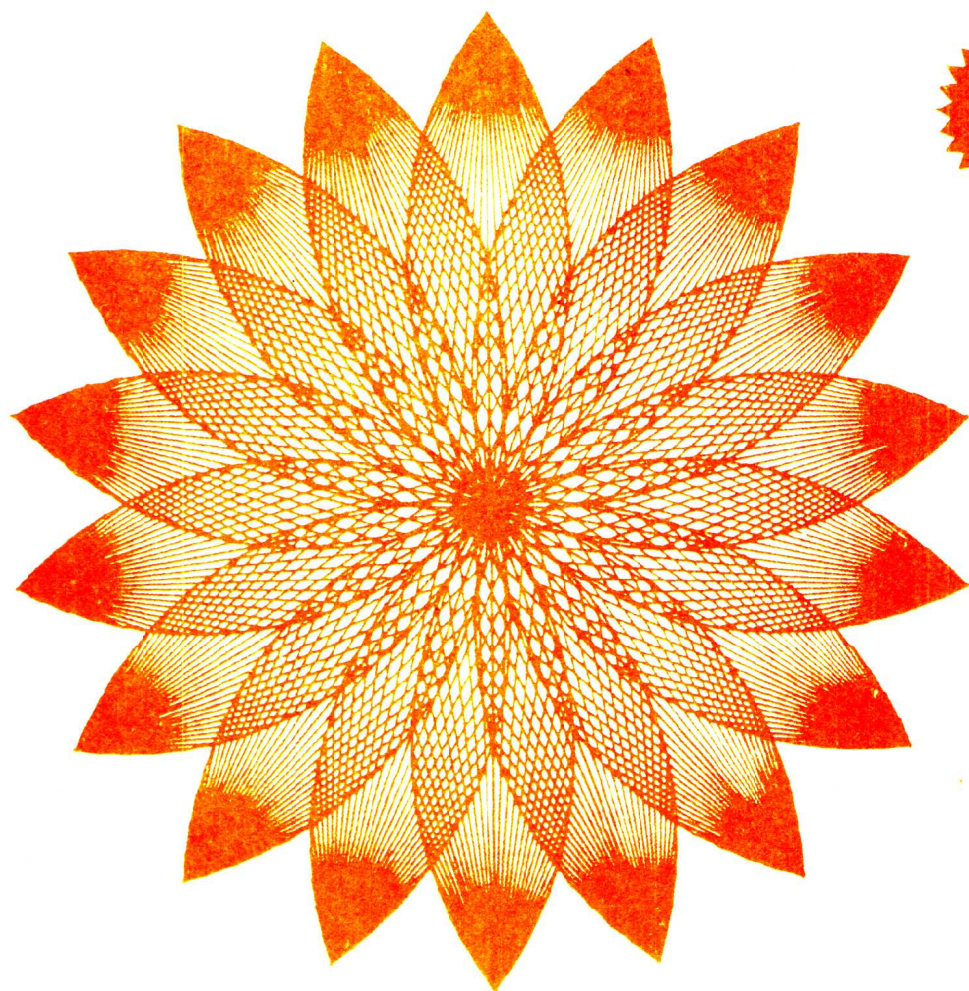


制造自动化协议 **MAP** 及其应用

吴晓峰 编著

最新
出版



電子工業出版社

制造自动化协议 MAP 及其应用

吴晓峰 编著

电子工业出版社

(京)新登字 055 号

内 容 简 介

本书全面地阐述了制造自动化协议 MAP 的基本概念与理论,以及与 MAP 有关的局域网标准化、宽带技术、排队论、现场总线、PROWAY C 和 TOP 等诸方面基础知识,指出了 MAP 概念的不完善性以及 MAP 技术尚还存在的问题。从实际工程技术角度出发,详细地介绍了 MAP 网的分析与设计方法,并给出了一些有价值的实验结果以及典型的 MAP 产品与应用实例,以帮助读者加深对 MAP 的理解和运用。理论与应用相结合,具有较强的实用性。

本书不仅可作为从事计算机应用、数据通信、过程控制及工业自动化等专业的本科生、研究生及工程技术人员的参考书,而且也适合从事 CIM 研究和对 MAP 感兴趣的工程技术人员阅读。

制造自动化协议 MAP 及其应用

吴晓峰 编著

责任编辑 潘 海

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

北京科技印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 16 字数: 409 千字

1993年4月第1版 1993年4月第1次印刷

印数: 3000册 定价: 11.50 元

ISBN 7-5053-1944-2 / TP·471

序 言

近年来,由于计算机技术的飞速发展和办公室自动化、企业管理、过程控制以及文字、图形、语言、图像处理等领域需求的刺激,有力地推动了计算机局域网 LAN 的研制和应用。就目前来讲,LAN 在办公室自动化方面应用技术已趋于成熟,而在工业过程控制方面应用正在蓬勃兴起。譬如人们常谈到的计算机集成制造 CIM 概念,可以选择制造自动化协议 MAP 作为 CIM 的基础把生产过程中的各种加工、检测设备以数据通信的方式连接起来。

众所周知,数据通信是现代自动化的基础。它不仅对生产加工环境,而且对办公室环境都有着重要的意义,只不过生产加工环境对通信系统的要求更高。

早在 70 年代末,美国通用电机公司(GM)就觉察到了数据通信问题的严重性。鉴于许多设备不能相互进行数据交换的缺点,提出了自动化加工中心的概念,以弥补通信的不足。随着通信应用范围的开拓以及通信业务量的急剧增加,GM 公司决定改变这种被动局面,成立了一个“Manufacturing Automation Task Force”小组。在 1980~1983 年期间逐步完善了一种适合于工业生产的开放式标准通信系统的概念:MAP 诞生了!由于 GM 公司的市场垄断能力,很快就赢得了许多厂商和用户对 MAP 产品的支持,它为 LAN 在工业中的应用开辟了道路。MAP 的诞生反映了当今计算机通信技术的水平,尽管对它还存在着争议,但从某种意义上讲争议可以促进 MAP 的不断完善。

MAP 是通道存取方式为 Token-Bus 的宽带 LAN,符合 IEEE 802.4 标准。所有智能化了的设备可通过一个统一的接口与该网络联接,以避免不同控制系统与计算机系统之间信息交换而造成的耗费。必须注意,采用宽带的决策在一定程度上应认为与 MAP 无关。尤其从经济观点来看,宽带系统的重要性在于能把各种不同的应用集成起来。

MAP 作为宽带中枢布局时是不具备实时特性的。这是因为 ISO-OSI 协议给整个七层提供了高度的功能性,这种功能性是以降低工作站的流通量和增大传输时间为代价的。为了提高系统的实时性以满足工业环境的要求,出现了 EPA、mini-MAP 及 PROFIBUS 等简化的 MAP 结构。目前,这些简化结构只是权宜之计,尚不符合 ISO-OSI 标准。

应当指出,MAP 只是一种通信的手段,并且是一个面向未来的、长期的概念。在企业的长远规划中,它需要在错综复杂的通信关系中周密计划,使得通信系统成为向 CIM 过渡的基础。

由于 MAP 的发展历史较短,国内尚缺少较为系统地介绍 MAP 的专著。为此,编写了这本书,以期我国的计算机应用事业的发展微效薄力。

本书根据生产加工中对数据通信的具体要求,特别考虑了现代加工方法与发展趋势,全面系统地介绍了 MAP 的基础知识及其应用,有助于读者理解 MAP 概念及优缺点、了解 MAP 领域的实际发展及必要的选择与扩充,掌握解决自动化领域中数据通信问题的基本方法。

本书主要包括四部分内容:第一部分是与 MAP 有密切关系的基础知识,包括局域网概念、标准化、宽带技术和排队论;第二部分是 MAP 概念与性能,包括 MAP 概念、规范、存在的问题、发展趋势、结构选择、Token-Bus 协议延时与流通量分析及实验,并且给出了具有实用价值的实验结论与评价;第三部分着重介绍了 MAP 的扩充与应用,列举了 5 种较有影响的 MAP 产品和 3 个应用实例;第四部分简单地介绍了与 MAP 相对应的办公室自动化协议 TOP,MAP 与 TOP 相互补充完全可以覆盖整个企业的任务,包括过程控制、加工检测和企业管

11472/0603 · 1 ·

分包括 1~3 章,第二部分包括 4~6 章,第三部分包括 7~9 章,第四部分为第 10 章。

本书从工程技术角度出发,突出基本理论、基本概念和基本方法。叙述力求简炼、深入浅出,着重系统性和实用性。它不仅可作为从事计算机应用、数据通信、过程控制及工业自动化等专业的本科生、研究生及工程技术人员的参考书,而且也适合从事 CIM 研究和对 MAP 感兴趣的工程技术人员阅读。

由于作者水平有限,本书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

十分荣幸的是,北京航空航天大学陈宗基教授和刘宣成博士对本书提出了一些宝贵的意见,并得到航空航天部机载总公司有关领导的大力支持,在此深表感谢!

吴晓峰

一九九二年二月二十五日于北京

目 录

第一章 局域网与标准化	(1)
1.1 局域通信特征	(1)
1.2 标准化——通信的条件	(6)
1.3 ISO 参考模型	(8)
1.4 参考模型七层任务	(9)
1.5 连接式和非连接式服务	(22)
1.6 局域网标准化的现状与发展	(25)
1.7 局域网标准化的主要机构	(28)
第二章 宽带技术	(30)
2.1 基础知识	(30)
2.2 宽带网络	(41)
2.3 宽带技术的优点	(44)
2.4 宽带技术的问题	(46)
第三章 排队论基础	(47)
3.1 M/M/1 型排队	(48)
3.2 M/G/1 型排队	(51)
3.3 M/D/1 型排队	(55)
3.4 优先级排队	(57)
3.5 排队网络	(59)
第四章 MAP 概念	(61)
4.1 MAP 概况	(61)
4.2 MAP 内部结构	(78)
4.3 MAP 应用	(93)
4.4 MAP 的问题	(96)
第五章 MAP 协议与性能分析	(99)
5.1 通信系统的要求	(100)
5.2 Token-Bus 协议	(104)
5.3 Token-Bus 协议的时延分析	(116)
5.4 性能分析	(124)
第六章 实时单元 PROWAY C	(149)
6.1 PROWAY C	(150)
6.2 PROWAY 在 MAP 中的集成	(159)
第七章 MAP 的扩充	(161)
7.1 可编程数据处理总线 PDV-BUS	(162)
7.2 IEC 总线	(169)
7.3 TELEPERM M	(171)
7.4 TDC 3000	(175)

7.5 PROFIBUS	(177)
第八章 MAP 产品	(185)
8.1 Allen-Bradley	(185)
8.2 CDS—Concord Data System	(188)
8.3 INI—Industrial Networking Inc	(192)
8.4 Intel	(195)
8.5 Motorola	(197)
8.6 Siemens	(202)
第九章 MAP 应用实例	(207)
9.1 实例 1——美国 GM 公司	(207)
9.2 实例 2——美国铝公司	(211)
9.3 实例 3——美国迪尔公司	(213)
第十章 TOP	(216)
10.1 TOP 目标	(216)
10.2 TOP 规范	(217)
10.3 TOP 连接	(219)
附录 A: OSI 参考模型标准一览表	(223)
附录 B: MAP/TOP 产品一览表	(229)
附录 C: LAN 协议表	(244)

第一章 局域网与标准化

在我们详细讨论 MAP(Manufacturing Automation Protocol)之前,首先介绍一下计算机局域网 LAN(Local Area Network)以及网络的层次化协议与标准。了解这些概念对于理解 MAP 网络是必要的。层次化协议是网络世界最重要的概念。正是由于层次化协议,才使得今天有庞大复杂的网络系统问世,并使不同厂家生产的网络相互连接起来。

在本章中,我们首先熟悉一下局域网通信的特征、协议的一般概念以及用于层次化协议描述的专用术语。然后,将深入研究开放系统的思想和层次化协议的形成。最后,给出一个以层次化协议为基础的国际标准化参考模型的描述,以及与标准模型有关的一些标准协议的开发组织。

1.1 局域通信特征

现代生产环境

下面介绍现代生产加工概念的一些实际观点,其目的是说明大量数据交换和在生产环境中与数据处理系统连接的必要性,而不是讨论各种加工概念。在生产领域中,中心目标是提高柔性、降低成本和改善产品质量,其意义在于根据产品的类型和数量能够灵活地加以调整。图 1.1 示出了现代加工概念。

新技术是提高柔性和/或生产效率和改善逻辑思维的手段,这在 DNC-、CNC-、NC 机床,机器人和生产加工中心的数据处理方面已经表现出来。从数据处理的角度来看,机床是以程序的方式处理数据,同时形成与生产过程有关的信息。然后,把各个设备的生产过程信息收集起来生成一个实时描述整个生产过程和状态的信息库。它是生产过程规划、控制和监视的基础。此外,这个信息库不仅本地需要,而且在下面几个方面中也是必不可少的:

1) 数据处理设备之间信息交换的同步过程,任务时序的确定或任务描述的传输;

2) 信息传送给主计算机,用以对生产过程的监视与控制;

3) 信息传送给管理单元,用以对生产过程规划、监视及结果计算(工作筹备、产量分析等)。

信息交换不仅内容丰富,而且还有时间限制(实时性),故应把生产环境作为边界条件,譬如,电磁场会影响信息的传输。

目前,现代生产加工概念是一种多学科、多领域相互关联、相互渗透的内在关系,如计算机集成制造 CIM(Computer Integrated Manufacturing)。CIM 的含意是通过计算机应用将一个企业

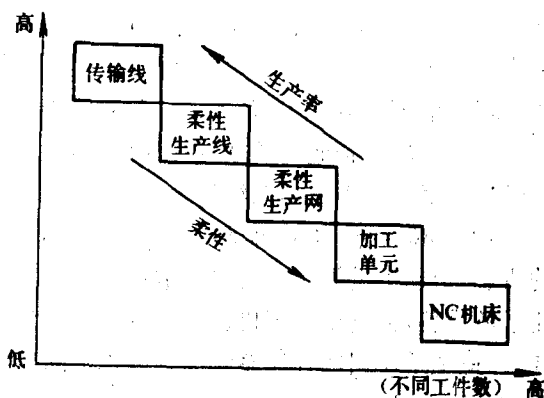


图 1.1 现代加工概念

范围内的一切生产、管理、事务集成起来,或者说,可以通过工业局域网 MAP (Manufacturing Automation Protocol) 把生产过程中的各种加工、检测设备以信息通信的方式连接起来,如图 1.2 所示。

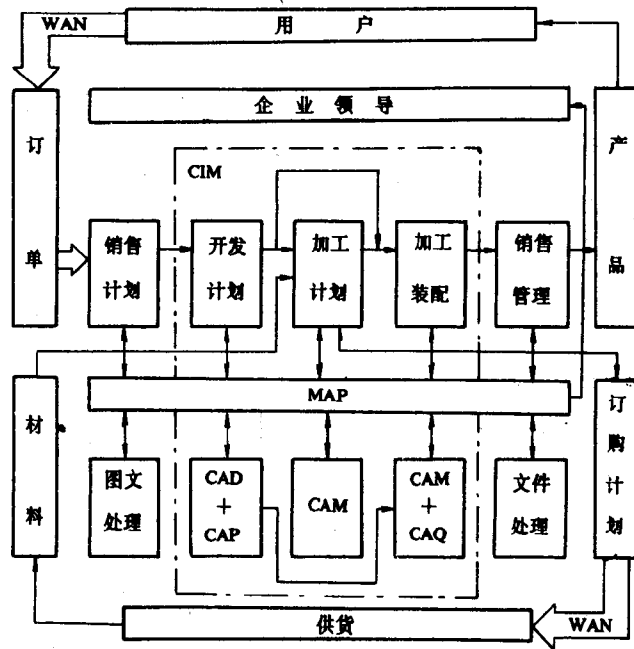


图 1.2 CIM 构成

尽管 CIM 概念不够完善, CIM 产品还不够成熟,但它却是现代生产加工领域中的一个长期发展方向。值得注意, CIM 是一种哲理,而不是一种技术,它永无止境地随着新呈现的技术实用化。基于这一认识,则一切优化系统、专家系统、知识库、人工智能等都将成为 CIM 的“添加物”,但不能取代 CIM 系统。因此,从现在起就应考虑 CIM 的阶段规划与开发。CIM 的基础是通信结构,所以,在企业的长期发展规划中就要考虑生产加工中的通信要求。换句话说, CIM 的发展过程也就是一个通信系统的构成过程,只不过这个通信系统必须要面向实际应用。

在 1980 年到 1983 年期间,美国通用电机公司 (General Motors) 提出了工业局域网 MAP 的概念,引起了世界许多公司的重视,它为局域网在工业领域中的应用开辟了道路。所有智能化了的设备,如过程处理机、可编程控制器和 CNC 设备等,可以通过一个统一的接口与该网络连接,避免了不同的控制系统与计算机之间信息交换而造成的耗费。从技术的角度来讲, MAP 通过国际标准的制定把生产加工中的数据通信向前推进了一步。但是, MAP 也不能够完全覆盖生产加工领域中的整个通信要求。其一,它缺少一些重要的性能和服务;其二, MAP 不够柔性且价格昂贵,可归纳以下两点:

- 1) MAP 不适合在实时环境中应用,最适合文件传送;
- 2) 对现场层上的应用来讲, MAP 的网络存取费用很高。

令人高兴的是, MAP 的这些不足完全可以通过其它通信产品来补充,以满足生产加工领域中的各种要求。不论怎样, MAP 终将会成为生产加工自动化方面的通信支柱。

开放性

一般来讲,市场上局域网产品的开放性主要分为以下三类:

1. 封闭式网络

网络产品只符合本公司规定的网络协议、概念及兼容性。不同厂商生产的网络只能通过网关(Gateway)才能进行通信,其中,网关的作用是对双方交换的信息进行必要的格式转换。由于网络结构不同,所以会造成网关在工作时间和方式开销方面过大。这方面的主要产品有 IBM 公司的 SNA、DEC 公司的 DECnet 及西门子公司公司的 TRANSDATA。

2. 传输网络

传输网络用于传输数据单元中的信息,但它们不是面向应用的,也就是说,它们不支持较高级的服务。在传输网络的应用过程中,较高几层的协议需要进行约定,或者使用高层协议网关。这意味着在传输网络中不能实现对不同的文件格式和编码方式的转换。

3. 开放式网络

在不同厂商制造的计算机之间,开放式网络完全支持面向应用的通信。ISO 参考模型是开放式网络的基础,也就是说,凡符合 ISO 标准的网络都属于开放式网络,它们之间不需要任何转换就可以相互通信。开放式系统的互联是计算机网络发展的最终目的,它使得各自独立的网络可以成功地进行通信。

局域性

局域性是区分广域网 WAN(Wide Area Networks)和局域网的基本准则。正是由于局域网的局域特征,可能会造成一些在广域网中不允许采用的协议方式而在局域网中得到广泛的应用,这方面的典型例子有 Ethernet 协议。

局域网一个重要的技术指标是端-端信号的传输延时 PD(Propagation Delay),它意味着电气信号在同一个局域网上连接的两个终端之间的传输介质中的传播时间,其中比较重要的参数是两个相离最远的终端之间的传播时间。信号在介质中传播速度的典型值为 $0.7C$ (图 1.3)。在局域网中,端-端信号传播延时的特点有:

1. 它比位传输时间长

举例:假设传输速率为 10Mb/s ,传输距离为 10km ,信号在介质中的传播速度约为 $0.7C$,则 $PD = 4.767 \times 10^{-6}$,它是位传输时间的 47.67 倍。

2. 它比信息传输时间短

举例:假设传输速率为 10Mb/s ,那么传输信息长度为 $256\text{Byte} = 2048\text{bit}$ 所需要的时间是 2.048×10^{-6} 秒,如同上面的 PD 计算一样,求得它比信息传输时间短 43 倍。

现在定义一个局域系数 L

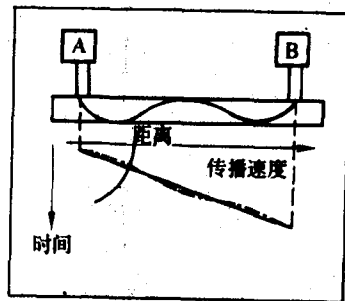


图 1.3 两终端间信号传播时间

$$L = \frac{\text{端-端传输延时}}{\text{典型信息长度的传输时间}} = \frac{\text{端-端延时} \times \text{传输速率 (Mb/s)}}{\text{信息的平均长度 (bit)}}$$

局域系数是一个比较重要的参数,而且它的确定也是很容易的,这是因为:

- 1) 1km+50Mb/s 与 50km+1Mb/s 是等同的;
- 2) 传输速率越高,局域性越小。

协议的层次化

协议是实体之间通信时所采用的规则与约定。计算机之间的通信协议要比人与人之间的通信协议更加严格,因为人可以分辨和补偿不匹配的规则,而计算机只能指示出错,并且直到错误纠正之后才开始正常工作。通过适当的层次化可以降低协议设计的复杂性。一般来讲,通信协议可分为两大类:平级协议和接口协议。所谓平级协议指的是处于同一级上的通信双方的协议,而接口协议则是允许平等的双方利用由下层实体向上一层提供的服务进行通信。

用于在一台设备内的层次之间进行信息交换的数据单元称为协议数据单元(PDU=Protocol Data Unit)。第N层与第(N+1)层的服务接口称为服务存取点(SAP=Service Access Point)。在服务存取点处,上面一层的服务以服务原语的方式给出,例如,通过服务原语来建立和拆除链路,或者传输数据。服务用户可以请求服务原语(请求)并显示与之有关的服务存取点(指示)。被请求的工作站必须要给予回答(响应),并且还要为发出请求的服务用户显示这个响应(图 1.4)。

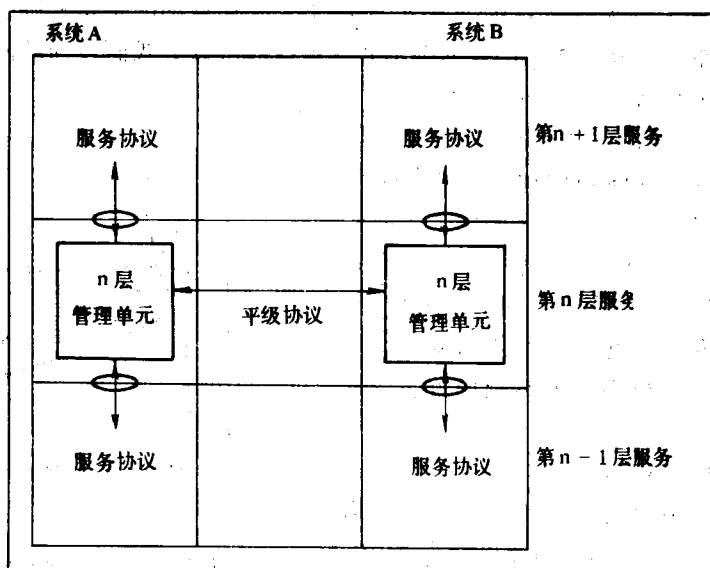


图 1.4 协议层次原理

图 1.5 简单地示出了在两个应用过程之间的信息交换过程。在发送过程中,先把要发送的信息转送到服务存取点处的最高层上。然后,每一层根据协议的规定对信息附加一些内容,以说明完成的服务项目。这个过程一直重复到最下面一层。最后,在物理层上把该数据包以数据流的形式通过介质发送出去。在接收器处,其过程的顺序与上面恰恰相反,即从最低层开始

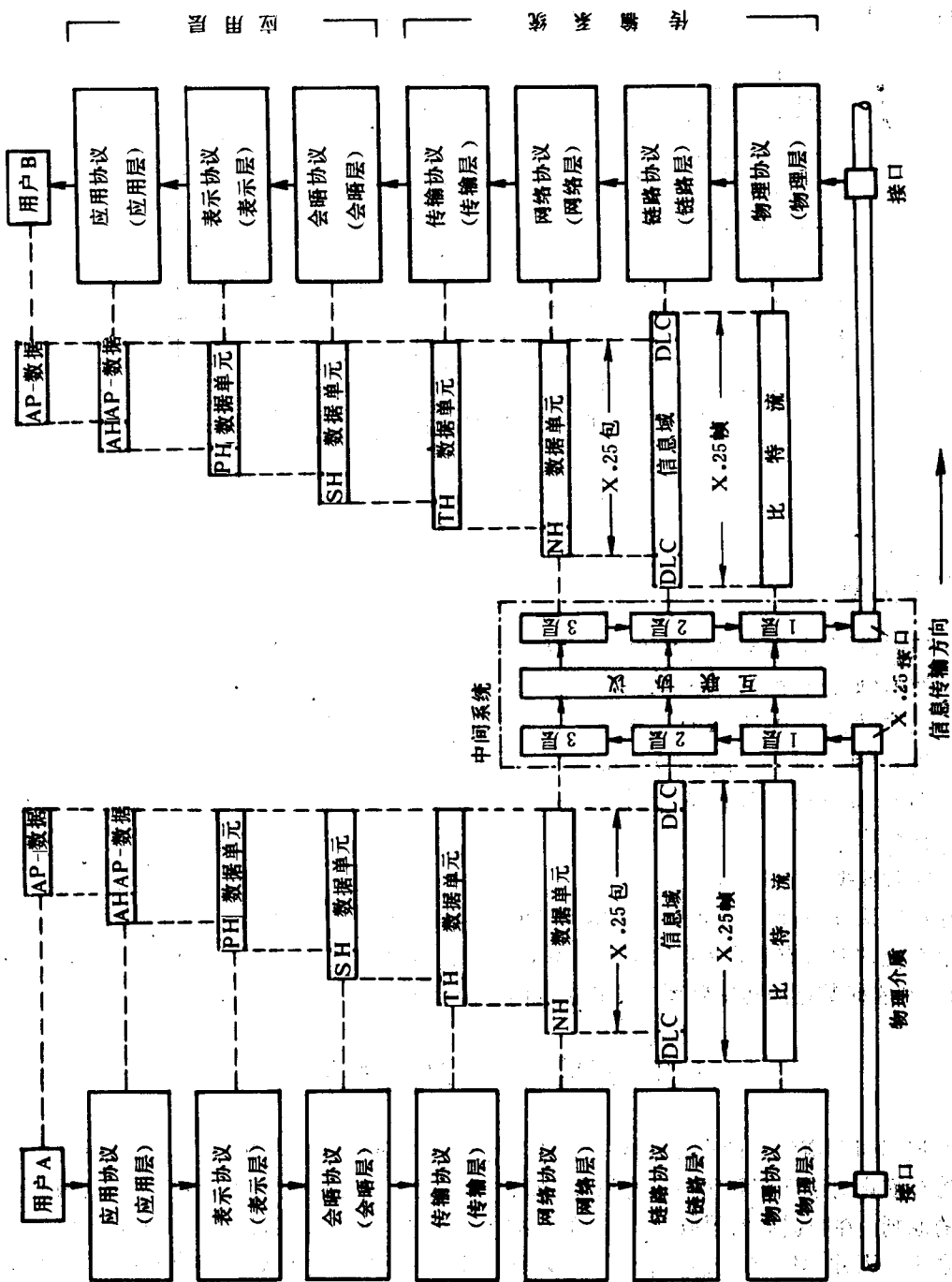


图 1.5 应用过程之间的信息交换

逐层根据接收的数据包中附加服务项目的说明做相应的处理,并且去掉每层附加的成份直到把数据包传送到最高层为止。在最高层上,再把原始信息传送到应用过程中。

当然,信息不仅按照 ISO 参考模型如同上面描述的方法在两个终端系统中直接地传输,而且也可以通过中间系统来传输(立即响应),如图 1.6 示。

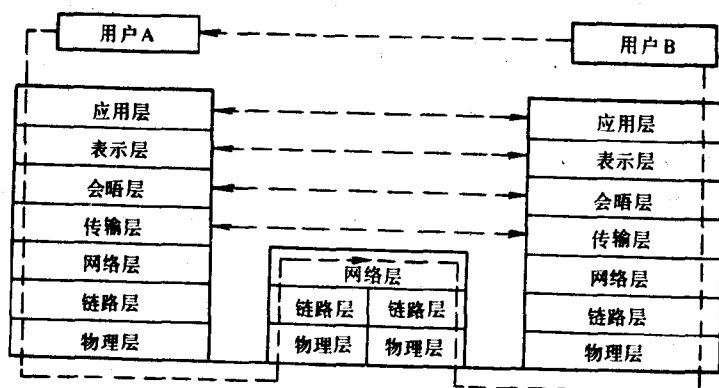


图 1.6 通过中间系统传输数据

服务类型

一般来讲,服务类型是根据传输信息种类的不同来划分的,主要有:

- 1)数据(如计算机与打印机)
- 2)文件(如电子邮件、文件处理)
- 3)语言(如实时语言、语言文件编排)
- 4)图形(如动像↔静像、色素↔灰度)
- 5)视频信号
- 6)实时数据

在通信系统中,目前要把这些不同类型的信息集成起来还存在着一些问题,其原因是它们对通信系统的要求有着很大的差别。譬如,彩色图形和视频信号的传输对传输介质要求特别高,语言和实时数据的传输则要求传输系统的延时很小。

1.2 标准化——通信的条件

要把不同厂商生产的产品构成一个局域网 LAN 或网际间的互联,其 LAN 的通信协议及接口的标准化对于厂商和用户具有相当重要的指导意义。是否符合标准,将是选择局域网一个重要的原则。在数据通信领域中,LAN 的标准化还在进一步的发展,许多重要的观点将归纳在标准之中。因此,对了解、选择、应用、开发、研究 LAN 的工程技术人员来讲,LAN 的标准是必备的基础知识。

我们知道,不同厂商制造的计算机系统的数据格式及其转换方式是不同的,其主要区别在内部的字符描述、数值、位标志、控制外设用的命令、数据结构等方面。这就是所谓的异质系统。与此相反,同质系统采用的是相同的数据格式及其转换方式。为了能够与不同的机床设备进行

数据交换,除物理的连接之外,还需要一些关于数据交换和交换之后的数据结构的规则。这些规则就称谓协议,所有协议的集合称谓网络结构。譬如,常用的应用过程有:

- 数据显示设备
- 过程控制程序
- 数据采集和数据处理程序

基本上来讲,在两个系统之间进行数据交换的必要条件是两者的数据格式相互匹配,例如,通过转换单元可实现为字符表述(ASCII-EBCDIC)的转换、不同数据结构的匹配、格式输出等建立链路。

图 1.7 示出了互联四种异质系统的配置方案,其中,需要 6 个不同的转换单元才能使得它们相互通信。由此而推出,如果想实现在 N 个异质系统之间数据交换,则需要 $N(N-1)/2$ 个转换单元。随着异质系统数量的增大,这种方案就显得既不经济,也不实际,尤其在今后的系统扩充和维护更为不便。

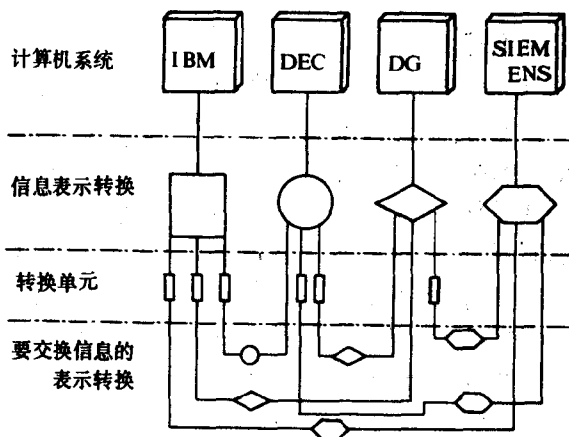


图 1.7 异质系统的非标准连接

另一种方法是对通信协议进行标准化。这样,每种系统都必须根据约定的标准协议开发一种统一的转换单元,从而实现只需要一种转换单元就能满足各种系统之间相互通信的要求,并且需要转换单元的数量与异质系统的数量相等(图 1.8)。这类问题可根据 ISO 参考模型来解决。

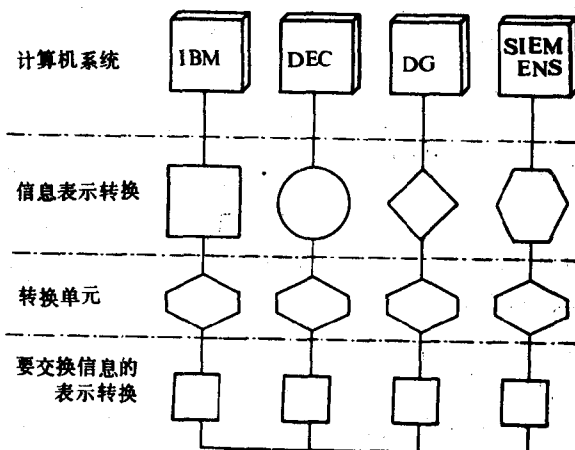


图 1.8 异质系统的标准连接

国际标准化组织提出了一种所谓的 ISO 参考模型(Reference Model of Open System Interconnection——OSI),其目的是在异质应用过程之间以一种通用的方式实现数据交换。在参考模型中,还规定了一系列协议,如通信软件的建立,以实现开放式通信。凡符合 ISO 参考模型的系统就称开放式系统;凡不符合 ISO 参考模型的系统(专用协议)则称封闭式系统。

1.3 ISO 参考模型

ISO 进行开放系统互联的研究工作是在 1977 年开始的,由第 16 个子委员会(开放系统互联开发体系结构)来主持。它在 1977 年首次公布了 ISO 七层参考模型,但直到 1984 年才被承认为一个国际标准。值得注意,ISO 参考模型内含两个目的。其一,它为计算机网络标准化提供了一个公共的基础,没有它,MAP 及 LAN 将失去实际意义;其二,它提供了一种取代现在网络实现的标准方法,以便对体系结构和定义完全不同的网络进行比较。ISO 参考模型不是一个实现规范,而仅是协议规范标准开发的一个参考框架。

ISO 参考模型定义为七层结构,在每一层上都详细地规定了通信协议和任务(图 1.9)。允许对每层划分数个子层,以便丰富协议的内容和今后的扩展。相反,如果某些功能不需要的的话,那么相应层(或子层)可以空闲着。这样,就把数据传输这个复杂的问题划分成一些简单的问题。当然,层次定义的形式是任意的,也就是说其它形式的划分也是允许的。

在 ISO 参考模型的每一层中,都描述了它的功能内容和与相邻各层通信的接口技术。但是,如何实现这些功能和接口在标准中并没有作出规定,其目的是允许用户灵活地选择不同的协议,如 CCITT、IEEE、ECMA 等,只要保证满足接口所要求的特性即可。

ISO 参考模型七层任务及协议概况如下:

第 1 层(物理层)

- 发送、接收未经处理的信息(位流)
- 信号的电气描述
- 传输技术
- 连接技术(机械、电气接口)

例如:X. 21, X. 24, X. 27, RS-499, RS-232C(V. 24)。

第 2 层(链路层)

- 帧构成
- 流量控制
- 差错识别与处理
- 介质存取

例如:HDLC(ISO DIS 7776), CSMA/CD, TOKEN-PASSING。

第 3 层(网络层)

- 网络内部通信控制
- 网络链路/数据报服务的建立与拆除
- 第 2 层的多路复用

例如:X. 25(3)

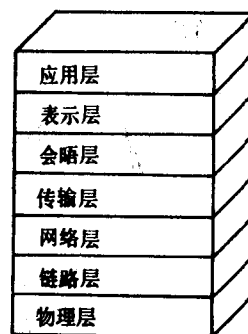


图 1.9 ISO 参考模型的七层

第4层(传输层)

- 与网络无关的端-端传输服务
- 保证信息无误传输
- 传输方式的分离

例如:S. 70(电传),TCP

第5层(会话层)

- 通信控制
- 检测点设置
- 中断传输链路的重建
- 口令与询问
- 费用计算

第6层(表示层)

- 数据编码方式的约定(传输句法)
- 本地句法的转换

例如:T. 73(CCITT),EHKP-6(屏幕报文)

第7层(应用层)

- 各类应用过程的接口
- 提供一些基本功能,如数据传输、虚终端、订货传输

例如:FTAM,VTS,JTM ,X. 400,RS-511

值得提一下的是,信息传输的方式取决于不同的层次。在物理层上,数据是按“位”传输的;在链路层上,数据是按“帧”传输的;在网络层上,数据是以信息“包”为单位传输的;在传输层上,数据则是以“报文”传输的。

1.4 参考模型七层任务

物理层

ISO 参考模型的最低层是物理层,它描述了发送和接收没经处理的比特流的电气与机械规范,其中,主要包括传输介质、数据速率和信号的电气描述。除此而外,还把接插件和传输电缆标准化。在这一层上,典型的协议有 X. 21、V. 24 和 RS-499。

特别对局域网来讲,IEEE 802 描述了必要的连接技术和允许采用的传输技术,大致上可分为基带技术和宽带技术两类。关于 MAP 技术将在后面章节中给予更详细地介绍。

物理层是一个唯一不能只用软件来实现的层次,换句话说,需要物理硬件将比特流从一个节点传送到另一个节点。

链路层

链路层的任务是通过物理层的传输介质为网络层进行可靠而又透明的传输作准备,其中,主要解决三个基本问题:

- 1) 传输差错的识别与处理
- 2) 流量控制

3) 介质存取

为了实现差错处理和流量控制,把被传输的比特序列以帧为单位进行划分。每个帧均用特殊标志位的帧头和帧尾来限制帧的范围,帧内含有校验码以便识别差错。帧是以串行方式送出去,在接收机正确接收之后应给出确认信息。如果接收机发现接收的信息有差错时,必须重新发送这个帧。

除差错识别之外,流量控制也运用了确认机理。一般来讲,流量控制的任务是使发送速率与接收速率相匹配。如果缺少这种速率匹配,就有可能出现发射机发送数据的速率比接收机接收、处理或中间存贮数据的速率大的现象,导致数据丢失。关于什么时间应该发送确认信息,有下列两种不同的方法:

1) 接收机每接收到一个正确的帧后都要回送一次确认信息,即“停一等”(Stop-and-Wait)方式。

2) 在发射机和接收机之间规定统一大小的窗口 W ,这意味着发射机每发送一定数量的帧都要等待接收机回送一次确认信息。为了控制帧的发送数量,在发射机中设置一个计数器。每发送一个帧,它就加 1。如果计数器累加到 W 时,就停止发送,等待接收机回送确认信息。这种方式又称为滑动窗口协议。

确认信息可以是一种特定的帧,也可以把它附加在数据包的后面一起发送出去。在第 2 层上,应用比较多的协议是 HDLC(High Level Data Link Control)。不过,DATEX-P 采用的是 HDLC 的改型(LAP B)。

IEEE 针对局域网开发了 IEEE 802 网络标准。然后,被 ISO 采纳,暂定为建议草案。IEEE 802.2 标准定义了一个多点平级协议,指定三种完全不同的链路层服务类型。类型 I 是基本的非连接式服务,数据交换时无需建立和维护一条链路,不提供报文序化、应答、流量控制和错误恢复等功能。类型 II 是面向连接式服务,提供报文序化、流量控制及错误恢复。类型 III 提供可靠的非连接式服务,使用有限的帧应答、有限的流量控制和单帧服务。这三种类型均采用 32 位循环冗余校验码,以保证被传送的数据包均无位错误。

IEEE 802.2 协议定义三个级:级 I 仅提供类型 I 服务;级 II 提供类型 I、II 服务;级 III 提供类型 I、III 单帧服务。除流量控制和差错识别外,IEEE 标准还在链路层上规定了介质存取方式,并把第 2 层又划分成 LLC(Logical Access Control)和 MAC(Media Access Control)两个子层(图 1.10)。

在 MAC 子层上,标准的存取方式有 CSMA/CD、Token-Bus 和 Token-Ring。另外,还有一些非标准的存取方式。关于这些存取方式的原理和性能可参考有关资料。值得说明的是,MAP 选择的存取方式为 Token-Bus。

在 LLC 子层的标准中,定义了两种服务类型:

类型 I (数据报服务):源节点向目的节点发送的数据是互不相关且无序的。数据能够向一个(Point-to-Point)、多个(Multi-Cast)和所有的(Broad-Cast)接收机发送,不必对接收的信息正确

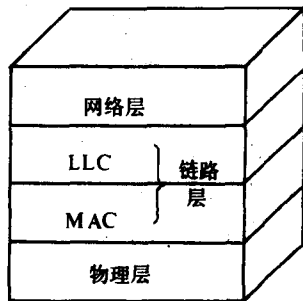


图 1.10 局域网的第 2 层