



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106767775 B

(45)授权公告日 2019.07.19

(21)申请号 201610993249.6

CN 104865553 A,2015.08.26,

(22)申请日 2016.11.11

CN 105247934 A,2016.01.13,

(65)同一申请的已公布的文献号

US 2015280821 A1,2015.10.01,

申请公布号 CN 106767775 A

CN 105759244 A,2016.07.13,

CN 105509732 A,2016.04.20,

(43)申请公布日 2017.05.31

CN 103716877 A,2014.04.09,

(73)专利权人 武汉邮电科学研究院

Chinnapat SERTTHIN,et al..A Switching

地址 430074 湖北省武汉市洪山区邮科院路88号

Estimated Receiver Position Scheme For Visible Light Based Indoor Positioning

System.《IEEE Conferences:2009 4th

International Symposium on Wireless

Pervasive Computing》.2009,

(72)发明人 刘武 杨超 杨奇

王语琪等.一种基于视觉信息的可见光通信室内定位方法.《计算机技术与发展》.2016,第26卷(第1期),

(74)专利代理机构 武汉帅丞知识产权代理有限公司 42220

代理人 朱必武

审查员 徐建营

(51)Int.Cl.

G01C 21/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 105548964 A,2016.05.04,

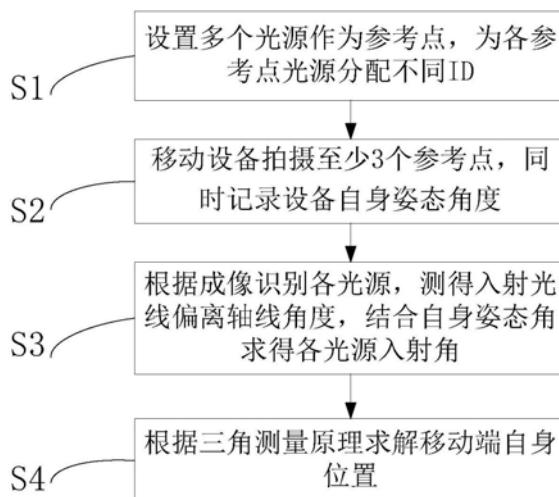
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,其特征在于,所述定位方法是在移动端采用图像传感器和惯导传感器,利用参照点光源的成像和自身姿态数据测得参考点光源入射到移动端的发射角AOA,再通过三角测量原理确定移动端自身位置。本方法基于成像和惯导传感器可稳定获得较高的平面定位精度,而且由于接收端可使用手机等便携设备进行成像探测和算法处理,硬件成本极低且便于携带,具有较大的实用价值。



1. 一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,其特征在于,所述定位方法是在移动端采用图像传感器和惯导传感器,利用参照点光源的成像和自身姿态数据测得参考点光源入射到移动端的发射角AOA,再通过三角测量原理确定移动端自身位置;所述定位方法包括如下步骤:

S1. 在室内定位环境设置多个光源作为参考点,为各参考点光源分配不同标识ID;

S2. 接收端通过图像传感器获得至少3个光源的成像,同时通过惯导传感器记录设备自身姿态角度;

S3. 接收端识别不同光源,根据成像测得各光源入射光线偏离轴线角度,结合自身姿态角度求得各光源到接收端入射角;

S4. 根据三角测量原理求解移动端自身位置。

2. 根据权利要求1所述的基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,其特征在于,所述S1中,所述的参考点光源在天花板上水平均匀布置,光源类型根据需要选取,为可见光源或红外光源或两者的结合;各参考点光源分配不同的标识ID,通过闪烁、形状或颜色加以识别区分,并与室内安装位置一一对应。

3. 根据权利要求1所述的基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,其特征在于,所述S2中,移动端图像传感器需获得至少3个不共线参考点光源的成像,当成像中参考点光源的数目多于3个时,选取分布在图像传感器边缘的3个不共线点参与计算。

4. 根据权利要求1所述的基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,其特征在于,所述S3中,图像传感器根据成像识别各光源,根据成像和惯导传感器测得入射光线偏离轴线角度;假设图像传感器的坐标系为 $X' Y' Z'$ ,室内坐标系为XYZ, $X' Y' Z'$ 坐标系由XYZ坐标轴分别绕X、Y、Z轴旋转角度 $(\alpha \beta \gamma)$ 得到, $(\alpha \beta \gamma)$ 由惯导惯性器件测量得到,则 $X' Y' Z'$ 坐标系相对于XYZ坐标系的旋转矩阵为:

$$R_{xyz}(\gamma, \beta, \alpha) = \begin{bmatrix} \cos\alpha \cos\beta & \cos\alpha \sin\beta \sin\gamma - \sin\alpha \cos\gamma & \cos\alpha \sin\beta \cos\gamma + \sin\alpha \sin\gamma \\ \sin\alpha \cos\beta & \sin\alpha \sin\beta \sin\gamma + \cos\alpha \cos\gamma & \sin\alpha \sin\beta \cos\gamma - \cos\alpha \sin\gamma \\ -\sin\beta & \cos\beta \sin\gamma & \cos\beta \cos\gamma \end{bmatrix}$$

已知图像传感器中心点O在图像传感器的坐标为 $(x_0, y_0)$ ,根据图像传感器上投影位置 $(x, y)$ 可以求得参考点光源入射角 $\theta$ 为:

$$\theta = a \tan(\sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} / f),$$

与图像传感器X轴夹角为 $\phi$ 为:

$$\phi = a \tan((y - y_0) / (x - x_0))$$

推导出光源到接收端的单位矢量为:  $R_{xyz}(\gamma, \beta, \alpha) \cdot \begin{bmatrix} \cos \theta \cos \phi \\ \cos \theta \sin \phi \\ \sin \theta \end{bmatrix}$  据此可以直接求得

该光源入射角。

5. 根据权利要求4所述的基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,其特征在于,所述S4中,接收端已知三个光源参考点坐标为 $(x_i, y_i, z_i)$ ,  $i=1, 2, 3$ ,假设接收端的坐标为 $(x_e, y_e, z_e)$ ,根据S3求得各光源到接收端的入射角为 $\theta_i$ ,  $i=1, 2, 3$ ,则根据几何关系有:

$$\sqrt{(x_e - x_i)^2 + (y_e - y_i)^2} = (z_i - z_e) \times \tan(\theta_i) \quad (1)$$

针对三个光源,  $i=1,2,3$ , 代入公式 (1) 中联立3个方程, 即可求解确定接收端坐标  $(x_e, y_e, z_e)$ 。

## 一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于空间定位技术领域,具体为一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法。

### 背景技术

[0002] LED(Lighting Emitting Diode)被称为第四代照明光源或绿色光源,具有节能、环保、寿命长、体积小等特点,可以广泛应用于各种指示、显示、装饰、背光源、普通照明和城市夜景等领域,势将成为下一代照明技术。LED因为具有节能、安全、可用频谱宽等优点,在提供室内照明的同时还可应用于无线光通信系统中,同时满足室内上网以及一系列扩展应用。基于LED的室内定位就是其中一个潜力巨大的应用方向,由于LED在室内布放位置固定,覆盖范围较广,以各LED为参照可准确获知位置和距离,在室内实现类似GPS的定位和导航。

[0003] 使用LED的室内定位通常测量接收信号的强度(RSS,Received Signal Power)或延时(TOA,Time of Arrive)或到信号源的接收角度(AOA,Angle of Arrive),基于估算的到多个信号源的距离或角度,进而基于三角几何方法进行定位。在基于RSS的测量定位方法中,由于接收光功率通常会受到光源的亮度波动、信号光的散射和反射、以及光发送接收角等因素影响,接收光功率的波动难以克服,由此估算出的距离波动明显,直接影响最后的定位精度。在基于TOA的测量定位方法中,收发两端需要精准的时间同步才能测得光的传输时长,对光源和电路都有很高要求。对于采用AOA技术的可见光定位系统,该技术根据光信号到达的角度,确定目标相对于信号发射器的角度关系进行定位。基于AOA方法相对于其他两种方法可获得更稳定精确的测量结果,但现有主要问题是缺乏便宜易用的测角装置。在消费级的CMOS成像器件以及DSP处理技术成熟的条件下,基于AOA方案日渐成为一种硬件易获取且定位精度高的测量定位方案。

[0004] 有鉴于此,针对目前现有技术存在的上述问题,本发明提供一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,以解决上述问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是:针对现有应用需要,本发明提供一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,具体实现方法是在移动端采用摄像头和惯导传感器等器件,利用参照点光源的成像和自身姿态数据测得参考点光源入射到移动端的发射角(AOA),再通过三角测量原理确定移动端自身位置。

[0006] 为实现此目的,本发明所采用的技术方案是:

[0007] 一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,其特征在于,所述定位方法是在移动端采用图像传感器和惯导传感器,利用参照点光源的成像和自身姿态数据测得参考点光源入射到移动端的发射角AOA,再通过三角测量原理确定移动端自身位置;所述定位方法包括如下步骤:

[0008] S1.在室内定位环境设置多个光源作为参考点,为各参考点光源分配不同标识ID;

[0009] S2.接收端通过成像传感器获得至少3个光源的成像,同时通过惯导传感器记录设备自身姿态角度;

[0010] S3.接收端识别不同光源,根据成像测得各光源入射光线偏离轴线角度,结合自身姿态角度求得各光源到接收端入射角;

[0011] S4.根据三角测量原理求解移动端自身位置。

[0012] 在上述技术方案所述S1中,所述的参考点光源在天花板上水平均匀布置,光源类型根据需要进行选取,为可见光源或红外光源或两者的结合;各参考点光源分配不同的标识ID,通过闪烁、形状或颜色加以识别区分,并与室内安装位置一一对应。

[0013] 在上述技术方案所述S2中,移动端图像传感器需获得至少3个不共线参考点光源的成像,当成像中参考点光源的数目多于3个时,选取分布在图像传感器边缘的3个不共线点参与计算。

[0014] 在上述技术方案所述S3中,图像传感器根据成像识别各光源,根据成像和惯导传感器测得入射光线偏离轴线角度;假设图像传感器的坐标系为 $X' Y' Z'$ ,室内坐标系为XYZ, $X' Y' Z'$ 坐标系由XYZ坐标轴分别绕X、Y、Z轴旋转角度 $(\alpha\beta\gamma)$ 得到, $(\alpha\beta\gamma)$ 由惯导惯性器件测量得到,则 $X' Y' Z'$ 坐标系相对于XYZ坐标系的旋转矩阵为:

$$[0015] \quad R_{xyz}(\gamma, \beta, \alpha) = \begin{bmatrix} \cos\alpha\cos\beta & \cos\alpha\sin\beta\sin\gamma - \sin\alpha\cos\gamma & \cos\alpha\sin\beta\cos\gamma + \sin\alpha\sin\gamma \\ \sin\alpha\cos\beta & \sin\alpha\sin\beta\sin\gamma + \cos\alpha\cos\gamma & \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma - \cos\alpha\sin\gamma \\ -\sin\beta & \cos\beta\sin\gamma & \cos\beta\cos\gamma \end{bmatrix}$$

[0016] 已知图像传感器中心点O在图像传感器的坐标为 $(x_o, y_o)$ ,根据图像传感器上投影位置 $(x, y)$ 可以求得参考点光源入射角 $\theta$ 为:

$$[0017] \quad \theta = a \tan(\sqrt{(x - x_o)^2 + (y - y_o)^2} / f),$$

[0018] 与图像传感器X轴夹角为 $\phi$ 为:

$$[0019] \quad \phi = a \tan((y - y_o) / (x - x_o))$$

[0020] 推导出光源到接收端的单位矢量为: $R_{xyz}(\gamma, \beta, \alpha) \cdot \begin{bmatrix} \cos\theta \cos\phi \\ \cos\theta \sin\phi \\ \sin\theta \end{bmatrix}$ , 据此可以直接

求得该光源入射角。

[0021] 在上述技术方案所述S4中,接收端已知三个光源参考点坐标为 $(x_i, y_i, z_i)$ , $i=1、2、3$ ,假设接收端的坐标为 $(x_e, y_e, z_e)$ ,根据S3求得各光源到接收端的入射角为 $\theta_i$ , $i=1、2、3$ ,则根据几何关系有:

$$[0022] \quad \sqrt{(x_e - x_i)^2 + (y_e - y_i)^2} = (z_i - z_e) \times \tan(\theta_i) \quad (1)$$

[0023] 针对三个光源, $i=1、2、3$ ,代入公式(1)中联立3个方程,即可求解确定接收端坐标 $(x_e, y_e, z_e)$ 。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:本方法基于成像和惯导传感器可稳定获得较高的平面定位精度,而且由于接收端可使用手机等便携设备进行成像探测和算法处理,硬件成本极低且便于携带,具有较大的实用价值。

## 附图说明

[0025] 图1为本发明基于成像和惯导传感器测量光源到接收端入射角示意图。

[0026] 图2为本发明室内定位流程图。

## 具体实施方式

[0027] 为了更好地理解本发明,下面结合实施例进一步阐明本发明的内容,但本发明的内容不仅仅局限于下面的实施例。本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样在本申请所列权利要求书限定范围之内。

[0028] 如图1和图2所示,本发明提供一种基于图像传感器和惯导传感器的定位方法,所述定位方法是在移动端采用图像传感器和惯导传感器,利用参照点光源的成像和自身姿态数据测得参考点光源入射到移动端的发射角A0A,再通过三角测量原理确定移动端自身位置。

[0029] 所述定位方法包括如下步骤:

[0030] S1. 在室内定位环境设置多个光源作为参考点,为各参考点光源分配不同标识ID;

[0031] S2. 接收端通过成像传感器获得至少3个光源的成像,同时通过惯导传感器记录设备自身姿态角度;

[0032] S3. 接收端识别不同光源,根据成像测得各光源入射光线偏离轴线角度,结合自身姿态角度求得各光源到接收端入射角;

[0033] S4. 根据三角测量原理求解移动端自身位置。

[0034] 在上述技术方案所述S1中,所述的参考点光源在天花板上水平均匀布置,光源类型根据需要选取,为可见光源或红外光源或两者的结合。各参考点光源分配不同的标识ID,通过闪烁、形状、颜色等加以识别区分,并与室内安装位置一一对应。

[0035] 在上述技术方案所述S2中,移动端图像传感器应该获得至少3个不共线参考点光源的成像。当成像中参考点光源的数目多于3个时,尽量选取分布在图像传感器边缘的3个不共线点参与计算。

[0036] 在上述技术方案所述S3中,图像传感器根据成像识别各光源,通过图像传感器识别和区分各光源点有多种方法,不在本专利讨论范围。根据成像和惯导传感器测得入射光线偏离轴线角度的过程如图1所示:

[0037] 假设图像传感器的坐标系为 $X' Y' Z'$ ,室内坐标系为XYZ, $X' Y' Z'$ 坐标系由XYZ坐标轴分别绕X、Y、Z轴旋转角度 $(\alpha \beta \gamma)$ 得到, $(\alpha \beta \gamma)$ 由惯导惯性器件测量得到,则 $X' Y' Z'$ 坐标系相对于XYZ坐标系的旋转矩阵为:

$$[0038] \quad R_{xyz}(\gamma, \beta, \alpha) = \begin{bmatrix} \cos\alpha \cos\beta \cos\alpha \sin\beta \sin\gamma - \sin\alpha \cos\gamma & \cos\alpha \sin\beta \cos\gamma + \sin\alpha \sin\gamma \\ \sin\alpha \cos\beta \sin\alpha \sin\beta \sin\gamma + \cos\alpha \cos\gamma & \sin\alpha \sin\beta \cos\gamma - \cos\alpha \sin\gamma \\ -\sin\beta & \cos\beta \sin\gamma & \cos\beta \cos\gamma \end{bmatrix}$$

[0039] 另外,已知图像传感器中心点O在图像传感器的坐标为 $(x_o, y_o)$ ,根据图像传感器上投影位置 $(x, y)$ 可求得参考点光源入射角 $\theta$ 为:

$$[0040] \quad \theta = a \tan(\sqrt{(x - x_o)^2 + (y - y_o)^2} / f),$$

[0041] 与图像传感器X轴夹角为 $\phi$ 为:

[0042]  $\phi = a \tan((y-y_0)/(x-x_0))$

[0043] 可推导出光源到接收端的单位矢量为： $R_{xyz}(\gamma, \beta, \alpha) \cdot \begin{bmatrix} \cos \theta \cos \phi \\ \cos \theta \sin \phi \\ \sin \theta \end{bmatrix}$  可据此直接

求得该光源入射角。

[0044] 在上述技术方案所述S4中,接收端已知三个光源参考点坐标为 $(x_i, y_i, z_i)$  ( $i=1, 2, 3$ ),假设接收端的坐标为 $(x_e, y_e, z_e)$ ,根据S3求得各光源到接收端的入射角为 $\theta_i$  ( $i=1, 2, 3$ ),则根据几何关系有:

[0045]  $\sqrt{(x_e - x_i)^2 + (y_e - y_i)^2} = (z_i - z_e) \times \tan(\theta_i) \quad (i=1, 2, 3), \quad (1)$

[0046] 针对三个光源, $i=1, 2, 3$ ,代入公式(1)中联立3个方程,即可求解确定接收端坐标 $(x_e, y_e, z_e)$ 。

[0047] 本说明书未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

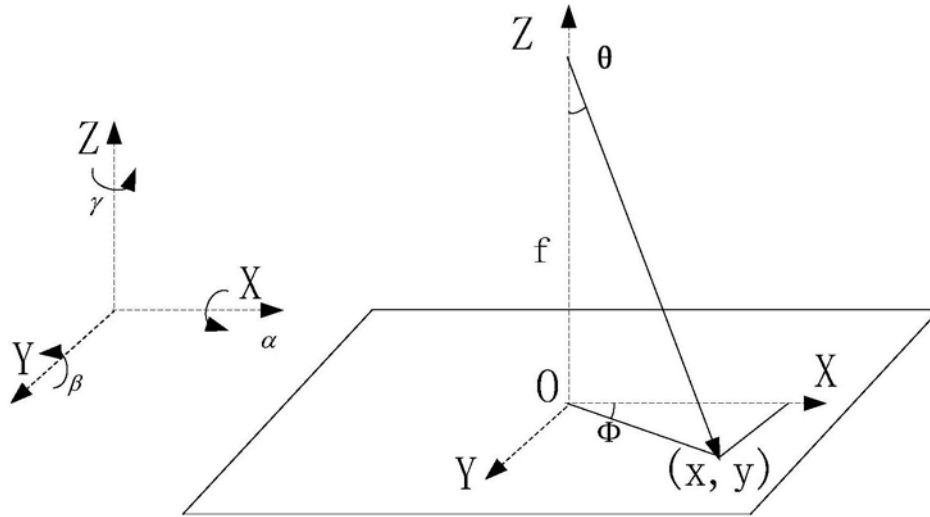


图1

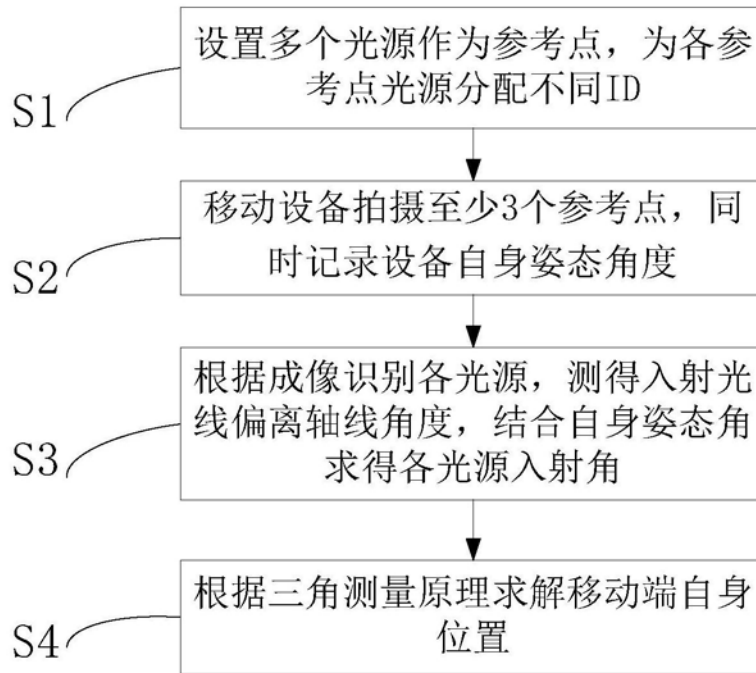


图2