



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110754204 A

(43)申请公布日 2020.02.07

(21)申请号 201910926919.6

(22)申请日 2019.09.27

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 张东升 陈昊 邵敏 张佳林

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 郭瑶

(51)Int.Cl.

A01D 34/00(2006.01)

A01D 34/835(2006.01)

G05D 1/02(2020.01)

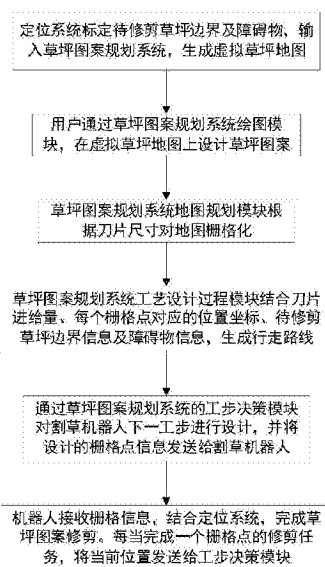
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种草坪立体图案修剪机器人系统和方法

(57)摘要

一种草坪立体图案修剪机器人系统,包括草坪图案规划系统、定位系统和割草机器人,割草机器人包括控制系统,割草机器人上设置有伺服割草机构,伺服割草机构包括刀片;定位系统用于标定草坪地图边界和障碍物,获取割草机器人自身位置;草坪图案规划系统,用于根据定位系统标定的草坪地图边界以及草坪设计图案,自动生成割草机器人行走路径点及与该割草机器人行走路径点对应的刀片进给量;割草机器人结合行走路径点及自身位置确定行走方向,并通过控制系统调整伺服割草机构的刀片进给量,完成草坪立体图案的修剪。该发明可以在草坪上修剪出三维立体图案,丰富了草坪的观赏性和多样性,提升了草坪修剪无人化水平,保证了工作的高效性与安全性。



1. 一种草坪立体图案修剪机器人系统,其特征在于,包括草坪图案规划系统、定位系统和割草机器人,割草机器人包括控制系统,割草机器人上设置有伺服割草机构,伺服割草机构包括刀片;

其中,定位系统用于标定草坪地图边界和障碍物,获取割草机器人自身位置;

草坪图案规划系统,用于根据定位系统标定的草坪地图边界以及草坪设计图案,自动生成割草机器人行走路径点及与该割草机器人行走路径点对应的刀片进给量;

割草机器人结合行走路径点及自身位置确定行走方向,并通过控制系统调整伺服割草机构的刀片进给量,完成草坪立体图案的修剪。

2. 根据权利要求1所述的一种草坪立体图案修剪机器人系统,其特征在于,伺服割草机构还包括割草电机、电动推杆及增量式编码器;其中,割草电机与刀片相连,电动推杆与控制系统相连,刀片设置在电动推杆上,电动推杆能够推着刀片上下运动,并调整刀片的进给量;增量式编码器采集电动推杆的进给量并反馈给割草机器人的控制系统。

3. 根据权利要求1所述的一种草坪立体图案修剪机器人系统,其特征在于,草坪图案规划系统包括以下模块:

地图规划模块,用于根据刀片尺寸,将通过草坪边界得到的虚拟草坪地图栅格化,得到刀片进给量和每个栅格点对应的位置坐标;

工艺过程设计模块,用于根据地图规划模块得到的刀片进给量和每个栅格点对应的位置坐标,规划割草机器人行走路线;割草机器人根据工艺过程设计模块规划的行走路线进行工作,割草机器人每到达一个栅格点,将当前的位置信息反馈给工步决策模块;

工步决策模块,用于通过监控割草机器人反馈的位置信息,对照工艺过程设计模块所规划的割草机器人行走路线,判断是割草机器人否偏航,并将下一栅格点信息发送给输出模块;

输出模块,用于输出工步决策模块发出的栅格点信息给控制系统。

4. 根据权利要求3所述的一种草坪立体图案修剪机器人系统,其特征在于,如果割草机器人没有偏航,则工步决策模块按照工艺过程设计模块所规划的割草机器人行走路线发送下一栅格点信息给输出模块;

如果割草机器人发生偏航,则工步决策模块根据航向偏差,对下一栅格点信息进行修改后发送给输出模块。

5. 一种基于权利要求3所述的草坪立体图案修剪机器人系统的割草方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:通过定位系统标定待修剪草坪边界信息及障碍物信息;

步骤2:通过地图规划模块根据刀片尺寸对虚拟草坪地图栅格化,得到刀片进给量以及每个栅格点对应的位置坐标;

步骤3:根据刀片进给量、每个栅格点对应的位置坐标、待修剪草坪边界信息及障碍物信息,通过草坪图案规划系统的工艺过程设计模块规划割草机器人行走路线;割草机器人根据工艺过程设计模块规划的行走路线进行工作,割草机器人每到达一个栅格点,将当前的位置信息反馈给工步决策模块;

步骤4:工步决策模块接收到割草机器人反馈的位置信息后,对割草机器人下一工步进行设计,并将设计的栅格点信息发送给割草机器人;

步骤5:割草机器人接收来自工步决策模块发送的栅格点信息及自身位置确定行走方向,同时调整刀片进给量完成草坪立体图案修剪,每当完成一个栅格点的修剪任务,将当前位置发送给工步决策模块;工步决策模块对割草机器人下一工步进行设计,并将设计的栅格点信息发送给割草机器人;以此循环,直至完成最后一个栅格点的修剪。

6.根据权利要求5所述的草坪立体图案修剪机器人系统的割草方法,其特征在于,步骤1中,通过手持UWB车载标签绕草坪一周,在此过程中离散记录多个坐标点以及障碍物的坐标点;然后将输入草坪规划模块中,生成虚拟草坪电子地图,从而完成对草坪形状尺寸以及障碍物的标定。

7.根据权利要求5所述的草坪立体图案修剪机器人系统的割草方法,其特征在于,步骤1中,通过手持GPS或RTK采集离散坐标点,然后将所采集好的草坪边界信息及障碍物的坐标点输入草坪规划模块中,生成虚拟草坪电子地图,从而标定待修剪草坪边界信息及障碍物信息。

8.根据权利要求5所述的草坪立体图案修剪机器人系统的割草方法,其特征在于,步骤2中,地图规划模块根据伺服割草机构的刀片尺寸,将通过草坪信息所生成的虚拟草坪地图的栅格化,得到一系列的栅格,每个栅格与刀片等宽;将设计图案按照比例覆盖在虚拟草坪地图上,结合设计图案立体高度,得到所覆盖的每个栅格所对应的草坪高度,从而得到刀片进给量;结合草坪边界所生成的虚拟草坪电子地图,得到每个栅格点对应的位置坐标。

9.根据权利要求5所述的草坪立体图案修剪机器人系统的割草方法,其特征在于,步骤4中,工步决策模块通过接收到的位置信息,并对照工艺过程设计模块所规划的行走路线,判断是机器人否偏航,并将下一栅格点信息发送给割草机器人。

10.根据权利要求9所述的草坪立体图案修剪机器人系统的割草方法,其特征在于,如果割草机器人没有偏航,则工步决策模块按照工艺过程设计模块所规划的割草机器人行走路线发送下一栅格点信息给输出模块,输出模块反馈给割草机器人;

如果割草机器人发生偏航,则工步决策模块根据航向偏差,对下一栅格点信息进行修改后发送给输出模块,输出模块反馈给割草机器人。

一种草坪立体图案修剪机器人系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种草坪图案修剪机器人,具体为一种草坪立体图案修剪机器人系统及方法。

背景技术

[0002] 草坪修剪机器人是集环境感知、路径动态规划和行为控制等多种功能于一体的综合机器人系统,与传统的草坪修剪机械相比,草坪修剪机器人更具有优势:可以自主工作、具有较高的安全性、更利于环境保护等等。对高智能的机器人来说,其要求是能够在无人工干预或极少部分人工干预的前提下修剪完给定任意形状的草坪。但近年来迅速发展的草坪修剪机器人主要用于解决草坪的普通平面二维修剪,在面对对修剪图案有所要求的立体三维图案修剪时则无能为力,具体存在问题如下:

[0003] 1. 路径规划问题:草坪修剪机器人还无法根据草坪边界信息以及预期草坪图案规划出割草路径。

[0004] 2. 修剪机构问题:草坪修剪机器人的修剪机构固定不变,往往由只能修剪出统一高度与形状的二维草坪,不能修剪出三维的立体图案。

[0005] 3. 路径跟踪问题:草坪修剪机器人不能在修剪过程中通过位置反馈,实时调整姿态使其尽快回到期望路径估计上,保证修剪精度。

发明内容

[0006] 本发明针对传统草坪修剪机器人无法完成草坪立体图案修剪的问题,目的在于提出一种草坪立体图案修剪机器人系统及方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下的技术方案:

[0008] 一种草坪立体图案修剪机器人系统,包括草坪图案规划系统、定位系统和割草机器人,割草机器人包括控制系统,割草机器人上设置有伺服割草机构,伺服割草机构包括刀片;

[0009] 其中,定位系统用于标定草坪地图边界和障碍物,获取割草机器人自身位置;

[0010] 草坪图案规划系统,用于根据定位系统标定的草坪地图边界以及草坪设计图案,自动生成割草机器人行走路径点及与该割草机器人行走路径点对应的刀片进给量;

[0011] 割草机器人结合行走路径点及自身位置确定行走方向,并通过控制系统调整伺服割草机构的刀片进给量,完成草坪立体图案的修剪。

[0012] 本发明进一步的改进在于,伺服割草机构还包括割草电机、电动推杆及增量式编码器;其中,割草电机与刀片相连,电动推杆与控制系统相连,刀片设置在电动推杆上,电动推杆能够推着刀片上下运动,并调整刀片的进给量;增量式编码器采集电动推杆的进给量并反馈给割草机器人的控制系统。

[0013] 本发明进一步的改进在于,草坪图案规划系统包括以下模块:

[0014] 地图规划模块,用于根据刀片尺寸,将通过草坪边界得到的虚拟草坪地图栅格化,

得到刀片进给量和每个栅格点对应的位置坐标;

[0015] 工艺过程设计模块,用于根据地图规划模块得到的刀片进给量和每个栅格点对应的位置坐标,规划割草机器人行走路线;割草机器人根据工艺过程设计模块规划的行走路线进行工作,割草机器人每到达一个栅格点,将当前的位置信息反馈给工步决策模块;

[0016] 工步决策模块,用于通过监控割草机器人反馈的位置信息,对照工艺过程设计模块所规划的割草机器人行走路线,判断是割草机器人否偏航,并将下一栅格点信息发送给输出模块;

[0017] 输出模块,用于输出工步决策模块发出的栅格点信息给控制系统。

[0018] 本发明进一步的改进在于,如果割草机器人没有偏航,则工步决策模块按照工艺过程设计模块所规划的割草机器人行走路线发送下一栅格点信息给输出模块;

[0019] 如果割草机器人发生偏航,则工步决策模块根据航向偏差,对下一栅格点信息进行修改后发送给输出模块。

[0020] 一种草坪立体图案修剪机器人系统的割草方法,包括以下步骤:

[0021] 步骤1:通过定位系统标定待修剪草坪边界信息及障碍物信息;

[0022] 步骤2:通过地图规划模块根据刀片尺寸对虚拟草坪地图栅格化,得到刀片进给量以及每个栅格点对应的位置坐标;

[0023] 步骤3:根据刀片进给量、每个栅格点对应的位置坐标、待修剪草坪边界信息及障碍物信息,通过草坪图案规划系统的工艺过程设计模块规划割草机器人行走路线;割草机器人根据工艺过程设计模块规划的行走路线进行工作,割草机器人每到达一个栅格点,将当前的位置信息反馈给工步决策模块;

[0024] 步骤4:工步决策模块接收到割草机器人反馈的位置信息后,对割草机器人下一工步进行设计,并将设计的栅格点信息发送给割草机器人;

[0025] 步骤5:割草机器人接收来自工步决策模块发送的栅格点信息及自身位置确定行走方向,同时调整刀片进给量完成草坪立体图案修剪,每当完成一个栅格点的修剪任务,将当前位置发送给工步决策模块;工步决策模块对割草机器人下一工步进行设计,并将设计的栅格点信息发送给割草机器人;以此循环,直至完成最后一个栅格点的修剪。

[0026] 本发明进一步的改进在于,步骤1中,通过手持UWB车载标签绕草坪一周,在此过程中离散记录多个坐标点以及障碍物的坐标点;然后将输入草坪规划模块中,生成虚拟草坪电子地图,从而完成对草坪形状尺寸以及障碍物的标定。

[0027] 本发明进一步的改进在于,步骤1中,通过手持GPS或RTK采集离散坐标点,然后将所采集好的草坪边界信息及障碍物的坐标点输入草坪规划模块中,生成虚拟草坪电子地图,从而标定待修剪草坪边界信息及障碍物信息。

[0028] 本发明进一步的改进在于,步骤2中,地图规划模块根据伺服割草机构的刀片尺寸,将通过草坪信息所生成的虚拟草坪地图的栅格化,得到一系列的栅格,每个栅格与刀片等宽;将设计图案按照比例覆盖在虚拟草坪地图上,结合设计图案立体高度,得到所覆盖的每个栅格所对应的草坪高度,从而得到刀片进给量;结合草坪边界所生成的虚拟草坪电子地图,得到每个栅格点对应的位置坐标。

[0029] 本发明进一步的改进在于,步骤4中,工步决策模块通过接收到的位置信息,并对照工艺过程设计模块所规划的行走路线,判断是机器人否偏航,并将下一栅格点信息发送

给割草机器人。

[0030] 本发明进一步的改进在于,如果割草机器人没有偏航,则工步决策模块按照工艺过程设计模块所规划的割草机器人行走路线发送下一栅格点信息给输出模块,输出模块反馈给割草机器人;

[0031] 如果割草机器人发生偏航,则工步决策模块根据航向偏差,对下一栅格点信息进行修改后发送给输出模块,输出模块反馈给割草机器人。

[0032] 与现有技术相比,本发明具有的有益效果:

[0033] 1.本发明中的草坪图案规划系统可以根据草坪边界及障碍物信息生成一条走遍工作空间内所有可达区域的连续行走路线。同时根据所设计的草坪图案,生成行走路线所匹配的刀片进给量。结合装配有伺服割草机构的割草机器人,便可以在草坪上修建出所设计的图案。传统的割草机器人很少具有路径规划系统;而具备路径规划系统的割草机器人,也仅仅只能生成遍历行走路线,而不能生成所匹配的刀片进给量,只能修剪二维草坪。本发明中通过草坪图案规划系统所规划的行走路线和与行走路线相匹配的刀片进给量,割草机器人可以修剪出三维的立体图案,丰富了草坪的观赏性和多样性,提升了草坪修剪无人化水平。

[0034] 2.本发明中通过给割草机器人装备了位置伺服割草机构,通过调整电动推杆的进给量,可以控制割草刀片距离地面的高度,从而可以修建出高低不同的草坪,克服了传统的草坪修剪机器人的修剪机构固定不变,往往由只能修剪出统一高度与形状的二维草坪的问题。

[0035] 3.本发明中的草坪图案规划系统的工步决策模块可以根据割草机器人位置反馈,实时调整行走路线,使割草机器人尽快回到期望路径上,解决了路径跟踪问题,保证修剪精度。

[0036] 4.本发明中伺服割草机构能够完成在割草机器人移动过程中的草坪图案修剪工作。通过调整刀片的进给量,满足草坪立体图案修剪过程中,不同区域草坪高度不同的修剪需求,可以修剪出三维立体图案。

附图说明

[0037] 图1为本发明的基本框架图。

[0038] 图2为草坪图案规划系统组成图。

[0039] 图3为草坪图案修剪机器人系统工作流程图。

[0040] 图4为机器人控制系统图。

[0041] 图5为草坪修剪预期效果示意图。

具体实施方式

[0042] 为了使本发明的目的及优点更加清楚明白,以下结合实施例对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0043] 下面结合附图对本发明进行详细描述。

[0044] 如图1所示,本发明的一种可升降刀片草坪立体图案修剪机器人系统,主要由草坪图案规划系统、定位系统和割草机器人组成,其中,割草机器人包括控制系统,割草机器人

装配有伺服割草机构,伺服割草机构包括刀片;

[0045] 其中,定位系统,用于标定草坪地图边界和障碍物,获取割草机器人自身位置;

[0046] 草坪图案规划系统,主要用于根据定位系统标定的草坪地图边界以及草坪设计图案,自动生成割草机器人行走路径点及与该点所对应的刀片进给量;

[0047] 机器人结合行走路径点及自身位置确定行走方向,与此同时通过控制系统调整伺服割草机构的刀片进给量,完成草坪立体图案修剪。

[0048] 草坪图案修剪机器人系统工作流程如图3所示,用户首先通过草绘图模块设计草坪立体图案,通过定位系统标定待修剪草坪形状及尺寸,随后将草坪立体图案信息与草坪信息录入草坪图案规划系统。草坪图案规划系统通过草坪信息生成虚拟草坪地图,同时根据刀片尺寸,将地图的栅格化(栅格化指用形状和大小相同的网格去划分整个地图,得到若干个小栅格),每个小栅格与刀片等宽。然后将设计图案按照比例覆盖在地图上,结合设计图案立体高度,可以得到所覆盖的每个栅格所对应的草坪高度,从而得到刀片进给量。随后软件通过工艺过程设计模块规划机器人行走路线,生成工序图,产生工艺过程卡,完成工艺过程设计;工步决策模块接收到机器人反馈的坐标信息,按照工艺过程,将下一个栅格点的坐标信息及刀片进给量通过输出模块发送给机器人。机器人结合行走路径点及自身位置确定行走方向,于此同时调整刀片进给量完成草坪立体图案修剪,每当完成一个栅格点的修剪任务,会将当前位置报送草坪图案规划系统。

[0049] 如图4所示,割草机器人的控制系统包括:无线数传电台以及机器人控制端。具体如下:

[0050] 无线数传电台,含有无线数据传输接收端和发送端,用于接收草坪图案规划系统输出模块的任务信息(路径点及刀片进给量),同时将机器人的位置反馈给草坪图案规划系统。本例采用E90-DTU工业级433M无线数传电台。

[0051] 机器人控制端,控制端的主要任务是协调各模块的运行,实现信息交流。结合机载传感器及定位系统,实现控制机器人的移动和修剪草坪机构的运行。

[0052] 割草机器人包括机载传感器,机载传感器包括编码器及九轴惯性传感器(三轴陀螺仪、三轴磁力计、三轴加速度计),用于测量机器人移动过程中的航向、速度和位移,并反馈给机器人主控制板。

[0053] 伺服割草机构还包括割草电机、电动推杆及增量式编码器;其中,割草电机与刀片相连,电动推杆与控制系统相连,刀片设置在电动推杆上,电动推杆能够推着刀片上下运动,并调整刀片的进给量;增量式编码器采集电动推杆的进给量并反馈给割草机器人的控制系统,组成对刀片位置控制的闭环。

[0054] 伺服割草机构用于完成在割草机器人移动过程中的草坪图案修剪工作。通过调整刀片的进给量,满足草坪立体图案修剪过程中,不同区域草坪高度不同的修剪需求,可以修剪出三维立体图案。

[0055] 如图2所示,草坪图案规划系统主要包括以下五个模块:

[0056] 绘图模块:绘图模块用于给用户提供图案绘制环境,同时提供图案库供用户选择。用户通过绘图模块在草坪边界所生成的虚拟地图上进行设计,得到设计图案。

[0057] 地图规划模块:地图规划模块用于根据刀片尺寸,将通过草坪边界得到的虚拟草坪地图栅格化(栅格化指用形状和大小相同的网格去划分整个地图,得到一系列有价值信

息的栅格),以栅格为单位记录地图信息,地图被量化成具有一定分辨率的栅格。每个栅格只有两种状态,或为自由空间,或为障碍,每个栅格与刀片等宽。然后将草坪设计图案按照比例覆盖在草坪地图上,结合设计图案立体高度,可以得到所覆盖的每个栅格所对应的草坪高度,从而得到刀片进给量。结合草坪边界所生成的虚拟草坪地图,可以得到每个栅格点对应的位置坐标。

[0058] 工艺过程设计模块:工艺过程设计模块用于根据地图规划模块得到的每个栅格点对应的位置坐标和刀片进给量,规划割草机器人行走路线。

[0059] 一条行走路线由其所贯穿的若干连续栅格点组成,行走路线包含的信息为所贯穿的各个栅格点对应的位置坐标和刀片进给量。

[0060] 工步决策模块:割草机器人每到达一个栅格点,会将当前的位置信息反馈给草坪图案规划系统的工步决策模块。工步决策模块用于通过监控割草机器人反馈的位置信息,对照工艺过程设计模块所规划的割草机器人行走路线,判断是割草机器人否偏航(反馈的位置信息是否与所之前发送的栅格点坐标相同)。如果割草机器人没有偏航,则按照工艺过程设计模块所规划的割草机器人行走路线发送下一栅格点信息给输出模块。若割草机器人发生偏航,则根据航向偏差,对下一栅格点信息进行修改后发送给输出模块,使机器人回到行走路线上,从而解决了路径跟踪问题,保证修剪精度。

[0061] 修剪过程动态仿真模块:该模块用于对割草机器人所产生的修剪过程进行模拟,检查工艺的正确性。

[0062] 输出模块:输出模块用于输出接收到的栅格点信息(位置坐标和刀片进给量)。该模块与控制系统的无线数传电台相连,完成信息传输。

[0063] 控制模块:控制模块用于协调各模块的运行,使人机交互的窗口,实现人机之间的信息交流。

[0064] 请参考图1、图2与图5,本发明的草坪立体图案修剪系统的使用方法的具体实施步骤如下:

[0065] 步骤1:通过定位系统标定待修建草坪边界信息及障碍物信息。

[0066] 定位系统有相对定位和绝对定位两种方式。

[0067] 相对定位模式下,采用UWB超宽带定位模块,该模块主要原理为超宽带电信号测量两传感器之间距离,由多个传感器之间相互测距,可建立相对坐标系进行定位。该模块由三个定位基站及一个车载标签组成,车载标签可以获得相对三个基站的距离,从而推算出机器人在由三个定位基站所组成的坐标系下的相对坐标。

[0068] 相对定位模式下,采用UWB超宽带测距定位,用户通过手持UWB车载标签绕草坪一周,在此过程中离散记录多个坐标点。然后将该组坐标点输入草坪图案规划模块中,草坪图案规划模块将自动拟合坐标点生成虚拟草坪轮廓,得到电子地图,从而完成对草坪形状及尺寸的标定。

[0069] 绝对定位可以采用GPS、RTK等定位系统,直接获得机器人经纬度坐标。

[0070] 绝对定位模式下,用户通过手持GPS或RTK采集离散坐标点(经纬度),其余步骤同上。然后将所采集好的草坪边界等信息输入草坪图案规划模块,生成虚拟草坪地图。

[0071] 定位系统的主要功能有两个,一个是标定工作区域的大小与障碍物的位置,另一个是获取割草机器人的位置信息。

[0072] 步骤2:用户通过草坪图案规划系统绘图模块,在草坪地图上设计草坪图案。

[0073] 绘图模块的主要功能是提供用户图案绘制环境,同时提供图案库供用户选择。用户通过绘图模块在草坪边界所生成的虚拟地图上设计图案。

[0074] 步骤3:通过草坪图案规划系统的地图规划模块根据刀片尺寸对虚拟草坪地图栅格化,得到刀片进给量以及每个栅格点对应的位置坐标。

[0075] 草坪图案规划系统的地图规划模块根据伺服割草机构的刀片尺寸,将通过草坪信息所生成的虚拟草坪地图的栅格化(栅格化指用形状和大小相同的网格去划分整个地图,得到一系列有价值信息的栅格),每个小栅格与刀片等宽。以栅格为单位记录地图信息,地图被量化成具有一定分辨率的栅格。每个栅格只有两种状态,或为自由空间,或为障碍。然后将设计图案按照比例覆盖在地图上,结合设计图案立体高度,可以得到所覆盖的每个栅格所对应的草坪高度,从而得到刀片进给量。结合草坪边界所生成的虚拟草坪地图,可以得到每个栅格点对应的位置坐标。

[0076] 步骤4:根据刀片进给量、每个栅格点对应的位置坐标、待修剪草坪边界信息及障碍物信息,通过草坪图案规划系统的工艺过程设计模块规划割草机器人行走路线。割草机器人根据工艺过程设计模块规划的行走路线进行工作,割草机器人每到达一个栅格点,将当前的位置信息反馈给工步决策模块;

[0077] 工艺过程设计模块主要功能是根据地图形状以及障碍物位置,规划一条走遍工作空间内所有可达区域(自由空间的栅格)的连续行走路线。具体采用一种基于栅格的梯形分解法对地图进行全覆盖路径规划。基本思想是用一条垂直于草坪地图绝对坐标系水平轴的虚拟扫描线从地图的一端开始扫到另一端,如遇障碍物相交就分割区域,区域中的非障碍物部分被分割成多个梯形子区域,每个子区域通过简单的往复运动完成覆盖工作。当某个子区域完成覆盖工作后,进入相邻子区域的第一个栅格点完成进行覆盖工作。行走路线由其所贯穿的若干连续栅格点组成,行走路线包含的信息为所贯穿的各个栅格的信息,即各个栅格点所对应的位置坐标和刀片进给量。

[0078] 步骤5:工步决策模块接收到割草机器人反馈的位置信息后,通过草坪图案规划系统的工步决策模块对割草机器人下一工步进行设计,并将设计的栅格点信息发送给割草机器人;

[0079] 割草机器人根据规划的行走路线进行工作,机器人每到达一个栅格点,会把当前的位置信息反馈给草坪图案规划系统工步决策模块。工步决策模块通过监控割草机器人反馈的位置信息,对照工艺过程设计模块所规划好的行走路线,判断是机器人否偏航(反馈的位置信息是否与所之前发送的栅格点坐标相同)。如果机器人没有偏航,则按照原路径规划顺序发送下一栅格点信息。若机器人发生偏航,则根据航向偏差,对下一栅格点信息进行修改,并将修改后的下一栅格点信息发送给割草机器人,使割草机器人尽快回到初始路径上。

[0080] 栅格点信息主要包括两个部分,即该栅格点所对应的位置坐标和刀片进给量。

[0081] 步骤6:割草机器人通过无线通讯模块接收来自工步决策模块发送的栅格点信息并完成草坪修剪任务。

[0082] 机器人结合行走路径点、栅格点位置坐标及自身位置确定行走方向,同时调整刀片进给量完成草坪立体图案修剪,每当完成一个栅格点的修剪任务,会将当前位置发送给草坪图案规划系统。草坪图案规划系统的工步决策模块对割草机器人下一工步进行设计,

并将设计的栅格点信息发送给割草机器人；以此循环，直至完成最后一个栅格点的修剪。当工步决策模块接收到最后一个栅格点位置反馈，则启动返航命令，割草机器人返回充电桩等指定位置，预期修剪效果如图5所示。

[0083] 本发明的一种草坪立体图案修剪机器人系统，包括草坪图案规划系统、定位系统和割草机器人，割草机器人包括控制系统，割草机器人上设置有伺服割草机构，伺服割草机构包括刀片；其中，定位系统用于标定草坪地图边界和障碍物，获取割草机器人自身位置；草坪图案规划系统，用于根据定位系统标定的草坪地图边界以及草坪设计图案，自动生成割草机器人行走路径点及与该割草机器人行走路径点对应的刀片进给量；割草机器人结合行走路径点及自身位置确定行走方向，并通过控制系统调整伺服割草机构的刀片进给量，完成草坪立体图案的修剪。该发明可以在草坪上修剪出三维立体图案，丰富了草坪的观赏性和多样性，提升了草坪修剪无人化水平，保证了工作的高效性与安全性。

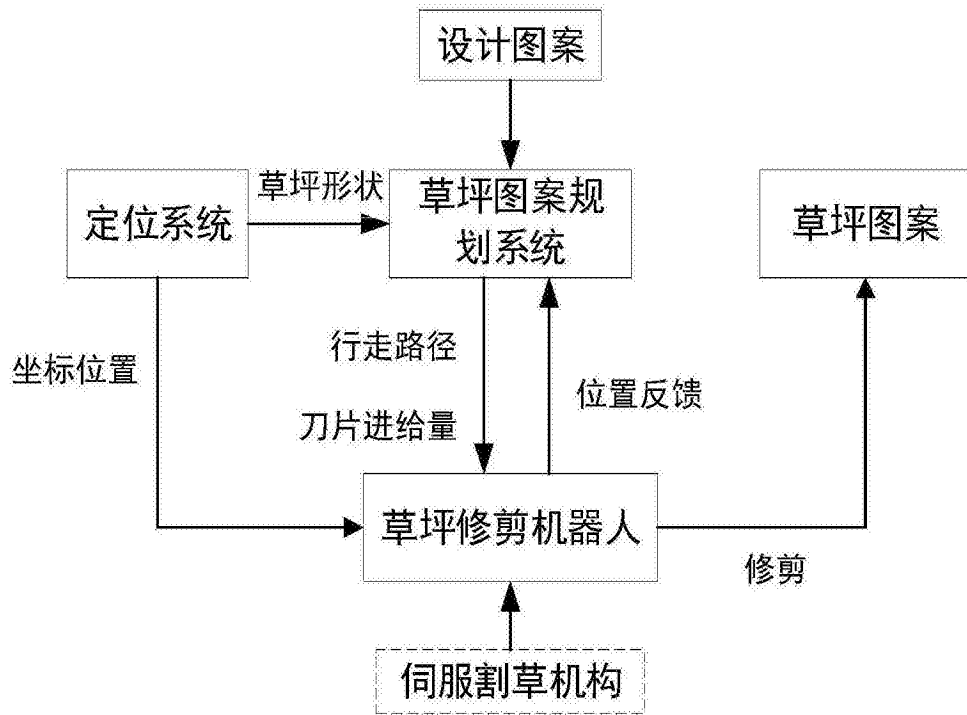


图1

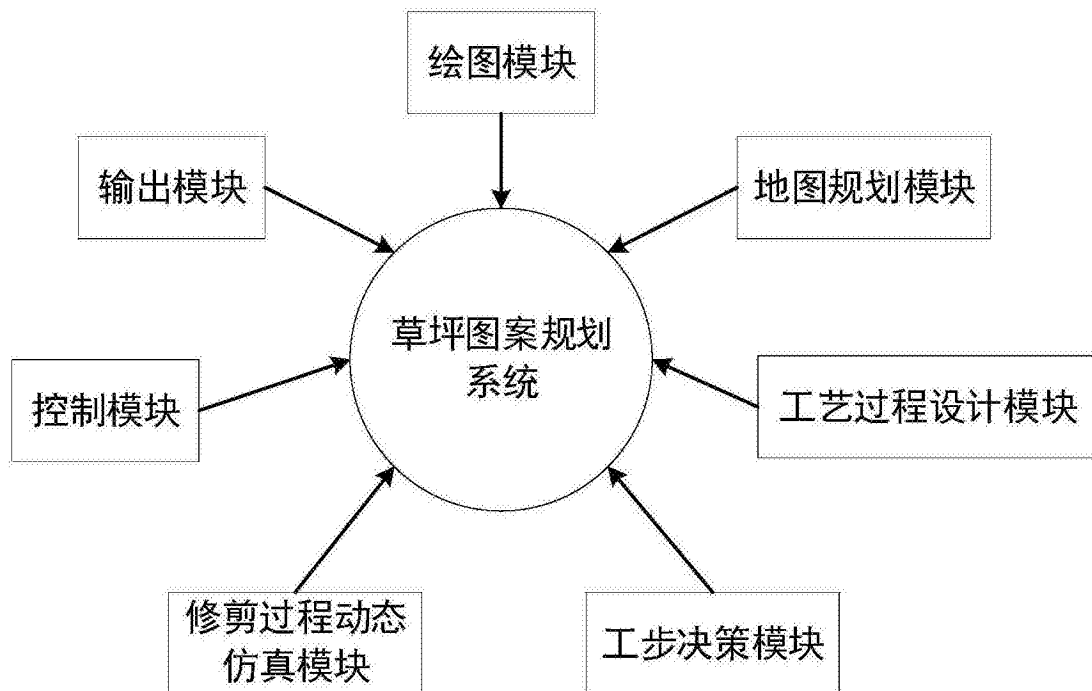


图2

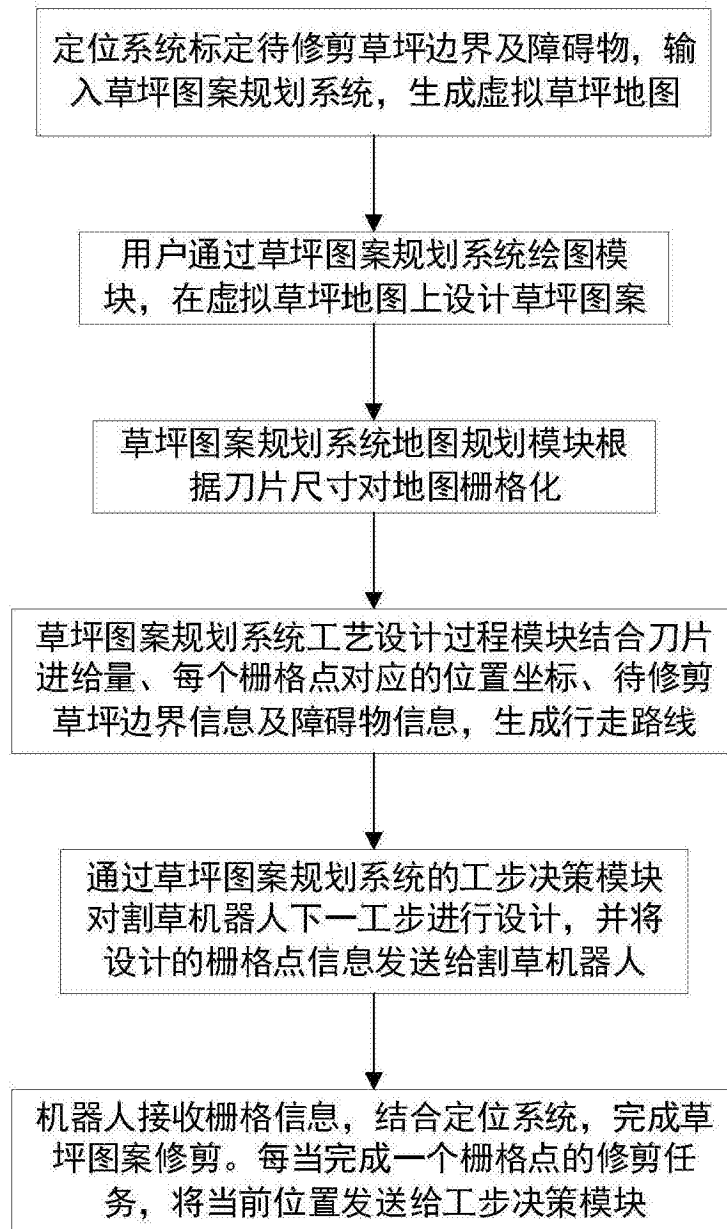


图3

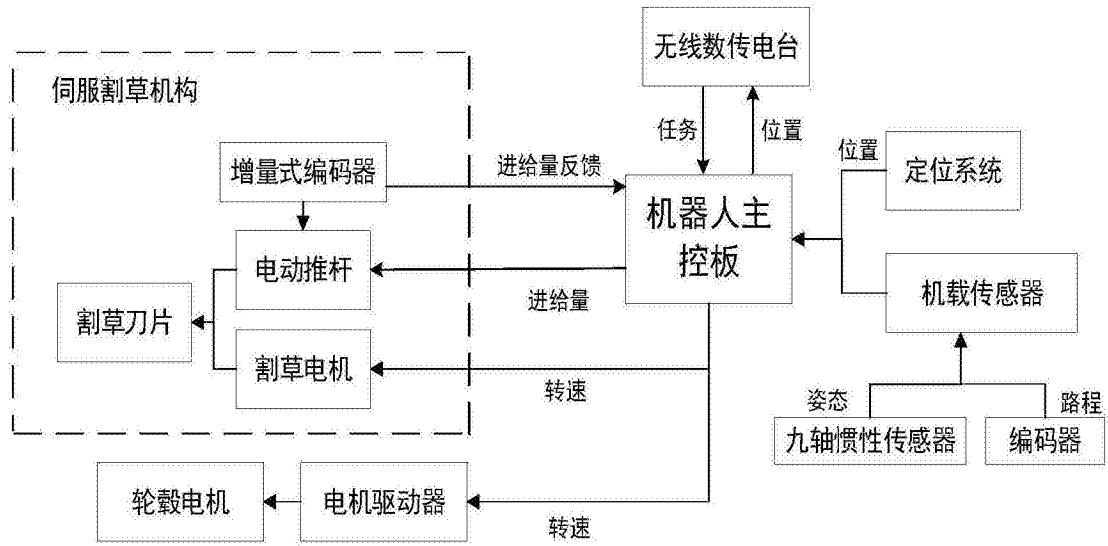


图4

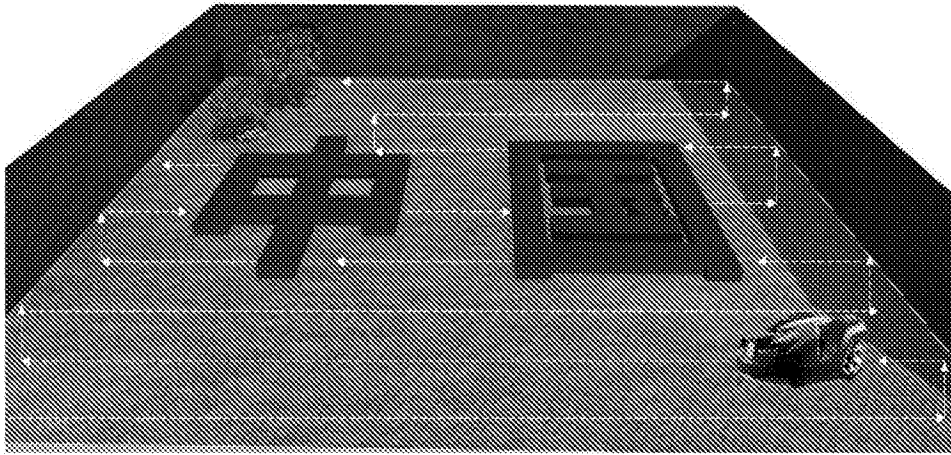


图5