

文章编号: 1002-2082(2005)05-0033-04

多路串行数据光纤传输系统

王恒运¹, 曹战民¹, 张兴社²

(1. 西安应用光学研究所, 陕西 西安 710065; 2. 中国人民解放军总参陆航部驻西安地区军代室, 陕西 西安 710065)

摘要: 提出一种适合于点-点或小局域间的中、长距离光纤(缆)传输系统。系统采用光纤(缆)作为传输媒介, 因而具有抗电磁和核辐射等干扰能力, 可应用于某些特殊的人工不宜到达的地理位置环境中; 系统同时采用了单片机作串行数据的发射和接收, 具有结构简单、可靠性高、数据处理能力强和串行波特率设置灵活等特点, 能适应不同串行传输速率的需求, 满足军用和民用的中、长距离的遥控及监控传输需求, 应用前景广阔。

关键词: 串行数据; 单片机; 光纤传输

中图分类号: TN25

文献标识码: A

Multi-channel Serial Optical-fiber Data Transmission System

WANG Heng-yun¹, CAO Zhan-min¹, ZHANG Xing-she²

(1. Xi'an Institute of Applied Optics, Xi'an 710065, China; 2. Xi'an Military Representative Agency of Aviation Force of PLA, Xi'an 710065, China)

Abstract: This paper introduces a medium and long-range optical-fiber(cable) communication system which can be used in data transmission of point-to-point or between two local-area-networks. Using optical-fiber as a transmission media, the system is immune from electromagnetic and nuclear radiation interference, and can be applied to some special environments or places unaccessible by human. While the microcontroller is used in the transmitter and receiver in this system, it makes a feature of simple structure, high reliability, the powerful data processing function and flexible design for baud rate of serial port, and fits in with the need of different transmission rate of serial port. It meets the requirement of the remote-control and-monitor for medium, long-range signal transmission in civil and military fields. Therefore, it has a great potential in the future.

Keywords: serial data; microcontroller; optical-fiber transmission

引言

随着计算机用户的不断增加, 所引起的数据信息年传输增长率已超过35%, 互联网信息的年增长率超过100%^[1]。在这些激增数据的传输中, 广泛采用两种数据处理技术: 第一种是串行分组交换技术, 即将数据分成等长或不等长的组, 交换机按照每个分组的地址信号进行交换, 其优点是信道利用率高^[2], 能适应不同长度数据信息的传输要求, 但被传输的信息不是实时地在一条专用线路上传送, 而是暂时被存储在一个邻近的计算机中, 直到形成足够大的分组后, 数据才被一起传输; 第二种是高

性能数据交换复用技术, 即异步传输模式(ATM)。它采用固定长度的分组来携带不同类型的数据信息, 信息被格式化后进入有效载荷为48个字节、信头长为5个字节的定长信元中。该技术利用这种信号处理方法对较长信息进行处理时, 必须先对信息进行分割和分组, 尔后进行信息的传输。用上述2种数据处理技术完成数据传输时, 实时性较差, 不易满足单点多用户对同步数据的传输要求。为了克服传输实时性较差和满足点-点之间多路中、远距离数据传输需求, 本文提出了一种数据传输的新方法。

1 系统组成

设定本系统为8路信号输入和8路信号输出的传输系统,它构成一个小局域到另一个小局域或两个点之间大量数据的传输系统,分为发射和接收两大部分,其原理框图见图1和图2所示。

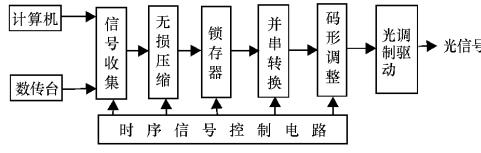


图1 发射部分的电路框图

Fig. 1 Block diagram of the transmitting section

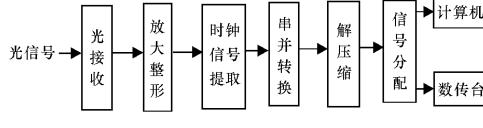


图2 接收部分的电路框图

Fig. 2 Block diagram of the receiving section

图1为发射部分的电路框图。信号收集部分的功能是用单片机(每个单片机接收1路)接收来自某种信源(计算机及数传设备等)具有串行传输格式的1~8路串行数据,并将其转换为并行数据。时序电路提供控制信号,控制8路并行数据同步输出,每路数据经过8:2压缩处理构成一个24位的并行数据。该压缩数据经锁存器输入到并/串(P/S)转换电路,形成一列串行数据流。数据流通过码型调整电路后送入光驱动电路完成光/电(O/E)转换,光信号通过光纤(缆)进行中长距离信号的传输。

图2为接收部分的电路框图,其功能是接收经光纤传输后的微弱光信号,通过光电转换电路将接收到的光功率转换成所对应的电压信号。微弱的电压信号经放大电路和整形电路后以TTL电平的电压信号形式输出,具有TTL电平的串行数据流通过相应的电路处理后得到时钟信号和数据信号。以时钟为基准对串行信号进行串/并(S/P)转换,恢复输入端的并行压缩数据,通过解压缩电路将输出的8路并行数据送入到由单片机接收信号的信号分配单元,并将并行数据转换为相应的串行数据输出。

2 功能的实现

2.1 发射部分

对输入信号而言,它可以是计算机、单片机和某种数传设备或某种经计算机处理后的具有串行数据流特征的信号,对这些信号的惟一要求是它们应具有相同的波特率,或为特定波特率的几分之一。这样在用单片机作读数处理时,降低了单片机软件的程序要求,同时也便于统一设计、安装和调试。

单路信号处理的电路框图如图3所示。设定串行数据传输的速率为62.5 kb/s,每字节数据长度为11位:1位起始位,1位停止位,8位数据,1位奇/偶效验位。每字节对应的传输时间为0.176 ms($11 \times 1000 / 62500$),对应频率为5.68 kHz。为保证8路信号同步输出,时序信号的输出控制频率也应为 f_0 (5.68 kHz)。

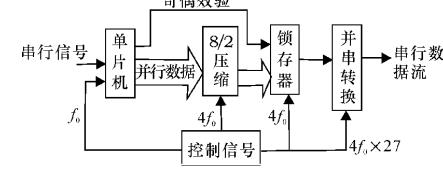


图3 单路信号处理原理图

Fig. 3 Principle diagram of the single-channel signal processing

为了实现实时传输,对单片机输出的64位并行数据作8:2无损压缩处理。压缩处理采用具有并行置入和双向移位功能的寄存器74LS198。该寄存器数据处理能力为8位,因此可将8位并行数据并行连接在输入端。在锁存信号的作用下,将并行数据并行置入到内部相应的触发器,使其出现在输出端;在时钟脉冲的作用下,可从 D_0 和 D_4 端依次得到 D_0D_4 , D_1D_5 , D_2D_6 和 D_3D_7 ,即实现了对数据的8:2压缩。压缩后的数据传输速率应比原来提高4倍,才能保证并行数据的正常传输。经过8:2压缩后输出的并行16位有效数据,加上由8路单片机(每路输出1位)输出的8位奇(偶)效验位(不经过压缩环节处理),共计24位数据。在 $4f_0$ 频率控制下,经后级锁存器锁存,送入到后续的并/串转换电路复用变为一路串行数据流。在对数据进行并/串

转换过程中,系统传输需占用 3 位时钟长度,因此并/串转换所需的实际时钟长度为 27 位,即并/串转换时钟的频率为 $4f_0 \times 27$ Hz。实际上,输入端所输入的 8 路串行数据信号(每个字节长度为 11 位)最终等效转换为连续 4 帧串行数据流信号。

并/串转换后的串行数据流需经码型变换才能适应光纤的信号传输。码型变换的作用有两点:其一是克服信号中长连“0”和“1”所带来的光信号功率波动(光功率的波动直接影响接收部分判决电路对电信号的判决);其二是完成数据信号对传输时钟的调制,使串行数据流中包含固定的时钟频率成分,以便在接收部分从所接收到的信号中提取时钟信号。

使用经过码型调整的串行数据流驱动发光二极管 LED(或激光器 LD)是发射部分要完成的最后一项任务,亦即电/光(E/O)转换。由于本传输系统所传输的信号频率相对较低,传输时所用的光源可以在发光二极管或激光器之间任选其一,选取的原则取决于所设计系统的传输距离和光调制方式等因素。本系统的光调制方式采用直接强度调制。选用发光二极管(LED)作光源构成系统时,电路结构简单,可靠性高。

2.2 接收部分

单路信号处理的电路原理如图 4 所示。首先选择光接收器件(光接收器件有不同型号和性能,在设计系统时,应依据系统传输速率、系统对接收灵敏

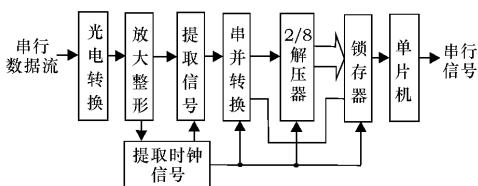


图 4 单路接收信号原理图

Fig. 4 The principle diagram of the single-channel receiving signal

敏度的要求以及系统对成本的要求等因素来选用相应的器件)完成光电转换^[3]。因该系统为低速系统,选用 PIN 光电二极管作接收器件(其成本低,实现起来也方便,且性能可靠)将光信号转换

为电信号,再送到信号放大级,完成微弱电信号的放大。然后,通过电平比较器,将信号转换成 TTL 电平,便于后续电路进行相应的处理。具有 TTL 电平的串行数据流经码型反变换电路后,便可从串行数据流中提取时钟信号和数据信号;原因是该时钟信号是在输入端叠加在信号上的,因此输出端所提取的时钟信号与输入端的时钟信号相同。用提取的时钟信号作为接收部分的时钟信号可保证输入和输出的时钟同步,避免出现输入输出两端失步的现象。接收部分的所有控制信号都是由该时钟信号产生的。在时钟信号作用下,从数据流中可得到串行数据信号。将串行信号送到串/并转换电路,便可完成信号的串/并转换。转换后的并行信号是经过压缩的信号,因此要通过解压缩电路将信号进行 2 : 8 的变换。解压缩时,每路选用两块 74LS198 芯片,对应的串行信号分别接在该电路的串行输入端上。利用该芯片所具有的串行输入和右移输出功能,在随后 4 个移位时钟的作用下,从 2 个芯片的输出端分别得到 $D_0D_1D_2D_3$ 和 $D_4D_5D_6D_7$ 8 位数据。将 8 位数据以及在串/并转换时得到的奇(偶)效验位送到后级的单片机中,控制接收各自的并行信号,并转换成串行信号,以 62.5 kb/s 波特率从单片机串口的发射端(Tx)送出。8 路信号的处理方法基本相同。

2.3 单片机

发射和接收部分的单片机均采用 ATMEL 公司的 AT89C2051(8 位)单片机。它为 20 脚双列直插封装结构,内含 2 k 字节的可编程内存、128 字节 RAM、15 个可编程 I/O 接口、2 个 6 位定时器/计数器、5 个外部中断源及全双工串口。该单片机具有体积小、异步串口传输速率高、波特率设置灵活等优点,足以满足本系统对传输性能的要求。当单片机采用串口工作方式 3(字节长度 11 位)时^[4],选用 12 MHz 晶体振荡器作外振荡频率输入。

通过设置 SMOD 参数(定时器 T1 在方式 2 工作,对应的定时常数 $TL1 = FFH$)可得到串口接收发送数据的 62.5 kb/s 波特率。在发射部分中,利用单片机串口的接收端(Rx)作为接收串行数据的

端口,P1 口作为 8 位并行数据的输出口, $P_{3.5}$ 和 $P_{3.7}$ 两线作为外同步控制输入和奇(偶)效验位输出。接收部分单片机的参数设置与发射部分完全一致。利用单片机接收并行数据和奇偶效验位,通过它的串行口发射端(T_x)将数据串行发射出去,还原成输入时的数据形式(8 路串行数据)。发射部分的程序流程如图 5 所示。

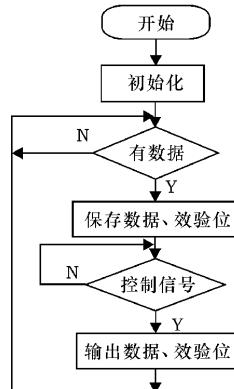


图 5 单片机程序框图

Fig. 5 The program flow chart of microcontroller

3 实验结果

在发射部分和接收部分之间用光可变衰减器替代光纤(缆)模拟传输介质,通过相应的接口转换芯片使其中一路的发射和接收端子分别连接到计算机串口(RS232)发射和接收管脚(T_x, R_x),利用计算机串口测试程序进行传输性能测试。通过对 8 路

不同信号数据传输进行实验测试,得到如下的结论:系统传输处理信号能力强,误码率小,达到了设计所预期的目标,完全满足点-点或小局域间中长距离光纤(缆)的传输要求。

4 应用前景

该系统结构简单且成本较低。由于本系统的传输速率较低(传输容量较小,仅占用光纤传输能力的一小部分),所以具有很大的扩展空间。对不同波特率要求作扩展时,不必改动硬件部分,只需改动相应软件程序中串口的参数设置或通过改变时钟信号的振荡频率就可满足要求。另外,系统可与其他传输系统通过波分复用等手段相结合,实现更广泛的复合应用或双向信号传输,可广泛应用于矿山、煤矿、深井测量及具有爆炸、辐射等威胁的、人工不宜到达区域到监控室之间点-点信号直接传输的场合,还可满足多种无人值守环境下对探测信号传输的需求。因此,该系统具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] Mynbaev D K, Lowell L S. 光纤通信技术[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [2] 魏巍. 现代通信技术[M]. 北京:国防工业出版社,2003.
- [3] 黄章勇. 光纤通信用光电子器件和组件[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2001.
- [4] 马忠梅,籍顺心,张凯,等. 单片机的 C 语言应用程序设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.