

数字图像无线光通信系统原理与设计

彭小娟, 陈晓天, 刘世安

(广东工业大学 信息工程学院, 广东 广州 510643)

摘要:针对宽带无线接入技术的情况,分析了把数字图像和无线光通信系统结合起来的方案,阐述了如何利用激光大气通信实现动态图像传输。

关键词:宽带;激光大气通信;光发射机;光接收机

中图分类号: TN92

文献标识码: A

文章编号: 1007-7162(2003)04-0068-05

1 概述

激光通信是激光技术应用的一个重要领域,它包括激光大气传输通信和激光光纤通信两类,其中光纤传输多路通信得到了较快的发展,但激光大气传输通信,由于受到天气等诸多因素的影响,在某种程度上阻碍了它的应用和发展。近年来,由于近距离带宽瓶颈的凸显,基于大气传输的光通信技术重新受到各国科技界的重视^[1]。

1989年,美国 FARANTI 仪器公司成功地研制出一种短距离、隐蔽式的大气激光通信系统;1990年,美国试验了适用于特种战争和低强度战争需要的紫外光波通信;90年代初,俄罗斯随着其大功率半导体激光器件的研制成功,开始了激光大气通信系统技术的实用化研究^[2];1998年,巴西 AVIBRAS 宇航公司公布了该公司研制的一种便携式半导体激光大气通信系统;1999年末朗讯公司在深圳首届高交会上首先发表了一个短距离激光无线多媒体通信系统样机(采用1550 nm激光);2001年4月我国广西桂林研制成功一台激光大气通信机,该激光大气通信机具有体积小、组网灵活、无电磁干扰、可靠性强等特点;2003年1月上海光机所信息光学实验室研制成功的无线激光通信系统,该系统具有双向高速传输和自动跟踪功能,兼有体积小重量轻的特点。

从无线接入技术的概念来看,本文所叙述的利用激光大气通信实现的数字图像动态传输系统是属于无线接入技术的范畴。它具有无线接入技术的应有特点:①构成成本低。②具有组网灵活、安装迅速、建设周期短。③几乎无需任何线路的设施,省去了挖沟、埋缆等一系列困难,特别适合那些地形复杂、用户稀少、铺设有线电视比较困难的地区^[3]。④具有高容量、高方向性和高质量。尤其是具有极高的通信容量,是激光通信最重要的潜在优点,理论上用激光作为载波通信,一束光束可以同时传输100亿通话信路,实际上已经做到同时传输几百到几千,多者可达几百万路通话信路,这是任何其它通信方式所不可比拟的。另外,大气传输激光通信在一些特殊的场合,如宇宙空间通信或在不允许敷设线路的情况下,也是较理想的。激光大气通信能提供话音、视频、高速数据业务,如:实时多媒体文件传输、交互式视频、即时点播、电视会议、广播电视等。

收稿日期:2002-12-10

基金项目:广东工业大学校级重点学科经费资助项目(XZ200103)

作者简介:彭小娟(1975-),女,在读研究生,主要研究方向为光电信息处理与电磁测量新技术。

为此本文对利用激光大气通信实现数字图像动态传输作了初步探索,本系统是以光作为载波传送数字图像信息,因此被称为宽带无线光通信系统.

2 系统的组成

2.1 系统的组成结构

系统组成框图如图1所示.

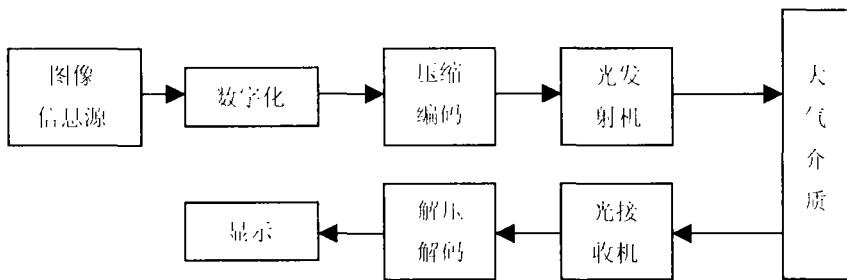


图1 宽带数字图像光通信系统组成框图

①信息源:图像输入设备,它可以产生模拟图像信号.

②数字化:将模拟的图像信号经采样、量化、编码等过程后转变为数字信号.

③压缩编码:对数字化后的图像数据按一定的规律进行压缩编码,除去多余信息,大大地压缩图像数据量.

④发射机:电/光转换部件,主要由驱动电路和光源组成.它的作用是把电信号转变成为光信号发送出去.

⑤光接收机:光/电信号转换部件,主要由光电检测器和放大器组成,它的作用是把经大气传输的微弱信号检测出来并放大.

⑥解压解码:把经压缩编码后的数字信号还原成模拟图像信号.

⑦显示:图像复原显示.本系统采用彩色电视机显示.

从图1可以看出,本系统是模拟图像信号数字化和压缩编码后,通过光发射机驱动光源输出光信号经大气传输后,再经光接收机接收转化成比较微弱的电信号,最后放大经显示器显示,完成发射与接收任务.

2.2 器件选择

光通信传输的是光信号,因而光源便成为重要的器件.光源的作用是将传输的电信号转换成光信号发射出去.作为光源的发光器件应满足以下的基本要求^[4].

①体积小.

②可以直接调制,调制频率输出特性线性好.

③可靠性高,不仅要求工作寿命长,工作稳定性好,而且要求互换性好.

④温度特性好,当温度变化时,其输出的光功率及其工作波长的变化应在允许的范围.

能满足上述基本要求的光源是半导体光源.最常用的发光器件是半导体激光器(LD)和发光二极管(LED)^[5].本系统选用的是波长为650 nm光功率为5 mW的半导体激光器(LD)作为研究对象.

2.3 光发射机的组成原理

发射机是光通信的重要组成部分,它的功能是将电信号转换成光信号发送出去.图 2 为光发射机的原理框图,主要由光源和驱动电路组成,还附加了一些辅助电路.

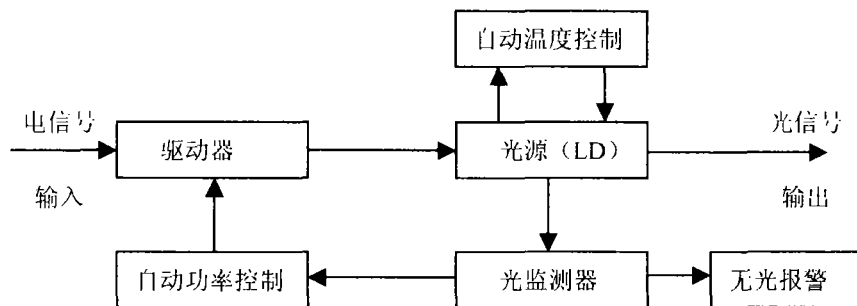


图 2 光发射机组成框图

对光发射机的主要技术要求有

①输出尽可能大的稳定光功率^[6].输出光功率越大,系统可传输的距离越长或是系统所允许的损耗越大.

②具有尽可能小的非线性失真.光源的非线性是产生非线性失真的主要因素.激光二极管 LD 的 P-I 曲线线性度不太好^[7],为了获得良好的线性,需要进行非线性补偿.

为了更好地保护激光头,控制输出功率,我们在设计电路时增加了自动功率控制电路 (APC)和自动温度控制电路(ATC),使激光头能有效正常地发光工作.

2.4 光接收机的组成原理

光接收机电路主要包含光检测器和放大器,其作用就是将接收到的微弱信号转换成电信号,随后放大^[8].对于强度调制的数字光信号,在接收端采用直接检测(DD)方式时,光接收机的主要组成如图 3 所示.它由光电检测器、前置放大器、主放大器和均衡器构成光接收机的线性通道,以完成光/电变换,并把信号放大到判决电路所需的信号电平.此外,它还通过自动增益控制电路(AGC)控制主放大器的增益,使光接收机有一个较宽的动态范围.

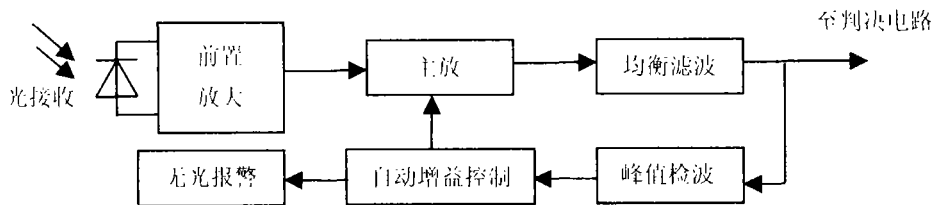


图 3 光接收机原理框图

3 模拟实验系统

要验证系统的设计是否正确,就必须通过实验来证明.也就必须建立系统的联调实验平台.图 4 是系统的实验平台框图.

我们要求该系统能够传输 2 MHz 以上的信号,在实验中以图像信号作为代替,需要传输的电信号约 1.5 MHz.由图可知,首先要选择数字信号源,由于图像信号的数字化以及压缩编码处

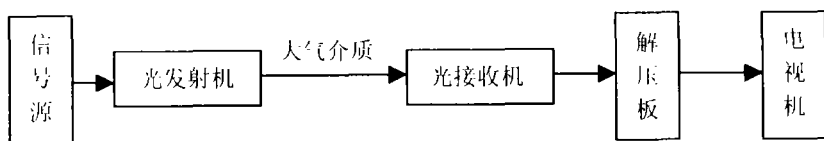


图4 系统实验平台

理已在光盘刻录时完成,因此我们选用光盘的信号作为数字信号源,也就是用 VCD 读取 RF 信号送入光发射机,进行直接强度调制,驱动 LD 输出光信号.在本实验中我们采取模拟调制的方式来驱动 LD 发送光信号.光信号在大气中传输几十米,到达接收机的光电检测器光敏面(本实验采用的是直径不是很大的 PIN 管),转换成电信号.再给放大器处理不失真地恢复信号,并达到 1 V 输出电压(峰峰值).再把光接收机输出的信号送到解码板,进行解压处理,通过 D/A 变换输出模拟视频和音频信号.将该信号接到电视机,显示图像.实验效果良好.本实验的传输距离可达到 100 m 左右,但光功率如果加大传输距离可以长达 500 m 甚至几千米^[9].但距离太长光束的定位比较困难.

4 小结

从以上实验可以看出,数字图像信号可以通过光在大气中传输实现通信,即激光大气通信是完全可行的,这在理论和实践上早已被证明,本文只是从具体条件出发,初步探索了它的基本性能.这种小功率原光束大气空间通信,在科研上有重要意义,但因为它有较大的发射角,随着通信距离的增加,光斑面积相对增大,面功率密度逐渐减小,调制功率密度就更小,甚至无法使接收器件工作.但理论分析表明,这种光束经过光学系统的准直,可进一步压缩发射角,甚至可以接近和达到衍射角的极限,在这种条件下,用大功率线性好的激光发射,再配一大面积高灵敏度的接收器件,几百米甚至几千米的通信也是完全可以实现的.无线光通信具有的成本低、维护和建设容易、可靠性和有效性高等优点,是目前解决光纤接入工程“最后一公里”的一个可行的方案^[7].从发展的角度可以预见激光大气通信具有广阔的发展空间和巨大潜力.

参考文献:

- [1] Heatley David J T, Wisely David R, Cochrane Peter, et al. Optical wireless: The story so far[J]. IEEE Communications Magazine, 1998, 36(12): 72-82.
- [2] Street A M, Stavrinou P N, O'Brien D C, et al. Indoor optical wireless systems - a review[J]. Optical and Quantum Electronics, 1997, 29(3): 349-378.
- [3] 季伟, 赵长明, 陈淑芬. 空间光通信系统、技术、现状及展望[J]. 通讯世界, 2002, (6): 30-34.
- [4] 张煦. 光无线通信技术的应用[J]. 电信快报, 1999, (10): 3-10.
- [5] 聂小强, 曾小东, 詹玉书. 空间激光通信技术[J]. 电子科技, 1998, (2): 3-12.
- [6] 黄德修, 刘雪峰. 半导体激光器及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
- [7] 单吉祥. 空间光通信技术及其应用[J]. 通讯世界, 2002, (6): 35-36.
- [8] 雷震洲. 自由空间光通信系统[J]. 现代电信科技, 2001, (5): 2-6.
- [9] 王海先. 大气中激光通信技术[J]. 红外与激光工程, 2001, (4): 123-127.

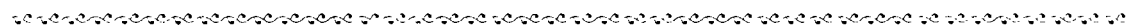
Principle and Design for Digital Picture Wireless Optical Communication System

PENG Xiao-juan, CHEN Xiao-tian, LIU Shi-an

(Faculty of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510643, China)

Abstract: Abstract: According to the condition of broadband wireless access technologies, this paper presents the method of integrating digital image with wireless optical communication system and how to transmit dynamic image through laser communication in atmosphere.

Key words: broadband; laser communication in atmosphere; optical transmitter; optical receiver



(上接第 42 页)

参考文献:

- [1]何红波,王文军.基于 GPS 的汽车防盗系统[J].电子技术,1999,(12):18-20
- [2]洪立波.GPS 技术的现状与发展[J].北京测绘,1999,(3):2-6.

An Automobile Supervising System Composed of TC35T

WANG Ze-fang, LIANG Zhi-kun, LIN Zhi-feng, DENG Long-jun

(Faculty of Automation, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

Abstract: First introduces the whole system by frame and gives more detail information about RABBIT-CORE2000 microcontroller and TC35T module, and at last puts forward the program.

Key words: TC35T; RABBIT2000; SIMcard; AT command