

专 辑

微计算机数据通信

E.A.Nichols J.C.Nichols K.R.Musson

- 背景和前景
- 数据传送
- RS—232—C和其他物理层协议
- 异步串行有关约定和实验
- 调制解调器

《计算机技术》副刊编辑部

译 序

《微机数据通信》是根据数字分析公司的 Elizabeth A. Nichols, Joseph C. Nichols 和康太勒信息系统公司的 Keith R. Musson 所著 “Data Communications for Micro computers” 一书译出。本书主要讨论微计算机环境中的数据通信课题,但它所涉及的原则同样适用于中、大型机。本书从计算机网络体系结构着眼,但其内容偏重于物理层和链路层。对与 CCITT 建议 V.24 等效的 RS-232-C 进行了详尽的讨论并给出了适用于几种情况的应用实例。全书共五章,其中第三章“RS-232-C 和其它物理层协议”是本书的重点,它用了大量篇幅介绍美国电子工业协会(EIA)制定的物理层标准,并对此标准的局限性进行较详细的说明。在此基础上进一步引出了克服 RS-232-C 局限性的 RS-449 标准。

全书内容从三个方面呈现给读者。第一方面,涉及一些实用信息。实用信息所依据的环境如果与用户的相同,则用户可照此套用。例如,两个设备相连时,接口线如何连接,选用哪几根接口线,如何写执行输入/输出操作的软件等均可照此进行。第二方面,阐述数据通信的基本原理,这部分内容具有一定普遍性,它们是从事数据通信必须具有的基础。第三方面,介绍多种有实用价值的图表和资料以及某些实验举例,所提出的实验都基于下列两种微机系统中的一种:TRS-80 BASIC系统和 Z80 CP/M系统。实验中所提出的硬件,软件很容易转换为其它计算机系统。因此本书对从事计算机工程应用和计算机科学的广大科研工作者以及有关专业的大专院校的师生都有一定参考价值。

由于译者水平有限,不当之处敬请读者批评指正。

译者 王 章

1985.10

ABE 20/54

序 言

本书拟讨论微计算机系统环境中经常用到的设备间的数据通信。特别讨论微计算机和键盘/显示装置(或终端)间,微计算机和打印机间的本地数据通信,以及这些实体经公共交换电话网络实现的远程通信。

本书以几级方式讨论基于微计算机的系统中的数据通信。第一级涉及实际信息:如何安装电缆?你必须购买什么元件?如何写执行输入/输出的软件?哪些是有用的设施?它们如何实现?第二级是数据通信基本概念和原理方面的指导性内容,并给出了实际技术的基本原理。这样读者便会根据所给出的原理获得设计信息。第三级是参考资料。我们的目的是在书中提供足够的图表、标准信息 and 应时参考资料,以便支持更多的基于微机的数据通信课题。所以书中包括了大量参考资料。本书正文举出如何使用这些参考资料的实例。

讨论数据通信实际级别的方法是通过大量举例和实验。许多实验,如电缆配置、电缆装配或用于维修数据通信问题的辅助设备的研制等都是独立于特定系统的,因此这些实验适用于几乎所有基于微机的系统。

另一方面,由于需要,有些系统则要结合具体的系统来解释。这些与具体系统相关的实验和软件模块都基于两种微机系统之一:TRS-80(注1)BASIC系统和Z80CP/M(注2)(控制程序/微计算机)系统。有几种实验使用上述一类中的特定硬件和软件。大部分实验和提出的大部分软件可以很容易地在非CP/M或TRS-80系统上执行。

因此,我们想通过讨论从国际标准出版物中节录的内容以及你的本地计算机商店的元件清单,试图提供一种微机环境下的数据通信方法。

Joseph C. Nichols
Elizabeth A. Nichols
Keith R. Musson

注1: TRS-80是Tandy公司的商标

注2: CP/M是Digital Research公司的注册商标。

目 录

译序

序言

第一章 背景和前景 1	第五章 调制解调器 141
微计算机革命	调制解调器的应用
目的	目的
作为一种公共事业设备的信息	调制解调器的功能
增值通信网络	调制解调器的必要性
标准化机构	调制解调器的等级和种类
ISO开放系统互连参考模型	调制解调器的控制信号
第二章 数据传送 9	专用调制解调器电路
目的	公共电话网络
微处理器接口	
并行和串行数据传送	
数据传送控制	
串行I/O	
并行I/O	
结论	
第三章 RS—232—C和其它	
物理层协议..... 33	
目的	
物理层通信协议	
串行通信: RS—232—C	
通用结构	
RS—232—C标准全双向电缆	
附加的(非标准)通用结构	
RS—449: RS232—C兼容性的改进	
20mA电流环路接口	
实验	
第四章 异步串行有关约定和实验 90	
目的	
美国国家信息交换标准编码	
速度协调(流控)约定	
通信线路监视器	
实验	

第一章 背景和前景

本书涉及的内容是微计算机和数据通信。为什么微计算机与其它类别的数字计算机不同？虽然所有类型的数字计算机系统的数字通信的基本原理是相同的，但是，微计算机有几种性质，使它们的问题是独一无二的。其中的一个重要特性是，与谁负责最初配置和运用微计算机有关。

现在考虑I.C. MOS先生的情况。I.C.是一位为Soler Widget公司服务的推销商。他与该公司的计算机接触已有几年的经验。他在办公室和旅途中，在执行与他的经销商和顾客支持相关的日常事务性任务时都广泛使用计算机。

I.C.朦胧中觉得若拥有他自己的微机系统将有許多潜在优点。他曾想构成一个能从家里使用公司计算机的系统。而且还能够询问UPI数据库中有关最后一分钟的体育比赛结果以及夜间股票的信息。I.C.知道，有其它类似的几个分时系统，仅当他有一定手段时才能存取。因为微计算机系统比哑式终端具有较多的本地资源，I.C.为利用远程系统的能力经过他家中的专用设施交换数据的前景而感到非常兴奋。此外，I.C.还希望有一个能够支持某种形式的文字处理以及能够存取电子信箱系统的系统。

I.C.进行了市场的全面调查，并得出结论：他要两个不同的卖商处得到用于他的系统的硬件。这两个卖商是：TCI（坐落在他家乡的 The Computer Igloo）公司和FEMCO（Fast Eddie's Micros）公司。I.C.还决定从4S公司（Suzzie's System Software and Storm Door Compang）购买附加的应用软件。虽然这三家公司在选择它们的公司名称时，花了总计12ms，但是他们的系统证明是无与伦比的。潜在的问题是如何将这三个卖商的“子系统”综合成为一个功能装置的问题。

然而，I.C.断定，他能够处理所需的系统综合，以便根据三个卖商的系统构成一个最佳系统。I.C.从他的主体系统经验中了解到输入/输出操作构成了硬件和/或软件中与设施关系最密切的方面。但是随后几个月的微机系统综合给他开辟了这方面的新的前景。他的第一个经验是在他必须用电缆将他的键盘和显示设备与计算机相连时开始的。当他的第一次努力未产生什么结果，甚至连远程功能也不行时，他打电话请求FEMCO公司的顾客服务部帮助（这是他购买键盘和显示设备的部门）。服务部门的技术人员仔细听了各种症状，然后反问了一系列问题，使I.C.糊里糊涂。虽然这一切很快就过去了，但是I.C.记得，服务部门的技术人员询问了他有关电缆是否符合RS-232-C标准，是否将USART的接收插针纳入了正确的工作区域以及有关使用XON约定的问题。就I.C. Mos先生而言，RS-232-C是一个牌照号，USART是一个保存珍贵油画的联邦政府机构，XON是一个正逐步转向经营信息处理事务的国际石油公司。

他的第二个经验是在他开始计划如何处置远程系统时开始的。他发现，使商标为X的微计算机与商标为Y的分时系统通信不是完全没价值。他的功能要求简单，而且他也乐于解决使他的系统和远程主机能始终如一地传送磁盘文件的任何快速和恶劣的设施。不幸的是，有关实现此任务所需的软件类型的详细信息很难找到。而且I.C.知道的所有微计算机咨询机

构, 每小时的服务收费都在35美元以上。

I.C.Mos 先生的经验不是唯一的。微计算机系统的初始配置和每天的操作常常是用户的不可推卸的职责。系统的价格低证明提供小型计算机和大型计算机适用的多厂家设备支持是不合算的。如前所述, I/O功能是计算机系统实现中最特殊的方面。

微计算机革命

在讲演、新闻杂志、技术期刊和公众词汇中正出现一些有趣的新词。插拔化家庭(Plugged-inhome)、无纸办公室、公用信息设施和远程交换是用来描述未来, 甚至目前的一些词或短语。不可争辩的证据是数据通信和计算机网络正设法进入办公室、实验室、教室和家庭。这种倾向主要是由于称作微电子学的现象形成的。微电子学加速了面向消费者的设备、低档计算机的元件和廉价的通信设备的生长。在这部分产品中, 有越来越多的产品有能力同其它类似的设备以及大型中心设施交换信息。数据传输机构包括使用公共交换电话网络、使用电缆TV传输设施以及诸如使用AM、FM、UHF和VHF之类的广播信号。这些相互通信系统所进入的应用包括信息存贮和检索、文字和文件的处理、电子信邮、游戏和娱乐活动、以及用于安全和能源节省的设备远程控制等等。

由于计算机和通信技术进入几乎所有日常活动而受影响的各类人至少可归纳为下面三类: 创造者、有知识的用户和坐享其成的无知识的消费者。创造者是从事实际工作的专业工程师、计算机科学家和数据通信专家。这类人对上述技术问题的特定方面和有关它们的大部分一般知识有较详细的了解。坐享其成的无知识的用户是一些直接用户, 他们不关心如何工作或如何改进性能, 但却对何时出故障有强烈的反映。这本书主要是针对希望变成有知识的用户一类人写的。工艺的日新月异决定了坐享其成的无知识用户保持安然自得的日子不会很久了。因此, 在选择和介绍本书所包括的材料的目的帮助微机系统环境中数据通信的目前用户和潜在用户变得有知识, 以便他们在想了解何处寻找时, 能够利用所提供的强大能力。

本章我们讨论信息实用设备的思想和一种类型的公共载波服务, 有助于公众使用可能的远程信息分布和处理中心的公共交换网。互连和结合异种系统的意图对几个不同级别通信的接口标准提出了严格要求。现在有一些制定和审查通信和计算机网络标准的机构。在本章最后一节, 我们给出了主要标准机构表, 表中附这样一些内容: 如何获得他们的文献, 他们公布与微计算机环境中的数据通信有关的哪些具体标准。

目 的

当你读完本章时, 便能作下述事情:

- 知道出现了实现作为公共事业设备的信息的产品和服务。
- 能够鉴别并简单地说明信息公共事业设备提供的服务。
- 确定公共包交换网络的概念和鉴别几个这样的现存网络。
- 鉴别几个标准机构和它们在微机数据通信领域中相关的工作。
- 熟悉一些与国际标准机构在用异种设备连网的开放系统互连(OSI)模型相关的术语和概念。

作为公共事业设备的信息

公共事业设备可定义为需要而有价值的服务的提供者。传统上,公共事业设备已经提供了诸如下服务:将电、煤气和水分配给消费部门。在该服务中新增加的一项是信息。信息公共事业设备就价值而言,它执行传递信息的服务。这些信息应根据用户特有的需要及时组织和剪裁。这些信息几乎一经请求立即直接传递给用户,而不管用户在地理上位于何处。

信息公共事业设备的再一个重要特征是,它本质上是一个“信息经纪人”。信息公共事业设备本身虽然从其它信息源获得实际数据,但只提供存贮和散发信息的工具。在这种方式中,公共事业设备不需要担心数据收集问题,信息源也无须担心分发问题。通信双方努力作它们要作的事,这是一种真诚的合作关系。

目前有两种主要类别的信息公共事业设备:基于分时的服务和可视数据/远程报文(Viewdata/Teletext)类的服务。基于分时的服务是60年代后期就已经存在的计算机分时工业的分支。在美国,该类的两个主要代表是The Source和Micronet。

The Source和Micronet

The Source网络于1979年由处在弗吉尼亚州McLean的美国远程通信公司建立。大量的分时服务的资源在正常工作时间之外远未充分利用。这种未充分利用资源的情况同样也适用于公共信息传送网络,如Tymnet和GTE Telenet 公共包交换网络。用户通过这两个网络可便宜地利用这些分时服务。公共信息传送网络和它们的服务在后面一节详细讨论。

Source网让用户经位于马里兰州Silver Spring的Dialcom分时系统的设施可以存取大数据库。在原始的Source网络信息提供者之中包含众国际社(UPI)、纽约时报和较大的股票和商品交易所。这样,信息设施的三个所需的组成部分便各就其位—大量的信息、可以存取信息的计算机系统和实际上可由美国每个家庭和公务机构利用的比较低费用的分布网络。Source网络的大多数潜在用户经本地电话呼叫可与增值的GTE Telenet网络和Tymnet网络相连,由此还可与马里兰州的Dialcom网络相连。

为了成为Source网络的一个用户,每个用户必须有一个低速调制解调器和一个ASCII键盘/显示终端。调制解调器、ASCII(美国信息交换标准代码)字符集、电缆和连接到The Source网络所需的连接器将在本书后面几章中详细讨论。这些设备的价格约1000美元。(略去报价情况)

The Source除提供数据库存取外,还提供多种其他服务。几乎所有的标准时分服务也可提供。这些服务包括程序开发用的编译程序、数据库管理设施、正文编辑、文件处理、电子邮政、游戏以及诸如会计和统计分析之类的专用应用程序。可从The Source获得总共大约2000个程序和应用程序。

Micronet是信息设施的另一种早期的表现:全国性的分时公司Compuserve的子公司Micronet让用户用它的总公司的网络来使用它的资源。在服务和连接收费方面,Micronet和Source两个网络在家用和小型商业用户市场上直接竞争。

可视数据(Viewdata)和远程报文(Teletext)

信息设施的第二大类叫可视数据和远程报文服务。两者都使用彩色电视屏幕显示改编成分离页面的数据。可视数据和远程报文都在英国首次实现。可视数据由英国邮政部门作为简单的分发机构而实现,随后又有改进。远程报文由英国广播公司作为对聋人广播解说词的系

统实现。

可视数据和远程报文这两种类型的系统间有两个明显差别：数据散发技术和交互性。可视数据系统使用电话网络，而远程报文系统使用电视广播装置将数据从中心设施传送到用户的电视机。可视数据支持双向通信，而远程报文则不能。

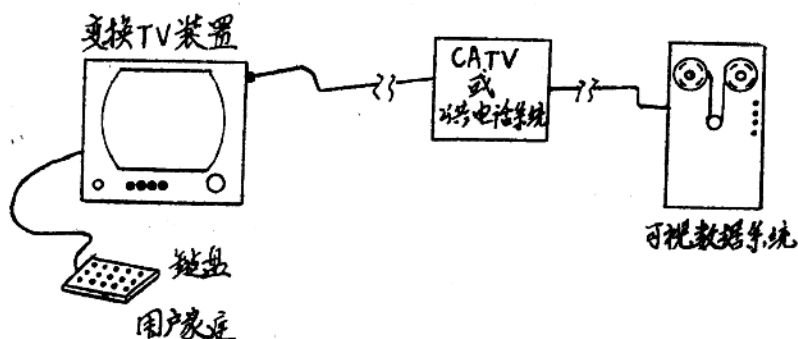


图1—1 可视数据的信息传送方法

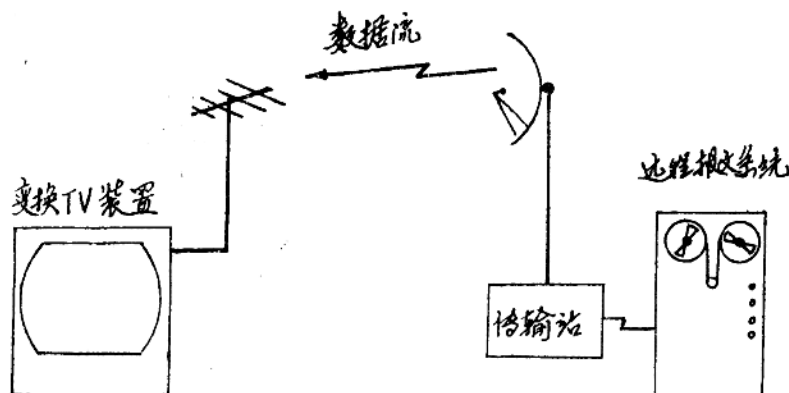


图1—2 远程报文的信息传送方法

因为可视数据和远程报文系统在美国尚未广泛使用。而且不用家庭或办公室中的可编程通用微型计算机，所以它们不适用于本书。我们提及它们是因为它们在信息开发和市场化方面将起着越来越重要的作用。

增值通信网络

插拨化家庭(Plugged-in home)、无纸办公室和信息设施的思想是以容易得到的、廉价的数据通信为基础提出来的。最早的和最普遍适用的通信资源是公共交换电话网络。实际上美国每个家庭和办公室都装有电话，因此，有能力经过此网络同任何其它装有类似设施的部门通信。

本节我们将对现在可以使用的或目前正值开发阶段的一部分公共信息传送网络的服务进行概述。这种公共信息传送网络服务中，有些主要针对大公司用户。然而，即使一种服务最初只针对大公司用户，但最终某些企业家也可以“大用户”的名义预订这种服务，然后将这

类服务的要素转卖给较小用户。

70年代初期,国防部高级研究计划局宣布了一项建造称作Arpanet的计算机通信网络的计划。Arpanet使用公共交换电话网互连分布在美国各地的许多不同计算机。Arpanet还使用称作包交换的技术,在网络通信结点间为文电进行路由选择。包交换是这样一种技术,即把文电分成称作包的固定长度的段。构成特定文电的各种包,分别经网络选路到最终目的地。打包技术使网络负载的增加均匀分布,并方便网络交换结点处的缓冲和文电路由选择,其结果是,包交换网络能以费用甚为有效的方式获得很高的吞吐量。在Arpanet网络上所收集的详细性能数据表明,包交换技术是经公共交换电话网互连大量异种系统的有效的、商业上适宜的一种解决办法。

因此,到70年代中期,已有足够的证据证明可以把电话网同实现包交换的专门化的硬件和软件结合,向不断增加的用户出售,以满足对廉价通信能力的要求。这样构成的产品叫增值网络。具体地说,增值网络提供商从电话公司租用电话线路并提供包交换硬件和软件让多个公司和用户以成本有效的方式进行共享

两个主要的商用增值网络公司是GTE Telenet和Tymnet。每个公司都实现自己的基于电话系统的包交换网络。形容词“增值”是指包交换能力加附加的网络服务,如冗余设备,网络中特定链路失效的另选路径,网络资源管理和传输差错控制等。网络资源管理能有效地将通信费用减小到大约为专门租用的电路费用的1/3。传输差错控制能将比特差错率减小到远比标准电话线正常情况下发生的差错率低的水平。增值网络还能提供附加的服务,如电子信邮。

70年代后期,先进的办公产品和通信公司宣布了几种新的网络服务—所有设计都是利用诸如微波和卫星通信之类的最新技术。美国电话和电报公司(AT&T)和卫星商用系统(SBS)就是这样的两个公司。

自然会产生这样的问题:网络服务与微计算机数据通信有什么关系?答案是,家庭用户和小型系统用户已经用上了增值网络公司经过信息设施(如The Source)提供的资源和服务。具体地就是,The Source利用GTE Telenet和Tymnet将分布在美国各地的用户连到处于马里兰州Silver Spring的时分服务的大型计算机资源。一种明显的倾向是,对小公司和个人用户开始时太昂贵而用不起的新的服务,最后也将进入小顾客市场—或者由于费用降低,或者由于通过中间承包商把大量个体用户形成一个用户联合体。

由于信息设施思想开始进入更多的办公室和家庭,标准化问题引起了越来越多的关注。在其它工业领域也产生了类似问题,如录像带和电唱机市场。为我们举一个标准化的好处的例子:不管你的电视机从卖主A还是卖主B购得,你都能够观看星期一晚上的足球。对诸如数据通信和信息服务工业之类的发展中的工业,确定可行的标准并始终如一地坚持这些是极其重要的。如果用户不断面临在有兼容问题的产品中进行选择,对所涉及的每个人必定持否定态度。因此有若干种标准化机构,其目的是设计和制定可行标准,并提供讨论和解决各种标准的论坛。下一节简要讨论几个对数据通信和微计算机系统具有重要意义的标准化机构。

标准化机构

美国有两个标准化机构、国际上也有两个标准化机构,它们对数据通信中的微机用户具有重要影响。下面几节简单说明并鉴别与我们关心的范围有关的由每个标准化机构颁发的特

别重要的标准。

EIA

电气工业协会(EIA)是美国电子工业制造厂商的标准化机构。在数据通信领域中, EIA标准工作由技术委员会TR30进行。EIA以RS系列出版发行标准, 并在工业电子公报中给出附加的应用札记和补充材料。

最适用于微机系统的EIA标准是RS—232—C。该标准涉及连接终端到调制解调器、终端到计算机、打印机到计算机以及其它类似计算机部件配对的电气特性。最近的EIA标准是RS—449, RS—442—A和RS—423—A。所有这些标准将在第二章讨论。

EIA出版物可从EIA国家总部订购, 地址是

Electronic Industries Association
2001 Eye Street, N.W.
Washington DC 20006

IEEE

电气电子工程师协会(IEEE)是致力于电气电子工程的各部门的专业机构, 适用于微机用户的IEEE标准包括IEEE S—100总线标准和P896分委员会建议(“先进的微计算机系统底板总线”)。IEEE计算机协会的微处理器标准委员会的地址是:

IEEE Computer Society
10662 Los Vaqueros Circle
Los Alamitos CA 90720
(714) 821—8380

CCITT

国际电报电话咨询委员会(CCITT)是国际电信联盟(ITU)范围中的一个委员会。ITU是联合国的一个机构。CCITT内的两个研究组织制定与数据通信有关的标准。CCITT研究组VII研究公共数据网络上进行数据通信的标准, 如本章前面我们讨论的增值网络。它们的成果以X系列建议(注)的形式出版。第二个研究组XV11, 开发与电话设施上的通信相关的标准。它们的报告以V系列(注)文件形式出版。

最适用于微机数据通信的CCITT建议是V.28(与RS—232—C基本兼容), V.10(与EIA RS—423—A兼容), V.11(与EIA RS—422A兼容), 和X.21(与EIA RS—449基本兼容)。

ISO和ANSI

国际标准化组织(ISO)是自愿参加的世界范围的联合体, 参加者为每个成员国的标准化协会。美国的ISO代表是美国国家标准协会(ANSI)。

ISO的任务是起草和获得一致同意的国际标准。制定国际标准的工作由ISO技术委员会进行。ISO在数据通信领域中的工作集中在第97技术委员会的两个分会。第97委员会研究领域是计算机和信息处理。第一个分会是ISO/TC97/SC6, 它负责开发数据通信领域中的标准; 第二个分会是ISO/TC97/SC16, 负责建立互连异种系统的模型, 称为开放系统互连(OSI)模型。

(注): 原文为ISO X系列——因为ISO与CCITT是两个不同的国际组织, 前缀ISO易引起混淆。——译者。

ISO的标准与上述的CCITT和EIA标准兼容。例如, ISO2110基本上与EIA RS-232-C和RS-366-A兼容(包括自动呼叫装置), ISO4902与EIA RS-449兼容。

负责数据通信的ANSI委员会是计算机和信息处理委员会X3。最适合微机系统用户的ANSI标准是7比特字符编码标准, 称为美国信息交换标准代码(ASCII)。第四章中有一节详细讨论这一标准。

ANSI出版物可从下述单位之一购买:

Computer and Business Equipment Manufactures Associaton 1828 L Street N.W suite 1200 washington, DC20036	American Nation Standards Institute 1430 Broadway NewYork, NY10018
--	---

请注意, 计算机和商业设备制造商协会(CBEMA)是作为ANSI秘书处的一个机构。

ISO开放系统互连参考模型

如前所述, ISO正制定通用参考网络体系结构的标准, 以便互连异种计算机系统。1977年特别成立的ISO第16分委员会建议了一个开放系统互连参考模型, 旨在作为定义未来分布系统标准的一个体系结构基础。OSI参考模型主要适用于大型计算机的网络, 但是某些概念适合于本书提出的大部分材料。在这里给出简短讨论的目的是介绍网络和计算机协议的某些基本概念。并定义一些术语, 这些术语对于理解有关这些论题的文献是非常重要的。

通信协议

70年代后期, 一般民众开始知道使用CB(公民波段)无线电的卡车司机所用的行话。诸如“bearing the air”和“keep the clean side up and dirty side down”之类的行话对未经训练的耳朵可能毫无意义, 但是对卡车司机, 它们却是具有精心定义的规则和意义的很有结构性的语言。一个卡车司机同另一个卡车司机的典型通话从报出自己名字(“头衔”)和他希望与之通信的另一个司机报出自己名字开始。通信双方给出并接收确认信息, 当它们通信结束时, 正式将信道关闭。

这种类型的会话与两个卡车司机间正式面对面讨论有很大不同。原因有几个。首先很多用户共享通信资源, 于是用户首先标识自己和意将消息发往的用户。而且因为介质仅能支持有限的通信流量, 所以文电需要精确或编码和短小。因为外部引入的噪声和干扰通常会损伤文电的清晰度, 确认和(必要时)重发文电则是标准的规程。

一组这样的规则、规程、约定和语言称为协议(protocol)。在70年代初期的Arpanet课题之前, 协议这一术语主要在外交场合使用, 此时维持不同文化间的适当礼仪、风俗习惯、社会实践是非常重要的。在Arpanet课题中, 必须相互通信的一组地理上分散的异机种计算机也具有外交官(和卡车司机)那样的类似问题, 即多个用户需要在有限容量的信道上(可能会形成长时间延时)经过有噪声的、恶劣的环境发送信息。因此, Arpanet的设计者看到, 需要组织和控制计算机间的通信, 并将协议这一术语用于此概念。

协议和网络功能

协议一词在外交意义上, 国家之间的联系以多层形式实现, 每一层都使用它自己的协议。在计算机通信协议中, 相同的功能分层证明十分有用。ISO OSI参考模型规定了七个功

能层，简要讨论如下：

物理层

物理层代表直接适用于互连两个通信对手之物理介质的约定。特别是该层对链接信源和终点的物理信道的初始建立、维持和最终释放，必须提供机械、电气和功能机构。在本书中，我们将讨论物理层的几个通信协议：EIA RS—232—C，RS—449，RS—422—A和RS—423—A。所有这些协议都在第三章讨论。

数据链路层

数据链路层负责将信息单位在一条通信链路上从一个结点传送到另一个结点。微机系统的重要链路层协议是异步串行数据链路协议。该课题在第二章讨论。

网络层

网络层对跨越网络的信息进行交换和路由选择，所以网络层建立所需的物理和逻辑连接，以便将数据从它的信源传送到它的终点（一个或多个）。

传输层

传输层负责确保高质量的网络服务。传输层执行的一种重要功能是控制端到端的数据完整性。传输层的总目的是作为会话和网络层的接口而工作，以保证网络层向会话层和网络的高级功能提供高质量服务。

会话层、表示层和应用层

会话、表示和应用三层都与高级网络功能有关。会话层负责协调与两个通信应用相关的进程之间的交互动作。表示层执行任何必要的格式化和/或编码转换，以便使传输的信息为终点理解。应用层是直接为用户应用程序或进程通信的一层。

对上述每种功能层，都有一个相关的等同协议，该协议控制相应层功能之间的通信。本书详细讨论的适用于通用微机系统的两层是物理层和链路层。

第二章 数据传送

当40年代末首次建造成计算机时,主要的设计重点是计算机的计算能力。最早的计算机是为解科学性质的问题而设计的,因而主要压力落在机器的数学和逻辑能力而不是机器的I/O资源上。今天,在诸如天气预报、核子研究、经济模型这样的应用中,可以看到价值几百万美元的巨型计算机(例如,Cray计算机或控制数据公司的某些大型计算机)已同价值200美元的每秒30个字符的小型打印机相连。这种模型的结构体现了经典的,限于计算的应用:计算机的算术和逻辑部件“嘎吱嘎吱”地处理一个个数字,在它的控制面板上某些指示灯正在闪烁,还可能在摇摇晃晃的老式打印机上格登格登地印上几个“答案”。

虽然计算的应用令人感到兴趣和有意义,但同现在人们关心的通用目的的微计算机系统所开拓的极大多数应用不一致。值得注意的是,多数微计算机系统计算能力完全集中在一块硅片上。在本书中,我们的举例选择了Zilog公司首先设计和生产的Z80微处理器。每个计算机科学系的学生都知道的最基本的原理是:计算机应用可以细分为三个主要子功能:输入、处理和输出。如果我们只考虑与支持这三种子功能相关的硬件要求,微处理器CPU集成电路基本上包括了处理功能。那么,输入和输出功能呢?计算机厂商发现,当计算机进入机关、商业和教育部门时,I/O越来越成为十分严重的问题。事实上,在近几年中,计算机工业在基本系统设计原则方面经历了彻底的变化。过去逻辑电路费用高而I/O比较便宜。现在情况却完全相反:逻辑电路很便宜,通信设备很贵。请考虑一下你的微机系统。何处开销真正的大笔费用?是字符式打印机呢,还是软盘?还是CRT终端?你的CPU费用多少?目前Z80 CPU芯片大约只需10美元。一块处理器印刷电路板费用为200到400美元。

因此,本书只涉及微计算机系统开发和应用高成本部分的内容;特别是,本章叙述数据传送的一般课题。本章目的可综合如下。

目 的

当你读完本章时,你将能够:

- 描述和讨论微型计算机的串行并行数据传送和如何控制这些传送。
- 鉴别和定义数据传送控制技术的层次,这些技术包括:

程序控制

- 查询I/O
- 中断驱动I/O

直接存储器存取(DMA)

- 讨论DMA的利弊和合适的应用。
- 讨论查询I/O和中断驱动I/O的相对优缺点。
- 描述异步串行协议中,传输的每种类型的位:起始位、数据、奇偶校验位和停止位。

微处理器接口

如上所述,微计算机的运算和逻辑能力处在一片集成电路上,该片电路又处在可以插到

计算机机箱底板上的一块印刷电路板上。因此，在这种小型元件条件下执行数据传输的问题可归纳为称作微处理器接口的概念。下面是该术语的正式定义：

微处理器接口：微处理器与存贮器，I/O设备和以兼容协调一致的方式工作的其它外部设备的集合。

接口的目的是将数据传递给处理器，待CPU对此数据进行适当处理之后通过接口所提供的方法，将结果传递出去。这种过程的主要元件如图2.1所示。

任何数据传输必定涉及源、终点、数据本身以及控制传送的方法。上述可归纳为三个重要事实：“哪里”、“什么”和“何时”。

“哪里”给出数据源和终点的地址，“什么”是指数据本身，“何时”则包括为了同步在实现传送时必定发生的事件所需的控制信息。

数据源和终点可以是下述三个设备的可能配对组合中的任何一对：CPU，存贮器，外部设备。因此，可能的源—终点对是两个CPU，CPU和存贮器，CPU和外部设备，两个外部设备，存贮器和外部设备等。要传送的数据可以由指令字节或实际数据组成。

并行和串行数据传输

在前面讨论微处理器接口时，我们列出了三个主要成份：“哪里”、“什么”和“何时”。在本节，我们讨论传输方式的重要概念。在计算机世界中，有两种数据传输方式：串行传送和并行传送。

1 2 位元

1 2 3 4 半字节

1 2 3 4 5 6 7 8 字节

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 字

图2—2 微计算机的比特组

由传送的内容组成的数据通常组成若干比特组。图2—2示出了微机最常用的几个比特组。不可分割的数据项是一比特。然而，几乎所有通用微计算机的基本数据通路和存储器编址方式都使用比特组。如果该组有4比特，该微计算机叫4位微机。4位组成的组通常叫半字

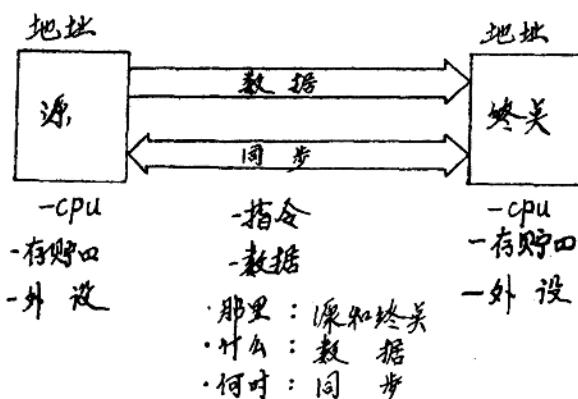


图2—1 计算机接口

节 (Nybble)。如果基本比特组是以8位组成一组,该微机称为8位微机。8比特通常组成一个字节。并行和串行传送之间的区别在于这些比特组从源传到终点的方法不同。如果在单条1位宽的通路上一次传送一位,这种传送方式便称作比特串行或串行。如果在多条并行1位宽的通路上一次传送一组比特,该传送方式叫比特并行或字节串行。让我们观察一些例子。

并行数据传送

微计算机系统几乎总是以并行方式传送保持在处理器机箱内部的数据。在8位微计算机系统中,所有内部的数据传送都发生在8位宽的数据通路上。这种数据通路叫数据总线。除了8个数据线外,至少还需要两根附加线:信号地线,和数据准备好线。典型的比特一并行数据通路如图2—3所示。信号地线提供参考点,以决定8个并行数据线的逻辑状态。数据准备好告诉接收设备(终点)何时采样或读8个数据线。“何时”的功能将在控制数据传送一节详细讨论。应该注意,8个并行数据线同时采样。这样你们可以说,8位数据总线支持一字节接连一字节的传送。某些主机制造商已使用字节串行这个术语来描述8位并行数据传输。

关于图2—3所示的简单并行数据通路,要注意的另一点是控制信号仅支持一个方向的数据传送。如果该通路支持两个方向的传送,则至少还需要附加两条控制线,即IN信号和OUT信号,用以指示通道哪端发送,哪端接收。

因为在本书中,Z80微处理器作为模型化的8位CPU,让我们观察一下基于Z80的典型微计算机的并行数据传送。首先,Z80—CPU集成电路本身,有8

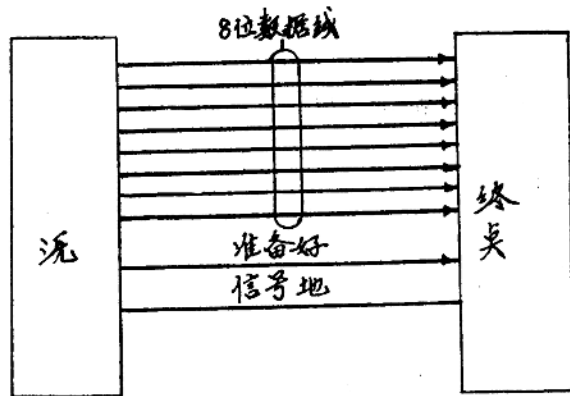


图2—3 简单的比特并行数据通路

位数据总线。该总线将CPU的内部寄存器彼此连在一起,还同解释指令的CPU内部的功能部件以及专用逻辑部件相连。该专用逻辑部件将总线信息带到装有CPU芯片的40个插针封装件的某个物理插针上。Z80微计算机的存储器按8位字节的格式来存取数据。I/O端口一次传送8位。Z80CPU支持的那组通用寄存器宽度为8位。值得指出的是,有几个Z80寄存器可保存16位,Z80的存储器寻址方案也基于16位地址。然而,每个地址和每个16位寄存器可认为是能独立处理的2个不同字节。实际上,Z80CPU的基本数据单位是一个8位字节。

在微计算机世界中,内部数据总线的宽度是非常重要的,因此,它通常是用来分类特定微处理器的最重要的特征。如前所述,如果内部数据总线宽度为 n 位,该微处理器便叫作 n 位微机。数据总线宽度对CPU性能的影响很大。这种影响的详细解释已超出本书范围。然而,如果存储器访问和算术逻辑操作传送16位而不是8位,不难想象增加的速度和能力。附加的操作码和相关的单指令功能也是很显著的。加倍数据总线宽度所取得的益处增加了一倍多。使用多年的广为流行的8位微处理器是Intel8080/8085系列,Motorola6800和6809,Mostek6502和ZilogZ80系列。16位的微处理器也已使用几年。早期的几种16位微机是DEC LSI—11,国家半导体公司的IMP—16和Texas仪器公司的TMS9900。几种较新的16位

处理器业已开发: Intel8086, ZilogZ8000, Motorola68000和国家半导体公司的NS16032。其中的一些最新的16位处理器具有32位的一些特征,例如, Motorola68000便具有32位宽度的寄存器组。这预示着实现完全32位CPU结构和能力的功能更强的集成电路,如Intel iapx432微处理器的问世。

串行数据传送

外部数据传送通常涉及未收容在同一机箱中的或未紧靠CPU和存贮器的设备。这样的传送可以并行或串行接口进行。因为前面讨论了并行传送,这里让我们研究串行方式。

典型串行数据通路用一根线传输数据位流,还可能有几根线用于信号地和控制。现有几种物理级的串行标准和约定,它们规定了电源和控制信号,第三章我们将讨论三种重要的串行传输约定:

TTL电平

EIA标准RS-232-C

20mA的电流环路

每种约定微型计算机结构中广泛用于本地部件之间的比特串行数据传送。RS-232-C还用于途经公共交换电话网络的数据传送。

并行与串行通信的比较

对微计算机系统并行和串行数据传送讨论完了之后,让我们观察一下在几个标准下两者如何比较。

距离 并行数据传送的距离通常小于100英尺。串行数据传输距离通常从几英尺到数千英里。

速度 并行接口的数据速度在较短距离上显然会很高,因为同时可以传送多个比特。与典型微计算机设备相关的并行数据通路所支持的数据速率在从0到每秒几百万比特的范围。与典型微计算机设备相关的串行接口数据速率则在从0到大约每秒2百万比特的范围。对于串行和并行数据传送而言,可以支持的速率与传送距离成反比。图2-4用曲线说明了这一情况。

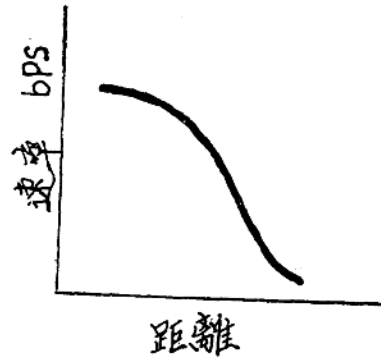


图2-4 数据传送速率和距离的关系

信号电平 并行接口通常使用晶体管—晶体管逻辑(TTL)信号。也就是说,逻辑1和逻辑0在每个并行线上在电气上表示为正或负标称值5V。虽然TTL信号也可用于串行接口,但以RS-232-C信号电平或20mA电流环路操作的串行设备更为普遍。所有这些类型的接口将在第三章详细讨论。

信号衰减和放大 当电气信号发送到线路时,总有一定程度的信号衰减。这种衰减随线路增长越来越显著。为补偿信号衰减,可使用较大功率的发送器或信号放大来保持信号特征。放大大路串行信号比放大多路并行信号要简单的多。放大大路并行信号所涉及的相位和定时问题可能要花一定代价。并行传输碰到的重要问题是歪斜。当各个线路传播延时之差引起由接收器采样的各个数据线的定时有显著不同时便产生歪斜。随距离增加,歪斜问题会越来越严重。

费用 当距离大于50英尺时,多条数据线的成本会很高。如前所述,根据“逻辑元件便宜,通信费用高”的设计规律,串行与并行传输比较,串行优于并行。将并行数据转换为串行数据在一条数据线上传输,然后在终点重新构成并行字节所需的额外逻辑电路,比在长距离上实现并行传送所需的逻辑电路要便宜。

远程通信 直到现在,电话网络一直作为最通用的长距离通信的介质。这种网络是为模拟语言通信设计的。要在这种介质上传输二进制数字信息必须串行化,然后再转换为适合于电话系统传输的声音信号(模拟信号),于是公共交换电话网络就构成了长短距离比特串行数据通信的重要设施。第五章详细讨论了用于数据通信电网络的特征。

因此,通过比较比特一行与比特一串行数据传输,人们便可断言,每种方式都有其最适合的应用。对于短距离,高速传送的情况,并行传输常常是最佳方案。对于长距离、低速通信,比特串行传输常常是唯一的手段。

不管数据是在串行或并行通路上传送,传输设施的重要性质是它的方向。下面几节将讨论各种类型的数据传送通路结构的方向特性。

数据传输方向 图2—5示出了三种具有不同方向特征的数据通路。单向(simplex)数据通路仅支持一个方向的数据传送,即从设备A到设备B。因此,在第一种结构中,A仅作为发送器,B只作为接收器。

中间的结构表示半双向(half-duplex)数据通路,它支持设备A和设备B之间的交替数据传送。具体地是,设备A可以传送到设备B;设备B也可以传输到设备A。但这些传输绝不能同时进行。在这种情况下,为控制线路换向,处在半双向链路两端的两个设备必须进行协调。这种协调要采用接口必须支持的附加控制信号的形式。

第三种结构表示全双向数据通路,它支持在两个方向同时进行数据传输。具体地是,设备A在设备B向设备A发送的同时也可向设备B发送。显而易见,为了实现这种同时传输,两个传输方向的资源必须完全独立。因此,设备A和设备B必须具有独立的接收器和发送器,从A到B的数据通路必须完全与从B到A的数据通路分开。这样,当A向B发送,B向A发送时,实际上在使用两个逻辑上(如果不是物理上的话)独立的单向通路。

在通信总线进行数据传送的意义上常常使用的两个术语是单向和双向。单向总线是单向

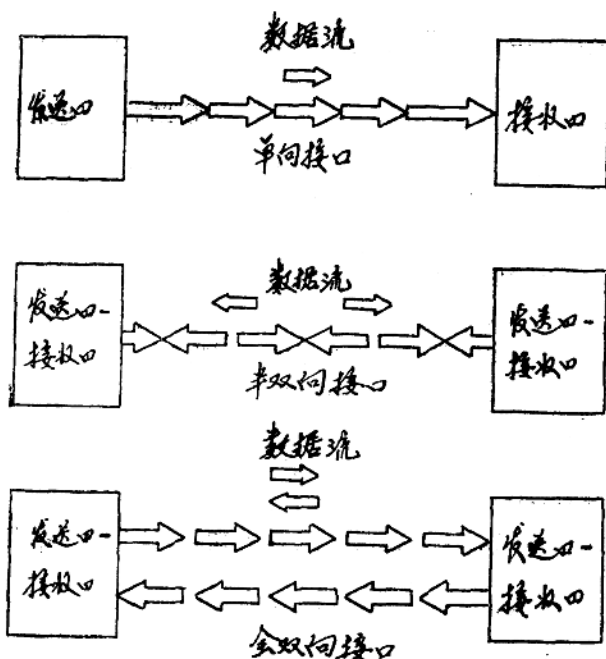


图2—5 单向,半双向和全双向串行接口