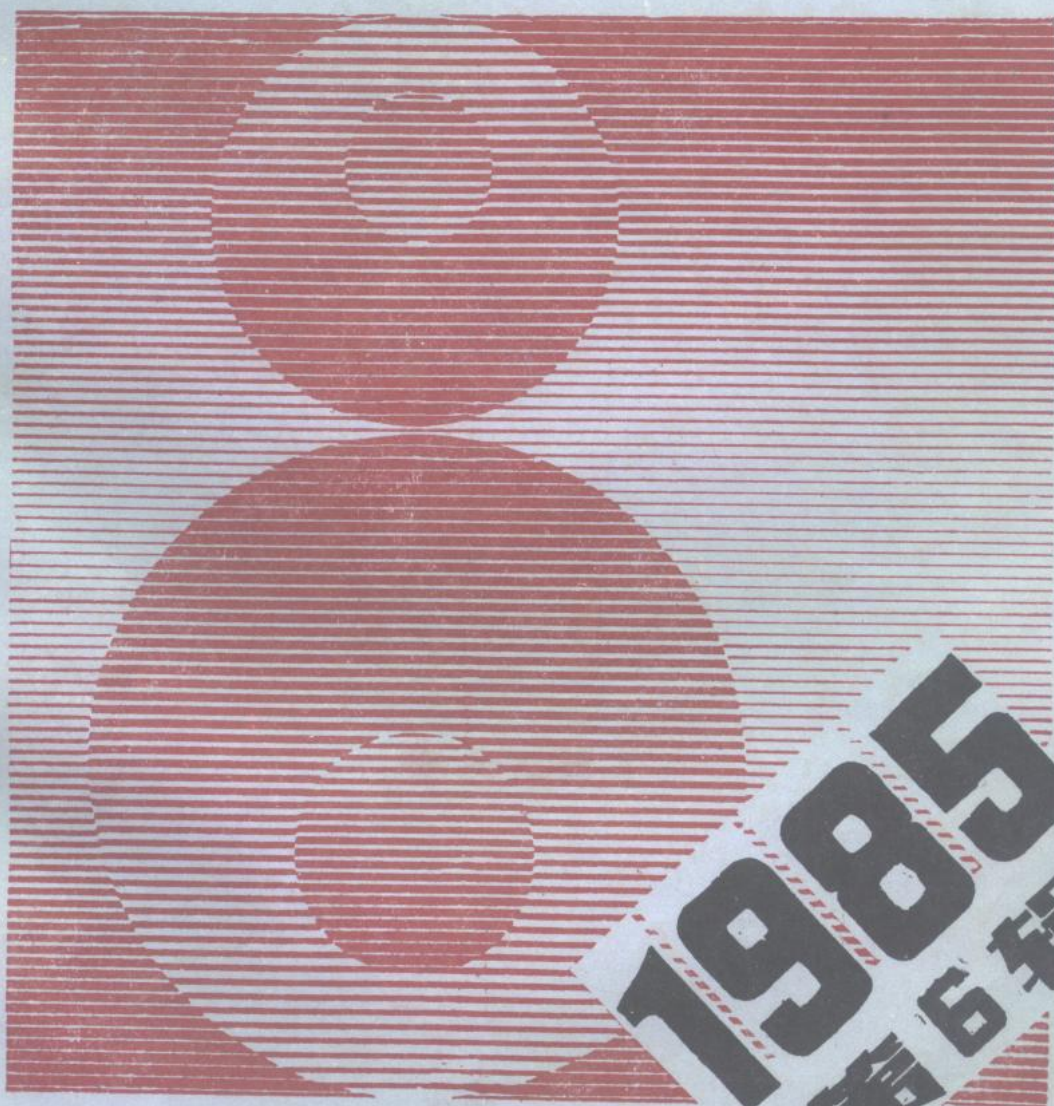


WEIXING DIANNAO YINGYONG

微型电脑应用



1985
集台辑

上海交通大学出版社

主 编 张钟俊
常务主编 白英彩
责任编辑 叶安麒
封面设计 朱天明

JS467/08

微 型 电 脑 应 用

(1985 年 第 6 辑)

上海交通大学出版社出版

(淮海中路 1984 弄 19 号)

新华书店上海发行所发行

常州村前印刷厂排印

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 8.5 字数 209000

1985 年 12 月第 1 版 1985 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—15000 册

统一书号: 15324·41 科技书目: 101-251

定价: 1.70 元

编者按

局部网络技术是近年来才发展起来的。自问世以来，已经在政府部门、大型企业和各种分布式处理中取得了显著的成效。我国的研究才刚刚开始。为了配合广大读者学习和了解微机局部网络，本刊特意在今年的最后一辑中编选了这一专辑。内容包括《局部网络技术》、《Intel 82530串行通信控制器》和局部网络讲座的第八讲。

《局部网络技术》明年将由本社出版单行本。有需要的读者，可向本社发行科联系。由于全书篇幅较大，作了若干删节。

7P26
95.85.6

目 录

1985年第6辑(总第9辑)

局部网络专辑

局部网络技术.....	[美]麦克纳马拉
第一章 引论.....	(1)
第二章 拓扑结构和存取方法.....	(4)
第三章 专用小交换机.....	(9)
第四章 媒体.....	(16)
第五章 物理方面的考虑.....	(22)
第六章 如何进行工作.....	(32)
第七章 操作与维护.....	(41)
第八章 协议.....	(48)
第九章 服务器.....	(51)
第十章 局部网络的扩展.....	(57)
第十一章 大网络管理问题.....	(64)
第十二章 标准.....	(72)
Intel 82530串行通信控制器.....	[美]SHARAD GANDHI(74)
局网(八): 局部网络的应用层.....	吴竹辉 汪同英(126)

局 部 网 络 技 术

[美] 麦克纳马拉

第一章 引 论

网络是一个熟悉的概念。无线电、电视、铁路以及公路这些网络,已伴随我们几十年了。计算机网络,虽已经存在二十多年了,但对我们来说还不太熟悉。因为网络的本身并不能看到。我们所看到的只是网络的使用结果。

计算机网络具有两个重要特征:

- (1) 提供信息的共享存取;
- (2) 允许数据流动。

这些特征对地理位置分散的事务处理是非常重要的。因此,计算机网络已经横跨了一个宽广的地理区域——一个州或整个国家。在过去几年里,一种新的计算机网络,“局部网络”,已成为很重要的网络了。局部网络是一种联网距离有限的数据通讯系统,(一般在1~2英里以内);它以廉价的媒体(同轴电缆或双绞线)提供宽频带的通讯(频率范围为几兆赫);提供一种转接能力(用户能互相选择连接);通常为用户自己拥有。

这些特征使它与原来的计算机网络有明显区别。原来的计算机网络在国际电话网上运行,网距很长,频带很窄,所有权属于公共载波或政府经办机构。尽管存在这些不同,但两种网络面临的许多问题是相似的。对于普通网络和局部网络,没有一种单一的体系结构、传输媒体或交换技术能适合于所有的应用。

普通网络和局部网络之间,除了物理上的不同之外,在应用上也有一个重要的区别。两种网络都允许共享数据库。但是,局部网络又进了一步,它允许用户共享许多通用的软/硬资源,诸如存贮器、输入/输出及通讯设备。共享资源是局部网络中最重要的概念,后面将予以详细讨论。

要了解局部网络之所以会如此重要,我们需要回顾一下计算机系统的历史及其发展。

过去二十年中,许多计算已能在分时系统和批处理系统中完成了。分时系统对于要求频繁人工干涉的应用是非常成功的,因为分时系统节省了人们许多时间,比起批处理系统,其空闲时间更少。批处理系统在处理数据量大及人工干预少的应用中,仍保持着统治地位。

分时系统的成功,使系统中的用户增大,以致在最大负荷周期中系统的响应时间慢得令人生厌。唯一的解决办法就是增加计算能力。

增加计算能力可以通过增加中心计算设备的能力或把更多的计算能力直接放到用户手里来完成。

增加中心计算能力,并不总是容易做到的事。在一些情况下,目前常用的分时系统的制

造者，还没有计算能力更大的型号。这一问题解决办法就是再买一台同一规模、同一厂家的计算机，一半用户连接到一台计算机上，而另一半则连接到另一台上。当一台计算机可提供足够的能力时，问题就出现了。将来的用户不可占用这能力，因为他们的文件存在另一台(超负载的)计算机上。

图 1 所示是一个可供两台计算机存取文件的简单网络，它有两个主要的困难：第一，每台计算机耗费一部分时间来传输文件到另一台计算机上，为没有文件的用户服务。

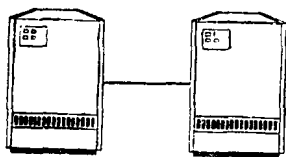


图 1 共享文件访问的双计算机

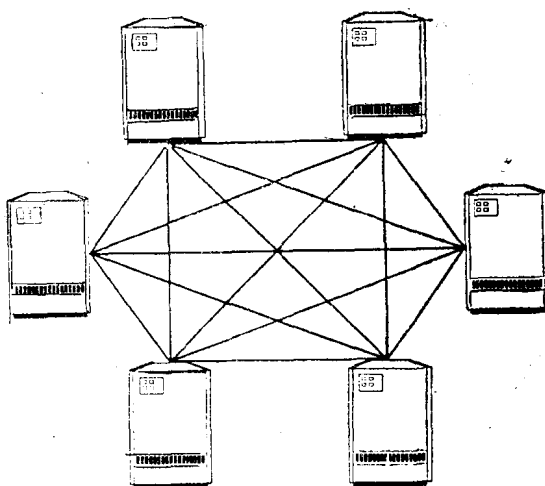


图 2 多站点网状结构网络

第二，也是十分重要的困难：图 1 没有很好地概括多台计算机的情况。还需要图 2、图 3 或其组合。

在图 2 中，通讯接口的价格和通讯通道的价格都很高，网络中每加入一台计算机，增加的投资是惊人的。在图 3 中，通讯接口价格和通道价格都较低，但是，每台计算机传送数据到另一台计算机所耗费的时间，要比完成它自身的计算任务还多。另外，计算机和通讯线

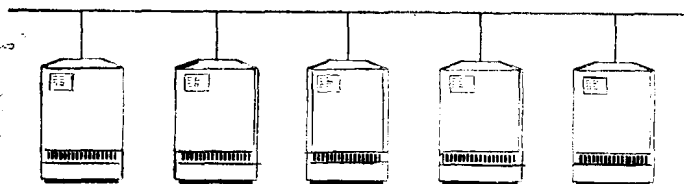


图 3 总线网络

路的直线安排是非常不可靠的。只要一台计算机或一条通讯线路发生故障，就会把网络分割成无法通讯的两部分。

增加中心计算设备能力只是方法之一。第二个方法是，把更多的计算能力直接交到用户手里，即，增加用户终端的能力。

过去十年中，现有的用户终端的计算能力已有了极大的提高。主要是由于终端制造者的技术更新。随着廉价的微处理机的出现，终端中使用的许多复杂的线路，可以更容易、更便宜地使用微处理机来实现。一旦终端设备内部配备了微处理器，终端马上可变为一个小计算机。利用现代廉价的内存芯片很容易扩充内存容量；温切斯转盘可用作海量存贮器。打印机可以提供硬拷贝，这些价格都很低。

一旦用户终端成为具有海量存贮器的个人计算机，数据传输就从键盘输入和屏幕显示的低速传输转换成文件的高速传输。此外，传输和接收不再只与主计算机有关，而且还与任何一些其它计算机有关。一个实际的计算机网络如图 2 或图 3 是需要的。但是，由于要连接大量的站点，所以需要更好的设计。

但是,建立个人计算机网络,并不只是一种与大型计算机连接的扩展。由于经济上的和其它一些原因,一些在大型分时系统中为每台机器提供的服务,应该被个人计算机网络的用戶共享。共享网络服务包括:存取文件服务、打印服务及通讯服务。尽管网络服务器(“serVers”)的概念,以后要充分讨论。让我们在这里先讨论一下提供网络服务的动力。

网络文件服务和网络打印服务的需要来自于与磁盘及打印机有关的逻辑问题。磁盘可能碰坏,因此,它们应该被定期地拷贝。因为个人计算机和字处理器用户知道,要使磁盘获得足够置信度,频繁地支持拷贝的负担有多么重——直到盘出现了不可挽回的损坏(或物理上的丢失)。大多数的这类问题,使用中心管理盘服务是容易解决的。其中有一个指定的任务来完成拷贝,并且盘通常是密封的而且保管得十分妥善。而不是放在书桌抽屉里或背包里。

现存的计算机,装有提供了集中化的文件设备的海量存贮器,方便了用户。因为用户可以从网上的任何计算机存取所希望的数据。用户不必在特定的书桌抽屉里寻找特定的软盘。中心盘服务设备也减少了在一些计算机系统(分布型的数据库)中处理修改副本中的数据的问题。很可能,每个用户都将在同一数据库上操作和修改。

每台个人计算机上的打印机,由于它们的利用率低,因而,常常是一种不必要的耗费。再者,和个人计算机一起提供的很便宜的打印机质量常常低得令人遗憾。打印用户一般既需要分设在各处的打印机,又需要性能和质量都很高的中心打印机。

一个个人计算机网络,也可能要求访问公用包交换网,或访问公司所有卫星通信链路。对用户来说,这样一种服务的高价格和低利用率,使得他们要求产生能在整个网上访问的共享资源。

最后,有必要提醒一下。许多书刊的文章,都是严格按照小型个人计算机共享存取文件、打印机和通讯设备来讨论局部网络的。这种讨论未涉及大型计算机(主机)在局部网络中,所起的重要作用。

首先,有些问题是小型计算机所解决不了的。尤其是需要处理大量数据的问题,或处理精度很高的数量,都最好在高速的大机器上进行。局部网络中连入这样一台计算机,开发适当的网络软件,使每个用户都能享用这巨大的计算能力。

其次,二十多年前,Herbert Grosch提出了“Grosch”定律,指出,计算能力是随支付的价格的平方增长的。即,二倍的价格,可以得到四倍的能力。这个定律是相当有效的,但也有限制:组装方式不同(单片集成线路的计算机与在机架上装配的计算机相比较)其价格曲线也随之而异。虽然Grosch定律,也许只适用于某一类组装的计算机,但是大型机和个人计算机的“每秒每条指令的价格”曲线仍可能交叉的。建造一台大型计算机,它每秒每条指令的价格比微处理机低,可以利用方便的分时技术来分配访问时间。负责为工厂、图书馆及大学选择计算能力的人们,不该只看局部网络方法,批处理系统、分时系统、或者一个大型机和个人计算机混合安排的局部网络,都可以提供最好的方法。

总之,局部网络是十分有趣的,也是十分有用的。因为它们允许终端、小型计算机、大型计算机的用户共享诸如存贮器、输入/输出、通讯设备等资源。另外,它们允许用户共享信息和私人通讯。

第二章 拓扑结构和存取方法

在局部网络中，短距离、高带宽和廉价媒体创建了一种操作环境。在这种环境中，“带宽是便宜的”。实质上与传统的公共载波环境相反。这些不同环境的重要结果是，电话网和局部网的网络拓扑(和其中的路径选择)有着根本的不同。

一、局部网络拓扑

鉴于电话网通常具有分级形式，根据线路和价格，在两个站点之间建立连接。局部网络通常具有非常规则的结构，即，星型(图4)环型(图5)或总线型(图6)的结构。再者，电话网的站点路径选择是根据复杂的规则，而局部网络的站点几乎没有任何可能的选择。

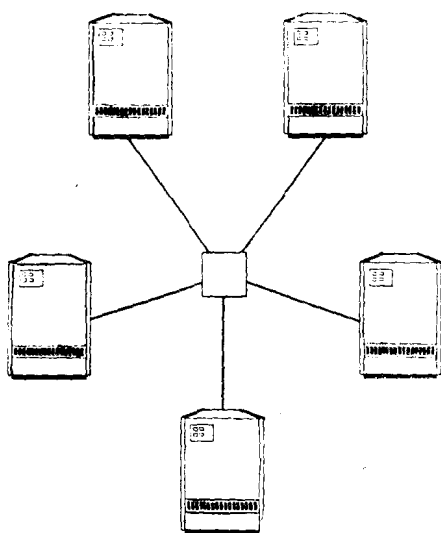


图4 星型网络

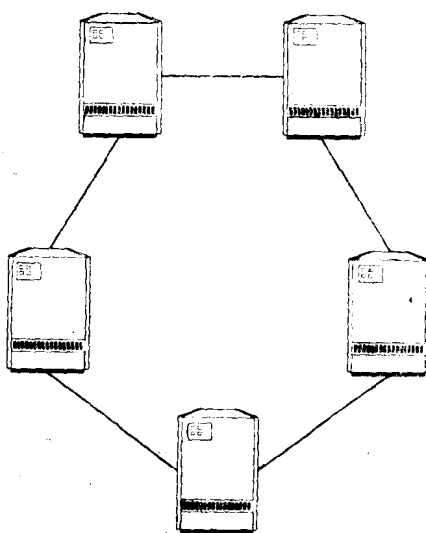


图5 环型网络

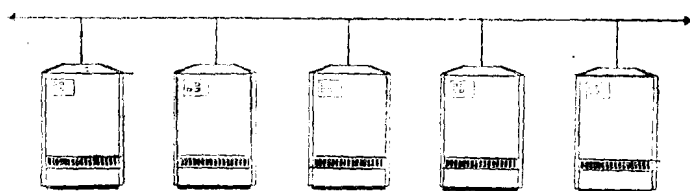


图6 总线型网络

图中所示的每种拓扑，最适合于某种特殊的媒体类型，有着最佳路径选择策略和可识别的可靠特性。这些将在后面的段落中进行介绍。

1. 星型网络

星型是一种方便的拓扑，因为它允许特别容易的路径选择，中心站点掌握到达其它站点的途径。由于有一个中心控制点，可以很容易地控制访问网络，并可以给出选择站点的优先

状态。最终,但决不是至少,一个星型结构为完成网络维护和测试,提供了一个中心点。

由于采用集中控制,要求控制点必须异常可靠,并有计算能力以控制所有的网络通讯。由于有这些缺点,采用的局部网络几乎没有是真正星形的,实际上,有许多只是利用了星型的连接模式,这在后面将要解释。

2. 环型网络

环型对于传输媒体来说,是一种具有吸引力的拓扑。它适合于单工的或很难抽头的场合,如在单向传输场合,环型不需要线路选择,因为每个站点(除了发送者)总是让报文通过。另外,每个站点拷贝所寻址的报文。环型系统有着其独特的特征,它们可被安排来提供接收证实。这是由在报文格式中,提供一位,当收到报文时,该位取反。由于环型中发送的报文最终回到发送者,那一位的状态可用来证实接收。报文的CRC(循环冗余检查)可用来证实哪些地方没有传输错误。

环型初看起来没有星型可靠。因为要使网络正常运行,环上的每个站点,就必须能正常工作。实际上有可能设计一种环,使发生故障的站点被继电器旁路。这个概念如图7所示。也有可能进一步扩充这种概念,在两结点间设旁路继电器和双工连接。这种安排能使故障站点或故障的环的部分被旁路,如图8所示。但是,对于环型网络的其余站点,可能要提出一个问题。为了插入一个站点,环必须断开,这时,网络就不能正常工作。附加站点的安装和测试,可以由增加“线路中心”来简化。那儿,所有的旁路继电器都装在此中心并且所有站点的接线都在此通过(增加了环的总长度)。具有线路中心的环型系统,类似于一组互连的星型系统。如图9所示。

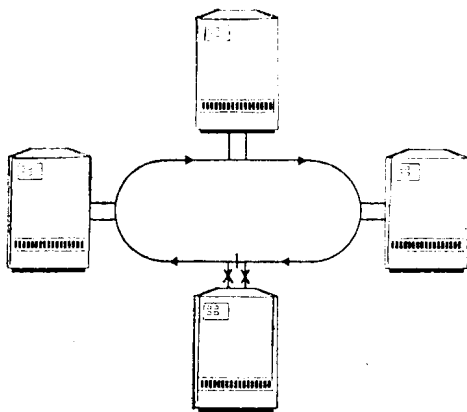


图7 具有旁路继电器的环型网络
“X”在正常运行中表示接通。

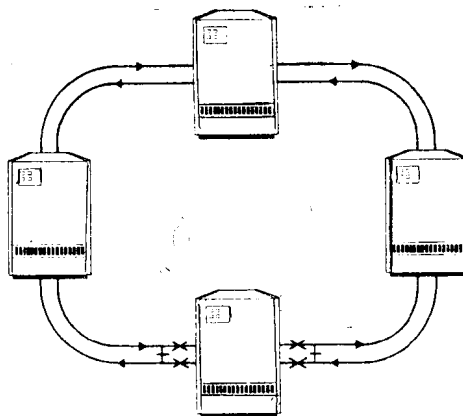


图8 两个站点间具有旁路继电器的环型网
“X”在正常运行中是接通的。
“+”在旁路操作中是接通的。

3. 总线型网络

总线型需要全双工媒体(其中信息可朝两个方向流动)。与其它拓扑不同,和总线相联的站点通常根本没有路径选择或报文传送。这是因为总线是一种广播式的媒体,挂在上面的所有站点能收到全部的传输报文。而且,由于在许多总线型系统中,各站点互相争用媒体,要求用一种办法给各站点分配媒体控制权。由于不需要路径选择和集中控制,大大提高了可靠性。总线型的主要吸引力在于,站点即使失效,只要站点的故障不是“串话支流”类型的(这种类型中随机信号加到线路上),信息仍然可以通过网络。另外增加站点,一般不会中断网

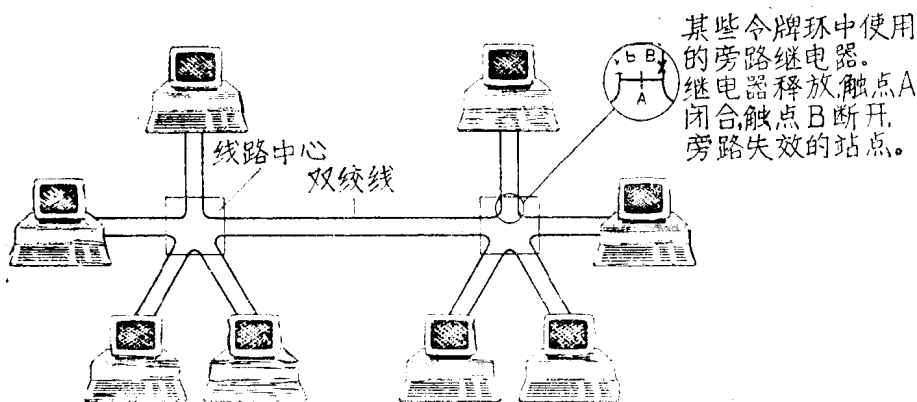


图 9 具有线路中心的环型网络

络通信。

但是,总线型也确实存在着缺点,假如引线靠得很近的话,抽头装设不当,会使阻抗不平衡,从而引起信息反射,干扰数据传输。因此,在设备手册中,一般都规定两根引线间的最小距离。此外,总线物理上的损坏,足以引起阻抗不平衡,也将引起反射。虽然总线系统可由放大装置(中继器——见第十章)分段,而且总线也可以在这些点分开以便进行故障隔离,但是,比起星型或采用线路中心的环型网络,分段网络的维护可能更为困难。

二、存取控制方法

线路交换系统,仅仅在一次呼叫开始时,要求访问传输媒体,并发送地址信息。在一次呼叫期间,可以交换几个报文,与此相反,包交换系统,要求将报文分解成信息包,每个信息包发送时均要访问媒体。在包交换中,由于需要频繁地访问媒体,因而用来加快和简化访问的控制方法,变得重要了。

在线路和包交换系统之间另一个重要的不同在于,线路交换系统需要利用交换中心的共享逻辑线路建立必要的连接。包交换系统要求在每一站点设置媒体存取控制逻辑线路及寻址系统。因此,存取控制系统的复杂性在系统价格方面起着重要的作用。

总之,包交换系统的优点,必须与它们的要求进行权衡比较,要求之一是站点中对于访问传输媒体需要加快、简化并降低逻辑线路的价格。

虽然前一节已略微提及了对各种拓扑媒体的存取控制方法,但还没有一种控制系统被详细讨论。因为在控制方法和局部区域网拓扑之间,还没有一个一一对应的关系式。但有一些方法较广泛地运用于某种拓扑中。所以,下面讨论的控制方法将着重于最流行的控制/拓扑组合。

1. 查询

上面描述的三种拓扑,早在局部网络之前,就用于电传打字电报机网络中。常用的控制方案是“查询”。这种控制方案中,一个主站点询问每个从属站点是否有信息量发送。查询系统的优点,就是所有站点可以接受相同的访问,或者,可以由较频繁地查询优先站点,给出优先权。主要的复杂性、耗费、维护需要都集中在同一点——主站点。此外,查询系统可

以通过很长的距离良好地运行。因为可以把应答等待时间调整到补偿长距离传播的延迟。但查询是非常耗费时间的,因为媒体上大量的报文都在查询主站点报文。一个查询系统的成功,也极大地依赖于主站点的可靠性。

2. 环型网上的令牌

一种适合于环型拓扑的有效查询方案。在令牌系统中,提供称为令牌的专门位模式,绕环循环。假如一个站点没有信息量,则让令牌通过。假如一个站点有信息量,它就在令牌的前端插入一报文。然后,把令牌重新放入网络。令牌系统提供一种对距离不灵敏的查询系统。但是,可以更有效地利用媒体,因为令牌是向前传递,而不是来自主站点。

可是,令牌传送依赖于站点的正确性能。必须做好储备,使引起令牌消失的故障,适当地恢复。

令牌方案有许多种。其中有一种,在总线上使用令牌,特别值得注意。

3. 总线上的令牌

令牌在总线上从一个站点传到另一站点的功能,与它在环型上的功能很相似;令牌的接收,意味着“权力的传送”。但令牌是以不同的方式从一站点到另一站点的,并不象在环型中,令牌从一个站点传送到物理上的邻近点。总线上由一站点到达另一站点,是由地址算法决定的。假如令牌到达地址的站点没有信息传送,则它就使令牌转送,到下一个具有最低地址的站点。假如站点存在传送,则占据令牌,传送一报文,然后,令牌再向前转送。

至此,这确实象环型。但是,它们在接收、管理和系统完整性检查方面,有着本质上的不同。在令牌总线系统中,已经发送令牌的站点,要去侦听,以确定后面的站点是否已经收到令牌并已经开始传送。这个收听过程,必须做得很仔细。因为在有着很长延迟的系统中发送令牌的站点听到的下一信号可能是自己的。重要的是在这一点上实现正确的判定,因为假设当它不能引起令牌丢失时,令牌就已经正确地传送了。错误地假定那个令牌已丢失了,并产生了一个新的令牌,那就会引起两个令牌同时出现。

4. 竞争: ALOHA 和分片ALOHA

另一种控制技术是竞争。尽管这种技术对于总线拓扑是比较合适的,然而,应用竞争的典型是在夏威夷的一个星型拓扑 ALOHA 网络。ALOHA 网络用无线电通讯,从很分散的站点到达中心站点。尽管远离中心的站点可以和中心的站点通讯,但它们之间不可以相互通讯。选择的控制系统是,当它们想要传输的时候,远离中心的站点就可以传输。如果那时没有其它的传输,中心站点可以正确地接收报文。否则,接收为来自其他站点的传输所混淆,这样的事件称之为“冲突”。

ALOHA 系统的一种可行的模拟,是一个会议。在这个会议上,所有的参加者,当他们希望时,便可与主席交谈。可以想象一下,这样一种方案的许可能力是很低的——媒体用来完成成功传输的时间低于20%。

在“需要时,便可交谈”这种有竞争的方案中(常称为“完全 ALOHA”),传输中任何时候都可能出现冲突。冲突甚至可能出现在别的报文结尾,浪费了发送那一信息所占用的通道的时间。在通道时间利用中的一个本质上的改进是由创立“分片 ALOHA”这一有竞争的方案来完成的。在“分片 ALOHA”中,站点彼此同步,只有在时间片开始时,才开始传输并且传输至多

是时间片的时间长度。因此,有些时间片,包括同时发生的传输的混合,有些不包括传输,有些只包括来自一个站点的传输——成功的传输。

回到会议模拟来看,就好象主席只允许同人们交谈少于一分钟,并恰好是从一分钟的界限开始。分片ALOHA提供大约完全ALOHA的二倍能力;成功传输时间略少于40%。

5: 竞争; CSMA和CSMA/CD

为ALOHA网络描述的竞争系统,站点之间不可相互通讯的限制,是一种苛刻的约束。假如这种约束除去,那么,一些更具有吸引力的技术就可被运用了。其中,最简单的是“载波检测多重访问”,或称为CSMA。在CSMA中,一个站点在传输前侦听媒体;假如什么也没听到,它就开始传送。但是,存在着一定的可能性,那就是,其它一些站点可能在同一时间做出同一决定,两个(或更多的)传输,可能同时开始。这种事件的可能性,在一根长的总线上会增加。因为发送可以在总线的一端开始,并且在远距离端点决定传输以前,它没有传播到总线的远距离端点。因此,冲突检测可通过比较传送的数据和接收到的数据,检查媒体上的报文是否和被传输的相符来完成,或者通过直接的电手段,检测其它发送是否存在来完成。

回到会议模拟,比较传送和接收的数据,确实是一种被与会者使用的方法。个人收听,看一看是否有其它人在交谈。假如没有人在交谈,那么,他就开始讲话,并同时听房间里是否有别人的声音。假如听到了别人的声音,每个说话者通常“退避”寂静几秒钟,然后,试着重新开始。

在CSMA/CD系统中,当检测到冲突时,也使用退避。重新开始前的时间是随机的,或者可以按照“指数规则”。在随机再试中,遇到冲突的传送站点将等待一个随机的时间,然后再试。假如再试遇到了冲突,这一过程将用另一个时间间隔来重复。在指数退避中,再试是在随机间隔以后进行的,但是每个后继的随机数,是选自这样一些随机数,即,平均为前一次偿试用过的数的两倍。这个方法继续下去,直到无冲突传输完成或超过最大再试次数。对于退避的最佳策略,已成为一些论文的题目了。

正如令牌总线和令牌环系统的情况一样,CSMA/CD有其优点,即,控制是分布到站点的。在总线拓扑中,站点不是媒体的一部分,因而获得高度的可靠性是可能的。但是,把CSMA/CD运用到最适合的拓扑——总线中,并不是没有缺点的。正如上面所提到的,有时候站点开始传送时,可能并没有认识到相互的存在(即检测冲突),因为有时候(大约5毫微秒/米)它带着报文从一处到达另一处,如果报文足够短,那么冲突的出现并不是每个站点都知道的。因此,CSMA/CD要求报文不短于最小长度,它是传输速度和媒体长度的函数。因此,它实际上是限制信息包的尺寸和媒体的长度。CSMA/CD中的另一个问题是,有时,获得访问媒体所需时间是可变的,其实,理论上并没有保证站点总能得到机会传输。在媒体容量小于约百分之四十的系统中,这个问题是可以忽略的。

第三章 专用小交换机

许多人感到, 局部网络并不限于第二章中讨论的拓扑和存取方法。通常讨论到的网络的另外一种类型, 是由特殊的专用小交换机(PBX)这种电话交换装置提供的。这一章将要考察一下PBX技术发展、特性以及在局部网络中的应用。

一、PBX技术的发展

尽管在小的PBX中用的技术有时比交换技术更为先进, 但是, 在PBX中用的技术已经反映了其前一代产品——电话公司交换机。在二十年代和三十年代初期, 许多PBX是人工的, 正如许多交换机是人工的一样。但是, 自动化正获得一个强有力的立足点。这个特点, 导致了一些人采用了缩写PABX, 其中A代表“自动机构”。

到四十年代, 自动交换在PBX中是普通的了。有些使用步进交换设计。这里, 机械装置按被拨号数字步进移动, 而其它用“全继电器”设计, 其中, 只有机械运动是用继电器操作。到了五十年代, 纵横开关系统已用于PBX和主交换中。这些系统, 是机电交换技术的顶点, 因为在交换机构中, 交换有最小的机械运动和高级的继电器逻辑(普通控制)共享。

在六十年代中, 对于前面的机电设计、维护成了一个重要的问题。电话用户自愿地支持额外部分, 以支持诸如简化拨号、呼叫转送和三路呼叫等特色。维护问题和市场特殊机会, 二者均可用, 后成为可能的一个方法来解决: 电子学。

虽然最初的电子交换系统产品使用电子学来改进可靠性, 降低维护费用。但是, 只有这些系统的公用控制部分采用电子器件。话路的转接仍由密封在玻璃容器里的金属触头来完成。由于每次呼叫占用一条可识别的实际话路, 这样一个交换系统被称为“空间分割”交换。

尽管在六十年代对非空间分割的交换技术进行了许多实验, 但是, 直到七十年代, 其它方法才成功地引入市场。分时多路转换是这些新方法中最为重要的一种, 因为它为数据交换中使用PBX铺平了道路。

二、分时多路转换

五十多年前, Harry Nyquist证明, 一个模拟信号可以被“采样”(定期地测量), 并从取样中正确地重现, 假如采样以模拟信号中出现的最高频率的二倍的速率来完成的话。

声音信号利用小于4000赫的频率, 因此, 抽取一个8000赫的声音信号, 足以产生一个后来被用作重现原始声音信号的脉冲信息串。这个过程如图10所示。

但是, 图10中的采样, 仍然是模拟量——即, 它们可有任意值的振幅。具有如此多可能取值的信号量, 当通过一个有干扰的通信信道接收, 要精确地重现是困难的。因此, 希望把模拟信号转换成某种数字信号——若干1和0的组合——因为只有二个值的信号量, 在有噪声干扰电信号的情况下, 才是很容易辨别的。

把模拟脉冲编成数字量，可以由限定振幅值到一定的离散值来完成。然后每个脉冲被赋予二进制码，代表与脉冲实际值最接近的离散振幅值。这个过程用图11来表示，为了便于理解，其中离散的振幅强度已被限定到8。

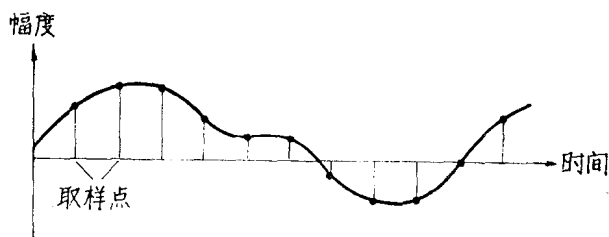


图 10 声音信号的采样

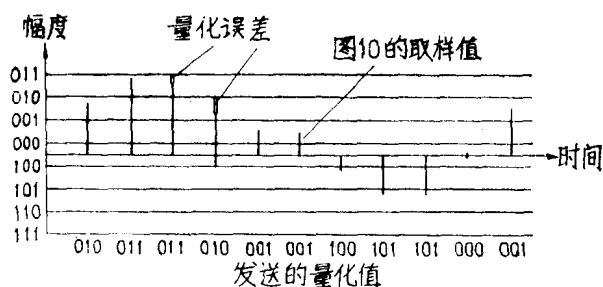


图 11 模拟采样值的数字编码

仔细研究一下图11，可以看出，在模拟信号量化为二进制的过程中，引入了误差，它们被称为量化误差。随着可赋予的离散值的增加，量化误差被减少。因为在信号实际值和最接近的赋予值之间的差值减小了。但是，二进制位数要增加，以代表被传输的信号。因此，数目的选择是在量化误差和传输效率之间的一个折衷。在通话中用到的值的个数是256，需要8位代表一个样值。

一个声音信号每秒取样8000次，编码为8位数量，产生64000位/秒数据流。从这个数据流，其它电子线路可以利用“译码”过程，完全恢复原始话音信号。

语音编码成数字形式，在同一传输设备上，多路数字编码会话的传输，是分时多路转换的基础。在六十年代初期，首先被引入到数字传输系统。十年以后，当可利用适当的集成电路时，分时多路转换对于传输和交换来说，均成为具有吸引力的了。使用分时多路交换，有如下优点：

(1) 在六十年代，交换局间已安装了许多数字传输系统，与这样一个系统有关的主要消耗，是“信道排”的安装，它把传输设备两端的模拟信号量转换成数字和声音，反之亦然。随着数字交换的到来，信号量可以固定在数字状态，不需要信道排，直到到达一个模拟开关或模拟传输设备。

(2) 分时交换可以由逻辑地选通到达或离开系统内的总线来完成。附加的传输，可以由增加总线带宽来处理(在相当程度上)。因此，可能设计一种转换开关，允许每个人分别访问其它人。这种交换类型的设计，被称为“非阻塞”，它与空间分割转换设计相反，它通常不允许超过20%用户同时忙于呼叫。

(3) 数字交换技术, 同样使用集成电路技术。在计算机工业中, 集成电路技术着重降低成本, 提高性能。

虽然列出的第一个项目首先用于电话交换的数字交换中, 但第二项和第三项应用到PBX和电话交换中。此外, 数字交换还有另外一个属性, 它对PBX 是有特殊意义的:

由于数字交换系统以64千位/秒位流传送声音, 所以, 它们以进行声音会话相同的价格执行64千位/秒的数字传输。

这个属性在考虑局部网络中是有意义的, 因为它意味着一个数字PBX可以非常经济地将64千位/秒数字放在每个人的书桌上。

三、PBX在局部网络中的应用

考虑图12中两种典型的局部网络, 图中的每一部分。一个局部网络(一种情况是环型, 另一种情况是总线型)跨越了 D_2 的距离, 构成它的设备与用户终端通过 D_1 线相连接。

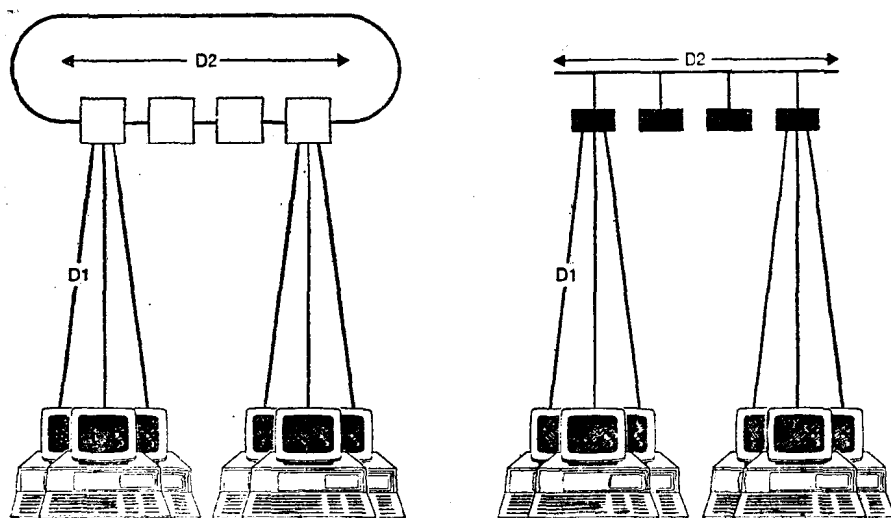


图 12 两种典型的局部网络的构造

那些把局部网认为是 CSMA/CD 总线的人, 会下意识地指定 D_1 的值为 5 米, 因为在 CSMA/CD 系统中的终端通常靠近终端集中器, 它连接终端到 CSMA/CD 总线。他们还将指定 D_2 的值为 500 米, 流行的 CSMA/CD 系统的一段正是这个距离。

具有 PBX 基础的人们会假定, 距离 D_1 代表 PBX 到电话/数据站的线路, 指定 500 米的值, D_2 是一个简单的 PBX 的底板总线, 并且在 5 米左右。

看图 12, 有人可能断定, 除了引线的相对长度和主要数字通路, PBX 是和环型或总线型局部网络相同的。但是, 在 PBX 和局部网的其它形式之间存在着一些重要的区别。这些不同包括布线的价格、阻塞、带宽、可靠性、提供的服务、标准及线路与信息包交换比较。

1: 布线价格

使用 PBX 作为一个局部网络的最具有吸引力的特点之一是布线的低价格。使用窄的带

宽,意味着可以使用普通的非屏蔽双绞电缆。另外,传统的电话布线意味着,设计师和承包商已经设计了组装式的管道系统,来容纳PBX的布线。

但是,关于PBX布线的简单性的一些重要点,需要更仔细地检查。第一,一个新的数字PBX未必能使用为一个老的PBX预先敷设的布线。只有在书桌上接头数足够,只有假设新PBX通过扭绞双绞电缆和非扭绞“四芯导线”——来自电话设备到达邻近接线盒的典型控制的四—导线混合物时,能够良好地工作,才是正确的。

第二,应该指出,其它局部网系统也能够使用简单布线。环型系统经常使用屏蔽扭绞双绞电缆,总线系统可以在用户终端和终端集中器之间使用屏蔽或非屏蔽扭绞双绞电缆。

另外,令牌环的线路中心或总线网络的终端集中器,可以装设在电话装置套间。因此,可利用建筑管道来布线。

有一个关于布线的基本的折衷方案,运用于局部网络的所有类型,包括PBX在内,假如想要在用户终端具有很高的带宽,布线完成指定的服务将是昂贵的,或在距离上有限制。假如仅仅需要中等的速度,可以使用较经济的布线方案。

2. 阻塞

六十年代初期,在数据传输中使用PBX要在现存的模拟空间分割交换机中加接调制解调器。通过调制解调器的数据传输,通常很频繁并且比PBX中设计的话报呼号更为经常和持久。通常的结果是:阻塞,无能力应付呼叫。

PBX的信息处理能力,常常表示为在一年最忙一天的最忙一小时中:厄兰/线。

假如一线在忙的小时一直忙着,那条线处理1厄兰信息量。信息量强度的另一单位是百次呼叫/秒。其缩写是CCS。一小时中有3600秒,所以 $36\text{CCS} = 1\text{厄兰}$ 。假如在PBX中的所有线在繁忙小时中可以处理1厄兰(或36CCS)的信息量,那个PBX是非阻塞的。

正如上面所说明的,现代分时多路转换数字交换,既可被设计成非阻塞,又可以是可能性很小的阻塞,在这两个可能的选择之间,因为任何机构中计算机用户总有一部分是处于休假、生病、或由于一些其它原因不在使用他们的终端。

3. 带宽

64千位/秒是否是一个适当的传输速度,这是个很复杂的问题。认为64千位/秒是不适当的理由如下:

(1) 速度在提高

二十年前,110位/秒被广泛地使用,任何一个有300位/秒终端的人,被认为是享受着一种奢侈品。最近,随着一些19200位/秒的使用,9600位/秒已成为普通的了,基于这个趋势,可有把握地认为64000位/秒不久将成为普通的,并且,近年内,要求的速度还将超出这个速度。

(2) 用途在改变

上面提到的速度,是关于终端到计算机通信。由于个人计算机代替了终端,通信特性将以终端的文件传输为主,而不再是人机交互特性。占用几秒钟以上的文件传送,会被认为是不可接受的。个人计算机和工作站将不得不拥有他们自己的磁盘,在许多情况下,假如能够使用多路兆位传输速率的网络,可以避免使用昂贵的磁盘。

(3) 图形

入脑，每秒钟能够吸收巨大数量的信息。完成这些高传输速率的最好办法是通过图象显示。高分辨率，快速地修改图象显示，需要1兆位/秒以上的数据传输速率。

认为64千位/秒是适当的理由如下：

(1) 字处理

大多数办公室的工作，包括备忘录的准备和分配。其中一些，通常是在打字机上完成的。但是，越来越多的，是在字处理机上完成的，其中许多，有通信线连接到电子邮件系统。64千位/秒设备，应该是适合的，因为每行80字符的24行屏幕(1920字符)，可以在不到 $\frac{1}{4}$ 秒的时间内送完。

(2) 少量文件传输

64千位/秒传输线每秒能移动8000字节。透过想要使用网络的用户目录，可能会发现，它们的平均文件容量，只有10个512字节块，这些可以在1秒钟内送完。

(3) 缓冲图形

一些图象系统包括大量的缓冲器，允许在图形工作站内，进行图象旋转和其它与表示相关的显示工作。这样的系统通讯线路可以由64千位/秒行很好地满足。(这个理由很复杂，因为它包括图象控制者和图象工作站价格之间的折衷)。

另外，对于上面讨论的64千位/秒的能力，有一些PBX，它们提供128千位/秒或更大的传输速度。假如传输速度足够高，(约1兆位/秒)，通过PBX，文件传输和图象服务成为可能的了。但是，这样一个PBX可能很昂贵，由于底板总线的有限带宽，可能引入阻塞；终端可以放在离PBX设备多远的地方，可能存在一个不受欢迎的限制。

四、可 靠 性

将其它形式的局部网络的可靠性和PBX的可靠性进行比较，是十分困难的。首先，一些PBX仅仅由一个中心交换开关组成，而另一些PSB的则由别种形式的局部网络技术，互连的分布式交换模块构成的。第二，一些PBX由具有电话基础的人们设计，而其它的，由具有计算机基础的人们设计。

仅有一个中心开关组成的PBX，有一个中心故障点。冗余部件、自检测系统、监视计时器、处理呼叫和当它们失败时停止的控制器，以及其它耐用的设计技术，可以使故障的危险减到最小，但是，决不可能消除它。另外，物理环境可以以火或断裂水管的形式对中心开关带来威胁。具有分布结构的PBX，往往不易产生单故障点问题，也很明显，没有互连交换模块的局部网络比较可靠。那个局部网络损坏的可能性象任何其它局部网的损坏一样，会增加，这是因为网络的大多数重要部件，分布到网络用户。

PBX设计者的基础，也影响可靠性。具有电话基础的人们，对可靠性具有一种几乎是宗教般的热情。他们被一些人的梦幻缠住，这些人具有心脏突发病或性命威胁，试图用电话来呼唤帮助，那电话必须工作。相反，计算机人们来自一个计算机的令人眼花缭乱的操作环境，他们一星期花一些时间来进行预防维护和停机。考察一下他们的基础，相似的是，打电话的人有可能设计一个比用计算机的人更可靠的PBX。

在PBX和其它局部网络制造者身上的可能被赞同的是，单个系统处理声音和数据比起声