



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108535693 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 26

(21) 申请号 201810184128.6

CN 107465459 A, 2017.12.12

(22) 申请日 2018.03.07

CN 106130602 A, 2016.11.16

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2007252754 A1, 2007.11.01

申请公布号 CN 108535693 A

CN 106483500 A, 2017.03.08

(43) 申请公布日 2018.09.14

JP 2002107453 A, 2002.04.10

(73) 专利权人 华南理工大学

CN 208013411 U, 2018.10.26

地址 510640 广东省广州市天河区五山路381号

白宇骏, 徐晓苏, 刘国燕. 基于博弈论的鲁棒滤波器应用于GPS/INS组合系统的设计研究. 中国惯性技术学报. 2003, (04), 全文.

(72) 发明人 吴玉香 陈邦栋 关伟鹏 陈艺荣 蔡焯 谢灿宇

程建等. 基于粒子滤波的红外目标跟踪. 红外与毫米波学报. 2006, 第25卷(第2期), 全文.

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

王旭东等. 多照明区域协作的室内可见光定位. 光电子·激光. 2017, 第28卷(第4期), 全文.

专利代理师 李斌

关伟鹏等. 基于CDMA调制的可见光通信室内定位技术的研究. 光学学报. 2016, 第36卷(第11期), 全文. (续)

(51) Int. Cl.

审查员 赵运

G01S 5/16 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6295151 B1, 2001.09.25

CN 106879068 A, 2017.06.20

CN 106687027 A, 2017.05.17

CN 105871462 A, 2016.08.17

JP H0545166 A, 1993.02.23

权利要求书3页 说明书6页 附图2页

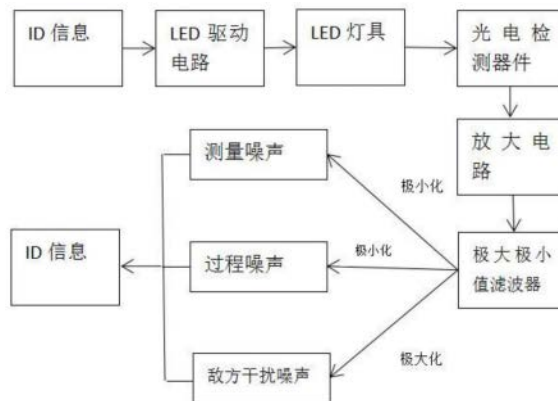
(54) 发明名称

很强的抗干扰能力, 具有广阔的应用前景。

一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法及其系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法及其系统, 其中, 极大极小值滤波器的技术是通过零和博弈进行建模的一个模型, 通过零和博弈的思想, 极小化滤波器在处理信号时信号所带有的各种干扰噪声, 并且极大化各种有意干扰的噪声, 以此来获得鲁棒性强和信号处理能力强的一种滤波器。将该极大极小值滤波器应用于可见光跟踪定位中, 能够极小化可见光信号传输和检测过程中所携带的各种测量噪声和过程噪声, 并且极大化敌方干扰噪声, 在获得精确的可见光携带的信息的同时具有



CN 108535693 B

[接上页]

(56) 对比文件

Weipeng Guan et al..Indoor High
Precision Three-Dimensional Positioning

System Based on Visible Light
Communication Using Particle Swarm
Optimization.IEEE Photonics Journal.2017,
第9卷(第9期),全文.

1. 一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法,其特征在于,所述的可见光跟踪定位方法包括下列步骤:

S1、每个LED灯具所对应的ID信息通过LED驱动电路驱动LED灯具发射出携带数字通信信息的光束,在传播空间形成可见光信号;

S2、位于地面的由3个相同的光电二极管以一定边长的等边三角形排列而成的光电检测器件接收到传播空间可见光信号后,依次经过放大电路和极大极小值滤波器处理后获得ID信息;

S3、根据所述的ID信息并结合三角定位算法,最终得出定位的位置坐标;

S4、按照一定的时间间隔进行位置采样,通过三角定位算法,得出系列运动物体的坐标,最终通过不断拟合得到目标的运动轨迹;

其中,所述的步骤S2具体如下:

S21、所述的传播空间形成可见光信号经过光电检测器件后形成电信号,然后经过放大电路之后形成待处理电信号;

S22、所述的待处理电信号通过离线线性时不变系统建模如下:

$$x_{k+1} = Ax_k + Bw_k + \Delta_k \quad (1)$$

其中, k 是时间索引, x_k 是存储系统状态的 $n \times 1$ 矩阵, w_k 是存储过程噪声的 1×1 矩阵, A 和 B 是 $n \times n$ 和 $n \times 1$ 的有限项矩阵, Δ_k 是敌方干扰噪声的 $n \times 1$ 矩阵,其表达式由下式给出:

$$\Delta_k = L(G(x_k - \hat{x}_k) + n_k) \quad (2)$$

其中, \hat{x}_k 是状态估计值, $x_k - \hat{x}_k$ 是估计误差, L 是一个待确定的增益, G 是一个权重矩阵,根据敌方干扰噪声的 $n \times 1$ 矩阵 Δ_k 进行调整, n_k 是零均值的高斯噪声;

$$\text{测量方程为: } y_k = Cx_k + v_k \quad (3)$$

其中, C 是 $m \times n$ 的矩阵, v_k 是 $m \times 1$ 的零均值高斯噪声矩阵,协方差矩阵 $R > 0$;

$$\text{状态估计值 } \hat{x}_k \text{ 表示为: } \hat{x}_{k+1} = A\hat{x}_k + K(y_k - C\hat{x}_k) \quad (4)$$

其中, K 是 $n \times m$ 规格的滤波器增益,

$$\text{令估计误差表示为: } e_k = x_k - \hat{x}_k \quad (5)$$

由(1)和(4)的估计误差表达式为:

$$\begin{aligned} e_{k+1} &= (A - KC + LG)e_k + Bw_k + Ln_k - Kv_k \\ e_{k+1} &= Fe_k + Bw_k + Ln_k - Kv_k \end{aligned} \quad (6)$$

其中, $F = A - KC + LG$,估计误差分为如下两部分:

$$e_k^K = Fe_k^K + Bw_k - Kv_k \quad (7)$$

$$e_k^L = Fe_k^L + Ln_k \quad (8);$$

S23、所述的极大极小值滤波器通过零和博弈的两个玩家来建模, K 是一名玩家的策略, L 是另一名玩家的策略,则游戏的结果函数定义如下:

$$J(K, L) = \text{tr} \left(\sum_{k=0}^{t_h} E[\|e_k^K\|^2 - \|e_k^L\|^2] \right) \quad (9)$$

$$J(K, L) = \text{tr} \left(\sum_{k=0}^{t_h} P_k \right) \quad (10)$$

$$P_{k+1} = FP_k F^T + BQB^T + KRK^T - LSL^T \quad (11)$$

$$P_{k+1}^K = FP_k^K F^T + BQB^T + KRK^T \quad (12)$$

$$P_{k+1}^L = FP_k^L F^T + LSL^T \quad (13)$$

其中, t_h 是时间范围, 通过求解零和博弈, 找出最优的滤波器增益 K^* 和滤波器鲁棒性最好的 L^* , 则有:

$$J(K^*, L) \leq J(K^*, L^*) \leq J(K, L^*) \quad (14)$$

其解为:

$$K^* = A\varphi_k C^T R^{-1} \quad (15)$$

$$L^* = A\varphi_k G^T S^{-1} \quad (16)$$

$$\text{其中 } \varphi_k^{-1} = P_k^{-1} + C^T R^{-1} C - G^T S^{-1} G \quad (17)$$

S24、上述解即可作为精确的可见光携带的ID信息。

2. 根据权利要求1所述的一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法, 其特征在于, 所述的步骤S3具体如下:

S31、根据定位区域内LEDA、LEDB、LEDC三盏LED灯具, 利用三角定位算法, 可以获得定位终端的位置坐标 (x_e, y_e)

$$\begin{cases} (x_e - x_A)^2 + (y_e - y_A)^2 = d_{xyA}^2 \\ (x_e - x_B)^2 + (y_e - y_B)^2 = d_{xyB}^2 \\ (x_e - x_C)^2 + (y_e - y_C)^2 = d_{xyC}^2 \end{cases} \quad (18)$$

其中, $[x_A, x_B, x_C]$ 和 $[y_A, y_B, y_C]$ 分别为LEDA、LEDB、LEDC三盏LED灯具的x和y坐标, d_{xyA} , d_{xyB} , d_{xyC} 分别为定位终端与LEDA、LEDB、LEDC之间的水平距离, 通过以上的求解, 即可得出定位终端所在的精确位置 (x_e, y_e) ;

S32、求对应三角形的重心, 即求出精确的位置坐标。

3. 根据权利要求1所述的一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法, 其特征在于, 所述的步骤S3中的定位位置坐标是通过ID信息确定定位的区域, 通过三角定位算法确定光电二极管与定位区域里三个不同的LED灯具的距离, 进而实现精确的定位。

4. 一种根据权利要求1至3任一所述的基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法的可见光跟踪定位系统, 其特征在于, 所述的可见光跟踪定位系统包括: 可见光信息发射子系统和可见光信息终端接收子系统,

所述的可见光信息发射子系统包括依次连接的LED驱动电路和LED灯具, 携带可见光信息的LED灯具的ID信息通过LED驱动电路, 驱动LED灯具发射可见光ID信号;

所述的可见光信息终端接收子系统包括依次连接的光电检测器件、放大电路和极大极小值滤波器, 所述的可见光ID信号经过自由空间后由光电检测器件捕获, 光电检测器件将可见光ID信号转化为电信号后首先经过放大电路进行电信号放大, 然后输入极大极小值滤

波器后获得精确的可见光ID信息,进而实现定位终端的位置坐标的确定。

5.根据权利要求4所述的可见光跟踪定位系统,其特征在于,所述的光电检测器件由位于地面的3个相同的光电二极管以一定边长的等边三角形排列而成。

一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法及其系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可见光通信技术领域,具体涉及一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法及其系统。

背景技术

[0002] 最近几年,绿色无污染的半导体照明技术迅速发展。与传统的白炽灯等照明光源相比,LED具有低功耗、寿命长、尺寸小、绿色环保等优点。与此同时,LED更具有调制性能好、响应灵敏度高等优势。将信号以人眼无法识别的高频加载到LED上进行传输,进而催生出一门能够实现照明与通信一体化的技术——可见光通信。基于可见光通信的室内定位也成为人们不断深入研究的话题。目前GPS全球定位系统已经得到非常广泛的应用,例如在手机地图服务、汽车导航、船舶和飞机等领域。然而由于多径衰落、电磁屏蔽效应以及其他无线设备的干扰使得GPS等传统的室外定位技术在室内的信号覆盖率较差,用于室内定位存在较大定位误差。因此,在这几年来,通过人们的不断研究,诞生了许多基于无线电磁波的室内定位技术,这些技术可以实现几米到几十厘米的定位精度,然而,这些技术存在一定的缺点,例如,无线信号在空间的分布不均匀,稳定性不高,波动性强从而影响定位,而且还会产生电磁干扰,会受到其他无线产品的影响而使定位精度下降,并且在机场,医院等电磁敏感的场所并不适用。

[0003] 与上述的室内定位技术不同,可见光室内定位技术是一种基于可见光通信技术(visible light communication,VLC)的室内定位技术,与传统室内定位技术相比具有定位精度高、无电磁干扰、附加模块少、保密性好、兼顾通信与照明等优点,已引起国际上许多专家学者的关注。现有的VLC定位算法大致可以分为三类:场景分析法(scene analysis)、邻近法(proximity)、三角定位法(triangulation algorithm)。

[0004] 与传统的红外和无线通信相比,可见光通信具有发射功率高、无电磁干扰、无需申请频谱资源和信息的保密性等优点。然而,可见光通信中仍然面临着不少的问题,其中最大的挑战之一是LED容易受自然环境的光,敌方干扰产生的光和测量过程的影响。导致接收到的可见光信息含有很多干扰,影响后续的研究和发展。为了接收到更加精确的可见光信息,设计一种极大极小值滤波器来进行状态估计以及最小化估计误差和最大化鲁棒性,以此来得到比较精确的可见光的信息。并针对可见光在定位方面存在的误差,用极大极小值滤波器来获得比较小的误差,实现精确定位。

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,提供一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法及其系统。

[0006] 根据公开的实施例,本发明的第一方面公开了一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法,包括以下步骤:

[0007] S1、每个LED灯具所对应的ID信息通过LED驱动电路驱动LED灯具发射出携带数字

通信信息的光束,在传播空间形成可见光信号;

[0008] S2、位于地面的由3个相同的光电二极管以边长为0.01m的等边三角形排列而成的光电检测器件接收到传播空间可见光信号后,依次经过放大电路和极大极小值滤波器处理后获得ID信息;

[0009] S3、根据所述的ID信息并结合三角定位算法,最终得出定位的位置坐标;

[0010] S4、按照一定的时间间隔进行位置采样,通过三角定位算法,得出一系列运动物体的坐标,最终通过不断拟合得到所述目标的运动轨迹。

[0011] 进一步地,所述的步骤S2具体如下:

[0012] S21、所述的传播空间形成可见光信号经过光电检测器件后形成电信号,然后经过放大电路之后形成待处理电信号;

[0013] S22、所述的待处理电信号通过离线线性时不变系统建模如下:

$$[0014] \quad x_{k+1} = Ax_k + Bw_k + \Delta_k \quad (1)$$

[0015] 其中, k 是时间索引, x_k 是存储系统状态的 $n \times 1$ 矩阵, w_k 是存储过程噪声的 1×1 矩阵,协方差矩阵 $Q > 0$, A 和 B 是 $n \times n$ 和 $n \times 1$ 的有限项矩阵, Δ_k 是敌方干扰噪声的 $n \times 1$ 矩阵,其表达式可由下面给出:

$$[0016] \quad \Delta_k = L(G(x_k - \hat{x}_k) + n_k) \quad (2)$$

[0017] 其中, \hat{x}_k 是状态估计值, $x_k - \hat{x}_k$ 是估计误差, L 是一个待确定的增益, G 是一个权重矩阵,可以根据现有的关于敌方干扰噪声的知识进行调整, n_k 是零均值的高斯噪声,协方差矩阵 $Q > 0$ 。

$$[0018] \quad \text{测量方程为: } y_k = Cx_k + v_k \quad (3)$$

[0019] 其中, C 是 $m \times n$ 的矩阵, v_k 是 $m \times 1$ 的零均值高斯噪声矩阵,协方差矩阵 $R > 0$ 。

$$[0020] \quad \text{状态估计值 } \hat{x}_k \text{ 表示为: } \hat{x}_{k+1} = A\hat{x}_k + K(y_k - C\hat{x}_k) \quad (4)$$

[0021] 其中, K 是 $n \times m$ 规格的滤波器增益。

$$[0022] \quad \text{令估计误差表示为: } e_k = x_k - \hat{x}_k \quad (5)$$

[0023] 由(1)和(4)的估计误差表达式为:

$$[0024] \quad e_{k+1} = (A - KC + LG)e_k + Bw_k + Ln_k - Kv_k$$

$$[0025] \quad e_{k+1} = Fe_k + Bw_k + Ln_k - Kv_k \quad (6)$$

[0026] 其中, $F = A - KC + LG$,估计误差可以分为如下两部分:

$$[0027] \quad e_k^K = Fe_k^K + Bw_k - Kv_k \quad (7)$$

[0028] 该值与过程噪声 w_k 和测量噪声 v_k 有关,为了提高滤波器的增益,该值需尽量小。

$$[0029] \quad e_k^L = Fe_k^L + Ln_k \quad (8)$$

[0030] 该值与敌方干扰噪声 v_k 有关,为了获得鲁棒性比较好的滤波器增益,应考虑最坏的敌方干扰情况,则该值需尽量大;

[0031] S23、所述的极大极小值滤波器通过零和博弈的两个玩家来建模。 K 是第一名球员的策略, L 是第二名球员的策略,则游戏的结果函数定义如下:

$$[0032] \quad J(K, L) = \text{tr} \left(\sum_{k=0}^{t_h} E[\|e_k^K\|^2 - \|e_k^L\|^2] \right) \quad (9)$$

$$[0033] \quad J(K, L) = \text{tr} \left(\sum_{k=0}^{t_h} P_k \right) \quad (10)$$

$$[0034] \quad P_{k+1} = FP_k F^T + BQB^T + KRK^T - LSL^T \quad (11)$$

$$[0035] \quad P_{k+1}^K = FP_k^K F^T + BQB^T + KRK^T \quad (12)$$

$$[0036] \quad P_{k+1}^L = FP_k^L F^T + LSL^T \quad (13)$$

[0037] 其中, t_h 是时间范围。通过求解零和博弈, 找出最优的滤波器增益 K^* 和滤波器鲁棒性最好的 L^* , 则有:

$$[0038] \quad J(K^*, L) \leq J(K^*, L^*) \leq J(K, L^*) \quad (14)$$

[0039] 其解为:

$$[0040] \quad K^* = A \varphi_k C^T R^{-1} \quad (15)$$

$$[0041] \quad L^* = A \varphi_k G^T S^{-1} \quad (16)$$

$$[0042] \quad \text{其中 } \varphi_k^{-1} = P_k^{-1} + C^T R^{-1} C - G^T S^{-1} G \quad (17)$$

[0043] S24、上述解即可作为精确的可见光携带的ID信息。

[0044] 进一步地, 所述步骤S3具体如下:

[0045] S31、如图2所示, 根据定位区域内LEDA、LEDB、LEDC三盏LED灯具, 利用三角定位算法, 可以获得定位终端的位置坐标 (x_e, y_e)

$$[0046] \quad \begin{cases} (x_e - x_A)^2 + (y_e - y_A)^2 = d_{xyA}^2 \\ (x_e - x_B)^2 + (y_e - y_B)^2 = d_{xyB}^2 \\ (x_e - x_C)^2 + (y_e - y_C)^2 = d_{xyC}^2 \end{cases} \quad (18)$$

[0047] 其中, $[x_A, x_B, x_C]$ 和 $[y_A, y_B, y_C]$ 分别为LEDA、LEDB、LEDC三盏LED灯具的x和y坐标。 $d_{xyA}, d_{xyB}, d_{xyC}$ 分别为定位终端与LEDA、LEDB、LEDC之间的水平距离, 通过以上的求解, 即可得出定位终端所在的精确位置 (x_e, y_e) ;

[0048] S32、按步骤S31中分别求出三个光电二极管的坐标后, 求对应三角形的重心, 即求出精确的位置坐标。

[0049] 进一步地, 所述步骤S3中的定位位置坐标是通过ID信息确定定位的区域, 通过三角定位算法确定光电二极管与定位区域里三个不同的LED灯具的距离, 进而实现精确的定位。

[0050] 根据公开的实施例, 本发明的第二方面公开了一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位系统, 所述的可见光跟踪定位系统包括: 可见光信息发射子系统和可见光信息终端接收子系统,

[0051] 所述的可见光信息发射子系统包括依次连接的LED驱动电路和LED灯具, 携带可见光信息的LED灯具的ID信息通过LED驱动电路, 驱动LED灯具发射可见光ID信号;

[0052] 所述的可见光信息终端接收子系统包括依次连接的光电检测器件、放大电路和极

大极小值滤波器,所述的可见光ID信号经过自由空间后由光电检测器件捕获,光电检测器件将可见光ID信号转化为电信号后首先经过放大电路进行电信号放大,然后输入极大极小值滤波器后获得精确的可见光ID信息,进而实现定位终端的位置坐标的确定。

[0053] 进一步地,所述的光电检测器件由位于地面的3个相同的光电二极管以一定边长的等边三角形排列而成。

[0054] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0055] (1) 本发明利用极大极小值滤波器,使得各种干扰噪声达到最小化,并使得滤波器的鲁棒性达到最大化。在已知干扰噪声来源情况下,极大极小值滤波器与传统的卡尔曼滤波器用于信号处理方面的性能相当,在未知干扰噪声来源的情况下,极大极小值滤波器的性能比卡尔曼滤波器的性能好。

[0056] (2) 本发明将极大极小值滤波器用于可见光跟踪定位中,能够充分发挥该滤波器的性能,极小化干扰噪声的影响,极大化滤波器的鲁棒性。

附图说明

[0057] 图1是本发明实现基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法的原理框图;

[0058] 图2是本发明实现三角定位算法的原理示意图;

[0059] 图3是本发明中公开的基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位系统的结构框图。

具体实施方式

[0060] 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。

[0061] 实施例一

[0062] 如图1所示,一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位方法。

[0063] 首先携带ID信息的可见光经过LED驱动电路,由LED灯具发射出来,在自由空间中传播,在传播过程中势必会受到各种外来噪声的干扰,因此混有噪声的可见光经过光电检测器件转化为电信号。

[0064] 将该电信号经过放大电路之后形成待处理电信号;

[0065] 待处理电信号再经过极大极小值滤波器处理,极大极小值滤波的算法如下:

[0066] 待处理电信号通过离线线性时不变系统建模如下:

$$[0067] \quad x_{k+1} = Ax_k + Bw_k + \Delta_k \quad (1)$$

[0068] 其中, k 是时间索引, x_k 是存储系统状态的 $n \times 1$ 矩阵, w_k 是存储过程噪声的 1×1 矩阵,协方差矩阵 $Q > 0$, A 和 B 是 $n \times N$ 和 $n \times 1$ 的有限项矩阵, Δ_k 是敌方干扰噪声的 $n \times 1$ 矩阵,其表达式可由下面给出:

$$[0069] \quad \Delta_k = L(G(x_k - \hat{x}_k) + n_k) \quad (2)$$

[0070] 其中, \hat{x}_k 是状态估计值, $x_k - \hat{x}_k$ 是估计误差, L 是一个待确定的增益, G 是一个权重矩

阵,可以根据现有的关于敌方干扰噪声的知识进行调整, n_k 是零均值的高斯噪声,协方差矩阵 $Q>0$ 。

[0071] 测量方程为: $y_k=Cx_k+v_k$ (3)

[0072] 其中, C 是 $m \times n$ 的矩阵, v_k 是 $m \times 1$ 的零均值高斯噪声矩阵,协方差矩阵 $R>0$ 。

[0073] 状态估计值 \hat{x}_k 表示为: $\hat{x}_{k+1}=A\hat{x}_k+K(y_k-C\hat{x}_k)$ (4)

[0074] 其中, K 是 $n \times m$ 规格的滤波器增益。

[0075] 令估计误差表示为: $e_k=x_k-\hat{x}_k$ (5)

[0076] 由(1)和(4)的估计误差表达式为:

[0077] $e_{k+1}=(A-KC+LG)e_k+Bw_k+Ln_k-Kv_k$

[0078] $e_{k+1}=Fe_k+Bw_k+Ln_k-Kv_k$ (6)

[0079] 其中, $F=A-KC+LG$,估计误差可以分为如下两部分:

[0080] $e_k^K=Fe_k^K+Bw_k^K-Kv_k^K$ (7)

[0081] 该值与过程噪声 w_k 和测量噪声 v_k 有关,为了提高滤波器的增益,该值需尽量小。

[0082] $e_k^L=Fe_k^L+Ln_k$ (8)

[0083] 该值与敌方干扰噪声 v_k 有关,为了获得鲁棒性比较好的滤波器增益,应考虑最坏的敌方干扰情况,则该值需尽量大;

[0084] 极大极小值滤波器通过零和博弈的两个玩家来建模。 K 是第一名球员的策略, L 是第二名球员的策略,则游戏的结果函数定义如下:

[0085] $J(K,L)=tr(\sum_{k=0}^{t_h} E[\|e_k^K\|^2-\|e_k^L\|^2])$ (9)

[0086] $J(K,L)=tr(\sum_{k=0}^{t_h} P_k)$ (10)

[0087] $P_{k+1}=FP_kF^T+BQB^T+KRK^T-LSL^T$ (11)

[0088] $P_{k+1}^K=FP_k^KF^T+BQB^T+KRK^T$ (12)

[0089] $P_{k+1}^L=FP_k^LF^T+LSL^T$ (13)

[0090] 其中, t_h 是时间范围。通过求解零和博弈,找出最优的滤波器增益 K^* 和滤波器鲁棒性最好的 L^* ,则有:

[0091] $J(K^*,L) \leq J(K^*,L^*) \leq J(K,L^*)$ (14)

[0092] 其解为:

[0093] $K^*=A\varphi_kC^TR^{-1}$ (15)

[0094] $L^*=A\varphi_kG^TS^{-1}$ (16)

[0095] 其中 $\varphi_k^{-1}=P_k^{-1}+C^TR^{-1}C-G^TS^{-1}G$ (17)

[0096] 上述解即可作为精确的可见光携带的ID信息。

[0097] 如图2,通过三角定位算法进行处理,根据定位区域内LEDA、LEDB、LEDC三盏LED灯具,利用三角定位算法,可以获得定位终端的位置坐标 (x_e,y_e)

$$[0098] \quad \begin{cases} (x_e - x_A)^2 + (y_e - y_A)^2 = d_{xyA}^2 \\ (x_e - x_B)^2 + (y_e - y_B)^2 = d_{xyB}^2 \\ (x_e - x_C)^2 + (y_e - y_C)^2 = d_{xyC}^2 \end{cases} \quad (18)$$

[0099] 其中, $[x_A, x_B, x_C]$ 和 $[y_A, y_B, y_C]$ 分别为LEDA、LEDB、LEDC三盏LED灯具的x和y坐标。 $d_{xyA}, d_{xyB}, d_{xyC}$ 分别为定位终端与LEDA、LEDB、LEDC之间的水平距离, 通过以上的求解, 即可得出定位终端所在的精确位置 (x_e, y_e) ;

[0100] 按照上述方法分别求出三个光电二极管的坐标后, 求对应三角形的重心, 即求出精确的位置坐标。

[0101] 其总体的思想为: 定位位置坐标是通过可见光携带的ID信息确定定位的区域, 再通过三角定位算法确定光电二极管与定位区域里三个不同的LED灯具的距离, 进而实现精确的定位。

[0102] 实施例二

[0103] 如图3所示, 一种基于极大极小值滤波器的可见光跟踪定位系统, 该系统包括: 可见光信息发射子系统、可见光信息传输子系统和可见光信息终端接收子系统。

[0104] 所述的可见光信息发射子系统包括: LED驱动电路和LED灯具, LED驱动电路和LED灯具依次连接, 携带可见光信息的LED灯具的ID信息通过LED驱动电路, 驱动LED灯具发射可见光ID信号;

[0105] 所述的可见光信息传输子系统为自由空间;

[0106] 所述的可见光信息终端接收子系统包括: 光电检测器件、放大电路和极大极小值滤波器; 光电检测器件、放大电路和极大极小值滤波器依次连接; 所述的可见光ID信号经过自由空间后由光电检测器件捕获, 光电检测器件将可见光ID信号转化为电信号后首先经过放大电路进行电信号放大, 然后输入极大极小值滤波器后获得精确的可见光ID信息, 进而实现定位终端的位置坐标的确定。

[0107] 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。

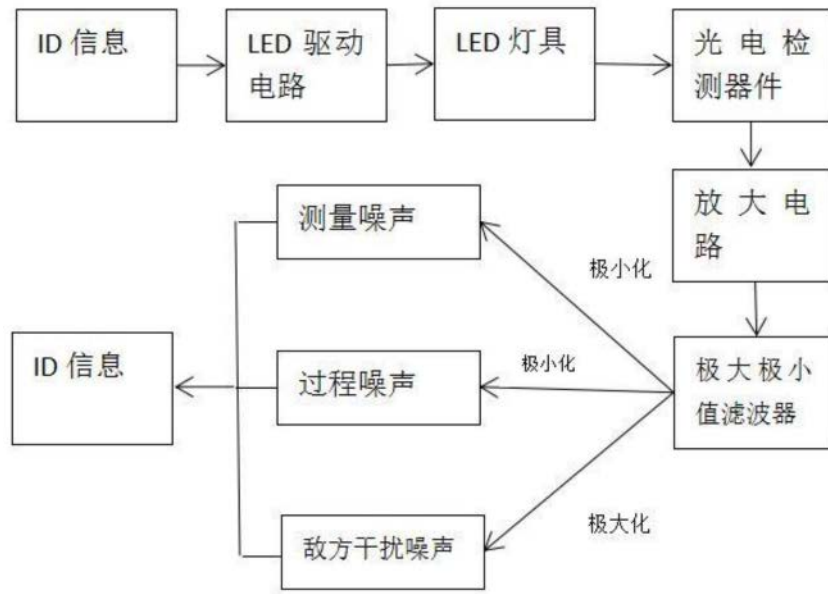


图1

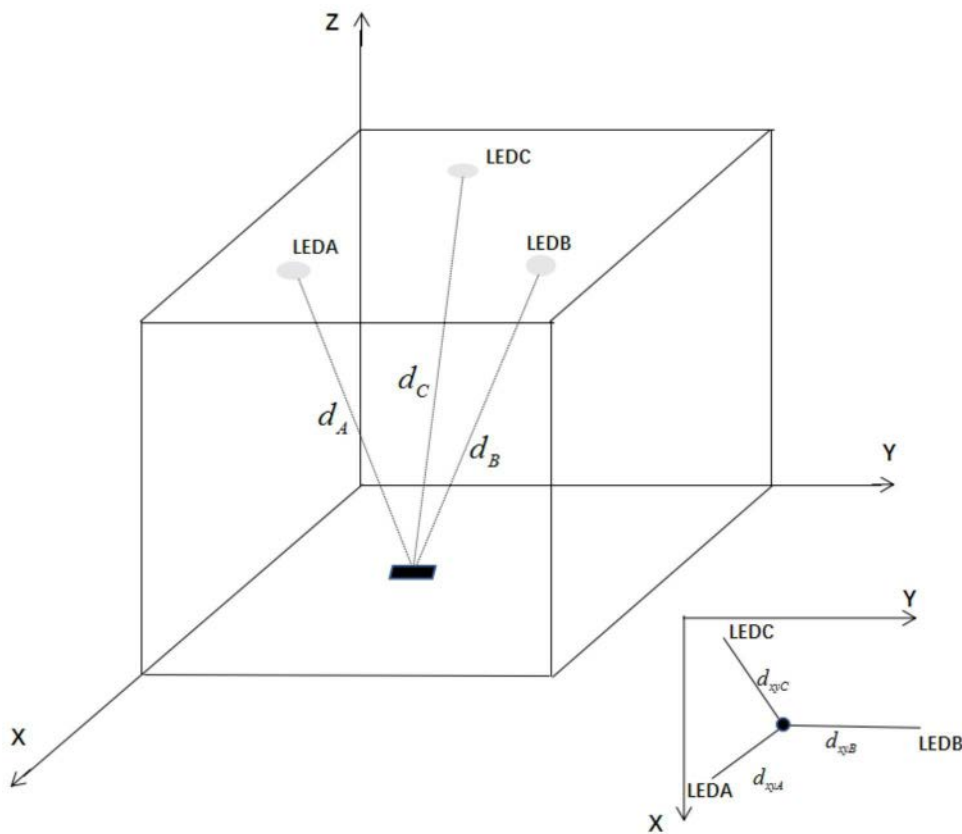


图2

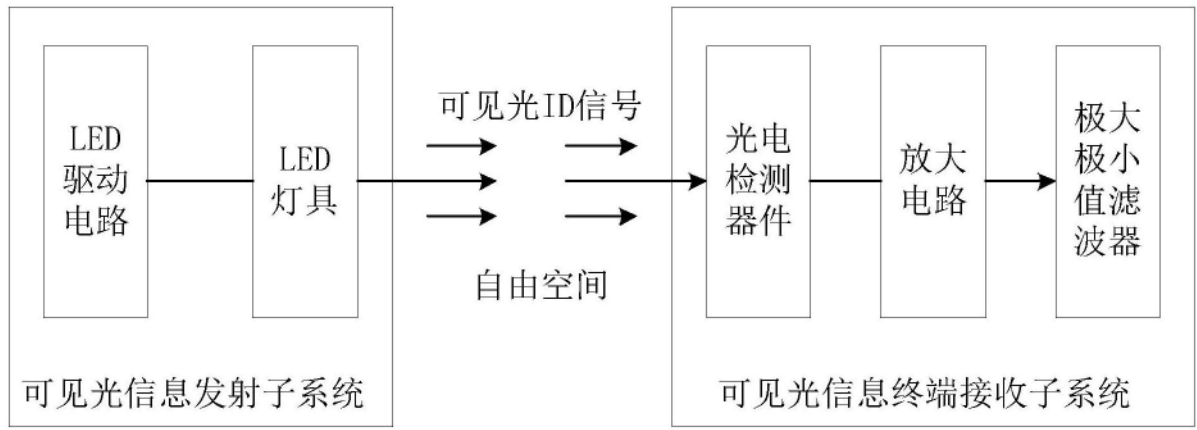


图3