



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107831470 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 18

(21) 申请号 201711084904.7

H04B 10/116 (2013.01)

(22) 申请日 2017.11.07

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107831470 A

CN 106767822 A, 2017.05.31

CN 104034330 A, 2014.09.10

CN 103823204 A, 2014.05.28

(43) 申请公布日 2018.03.23

CN 106483500 A, 2017.03.08

CN 106685528 A, 2017.05.17

(73) 专利权人 华南理工大学

CN 105068047 A, 2015.11.18

地址 511458 广东省广州市南沙区环市大道南路25号华工大广州产研院

US 2003071973 A1, 2003.04.17

US 2016357189 A1, 2016.12.08

(72) 发明人 吴玉香 关伟鹏 刘晓伟 方良韬
谢灿宇

US 2013141554 A1, 2013.06.06

WO 2006009176 A1, 2006.01.26

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

樊小磊. 基于圆偏振光调制的LED可见光通信系统的设计与实现. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库数据库信息科技辑》. 第27-50页.

专利代理师 李斌

审查员 王超

(51) Int. Cl.

G01S 5/16 (2006.01)

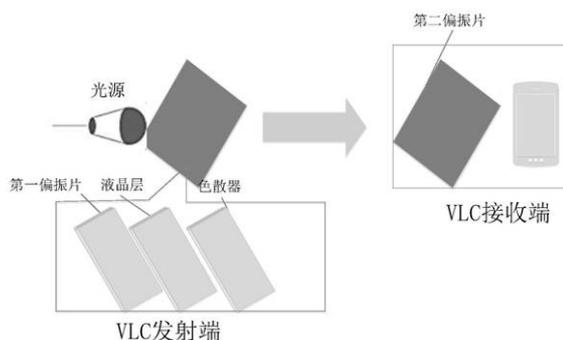
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于偏振的可见光定位方法及其硬件系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于偏振的可见光定位方法及其硬件系统, 基于偏振调制技术, 灯具发出的光束经过发射端产生不同颜色不同偏振方向的偏振光束。发射端的第一偏振片将灯具发出的非偏振光转换为偏振光, 经过液晶层对偏振光进行二进制色移键控(BCSK)调制, 经过色散器对液晶层发出的偏振光色散为不同颜色的偏振光。在接收端, 光束经过第二偏振片只通过一束偏振光且过滤掉其余方向的偏振光, 将光的偏振变化转化为亮度变化, 以被图像设备精确捕捉; 结合基于相机的接收角度(AOA)定位算法, 实现较高精度定位。本发明可以降低系统计算难度, 提高可见光定位的精度, 适用于电子移动终端设备, 如智能手机, 平板电脑, 谷歌眼镜等。



1. 一种基于偏振的可见光定位方法,其特征在于,所述的可见光定位方法包括下列步骤:

S1、外部光源通过VLC发射端产生不同颜色且不同偏振方向的偏振光束,其中,所述的VLC发射端包括第一偏振片、液晶层和色散器,光束中携带定位信标的ID,在光信道传播过程中保留光束的偏振态;

步骤S1包括以下步骤:

S101、所述的第一偏振片将光源发出的非偏振光束转化为偏振光;

S102、所述的液晶层施加控制电压进行偏振光的二进制编码调制,将需要发射的数据输入到FPGA中转化为控制电压,FPGA的输出端和液晶层的电极直接相连,通过对液晶层施加控制电压来进行偏振光调制,用暗亮状态编码“0”和“1”表示;

S103、色散器将通过的一束偏振光分散为多束偏振光,每一束光都有独特的颜色和偏振方向,且不同编码信息在任意方向接收到的颜色有明显区别;

S2、第二偏振片检测到一定方向的偏振光,然后图像传感器捕获图像,根据像素强度提取出信源数据,将检测到的信标通过二进制译码解调得到定位信标ID,通过查询信标数据库得到信标节点的室内位置坐标;

S3、将已得信标节点的室内位置坐标结合接收角度定位算法得到接收端的位置 $[T_x, T_y, T_z]$,从而实现接收端的定位。

2. 根据权利要求1所述的一种基于偏振的可见光定位方法,其特征在于,所述的步骤S2包括以下步骤:

S201、第二偏振片通过某一方向的一束偏振光而过滤其余方向的偏振光,进而得到有效的编码信息;

S202、图像传感器捕捉彩色图像并从图像中可直接检测到相关定位信标,通过二进制译码解调过程得到定位信标ID,由定位信标ID索引ID数据库得到定位信标的空间位置坐标。

3. 根据权利要求1所述的一种基于偏振的可见光定位方法,其特征在于,所述的步骤S3中定位算法为基于相机的到达角度定位算法,通过提取图像中信标的相互距离关系,并搜索最优比例因子 K_i 匹配真实的相互距离以得到接收端的真实位置 $[T_x, T_y, T_z]$,其计算过程中利用优化函数的梯度来指导搜索进而减少搜索域。

4. 根据权利要求1所述的一种基于偏振的可见光定位方法,其特征在于,所述的二进制编码调制采用二进制色移键控调制。

5. 根据权利要求2所述的一种基于偏振的可见光定位方法,其特征在于,所述的二进制译码解调采用二进制色移键控解调。

6. 一种根据权利要求1至5任一所述的基于偏振的可见光定位方法的硬件系统,其特征在于,所述的硬件系统包括:VLC发射端和VLC接收端,

其中,所述的VLC发射端包括依次平行设置第一偏振片、液晶层、色散器,其中所述的液晶层与FPGA输出端相连;所述的第一偏振片将外部光源发出的非偏振光转换为偏振光;所述的液晶层通过FPGA施加的控制电压对偏振光进行二进制色移键控调制;所述的色散器对液晶层发出的偏振光色散为不同颜色的偏振光;

所述的VLC接收端包括第二偏振片、图像采集器、电子信号处理器、液晶显示屏,其中,

所述的第二偏振片设置于所述的图像采集器的正前方,所述的图像采集器、所述的电子信号处理器、所述的液晶显示屏依次连接,所述的第二偏振片根据偏振方向只允许通过一束偏振光并过滤掉其余光束,并将经过第二偏振片的光学图像投射到图像传感器表面;所述的图像传感器用于检测出光束亮度变化,发生光电效应后在照射像素单元内产生包含图像中像素数据的电信号;所述的电子信号处理器经A/D转化变为数字图像信号,再经过数字信号加工处理完成成像环节,处理后的数字图像信号通过所述的液晶显示屏呈现出来。

7. 根据权利要求6所述的一种基于偏振的可见光定位方法的硬件系统,其特征在于,所述的液晶层的控制端由FPGA控制,将需要发射的数据输入到FPGA中转化为控制电压,通过对液晶层施加控制电压来进行偏振光调制,用暗亮状态编码“0”和“1”表示。

8. 根据权利要求6所述的一种基于偏振的可见光定位方法的硬件系统,其特征在于,所述的FPGA包括可配置逻辑模块CLB、可编程输出输入模块IOB,并通过内部总线相连通。

一种基于偏振的可见光定位方法及其硬件系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可见光通信技术领域,具体涉及一种基于偏振的可见光定位方法及其硬件系统。

背景技术

[0002] 可见光通信是一项在基础公共照明设施上增加数据传输功能就可以搭建无线网络的技术,与传统的无线通信技术相比,可见光通信技术具有带宽资源丰富、不受电磁干扰、兼顾照明与定位等优点。

[0003] 由于受到多径效应和路径损耗的影响,传统的GPS导航定位并不能满足人们对于定位精度的要求。因此,出现了一系列基于蓝牙、WIFI、超声、红外的室内定位系统,但是由于定位精度和安装成本的问题,这些定位系统都并未得到大范围应用。可见光通信定位是一项提高室内定位精度的技术,室内照明灯具将信标节点附加到光源上发送出去,接收端接收识别光信号解析出灯具发送的身份识别信息,并利用相应定位算法完成定位。该技术能在不影响室内正常照明的情况下完成室内精准定位,同时灯具照明的应用,降低了技术成本,便于该技术推广。

[0004] 现有基于强度调制的可见光定位系统中,考虑到大气湍流引起的光强闪烁效应,发射端需要提供高速率脉冲以避免灯光强闪烁造成的不良影响,从而系统接收端需要相当复杂的设备来满足对高速率脉冲的检测接收,系统的搭建成本提高且给系统的实现带来严重负担。因此,如何避免光强闪烁效应,更精确且低成本地进行可见光定位,是本发明亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决现有技术中的上述缺陷,提供一种基于偏振的可见光定位方法及其硬件系统。

[0006] 根据公开的实施例,本发明的第一方面公开了一种基于偏振的可见光定位方法,所述的可见光定位方法包括下列步骤:

[0007] S1、外部光源通过VLC发射端产生不同颜色且不同偏振方向的偏振光束,其中,所述的VLC发射端包括第一偏振片、液晶层和色散器,光束中携带定位信标的ID,在光信道传播过程中保留光束的偏振态;

[0008] S2、第二偏振片检测到一定方向的偏振光,然后图像传感器捕获图像,根据像素强度提取出信源数据,将检测到的信标通过二进制译码解调得到定位信标ID,通过查询信标数据库得到信标节点的室内位置坐标;

[0009] S3、将已得信标节点的室内位置坐标结合接收角度定位算法得到接收端的位置 $[T_x, T_y, T_z]$,从而实现接收端的定位。

[0010] 进一步地,所述的步骤S1包括以下步骤:

[0011] S101、所述的第一偏振片将光源发出的非偏振光束转化为偏振光;

[0012] S102、所述的液晶层施加控制电压进行偏振光的二进制编码调制,将需要发射的数据输入到FPGA中转化为控制电压,FPGA的输出端和液晶层的电极直接相连,通过对液晶层施加控制电压来进行偏振光调制,用暗亮状态编码“0”和“1”表示;

[0013] S103、色散器将通过的一束偏振光分散为多束偏振光,每一束光都有独特的颜色和偏振方向,且不同编码信息在任意方向接收到的颜色有明显区别。

[0014] 进一步地,所述的步骤S2包括以下步骤:

[0015] S201、第二偏振片通过某一方向的一束偏振光而过滤其余方向的偏振光,进而得到有效的编码信息;

[0016] S202、图像传感器捕捉彩色图像并从图像中可直接检测到相关定位信标,通过二进制译码解调过程得到定位信标ID,由定位信标ID索引ID数据库得到定位信标的空间位置坐标。

[0017] 进一步地,所述的步骤S3中定位算法为基于相机的到达角度定位算法,通过提取图像中信标的相互距离关系,并搜索最优比例因子 K_1 匹配真实的相互距离以得到接收端的真实位置 $[Tx, Ty, Tz]$,其计算过程中利用优化函数的梯度来指导搜索进而减少搜索域。

[0018] 进一步地,所述的二进制编码调制采用二进制色移键控调制。

[0019] 进一步地,所述的二进制译码解调采用二进制色移键控解调。

[0020] 根据公开的实施例,本发明的第二方面公开了一种基于偏振的可见光定位方法的硬件系统,所述的硬件系统包括:VLC发射端和VLC接收端,

[0021] 其中,所述的VLC发射端包括依次平行设置第一偏振片、液晶层、色散器,其中所述的液晶层与FPGA输出端相连;所述的第一偏振片将外部光源发出的非偏振光转换为偏振光;所述的液晶层通过FPGA施加的控制电压对偏振光进行二进制色移键控调制;所述的色散器对液晶层发出的偏振光色散为不同颜色的偏振光;

[0022] 所述的VLC接收端包括第二偏振片、图像采集器、电子信号处理器、液晶显示屏,其中,所述的第二偏振片设置于所述的图像采集器的正前方,所述的图像采集器、所述的电子信号处理器、所述的液晶显示屏依次连接,所述的第二偏振片根据偏振方向只允许通过一束偏振光并过滤掉其余光束,并将经过第二偏振片的光学图像投射到图像传感器表面;所述的图像传感器用于检测出光束亮度变化,发生光电效应后在照射像素单元内产生包含图像中像素数据的电信号;所述的电子信号处理器经A/D转化变为数字图像信号,再经过数字信号加工处理完成成像环节,处理后的数字图像信号通过所述的液晶显示屏呈现出来。

[0023] 进一步地,所述的液晶层的控制端由FPGA控制,将需要发射的数据输入到FPGA中转化为控制电压,通过对液晶层施加控制电压来进行偏振光调制,用暗亮状态编码“0”和“1”表示。

[0024] 进一步地,所述的FPGA包括可配置逻辑模块CLB、可编程输出输入模块IOB,并通过内部总线相连通。

[0025] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0026] 1、本发明避免了传统的基于强度调制可见光定位方法中接收端复杂的设备,避免出现灯光强闪烁的问题,允许较低的脉冲速率,减轻了系统硬件组成上的负担,适用于小型可穿戴设备。

[0027] 2、本发明提出在VLC(Visible Light Communication,可见光通信)发射端添加一

个色散器,并采用二进制色移键控(BCSK)调制,有效解决了由于接收端不断移动造成信噪比(SNR)的变化,通信可靠性更强。

[0028] 3、本发明采用自适应降低采样算法以及操作系统的时钟处理低成本相机的采样不均衡问题,获得更精准的视频帧时间,缩减像素采样,适用于低成本相机。

[0029] 4、本发明采用基于相机的接收角度(AOA)定位优化算法,将参数优化问题转化为非线性最小二乘问题,定位精度高,实时处理数据能力强,便于系统应用于智能手机、可穿戴设备等小型设备。

附图说明

[0030] 图1是本发明提供的光源、VLC发射端、VLC接收端示意图;

[0031] 图2是本发明实现基于偏振的可见光定位方法的硬件系统示意图;

[0032] 图3是本发明中偏振片产生与检测偏振光的示意图;

[0033] 图4是本发明中液晶层二进制编码调制示意图;

[0034] 图5是本发明中FPGA的内部结构示意图;

[0035] 图6是本发明中二进制色移键控(BCSK)解调示意图。

具体实施方式

[0036] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 实施例

[0038] 请参照图1,本发明基于偏振调制技术,光源通过VLC发射端产生不同颜色不同偏振方向的偏振光束。VLC发射端包含三部分:第一偏振片(线性偏振片)、液晶层、色散器。在发送端的第一偏振片将灯具发出的非偏振光转换为偏振光,经过液晶层对偏振光进行二进制色移键控(BCSK)调制,经过色散器对液晶层发出的偏振光色散为不同颜色的偏振光。在接收端,光的偏振变化无法直接由相机捕捉到,光束首先经过第二偏振片只通过一束偏振光而过滤掉其余光束,并将光的偏振变化转化为亮度变化,才能被图像采集设备精确捕捉。

[0039] 请参照图2,基于偏振的可见光定位系统PIXEL包括VLC发射端、VLC接收端,该系统基于接收角度(AOA)定位算法。光源通过VLC发射端定期向VLC信道中发送信标ID,VLC接收端利用图像传感器捕获图像,根据像素强度提取出信源数据,将检测到的信标通过BCSK解调模块得到定位信标ID,通过查询信标数据库得到信标节点的室内位置坐标。再结合接收角度(AOA)定位算法得到接收端的方位信息,从而实现接收端的定位。

[0040] 如图3所示,VLC发射端的第一偏振片将光源发出的非偏振光束转化为偏振光,偏振特性在光传播过程中得以保留,且光的偏振不会被人眼识别,在视觉上和普通光束无异;接收端第二偏振片与发射端第一偏振片的区别在于偏振方向的不同,接收端第二偏振片利用偏振片可以检测偏振光以及过滤干扰偏振光束的特性。

[0041] 其中,检测偏振光强度利用到马吕斯定律,设通过偏振片前偏振光强度为 I_0 ,通过偏振片后光强为 I_0' ,存在如下关系:

[0042] $I_0 = I_0 \cos^2 \theta$ (1)

[0043] 其中： θ 为偏振光与偏振片偏振方向上的方位角。若偏振光与偏振片偏振方向平行，即 $\theta = 0^\circ$ ，光束通过偏振片不会受到削弱；若偏振光与偏振片偏振方向垂直，即 $\theta = 90^\circ$ ，光束将完全被偏振片遮挡。

[0044] 如图4所示，通过对液晶层施加控制电压进行偏振光的二进制编码调制。具体地，施加电压为零时，偏振光通过液晶层产生 90° 的方位扭曲，此时接收端偏振片将完全检测不到该偏振光；随着施加电压的增加，偏振光的方位扭曲逐渐减小，直至特定电压不再产生方向扭曲，此时接收端的第二偏振片检测到高亮度的光。控制端由FPGA控制，将需要发射的数据输入到FPGA中转化为控制电压，FPGA的输出端和液晶层的电极直接连接，通过对液晶层施加控制电压来进行偏振光调制，用暗亮状态编码“0”和“1”。

[0045] 如图5所示，所述的FPGA包括可配置逻辑模块CLB、可编程输出输入模块IOB以及内部总线三部分，FPGA的逻辑是通过向内部静态存储单元加载编程数据来实现的，而后将编码信息输入到FPGA中，存储在存储器单元中的值决定了逻辑模块的逻辑功能，通过输入输出模块实现对液晶层施加控制电压进而完成偏振光的二进制编码。

[0046] 其中，色散器将通过的一束偏振光分散为多束偏振光，每一束光都有独特的颜色和偏振方向，且不同编码信息在任意方向接收到的颜色有明显区别。

[0047] 接收端的第二偏振片根据偏振方向只通过一束光而过滤其余方向的偏振光，接收相机只捕捉到一种颜色的偏振光，即得到一种编码信息。当编码状态发生变化，接收端捕捉到的颜色同时发生改变，利用图像传感器捕捉彩色图像。

[0048] 接收端定位首先得到定位信标的空间位置坐标。从相机拍摄的图像中可直接检测到相关定位信标，VLC接收端将定位信标的标识通过二进制色移键控(BCSK)解调过程解码出来，即得到定位信标ID；通过定位信标ID索引的标识数据库得到定位信标的空间位置坐标。再结合到达角度(AOA)定位算法，得出接收设备的方位。

[0049] 如图6所示，二进制色移键控(BCSK)解调中3维采样点通过降维模块投射为1维差分矢量，降维过程要求保持不同编码状态的样本距离不变。利用操作系统的时钟对视频缩减采样来减少像素点，以应对相机不平均采样，从而降低系统计算难度，并输出一系列对应符号。解映射模块将这些符号通过位判决确定出“0”和“1”，输出一系列二进制位码，完成二进制色移键控(BCSK)解调过程。

[0050] 其中，基于相机的到达角度(AOA)定位算法实施原理如下：首先该算法提取图像中信标的相互距离关系，并搜索最优比例因子 K_i 匹配真实的相互距离。其中， K_i 表示信标 i 在图像中放大的倍数。然后根据最优比例因子 K_i 以及每个信标的真实位置得到接收端的真实位置 $[T_x, T_y, T_z]$ 。优化定位精度需要足够搜索空间，PIXEL通过优化函数的梯度来指导搜索进而减少搜索域。基于AOA定位算法的优化问题都可以看成非线性最小二乘问题。该算法避免了测量发射端与接收端的间距，保证系统计算简单，运行速度快。

[0051] 基于上述原理介绍，本实施例公开了一种基于偏振的可见光定位方法，该方法具体包括以下步骤：

[0052] S1、外部光源通过VLC发射端产生不同颜色且不同偏振方向的偏振光束，VLC发射端包含三部分：第一偏振片、液晶层、色散器。光束中携带定位信标的ID，在光信道传播过程中保留光束的偏振态。

[0053] 所述的光源作为信息传输的载体,通过对光束进行一系列操作使得光束中承载需要的数据信息,LED灯、荧光灯、太阳光皆可满足要求。

[0054] 上述步骤S1包括以下步骤:

[0055] 步骤S101、VLC发射端的第一偏振片将光源发出的非偏振光束转化为偏振光,由于光的偏振态在光信道中不会消失,且光的偏振态不会被人眼识别,在视觉上和普通光束无异,从而避免了光强闪烁的问题。

[0056] 步骤S102、对VLC发射端的液晶层施加控制电压进行偏振光的二进制编码调制。将需要发射的数据输入到FPGA中转化为控制电压,FPGA的输出端和液晶层的电极直接相连,通过对液晶层施加控制电压来进行偏振光调制,用暗亮状态编码“0”和“1”。

[0057] 其中,二进制编码调制采用二进制色移键控(BCSK)调制。

[0058] 步骤S103、VLC发射端的色散器将通过的一束偏振光分散为多束偏振光,每一束光都有独特的颜色和偏振方向,且不同编码信息在任意方向接收到的颜色有明显区别。

[0059] S2、VLC接收端的第二偏振片检测到一定方向的偏振光,然后图像传感器捕获图像,根据像素强度提取出信源数据,将检测到的信标通过BCSK解调模块得到定位信标ID,通过查询信标数据库得到信标节点的室内位置坐标。

[0060] 上述步骤S2具体包括以下步骤:

[0061] S201、VLC接收端的第二偏振片只通过某一方向的一束偏振光而过滤其余方向的偏振光,接收端只收到有用的编码信息。

[0062] S202、图像传感器捕捉彩色图像并从图像中可直接检测到相关定位信标,通过二进制色移键控(BCSK)解调过程得到定位信标的ID,由定位信标ID索引ID数据库得到定位信标的空间位置坐标。

[0063] S3、将已得信标节点的室内位置坐标结合接收角度定位算法得到接收端的位置 $[T_x, T_y, T_z]$,从而实现接收端的定位。

[0064] 上述所述步骤S3具体如下:

[0065] 所述的定位算法为基于相机的到达角度(AOA)定位算法,通过提取图像中信标的相互距离关系,并搜索最优比例因子 K_1 匹配真实的相互距离以得到接收端的真实位置 $[T_x, T_y, T_z]$ 。计算过程中利用优化函数的梯度来指导搜索进而减少搜索域,简化了计算难度。

[0066] 基于上述原理以及定位方法的介绍,本实施例还公开了一种基于偏振的可见光定位方法的硬件系统,该硬件系统具体包括:VLC发射端、VLC接收端,

[0067] 其中,VLC发射端包括依次平行设置第一偏振片、液晶层、色散器,其中液晶层与FPGA输出端相连;

[0068] 第一偏振片将灯具发出的非偏振光转换为偏振光;液晶层通过FPGA施加的控制电压对偏振光进行二进制色移键控(BCSK)调制;色散器对液晶层发出的偏振光色散为不同颜色的偏振光。

[0069] VLC接收端包括第二偏振片、图像采集器、电子信号处理器、液晶显示屏,其中,图像采集器前设置第二偏振片,图像采集器、电子信号处理器、液晶显示屏依次连接。

[0070] 经过第二偏振片的光学图像投射到图像传感器表面,发生光电效应,在照射像素单元内产生相应的电信号,然后传递给电子信号处理器经A/D转化变为数字图像信号,再经过数字信号加工处理完成成像环节,处理后的数字图像信号通过液晶显示屏呈现出来。

[0071] 在接收端,偏振光束经过接收端的第二偏振片后只通过一束偏振光而过滤掉其余光束,并将光的偏振变化转化为亮度变化;图像采集器精确捕捉彩色图像,并得到定位信标的信息。光源通过发射端定期向VLC信道中发送信标ID,接收端利用图像传感器捕获图像,根据像素强度提取出信源数据,将检测到的信标通过BCSK解调模块得到定位信标ID,通过查询信标数据库得到信标节点的室内位置坐标。再结合基于相机的接收角度(AOA)定位算法得到接收端的方位信息,从而实现接收端的定位。

[0072] VLC发射端通过FPGA对液晶层施加控制电压进而完成偏振光的二进制编码调制。所述FPGA包括可配置逻辑模块CLB、可编程输出输入模块IOB以及内部总线三部分,FPGA的逻辑是通过向内部静态存储单元加载编程数据来实现的,而后将编码信息输入到FPGA中,存储在存储器单元中的值决定了逻辑模块的逻辑功能,通过输入输出模块实现对液晶层施加控制电压进而完成偏振光的二进制编码。

[0073] 综上所述,本发明中接收端的定位,采用基于相机的到达角度(AOA)定位算法,利用光学成像特性,根据图像采集器的位置,信标之间相互距离关系在图像中被扭曲。首先该定位方法提取图像中信标的相互距离关系,并搜索最优比例因子匹配真实的相互距离;然后,根据最优比例因子以及每个信标的真实位置实现接收端的定位。本发明可以降低系统计算难度,提高可见光定位的精度,适用于电子移动终端设备,如智能手机,平板电脑,谷歌眼镜等。

[0074] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

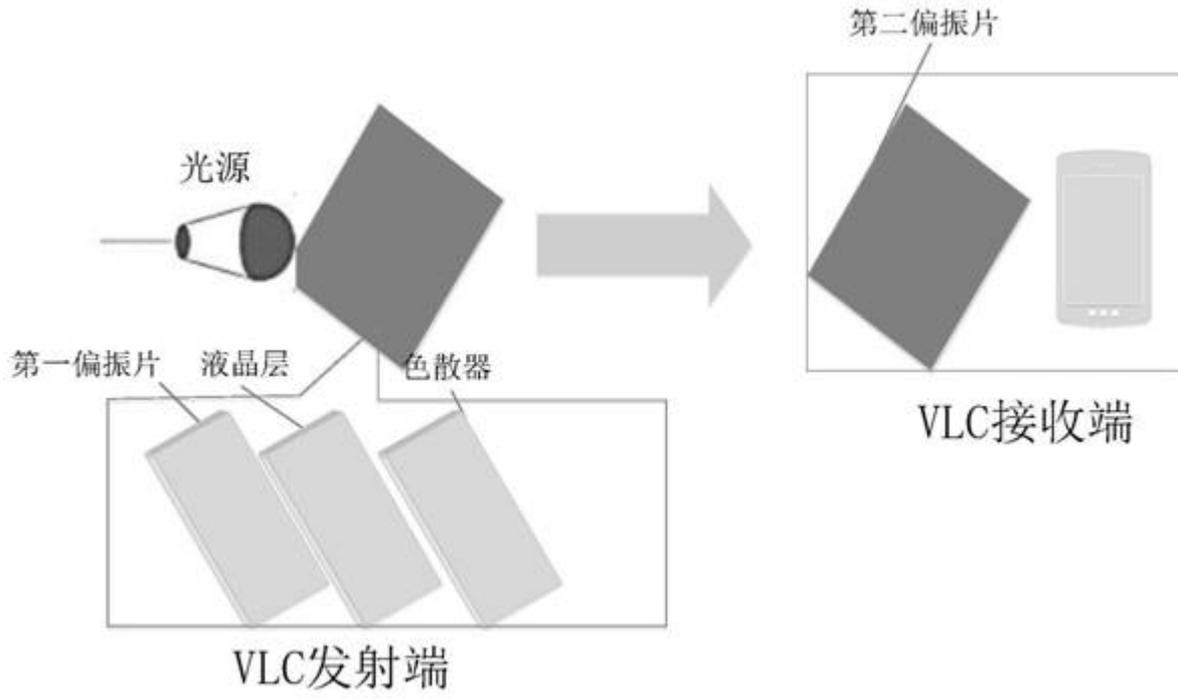


图1

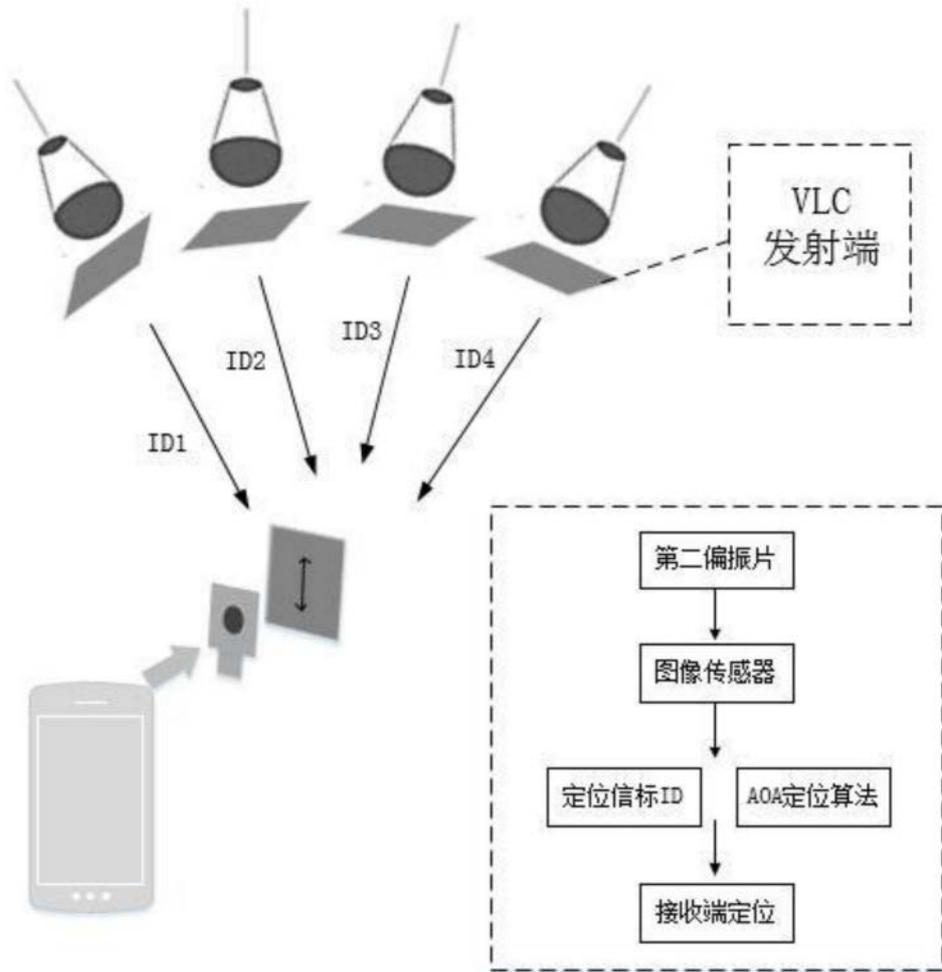


图2

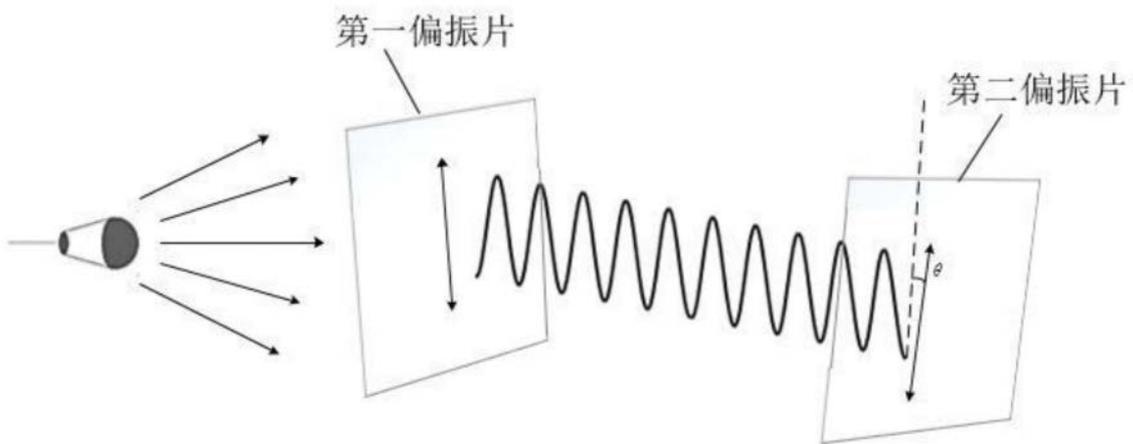


图3

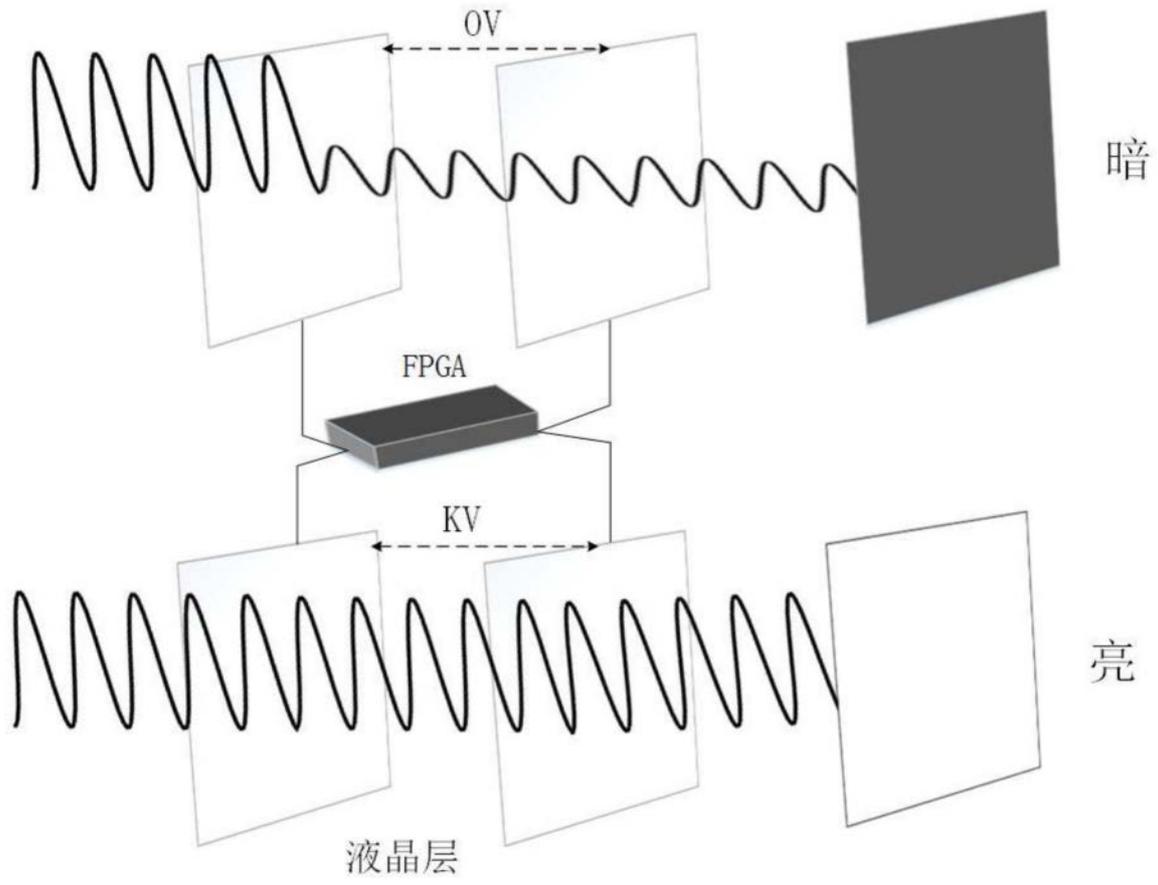


图4

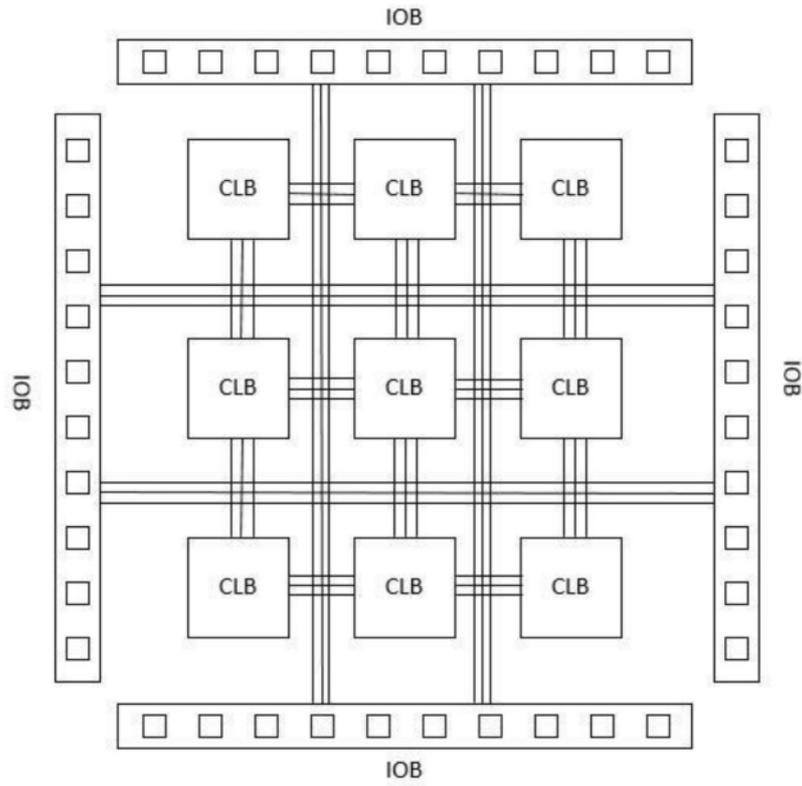


图5

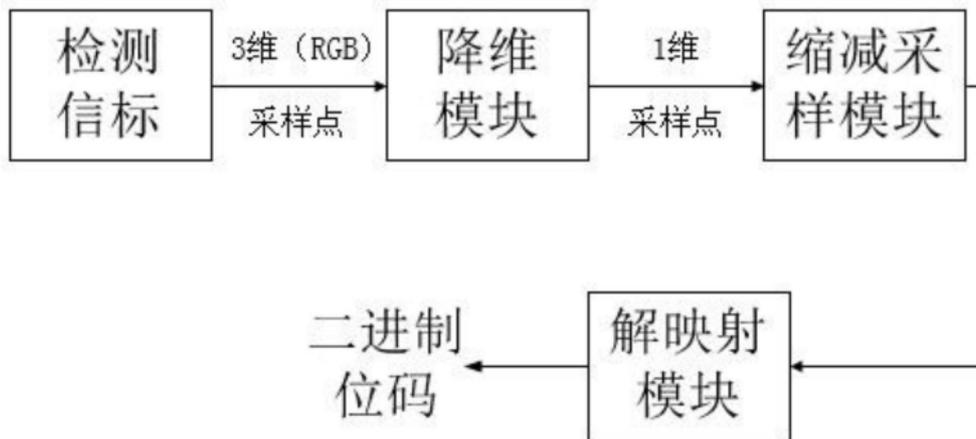


图6