

文章编号: 1001-3806(2011)04-0539-04

FSO 中多路语音数据复接的设计及实现

柯熙政, 谌娟, 谭奇志

(西安理工大学 自动化与信息工程学院, 西安 710048)

摘要: 为了研究数据复接和分接, 设计采用基于自由空间光通信系统的多路语音数据复接实现方案。该方案充分发挥了自由空间光通信技术的优势, 利用现场可编程技术, 结合了电话线传输系统, 其中现场可编程门阵列控制模块由 Verilog 语言完成, 且利用 QUARTUS II 软件进行了仿真, 达到提高信道利用率、扩大传输容量的结果。结果表明, 该系统可传输 30 路语音信号。

关键词: 光通信; 语音通信; 数据复接; 现场可编程门阵列

中图分类号: TN929.12 **文献标识码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1001-3806.2011.04.024

Design and realization of coalition of multi-route data and voice based on free space optical communication

KE Xi-zheng, CHEN Juan, TAN Qi-zhi

(School of Automation & Information Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: In order to study multiplexers, the design and implementation of coalition of multi-route data and voice based on free space optical communication (FSO) was introduced. Combining FSO technical advantages with telephone line transmission system, the compound interface between digital signal and voice was implemented based on field programmable gate array (FPGA). The FPGA was programmed with Verilog hardware description language (HDL), and the whole trajectory was simulated with QUARTUS II software. As a result, the channel efficiency was promoted and the transfer capacity was increased because of the capability of digital multiple connection. The results show that the system is able to transfer 30-channel audio signal.

Key words: optical communication; speech communication; digital multiplexing; field programmable gate array

引言

自由空间光通信 (free space optical communication, FSO) 是使用光波作为信息载体的通信技术, 能够实现语音、视频、以太网数据的高速传递, 具有抗干扰能力强、极高的带宽、安装简便快捷、安全及成本低的优点。这门技术在通信领域有着广泛的应用前景。而在通信网运行时, 为了扩大传输容量和提高传输速率, 就需要把若干中低速信号合并成一个高速数字信号, 再通过高速信道传输, 传到对方再分离还原为各个中低速数字信号^[1-2]。数字复接与分接 (简称数字复接) 即是实现这种数字信号的合并与分离的专门技术, 它是数字通信网的一项基础技术。

1 数字复接的原理

在数字通信网络中, 为了提高信道利用率和提高数据传输速率, 往往把若干低速信号合并成一路高速信号, 再通过高速信道进行传输, 在接收端再还原出原始的各个低速信号。实现这种数字信号的合并与分离的专门技术就是数字复分接技术^[3]。

为了提高信道的利用率, 使多路信号在同一信道上传输时互相不产生干扰的方式叫做多路复用。目前应用最广泛的是频分多路复用 (frequency division multiplexing, FDM) 和时分多路复用 (time division multiplexing, TDM)^[4]。频分复用主要是将各路信号通过采用某一调制方式调制到不同的频段, 使各路信号在频域中互不重叠。时分复用中, 多路信号在时间上被离散化, 即多路信号在不同的时间内被传送, 各路信号在时域中互不重叠。为了提高数据传输效率以及扩大传输容量, 就必须提高传输速率。数字复接系统的作用就是把低码速率变换位高码速率。数字复接系统又分为数字复接模块和数字分接模块。把两个或两个以上的支路数字信号按时

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (60977054)

作者简介: 柯熙政 (1962-), 男, 教授, 博士生导师, 目前研究方向为大气激光通信及信号处理。

E-mail: xzke@263.net

收稿日期: 2010-09-16; 收到修改稿日期: 2010-10-09

分复用方式合并成一路数字信号的过程称作数字复接,数字复接模块就是用来完成这一功能的。相反,在信号的接受端把一路复接数字信号分离成两个或两个以上支路信号的过程称作数字分接,这一功能由数字分接模块完成。将数字复接模块和数字分接模块合在一起用于信道传输就构成了数字复接系统。数字复接系统的原理图^[5]如图1所示。

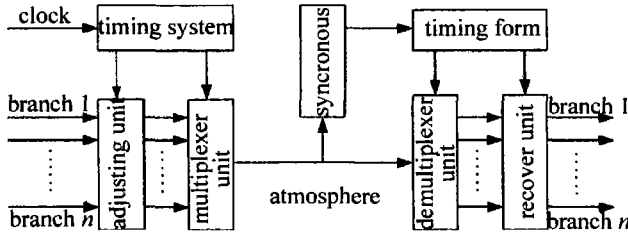


Fig. 1 The principle diagram of a digital multiplexing system

数字复接的方法主要有按位复接、按字复接和按帧复接3种。按位复接又叫比特复接,即复接时每支路依次复接一个比特。按位复接方法简单易行,设备也简单,存储器容量小,目前被广泛采用,其缺点是对信号交换不利。按字复接的一个码字有8位码,它是将8位码先储存起来,在规定时间内对各个支路轮流复接,这种方法比较复杂,具体原因后续分析。还有一种是按帧复接,这种方法的存储容量要求太大,而且不适用于同步与异步复接情况。这里选用按字复接,原因是经过脉冲编码调制(pulse-code modulation, PCM)编码后进入的话音数据为8bit,方便多路数据的复分接^[6-10]。

在本文中,作者设计了一个利用基于激光通信技术传输多路语音信号的方案,在本方案中,数字复分接系统及信号控制部分由Altera公司的EP1C12芯片及其外围电路实现,激光调制及光电检测部分采用Max3263及Max3760芯片实现。用户与现场可编程门阵列(field programmable gate array, FPGA)的接口电路选用机械工业部北京机械工业自动化研究所生产的SJ0616用户线接口电路, SJ0616用户线接口电路为交换系统和用户环路间提供一个完整的用户线接口电路。该方案整体框图如图2所示。该方案可以实现多路语音信号的复接和分接,充分地利用了带宽,提高了数据传输速率。

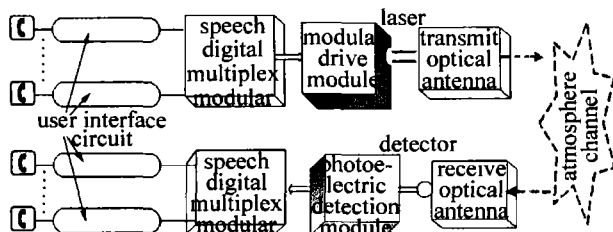


Fig. 2 The digital multiplexing system based on FSO

2 系统的硬件实现

2.1 数据复接电路硬件实现

随着可编程器件容量的增加,设计师倾向于把同步电路设计在复杂可编程逻辑器件/现场可编程门阵列(complex programmable logic device/field programmable gata array, CPLD/FPGA)芯片内部。因此,本课题采用QUARTUS II软件设计了一种数字复接电路,对电路进行了仿真试验,并使用Altera的Cyclone系列FPGA芯片EP1C12予以实现^[11]。

在本系统中,选用机械工业部北京机械工业自动化研究所生产的SJ0616用户线接口电路, SJ0616用户线接口电路为交换系统和用户环路间提供一个完整的用户线接口电路。功能包括恒流馈电和馈铃流、二/四线转换、摘挂机检测、摘机自动截铃、内置振铃继电器、内置语音变压器、内置编码解码器(CODEC)编译码电路。SJ0616采用厚膜混合集成技术设计制造,为20引脚单列直插封装。图3为芯片的连接原理图。

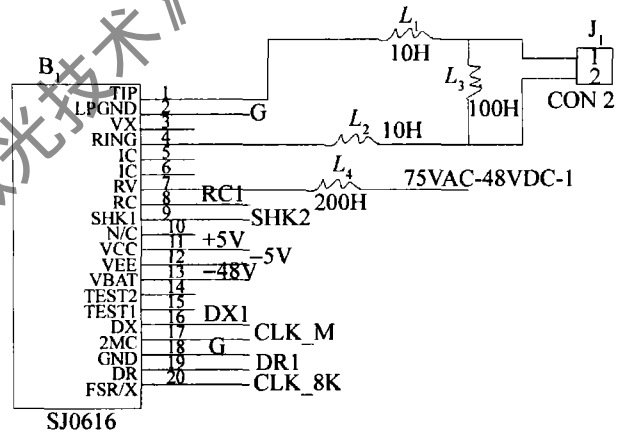


Fig. 3 The schematic of SJ0616

本课题中,电源变压器输出2个9V,1个48V,1个75V分别用于用户线接口电路中+5V, -5V, -48V和产生振铃信号。整流电路采用KBP307整流桥代替4个二极管。滤波电路采用电解电容滤波,它是利用电容的充、放电作用,使输出电压趋于平滑。集成三端稳压管L7805CV, L7905CV分别实现+5V, -5V电压稳定输出。电源设计原理图如图4所示。

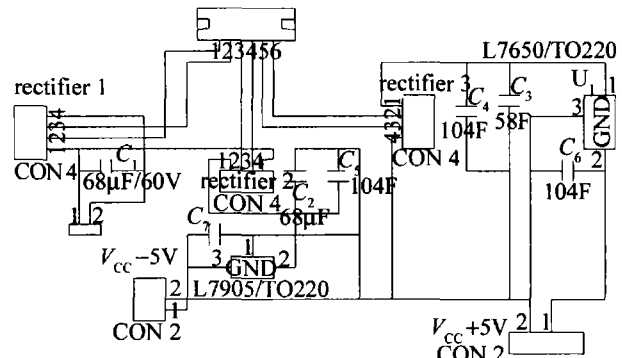


Fig. 4 The schematic of power supply

2.2 激光调制解调电路硬件实现

根据器件的功率要求和调试要求以及市场的产品规格,确定采用西安华科光电公司生产的半导体激光器,其工作波长为 650nm, 阈值电流 50mA, 输出功率 100mW。该器件输出功率大,可以实现远距离通信。本设计中采用的是 PIN 光电二极管,北京中电诚达光电科技有限公司生产的 S1223 光电二极管,该探测器探测光波长范围为 320nm ~ 1100nm,截止频率 10MHz ~ 500MHz 以上。它具有响应度高、响应速度快、噪声低、稳定可靠、单电源工作等特点。

作者设计了一种高速稳定的数字调制电路。该模块主要由芯片 MAX3263 及相关的电路组成。MAX3263 为单路 +5V、完全集成的、 1.55×10^8 bit/s 激光二极管驱动器,允许调制电流最大为 30mA,偏置电流最大为 60mA。该电路具有差分 PECL 电平输入、自动功率控制、自动温度补偿和慢启动等功能。

光电探测电路中采用的主要芯片是跨阻前置放大器 MAX3760,它的工作上限频率为 622MHz, +5V 单电源供电,仅有 100mW 的功率消耗。可响应输入电流峰峰值为 1mA 的光电流,差分信号输出。它能够把 PIN 光电二极管的微弱光电流放大为差动电压,跨阻抗增益等效为 6.5kΩ。MAX3760 具有内部补偿功能,只需很少的外部器件。可工作在 -40℃ ~ +85℃ 温度范围内。其管脚分布如图 5 所示。图中 INREF 为参考输入端,COMP 为电容补偿连接端,IN 为信号输入,OUT₋ 和 OUT₊ 分别为倒相和同相电压输出。

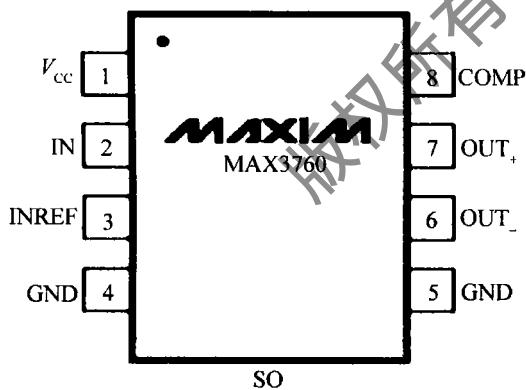


Fig.5 Pins of MAX3760

2.3 系统级联后的电路

图 6 左边所示为 FPGA 电路板、整流桥电路板以

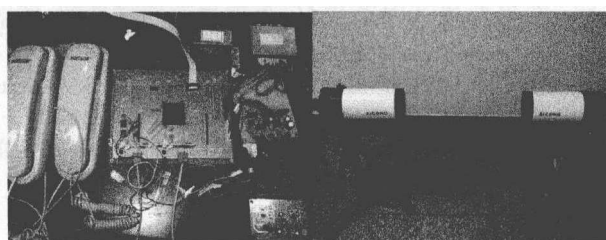


Fig.6 The map of electrical and optical hardware

及调制解调电路板联调时的情况,实现的功能包括语音信号和控制信号的处理以及信号的调制解调。图 6 右边所示为光学收发天线,信号调制后经光学天线发送和接收。

3 时序仿真

发送端是将多路语音信号经串-并转换后,使用异步先入先出队列(first input first output, FIFO)存储、缓冲,实现不同信号速率匹配,然后进行并-串变换将信号给激光器调制电路,驱动激光器发光,最后通过天线发射到大气中进行传输。发送端系统框图如图 7 所示。

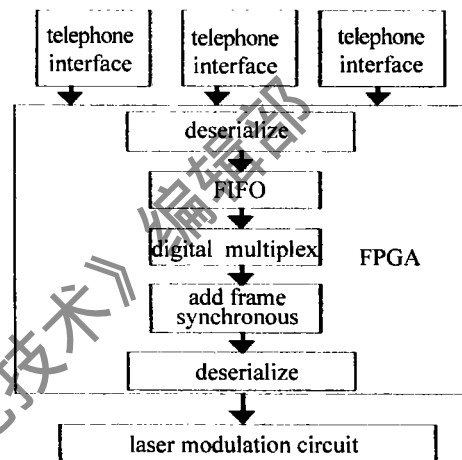


Fig.7 The principle diagram of the transmitting end

接收端则是将发送来的激光信号解调,然后进行帧同步头检测,串并转换,数据分接,FIFO 码速调整,并串转换后将信号发送到用户终端。接收端系统框图如图 8 所示。

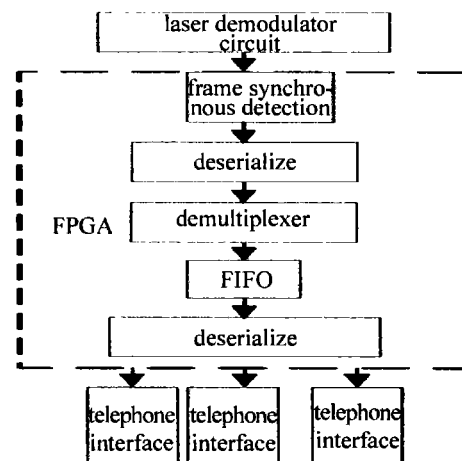


Fig.8 The principle diagram of the receiving end

本文中采用 QUARTUS II 7.2 进行编程调试和仿真。图 9 为系统时序仿真结果,clk_8k 及 clk_2M 为系统供应时钟 8kbit/s,2Mbit/s,是语音信号一次群复接的基本时钟。data3 及 data4 为两路经过 PCM 编码的语音信号。outdata 为复接后语音信号,packeddata 是并串转换并加入帧同步头后待发送的信号,也是激光

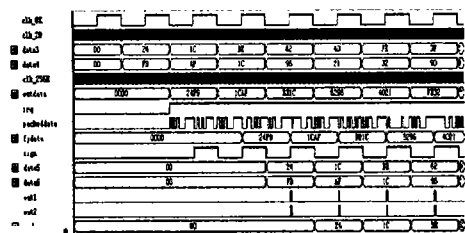


Fig. 9 The simulation of times

器调制和发送的信号。data5及data6为分接后的信号,经过并串转换得到回复出的原始信号out1及out2。经检验,系统满足设计需要。

由上述仿真图可以看出,系统仿真波形良好。复接器、分接器、同步模块等所有模块均满足设计要求。接收端完全可以还原出发送端的多路语音信号,所以本方案可以实现在FSO系统中语音数据的复接。

该方案通过信号源即用户接口电路的模拟语音信号发送,到接收端的模拟语音信号接收,对PCM编码,语音信号复接,接收端光电检测后接收的信号,PCM解码前信号,整个系统进行功能描述和验证。且对基于上述思路的FSO系统语音数据复接的设计进行了测试,结果表明,该系统成功实现了两个终端之间各30路电话信号稳定可靠传输,实现实时通信,工作在全双工的工作模式。但本文中的某些方面还需要进一步的研究和完善,如激光传输的抗干扰能力、数据复接电路的噪声问题、激光的快速互对准技术等,以使系统的实用性和兼容性更好。

4 结束语

作为一种面向未来的接入网方式FSO,其高速度、高带宽已经受到越来越多的关注。基于这种优势,提出了解决FSO系统中多路语音数据复接的方案,并且介绍了它的设计实现过程,可以同时传送30路语音信

号。以不同速率的多路语音信号对此系统进行了仿真及硬件实现。结果显示,设计的数据复接分接系统能够保证较高速率传输信号,可以为FSO系统复接提供一个切实有效的解决方案。

参考文献

- [1] KE X Zh, X X L. Wireless laser communication conspectus [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2004; 1-10 (in Chinese).
- [2] KE X Zh, ZHAO L, YIN Zh Y, *et al.* Experimental research on the error control of wireless laser communication [J]. Journal of Electronic Measurement and Instrument, 2009, 23(6): 18-23 (in Chinese).
- [3] KE X Zh, CHEN D, QU F. Simulation of 4FSK and performance analysis of bit error rate in the RoFSO system [J]. Laser Technology, 2010, 34(4): 466-469 (in Chinese).
- [4] SHUN Y. Digital multiplex technology [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 1983; 22-24 (in Chinese).
- [5] FAN L Zh. Design and implantation of digital multiplex system with FPGA [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2002; 25-28 (in Chinese).
- [6] WEI L P. Optical synchronization digital transmission network [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 1998; 56-62 (in Chinese).
- [7] KE X Zh, YIN Zh Y. Coding theory in wireless laser communication system [M]. Beijing: Science Press, 2009; 118-134 (in Chinese).
- [8] KLEIN W B, KRASINSKI D J, KETCHUM R H. Fast methods for the CELP speech coding algorithm [J]. IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, 1990, 38(8): 1330-1342.
- [9] WU Y Ch, XU T H, WANG L M. Design of frame synchronization circuit [J]. Modern Electronic Technique, 2003(4): 63-65 (in Chinese).
- [10] SANG L, HAO J J, LIU D P. Digital communication [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2002; 33-35 (in Chinese).
- [11] XU Zh J, XU G H. The development and application of CPLD/FPGA [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2002; 56-59 (in Chinese).
- [12] LI H W, YUAN S H. Design of FPGA/CPLD base on QUARTUS II [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2006; 19-68 (in Chinese).

(上接第480页)

- [9] CHAMPEAUX S, BERGÉ L. Postionization regimes of femtosecond laser pulses self-channeling in air [J]. Physical Review, 2005, E71(4): 046604.
- [10] BOLEY C, CUTTER K, FOCHS S, *et al.* Interaction of a high-power laser beam with metal sheets [J]. Journal of Applied Physics, 2010, 107(4): 043106.
- [11] USOV S, MINAEV I. High-power impulse YAG laser system for cutting, welding and perforating of super hard materials [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2004, 149(1/3): 541-545.
- [12] DIENER K, GERNANDT L, MOEGLIN J, *et al.* Study of the influ-

ence of the Nd: YAG laser irradiation at 1.3 μm on the thermal-mechanical optical parameters of germanium [J]. Optics and Lasers in Engineering, 2005, 43(11): 1179-1192.

- [13] ZHU Y N. Discussion of the measurement methods for laser induced damage threshold of optical coating [J]. Laser Technology, 2006, 30(5): 532-535 (in Chinese).
- [14] GALLAIS L, CAPOULADE J, WAGNER F, *et al.* Analysis of material modifications induced during laser damage in SiO₂ thin films [J]. Optics Communications, 2007, 272(1): 221-226.
- [15] RISTAU D, JUPÉ M, STARKE K. Laser damage thresholds of optical coatings [J]. Thin Solid Films, 2009, 518(5): 1607-1613.