解决方法。

生成树算法允许网络的设计者决定哪个冗余网络是供使用的, 而那个网络是作为备份的或者作出这两个链路。生成树允许设计者配置网桥, 所以可以从网状网络中形成树形或者层次的结构。在这个环境中在任何两个站之间只有一个有效的路径曾经是有用的。这样允许存在冗余的网络, 而不存在能够使你的网络停止工作的网桥回路的威力。有许多种为了实现和生成树相类似的方案的设想, 但是需要作预先设计网络的工作, 使结果能得到有更大弹性的网络拓扑的效果。

1.2.2 源路由网桥

源路由网桥排它性地在令牌环网络环境中工作, 而桥接方案是稍有差别的。在透明的桥接中使网桥学习每个可能的目的地址, 并且建立转发表。在源路由桥接中要让发送站决定怎样到达特定的目的地, 并且保持转发表。可以参看一个例子。

在这个例子中当站 1 希望向站 6 发送报文时, 它让站 1 “发现 (discover)” 到达站 6 的最佳路径, 并且告知所有的网桥哪条路径是最佳路径。站 1 发起路由发现进程, 它将告知站 1 在这个时间哪条路径是最佳的。站 1 记录下这条路径作为当向站 6 发送时所使用的路径, 把路径的完整的副本放入报文中, 并且在发送的途径上送出报文。网桥接收到报文并且查看是否要把这个帧转发到另一个环中。如果要转发, 则它们把帧转发到相关的环中; 如果不要求转发, 它们简单地丢弃这个帧。特别的路径由环数和网桥数的联合所组成, 它指令每一步沿着到达目的地的路径传送报文。在源路由桥接中网桥简单地指出方向。

1.3 路由确定概念

路由确定是第 3 层的功能。路由确定允许数据从在一个网络上的一点到达在另一个网络上的另一点。路由确定要求每个目的地, 一般来说是网络, 是被唯一地标识的。唯一地标识每个物理的目的地这个概念把路由确定从桥接中分离出来。大多数路由确定环境具有唯一地标识每个目的地 (大多数情况使用网络数和站或节点数) 的方法。在生存上路由器的基本任务是把数据传送到正确的网络, 然后, 而且只是然后, 使路由器变得有趣的是把数据传送到在网络上的正确的节点。

每个路由协议用于完成它的任务的有若干个基本的路由概念。这些概念包括寻址、地址分解、报文格式和差错报告。我们将简要地讨论这些概念中的每一个, 然后使用例子来演示

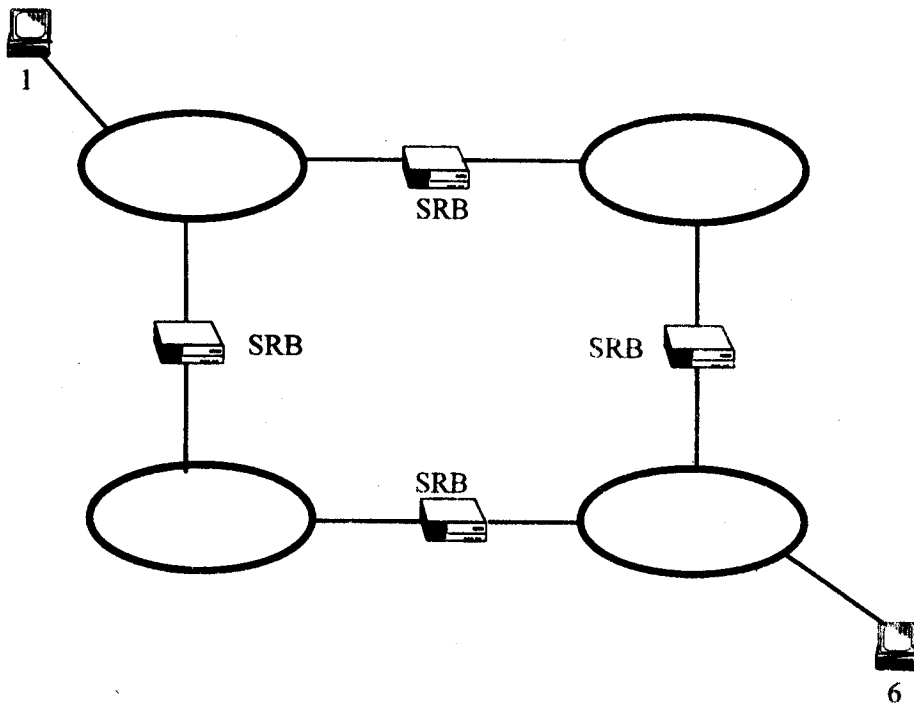


图 1.7 源路由网桥的例子

普通的路由环境怎样工作。

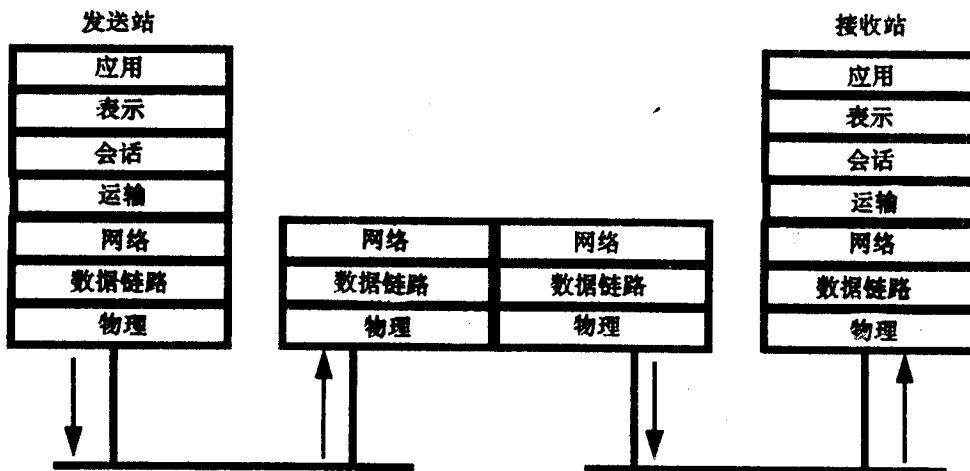


图 1.8 路由器

寻址允许唯一地标识每个目的地，以便路由器正确地传送数据。大多数路由协议基于为了要标明每个节点而使用的网络和节点数的寻址方案。地址的网络部分是由路由器用来通过网间连接引导数据。而节点数允许当数据已到达正确的网络时，再把它传送到正确的工作站。路由协议允许路由器相互间对话，并且相互告知它们已经学习得到的有关不同的网络或目的地的信息。目的地网络可能是直接和路由器相连接的网络或者它们可能是路由器从另

一个路由器获悉的网络。由于路由器相互间的对话,所有的路由器最终会获悉有关到达在网络间连接中的每个不同的目的地网络的信息。

在路由确定协议中规定的地址处于 OSI 模型的第 3 层。这些地址允许路由器从一个网络到另一个网络送出数据。但是,这些地址不能用于从在网络上的一个点到达在相同网络上的另一个点。为了在同一网络上从一个位置到达另一个位置,必须由节点使用在第 2 层上的 MAC 地址。因为路由器通常利用第 3 层的地址对话,但是为了要围绕在网络上实际地传送数据,网络要求使用第 2 层的地址,这样看来存在问题。这种情况下要用地址分解(address resolution)来解决。地址分解允许路由器或者用户工作站这样的设备动态地把第 3 层的地址映像到第 2 层的地址,并且把映像关系存储在表中,它能用于将来的传输。一旦建立了这个映像,设备能把正确的第 2 层地址置为第 2 层的帧中,后者是基于在第 3 层的数据包中的第 3 层目的地地址。

每个协议的环境规定许多个允许协议执行它的功能的报文格式。这些报文能被用于发现在网络上的其他站、测试远距的节点是否具有功能、报告各种差情况、传输使用的数据包、交换路由信息、建立连接、终止连接以及许多其他功能。

每个协议也必须考虑差错报告。不同的情况能够发出授权的通知,这些情况如目的地是不可到达的,一般是由于节点关闭或者网络不可使用所造成;因为数据包在网络上停留太长时间未到达其目的地而造成的数据包失落;校验和差错;或者参数的问题。一般来说路由器和路由协议报告某些差错情况,但是不作出指明问题的尝试。这些差错的改正留给 OSI 模型的传输层上的协议去做。

为了要表明以上讨论的概念,让我们看一个简单的路由确定的例子。图 1.9 表示普通的路由确定的例子。其次要解释在路由确定过程中每个编了号码的步骤。

在图 1.9 中有四个用字母 A 到 D 命名的网络。在网络上的每个节点被指定由代表网络的字母和节点数组成的地址,例如在最左端的节点,其地址为 A.1。这个地址代表节点的第 3 层地址。在节点上面三个数字组成的数代表节点的第 2 层 MAC 地址;例如,A.1 的 MAC 地址是 101。例子中表示从 A.1 到 D.3 的报文传输。

步骤 1: 站 A.1 发出送一部分数据到站 D.3 的命令。数据沿 OSI 模型向下前进直到它到达节点的网络层软件。网络层软件建立第 3 层的数据包,把源地址(A.1)和目的地地址(D.3)两者放入包内。网络层软件注意到目的地处在不同的网络上,并且推断出必须把报文送到网络 A 的路由器,以便正确地把数据引导到网络 D。一般来说,工作站有作为配置成站的网络配置的一部分的它的网络路由器的网络层地址,但是也有允许工作站动态地发现网络路由器的位置的方法。在任何一种情况下必须把报文送到网络 A 的路由器。如果 A.1 有用于路由器的地址映像,表明网络层地址 A.3 被映像到路由器的 MAC 地址 105,则 A.1 用有关的地址建立以太网的帧,并且把帧送到路由器。如果没有这样的映像,则为了发现对 A.3 的地址映像,节点(A.1)应当利用地址分解机制,并且当接收到映像时把它存储起来以供节点在将来使用。图 1.10 表示报文看来像什么,一般地说,它是先前由 A.1 送出的报文。

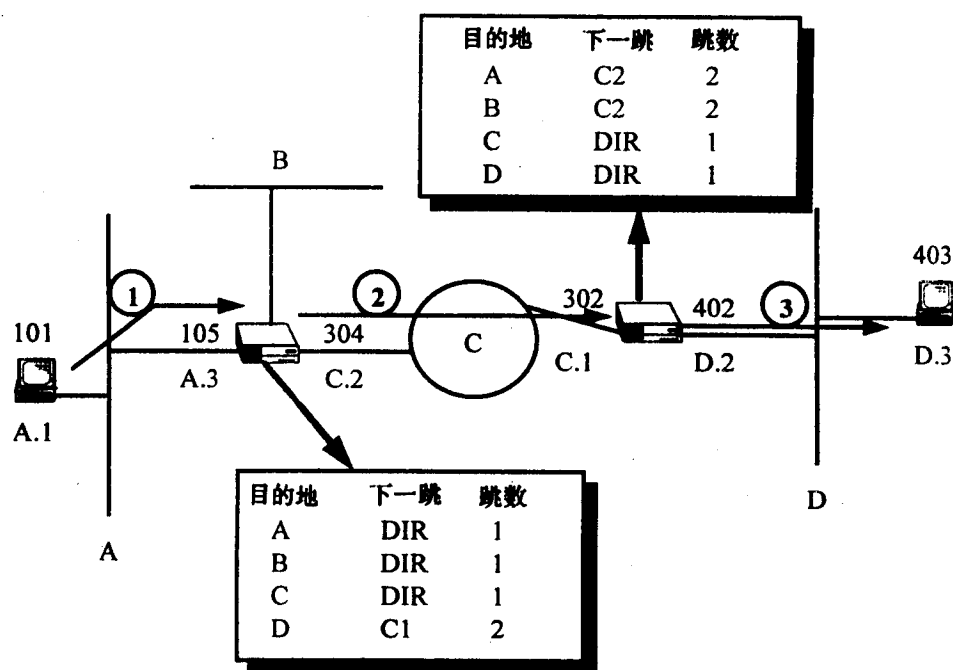


图 1.9 普通的路由确定的例子

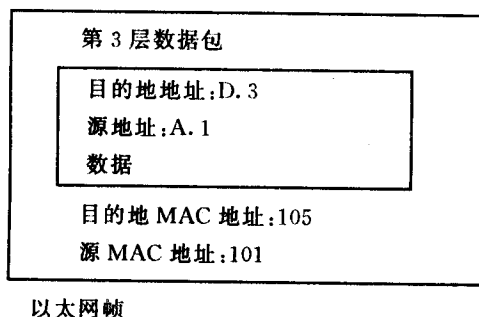


图 1.10 由 A.1 送出的起始报文

步骤 2: 路由器 A.3 接收到基于在以太网帧中的目的地 MAC 地址的报文。路由器丢弃以太网帧, 并且查看第 3 层的数据包的内容。为了要寻找目的地网络地址而检查目的地地址。在这点上路由器只是查看目的地地址的网络部分。路由器找出数据包要到达网络 D, 检查在图 1.9 中所示的路由表, 看路由器是否知道怎样可以到达网络 D。由检查路由表, 路由器找出由通过令牌环网络送出数据到节点 C.1, 能够到达目的地。节点 C.1 是另一个路由器, 它紧靠目的地网络, 距离为一步。路由器从以太网卡传送信息到令牌环网卡, 在此将建立起令牌环的帧, 通过环网传送数据。除非路由器已经建立了表示 C.1 映像到 302 的映像关系, 这时必须引用相同的地址分解来发现到节点 C.1 的 MAC 地址。任何一种方法都要建立如如图 1.11 所示的有正确的 MAC 地址的令牌环帧。注意第 3 层的地址未作改变, 而第 2 层的 MAC 已变化, 表示用于令牌环网的有关源和目的地地址。