



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111237900 B

(45) 授权公告日 2021.06.04

(21) 申请号 202010044777.3

F24F 11/64 (2018.01)

(22) 申请日 2020.01.16

F24F 11/52 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F24F 11/526 (2018.01)

申请公布号 CN 111237900 A

F24F 11/70 (2018.01)

(43) 申请公布日 2020.06.05

F24F 13/32 (2006.01)

F24F 110/50 (2018.01)

(73) 专利权人 青岛联合创智科技有限公司

(56) 对比文件

地址 266200 山东省青岛市崂山区青大三路8号609户

CN 102221252 A, 2011.10.19

CN 104819545 A, 2015.08.05

(72) 发明人 纪刚 周粉粉 周萌萌 商胜楠

CN 108826488 A, 2018.11.16

CN 109540141 A, 2019.03.29

(74) 专利代理机构 青岛高晓专利事务所(普通合伙) 37104

CN 108983780 A, 2018.12.11

US 2005/0166355 A1, 2005.08.04

代理人 于正河

US 10470013 B1, 2019.11.05

(51) Int. Cl.

审查员 樊云飞

F24F 8/80 (2021.01)

F24F 11/39 (2018.01)

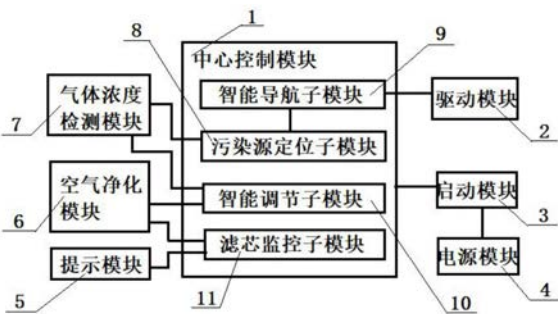
权利要求书4页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种家庭式空气净化机器人及其污染源确定与净化方法

(57) 摘要

本发明属于机器人空气净化技术领域,涉及一种家庭式空气净化机器人及其污染源确定与净化方法;家庭式空气净化机器人包括中心控制模块、驱动模块、启动模块、电源模块、提示模块、空气净化模块和气体浓度检测模块;电源模块与启动模块电性连接,启动模块与中心控制模块电性连接;中心控制模块还分别与驱动模块、提示模块、空气净化模块和气体浓度检测模块连接通信;中心控制模块包括污染源定位子模块、智能导航子模块、智能调节子模块和滤芯监控子模块;所述净化机器人结构完备,其污染源确定与净化方法步骤完备,不需要通过电脑或者手机APP预设路线,能够根据气体浓度自主规划净化路线,自动寻找并识别污染源,应用方便。



1. 一种应用家庭式空气净化机器人的空气净化方法,其特征在于:应用家庭式空气净化机器人进行污染源追踪与污染气体净化的具体过程为:

(1) 通过启动模块启动家庭式空气净化机器人,家庭式空气净化机器人以自身中心为圆点旋转做圆周运动,气体浓度检测模块将家庭式空气净化机器人所做圆周运动均分为八个区段,在每个区段采集三个以上取样点的气体浓度值,气体浓度检测模块将采集的气体浓度值传输给污染源定位子模块;

(2) 污染源定位子模块获取气体浓度检测模块检测到的气体浓度值后,计算累积气体浓度值和梯度值,并进一步根据累积气体浓度值和梯度值计算污染源方向和移动轨迹,将计算的移动轨迹传输给智能导航子模块;污染源定位子模块确定污染源方向的具体方法为:

(2a) 计算累积气体浓度值和梯度值:以气体浓度初始采集区段为第一区段将家庭式空气净化机器人所做圆形移动轨迹均分为八个区段,区段号逆时针标记,在每个区段采集三个以上取样点的气体浓度值,根据采集的气体浓度值计算出相应区段的累积气体浓度值,使用累积气体浓度值追踪被怀疑为污染源的浓度值局部最大点,累积气体浓度CGC值计算公式为:

$$CGC_i = \sum_{n_s} \text{气体浓度样本数据}$$

其中 n_s 是取样数据的数量, i 是区段号, i 可取值为1、2、3、4、5、6、7、8;

(2b) 计算梯度值:根据CGC值计算气体分布的梯度值,梯度值表示圆周运动区内直线浓度的变化,通过直线浓度的最大变化来确定污染源的方向,气体分布的梯度值决定家庭式空气净化机器人下一个移动轨迹的起始位置;为了计算梯度值,将圆周运动区划分的八个区段中两两相对的区段作为一个部分;

将圆周运动区划分的八个区段确定为四个部分,用梯度值 $G_{n,k}$ 表示每个部分两端之间气体浓度的差异程度, $G_{n,k}$ 通过如下公式获得:

$$G_{n,k} = \Delta(CGC_k, CGC_{k+4}) r_n = \left| \frac{CGC_k - CGC_{k+4}}{2r_n} \right|$$

其中 k 表示划分的需要计算的区段编号, $k+4$ 表示 k 相对的区段编号; r_n 是圆 n^{th} 的半径;

所述圆 n^{th} 的半径由梯度值 $G_{n,k}$ 的差异确定,家庭式空气净化机器人启动后第一个半径 r_n 为家庭式空气净化机器人内轮所画的半径;家庭式空气净化机器人下一个移动轨迹圆半径 r_{n+1} 通过选择 n^{th} 和 $(n-1)^{\text{th}}$ 的梯度值比例确定,圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的半径计算公式为:

$$r_{n+1} = \frac{G_n}{G_{n-1}} \times r_n$$

$$r_{n+1} = \begin{cases} r_{n+1} & (r_{n+1} > r_{\min}) \\ r_{\min} & (r_{n+1} \leq r_{\min}) \end{cases}$$

当梯度值的比例变化,家庭式空气净化机器人移动所画圆的半径也会变化,同时家庭式空气净化机器人设置一个最小半径值以防出现半径为负值的情况,半径 r_n 的首值为家庭式空气净化机器人启动后旋转一圈内轮所画的半径,其中设置最小半径值为0;

由圆半径的计算公式可知,如果梯度值变小,家庭式空气净化机器人将以更小的半径

r_{n+1} 进行圆周运动;如果梯度值变大,家庭式空气净化机器人将以更大的半径 r_{n+1} 进行圆周运动;随着家庭式空气净化机器人越来越接近污染源,气体浓度之间差异将会越来越小,家庭式空气净化机器人移动所画的圆就会越小;

(2c) 下一个移动轨迹起点位置的确定

这些计算得到的CGC值和梯度值用来确定机器人下一个移动方向;首先,在计算的四个梯度值中,选择第一大和第二大的梯度值,这两个梯度值的四个端点作为下一个圆形移动轨迹的备选起点,然后,家庭式空气净化机器人会在四个备选起点中选择一个最大的CGC值作为下一个圆形移动轨迹的起点:

$$\begin{aligned} G_{n,\max1} &= \Delta (CGC_{n,i}, CGC_{n,i+4}) | r_n \\ G_{n,\max2} &= \Delta (CGC_{n,j}, CGC_{n,j+4}) | r_n \\ (\text{起点})_{n+1} &= ((x, y) | \max(G_{n,\max1}, G_{n,\max2})) \end{aligned}$$

最终选择的最大的CGC值作为下一个机器人进行圆周运动的起点,该起点所处圆形移动轨迹方位即为污染源的方向;

(3) 当气体浓度检测模块检测到空气浓度超出空气良好的浓度阈值时,向智能调节子模块发送启动信号,智能调节子模块接收到启动信号后启动空气净化模块,并根据空气污染物的浓度水平调节和修改空气净化模块过滤的空气流量;

(4) 空气净化模块过滤净化空气,将滤芯吸附污染物的吸附量传输给滤芯监控子模块;滤芯监控子模块监控滤芯吸附污染物的吸附量,当滤芯吸附污染物的吸附量达到最大吸附程度时,向提示模块发送更换滤芯提醒信号;提示模块接收更换滤芯提醒信号后发出更换滤芯提示。

2. 根据权利要求1所述的应用家庭式空气净化机器人的空气净化方法,其特征在于:所述家庭式空气净化机器人包括:中心控制模块、驱动模块、启动模块、电源模块、提示模块、空气净化模块和气体浓度检测模块;电源模块与启动模块电性连接,启动模块与中心控制模块电性连接;中心控制模块包括污染源定位子模块、智能导航子模块、智能调节子模块和滤芯监控子模块;污染源定位子模块的接收端与气体浓度检测模块的输出端连接通信;污染源定位子模块的输出端与智能导航子模块的接收端连接通信;智能导航子模块的输出端与驱动模块的接收端连接通信;气体浓度检测模块的输出端与智能调节子模块的接收端连接通信;智能调节子模块的输出端与空气净化模块的接收端连接通信,空气净化模块的输出端与滤芯监控子模块的接收端连接通信;滤芯监控子模块的输出端与提示模块的接收端连接通信。

3. 根据权利要求2所述的应用家庭式空气净化机器人的空气净化方法,其特征在于:所述气体浓度检测模块采用气体浓度检测传感器或者雾霾传感器,提示模块采用显示屏、蜂鸣器或者信号灯。

4. 根据权利要求3所述的应用家庭式空气净化机器人的空气净化方法,其特征在于:所述电源模块用于为家庭式空气净化机器人提供电能;

启动模块用于控制电源模块向家庭式空气净化机器人通电或者断电从而实现开闭中心控制模块;

污染源定位子模块用于获取气体浓度检测模块检测到的气体浓度,并根据获取的气体浓度计算累积气体浓度值和梯度值,并进一步根据累积气体浓度值和梯度值计算移动轨

迹,将计算的移动轨迹传输给智能导航子模块;

智能导航子模块用于接收污染源定位子模块发送的移动轨迹,根据移动轨迹驱使驱动模块运转;

驱动模块用于将家庭式空气净化机器人驱动至空气污染源;

气体浓度检测模块用于采集家庭式空气净化机器人周围环境的空气浓度,并将采集的空气浓度传输给污染源定位子模块,当检测到空气浓度超出设定的空气良好的浓度阈值时,向智能调节子模块发送启动信号;

智能调节子模块用于接收到启动信号后启动空气净化模块,根据室内灰尘、花粉或者气体污染物的浓度水平调节和修改空气净化模块过滤的空气流量;

空气净化模块用于吸附、过滤空气污染源,将滤芯吸附污染物的吸附量传输给滤芯监控子模块;

滤芯监控子模块用于接收滤芯吸附污染物的吸附量,当滤芯吸附污染物的吸附量达到最大吸附程度时向提示模块发送更换滤芯提醒信号;

提示模块用于接收更换滤芯提醒信号并发出更换滤芯提示。

5. 根据权利要求4所述的应用家庭式空气净化机器人的空气净化方法,其特征在于:所述下一个移动轨迹的确定方法为:

(1) 首先建立第一个坐标系:根据家庭式空气净化机器人的下一个移动轨迹起点进一步确定下一个移动轨迹圆心来追踪污染源的方向;以第一个移动轨迹圆的圆心作为坐标系的原点(0,0)、原点与第一区段圆弧边中点所在直线为X轴、并以通过原点且垂直于X轴的直线为Y轴建立平面直角坐标系,设定家庭式空气净化机器人第一个移动轨迹圆以 $(r_n, 0)$ 为起点;

(2) 建立第n个坐标系:在追寻污染源的移动轨迹中,基于每个圆形移动轨迹的圆心为原点,每一个圆形移动轨迹都能够建立一个属于自己的坐标系,该坐标系相对于绝对坐标系旋转,绝对坐标系以第一个移动轨迹圆的圆周运动圆心为原点;以第n个圆形移动轨迹的起点为第一区段圆弧边中点将第n个圆形移动轨迹均分为八个区段,以圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 为原点、原点与第一区段圆弧边中点所在直线为X_n轴、并以通过原点且垂直于X_n轴的直线为Y_n轴建立平面直角坐标系,设定家庭式空气净化机器人第n个移动轨迹圆以 $(x_n + r_n, y_n)$ 为起点,

(3) 计算前后两个起点之间的角度 θ_n :当第 $(n+1)^{th}$ 圆的移动轨迹起点通过梯度值和CGC值计算得到后,以圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 为顶点、圆 n^{th} 起点和圆 $(n+1)^{th}$ 起点的之间的夹角为 θ_n ,角度 θ_n 可通过如下公式表示:

$$\theta_n = (s-1) \times \frac{\pi}{4}$$

其中s代表圆 n^{th} 的最大的CGC值所在的区段值,s可取值为1、2、3、4、5、6、7、8;

(4) 计算累积角度值:为了将移动轨迹的每一个圆心的相对位置表示成第一个圆心的坐标系的坐标,将每个圆的坐标系以累积角度 φ_{n+1} 进行旋转;累积角度 φ_{n+1} 是圆 n^{th} 和圆 $(n+1)^{th}$ 的X轴之间的角度之和,圆 n^{th} 与圆 $(n+1)^{th}$ 的X轴之间形成的角度称为 α_n ; α_n 的值由第 $(n+1)$ 个圆形移动轨迹起点在第n个圆形移动轨迹区段圆弧中点的位置确定,区段圆弧中点位置对应的 α_n 的角度值如下:

起点在第1区段时 α_n 取值为 π ,

起点在第2区段时 α_n 取值为 $-\frac{3}{4}\pi$,

起点在第3区段时 α_n 取值为 $-\frac{1}{2}\pi$,

起点在第4区段时 α_n 取值为 $-\frac{1}{4}\pi$,

起点在第5区段时 α_n 取值为0,

起点在第6区段时 α_n 取值为 $\frac{1}{4}\pi$,

起点在第7区段时 α_n 取值为 $\frac{1}{2}\pi$,

起点在第8区段时 α_n 取值为 $\frac{3}{4}\pi$;

因为圆 $(n+1)^{th}$ 的轴是基于圆 n^{th} 的轴得到的,圆 $(n+1)^{th}$ 的累积角度值 φ_{n+1} 通过如下公式计算得到:

$$\varphi_{n+1} = \sum_{t=1}^n \alpha_t$$

(5) 下一个移动轨迹圆的圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) 通过角度 θ_n 、圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 和圆 $(n+1)^{th}$ 的半径计算得到:采用二维旋转矩阵旋转坐标系并计算圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) ,根据圆 n^{th} 的圆心 (x_n, y_n) 和累积角度 φ_{n+1} 计算圆 $(n+1)^{th}$ 的圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) 的公式如下:

$$\begin{pmatrix} x_{n+1}' \\ y_{n+1}' \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} (r_n + r_{n+1})\cos\theta_n & (r_n + r_{n+1})\sin\theta_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos\varphi_{n+1} & \sin\varphi_{n+1} \\ -\sin\varphi_{n+1} & \cos\varphi_{n+1} \end{bmatrix}$$

$$(x_{n+1}, y_{n+1}) = (x_n, y_n) + (x_{n+1}', y_{n+1}')$$

(6) 根据下一个移动轨迹圆的起点、下一个移动轨迹圆的圆心和下一个移动轨迹圆的半径构建下一个移动轨迹,家庭式空气净化机器人根据构建的移动轨迹逐渐靠近污染源并进行空气净化。

一种家庭式空气净化机器人及其污染源确定与净化方法

技术领域：

[0001] 本发明属于机器人空气净化技术领域，涉及一种根据累计气体浓度确定污染源并进行净化的机器人及其方法，具体涉及一种家庭式空气净化机器人及其污染源确定与净化方法。

背景技术：

[0002] 目前，人们越来越注重居住环境的空气质量，市场上出现各种功能的空气净化器以满足人们的客观需要，传统的空气净化器只能固定在特定位置，远离空气净化器之处的空气净化效果难以保证；而可移动的智能净化机器人需要预设净化路线，难以准确定位污染源。

[0003] 在现有技术中，公开号为CN105526630B的中国专利，公开了一种净化机器人多点净化的方法，包括如下步骤：步骤S1：建立待净化区域的坐标地图，步骤S2：净化机器人在待净化区域内按预设行走模式行走，检测空气质量，将污染值超出预设阈值的位置记为一级污染源，并在坐标地图中标记其坐标，步骤 S3：净化机器人完成在待净化区域内的行走后，移动至每个一级污染源坐标位置，对其进行首次净化处理，同时检测该位置的空气质量，直至所有一级污染源的空气质量均符合要求；公开号为CN106997177A的中国专利，公开了一种空气净化机器人或自移动机器人系统的控制方法，所述空气净化机器人系统由置于同一工作区域内的一台以上空气净化机器人构成，各个净化机器人间能够进行有效通信，所述控制方法包括如下步骤：步骤100：第一机器人(001)获得工作区域的地图信息，按照预设划分原则将工作区域划分为多个子区域；步骤200：第一机器人发送地图信息给其他机器人；步骤300：全部机器人在各自子区域就位，进入联合作业模式；步骤400：净化工作结束。

[0004] 总而言之，目前对室内进行净化时，采用传统的空气净化器只能固定在特定位置，无法保证远离空气净化器之处的空气净化效果，而现有空气净化机器人都需要通过电脑、手机APP预设机器人的行进路线，控制净化机器人到达指定污染源位置，不能够自主寻找和准确确定污染源，导致室内部分区域的空气得不到及时净化。

发明内容：

[0005] 本发明的目的在于克服现有设备存在的缺点，针对现有空气净化机器人需要提前预设净化路线、污染源难以准确定位的不足，设计提供一种家庭式空气净化机器人及其污染源确定与净化方法。

[0006] 为实现上述目的，本发明涉及的一种家庭式空气净化机器人，其主体结构包括：中心控制模块、驱动模块、启动模块、电源模块、提示模块、空气净化模块和气体浓度检测模块；电源模块与启动模块电性连接，启动模块与中心控制模块电性连接；中心控制模块包括污染源定位子模块、智能导航子模块、智能调节子模块和滤芯监控子模块；污染源定位子模块的接收端与气体检测模块的输出端连接通信；污染源定位子模块的输出端与智能导航子模块的接收端连接通信；智能导航子模块的输出端与驱动模块的接收端连接通信；气体浓

度检测模块采用气体浓度检测传感器或者雾霾传感器,气体浓度检测模块的输出端与智能调节子模块的接收端连接通信;智能调节子模块的输出端与空气净化模块的接收端连接通信,空气净化模块的输出端与滤芯监控子模块的接收端连接通信;滤芯监控子模块的输出端与提示模块的接收端连接通信;提示模块采用显示屏、蜂鸣器或者信号灯;家庭式空气净化机器人根据污染源定位子模块获得移动轨迹,通过智能导航子模块移动到室内污染源区域,实现智能化净化污染源的目的。

[0007] 本发明所述的家庭式空气净化机器人其各模块具体为:

[0008] 电源模块用于为家庭式空气净化机器人提供电能;

[0009] 启动模块用于控制电源模块向家庭式空气净化机器人通电或者断电从而实现开闭中心控制模块;

[0010] 污染源定位子模块用于获取气体检测模块检测到的气体浓度,并根据获取的气体浓度计算累积气体浓度值和梯度值,并进一步根据累积气体浓度值和梯度值计算移动轨迹,将计算的移动轨迹传输给智能导航子模块;

[0011] 智能导航子模块用于接收污染源定位子模块发送的移动轨迹,根据移动轨迹驱使驱动模块运转;

[0012] 驱动模块用于将家庭式空气净化机器人驱动至空气污染源;

[0013] 气体浓度检测模块用于采集家庭式空气净化机器人周围环境的空气浓度,并将采集的空气浓度传输给污染源定位子模块,当检测到空气浓度超出设定的空气良好的浓度阈值时,向智能调节子模块发送启动信号;

[0014] 智能调节子模块用于接收到启动信号后启动空气净化模块,根据室内灰尘、花粉或者空气污染物的浓度水平调节和修改空气净化模块过滤的空气流量;

[0015] 空气净化模块采用现有空气净化结构,空气净化模块用于吸附、过滤空气污染源,将滤芯吸附污染物的吸附量传输给滤芯监控子模块;

[0016] 滤芯监控子模块用于接收滤芯吸附污染物的吸附量,当滤芯吸附污染物的吸附量达到最大吸附程度时向提示模块发送更换滤芯提醒信号;

[0017] 提示模块用于接收更换滤芯提醒信号并发出更换滤芯提示。

[0018] 本发明所述的家庭式空气净化机器人进行污染源追踪与净化的具体过程为:

[0019] (1) 通过启动模块启动家庭式空气净化机器人,家庭式空气净化机器人以自身中心为圆点旋转做圆周运动,气体浓度检测模块将家庭式空气净化机器人所做圆周运动均分为八个区段,在每个区段采集三个以上取样点的气体浓度值,气体浓度检测模块将采集的气体浓度值传输给污染源定位子模块;

[0020] (2) 污染源定位子模块获取气体检测模块检测到的气体浓度值后,计算累积气体浓度值和梯度值,并进一步根据累积气体浓度值和梯度值计算污染气源方向和移动轨迹,将计算的移动轨迹传输给智能导航子模块;

[0021] (3) 当气体浓度检测模块检测到空气浓度超出空气良好的浓度阈值时,向智能调节子模块发送启动信号,智能调节子模块接收到启动信号后启动空气净化模块,并根据空气污染物的浓度水平调节和修改空气净化模块过滤的空气流量;

[0022] (4) 空气净化模块过滤净化空气,将滤芯吸附污染物的吸附量传输给滤芯监控子模块;滤芯监控子模块监控滤芯吸附污染物的吸附量,当滤芯吸附污染物的吸附量达到最

大吸附程度时,向提示模块发送更换滤芯提醒信号;提示模块接收更换滤芯提醒信号后发出更换滤芯提示。

[0023] 本发明所述的污染源定位模块确定污染气源方向和移动轨迹的具体方法为:

[0024] 步骤一:污染气源方向的确定

[0025] (1) 计算累积气体浓度值和梯度值:以气体浓度初始采集区段为第一区段将家庭式空气净化机器人所做圆形移动轨迹均分为八个区段,区段号逆时针标记,在每个区段采集三个以上取样点的气体浓度值,根据采集的气体浓度值计算出相应区段的累积气体浓度值,使用累积气体浓度值追踪被怀疑为污染气源的浓度值局部最大点,累积气体浓度(CGC)计算公式为:

$$[0026] \quad CGC_i = \sum_{n_s} \text{气体浓度样本数据}$$

[0027] 其中 n_s 是抽样数据的数量, i 是区段号, i 可取值为1、2、3、4、5、6、7、8;

[0028] (2) 计算梯度值:根据CGC值计算气体分布的梯度值,梯度值表示圆周运动区内直线浓度的变化,通过直线浓度的最大变化来确定污染气源的方向,气体分布的梯度值决定家庭式空气净化机器人下一个移动轨迹的起始位置;为了计算梯度,将圆周运动区划分的八个区段中两两相对的区段作为一个部分;

[0029] 将圆周运动区划分的八个区段确定为四个部分,用梯度值 $G_{n,k}$ 表示每个部分两端之间气体浓度的差异程度, $G_{n,k}$ 通过如下公式获得:

$$[0030] \quad G_{n,k} = \Delta(CGC_k, CGC_{k+4}) r_n = \left| \frac{CGC_k - CGC_{k+4}}{2r_n} \right|$$

[0031] 其中 k 表示划分的需要计算的区段编号, $k+4$ 表示 k 相对的区段编号; r_n 是圆 n^{th} 的半径;

[0032] 所述圆 n^{th} 的半径由梯度值 $G_{n,k}$ 的差异确定的,家庭式空气净化机器人启动后第一个半径 r_n 为家庭式空气净化机器人内轮所画的半径;家庭式空气净化机器人下一个移动轨迹圆半径 r_{n+1} 通过选择 n^{th} 和 $(n-1)^{th}$ 的梯度比例确定,圆 $(n+1)^{th}$ 的半径计算公式为:

$$[0033] \quad r_{n+1} = \frac{G_n}{G_{n-1}} \times r_n$$

$$[0034] \quad r_{n+1} = \begin{cases} r_{n+1} & (r_{n+1} > r_{\min}) \\ r_{\min} & (r_{n+1} \leq r_{\min}) \end{cases}$$

[0035] 当梯度值的比例变化,家庭式空气净化机器人移动所画圆的半径也会变化,同时家庭式空气净化机器人设置一个最小半径值以防出现半径为负值的情况,半径 r_n 的首值为家庭式空气净化机器人启动后旋转一圈内轮所画的半径,其中设置最小半径值为0;

[0036] 由圆半径的计算公式可知,如果梯度值变小,家庭式空气净化机器人将以更小的半径 r_{n+1} 进行圆周运动;如果梯度值变大,家庭式空气净化机器人将以更大的半径 r_{n+1} 进行圆周运动;随着家庭式空气净化机器人越来越接近污染气源,气体浓度之间差异将会越来越小,家庭式空气净化机器人移动所画的圆就会越小;

[0037] (3) 下一个移动轨迹起点位置的确定

[0038] 这些计算得到的CGC和梯度值用来确定机器人下一个移动方向;首先,在计算的四

个梯度值中,选择第一大和第二大的梯度值,这两个梯度值的四个端点作为下一个圆周移动轨迹的备选起点,然后,家庭式空气净化机器人会在四个备选起点中选择一个最大的CGC值作为下一个圆周移动轨迹的起始点:

$$[0039] \quad G_{n,\max 1} = \Delta (CGC_{n,i}, CGC_{n,i+4}) | r_n$$

$$[0040] \quad G_{n,\max 2} = \Delta (CGC_{n,j}, CGC_{n,j+4}) | r_n$$

$$[0041] \quad (\text{起始点})_{n+1} = ((x, y) | \max (G_{n,\max 1}, G_{n,\max 2}))$$

[0042] 最终选择的最大的CGC值作为下一个机器人进行圆周运动的起点,该起点所处圆周移动轨迹方位即为污染气体来源的方向;

[0043] 步骤二:移动轨迹的确定

[0044] (1) 首先建立第一个坐标系:根据家庭式空气净化机器人的下一个移动轨迹起始点进一步确定下一个移动轨迹圆心来追踪污染气源的方向;以第一个移动轨迹圆的中心作为坐标系的原点(0,0)、原点与第一区段圆弧边中点所在直线为X轴、并以通过原点且垂直于X轴的直线为Y轴建立平面直角坐标系,设定家庭式空气净化机器人第一个移动轨迹圆中 $(r_n, 0)$ 为起始点;

[0045] (2) 建立第n个坐标系:在追寻气源的移动轨迹中,基于每个圆形移动轨迹的圆心为原点,每一个圆形移动轨迹都能够建立一个属于自己的坐标系,该坐标系相对于绝对坐标系旋转,绝对坐标系以第一个移动轨迹圆的圆周运动中心为原点;以第n个圆形移动轨迹的起始点为第一区段圆弧边中点将第n个圆形移动轨迹均分为八个区段,以圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 为原点、原点与第一区段圆弧边中点所在直线为 X_n 轴、并以通过原点且垂直于 X_n 轴的直线为 Y_n 轴建立平面直角坐标系,设定家庭式空气净化机器人第n个移动轨迹圆中 $(x_n + r_n, y_n)$ 为起始点,

[0046] (3) 计算前后两个起始点之间的角度 θ_n :当第 $(n+1)^{\text{th}}$ 圆的移动轨迹起始点通过梯度值和CGC计算得到后,以圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 为顶点、圆 n^{th} 起始点和圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 起始点的之间夹角为 θ_n ,角度 θ_n 可通过如下公式表示:

$$[0047] \quad \theta_n = (s-1) \times \frac{\pi}{4}$$

[0048] 其中s代表圆 n^{th} 的最大的CGC值所在的区段值,s可取值为1、2、3、4、5、6、7、8;

[0049] (4) 计算累积角度值:为了将移动轨迹的每一个圆心的相对位置表示成第一个圆中心的坐标系的坐标,将每个圆的坐标系以累积角度 φ_{n+1} 进行旋转;累积角度 φ_{n+1} 是圆 n^{th} 和圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的X轴之间的角度之和,圆 n^{th} 与圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的X轴之间形成的角度称为 α_n ; α_n 的值由第 $(n+1)$ 个圆形移动轨迹起始点在第n个圆形移动轨迹区段圆弧中点的位置确定,区段圆弧中点位置对应的 α_n 的角度值如表1所示:

[0050] 表1

[0051]	区段位置	1	2	3	4	5	6	7	8
	α_n	π	$-\frac{3}{4}\pi$	$-\frac{1}{2}\pi$	$-\frac{1}{4}\pi$	0	$\frac{1}{4}\pi$	$\frac{1}{2}\pi$	$\frac{3}{4}\pi$

[0052] 因为圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的轴是基于圆 n^{th} 的轴得到的,圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的累积角度值 φ_{n+1} 通过如下公式计算得到:

$$[0053] \quad \varphi_{n+1} = \sum_{t=1}^n \alpha_n$$

[0054] (5) 下一个移动轨迹圆的圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) 通过角度 θ_n 、圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 和圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的半径计算得到: 采用二维旋转矩阵旋转坐标系并计算圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) , 根据圆 n^{th} 的圆心 (x_n, y_n) 和累积角度 φ_{n+1} 计算圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) 的公式如下:

$$[0055] \quad \begin{pmatrix} x_{n+1}' \\ y_{n+1}' \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} (r_n + r_{n+1}) \cos \theta_n & (r_n + r_{n+1}) \sin \theta_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos \varphi_{n+1} & \sin \varphi_{n+1} \\ -\sin \varphi_{n+1} & \cos \varphi_{n+1} \end{bmatrix}$$

$$[0056] \quad (x_{n+1}, y_{n+1}) = (x_n, y_n) + (x_{n+1}', y_{n+1}')$$

[0057] (6) 根据下一个移动轨迹起始点、下一个移动轨迹圆的圆心和下一个移动轨迹半径构建下一个移动轨迹, 家庭式空气净化机器人根据构建的移动轨迹逐渐靠近污染气源并进行空气净化。

[0058] 本发明与现有技术相比, 所设计的一种家庭式空气净化机器人结构完备, 其污染源确定与净化方法步骤完备, 不需要通过电脑或者手机APP预设路线, 能够根据气体浓度自主规划净化路线, 自动寻找并识别污染源, 从而实现智能化净化污染源的目的。

附图说明:

[0059] 图1为本发明涉及的家庭式空气净化机器人的模块化结构原理示意框图。

[0060] 图2为本发明涉及的家庭式空气净化机器人的移动轨迹区域划分示意框图。

[0061] 图3为本发明涉及的家庭式空气净化机器人的首个移动轨迹坐标系的示意框图。

[0062] 图4为本发明涉及的家庭式空气净化机器人的两个前后相邻移动轨迹坐标系的示意框图。

具体实施方式:

[0063] 下面通过实施例并结合附图对本发明作进一步说明。

[0064] 实施例1:

[0065] 本实施例涉及的一种家庭式空气净化机器人, 其主体结构包括: 中心控制模块1、驱动模块2、启动模块3、电源模块4、提示模块5、空气净化模块6和气体浓度检测模块7; 电源模块4与启动模块3电性连接; 电源模块4采用现有机器人电池供电结构, 电源模块4用于为家庭式空气净化机器人提供电能; 启动模块3采用现有控制开关结构, 启动模块3用于控制电源模块4向家庭式空气净化机器人通电或者断电从而实现开闭中心控制模块1, 启动模块3与中心控制模块1电性连接; 中心控制模块1包括污染源定位子模块8、智能导航子模块9、智能调节子模块10和滤芯监控子模块11; 污染源定位子模块8的接收端与气体检测模块7的输出端连接通信; 污染源定位子模块8用于获取气体检测模块7检测到的气体浓度, 并根据获取的气体浓度计算累积气体浓度值和梯度值, 并进一步根据累积气体浓度值和梯度值计算移动轨迹, 将计算的移动轨迹传输给智能导航子模块9; 污染源定位子模块8的输出端与智能导航子模块9的接收端连接通信; 智能导航子模块9用于接收污染源定位子模块8发送的移动轨迹, 根据移动轨迹驱使驱动模块2运转; 智能导航子模块9的输出端与驱动模块2的接收端连接通信, 驱动模块2采用现有机器人运转驱动结构, 驱动模块2将家庭式空气净化机器人驱动至空气污染源; 气体浓度检测模块7采用气体浓度检测传感器、雾霾传感器或

者其他空气浓度传感器,气体浓度检测模块7用于采集家庭式空气净化机器人周围环境的空气浓度,并将采集的空气浓度传输给污染源定位子模块8,当检测到空气浓度超出设定的空气良好的浓度阈值时,向智能调节子模块10发送启动信号;气体浓度检测模块7的输出端与智能调节子模块10的接收端连接通信;智能调节子模块10用于接收到启动信号后启动空气净化模块6,根据室内灰尘、花粉或者其他空气污染物的浓度水平调节和修改空气净化模块6过滤的空气流量;智能调节子模块10的输出端与空气净化模块6的接收端连接通信;空气净化模块6采用现有空气净化结构,空气净化模块6用于吸附、过滤各种空气污染源(包括PM2.5,粉尘、以及装修污染、异味、过敏源等),将滤芯吸附污染物的吸附量传输给滤芯监控子模块11;空气净化模块6的输出端与滤芯监控子模块11的接收端连接通信;滤芯监控子模块11用于接收滤芯吸附污染物的吸附量,当滤芯吸附污染物的吸附量达到最大吸附程度时向提示模块5发送更换滤芯提醒信号;滤芯监控子模块11的输出端与提示模块5的接收端连接通信;提示模块5采用显示屏、蜂鸣器或者信号灯等报警装置,提示模块5用于接收更换滤芯提醒信号并发出更换滤芯提示;家庭式空气净化机器人根据污染源定位子模块8获得移动轨迹,通过智能导航子模块9移动到室内污染源区域,实现智能化净化污染源的目的。

[0066] 本实施例涉及的家庭式空气净化机器人进行污染源追踪与净化的具体过程为:

[0067] (1)通过启动模块3启动家庭式空气净化机器人,家庭式空气净化机器人以自身中心为圆点旋转做圆周运动,气体浓度检测模块7将家庭式空气净化机器人所做圆周运动均分为八个区段,在每个区段采集三个以上取样点的气体浓度值,气体浓度检测模块7将采集的气体浓度值传输给污染源定位子模块8;

[0068] 由于存在空气运动,在任何情况下都会导致某一时间点的气体浓度发生显著变化,点到点之间气体浓度存在差异,在通过气体密度信息跟踪气源的情况下,单个样本点不适合表示位置的气体浓度,因此采集气体浓度数据时,在每个区段选取三个以上取样点采集气体浓度值;

[0069] (2)污染源定位子模块8获取气体检测模块7检测到的气体浓度值后,计算累积气体浓度值和梯度值,并进一步根据累积气体浓度值和梯度值计算污染气源方向和移动轨迹,将计算的移动轨迹传输给智能导航子模块9;

[0070] (3)当气体浓度检测模块7检测到空气浓度超出空气良好的浓度阈值时,向智能调节子模块10发送启动信号,智能调节子模块10接收到启动信号后启动空气净化模块6,并根据空气污染物的浓度水平调节和修改空气净化模块6过滤的空气流量;

[0071] (4)空气净化模块6过滤净化空气,将滤芯吸附污染物的吸附量传输给滤芯监控子模块11;滤芯监控子模块11监控滤芯吸附污染物的吸附量,当滤芯吸附污染物的吸附量达到最大吸附程度时,向提示模块5发送更换滤芯提醒信号;提示模块5接收更换滤芯提醒信号后发出更换滤芯提示。

[0072] 本实施例涉及的污染源定位子模块8确定污染气源方向和移动轨迹的具体方法为:

[0073] 步骤一:污染气源方向的确定

[0074] (1)计算累积气体浓度值和梯度值:如图2所示,以气体浓度初始采集区段为第一区段将家庭式空气净化机器人所做圆形移动轨迹均分为八个区段,区段号逆时针标记,在每个区段采集三个以上取样点的气体浓度值,根据采集的气体浓度值计算出相应区段的累

积气体浓度值,使用累积气体浓度值追踪被怀疑为污染气源的浓度值局部最大点,累积气体浓度 (CGC) 计算公式为:

$$[0075] \quad CGC_i = \sum_{n_s} \text{气体浓度样本数据}$$

[0076] 其中 n_s 是抽样数据的数量, i 是区段号, i 可取值为1、2、3、4、5、6、7、8;

[0077] (3) 计算梯度值:根据CGC值计算气体分布的梯度值,梯度值表示圆周运动区内直线浓度的变化,通过直线浓度的最大变化来确定污染气源的方向,气体分布的梯度值决定家庭式空气净化机器人下一个移动轨迹的起始位置;为了计算梯度,将圆周运动区划分的八个区段中两两相对的区段作为一个部分,如下图2所示:其中第三区段和第七区段属于同一个部分;

[0078] 将圆周运动区划分的八个区段确定为四个部分,用梯度值 $G_{n,k}$ 表示每个部分两端之间气体浓度的差异程度, $G_{n,k}$ 通过如下公式获得:

$$[0079] \quad G_{n,k} = \Delta(CGC_k, CGC_{k+4}) r_n = \left| \frac{CGC_k - CGC_{k+4}}{2r_n} \right|$$

[0080] 其中 k 表示划分的需要计算的区段编号, $k+4$ 表示 k 相对的区段编号; r_n 是圆 n^{th} 的半径;

[0081] 所述圆 n^{th} 的半径由梯度值 $G_{n,k}$ 的差异确定的,家庭式空气净化机器人启动后第一个半径 r_n 为家庭式空气净化机器人内轮所画的半径;家庭式空气净化机器人下一个移动轨迹圆半径 r_{n+1} 通过选择 n^{th} 和 $(n-1)^{th}$ 的梯度比例确定,圆 $(n+1)^{th}$ 的半径计算公式为:

$$[0082] \quad r_{n+1} = \frac{G_n}{G_{n-1}} \times r_n$$

$$[0083] \quad r_{n+1} = \begin{cases} r_{n+1} & (r_{n+1} > r_{\min}) \\ r_{\min} & (r_{n+1} \leq r_{\min}) \end{cases}$$

[0084] 当梯度值的比例变化,家庭式空气净化机器人移动所画圆的半径也会变化,同时家庭式空气净化机器人设置一个最小半径值以防出现半径为负值的情况,半径 r_n 的首值为家庭式空气净化机器人启动后旋转一圈内轮所画的半径,其中设置最小半径值为0;

[0085] 由圆半径的计算公式可知,如果梯度值变小,家庭式空气净化机器人将以更小的半径 r_{n+1} 进行圆周运动;如果梯度值变大,家庭式空气净化机器人将以更大的半径 r_{n+1} 进行圆周运动;随着家庭式空气净化机器人越来越接近污染气源,气体浓度之间差异将会越来越小,家庭式空气净化机器人移动所画的圆就会越小;

[0086] (3) 下一个移动轨迹起点位置的确定

[0087] 这些计算得到的CGC和梯度值用来确定机器人下一个移动方向;首先,在计算的四个梯度值中,选择第一大和第二大的梯度值,这两个梯度值的四个端点作为下一个圆周移动轨迹的备选起点,然后,家庭式空气净化机器人会在四个备选起点中选择一个最大的CGC值作为下一个圆周移动轨迹的起始点:

$$[0088] \quad G_{n,\max 1} = \Delta(CGC_{n,i}, CGC_{n,i+4}) | r_n$$

$$[0089] \quad G_{n,\max 2} = \Delta(CGC_{n,j}, CGC_{n,j+4}) | r_n$$

$$[0090] \quad (\text{起始点})_{n+1} = ((x, y) | \max(G_{n,\max 1}, G_{n,\max 2}))$$

[0091] 最终选择的最大的CGC值作为下一个机器人进行圆周运动的起点,该起点能确定机器人的运动起始点,并不能具体确定运动轨迹;

[0092] 步骤二:移动轨迹的确定

[0093] (1) 首先建立第一个坐标系:根据家庭式空气净化机器人的下一个移动轨迹起始点进一步确定下一个移动轨迹圆心来追踪污染气源的方向;以第一个移动轨迹圆的中心作为坐标系的原点(0,0)、原点与第一区段圆弧边中点所在直线为X轴、并以通过原点且垂直于X轴的直线为Y轴建立平面直角坐标系,设定家庭式空气净化机器人第一个移动轨迹圆中 $(r_n, 0)$ 为起始点,坐标系如图3所示:

[0094] (2) 建立第n个坐标系:在追寻气源的移动轨迹中,基于每个圆形移动轨迹的圆心为原点,每一个圆形移动轨迹都能够建立一个属于自己的坐标系,该坐标系相对于绝对坐标系旋转,绝对坐标系以第一个移动轨迹圆的圆周运动中心为原点;如图4所示,以第n个圆形移动轨迹的起始点为第一区段圆弧边中点将第n个圆形移动轨迹均分为八个区段,以圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 为原点、原点与第一区段圆弧边中点所在直线为 X_n 轴、并以通过原点且垂直于 X_n 轴的直线为 Y_n 轴建立平面直角坐标系,设定家庭式空气净化机器人第n个移动轨迹圆中 (x_n+r_n, y_n) 为起始点,

[0095] (3) 计算前后两个起始点之间的角度 θ_n :当第 $(n+1)^{\text{th}}$ 圆的移动轨迹起始点通过梯度值和CGC计算得到后,以圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 为顶点、圆 n^{th} 起始点和圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 起始点的之间夹角为 θ_n ,角度 θ_n 可通过如下公式表示:

$$[0096] \quad \theta_n = (s-1) \times \frac{\pi}{4}$$

[0097] 其中s代表圆 n^{th} 的最大的CGC值所在的区段值,s可取值为1、2、3、4、5、6、7、8;

[0098] (4) 计算累积角度值:为了将移动轨迹的每一个圆心的相对位置表示成第一个圆中心的坐标系的坐标,将每个圆的坐标系以累积角度 φ_{n+1} 进行旋转;累积角度 φ_{n+1} 是圆 n^{th} 和圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的X轴之间的角度之和,圆 n^{th} 与圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的X轴之间形成的角度称为 α_n ; α_n 的值由第 $(n+1)$ 个圆形移动轨迹起始点在第n个圆形移动轨迹区段圆弧中点的位置确定,区段圆弧中点位置对应的 α_n 的角度值如表1所示:

[0099] 表1

[0100]	区段位置	1	2	3	4	5	6	7	8
	α_n	π	$-\frac{3}{4}\pi$	$-\frac{1}{2}\pi$	$-\frac{1}{4}\pi$	0	$\frac{1}{4}\pi$	$\frac{1}{2}\pi$	$\frac{3}{4}\pi$

[0101] 因为圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的轴是基于圆 n^{th} 的轴得到的,圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的累积角度值 φ_{n+1} 通过如下公式计算得到:

$$[0102] \quad \varphi_{n+1} = \sum_{i=1}^n \alpha_i$$

[0103] (5) 下一个移动轨迹圆的圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) 通过角度 θ_n 、圆 n^{th} 圆心 (x_n, y_n) 和圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的半径计算得到:采用二维旋转矩阵旋转坐标系并计算圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) ,根据圆 n^{th} 的圆心 (x_n, y_n) 和累积角度 φ_{n+1} 计算圆 $(n+1)^{\text{th}}$ 的圆心 (x_{n+1}, y_{n+1}) 的公式如下:

$$[0104] \quad (x_{n+1}', y_{n+1}') = [(r_n + r_{n+1}) \cos \theta_n \quad (r_n + r_{n+1}) \cos \theta_n] \times \begin{bmatrix} \cos \varphi_{n+1} & \sin \varphi_{n+1} \\ -\sin \varphi_{n+1} & \cos \varphi_{n+1} \end{bmatrix}$$

$$[0105] \quad (x_{n+1}, y_{n+1}) = (x_n, y_n) + (x_{n+1}', y_{n+1}')$$

[0106] (6) 根据下一个移动轨迹起始点、下一个移动轨迹圆的圆心和下一个移动轨迹半径构建下一个移动轨迹, 家庭式空气净化机器人根据构建的移动轨迹逐渐靠近污染气源并进行空气净化。基于运算的逻辑关系, 每一个圆的中心在圆移动的过程中计算得到, 采用的坐标系系统能够使我们跟踪机器人的运动和位置。

[0107] 本实施例涉及的污染源定位子模块8确定污染气源方向和移动轨迹的具体方法在没有强气流的室内环境对气源定位应用效果较好; 同样也适用于室内发生的空气污染紧急情况, 如发生燃气泄漏时, 因为将有毒气体向外扩散需要更长的时间对人类造成的危险更大, 在这种情况下, 更需要一个空气净化机器人系统来代替人类来寻找有害气体的来源并对空气进行净化。

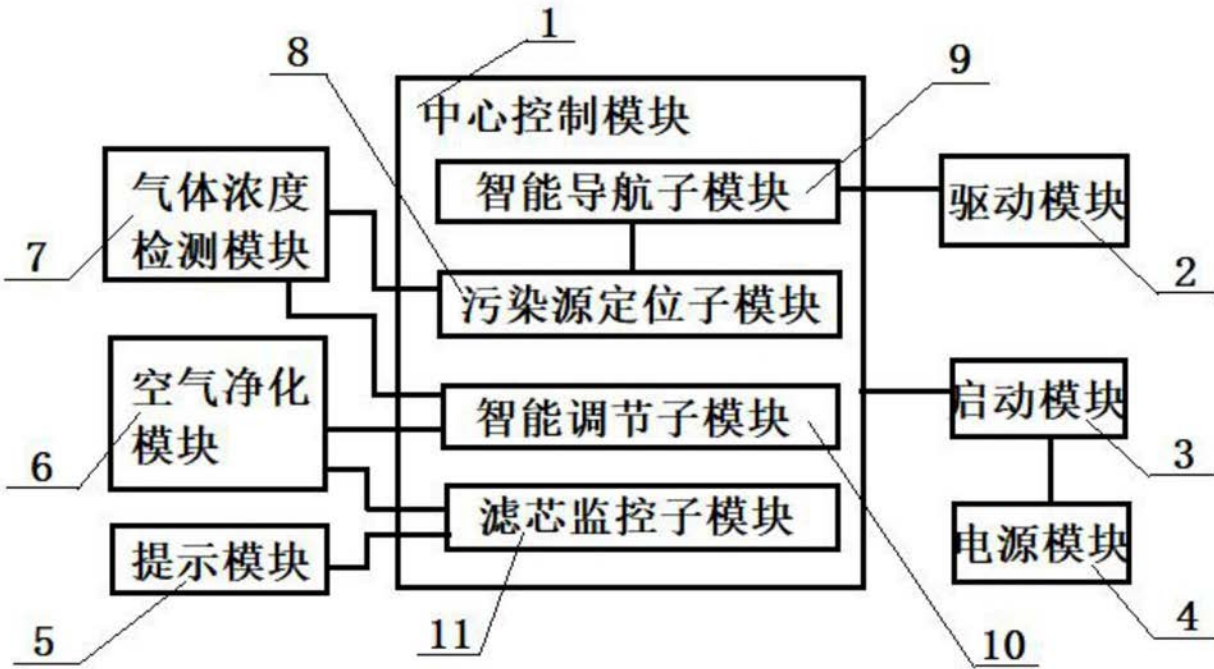


图1

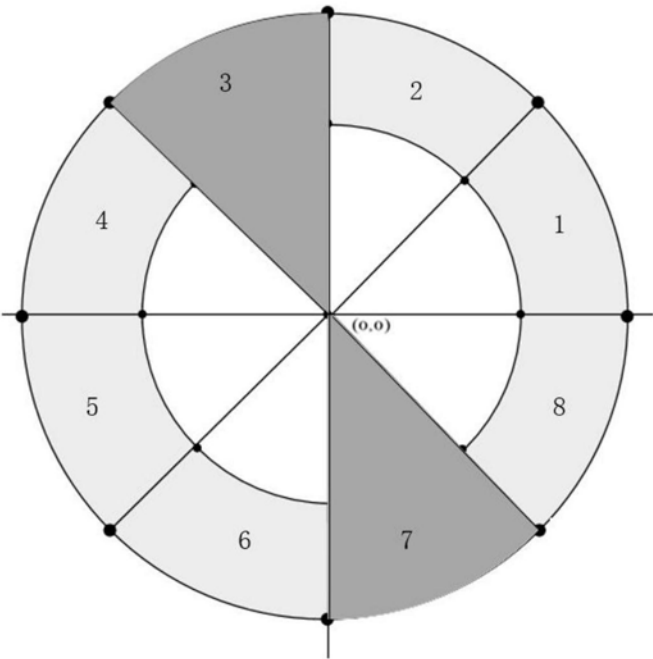


图2

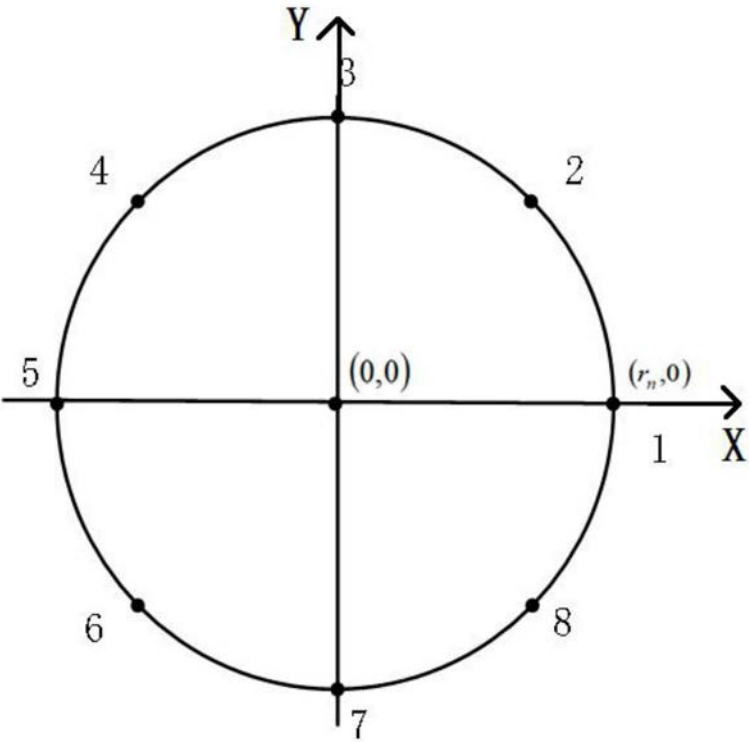


图3

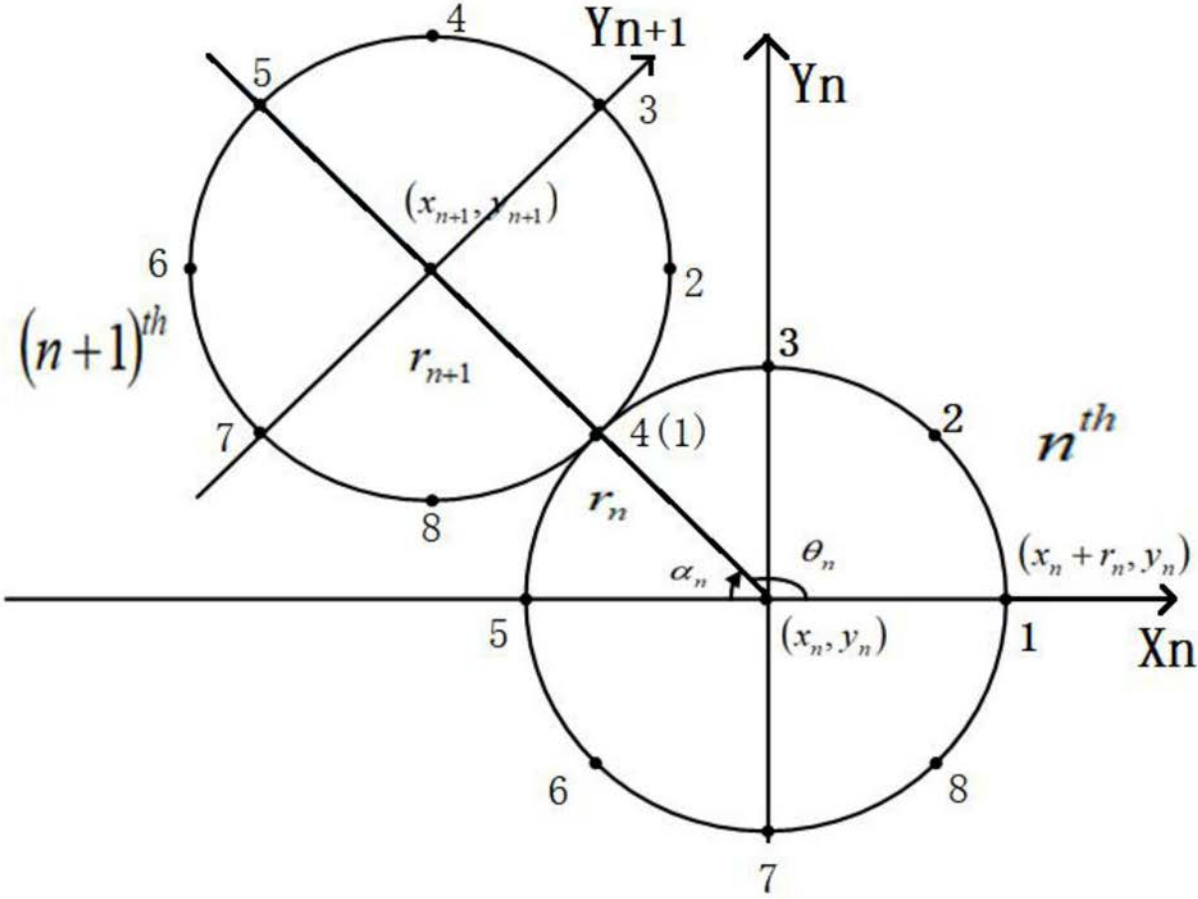


图4