



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107204929 A

(43)申请公布日 2017.09.26

(21)申请号 201710341498.1

(22)申请日 2017.05.16

(71)申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路1号湖南大学

(72)发明人 李阳 何晶 邓锐 陈林

(51)Int. Cl.

H04L 12/771(2013.01)

H04B 10/116(2013.01)

H04B 10/40(2013.01)

H04B 13/02(2006.01)

H04J 1/00(2006.01)

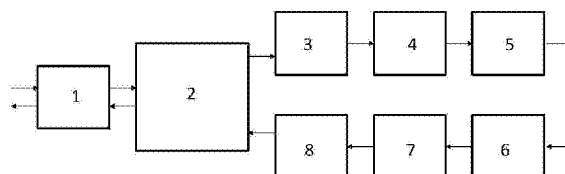
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

基于激光可见光通信的无线路由器

## (57)摘要

本发明公开了一种基于激光可见光通信的无线路由装置,包括可见激光发射模块,发射信号处理模块,光电探测接收模块,接收信号处理模块,以太网接口模块,数模转换器,模数转换器,及信号调制解调模块等主要部分。其中,本装置采用正交信号复用调制(OFDM)技术对以太网数据进行调制解调,可提高信号传输频谱效率,从而降低系统对部分器件的带宽需求。同时,本装置基于可见激光承载并传输信号,可进行远距离的无线传输,并且无电磁辐射,不需要注册频谱使用许可。本发明可应用于楼宇之间,实现楼到楼的网络无线链接,亦可用于搭建水下通信系统。



1. 一种基于激光可见光通信技术的无线路由器,可通过网口采集网络数据包,并采用正交频分复用(OFDM)调制对采集获取的数据进行调制,调制信号再经过电信号处理,以驱动激光发射器产生光信号进行传输。另外,该装置的接收端可检测激光信号,实现OFDM解调,以提取网络数据包,并通过网口进行发送。其特征在于所述装置发射端的工作过程包括以下步骤:

以太网接口,用于采集网络数据包;

调制模块,用于将网络数据包调制为OFDM数字信号;

数模转换器,用于将数字信号转化为模拟信号;

发射信号处理模块,用于放大模拟信号,并加载直流信号,以驱动后端的激光发射器;

激光发射模块,用于接收电信号,被驱动后,产生激光进行发射;

装置接收端的工作过程包括以下步骤:

光电检测模块,检测光信号,实现光电转换,得到模拟电信号;

接收信号处理模块,用于放大接收到的模拟电信号;

模数转换器,用于接收模拟电信号,转换为数字信号;

解调模块,实现数字信号的OFDM解调,还原为网络数据包,可通过以太网接口发送。

2. 如权利要求1所述的一种对网络数据采集、调制、激光传输以及激光信号检测、解调的装置,其特征在于包括:

拥有以太网接口,用于采集或发送网络数据;

拥有调制功能,用于实现OFDM调制;

拥有数模转换器,用于将数字信号转变为模拟信号;

拥有发射信号处理模块,主要用于实现对激光器的驱动;

拥有激光发射器,用于电光转换,产生与发射激光;

拥有光电检测器,用于光电转换,接收激光并提取信号;

拥有模数转换器,用于将模拟信号转变为数字信号;

拥有解调功能,用于实现OFDM解调。

## 基于激光可见光通信的无线路由器

### (一) 技术领域

[0001] 本发明属于可见光通信(Visible Light Communication,缩写为VLC)技术领域。

### (二) 背景技术

[0002] 可见光通信技术(Visible Light Communication,VLC)是指利用可见光波段的光作为信息载体,无需电缆或光缆等有线信道的传输介质,在空气中直接传输光信号的通信方式。这种通信方式,无电磁辐射,绿色低碳,可有效避免无线电通信中电磁信号泄漏等弱点。利用可见光通信,可构建抗干扰的安全通信环境。

[0003] 可见光通信可利用普通的商用化LED灯作为发射模块,能够在保证照明的情况下,进行通信。近来,基于LED灯的可见光通信技术引起了工业界及学术界的广泛关注。然而,基于商业化LED灯的可见光通信系统的速率目前往往受限于LED的调制带宽。因此,为了实现更高的传输速率,近来有研究者提出使用激光二极管(LD)来替代LED实现基于激光的可见光通信(VLLC)。激光可见光通信得益于光源的优势,相比于基于LED的可见光通信,能够获得更高的传输速率。目前,它被认为在未来高速室内无线光网络及数据中心中有着良好的应用潜力。另外,VLLC系统中的光链路可采用激光束进行信号传输。而激光束的远距离传输能力非常强,即使是功率低至10mW的激光束,都可以在天气晴朗的夜空中传输超百米的距离。因此,VLLC通信系统也可用于实现相近楼隔间的无线通信。再者,常规无线电通信在水下几乎无法使用并且常规水下通信方式(如,次声波通信)速率较慢,而研究表明可见光波段中的蓝绿光在水中的衰减系数比较小,因此,基于蓝绿光的VLLC系统也可用于实现高速的水下通信系统。

[0004] 实际中,目前市面上已经出现利用红外激光通信设备用于搭建楼宇间的无线通信链路。但是,红外激光相比于可见光波段激光,在空气中的衰减度更大。同时,红外激光不可见,在安装红外激光通信设备时,实现精确对准需要采取额外的措施。因此,采用激光可见光实现楼宇间无线链路,相比于采用红外激光,在上述方面具有一定的优势。此外,红外激光通信亦不适合用于水下进行通信,在这方面,VLLC系统具有较明显的优势。

[0005] 正交频分复用(OFDM)技术,是一种多载波调制技术,可有效抵抗多径效应,抵抗符号间干扰,同时,OFDM技术可适应不同设计需求,灵活分配数据容量和功率,便于提供灵活的高速和变速综合数据传输,再者,OFDM技术可将给定信道分成许多正交子信道,在每个子信道上使用一个子载波进行调制,并且各子载波并行传输,这将大大消除信号波形间的干扰,从而提高信号传输的频谱效率。根据不同的接收方式,OFDM可分为直接检测(DD,Direct Detection)-OFDM和相干检测(CD,Coherent Detection)-OFDM。其中,直接检测OFDM,是采用强度调制进行单路发射,然后单路接收并检测信号强度进行的传输方式。采用直接检测OFDM,可实现单灯单检测器的VLLC系统,同时可提高VLLC系统信号传输的频谱效率,降低系统对激光二极管的调制带宽需求。

[0006] 本发明,将基于OFDM及激光可见光通信技术,实现能够进行无线链接、远程传输的网络数据转发装置,即一种无线路由装置。值得一提的是本装置将具备网络接口,并主要实

现网络数据转发。之所以这样做,也是由于目前数字网络通信的便捷性,同时通过网口可以轻松实现与电脑上软件的对接。

### (三) 发明内容

[0007] 从上文可知,本发明的目的是提供一种基于OFDM技术、激光可见光通信技术的无线连接路由器。本发明的具体方案如下:

[0008] 装置为全双工收发装置。其中,发送端包括:以太网接口模块(以太网芯片等组成,芯片工作于全双工模式)、信号调制模块(由数字电路芯片及外围电路组成)、数模转换器(数模转换芯片及其外围电路组成)、发射信号处理模块(由直流偏置电路、信号放大电路等组成)、可见激光发射模块(由激光二极管、透镜等组成)。接收端包括:光电探测接收模块(由光电二极管、透镜等组成)、接收信号处理模块(信号放大电路等组成)、模数转换器(模数转换芯片及其外围电路组成)、信号解调模块(由数字电路芯片及外围电路组成)、以太网接口模块(以太网芯片等组成)。其中,发射端的信号调制模块可与接收端的信号解调模块共用一个数字电路芯片,全双工模式下的以太网接口亦可被发射端与接收端共用。

[0009] 本装置的详细组成情况、工作原理及工作过程详见本说明书(四)、(五)、(六)。

### (四) 附图说明

[0010] 图1是本发明的装置示意图。

[0011] 图2是一实验示意图。它示意表示使用本发明,实现两台电脑通过无线连接进行网络通信的情况。

[0012] 1-以太网接口模块

[0013] 2-调制解调模块

[0014] 3-数模转换器

[0015] 4-发射信号处理模块

[0016] 5-激光发射模块

[0017] 6-光电检测模块

[0018] 7-接收信号放大模块

[0019] 8-模数转换器

[0020] 9-交换机-1

[0021] 10-交换机-2

[0022] 11-个人电脑-1

[0023] 12-个人电脑-2

### (五) 具体实施方式

[0024] 下面结合具体实验例子和附图,对本发明作具体说明。

[0025] 由图1所示,本发明中的装置整体框架,各部件分别说明如下:

[0026] 以太网接口模块1,由以太网芯片及其外围电路组成,其中以太网芯片工作于全双工,用于收发网络数据;

[0027] 调制解调模块2,可由数字电路(专用集成电路ASIC或可编程逻辑门阵列FPGA) 实

现,用于实现OFDM调制与解调;

[0028] 数模转换器3,由数模转换芯片及其外围电路组成,与调制解调模块相连,用于将数字信号转化为模拟信号输出;

[0029] 发射信号处理模块4,可由直流偏置器及信号放大器组成,前端与数模转换器相连,后端与激光发射模块相连,主要实现驱动后端激光器,并将前端输入信号调制至后端激光器上;

[0030] 激光发射模块5,可由可见光波段激光二极管或可见光波段垂直腔面发射激光器,以及散热器等组成,用于实现电光转换,发射出激光;

[0031] 光电检测接收模块6,可由光电二极管及跨阻放大电路实现,用于接收激光信号,实现光电转换;

[0032] 接收信号处理模块7,由信号放大器以及滤波器等实现,用于将光电转换后的信号进行放大,并去除不必要的噪声;

[0033] 模数转换器8,由模数转换芯片及其外围电路组成,采集电信号转换为数字信号;

[0034] 图2为使用本发明实现两台电脑无线连接网络通信的实验配置图,除了上述所提及的部件外,还包括:

[0035] 交换机9、10:有线网络互联的基本器件,实现网络数据的分组交换。

[0036] 电脑11、12:用于验证使用本发明后的网络互联情况;

[0037] (六) 本发明的工作过程如下:

[0038] 装置信号发射过程:首先,以太网接口接收到网络数据后,传输给调制解调模块,进行OFDM调制。其后,调制解调模块将调制后的OFDM数字信号加载至数模转换器,产生模拟电信号输出。然后,发射信号处理模块,通过内部信号放大器对模拟电信号进行放大,再通过内部直流偏置器将放大后的模拟电信号附加上直流信号,传输给后端的激光发射模块。最后激光发射模块内部的激光产生器,接收电信号,实现电光转换,发射出激光。

[0039] 装置信号接收过程:首先,光电检测模块检测到激光信号,将其转化为电信号。其后,接收信号处理模块,对光电检测后的电信号进行放大,传输给后端的模数转换器。然后,模数转换器,实现模数转换,得到数字信号。最后,调制解调模块处理数字信号,进行OFDM解调,得到发送过来的网络数据,便可以通过以太网接口传输。

[0040] 对于本发明的使用,可参考图2中描述的实验例程。图二的工作过程可描述如下:

[0041] 两台电脑(11、12)分别连接在两个独立起来的交换机(9、10)上,通过这样模拟两台电脑分处于两个独立有线网络的情况。交换机9、10都分别通过网口连接上一个本发明所述的装置。在这样一个系统中,电脑11尝试通过地址解析协议(ARP)与电脑12建立首次连接的过程可描述如下。

[0042] ARP询问过程:首先,电脑11发送目的物理地址为ff:ff:ff:ff:ff的ARP 询问数据给底层交换机9。然后,交换机9将会通过广播的形式传输ARP询问数据包到一个本发明所述的装置(标记为装置-1)。装置-1接收数据,再进行调制,产生激光信号进行发射。其后,另一本发明装置(标记为装置-2)接收到装置-1发射的激光信号,实现信号检测与处理,还原为原始的广播数据,再传输至交换机10。交换机10亦将通过广播的形式,送至电脑12。电脑12获取数据, ARP询问过程完毕。ARP应答过程:首先,电脑12获取询问数据后,验证数据中IP地址为本机IP,将产生ARP应答数据包反馈给交换机10。然后,交换机 10接收到电脑12的

ARP应答数据包,将根据之前所记录的源物理地址找到装置-2所对应的端口,并将数据通过该端口传输给装置-2。其后,装置-2接收数据,同样实现一次调制,发射激光信号到装置-1。装置-1,解调激光信号,还原为网络数据,便可通过交换机9转达给电脑11。

[0043] 通过ARP询问与应答这样有来有回的类似过程,即便两台电脑(11、12)分处于独立的网络,但通过本发明装置实现无线连接,亦可实现电脑11与电脑12的双向通信。

[0044] (七) 主要技术优势

[0045] 本发明使用可见激光进行传输,无电磁辐射,无需注册频谱使用许可。它可用于相近楼宇间,实现网络的无线对接。由于采用的是可见激光,在安装与配置过程中,可轻松实现装置的对准。另外,由于在水中,蓝绿光波段的衰减系数较低,本发明亦可用于水下进行高速信号传输。这是常规无线通信系统难以实现的。同时,本发明采用正交频分复用技术,系统频谱效率高,因此,对用于构建本发明所用器件的带宽需求较低。

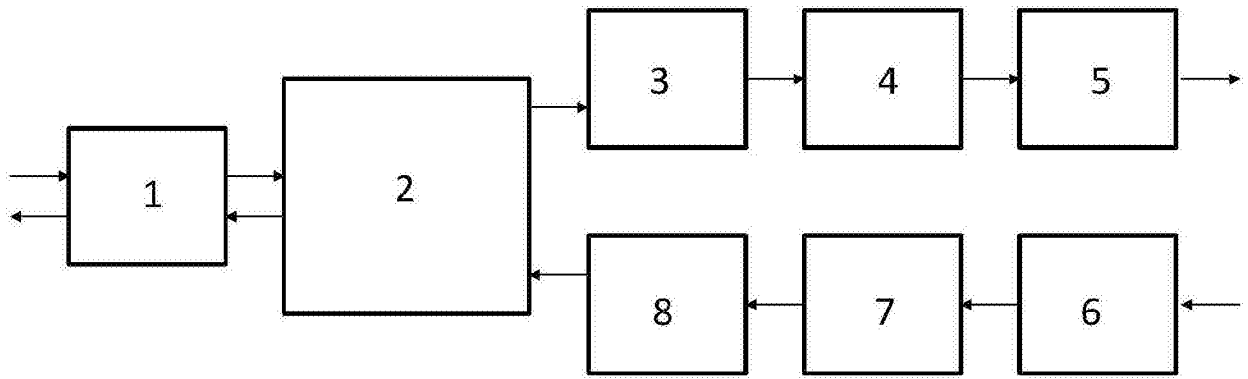


图1

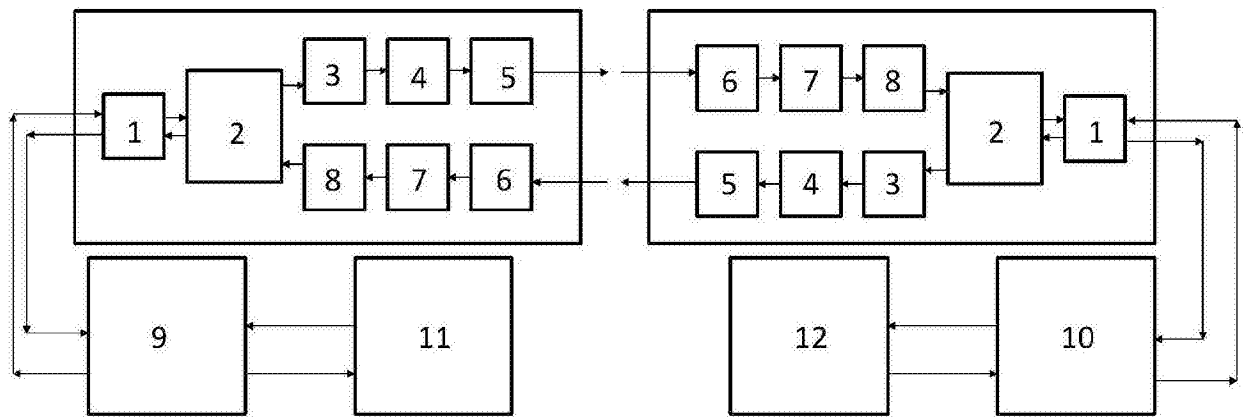


图2