



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112567959 A

(43)申请公布日 2021.03.30

(21)申请号 201911420268.X

(22)申请日 2019.12.31

(66)本国优先权数据

201910865102.2 2019.09.12 CN

(71)申请人 南京德朔实业有限公司

地址 211106 江苏省南京市江宁经济技术
开发区将军大道529号

(72)发明人 陈伟鹏 杨德中

(51)Int.Cl.

A01D 34/00(2006.01)

G05D 1/02(2020.01)

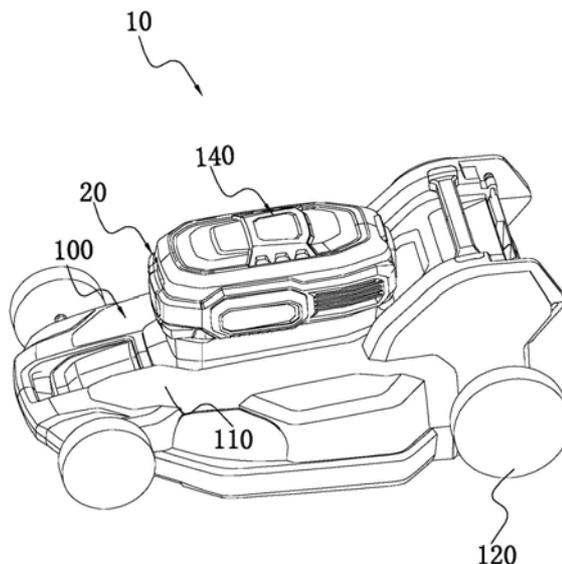
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

自行走割草系统及其漏割区域的补充作业的方法

(57)摘要

本发明提出一种自行走割草系统及其对漏割区域的补充作业的方法,自行走割草系统包括:执行机构,包括壳体,割草元件,割草元件连接于主体并用于切割植被;输出马达,用于驱动割草元件;行走轮,连接于主体;驱动马达,驱动行走轮转动;自行走割草系统还包括:控制单元,连接并控制输出马达和驱动马达;控制单元包括:边界获取模块,获取工作边界的信息以控制执行机构在工作边界内作业;漏割区域判断模块,识别工作边界内的漏割区域信息;控制模块,被设置成控制执行机构对全部漏割区域中的至少一个漏割区域逐一的进行割草。本发明可以提升割草效率,延长自行走割草系统的使用寿命,并使得草坪更加美观。



1. 一种自行走割草系统,包括:执行机构;
所述执行机构包括:
主体,包括壳体;
割草元件,连接于所述主体并用于切割植被;
输出马达,用于驱动所述割草元件;
行走轮,连接于所述主体;
驱动马达,驱动所述行走轮转动;
其特征在于:
所述自行走割草系统还包括:
控制单元,连接并控制所述输出马达和所述驱动马达;
所述控制单元包括:
边界获取模块,获取工作边界的信息以控制所述执行机构在所述工作边界内作业;
漏割区域判断模块,识别所述工作边界内的漏割区域以及所述漏割区域的位置信息;
控制模块,被设置成控制所述执行机构对全部所述漏割区域中的至少一个所述漏割区域逐一的进行割草。
2. 如权利要求1所述的自行走割草系统,其特征在于:所述自行走割草系统还包括定位组件,所述定位组件获取执行机构的行进作业过程中的位置信息并记录作业轨迹。
3. 如权利要求2所述的自行走割草系统,其特征在于:所述定位组件包括GPS定位单元、IMU惯性测量单元、位移传感器、图像传感器的一种或组合。
4. 如权利要求2所述的自行走割草系统,其特征在于:所述自行走割草系统包括图像传感器,所述图像传感器获取所述工作边界内的二维图像或三维图像以获取所述执行机构的漏割区域信息。
5. 如权利要求3或4所述的自行走割草系统,其特征在于:所述控制单元建立定位坐标系或电子地图分析所述执行机构的所述作业轨迹、所述工作边界以及所述漏割区域的位置信息。
6. 如权利要求1所述的自行走割草系统,其特征在于:在所述执行机构对所述漏割区域补充作业后,所述执行机构被控制对漏割区域的补充作业覆盖率大于80%。
7. 如权利要求1所述的自行走割草系统,其特征在于:所述控制模块被设置在所述执行机构对第N漏割区域补充作业后,选择距离所述第N漏割区域最小的未被补充作业的第M漏割区域作为下一个补充作业的漏割区域。
8. 如权利要求1所述的自行走割草系统,其特征在于:所述自行走割草系统还包括交互界面,所述交互界面可通信地和所述控制单元连接,通过所述交互界面可增加或移除所述漏割区域。
9. 一种自行走割草系统的对漏割区域的补充作业方法,包括:
选择自行走割草系统的工作区域;
启动所述自行走割草系统,对自行走割草系统的执行机构定位,以获取作业运行轨迹,判定所述执行机构行走作业覆盖的区域为已作业区域;
根据所述工作区域和所述已作业区域分析所述工作区域内的未作业区域,并判定面积大于预设值的未作业区域为漏割区域;

控制所述执行机构对所述漏割区域进行补充作业,并将完成补充作业的漏割区域标记为已作业区域;

控制所述执行机构选取剩余的漏割区域进行补充作业,直到所有的漏割区域被标记为已作业区域。

10.如权利要求9所述的自行走割草系统的对漏割区域的补充作业方法,其特征在于,在已作业区域面积与所述工作区域的总面积之比大于60%时,判断所述未作业区域是否为漏割区域,并控制所述执行机构对所述漏割区域补充作业。

自行走割草系统及其漏割区域的补充作业的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种花园电动工具,具体涉及自行走割草系统及其漏割区域的补充作业的方法。

背景技术

[0002] 智能的自行走割草机作为户外割草工具,不需要用户长期操作,智能方便而受到用户的青睐。目前智能割草机的路径规划通常为随机作业,因此会产生漏割区域,依靠智能割草机的随机作业对所有漏割区域补充割草完成,需要较长的时间,从而使得自行走割草机寿命较短,浪费能源,还容易产生遗漏的未割草区域,因此使得草坪不美观。

发明内容

[0003] 为解决现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种自行走割草系统及其漏割区域的补充作业的方法,可以提升割草效率,延长自行走割草系统的使用寿命,且使得草坪更加美观。

[0004] 为了解决本发明的主要目的,提出一种自行走割草系统,包括:执行机构;执行机构包括:主体,包括壳体;割草元件,连接于主体并用于切割植被;输出马达,用于驱动割草元件;行走轮,连接于主体;驱动马达,驱动行走轮转动;自行走割草系统还包括:控制单元,连接并控制输出马达和驱动马达;控制单元包括:边界获取模块,获取工作边界的信息以控制执行机构在工作边界内作业;漏割区域判断模块,识别工作边界内的漏割区域以及漏割区域的位置信息;控制模块,被设置成控制执行机构对全部漏割区域中的至少一个漏割区域逐一的进行割草。

[0005] 可选的,自行走割草系统还包括定位组件,定位组件获取执行机构的行进作业过程中的位置信息并记录作业轨迹。

[0006] 可选的,定位组件包括GPS定位单元、IMU惯性测量单元、位移传感器、图像传感器的一种或组合。

[0007] 可选的,自行走割草系统包括图像传感器,图像传感器获取工作边界内的二维图像或三维图像以获取执行机构的漏割区域信息。

[0008] 可选的,控制单元建立定位坐标系或电子地图分析执行机构的作业轨迹、工作边界以及漏割区域的位置信息。

[0009] 可选的,在执行机构对漏割区域补充作业后,执行机构被控制对漏割区域的补充作业覆盖率大于80%。

[0010] 可选的,控制模块被设置在执行机构对第N漏割区域补充作业后,选择距离第N漏割区域最小的未被补充作业的第M漏割区域作为下一个补充作业的漏割区域。

[0011] 可选的,自行走割草系统还包括交互界面,交互界面可通信地和控制单元连接,通过交互界面可增加或移除漏割区域。

[0012] 为了解决本发明的主要目的,提出一种自行走割草系统,的对漏割区域的补充作

业方法,包括:选择自行走割草系统的工作区域;启动自行走割草系统,对自行走割草系统的执行机构定位,以获取作业运行轨迹,判定执行机构行走作业覆盖的区域为已作业区域;根据工作区域和已作业区域分析工作区域内的未作业区域,并判定面积大于预设值的未作业区域为漏割区域;控制执行机构对漏割区域进行补充作业,并将完成补充作业的漏割区域标记为已作业区域;控制执行机构选取剩余的漏割区域进行补充作业,直到所有的漏割区域被标记为已作业区域。

[0013] 可选的,在已作业区域面积与工作区域的总面积之比大于60%时,判断未作业区域是否为漏割区域,并控制执行机构对漏割区域补充作业。

附图说明

- [0014] 图1是一种自行走割草系统的平面图;
- [0015] 图2是图1中的自行走割草系统结构框架示意图;
- [0016] 图3是图1中的自行走割草系统作业的工作区域的示意图;
- [0017] 图4是执行机构第一工作阶段时对图3中的工作区域内作业的轨迹记录示意图;
- [0018] 图5是执行机构第二工作阶段时对图3中的工作区域内作业的轨迹记录示意图;
- [0019] 图6是对图5中的部分工作区域410A中的漏割区域的放大示意图;
- [0020] 图7是自行走割草系统在工作区域内的漏割区域示意图;
- [0021] 图8是自行走割草系统对图7的漏割区域补充作业的最短作业路径示意图;
- [0022] 图9是自行走割草系统模拟计算最短作业路径一次迭代示意图;
- [0023] 图10是自行走割草系统计算最短作业路线迭代收敛示意图;
- [0024] 图11是本发明第二实施方式中自行走割草系统交互界面结构示意图。
- [0025] 图12是本发明第二实施方式中移动设备与自行走割草系统通信示意图。
- [0026] 图13是本发明第三实施方式的补充作业路径规划示意图。

具体实施方式

[0027] 在本发明的一种实施方式中,提出一种自行走割草系统,自行走割草系统用于在草坪中智能地执行割草,并修整草坪。参照图1和图2,自行走割草系统至少包括执行机构10,执行机构10包括:主体100以及连接于主体100的行走轮120和割草元件130,割草元件130可以是用以切割植被的刀片。主体100包括壳体110,壳体110包装支撑行走轮120和割草元件130等部分。行走轮120驱动智能执行机构10的行驶,割草元件130用于切割植被。执行机构10还包括控制单元200,用于控制执行机构10的运行状态。执行机构10还包括用于驱动割草元件130的输出马达131,连接行走轮130的驱动马达123,输出马达131带动割草元件130高速转动用以切割植被,驱动马达123带动行走轮120转动驱动执行机构10行驶。控制单元200通过控制输出马达131和驱动马达123,从而控制行走轮120和割草元件130的运行。执行机构10还包括电源装置140,可选的,电源装置140被实施为至少一电池包,且通过执行机构10上的电池包接口接入执行机构10,以给输出马达131和驱动马达123以及控制单元200供能。

[0028] 执行机构10包括用于控制输出马达131的输出控制器,以及控制驱动马达123的驱动控制器,输出控制器与控制单元200连接,控制单元200发送指令通过输出控制器控制

输出马达131的运行,从而控制切割割草元件130的切割状态。驱动控制器连接控制驱动马达123,且驱动控制器与控制单元200可通信地连接,从而控制单元200在接收用户的启动指令或判断启动后,分析执行机构10的行驶路线,发送行走指令到驱动控制器控制驱动马达123带动行走轮120行进。

[0029] 参照图2,控制单元200设置于自行走割草系统内,被设置为为线路板,并连接用于接收用户指令的交互界面150,交互界面设有供用户输入信息的按键。在一种实施方式中,控制单元200中至少部分模块还可以被安装于一或多个移动终端,或者使控制单元200和移动终端可通讯连接,移动终端作为执行机构10的上位机,移动终端可以被实施为计算机、智能手机等智能移动设备,用户可以通过移动终端控制执行机构10的运行。在一种实施方式中,执行机构10通过通讯装置与该移动终端传递信号,且设置控制单元200运行于该移动终端,其计算分析执行机构10的位置信息,并传递信号控制执行机构10的运行。

[0030] 自行走割草系统包括检测模块,用于检测所述执行机构10的作业状态,检测模块至少包括定位组件300,用于获取执行机构10的位置。通过对执行机构10的实时定位数据分析,获取对执行机构10行进和割草控制。参照图3,执行机构10的运行被限定在工作区域410内,工作区域410具有其工作边界420,执行机构10在被控制开启时在工作边界420内行进并进行割草。工作边界420可以通过埋线设置,此为技术领域常见手段,在此不再详述。在另一种工作边界420的限定方式中,通过选取目标工作边界420的位置坐标选定工作边界420,并获取执行机构10的实时位置信息并调控,以实现限制执行机构10于工作边界420内工作。

[0031] 参照图2和图4,定位组件300包括GPS定位单元310、IMU惯性测量单元320、位移传感器330、图像传感器340的一种或组合,用于对执行机构10位置的获取。在一种定位组件300的实施方式中,定位组件300至少包括GPS定位单元310,用于对执行机构10的位置实施获取,定位组件300还包括图像传感器340和/或位移传感器330,图像传感器340设置于执行机构10的壳体110或主体100上,通过获取执行机构10周围的景象图像信息分析执行机构10的位移数据,位移传感器330可以设置驱动马达123或者行走轮120上,用于获取执行机构10的位移数据,通过GPS定位单元310、IMU惯性测量单元320、位移传感器330、图像传感器340的一种直接获取位置信息,或者通过多个以上装置获取的信息结合修正,获取较为精确的位置信息。自行走割草系统包括边界获取模块250,获取工作边界的信息以控制执行机构10在所述工作边界内作业。用户通过执行机构或移动终端设定工作边界420,从而边界获取模块250获取工作边界420位置和分布信息,工作边界420位置信息可以是工作边界420相对自行走割草系统当前位置的距离信息,也可以为工作边界420的经纬度定位数据,在自行走割草系统获取工作开启指令后,自行走割草系统执行第一工作阶段,在第一工作阶段内,执行机构10被控制单元200控制在工作边界420内的工作区域410行进并割草,执行机构10的行进轨迹可以是无序的,或者按照预设路径地被控制运行。

[0032] 参照图5,控制单元200获取执行机构10在运行过程中的实时位置,控制单元200包括位置获取模块220和储存模块240,位置获取模块220可通信地连接于定位组件300获取执行机构10的实施位移轨迹,并由储存模块240储存执行机构10的已割草区域并标记,从而可以分析实时的已割草区域和未割草区域分布。在计算到已作业区域面积与工作区域410面积之比大于预设比值,如60%时,判断第一工作阶段完成,并控制执行机构10结束第一工作

阶段,进入第二割草阶段。在另一种实施方式中,计算到已作业区域面积与工作区域410面积之比大于90%时控制执行机构10进入第二工作阶段。在另一种方式中,计算到已作业区域面积与工作区域410面积之比大于60-90%时控制执行机构10进入第二工作阶段。

[0033] 参照图6为图5中部分工作区域410A中的漏割区域的放大示意图。控制单元200还包括漏割区域判断模块230,用于获取执行机构10在运行过程中的漏割区域430的信息即未作业区域,漏割区域判断模块230获取工作边界420,以及储存模块240内储存的已割草区域的位置信息,分析工作边界420内的工作区域410中,被标记的已割草区域之外的位置信息,从而获取执行机构10在第一工作阶段中作业遗漏的区域的的位置信息,并将作业漏割区域430的位置信息储存在储存模块240,如未作业区域的面积,坐标,各未作业区域之间的距离,因为未作业区域的边界通过追踪执行机构10的位移情况而获得,所以未作业区域的以上参数信息可以获得。

[0034] 在另一种漏割区域判断方式中,检测模块包括用于检测漏割区域信息的图像传感器340。对执行机构10的漏割区域430的判断通过图像传感器340获取,图像传感器340设置于壳体110或主体100,在执行机构10进行第一工作阶段时,通过图像传感器340直接捕获草坪图像,图像传感器获取工作边界内的二维图像或三维图像获取未割草区域面积和位置信息,以获取所述执行机构作业的漏割区域信息。控制单元并将未割草区域面积和位置信息储存在储存模块240内,并随着执行机构10的行进作业过程,刷新未作业区域的信息,并储存在执行机构10内,并在未作业区域的总面积与工作区域410的面积之比小于预设数值如10%后,判断第一工作阶段完成,并控制第一工作阶段结束,此时漏割区域判断模块230获取未割草区域的信息,即漏割区域430的位置信息,面积和各漏割区域430的距离。

[0035] 控制单元200还包括填充规划模块210,填充规划模块210用于对漏割区域430的补充作业的规划,填充规划模块210生成一个对全部漏割区域中的至少一个漏割区域依次进行割草的作业路线,填充规划模块210分析第一工作阶段内的漏割区域430信息,填充规划模块210将需要补充作业的漏割区域430分为第一漏割区域,第二漏割区域,第N漏割区域等,并有序地对第一漏割区域、第二漏割区域、第N漏割区域标号或排序,从而生成补充割草的第二工作阶段的补充作业路线,并控制执行机构10根据已生成的补充作业路径行进并割草。

[0036] 参照图2,控制单元200包括控制模块260,控制模块260连接并控制驱动马达和输出马达,控制模块260驱动执行机构10按照补充作业路径行进并作业割草,行走轮120设为两个,分别为第一行走轮121和第二行走轮122,驱动马达123设为第一驱动马达和第二驱动马达,驱动控制器连接第一驱动马达和第二驱动马达,控制单元200通过驱动控制器控制第一驱动马达和第二驱动马达的转速,以控制执行机构10的行进状态。在第二工作阶段,即对执行机构漏割区域进行补充作业时,控制单元200根据补充作业路径,控制执行机构10安装补充作业路径的轨迹移动并作业,使得执行机构10按照漏割区域顺序依次行驶作业,从而使得执行机构10高效地完成补割工作。

[0037] 在第二工作阶段中,自行走割草系统的定位组件300获取执行机构10的实时定位,并按顺序地根据储存模块240内所储存的漏割区域430位置信息,控制执行机构10的行进速度和转向,并控制执行机构10在对应的漏割区域430工作。如在第二工作阶段内,控制单元200驱动执行机构10朝向第一漏割区域移动,通过分析执行机构10当前的位置和第一漏割

区域的距离,控制单元200通过驱动控制器使得第一行走轮121和第二行走轮122差速转动,通过第一行走轮121 和第二行走轮122的差速转动使得执行机构转向第一漏割区域并移动。在另一种实施方式中,执行机构10包括第一行走轮121和第二行走轮122,和第一行走轮121和第二行走轮122之间的差速器,差速器用于第一行走轮121和第二行走轮122的差速控制,通过驱动控制器控制变速器,使得第一行走轮121和第二行走轮122差速行驶,从而使得执行机构10转向。

[0038] 在定位组件300检测到执行机构10位置和第一漏割区域重叠时,判断执行机构10行驶到第一漏割区域并发送指令到输出控制器,使得输出马达131驱动割草元件130转动对第一漏割区域割草。漏割区域判断模块230获取第一漏割区域是否完成,并在执行机构10对第一漏割区域作业完成时,判断对第一漏割区域的补充作业完成,并由控制单元200控制执行机构10朝向第二漏割区域,并重复以上步骤直到完成对所有漏割区域430或者所有漏割区域中需要补充作业的漏割区域的作业工作,提升了执行机构10的工作效率,并有效的对执行机构 10前期漏割的区域补充割草,使得自行走割草系统所修正的草坪更加美观,且节约能源。

[0039] 漏割区域判断模块230根据执行机构10的工作轨迹分析未作业区域,并分析未作业区域边界,在未作业区域面积大于预设值时,判断其为漏割区域430,并结合用户的操作判断全部漏割区域中的需要补充作业的漏割区域,并控制执行机构10依次对漏割区域430补充作业,在未作业区域面积小于预设值时,判断未作业区域无需补充作业,并控制执行机构10不对未作业区域作业。

[0040] 在本发明的第一较佳实施方式中,参照图7,控制单元建立定位坐标系分析执行机构10位置和工作路径位置信息。定位组件在水平面建立定位坐标系,并以某点为原点如充电站的位置或执行机构10的起始位置,并通过定位组件的GPS 定位单元310,IMU惯性测量单元320等装置获取执行机构10的位置信息,并将执行机构10的位置信息转换到定位坐标系内对应的位置坐标数据,并储存在储存模块;定位组件记录执行机构10作业的轨迹,转换到对应的位置坐标数据,并储存在储存模块。通过分析执行机构10的轨迹数据,计算未作业区域并根据面积或形状判断是否为漏割区域。在控制执行机构10对补充作业时,根据分析执行机构10的实施位置信息,和漏割区域的位置信息,控制执行机构10进入漏割区域,且在执行机构10进入漏割区域后,控制割草元件130旋转以割草。参照图4,控制单元200可生成定位坐标系或电子地图,用于分析执行机构10的位置和规划路径。参照图8,填充规划模块210内储存路径规划最优算法,通过路径规划最优算法对漏割区域补充作业的路径进行分析,分析执行机构10对第一漏割区域、第二漏割区域、第N漏割区域依次的作业次序,以获取对漏割区域 430补充作业的最短作业路径规划,使得执行机构10以最高效率地,行驶最短距离地完成对所有漏割的漏割区域的补充作业,或者与最短作业路径的路程偏差小于50%以内,使得执行机构10相对高效的对漏割的漏割区域补充作业,提升执行机构10的工作效率。在计算漏割区域430之间的距离时,可以选择漏割区域的几何中心作为漏割区域430的标志点431,或者选择某个方向上漏割区域的最外围的点作为标志点431,参照图6,如选取所有漏割区域430最西侧的点作为标志点431,或者漏割区域中的任意一点作为标志点431。计算两两漏割区域 430的标志点431的距离,以计算漏割区域之间的距离。执行机构10以漏割区域430的标志点431为目标点,通过标志点431的位置信息的导向作用向漏割区域430移

动。

[0041] 因为不同标识点431的选取和障碍物的影响,实际执行机构10对最短作业路径的执行的作业路径,与最短作业路径存在误差,在本实施例中,将填充规划模块计算的对全部漏割区域中的至少一个漏割区域依次进行割草的最短路径定义为最短作业路径,则实际执行的执行机构10的作业路径的长度与所述最短作业路径的长度比值大于等于1且小于等于1.2。在一种情况中,作业路径的长度与最短作业路径的长度比值大于等于1且小于等于1.1。

[0042] 在本实施例中所指的最短作业路线,为一种对漏割区域的补充作业的顺序,不同的标志点431的选取对应不同的补充作业路线长度,因此最短作业路线的实际作业距离可能在一个范围区间。

[0043] 在执行机构10对漏割区域进行补充作业时,控制模块260控制执行机构10按照最短作业路线中的所述漏割区域被补充作业次序,依次对所述漏割区域补充作业。执行机构10进入漏割区域内,且割草元件被驱动转动以进行割草作业。执行机构10被控制在漏割区域内旋转移移动作业,弓字形移动作业,或者在一定范围内无序作业,且在执行机构10被控制对漏割区域的补充作业覆盖率大于80%后,判定对该漏割区域完成补充作业。即执行机构10作业覆盖的面积与未被作业时的漏割区域总面积之比大于80%。执行机构10在漏割区域之间移动时,可能经过其它漏割区域,在没有对其经过的漏割区域作业覆盖率达到大于80%时,该情况不为本实施方法所提到的补充作业。

[0044] 填充规划模块内设有路径规划算法,从而计算出生成一个对全部所述漏割区域中的至少一个漏割区域依次进行割草的作业路线,并由控制模块根据计算的作业路径控制执行机构对漏割区域补充作业。

[0045] 填充规划模块内设有路径规划算法,从而计算出生成一个对全部所述漏割区域中的至少一个漏割区域依次进行割草的最短作业路线,路径规划算法可以是:禁忌算法、Dijkstra算法、模糊逻辑算法、人工势场法、空间离散法、A*法、蚁群算法等,从而计算出对漏割区域的最短作业路线,对漏割区域的最短作业路线可以理解为对漏割区域选择作业的顺序,该对漏割区域选择作业的顺序可以实现对漏割区域最快补充作业的目的。对漏割区域的最短作业路线也可以是控制执行机构对漏割区域补充作业的最短路径的路线,从而提升补充作业的速度。

[0046] 提供一种填充规划模块210内的路径规划的计算最短作业路径的方法。在定位坐标系或电子地图内生成模拟执行机构。填充规划模块210计算漏割区域之间的模拟路线,并储存为第一模拟路径441、第二模拟路径441、第N模拟路径441等。填充规划模块210计算模拟执行机构经过所有漏割区域的模拟路线,即从第一模拟路径、第二模拟路径、第N模拟路径选取路径并排序,使得模拟路线包括了所有的漏割区域,模拟总路线包括第一模拟路线,第二模拟路线、第N模拟路线,不同的模拟路线对应不同的第一模拟路径、第二模拟路径、第N模拟路径的排序。可以理解的是模拟路线并非需要包括所有的模拟路径441,而是包括所有的漏割区域。第一模拟路线、第二模拟路线、第N模拟路线中的一条为最短作业路线440,其对应着作业完成所有待工作区域410的最短路径。

[0047] 填充规划模块210按照预设的蚁群算法,模拟执行机构在第一模拟路径、第二模拟路径、第N模拟路径44多次行驶,且在模拟执行机构每驶过的模拟路径441一次,对该模拟

路径441标记因子,标记因子为一种信息素,不同标记因子浓度的模拟路线,对应不同的模拟执行机构的选择概率。

[0048] 现提供最短作业路线440的分析方法,填充规划模块210生成m个模拟执行机构,以一个模拟执行机构为例,模拟执行机构任选某一漏割区域作为起点,从漏割区域i到漏割区域j的转移概率为P,且被模拟执行机构选择过的漏割区域被标记为已作业区域,模拟执行机构后续不会重复选择已作业区域。

[0049] 模拟执行机构遵循转移概率选择下一个漏割区域,在模拟执行机构对所有的漏割区域标记经过后,填充规划模块210根据模拟执行机构对模拟路径441的选择添加或挥发标记因子,标记因子浓度根据信息浓度函数 τ 决定,填充规划模块210根据信息浓度函数 τ 刷新标记因子,对被选中的模拟路径441的标记因子增加,对未被选择的模拟路径441的标记因子挥发,降低其标记因子数量。填充规划模块210读取模拟路径441的距离,并取模拟路径441的距离的倒数为启发函数 η ,模拟执行机构的转移概率与信息浓度函数 τ 和启发函数 η 正相关。

[0050] 模拟执行机构在漏割区域i到漏割区域j的转移概率P为启发函数 η 和信息浓度函数 τ 的乘积与漏割区域i到各漏割区域点的转移概率P为启发函数 η 和信息浓度函数 τ 的乘积之和的比值,对于模拟执行机构已经经过的已割草区域,其概率为零。信息浓度函数 τ 由信息增强函数和信息挥发函数之和计算,信息挥发函数具有挥发系数如0.5,在单路径模拟中,被模拟执行机构经过的模拟路径441的标记因子根据信息增强函数增加 $\Delta\tau$,且累计标记因子函数为之前的50%的标记因子数目与信息增强量 $\Delta\tau$ 之和,未被模拟执行机构经过的路径的标记因子浓度降低50%。

[0051] 参照图9,自行走割草系统模拟计算最短作业路径一次迭代的示意图,在模拟执行机构在完成一次转移后,根据预设算法对模拟路径441的标记因子更新,并更改已经过的漏割区域为已作业区域,并且在本次模拟中不会被选中,且各模拟执行机构根据其转移概率P被分配到下一个漏割区域,重复以上动作,直到所有的漏割区域被选择经过,判断该模拟执行机构模拟出一模拟路线,并根据信息浓度函数 τ 更新标记因子数量,并在所有的m个模拟执行机构完成模拟路线后,对模拟路线更新信息浓度函数 τ ,并对以上动作重复执行,迭代运算,直到模拟执行机构在标记因子的引导下重复某一模拟路线预设值A次以上,或者迭代运算预设值B次以上,如模拟执行机构在标记因子的引导下重复某一模拟路线预设值50次以上,或者迭代运算预设值如100次以上,并确定模拟路线被选定次数最多的为最短作业路线440。

[0052] 参照图10,为自行走割草系统计算最短作业路线迭代收敛示意图,图中虚点为自行走割草系统的所有模拟执行机构模拟作业路线的距离统计,实线为本实施例中的自行走割草系统的一个模拟执行机构模拟作业路线的距离统计。在迭代80次后,得出当前作业情境下的对漏割区域补充作业的最短作业路线。

[0053] 在一种实施方式中,信息增强量 $\Delta\tau$ 为一常数与当前模拟路径441距离之比,即采用蚁周系统计算信息增强量 $\Delta\tau$,在模拟路径441未被选择经过时,信息增强量 $\Delta\tau$ 为0。信息增强量 $\Delta\tau$ 也可以通过蚁量系统、或蚁密系统计算,在次不再详述。

[0054] 转移概率P可以采用以下公式计算:

$$[0055] \quad P_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in J_k(i)} [\tau_{is}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{is}(t)]^\beta} & \text{如果 } j \in J_k(i) \\ 0 & \text{否则} \end{cases} \quad (1)$$

[0056] 其中, α 为标记因子指数, β 为启发指数, J_k 为未割草区域。

[0057] 信息浓度函数 τ 和信息增强量 $\Delta \tau$ 分别为:

$$[0058] \quad \tau_{ij}(t+n) = (1-\rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta \tau_{ij}(t) \quad (2)$$

$$[0059] \quad \Delta \tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k(t) \quad (3)$$

[0060] 其中, ρ 为标记因子挥发系数。

[0061] 在另一种实施方式中, 填充规划模块210内的路径规划最优算法采用A*算法, 并在定位坐标系或电子地图内生成模拟执行机构。填充规划模块210计算漏割区域之间的模拟路线, 并计算第一模拟路线、第二模拟路线、第N模拟路线中的一条为最短作业路线440, 其对应着作业完成所有待工作区域410的最短路径。填充规划模块210建立启发代价函数 $F=G+H$, F 为总移动代价, G 为父节点到当前块的移动代价, H 为当前块到终点的移动代价, 每一步均选择代价数最小的方案, 从而计算出上述最短作业路线。

[0062] 在两个漏割区域之间具有障碍物时, 填充规划模块210内的对补充作业的作业路径规划可以采用人工势场法: 建立势场函数, 与目标点为引力, 障碍物为斥力; 或者采用动态窗口DWA法等等, 以寻求对漏割区域430之间的最短模拟路径。结合最短作业路径的对漏割区域430的补充顺序, 从而得到最短模拟路线的最短作业距离。

[0063] 在本发明的第二实施方式中, 参照图11和图12, 自行走割草系统设有与用户交互的交互界面150, 交互界面可通信地和控制单元连接, 交互界面150可显示自行走割草系统的运行状态信息, 并设有按键或开关供用户控制自行走割草系统的启动和运行。交互界面150与控制单元连接, 用户通过按键或开关传输控制指令时, 由控制单元获取分析并输出响应的控制指令到对应的控制器, 以控制自行走割草系统的运行。交互界面150可以设置搭载于移动终端20, 通过移动终端20向用户提供自行走割草系统的运行状态信息, 并由用户通过移动终端20 传递用于控制自行走割草系统的运行状态。

[0064] 控制单元生成电子地图151分析执行机构10a位置和工作路径位置信息。电子地图可通过交互界面150显示给用户。定位组件300获取执行机构10a的实时位置和运行轨迹, 并在电子地图151上生成对应的虚拟执行机构10a和运行轨迹, 并随着执行机构10a的作业分析对应的未作业区域, 即漏割区域430a, 并在电子地图151上生成对应的虚拟漏割区域。控制单元生成电子地图151, 并将电子地图151的信息内容存储到存储模块内, 使得电子地图151搭载控制单元运行。控制单元匹配执行机构10a的工作区域410a到该电子地图151, 从而通过操作电子地图151选取执行机构10a工作区域410a的工作边界420a, 并在电子地图 151上显示出来。控制单元包电子地图控件, 电子地图控件内包括世界电子地图信息或者区域电子地图信息, 或可加载在线电子地图信息和离线电子地图信息的一种或组合。电子地图控件被设置可提取区域电子地图信息, 本领域的技术人员可以理解, 电子地图151展示的任何位置点对应的国际标准的经纬度数据信息, 电子地图控件或云端内储存着其展示区域

地图中任意位置点的经纬度数据信息,也就是说电子地图151所展示的位置点对应的实际位置的经纬度数据通过电子地图控件可获取。电子地图控件被实施为G-Map控件,G-Map控件为现有的电子地图151加载处理工具,通过G-Map控件初始化及加载电子地图151的显示内容和运行数据信息,设定电子地图151显示中心点、缩放级别、分辨率、视图类型等显示信息。边界获取模块和电子地图控件可通信连接,用户在电子地图151上选择工作区域边界,并与实际工作区域边界对应,从而边界获取模块获取待作业的工作边界。

[0065] 漏割区域判断模块根据执行机构10a的工作轨迹分析未作业区域,并由填充规划模块判断未作业区域是否为漏割区域430a,并将待作业区域投射到电子地图151,在电子地图151生成虚拟漏割区域,并分析漏割区域边界,在电子地图151生成虚拟漏割区域边界,并由填充规划模块判断未作业区域是否为漏割区域。在定位组件300检测到虚拟执行机构10a位置进入虚拟漏割区域边界内时,即定位组件300检测到执行机构10a位置进入漏割区域边界内,判断执行机构10a行驶到第一漏割区域并发送指令到输出控制器,使得输出马达131驱动割草元件130转动对第一漏割区域割草。执行机构10a在对漏割区域430a内作业,漏割区域判断模块获取第一漏割区域是否完成,并在执行机构10a对第一漏割区域作业完成时,判断对第一漏割区域的补充作业完成,并由控制单元控制执行机构10a朝向第二漏割区域,并重复以上步骤直到完成对所有漏割区域430a的作业工作。

[0066] 控制单元通过电子地图151对应的显示模拟漏割区域,即模拟漏割区域的位置和实际的漏割区域位置对应,且通过交互界面显示该电子地图151,以使用户获取漏割区域状态。通过交互界面,用户可选择输出信息以添加或删除漏割区域。具体的,用户通过观察工作边界内情况,分析漏割区域情况,如实际需要增加的作业区域,或者工作区域内有障碍物等情况,并分析判断该漏割区域在电子地图151或定位坐标系内的位置,通过交互界面对应的在电子地图151或定位坐标系内选定对应的漏割区域,以增加漏割区域,或删除系统选定的相应漏割区域。填充规划模块生成模拟执行机构a,用于模拟执行机构a对漏割区域的行进作业。

[0067] 在本发明的第三实施方式中,与第一实施方式不同的是,在第二工作阶段,即对执行机构漏割区域进行补充作业时,控制模块,被设置成控制执行机构对全部漏割区域中的至少一个漏割区域逐一的进行割草。参照图13,填充规划模块根据漏割区域430b的位置规划出对漏割区域不重复作业的补充路径440b,控制单元根据漏割区域430b的补充顺序,控制执行机构安装补充作业路径的轨迹移动并作业,使得执行机构按照漏割区域顺序依次行驶作业,不重复地对漏割区域作业以高效地完成补割工作。

[0068] 在第二工作阶段中,自行走割草系统的定位组件获取执行机构的实时定位,并按顺序地根据储存模块内所储存的漏割区域430b位置信息,图中漏割区域430b也可以理解为标志点。控制执行机构的行进速度和转向,并控制执行机构在对应的漏割区域430b工作。如在第二工作阶段内,控制单元驱动执行机构朝向某漏割区域移动,通过分析执行机构当前的位置和第一漏割区域的距离,控制单元通过驱动控制器使得第一行走轮和第二行走轮差速转动,通过第一行走轮和第二行走轮的差速转动使得执行机构转向第一漏割区域并移动。

[0069] 在定位组件检测到执行机构位置和第一漏割区域重叠时,判断执行机构行驶到第一漏割区域并发送指令到输出控制器,使得输出马达驱动割草元件转动对第一漏割区域割

草。漏割区域判断模块获取第一漏割区域是否完成,并在执行机构对第一漏割区域作业完成时,判断对第一漏割区域的补充作业完成,并由控制单元控制执行机构朝向第二漏割区域,并重复以上步骤直到完成对所有漏割区域 430b 的作业工作,且不会对未割草区域重复割草,提升了执行机构的工作效率,并有效的对执行机构前期漏割的区域补充割草,使得自行走割草系统所修正的草坪更加美观,且节约能源。在一种对漏割区域的补充规划路线方式中,填充规模模块设有算法,选取距离执行机构最近的点作为起始点,选择距离上一个漏割区域或者起始点距离最近的漏割区域作为下一个漏割区域,直到所有的漏割区域被选中,并按照漏割区域的被选中顺序生成对应的补充作业路径。因此,控制模块被设置控制执行机构对第N漏割区域补充作业后,选择距离所述漏割区域最小的未被补充作业的第M漏割区域作为下一个补充作业的漏割区域。根据该补充作业路径控制执行机构按照对应顺序对漏割区域补充作业,以完成对所有漏割区域的补充作业,且漏割区域不会被重复补充作业,从而提升了执行机构的作业效率。

[0070] 提供一种对执行机构10最优路线的漏割区域430补充作业方法:

[0071] S1、获取执行机构10的未作业区域的位置信息和面积,若未作业区域的面积大于预设值L则判断其为漏割区域,计算漏割区域之间距离;

[0072] S2、生成m个模拟执行机构,每个模拟执行机构随机选择漏割区域作为起点;

[0073] S3、m个模拟执行机构以转移概率P选择下个漏割区域,其中,漏割区域被模拟执行机构n选择,则该被选择的漏割区域从模拟执行机构n的可选择对象中排除;

[0074] S4、判断漏割区域是被m个模拟执行机构分别全部被选择,

[0075] 如果否,重复步骤S3,如果是,执行步骤S5,

[0076] 记录m个模拟执行机构模拟的模拟路线,根据信息浓度函数 τ 对模拟路线设定标记因子并记录为一次迭代计算;

[0077] S6、判断迭代次数是否大于预设值,如果否,重复步骤S2,如果是,执行步骤S7获取m个执行机构10模拟次数最多的模拟路线,并判断为最短作业路线 440;

[0078] S8、控制执行机构10按照最短模拟路线对全部漏割区域中的至少一个漏割区域进行补充作业。

[0079] 提供一种对执行机构10最优路线的漏割区域430补充作业方法:

[0080] S1、获取执行机构10的未作业区域的位置信息和面积,若未作业区域的面积大于预设值L则判断其为漏割区域,计算漏割区域之间距离;

[0081] S2、生成m个模拟执行机构,每个模拟执行机构随机选择漏割区域作为起点;

[0082] S3、m个模拟执行机构以转移概率P选择下个漏割区域,其中,漏割区域被模拟执行机构n选择,则该被选择的漏割区域从模拟执行机构n的可选择对象中排除;

[0083] S4、判断漏割区域是被m个模拟执行机构分别全部被选择,

[0084] 如果否,重复步骤S3,如果是,执行步骤S5,

[0085] 记录m个模拟执行机构模拟的模拟路线,根据信息浓度函数 τ 对模拟路线设定标记因子并记录为一次迭代计算;

[0086] S16、判断是否有一条模拟路线被模拟次数超过预设值N,如果否,重复步骤S2到S4,如果是,执行步骤S17,获取该模拟路线,并判断为最短作业路线;

[0087] S18、控制执行机构10按照最短模拟路线对全部漏割区域中的至少一个漏割区域

进行补充作业。

[0088] 综上,提供一种执行机构10漏割区域430的识别与判断的方法:

[0089] S21、选择执行机构10的工作区域410;

[0090] S22、启动所述执行机构10,通过定位组件300获取并记录所述执行机构10 的作业运行轨迹,判定执行机构10作业经过的区域为已割草区域;

[0091] S23、计算所述执行机构10的已作业区域面积和所述工作区域410总面积之比是否大于预设值M;

[0092] S24、如果是,获取工作区域410中所述执行机构10未作业区域,并判断为漏割区域430。

[0093] 进一步的,计算执行机构10的各未作业区域的面积,若为作业区域的面积大于预设值L,判断所述作业区域为漏割区域430。

[0094] 在另一种实施方式中,提供一种执行机构10漏割区域430的识别与判断方法:

[0095] S31、选择执行机构10的工作区域410;

[0096] S32、启动执行机构10,通过图像传感器340获取智能执行机构10的未作业区域并更新;

[0097] S33、判断当前未被执行机构10工作区域410的面积与工作区域410总面积之比是否小于预设值N;

[0098] S34、如果是,获取图像传感器340当前分析的未作业区域并判断为漏割区域430。

[0099] 进一步的,计算执行机构10的各未作业区域的面积,若为作业区域的面积大于预设值L,判断所述作业区域为漏割区域430。

[0100] 提供一种执行机构10漏割区域430的补充作业的方法:

[0101] S41、选择自行走割草系统的工作区域;

[0102] S42、启动自行走割草系统,对自行走割草系统的执行机构10定位,以获取作业运行轨迹,判定执行机构10行走作业覆盖的区域为已作业区域;

[0103] S43、根据工作区域和已作业区域分析工作区域内的未作业区域,并判定面积大于预设值的未作业区域为漏割区域;

[0104] S44、如果是,根据工作区域和已作业区域分析工作区域内的未作业区域,并判定面积大于预设值的未作业区域为漏割区域,并且根据漏割区域的信息规划对漏割区域的补充作业的作业路线,如果否,重复步骤S43;

[0105] S45、使得执行机构10的作业路线和对应的完成全部漏割区域中的至少一个漏割区域的最短作业路线长度比值大于等于1且小于等于1.2,并停止。

[0106] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,上述实施例不以任何形式限制本发明,凡采用等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案,均落在本发明的保护范围内。

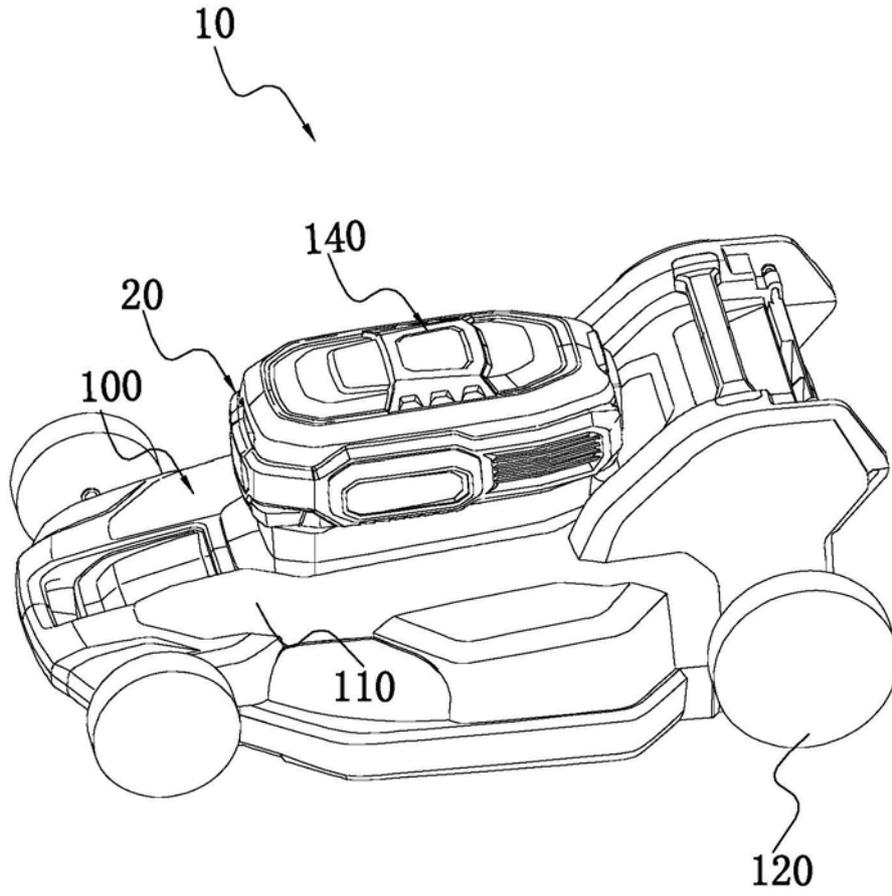


图1

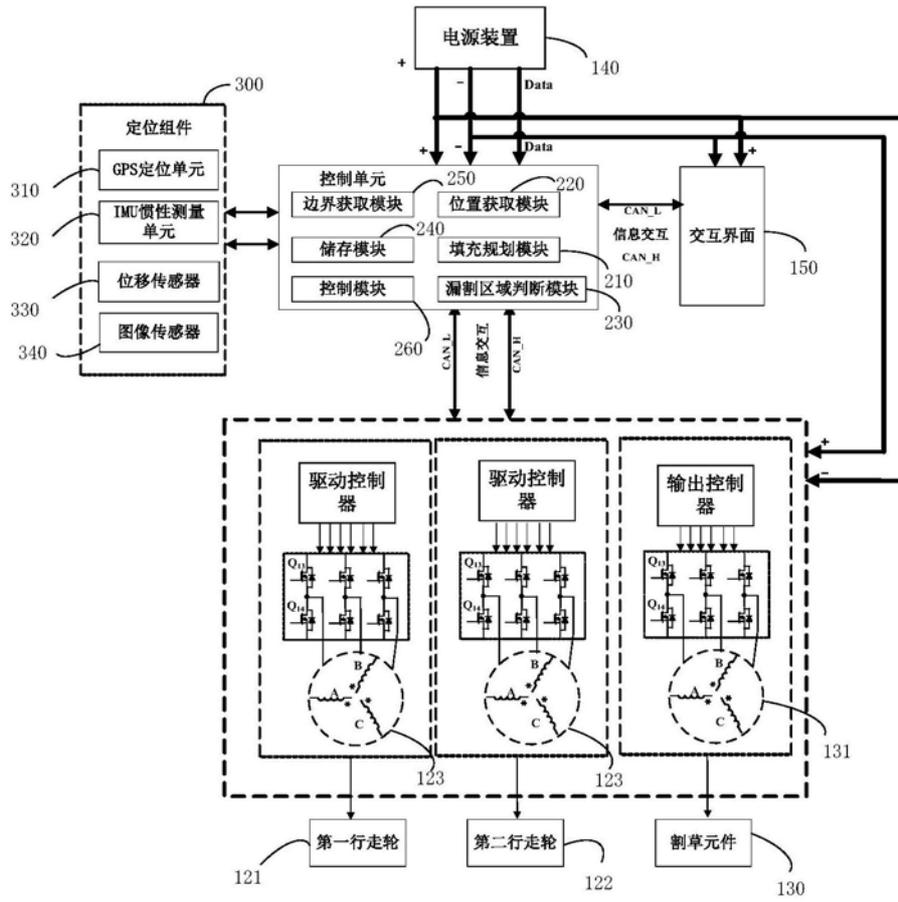


图2

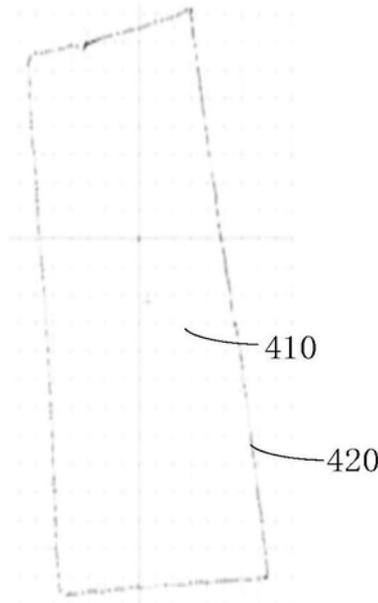


图3

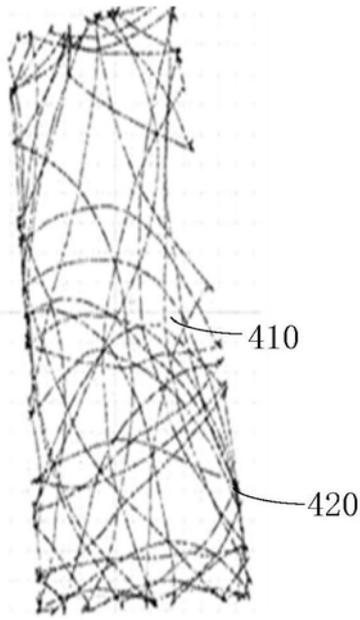


图4

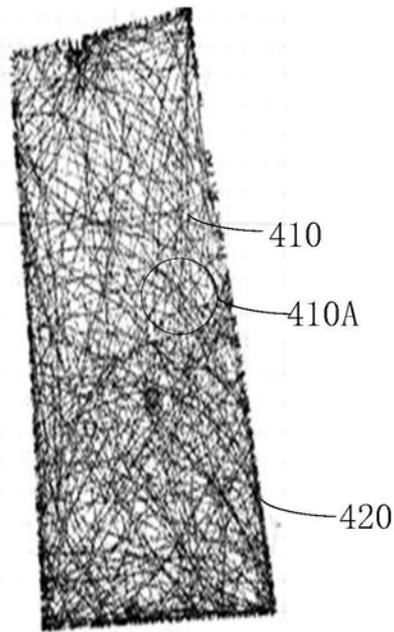


图5

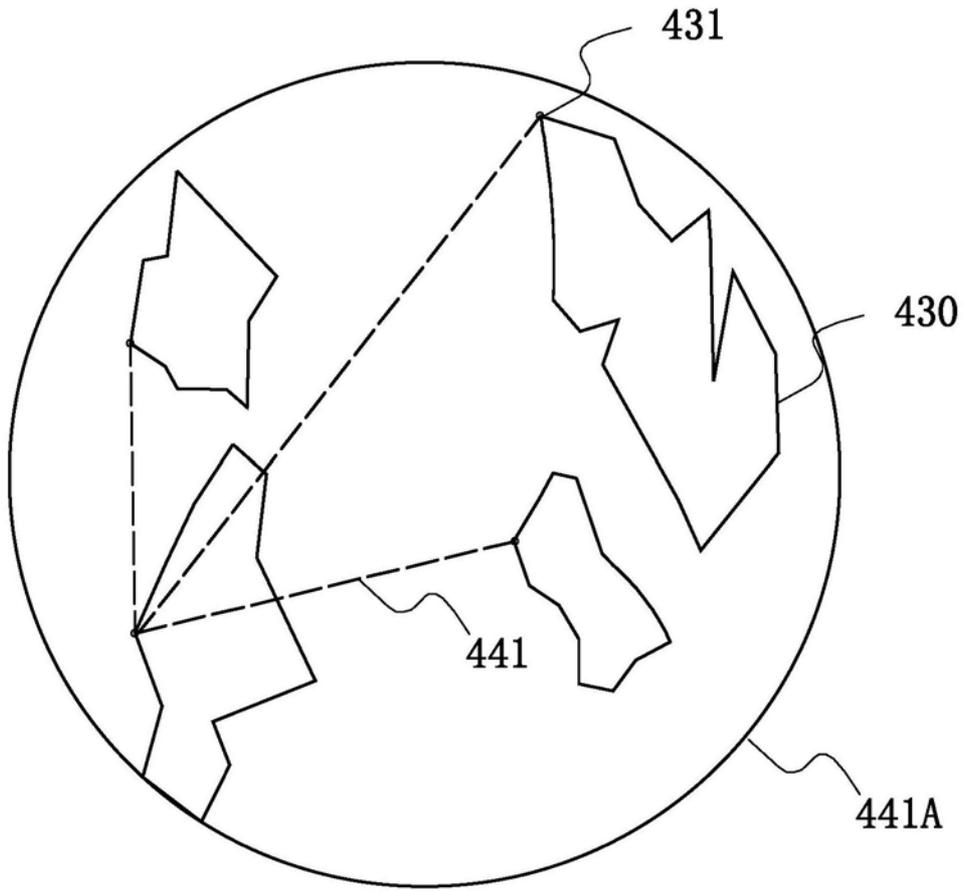


图6

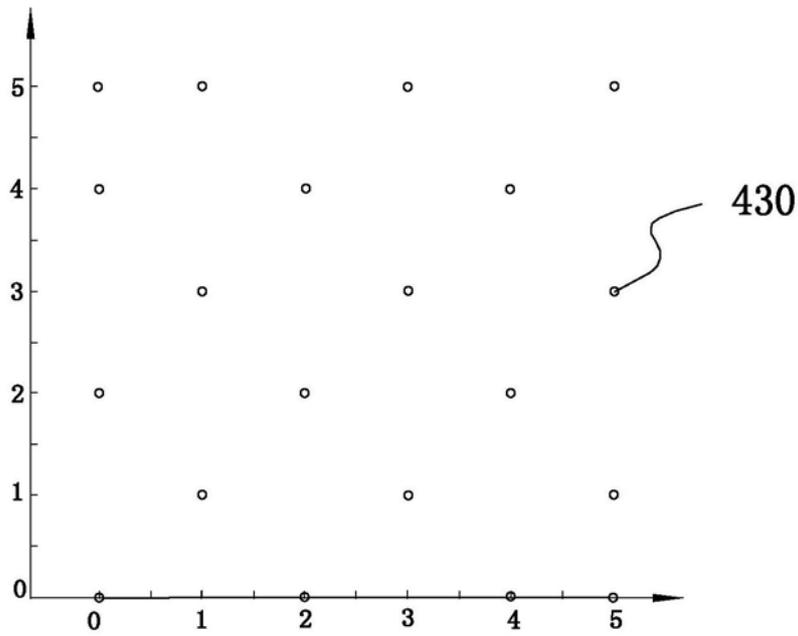


图7

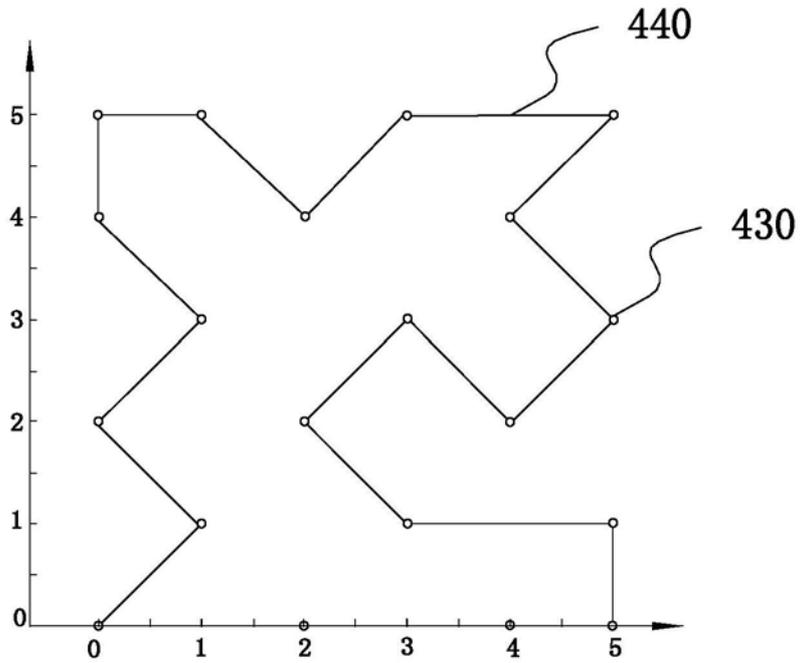


图8

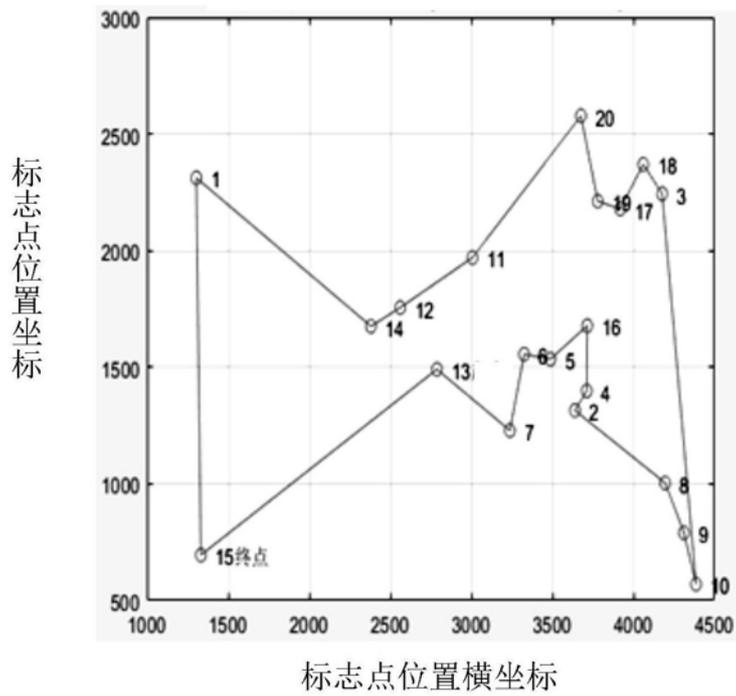


图9

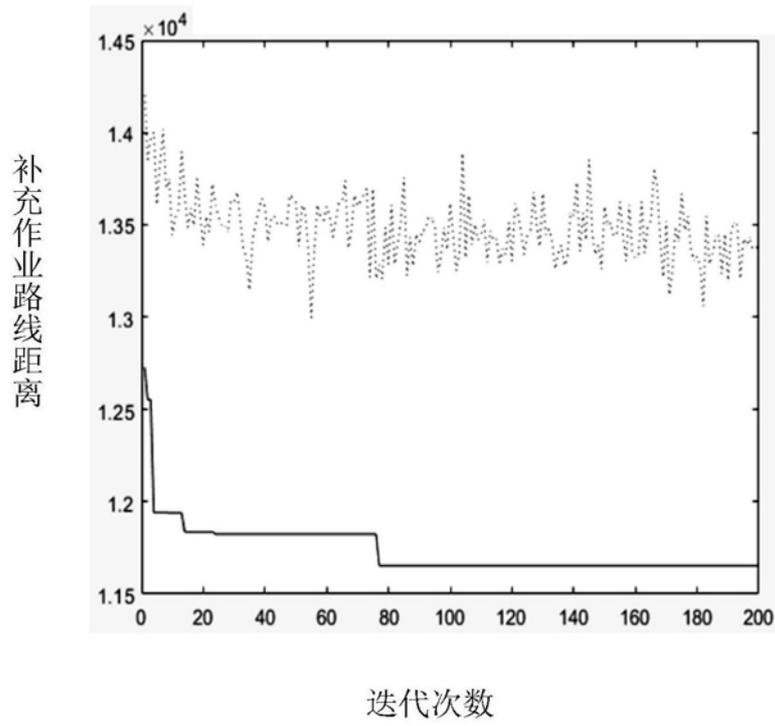


图10

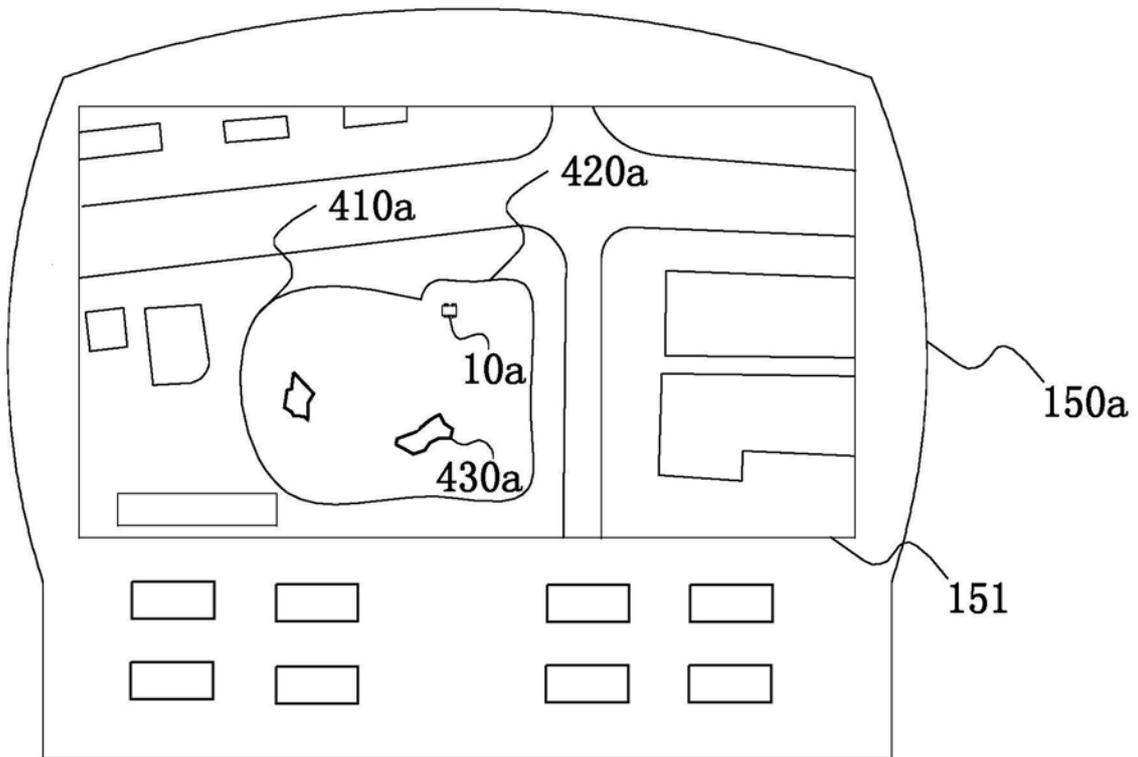


图11

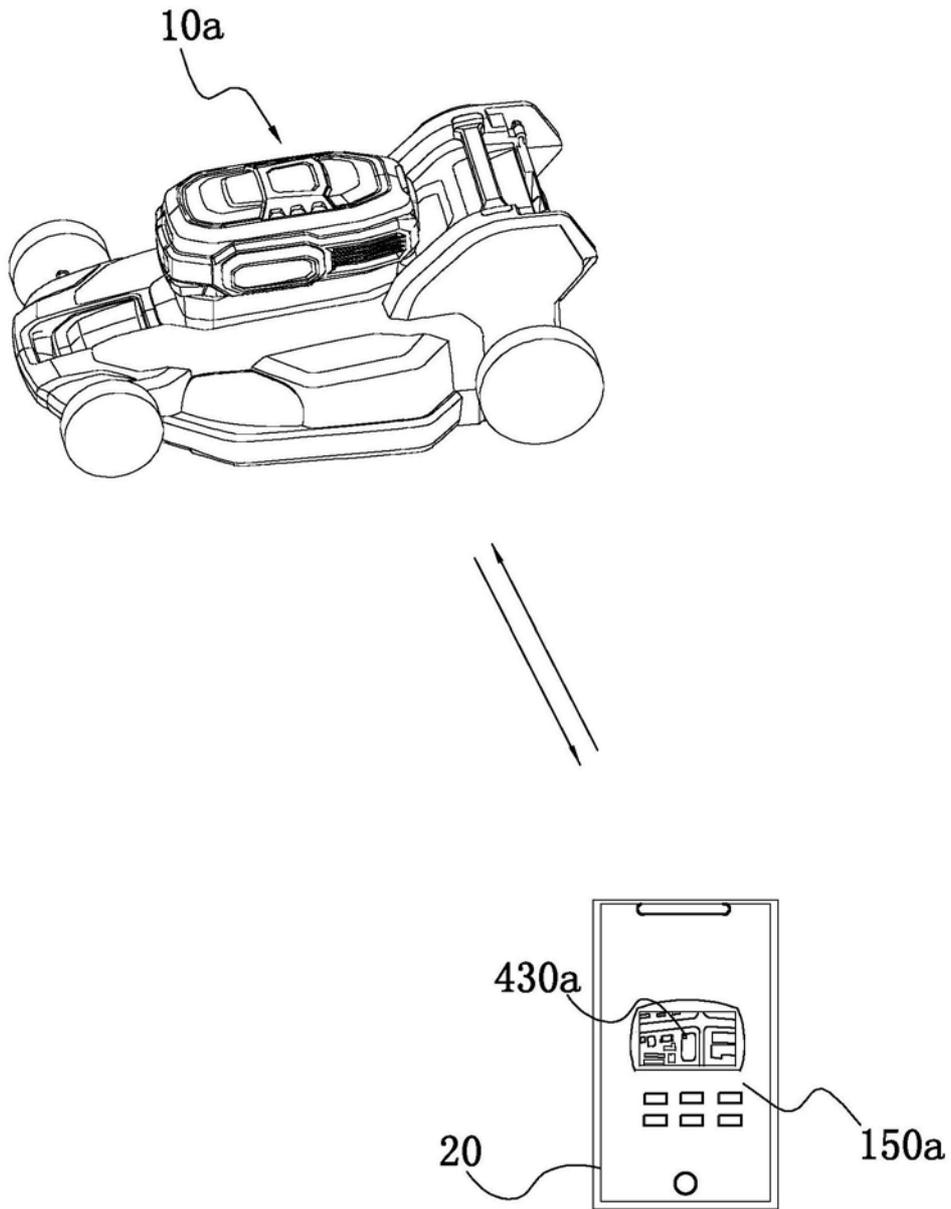


图12

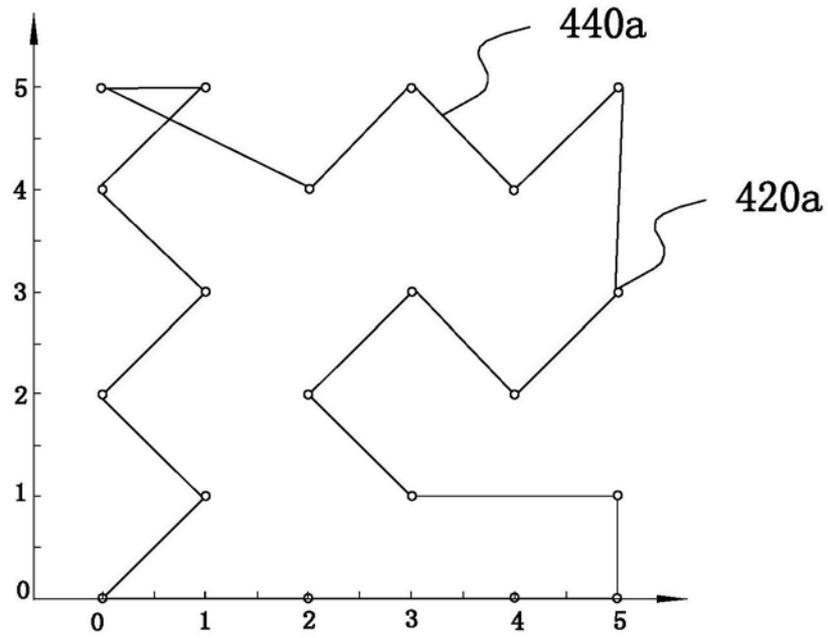


图13