

PDA 和 PC 服务器间远程串行通信协议的设计与实现^{*}

The Design and Realization of Remote Serial Communication Between PDA and PC

唐 胜¹ 李锦涛² 钱跃良² 周经野¹

(湘潭大学信息工程学院 湖南湘潭411105)¹(中国科学院计算所数字化室 北京100080)²

Abstract In this paper, a communication protocol based on RS-232 asynchronous serial communication port and connection established by modem dialing, which is suitable for data transmission between PDA and PC, is designed not only to realize remote serial communication between PDA and PC, but also to construct the base for PDA's future use of accessing information from the Internet. A kind of self-adaptive flux-control strategy is presented in this protocol to adapt the different running speed between PDA and PC. The protocol is easy to implement, and is of high communication efficiency and reliability, and can be widely adopted in other serial communications established by point to point connection.

Keywords PDA, Serial communication, Communication protocol, Modem

1. 引言

近几年来,个人数字助理(PDA)由于其价格低、携带方便、操作简单等优点,应用领域越来越广。PDA在农业信息化和医疗保健等方面的应用给人们带来极大的方便,因而很受欢迎,易于推广。例如,在农业信息化方面,目前的农业专家系统基本上是基于PC平台上的,不便于带到田间地头直接指导农业生产,另一方面,我国大部分农村还不富裕,PC机的价格还难以承受,影响推广的范围。因此,就我国目前的状况,农村迫切需要便携式、系列化(包括低成本)的农业专家系统。基于PDA的便携式农业专家系统正好可以适应这一需求。但是,由于PDA运算能力不强且受存储容量不大等的限制,一些大的应用系统还不能在PDA上运行,需要将之放在远端的PC服务器上运行。这就需要研究和实现PDA和PC机之间的远程串行通信,以实现PDA端的专家系统服务请求与响应以及动态信息更新;另外,也可为今后实现PDA通过串口拨号上网访问Internet上的其它专家系统和信息资源奠定基础。为此,我们在课题“便携式农业专家系统”研究中,设计了适合PDA与PC之间数据传输的通信协议,并根据该通信协议实现了一个PDA和PC间远程通信系统和一个基于PDA和PC远程串行通信和神经网络的农业病虫害诊断专家系统。

2. 远程通信系统组成及通信原理

PDA和PC间远程通信系统构成如图1所示。

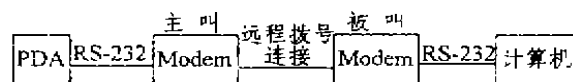


图1 系统组成框图

为了实现异步串行通信,要求PC机和PDA串行口符合RS-232C标准,并按该标准定义的信号进行信息控制和数据传输。能够实现该功能的集成电路通常称为通用异步接收发送器(UART)。通过对UART内部寄存器编程可建立异步串行通信协议(波特率、数据传输格式)以及UART操作方式(查询I/O或中断I/O)。此后,UART便可接收来自CPU的8位数据,以初始化所选取定的波特率向通信线路上串行发送位序列;或者从通信线路上按接收波特率串行接收位序列,每收妥一个8位数据,便可由CPU读出。在串行通信的基础上,加上对Modem的操作,即对Modem发出相应的AT命令串,如Modem初始化命令ATZ、拨号命令ATDT(主叫Modem)、自动应答设置命令ATSO=n(被叫Modem)、状态切换命令“+++”、挂机命令ATH等,便可实现PDA和PC机之间的远程串行通信。

^{*} 本文来源于“九五”国家科技攻关计划“便携式农业专家系统”课题,项目编号为96-B08,并得到863-308资助。唐 胜 硕士研究生,研究方向为人工智能。李锦涛 研究员,博士生导师,研究方向为数字化技术。钱跃良 国家863计划智能计算机主题专家组成员。周经野 教授,研究方向为人工智能。

3. 通信协议

协议是通信双方必须共同遵守的通信规程,它保证了数据传输的有效性和正确性。计算机网络的协议包括了从物理电气特性到各计算机的进程之间的共享资源的全部,目前,广泛使用 ISO 的 OS/RM 进行描述,其内容极为庞大和复杂。针对 PDA 上程序的运行空间小、CPU 配置低这种情况,我们优选了其中的部分功能。这种 PDA 与 PC 机通过 Modem 拨号进行点对点连接的通信协议必须在 PDA 端和 PC 机端都易于实现。因此,我们主要考虑了信息格式、流量控制、信息成帧与拆帧、自动重发机制等,将通信协议分为三层:物理层、链路层和应用层。现分别予以介绍:

物理层协议:物理层主要依靠通用异步接收发送器(UART)完成数据在物理信道中的传输。该层的数据格式如图2所示。

起如位	数据位	校验位	停止位
1位	8位	0—1位	1位

图2 物理层数据格式

我们在初始化串行口设置通讯参数时,可将数据位设为8位,校验位为0,表示无奇偶校验位(若校验位为1表示奇校验,2表示偶校验),停止位为1位,并约定

双方的波特率为19200。

链路层协议 链路层主要是为应用层提供一条无差错的通信线路。链路层主要有两类帧:数据帧和命令帧。帧的格式如图3所示,帧的长度是可变的,帧中各字段的含义解释如下:

帧头:表示一帧的开始,主要用于同步控制,约定值为3EH。

帧长度:表示帧头与帧尾字段之间的数据长度字节数。

控制字:表示命令和响应,用于使链路层执行某种操作、传递应答、报告链路工作状态,它是一组命令的集合,其具体内容详见表1。

头校验:表示对帧头部的两个字段即帧长度和控制字进行奇偶校验。

数据与校验:表示要传输的数据及其校验数据,这个字段的长度是变化的,其数据字节个数的变化范围在0—512之间,变化量是64的倍数,每8个字节后面跟一个校验字节,若最后一帧数据字节数不足64的倍数,则不足部分以0补齐,再进行校验。当数据区长度取0时,则此帧为命令帧,对于数据帧,数据区中数据字节个数有限制,其最大值为512,最小值为64。

帧尾:表示一帧的结束,约定值为 E3H。

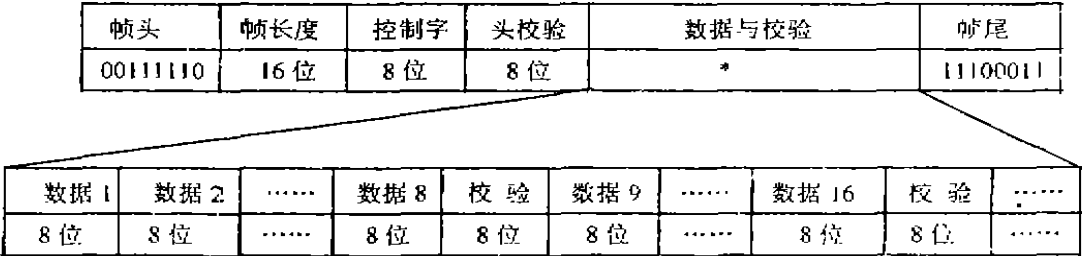


图3 帧的基本格式

表1 链路层功能表

类型	控制字之值	命令名称	表示	功能说明
数 据	1	发送数据	DATA0	发送数据帧的中间帧(发送方还有数据帧未发)
	2	发送数据	DATA1	发送数据帧中的最后一帧
命 令	3	请求拆链	ReqDL	当通信完毕后,要求与对方拆除链接
	4	请求握手	ReqHS	为确认链路接通并使双方同步,发送方请求握手
	5	响应握手	AnsHS	接收方收到发送方的请求握手帧后,予以响应
	6	确认接收	AckRecv	接收方正确接收某帧后,通知发送方发送下一帧
	7	请求重发	ReqReTX	接收方校验出错后,通知发送方重发当前帧
	8	重发失败	ReTXF	若重新接收某帧时校验还出错,报告通信失败
	9	通讯超时报告	OverTime	发送方等待 CTS 超时或接收方接收某帧超时
	10	缓冲区溢出	OverFlow	报告接受缓冲区溢出错误
	11	其它错误报告	Error	报告通信过程中出现其它错误

流量控制与自动重发机制。由于 PDA 与 PC 机双方速率不匹配,我们提出了一种基于停等方式和自动重发机制的自适应流量控制策略:发送方发完一帧数据之后,一直等到双方应答之后才进行下一轮发送,并根据接收方是否需要重发而动态改变下一帧的数据长度,具体如下:接收方接收某一帧数据时,要根据数据校验结果向发送方发回相应的命令帧:

(1)若校验正确,则向发送方发回“确认接收”命令帧并准备接收下一数据帧,发送方收到该命令帧后将继续发送下一帧数据;

(2)若校验不正确而且还未重发,则向发送方发回“请求重发”命令帧并准备重新接收该数据帧,发送方收到该命令帧后将重新发送当前数据帧;

(3)若校验和下正确而且已经重发,则向发送方发回“重发失败”命令帧并进行出错处理,发送方收到该信息码将进行出错处理;

(4)对于数据帧,数据区中数据字节个数根据接收方是否需要重发而动态变化:若接收方校验正确不需重发时,则将之增加64(不大于最大值,在实验中取最大值512);若接收方校验出错需重新发送时,则将之减小64(不小于最小值,在实验中取最小值为64);通信开始时取最小值;当数据帧长度紧接着出现增加减小再增加这种情况时,这时不能再增加数据帧长度,以防止数据帧长度来回震荡。这样,数据帧的大小可根据通信的当前情况自动调整,从而实现了自适应流量控制,具有很大的灵活性。

由于本协议通过固定帧格式和帧长度对接收数据进行计数,这样就解决了数据帧中字节与帧头或帧尾一致而引起的混乱。

应用层协议 PDA 和 PC 机在串行通信方面主要有两方面应用:一是文件传输,其信息格式如图3所示,其控制字之值为1;另一应用是发送和接收内存缓冲区数据,其信息格式如图4所示,主要是为今后 PDA 访问 PC 服务器上的专家系统的应用编程和用户编程提供接口,其控制字之值为2。

控制字	文件名	文件长度(n)	文件内容
1字节	16字节	4字节	n 字节

图3 文件传输的信息格式

控制字	缓冲区长度(n)	缓冲区数据
1字节	4字节	n 字节

图4 缓冲区数据传输的信息格式

由于 PDA 与 PC 机速度不匹配,在每项应用之前,为使双方保持同步,双方要进行握手,即发送方向接收方发送一请求握手命令帧,接收方收到该帧后向

发送方发回一响应握手帧,发送方确认收到该帧后,才开始进行文件传输或内存缓冲区数据传输。

4. 协议实现

本协议的实现分为两部分:PDA 端通信模块和 PC 端通信模块,PDA 端利用 PDA 提供的 SDK,Borland C++ 3.1 实现,PC 机端采用 Visual Basic 6.0 通信控件 MSCOMM 编程实现。

在实现方式上,物理层由独立于 CPU 的 UART 完成;PDA 端和 PC 端链路层分别通过中断方式和 MSCOMM 控件的 OnComm 事件完成;应用层则由主程序部分完成。

由于 PDA 与 PC 机速率不匹配,我们在实验中发现:若在 PDA 端采用查询接收方式编程,则在用 Modem 连接进行远程通信时,PDA 接收不到 PC 机发来的信号,所以只能在 PDA 端采取中断接收方式。在 PC 发送数据之前,要判断 CTS 信号,或加一些延时,以免出现超越错,即 PDA 的 UART 接收缓冲寄存器中的一个字节尚未被 CPU 取走,又接收到新字节而导致前一字节丢失,另外,因为 PDA 端 RS-232 接口没有 DTR 信号,在初始化 Modem 时要忽略 DTR,一般用串“AT&F&C1&D0/r”初始化 Modem。

为了方便我们今后实现 PDA 端与 PC 服务器端之间动态信息查询和专家系统服务等应用,以及用户编程的需要,我们为这些应用提供了编程接口,利用该编程接口,我们编程实现了一个 PDA 与 PC 远程文件传输系统,可通过 Modem 拨号,在 PDA 与 PC 之间相互传输文件,该编程接口还成功地应用于我们的“基于 PDA 和 PC 远程串行通信和神经网络的农业病虫害诊断专家系统”中。在该农业病虫害诊断专家系统中,我们将运算量很大的神经网络诊断程序放在 PC 服务器上,PDA 通过远程串行通信将农业病虫害的表现症状传输给远端的 PC 服务器,然后 PC 服务器再将神经网络诊断程序的运行结果通过远程串行通信传给 PDA, PDA 用户便可得知农业病虫害的种类及相应的防治措施。实验结果表明,本文提出的协议效率高、实时性强、可靠性高。

另外,我们通过实验,还发现:仅利用该 PDA 端通信模块提供的编程接口还可实现 PDA 与 PDA 之间的串行通信,仅利用该 PC 端通信模块提供的编程接口还可实现 PC 与 PC 之间的串行通信,由此可见,本文提出的协议也适用于其它点对点连接方式的串行通信,具有较好的通用性。

结论及今后的工作 我们编程实现了本文提出的协议,并为用户提供了编程接口。利用该编程接口,我

(下转第47页)

4. 性能分析

本文算法的正确性是引理3的简单推论。下面我们分析算法的性能,对于大型事务数据库的多维关联规则挖掘算法,其性能主要由 I/O 效率决定。

算法的第1步为计算频繁谓词集构造数据立方,只需要扫描一次事务数据库。当维数不太大,并且每维的不同值个数不太多时,数据立方可以用内存中的多维数组实现。实践中,频繁谓词集的数量并不大。这样,算法的第2步由频繁谓词集构造 FIDPI 树可以在内存实现,而不需要附加的 I/O 开销。算法的第3步使用修改的 Apriori 算法求所有的多维频繁项集。如果频繁项集的最大长度为 k ,则最多需要 $k+1$ 次扫描事务数据库。这样,总共需要扫描 $k+2$ 次事务数据库。如果扫描一次事务数据库需要 n 次 I/O 操作,则共需要 $(k+2)n$ 次 I/O。

相比之下,采用类 Apriori 算法的方法求频繁谓词集至少需要扫描 $k+m+1$ 次事务数据库,从而需要 $(k+m+1)n$ 次 I/O。利用数据立方进行多维关联规则挖掘的算法只需要扫描一次事务数据库,以构造数据立方。但是,由于包含项信息的数据立方比仅包含维信息的数据立方大得多,它不能用内存数组实现。这样,它构造和使用数据立方的 I/O 开销也不容忽略。并且由于数据立方的稀疏性,其存储开销也是非常大的。

结束语 本文,我们提出了一种挖掘多维关联规则的新算法。本文的算法将数据立方技术和 Apriori 算法的思想有机地结合在一起,既利用了数据立方能够有效处理多维数值度量的优点,又保持了 Apriori

算法的可规模性,这使得本文的算法具有较好的整体性能。Apriori 算法的各种变形与改进都不难,稍加修改用来求多维频繁项集。本文的算法不仅能够挖掘维间关联规则,而且能够挖掘混合维关联规则。

数据立方有利于多个抽象层上的挖掘。如何将本文的算法思想用于多个抽象层的多维关联规则挖掘,如何将数据立方技术与其它关联规则挖掘方法(如文[4]的方法)结合,需要进一步深入研究。我们正在探讨这些问题,希望能够在不久的将来报告我们的结果。

参考文献

- 1 Han J, Kamber M. Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann Publishers, 2000. 235~277
- 2 Agrawal R, Srikant R. Fast algorithms for mining association rules. In: Proc. 1994 Int'l Conf. on Very Large Data Bases, Sept. 1994. 487~499
- 3 Park J S, Chen M S, Yu P S. An effective hash-based algorithm for mining association rules. In: Proc. 1995 ACM-SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data, 1995. 175~186
- 4 Han J, Pei J, Yin Y. Mining frequent patterns without candidate generation. In: Proc. 2000 ACM-SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data, May 2000. 1~12
- 5 Fu Y, Han J. Meta-rule-guided mining of association rules in relational databases. In: Proc. 1st Intl Workshop Integration of Knowledge Discovery with Deductive and Object-Oriented Databases, Dec. 1995. 39~46
- 6 Srikant R, Agrawal R. Mining quantitative association rules in large relational tables. In: Proc. 1996 ACM-SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data, June 1996. 1~12
- 7 Kamber M, Han J, Chiang J Y. Metarule-guided mining of multidimension association rules using data cubes. In: Proc. 1997 Conf. Knowledge Discovery and Data Mining, Aug. 1997. 207~210

(上接第64页)

们实现了一个 PDA 与 PC 远程文件传输系统。该编程接口还成功地应用于“基于 PDA 和 PC 远程串行通信和神经网络的农业病虫害诊断专家系统”中。实验结果说明,本文提出的协议具有通信效率高、通用性好和可靠性高的特点。

随着 Internet/Intranet 的迅猛发展和智能信息化技术的进一步发展,基于计算机网络的专家系统越来越多。例如,在农业领域方面,北京市农林科学院和国防科技大学已经研究开发出了网络化、构件化农业专家系统开发平台 PAID。我们今后的工作,主要是在目前已经实现的 PDA 与 PC 间远程串行通信的基础上,

研究 PDA 和 Internet/Intranet 的接口技术,使 PDA 能远程访问 PC 服务器上的专家系统和实现动态信息更新,以充分利用网络信息资源。

参考文献

- 1 [美] Joe Campell. 串行通信 C 程序员指南(第二版). 北京:清华大学出版社,1995
- 2 陈坚,孙志月. MODEM 通信编程技术. 陕西:西安电子科技大学出版社,1998
- 3 赵春江,杨宝祝,等. 网络化、构件化农业专家系统开发平台(PAID)的研究与应用. 见:第四届中国计算机智能接口与智能应用学术论文集. 北京:电子工业出版社,1999. 439~465