



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107613459 B

(45)授权公告日 2019.11.15

(21)申请号 201710803114.3

G06N 3/00(2006.01)

(22)申请日 2017.09.08

G01S 5/16(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107613459 A

(56)对比文件

CN 106248077 A,2016.12.21,

CN 106646366 A,2017.05.10,

WO 2016137660 A1,2016.09.01,

S.-H. Yang 等.Indoor three-

dimensional location estimation based on LED visible light communication.

《Electronics Letters》.2013,

Weipeng Guan 等.A novel three-

dimensional indoor positioning algorithm design based on visible light

communication.《Optics Communications》

.2017,

审查员 吴玉婕

(43)申请公布日 2018.01.19

(73)专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路381号

(72)发明人 吴玉香 关伟鹏 蔡烨 谢灿宇

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 李斌

(51)Int.Cl.

H04W 4/02(2018.01)

H04W 64/00(2009.01)

H04B 10/116(2013.01)

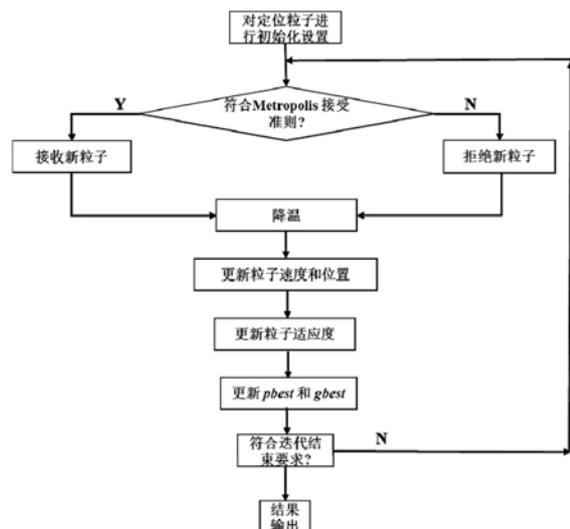
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法及系统,所述方法包括:1、初始化各个粒子的属性,作为可见光定位的初始位置;2、对粒子的全局最佳位置进行模拟退火领域搜索,并对其进行更新;3、对粒子的速度和位置进行更新;4、根据可见光传输信道过程中的数学模型得到的目标函数计算每个粒子的适应度;5、分别将每个粒子与其经过的最佳位置的适应度进行比较,更新其历史最佳位置,将每个粒子与群体经过的最佳位置的适应度进行比较,更新其全局最佳位置;6、重复步骤2-5,直至满足迭代停止的条件,输出粒子的全局最佳位置,即为所求的可见光通信的最佳定位位置。所述方法提高了可见光定位的精度,实现了真正意义上的三维定位。



1. 一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法,其特征在于,所述方法根据可见光通信系统得到目标函数,采用改进的粒子群优化算法对接收端进行定位,包括以下步骤:

步骤1、初始化粒子群中各个粒子的速度、位置属性,作为可见光定位的初始位置,并通过适应度函数计算初始适应度,定义模拟退火算法中的初始温度;

步骤2、对粒子的全局最佳位置 $g_{best}$ 进行模拟退火领域搜索,并对其进行更新;

步骤3、根据速度的更新原则对粒子的速度进行更新,并更新每个粒子的位置;

步骤4、根据可见光传输信道过程中的数学模型得到的目标函数计算每个粒子的适应度;

步骤5、分别将每个粒子与其经过的最佳位置的适应度进行比较,更新其历史最佳位置 $p_{best}$ ,将每个粒子与群体经过的最佳位置的适应度进行比较,更新其全局最佳位置 $g_{best}$ ;

步骤6、重复步骤2-5,直至达到所设的迭代次数 $m_{max}$ ,输出粒子的全局最佳位置 $g_{best}$ ,即为所求的可见光通信的最佳定位位置。

2. 根据权利要求1所述的一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法,其特征在于,所述步骤1具体包括以下步骤:

步骤11、设置粒子群体大小为 $N$ ,对各个粒子的空间坐标进行设置,作为可见光定位的初始点,同时,对粒子的速度 $(v_x, v_y, v_z)$ 进行初始化,定义粒子群优化的迭代次数 $m_{max}$ ;

步骤12、将可见光通信时信号传输过程中的衰减因子作为目标函数,根据该目标函数计算各个粒子的适应度:

$$d_j = \sqrt{(X - X_j)^2 + (Y - Y_j)^2 + (Z - Z_j)^2}$$

$$H'_j = \frac{(m+1)A}{2\pi d^2} \cos^m(\theta) \cos(\psi) T_s(\psi) G(\psi) = \frac{C(H-Z)^2}{d_j^4}$$

$$\text{Fitness}_j = \sum (H'_j - H_j)^2$$

其中, $d_j$ 为各个粒子与各个LED灯之间的距离, $(X, Y, Z)$ 为各个粒子的坐标, $(X_j, Y_j, Z_j)$ 为各个LED灯的坐标, $A$ 是接收端PD的有效面积; $d$ 是发射端和接收端之间的距离; $\theta$ 是发射端发射角; $\psi$ 是接收端入射角; $T_s(\psi)$ 是光学滤波器的增益; $G(\psi)$ 是光学集中器的增益; $m$ 是朗伯序数, $H$ 为LED灯到地面的距离,在该系统中即为所设房间的高度, $H'_j$ 为各个粒子所在位置根据理论公式计算得到的信道增益,即所述衰减因子; $H_j$ 为实际测量得到的衰减因子,其中令:

$$C = \frac{(m+1)A}{2\pi} T_s(\psi) G(\psi)$$

$C$ 为本室内可见光定位系统中的常数,且假设接收端所在平面与发射端平面平行,故 $\cos(\theta) = \cos(\psi)$ ,则:

$$\cos(\theta) = \frac{H - Z}{d_j}$$

步骤13、根据粒子的适应度,选出粒子群体中适应度最佳的粒子作为初始的群体最优解;同时,将当前位置设定为粒子的历史最优解;

步骤14、根据下列式子计算模拟退火算法中的初始温度:

$$T_0 = -\frac{f_{gbest}}{\lg 0.2}$$

其中,  $f_{gbest}$  为当前群体最优粒子的适应度。

3. 根据权利要求1所述的一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法, 其特征在于, 所述步骤2的具体过程为:

对粒子进行领域搜索, 依据Metropolis接受准则:

$$p_j = e^{-\frac{Fitness_j - f_{gbest}}{T_k}}$$

其中,  $p_j$  表示模拟退火算法中Metropolis接受准则得到的接受概率,  $T_k$  表示第k次退火时的温度, 如果  $p_j$  为 (0, 1) 区间的随机数, 则接受新的粒子作为新的群体最优解, 同时, 用下列式子退火, 即降低温度:

$$T_{k+1} = \lambda T_k$$

其中,  $\lambda$  为衰减因子,  $0 < \lambda < 1$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法, 其特征在于, 所述步骤3包括以下步骤:

步骤31、根据下列公式分别更新每个粒子各个方向的速度:

$$v_{n+1} = \omega \cdot v_n + r_1 \cdot c_1 \times (pbest_n - p_n) + r_2 \cdot c_2 \times (gbest_n - p_n)$$

其中,  $v_{n+1}$  和  $v_n$  别代表第n+1代和第n代中粒子的速度,  $\omega$  是惯性权重,  $r_1$ 、 $r_2$  是 [0, 1] 区间内均匀分布的随机数;  $c_1$ 、 $c_2$  为常数, 此处设为1;  $pbest_n$  为第n代历史最优粒子的位置,  $p_n$  为第n代粒子的坐标,  $gbest_n$  第n代群体最优解的位置;

步骤32、根据下列公式更新每个粒子的定位位置:

$$\begin{cases} X_{n+1} = X_n + v_x \\ Y_{n+1} = Y_n + v_y \\ Z_{n+1} = Z_n + v_z \end{cases}$$

其中,  $X_n$ 、 $Y_n$ 、 $Z_n$  分别代表第n代各个粒子在X、Y、Z方向的位置,  $(v_x, v_y, v_z)$  代表该代粒子在X、Y、Z方向的速度;

步骤33、将每个粒子的定位位置与所设房间空间大小进行比较, 若粒子位置超出房间, 则将粒子随机分布在最优粒子的附近, 以加快收敛。

5. 根据权利要求2所述的一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法, 其特征在于: 所述步骤4根据步骤12所描述的将可见光通信时信号传输过程中的衰减因子作为目标函数, 根据该目标函数计算各个粒子的适应度。

6. 根据权利要求1所述的一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法, 其特征在于, 所述步骤5包括以下步骤:

步骤51、将每个粒子的适应度与最佳粒子的适应度进行比较, 若新的粒子的适应度小于最佳粒子的适应度, 则将新的粒子作为新的群体最优解;

步骤52、将粒子新的适应度与其历史最优适应度进行比较, 若新的粒子的适应度小于其历史最优解的适应度, 则将新的粒子作为新的历史最优解。

## 一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及可见光定位领域,具体涉及一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着智能技术的快速发展,人们对于定位的需求越来越高。传统的GPS等定位技术无法满足定位精度的需求,从而出现了以Wi-Fi,蓝牙,可见光通信等为基础的室内定位技术。其中,可见光定位以其成本低廉,精度高等优势受到青睐。

[0003] 然而现有的定位算法,大部分采用相对复杂的混合定位算法,定位精度不高,甚至对于高度估计的范围有限,这不是真正的三维定位,而只是小范围的近似。此外,其中一些方法分别估计高度值和二维平面值,极大地延长了计算时间,导致计算效率不高。

[0004] 粒子群优化算法模拟鸟群觅食的运动,通过群体中个体之间的协作和信息共享来寻找最优解。由于其简单容易实现并且没有许多参数的调节,被广泛用于函数优化,神经网络训练等。然而粒子群优化算法存在着容易陷入局部收敛,收敛速度不够快的缺点。单纯的粒子群优化算法并不十分适用于可见光定位系统的寻优。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供了一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法,所述方法采用改进的粒子群优化算法,在原粒子群优化算法的基础上融合模拟退火算法,克服了粒子群优化算法容易局部收敛的缺点,加快了寻找最优解的速度,提高了可见光定位的精度,实现了真正意义上的三维定位。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种基于粒子群优化的高精度可见光定位系统。

[0007] 本发明的目的可以通过如下技术方案实现:

[0008] 一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法,所述方法根据可见光通信系统得到目标函数,采用改进的粒子群优化算法对接收端进行定位,包括以下步骤:

[0009] 步骤1、初始化粒子群中各个粒子的速度、位置属性,作为可见光定位的初始位置,并通过适应度函数计算初始适应度,定义模拟退火算法中的初始温度;

[0010] 步骤2、对粒子的全局最佳位置 $g_{best}$ 进行模拟退火领域搜索,并对其进行更新;

[0011] 步骤3、根据速度的更新原则对粒子的速度进行更新,并更新每个粒子的位置;

[0012] 步骤4、根据可见光传输信道过程中的数学模型得到的目标函数计算每个粒子的适应度;

[0013] 步骤5、分别将每个粒子与其经过的最佳位置的适应度进行比较,更新其历史最佳位置 $p_{best}$ ,将每个粒子与群体经过的最佳位置的适应度进行比较,更新其全局最佳位置 $g_{best}$ ;

[0014] 步骤6、重复步骤2-5,直至达到所设的迭代次数 $m_{max}$ ,输出粒子的全局最佳位置 $g_{best}$ ,即为所求的可见光通信的最佳定位位置。

[0015] 进一步地,所述步骤1具体包括以下步骤:

[0016] 步骤11、设置粒子群体大小为N,对各个粒子的空间坐标进行设置,作为可见光定位的初始点,同时,对粒子的速度( $v_x, v_y, v_z$ )进行初始化,定义粒子群优化的迭代次数 $m_{max}$ ;

[0017] 步骤12、将可见光通信时信号传输过程中的衰减因子作为目标函数,根据该目标函数计算各个粒子的适应度:

$$[0018] \quad d_j = \sqrt{(X - X_j)^2 + (Y - Y_j)^2 + (Z - Z_j)^2}$$

$$[0019] \quad H'_j = \frac{(m+1)A}{2\pi d^2} \cos^m(\theta) \cos(\psi) T_s(\psi) G(\psi) = \frac{C(H-Z)^2}{d_j^4}$$

$$[0020] \quad \text{Fitness}_j = \sum (H'_j - H_j)^2$$

[0021] 其中, $d_j$ 为各个粒子与各个LED灯之间的距离, $(X, Y, Z)$ 为各个粒子的坐标, $(X_j, Y_j, Z_j)$ 为各个LED灯的坐标, $A$ 是接收端PD的有效面积; $d$ 是发射端和接收端之间的距离; $\theta$ 是发射端发射角; $\psi$ 是接收端入射角; $T_s(\psi)$ 是光学滤波器的增益; $G(\psi)$ 是光学集中器的增益; $m$ 是朗伯序数, $H$ 为LED灯到地面的距离,在该系统中即为所设房间的高度, $H'_j$ 为各个粒子所在位置根据理论公式计算得到的信道增益,即所述衰减因子; $H_j$ 为实际测量得到的衰减因子,其中令:

$$[0022] \quad C = \frac{(m+1)A}{2\pi} T_s(\psi) G(\psi)$$

[0023]  $C$ 为本室内可见光定位系统中的常数,且假设接收端所在平面与发射端平面平行,故 $\cos(\theta) = \cos(\psi)$ ,则:

$$[0024] \quad \cos(\theta) = \frac{H - Z}{d_j}$$

[0025] 步骤13、根据粒子的适应度,选出粒子群体中适应度最佳的粒子作为初始的群体最优解;同时,将当前位置设定为粒子的历史最优解;

[0026] 步骤14、根据下列式子计算模拟退火算法中的初始温度:

$$[0027] \quad T_0 = -\frac{f_{gbest}}{\lg 0.2}$$

[0028] 其中, $f_{gbest}$ 为当前群体最优粒子的适应度。

[0029] 进一步地,所述步骤2的具体过程为:

[0030] 对粒子进行领域搜索,依据Metropolis接受准则:

$$[0031] \quad p_j = e^{-\frac{\text{Fitness}_j - f_{gbest}}{T_k}}$$

[0032] 其中, $p_j$ 表示模拟退火算法中Metropolis接受准则得到的接受概率, $T_k$ 表示第 $k$ 次退火时的温度,如果 $p_j$ 为 $(0, 1)$ 区间的随机数,则接受新的粒子作为新的群体最优解,同时,用下列式子退火,即降低温度:

$$[0033] \quad T_{k+1} = \lambda T_k$$

[0034] 其中, $\lambda$ 为衰减因子, $0 < \lambda < 1$ 。

[0035] 进一步地,所述步骤3包括以下步骤:

[0036] 步骤31、根据下列公式分别更新每个粒子各个方向的速度:

[0037]  $v_{n+1} = \omega \cdot v_n + r_1 \cdot c_1 \times (pbest_n - p_n) + r_2 \cdot c_2 \times (gbest_n - p_n)$

[0038] 其中,  $v_{n+1}$ 和 $v_n$ 分别代表第 $n+1$ 代和第 $n$ 代中粒子的速度,  $\omega$ 是惯性权重,  $r_1$ 、 $r_2$ 是 $[0, 1]$ 区间内均匀分布的随机数;  $c_1$ 、 $c_2$ 为常数, 此处设为1;  $pbest_n$ 为第 $n$ 代历史最优粒子的位置,  $p_n$ 为第 $n$ 代粒子的坐标,  $gbest_n$ 第 $n$ 代群体最优解的位置;

[0039] 步骤32、根据下列公式更新每个粒子的定位位置:

$$[0040] \begin{cases} X_{n+1} = X_n + v_x \\ Y_{n+1} = Y_n + v_y \\ Z_{n+1} = Z_n + v_z \end{cases}$$

[0041] 其中,  $X_n$ 、 $Y_n$ 、 $Z_n$ 分别代表第 $n$ 代各个粒子在X、Y、Z方向的位置,  $(v_x, v_y, v_z)$ 代表该代粒子在X、Y、Z方向的速度;

[0042] 步骤33、将每个粒子的定位位置与所设房间空间大小进行比较, 若粒子位置超出房间, 则将粒子随机分布在最优粒子的附近, 以加快收敛。

[0043] 进一步地, 所述步骤4根据步骤12所描述的将可见光通信时信号传输过程中的衰减因子作为目标函数, 根据该目标函数计算各个粒子的适应度。

[0044] 进一步地, 所述步骤5包括以下步骤:

[0045] 步骤51、将每个粒子的适应度与最佳粒子的适应度进行比较, 若新的粒子的适应度小于最佳粒子的适应度, 则将新的粒子作为新的群体最优解;

[0046] 步骤52、将粒子新的适应度与其历史最优适应度进行比较, 若新的粒子的适应度小于其历史最优解的适应度, 则将新的粒子作为新的历史最优解。

[0047] 本发明的另一目的可以通过如下技术方案实现:

[0048] 一种基于粒子群优化的高精度可见光定位系统, 所述系统包括光发射系统, 光传输信道与光接收系统, 所述光发射系统包括LED驱动模块以及4个LED; 所述光传输信道为空气信道, 传输光发射系统发送的每个LED特定的ID信息; 所述光接收系统为可移动的接收端, 由PD、放大电路、滤波电路以及数字信号处理模块组成, 其中数字信号处理模块采用基于粒子群优化的高精度可见光定位方法进行寻优实现精确定位。

[0049] 进一步地, 所述光发射系统的每个LED在LED驱动模块的驱动下向光接收系统发射特定的LED光信号, 分别承载不同的ID信息。

[0050] 进一步地, 所述光接收系统由PD接收光信号转化为电信号, 经过放大电路放大后通过滤波电路, 最后在数字信号处理模块进行解码, 所述数字信号处理模块根据所接收到的信号得到目标函数, 采用基于粒子群优化的高精度可见光定位方法对接收到的信号进行寻优处理, 最终输出接收端的位置。

[0051] 本发明与现有技术相比, 具有如下优点和有益效果:

[0052] 本发明采用改进的粒子群优化算法, 在传统的粒子群优化算法中加入模拟退火算法, 克服了传统的粒子群优化算法局部收敛, 收敛速度慢的缺点, 提高了定位精度, 同时极大地降低了计算时间, 比起传统相对复杂的混合方法, 该方法更加简单, 实现了真正的三维定位, 并可实现毫米级定位。

## 附图说明

[0053] 图1为本发明实施例基于粒子群优化的高精度可见光定位系统的结构示意图。

[0054] 图2为本发明实施例基于粒子群优化的高精度可见光定位方法的流程图。

### 具体实施方式

[0055] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0056] 实施例:

[0057] 本实施例提供了一种基于粒子群优化的高精度可见光定位系统,所述系统的结构图如图1所示,包括光发射系统,光传输信道与光接收系统,所述光发射系统包括LED驱动模块以及4个LED;所述光传输信道为空气信道,传输光发射系统发送的每个LED特定的ID信息;所述光接收系统为可移动接收端,由PD、放大电路、滤波电路以及数字信号处理模块组成,其中数字信号处理模块采用基于粒子群优化的高精度可见光定位方法进行寻优实现精确定位。

[0058] 其中,所述光发射系统的每个LED在LED驱动模块的驱动下向光接收系统发射特定的LED光信号,分别承载不同的ID信息。所述光接收系统由PD接收光信号转化为电信号,经过放大电路放大后通过滤波电路,最后在数字信号处理模块进行解码,所述数字信号处理模块根据所接收到的信号得到目标函数,采用基于粒子群优化的高精度可见光定位方法对接收到的信号进行寻优处理,最终输出接收端的位置。

[0059] 另外,本实施例依据上述可见光定位系统提出了一种基于粒子群优化的高精度可见光定位方法,所述方法根据可见光通信系统得到目标函数,采用改进的粒子群优化算法对接收端进行定位,流程图如图2所示,包括以下步骤:

[0060] 步骤1、初始化粒子群中各个粒子的速度、位置属性,作为可见光定位的初始位置,并通过适应度函数计算初始适应度,定义模拟退火算法中的初始温度;具体地,包括以下步骤:

[0061] 步骤11、设置粒子群体大小为200,对各个粒子的空间坐标进行设置,作为可见光定位的初始点,同时,对粒子的速度( $v_x, v_y, v_z$ )进行初始化,定义粒子群优化的迭代次数为15;

[0062] 步骤12、将可见光通信时信号传输过程中的衰减因子作为目标函数,根据该目标函数计算各个粒子的适应度:

$$[0063] \quad d_j = \sqrt{(X - X_j)^2 + (Y - Y_j)^2 + (Z - Z_j)^2}$$

$$[0064] \quad H'_j = \frac{(m+1)A}{2\pi d^2} \cos^m(\theta) \cos(\psi) T_s(\psi) G(\psi) = \frac{c(H-Z)^2}{d_j^4}$$

$$[0065] \quad \text{Fitness}_j = \sum (H'_j - H_j)^2$$

[0066] 其中, $d_j$ 为各个粒子与各个LED灯之间的距离, $(X, Y, Z)$ 为各个粒子的坐标, $(X_j, Y_j, Z_j)$ 为各个LED灯的坐标, $A$ 是接收端PD的有效面积; $d$ 是发射端和接收端之间的距离; $\theta$ 是发射端发射角; $\psi$ 是接收端入射角; $T_s(\psi)$ 是光学滤波器的增益; $G(\psi)$ 是光学集中器的增益; $m$ 是朗伯序数, $H$ 为LED灯到地面的距离,在该系统中即为所设房间的高度, $H'_j$ 为各个粒子所在位置根据理论公式计算得到的信道增益,即所述衰减因子; $H_j$ 为实际测量得到的衰减因子,其中令:

$$[0067] \quad C = \frac{(m+1)A}{2\pi} T_s(\psi)G(\psi)$$

[0068] C为本室内可见光定位系统中的常数,且假设接收端所在平面与发射端平面平行,故 $\cos(\theta) = \cos(\psi)$ ,则:

$$[0069] \quad \cos(\theta) = \frac{H-Z}{d_j}$$

[0070] 步骤13、根据粒子的适应度,选出粒子群体中适应度最佳的粒子作为初始的群体最优解;同时,将当前位置设定为粒子的历史最优解;

[0071] 步骤14、根据下列式子计算模拟退火算法中的初始温度:

$$[0072] \quad T_0 = -\frac{f_{gbest}}{\lg 0.2}$$

[0073] 其中, $f_{gbest}$ 为当前群体最优粒子的适应度。

[0074] 步骤2、对粒子的全局最佳位置 $g_{best}$ 进行模拟退火领域搜索,并对其更新;具体地,包括以下步骤:

[0075] 对粒子进行领域搜索,依据Metropolis接受准则:

$$[0076] \quad p_j = e^{-\frac{Fitness_j - f_{gbest}}{T_k}}$$

[0077] 其中, $p_j$ 表示模拟退火算法中Metropolis接受准则得到的接受概率, $T_k$ 表示第k次退火时的温度,如果 $p_j$ 为(0,1)区间的随机数,则接受新的粒子作为新的群体最优解,同时,用下列式子退火,即降低温度:

$$[0078] \quad T_{k+1} = \lambda T_k$$

[0079] 其中, $\lambda$ 为衰减因子, $0 < \lambda < 1$ 。

[0080] 步骤3、根据速度的更新原则对粒子的速度进行更新,并更新每个粒子的位置;具体地,包括以下步骤:

[0081] 步骤31、根据下列公式分别更新每个粒子各个方向的速度:

$$[0082] \quad v_{n+1} = \omega \cdot v_n + r_1 \cdot c_1 \times (pbest_n - p_n) + r_2 \cdot c_2 \times (gbest_n - p_n)$$

[0083] 其中, $v_{n+1}$ 和 $v_n$ 分别代表第n+1代和第n代中粒子的速度, $\omega$ 是惯性权重, $r_1$ 、 $r_2$ 是[0,1]区间内均匀分布的随机数; $c_1$ 、 $c_2$ 为常数,此处设为1; $pbest_n$ 为第n代历史最优粒子的位置, $p_n$ 为第n代粒子的坐标, $gbest_n$ 第n代群体最优解的位置;

[0084] 步骤32、根据下列公式更新每个粒子的定位位置:

$$[0085] \quad \begin{cases} X_{n+1} = X_n + v_x \\ Y_{n+1} = Y_n + v_y \\ Z_{n+1} = Z_n + v_z \end{cases}$$

[0086] 其中, $X_n$ 、 $Y_n$ 、 $Z_n$ 分别代表第n代各个粒子在X、Y、Z方向的位置, $(v_x, v_y, v_z)$ 代表该代粒子在X、Y、Z方向的速度;

[0087] 步骤33、将每个粒子的定位位置与所设房间空间大小进行比较,若粒子位置超出房间,则将粒子随机分布在最优粒子的附近,以加快收敛。

[0088] 步骤4、根据可见光传输信道过程中的数学模型得到的目标函数计算每个粒子的

适应度；

[0089] 其中,所述步骤4根据步骤12所描述的将可见光通信时信号传输过程中的衰减因子作为目标函数,根据该目标函数计算各个粒子的适应度。

[0090] 步骤5、分别将每个粒子与其经过的最佳位置的适应度进行比较,更新其历史最佳位置 $p_{best}$ ,将每个粒子与群体经过的最佳位置的适应度进行比较,更新其全局最佳位置 $g_{best}$ ;具体地,包括以下步骤:

[0091] 步骤51、将每个粒子的适应度与最佳粒子的适应度进行比较,若新的粒子的适应度小于最佳粒子的适应度,则将新的粒子作为新的群体最优解;

[0092] 步骤52、将粒子新的适应度与其历史最优适应度进行比较,若新的粒子的适应度小于其历史最优解的适应度,则将新的粒子作为新的历史最优解。

[0093] 步骤6、重复步骤2-5,直至达到所设的迭代次数15,输出粒子的全局最佳位置 $g_{best}$ ,即为所求的可见光通信的最佳定位位置。

[0094] 以上所述,仅为本发明专利较佳的实施例,但本发明专利的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明专利所公开的范围内,根据本发明专利的技术方案及其发明专利构思加以等同替换或改变,都属于本发明专利的保护范围。

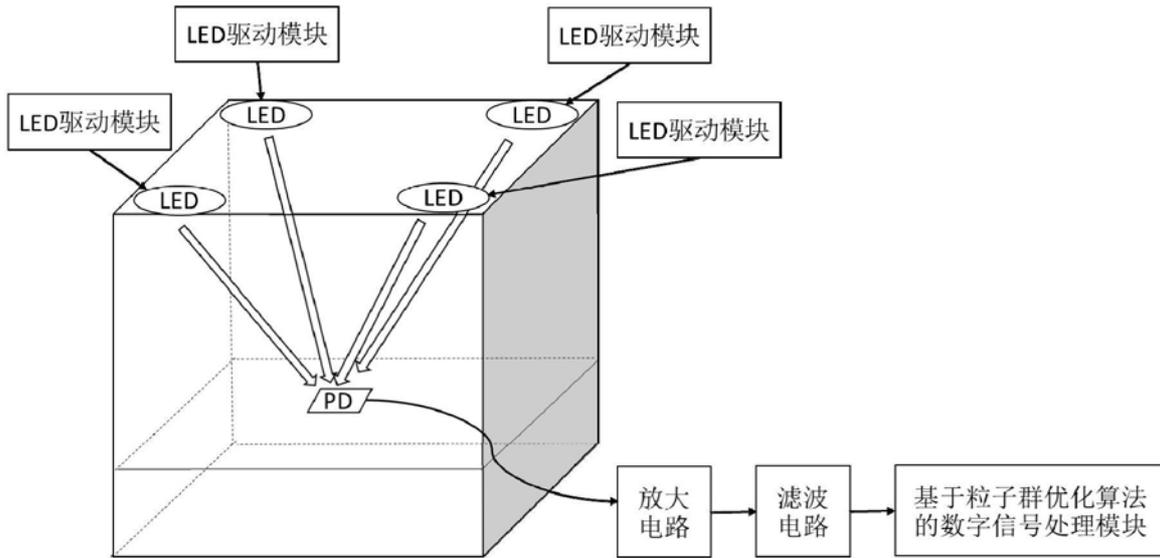


图1

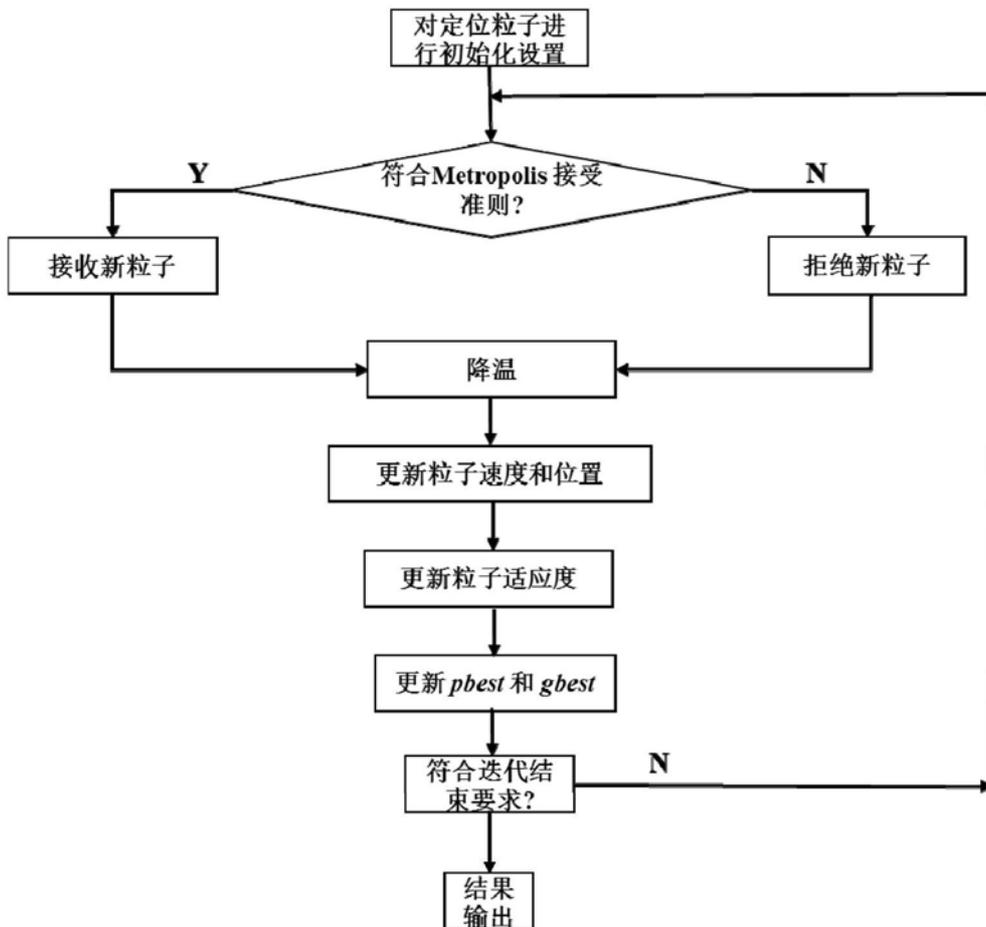


图2