

基于串口自定义协议传输文件的设计

陈荔¹, 张菁²

(1. 长安大学 教育技术与网络中心, 陕西 西安 710064;

2. 长安大学 电子与控制学院, 陕西 西安 710064)

摘要:为了利用串口准确高效地传输文件,文中采用了自定义协议封装数据帧的方式来实现这一目的。首先将文件发送分成3个过程,发送文件名和发送文件大小、发送文件内容以及发送文件结束确认。针对每一过程设计不同的数据帧结构,通过帧结构中的命令字来区分发送过程的不同阶段。线路受干扰可能出现传输数据丢失,线路故障将影响数据正常发送,采用定时器实时检测传输状态的模式提高数据发送过程的容错性,及时纠正发送过程中的错误,保证数据准确且高效地传输。封装数据前对数据部分逐一字节进行对比,发现帧头帧尾关键字进行替换,保证了发送数据中关键字的唯一。结果表明,利用自定义数据帧结构封装数据通过串口进行发送,定时器模式及时纠正数据传输过程中的错误,高效准确地完成了文件的传输。

关键词:串口通信;RS-232 接口;数据帧;关键字替换

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)02-0045-04

Transmission Document Design Based on Serial Port Definition Agreement

CHEN Li¹, ZHANG Jing²

(1. Educational Technology and Network Center, Chang'an University, Xi'an 710064, China;

2. School of Electronics and Control, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: In order to use the serial port to transmit the document correctly, it selected the seal data frame method to realize this goal. First the circulation process is divided into 3 parts: the transmission filename, the transmission document size and the transmission document content. In view of each process to design different data frame structure, use the order character of the structure to differentiate the different period of the transmission. In the sending process, there possibly presents the data missing or line fault to influence data transmissions, this question is avoided to establish the reproduction mechanism. Before sealing the data, carry on the contrast to the data part byte one by one, transmit the key words of frame head and frame tail to carry on the replace, guarantee the key words is only in the transmission data. The result indicated that this method can complete the document transmission highly effective and accurate using the definition data frame structure to seal data to the transmit data.

Key words: serial port correspondence; RS-232 connection; data frame; key words replacing

0 引言

串口协议是计算机上一种非常通用的设备通讯协议。串口通信的概念非常简单,串口按位(Bit)发送和接收字节。尽管比按字节传输慢,但是串口可以在使用一根线发送数据的同时用另一个线接收数据。它很简单并且可以进行远距离传输,所以串口在计算机与外设的通讯中得到了广泛的应用。RS232 标准是计算机最常见的接口。利用 RS232 可以进行数据传输,但

是接收方如何判断接收的数据是何含义、如何处理接收的数据,以及如何获知发送过程中数据是否丢失等情况却是 RS232 标准不能完成的,这需要传输者通过自定义协议来保证数据的正确传输保存。文中通过把文件传输的过程分解为发送文件名和大小、发送文件内容、发送文件完毕确认三部分,并且在文件传输过程中添加命令字来保证文件正确的传输。

1 串口通信原理

串口通信是一种在不同计算机间进行信息传输的通用接口,是美国电子工业联盟(EIA)制定的串行数据通信的接口标准,全称是 EIA-RS-232(简称 232, RS232)。现在的计算机均将串口固化为标准件,用户

收稿日期:2011-06-22;修回日期:2011-09-26

基金项目:国家自然科学基金项目(60806043)

作者简介:陈荔(1979-),男,福建莆田人,工程师,工学博士,研究方向为交通管理与控制。

使用串口不需要再进行任何额外的投资,只要一条标准的串口线就可以实现数据的收发,完成通信。串口是按位(bit)发送和接收字节。RS232 串口通讯距离较短,一般情况下波特率(串口设定了一个衡量其传输速度的参数叫波特率)设置为 9600 时传输距离最长为 13 米,如果通信的距离较远,也可以采用 RS485, RS485 和 RS232 有着同样的通讯机理,主要是解决 RS232 通讯距离短的问题,并且 RS232 与 RS485 可以通过转换器电路进行转换^[1]。

串口通信分单工、半双工、全双工三种工作模式。通信过程中任何时刻,数据只能由一方向另一方传输为单工;可以双向传输,但是任何时刻都只存在一个方向的传输为半双工;任何时刻均可以存在两个方向的传输为全双工。串口通信在传输过程中,受到外界干扰会导致信息的出错,出现将‘0’变为‘1’或者由‘1’变为‘0’的情况,这种情况称之为误码。串口设置提供了奇偶检验位来检测传输过程中是否发生了误码。串口还提供一个停止位设置,停止位表示传输包的最后一位,同时也可以作为计算机校正时钟的参考。串口还有一个参数是用来表示通信中实际的数据位,数据位有 5、7 和 8 位三种选择。传输实际过程中会出现由于计算机处理速度不同等原因导致通信双方不能同步,接收方缓存区已满但是发送方继续发送,数据必定无法正确接收。串口通信采用数据流的方式进行传输,流控制提供了通过发送 XON/XOFF 进行数据传输的同步。如果接收方的缓存区内的数据溢出时,发送 XOFF 通知发送方停止发送数据;当缓存区可以接收数据时,发送 XON 请求发送方继续发送数据。通信的双方必须将串口的各个设置设定为相同才能进行正确的工作^[2]。

2 协议帧结构设计

在串口传输文件过程中,文件被分解成数据“流”进行传输,接收端接收到的是一堆无序的二进制码,如何让接收端理解接收到的数据并进行正确的处理是传输文件必须解决的问题。让数据自己说明自己的身份,接收方就可以读懂数据而进行正确的处理。发送前对发送数据的属性进行定义,将文件的名称、大小、校验码等信息附加在发送数据中,组成一个数据包,再逐个发送数据包完成文件的传输。发送双方根据事先确定的规则发送接收处理数据,保证数据正确传输,事先确定的规则就是自定义的通信协议^[3,4]。通信协议规定数据包应该包含有控制信息和数据信息两部分,其中控制信息用于维持整个通讯正常进行,数据信息是实际传输的信息。利用串口发送文件,发送方按照通信协议的规定对发送的数据添加控制信息,以区分

这一组数据的类型或含义,同时计算并添加校验数据,然后在数据前后添加帧头帧尾,完成数据帧的封装。综合上述要求设计出如下的数据帧格式,以 7EH 作为帧头表示帧的开始,命令字与传输数据组成数据部分,通过逐位字节异或运算计算出校验码,用 F5H 作为帧尾表示帧的结束,见表 1~表 3 所示。

表 1 发送文件名及文件大小帧格式

帧头	命令字	文件大小	文件名	校验位	帧尾
7EH	0AH	File. Size	File. Name	CRC	F5H

表 2 发送文件内容帧格式

帧头	命令字	文件位置	数据	校验位	帧尾
7EH	0BH	Pos	Data	CRC	F5H

表 3 发送文件结束帧格式

帧头	命令字	校验位	帧尾
7EH	0CH	CRC	F5H

发送数据帧格式共分成 3 种类型,分别表示开始发送文件、发送文件内容和发送文件完毕。其中帧头、命令字、校验位、帧尾各占用一个字节,文件大小、文件位置占用 4 字节。接收方在接收到数据后,根据命令字对接收到的数据进行正确的处理,并且回应发送方需要的下一组数据。接收方回应数据帧格式设计如表 4 所示:

表 4 接收方回应数据帧格式

7EH	0DH	Pos	CRC	F5H
帧头	命令字	文件位置	校验位	帧尾

回应数据帧帧头、帧尾、校验位各占一个字节,文件位置占用 4 字节。发送方将需要发送的数据封装成设计好的帧格式进行传输,而接收方根据帧格式分解数据并且回应数据,两者遵守共同的数据包协议完成文件的发送^[5]。

3 发送文件流程控制

接收双方的数据帧格式设计完成,如何才能正确地通过串口进行文件传输呢?数据的正确传输依赖于发送接收双方严格按照设定好的协议进行工作。发送方帧结构中的命令字部分代表了传输数据的属性,接收方根据接收到的命令字对接收到的数据进行不同的处理,同时回应不同的需求给发送方,发送方再分析接收的需求发送下一组数据。直至双方都确认传输完成,结束本次通信过程^[6]。

具体步骤如下:

1) 首先发送方封装第一个数据帧,将获取的文件大小和文件名连接成一个字符串,然后逐位异或得到校验数加到字符串后得到新的字符串,在字符串前面添加帧头和命令字,字符串后加帧尾完成第一个数据

帧的封装。接收方接收到数据后放入缓存区,判断数据是否存在 7E 和 F5,不存在则继续接收数据放入缓存区,存在则拷贝帧头帧尾及中间的数据部分,同时删除缓存区的被拷贝的部分。对拷贝的数据进行分析,去掉帧头帧尾数据判断命令字,如果是 0AH,继续分解数据得到文件大小和文件名字,同时创建文件,回应命令字为 0DH,文件位置为空的命令字。

2) 发送方接收到接收方的回应数据后,开始读取文件(大小自定义)的一部分封装数据帧,其中命令字填写 0BH,文件位置填写当前的文件位置,将读取的文件内容填写在数据内容部分,逐位异或得到校验位,封装帧头帧尾发送;接收方接收到数据后分解,发现命令字是 0BH,取出文件位置及文件内容,将文件内容写入已经创建的文件中,同时将得到的文件位置写入要回应的数据帧中;发送方接收到正确的回应数据帧后,继续读取文件的下一部分发送。如此循环直至把文件发送完毕。

3) 发送方发现文件发送完毕。可以封装命令字为 0CH 的数据帧。接收方接收到命令字为 0CH 的数据帧后知道文件发送完成,可以关闭文件,同时回应数据帧。发送方接收到回应数据帧后,确认对方接收文件完毕。双方停止通信^[7]。

图1 为文件发送流程图。

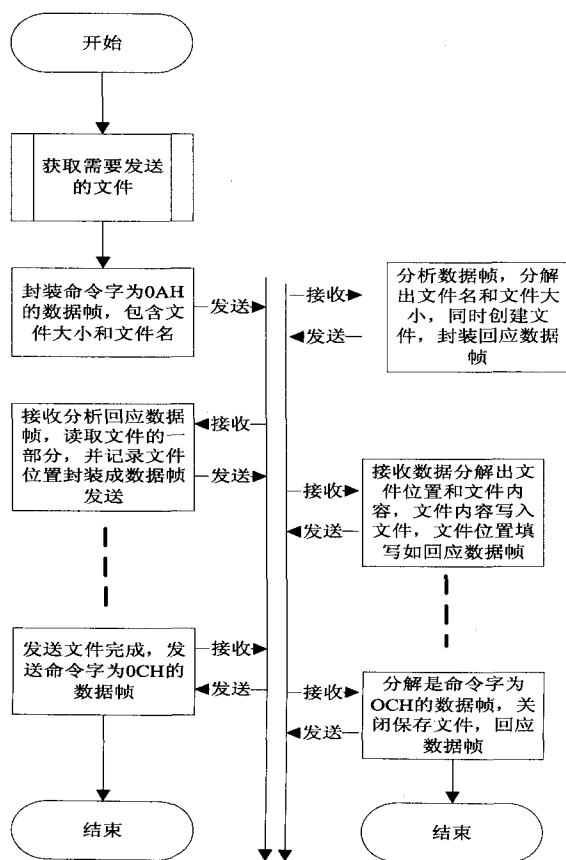


图1 文件发送流程图

4 保证帧头帧尾的唯一性

数据帧的数据部分在封装前可能含有帧头帧尾关键字(7EF5, 暂且称之为关键字)。如果不进行处理, 那么一个数据帧中可能会出现多个帧头或帧尾^[8]。接收端在分解数据时就可能产生歧义, 获取的数据就是错误的, 为了避免在传输过程中发生这种情况, 采取的方法是在封装数据前对数据进行逐字节对比, 如发现关键字根据替换规则进行替换^[9]。

1) 发送数据前对数据进行替换。对发送数据逐一字节比较, 如发现存在 7E 关键字, 将 7E 更换为 7F7D, 发现 F5 关键字, 更换为 7F7C。如此替换完成后, 出现了新的关键字 7F7D 和 7F7C, 新关键字如果在数据中另外存在, 还原数据时会把不是关键字的部分还原成关键字, 这样也是错误的。所以在逐一字节替换时, 同时将引入的 7F 也替换成 7F7B。

2) 接收数据后对数据进行还原。接收到数据后去掉帧头帧尾, 应该将数据进行还原, 得到替换前的数据。依次对相邻的 2 个字节进行判断(如 12、23、34 这样相邻的字节), 如发现 7F7D, 更换为 7E, 如发现 7F7C, 更换为 F5, 如发现 7F7B 更换为 7F。

通过对发送前数据进行关键字替换, 对接收数据后数据进行关键字还原, 整个发送过程中数据部分不会出现帧头帧尾关键字, 保证了数据传输过程中帧头帧尾关键字的唯一性, 避免了对接收数据进行分析时产生歧义^[8,10]。替换还原数据示意图见图2。

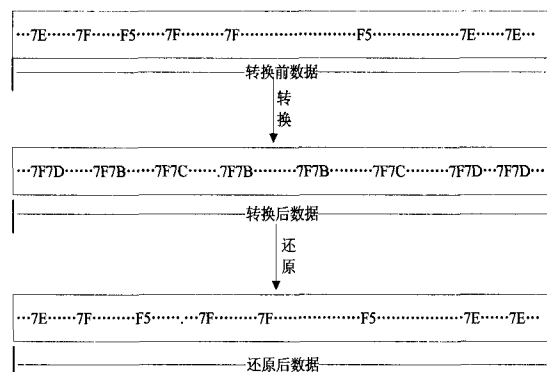


图2 替换还原数据示意图

5 定时器实现传输容错性

传输过程中由于线路受干扰或者线路故障都可能导致数据传输的失败。提高传输的容错性、最大限度地保证数据的正常传输也是数据传输必须解决的问题。文中采用定时器检测传输的状态, 发现错误及时纠正的方法有效地提高了传输的容错性。

(1) 发送方开始发送数据的同时, 启动一个定时器进行工作(定时器时间间隔自行设定)。发送方发出数据包后, 定时器开始计时, 在设定的时间内接收

到发送方的回应数据包,计时器停止计时并清零,发送方根据回应数据包的数据信息组织下一次发送的数据。如果在设定的时间间隔内没有接收到回应数据包,发送方重新发送刚才发送的数据包,同时计时器清零重新开始计时^[11]。

(2) 发送文件数据帧包含文件位置控制信息。文件位置控制项是一组连续的数字,以表示文件的不同部分。数据只有按照正确的顺序发送和接收,文件才能被正确地保存。接收方接收到数据后,分解出文件位置信息,与已经接收的数据文件位置信息进行比较,位置信息连续则将数据保存,同时将下次需要的文件位置信息填入回应帧中发送。如果比较出位置信息异常,则丢弃接收到的数据同时将需要的文件位置信息填入回应帧中发送。发送方根据回应帧中的位置信息组织文件数据进行发送。

(3) 由于传输线路受干扰可能导致传输数据部分发生变化,这种情况即使正常接收数据,接收的数据也不正确了。数据帧结构中校验码是为了消除这一现象设计的。发送数据端在确定需要发送的数据后,对数据中每一位进行异或操作得到最终的校验码填入数据帧相应位置,然后添加帧头帧尾进行数据发送。接收端接收到数据后进行分解,得到数据与检验码,接收端对数据同样逐位异或算出校验码,比较算出的校验码与接收的校验码是否一致。若一致则保存数据并请求发送下一部分数据;若不一致,说明数据发送过程中数据发送了变化,则请求发送端重新发送上一次发送的数据^[12]。

(4) 如果定时器在 3 次重发后仍然没有接收到回应数据帧,说明数据线路发生了严重的故障,需要人为参与解决问题,停止数据发送,发送方关闭已经打开的文件,退出发送过程^[13]。

定时器工作流程图见图 3。

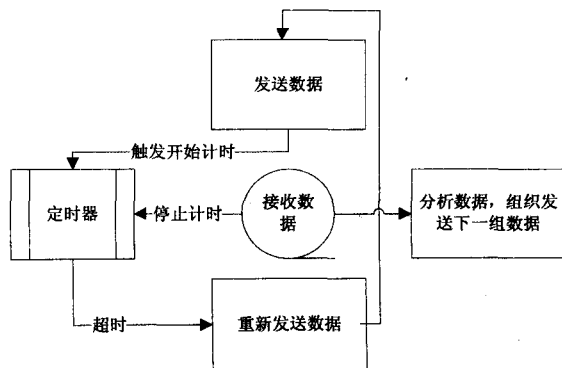


图 3 定时器工作流程

令字控制传输,完成了串口传输文件的全过程。文件传输过程发送端设计 3 种帧格式,分别是发送文件名及大小、发送文件内容、发送完毕确认,接收端设计一种回应数据帧格式。

发送接收方严格按照数据帧格式的要求封装数据帧协议进行发送,整个发送过程通过分析控制命令字变的清晰可控。如果传输线路出现故障等原因导致发送方接收不到回应数据,发送方会通过启用定时器的方法进行数据重发;发送方接收到回应数据的内容与预期值不符的情况,发送方也会对数据进行重发,通过定时器检测发送状态的方式保证了数据传输的正常进行。

帧头帧尾关键字如果在传输数据中存在而且不进行处理,接收方会在分解还原数据时发生错误,为了避免这一情况,在封装数据之前对数据中出现的关键字进行替换,接收方分解数据前对数据进行还原,这一方法保证了传输过程中帧头帧尾关键字的唯一。

参考文献:

- [1] 闫林,张聪品. 模态逻辑公理的粗糙真语义分析[J]. 计算机研究与发展, 2006, 43(11): 1999-2004.
- [2] ISO/IEC3309:1993. Telecommunication and information exchange between system - high - level data link control (HDLC) procedures-frame structure[S]. 1993.
- [3] 吕国芳,唐海龙,李进. 基于 Modbus RTU 的串口调试软件的实现[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(9): 236-238.
- [4] 赵晓辉,陈艳萍,张科英,等. 基于 VC++ 环境下串口通信程序的研究与实现[J]. 科技信息, 2010(1): 39-40.
- [5] 苏柱宾,蒋存波,张斌. 状态机原理在 MODBUS 协议实现中的应用[J]. 软件导报, 2011(1): 44-46.
- [6] 赵兵选,吴刚,吕旭涛,等. 一种广播数据系统数据帧同步快速算法[J]. 计算机应用, 2008, 28(1): 9-10.
- [7] 向乐乐,卢艳娥. 基于 NIOSII 的多串口数据通信的实现[J]. 电子设计工程, 2011(2): 24-26.
- [8] 郑彪,汪秉文. 串口通信在工业控制中的应用[J]. 自动化仪表, 2002, 23(4): 58-59.
- [9] Hwang K, Xu Z W. Scalable parallel computing technology, architecture, programming[M]. New York: Mc Graw - Hill Book Company, 1998.
- [10] 王茹,魏建磊. 一种同步串口的设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(2): 173-176.
- [11] Zhu W, Wang F Y. Relation and axiomization of covering generalized rough set[J]. Information Sciences, 2003, 152: 217-230.
- [12] 张冰,苏燕辰. 基于 RS485 总线技术的微机与智能仪表的双向通信设计[J]. 中国测试技术, 2005, 31(1): 84-86.
- [13] 翟希述,王宝兴,范森. 基于 Visual C# 的串口通信程序设计[J]. 电子技术, 2011(2): 24-26.

6 结束语

详细设计数据传输的帧格式,通过数据帧封装