



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111830464 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 15

(21) 申请号 202010675439.X

H04B 10/116 (2013.01)

(22) 申请日 2020.07.14

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2018087910 A1, 2018.03.29

申请公布号 CN 111830464 A

CN 107395279 A, 2017.11.24

CN 109949367 A, 2019.06.28

(43) 申请公布日 2020.10.27

CN 109188358 A, 2019.01.11

(73) 专利权人 深圳市南科信息科技有限公司

CN 109341687 A, 2019.02.15

地址 518000 广东省深圳市福田区沙头街

CN 106568420 A, 2017.04.19

道天安社区泰然五路8号天安数码城

CN 104808177 A, 2015.07.29

天济大厦五层F4.85B-521

审查员 王超

(72) 发明人 徐海鑫 关伟鹏 伍文飞

(74) 专利代理机构 深圳市中科创为专利代理有

限公司 44384

专利代理师 彭涛 宋鹏跃

(51) Int. Cl.

G01S 5/16 (2006.01)

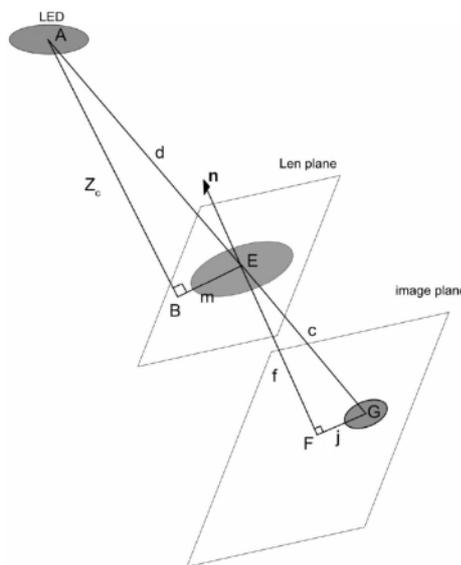
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

## (54) 发明名称

基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法

## (57) 摘要

本发明公开一种基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法,在发射端,将三个及以上的LED放置在天花板,通过可见光成像通信技术来传输ID;在接收端,手机镜头以任意角度倾斜,但要保证至少三个LED被镜头捕获,通过对成像的处理,获得LED像的长短轴长度及传递的信息,应用几何学原理以及弱透视投影定理,计算出镜头的位置信息。本可见光定位算法简单可行,适用于镜头倾斜情况下的可见光定位,手机镜头可以以任意角度倾斜,具有更加广阔的应用市场前景,并且可以较好地适用于手机定位软件的使用,使用户可以以任意角度持手机进行可见光定位,有很好的用户体验。



1. 一种基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:在发射端,将三个及以上的LED固定在天花板上,并对每个LED进行调制,使其以一定的频率闪烁,传递ID信息及LED的半径信息;

在接收端,利用CMOS传感器摄像头对LED进行捕获,通过图像处理技术,提取出每个LED所传递的信息;

步骤2:利用所述步骤1中获得的LED半径和图像的长轴信息,通过倾斜可见光定位算法求得所述CMOS传感器摄像头的位置信息;

所述步骤2中的倾斜可见光定位算法包括以下步骤:

步骤2.1:根据弱透视投影定理,LED先垂直投影到与成像平面平行的深度平面,在所述深度平面上投影为椭圆,所述深度平面上的椭圆的长轴长度与LED的直径一致,再将所述深度平面的LED投影以一定的比例投影到镜头的成像平面,在所述成像平面投影为椭圆,成像平面的椭圆长轴与LED的半径之间的关系为: $\frac{l_2}{f} = \frac{2r}{Z_c}$ ,其中f为镜头的焦距,Zc为LED的平均深度, $l_2$ 为成像平面的椭圆长轴,r为LED的半径;

步骤2.2:根据镜头成像原理,LED的圆心A、CMOS传感器摄像头的镜头中心E与LED的像中心G在一条直线上,根据三角形相似定理,得到如下关系:

$$\frac{Z_c}{f} = \frac{d}{c} = \frac{m}{j},$$

其中,d为LED的圆心A到镜头中心E的距离,j为LED的像中心G到成像中心的距离,c为镜头中心E到LED的像中心G之间的距离,B为LED的圆心A到深度平面的垂线的垂足,m为镜头中心E到B之间的距离;

根据步骤2.1的公式,得到 $m = \frac{2r}{l_2}j$ 和 $Z_c = \frac{2r}{f}l_2$ ;

根据勾股定理,求得LED圆心到镜头的距离d: $d = \sqrt{m^2 + Z_c^2}$ ;

步骤2.3:通过所述步骤2.2的方法获得三个LED的圆心到镜头中心的距离 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ ,再利用在ID数据库中获得的LED的坐标 $(X_j, Y_j, Z_j)$ ,  $j=1,2,3$ ,根据几何学原理,得到公式:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = d_1^2$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_1)^2 = d_2^2$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_1)^2 = d_3^2,$$

求得镜头中心的坐标 $(x, y, z)$ 。

2. 根据权利要求1所述的基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法,其特征在于,所述步骤1包括以下步骤:

步骤1.1:为每一个LED分配一个ID,并对LED进行调制,使其以一定的频率闪烁,传输其位置信息;

步骤1.2:利用任意角度的CMOS传感器摄像头捕获三个LED的图像;

步骤1.3:利用图像处理技术获得LED图像的长轴,并通过可见光成像技术获得LED的ID信息。

3. 根据权利要求1所述的基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法,其特征在于,所述发射端包括计算机、控制器、LED驱动电路、RGB-LED以及电源模块。

## 基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及可见光通信技术领域,尤其涉及一种基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法。

### 背景技术

[0002] 可见光通信技术是当下一种热门技术,在许多应用场景都可以很好地适用。可见光定位技术是通过LED进行调制,使其进行明暗闪烁,通过空气传播其位置信息,再利用接收装置进行捕获,利用图像处理技术对捕获的图片进行处理,解调出LED的位置信息,再利用几何学等原理,计算出接收装置的位置信息。相比于传统的定位技术,可见光定位技术有着许多优点,它传输速度快,不受电磁干扰影响,安全性高。而且随着LED的迅速发展,可见光定位技术可以更好地应用于更多种类的场景。

[0003] 虽然可见光电定位技术有着多种其他定位技术无法比拟的优点,但仍然存在一些技术难题一直牵绊着可见光定位技术的发展,镜头倾斜的可见光定位技术就是其中之一。现存的大多数可见光定位算法都是以镜头与天花板水平为前提,并不涉及镜头倾斜的情况,这就导致可见光定位技术的应用方向受到了很大的制约。手机定位是可见光定位的一个应用方向,在现存的多数定位技术中,要求镜头与天花板时刻保持水平,这显然是不现实的,用户体验大打折扣,甚至多数情况下无法使用,因此,解决可见光定位在镜头倾斜的情况下精度低甚至无效的问题迫在眉睫。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法,在镜头倾斜的情况下也能定位精确。

[0005] 本发明的技术方案如下:提供一种基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1:在发射端,将三个及以上的LED固定在天花板上,并对每个LED进行调制,使其以一定的频率闪烁,传递ID信息及LED的半径信息;

[0007] 在接收端,利用CMOS传感器摄像头对LED进行捕获,通过图像处理技术,提取出每个LED所传递的信息;

[0008] 步骤2:利用所述步骤1中获得的LED半径和图像的长轴等信息,通过倾斜可见光定位算法求得所述CMOS传感器摄像头的位置信息。

[0009] 进一步地,所述步骤1包括以下步骤:

[0010] 步骤1.1:为每一个LED分配一个ID,并对LED进行调制,使其以一定的频率闪烁,传输其位置信息;

[0011] 步骤1.2:利用任意角度的CMOS传感器摄像头捕获三个LED的图像;

[0012] 步骤1.3:利用图像处理技术获得LED图像的长轴,并通过可见光成像技术获得LED的ID信息。

[0013] 进一步地,所述步骤2中的倾斜可见光定位算法包括以下步骤:

[0014] 步骤2.1:根据弱透视投影定理,LED先垂直投影到与成像平面平行的深度平面,在所述深度平面上投影为椭圆,所述深度平面上的椭圆的长轴长度与LED的直径一致,再将所述深度平面的LED投影以一定的比例投影到镜头的成像平面,在所述成像平面投影为椭圆,

成像平面的椭圆长轴与LED的半径之间的关系为: $\frac{l_2}{f} = \frac{2r}{Z_c}$ ,其中f为镜头的焦距, $Z_c$ 为LED的平均深度, $l_2$ 为成像平面的椭圆长轴,r为LED的半径;

[0015] 步骤2.2:根据镜头成像原理,LED的圆心A、CMOS传感器摄像头的镜头中心E与LED的像中心G在一条直线上,根据三角形相似定理,得到如下关系:

$$[0016] \quad \frac{Z_c}{f} = \frac{d}{c} = \frac{m}{j},$$

[0017] 其中,d为LED的圆心A到镜头中心E的距离,j为LED的像中心G到成像中心的距离,c为镜头中心E到LED的像中心G之间的距离,B为LED的圆心A到深度平面的垂线的垂足,m为镜头中心E到B之间的距离;

[0018] 根据步骤2.1的公式,得到 $m = \frac{2r}{l_2}j$ 和 $Z_c = \frac{2r}{f}l_2$ ;

[0019] 根据勾股定理,求得LED圆心到镜头的距离d: $d = \sqrt{m^2 + Z_c^2}$ 。

[0020] 步骤2.3:通过所述步骤2.2的方法获得三个LED的圆心到镜头中心的距离 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ ,再利用在ID数据库中获得的LED的坐标 $(X_j, Y_j, Z_j)$ , ( $j=1, 2, 3$ ),根据几何学原理,得到公式:

$$[0021] \quad (x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + (z-z_1)^2 = d_1^2$$

$$[0022] \quad (x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + (z-z_1)^2 = d_2^2$$

$$[0023] \quad (x-x_3)^2 + (y-y_3)^2 + (z-z_1)^2 = d_3^2,$$

[0024] 求得镜头中心的坐标 $(x, y, z)$ 。

[0025] 进一步地,所述发射端包括计算机、控制器、LED驱动电路、RGB-LED以及电源模块。

[0026] 采用上述方案,本发明具有如下有益效果:

[0027] 1、本发明适用于镜头倾斜情况下的可见光定位,手机镜头可以以任意角度倾斜,通过捕获至少三个LED的信息,对其进行成像处理,获得LED像的长短轴长度,应用几何原理以及弱透视投影定理,计算出镜头的位置信息,本可见光定位算法简单可行,具有更加广阔的应用市场前景;

[0028] 2、本发明可以较好地适用于手机定位软件的使用,使用户可以以任意角度持手机进行可见光定位,有很好的用户体验。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明的场景示意图。

[0030] 图2为本发明镜头倾斜时捕获的LED图片。

[0031] 图3为本发明倾斜定位算法示意图。

## 具体实施方式

[0032] 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。

[0033] 请参阅图1,本发明提供一种基于三灯的镜头倾斜可见光定位算法,包括以下步骤:

[0034] 步骤1:在发射端,将三个及以上的LED固定在天花板上,并对每个LED进行调制,使其以一定的频率闪烁,传递ID信息及LED的半径信息,每个LED都对应一个特定的ID。所述发射端包括计算机、控制器、LED驱动电路、RGB-LED以及电源模块。

[0035] 在接收端,利用手机或其他设备上的CMOS传感器摄像头对LED进行捕获,通过图像处理技术,提取出每个LED所传递的信息。

[0036] 步骤2:利用所述步骤1中获得的LED半径和图像的长轴等信息,通过倾斜可见光定位算法求得所述CMOS传感器摄像头的位置信息。

[0037] 具体地,所述步骤1包括以下步骤:

[0038] 步骤1.1:为每一个LED分配一个ID,并对LED进行调制,使其以一定的频率闪烁,传输LED的位置信息。

[0039] 步骤1.2:利用任意角度的CMOS传感器摄像头捕获三个LED的图像。

[0040] 步骤1.3:利用图像处理技术获得LED图像的长轴,并通过可见光成像技术获得LED的ID信息。

[0041] 所述步骤2中的倾斜可见光定位算法包括以下步骤:

[0042] 步骤2.1:如图2所示,根据弱透视投影定理,LED先垂直投影到与成像平面(plane s2)平行的深度平面(plane s1),在所述深度平面上投影为椭圆,由于LED是垂直投影到深度平面上的,所以深度平面上的椭圆的长轴长度与LED的直径一致。再将所述深度平面的LED投影以一定的比例投影到镜头的成像平面,在所述成像平面投影为椭圆。成像平面的椭圆长轴与LED的半径之间的关系为: $\frac{l_2}{f} = \frac{2r}{Z_c}$ ,其中f为镜头的焦距,Z<sub>c</sub>为LED的平均深度,l<sub>2</sub>为成像平面的椭圆长轴,r为LED的半径。

[0043] 步骤2.2:如图3所示,根据镜头成像原理,LED的圆心A、CMOS传感器摄像头的镜头中心E与LED的像中心G在一条直线上,根据三角形相似定理,得到如下关系:

$$[0044] \quad \frac{Z_c}{f} = \frac{d}{c} = \frac{m}{j},$$

[0045] 其中,d为LED的圆心A到镜头中心E的距离,j为LED的像中心G到成像中心F的距离,c为镜头中心E到LED的像中心G之间的距离,B为LED的圆心A到深度平面的垂线的垂足,m为镜头中心E到B之间的距离;

[0046] 根据步骤2.1的公式,得到 $m = \frac{2r}{12}j$ 和 $Z_c = \frac{2r}{f}l_2$ ;

[0047] 根据勾股定理,求得LED圆心到镜头的距离d: $d = \sqrt{m^2 + Z_c^2}$ 。

[0048] 步骤2.3:通过所述步骤2.2的方法获得三个LED的圆心到镜头中心的距离 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ ,再利用在ID数据库中获得的LED的坐标 $(X_j, Y_j, Z_j)$ , ( $j=1, 2, 3$ ),根据几何学原理,得到公式:

$$[0049] \quad (x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2=d_1^2$$

$$[0050] \quad (x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_1)^2=d_2^2$$

$$[0051] \quad (x-x_3)^2+(y-y_3)^2+(z-z_1)^2=d_3^2,$$

[0052] 求得镜头中心的坐标 $(x, y, z)$ 。

[0053] 综上所述,本发明具有如下有益效果:

[0054] 1、本发明适用于镜头倾斜情况下的可见光定位,手机镜头可以以任意角度倾斜,通过捕获至少三个LED的信息,对其进行成像处理,获得LED像的长短轴长度,应用几何原理以及弱透视投影定理,计算出镜头的位置信息,本可见光定位算法简单可行,具有更加广阔的应用市场前景;

[0055] 2、本发明可以较好地适用于手机定位软件的使用,使用户可以以任意角度持手机进行可见光定位,有很好的用户体验。

[0056] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

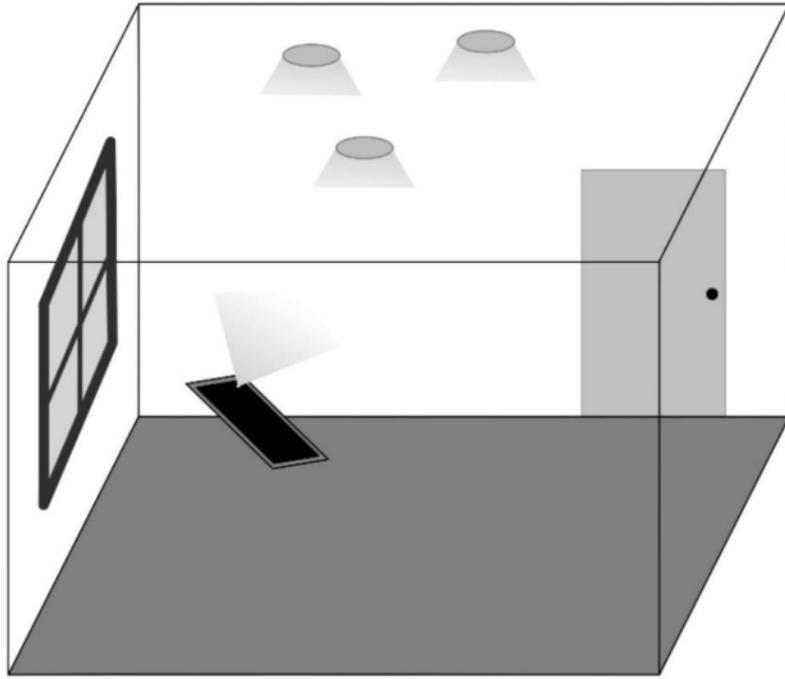


图1

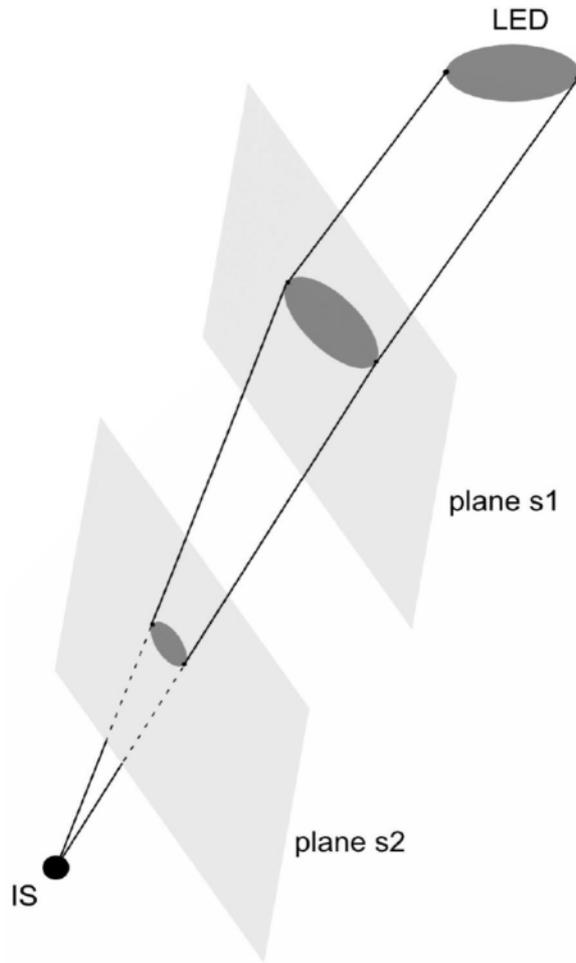


图2

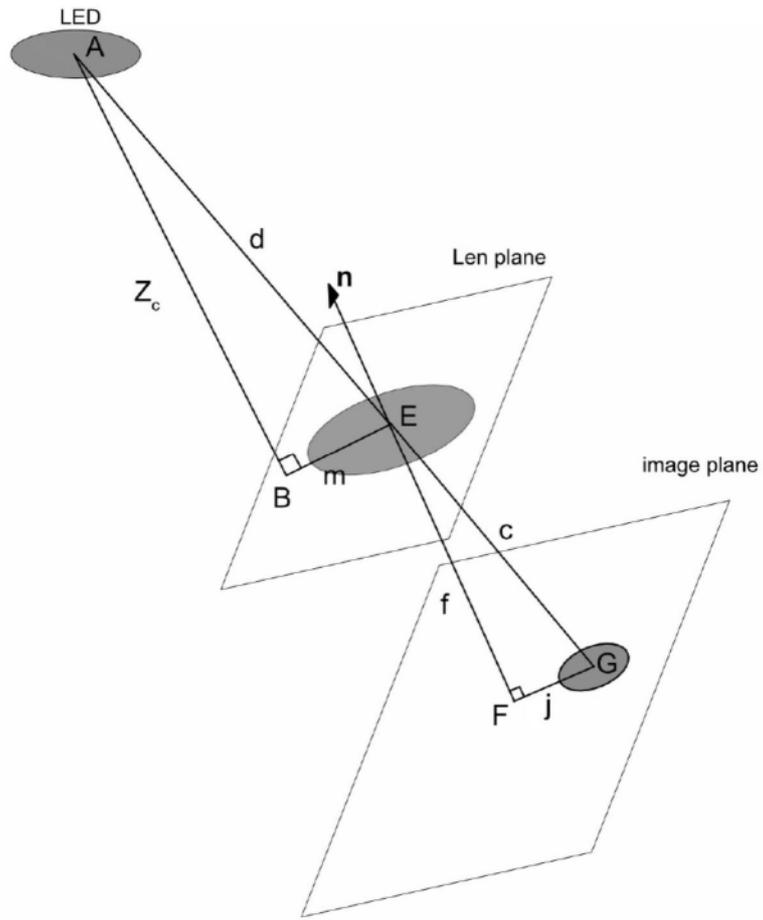


图3