



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110006424 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 31

(21) 申请号 201910283505.6

G01N 21/31 (2006.01)

(22) 申请日 2019.04.10

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 108135122 A, 2018.06.08

申请公布号 CN 110006424 A

DE 102015221092 A1, 2017.05.04

(43) 申请公布日 2019.07.12

CN 109584293 A, 2019.04.05

(73) 专利权人 山东农业大学

CN 108968116 A, 2018.12.11

地址 271018 山东省泰安市岱宗大街61号

CN 108680706 A, 2018.10.19

(72) 发明人 刘平 刘宝花 王春颖

CN 108544505 A, 2018.09.18

(74) 专利代理机构 济南誉丰专利代理事务所

KR 20180125371 A, 2018.11.23

(普通合伙) 37240

闫法领; 史景飞; 王大庆; 高理富. 农作物表型快速检测移动机器人系统及其主梁有限元分析.《制造业自动化》.2017,全文.

专利代理师 李茜

审查员 徐达

(51) Int. Cl.

G01C 21/16 (2006.01)

G01S 19/42 (2010.01)

G01S 15/93 (2020.01)

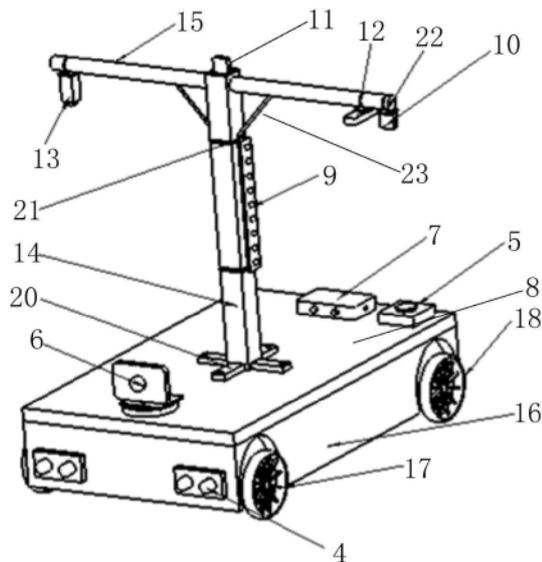
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于田间的高通量作物表型机器人及其控制系统

(57) 摘要

本申请公开了一种基于田间的高通量作物表型机器人及其控制系统, 移动导航装置包括可移动车箱、电源、惯性测量单元模块、第一超声波传感器、GPS传感器、网络相机和无线传输设备, 作物表型信息获取装置包括: 多个用于获取作物表型信息的传感器和便携式高光谱仪, 惯性测量单元模块和GPS传感器组合可实现定位和导航功能, 网络相机和第一超声波传感器可保证机器人在田间沿指定路径运动, 无线传输设备与控制系统的控制站通讯。第二超声波传感器、NDVI传感器、Kinect传感器和便携式高光谱仪获取关于作物的茎高、叶面积、病害与作物密度等表型特征信息, 由于机器人直接在田间行进, 因此机器人可直接获取更多的作物表型特征信息。



CN 110006424 B

1. 一种基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,包括:基于田间的高通量作物表型机器人、基站和控制站,所述机器人设置有多台,所述机器人与所述基站和所述控制站通信连接;

所述机器人开始运动前,控制站为每个所述机器人预先生成GPS路点阵列,所述GPS路点阵列通过WiFi技术发送给所述机器人;

所述机器人在接收到所述GPS路点后,控制器控制所述机器人沿着所述GPS路点阵列对应的路径运动,到达作物的目标地块,其中在运动过程中,所述控制站可监控所述机器人的运行状态;

所述机器人到达目标地块后,所述控制站向所述机器人上的所述控制器发送作物表型数据采集工作的命令,所述控制器控制设置在所述机器人上的各个传感器和便携式高光谱仪进行作物表型数据的采集;

基于田间的高通量作物表型机器人,包括:移动导航装置、作物表型信息获取装置和控制器(1),其中:

所述移动导航装置包括可移动车箱、电源(2)、惯性测量单元模块(3)、第一超声波传感器(4)、GPS传感器(5)、网络相机(6)和无线传输设备(7),所述电源(2)设置在所述可移动车箱内部的一端,所述惯性测量单元模块(3)固定设置在所述可移动车箱内部的另一端,所述控制器(1)设置在可移动车箱内部,且与所述电源(2)相邻设置;所述可移动车箱设置一顶盖(8),所述顶盖(8)与所述可移动车箱的顶部固定连接,所述第一超声波传感器(4)设置在所述可移动车箱行进端的外部侧面上,且所述第一超声波传感器(4)的检测端朝向所述可移动车箱行进的方向,所述网络相机(6)固定设置在所述顶盖(8)靠近行进端的位置,且所述网络相机(6)的镜头朝向所述可移动车箱的行进方向,所述GPS传感器(5)和所述无线传输设备(7)固定设置在所述顶盖(8)相对所述网络相机(6)的位置,所述可移动车箱、所述惯性测量单元模块(3)、所述第一超声波传感器(4)、所述GPS传感器(5)、所述网络相机(6)、所述无线传输设备(7)和所述控制器(1)均与所述电源(2)电连接;

所述作物表型信息获取装置包括:第二超声波传感器(9)、第一NDVI传感器(10)、第二NDVI传感器(11)、Kinect传感器(12)和便携式高光谱仪(13),所述顶盖(8)中心位置固定一立柱(14),所述立柱(14)的顶端设置一支架(15),所述立柱(14)的顶端与所述支架(15)的中间位置固定连接,所述立柱(14)与所述支架(15)垂直设置,所述第二超声波传感器(9)通过第一连接件(21)固定设置在所述立柱(14)上,所述第一连接件(21)与所述立柱(14)活动连接,且所述第二超声波传感器(9)的检测端朝向所述可移动车箱一側面对应的方向;所述第一NDVI传感器(10)和所述Kinect传感器(12)固定设置在所述支架(15)的一端,所述第一NDVI传感器(10)和所述Kinect传感器(12)的检测端均朝下,所述第二NDVI传感器(11)设置在所述支架(15)的中间位置所述第二NDVI传感器(11)的检测端朝上,所述便携式高光谱仪(13)固定设置在所述支架(15)的另一端,所述便携式高光谱仪(13)的镜头朝下;所述第二超声波传感器(9)、第一NDVI传感器(10)、第二NDVI传感器(11)、Kinect传感器(12)和便携式高光谱仪(13)均与所述电源(2)电连接;

所述惯性测量单元模块(3)、第一超声波传感器(4)、GPS传感器(5)、网络相机(6)和无线传输设备(7)、第二超声波传感器(9)、第一NDVI传感器(10)、第二NDVI传感器(11)、Kinect传感器(12)和便携式高光谱仪(13)均与所述控制器(1)电连接。

2. 根据权利要求1所述的基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,所述可移动车箱包括箱体(16)、第一车轮(17)和第二车轮(18),所述第一车轮(17)和所述第二车轮(18)均设置有两个,两个所述第一车轮(17)设置在所述可移动车箱的行进端的两侧,所述第一车轮(17)为万向轮,两个所述第二车轮(18)设置在所述可移动车箱相对所述第一车轮(17)一端的两侧,所述第一车轮(17)和所述第二车轮(18)均与所述箱体(16)活动连接。

3. 根据权利要求2所述的基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,对应所述第二车轮(18)还设置有步进电机(19),所述步进电机(19)设置在所述箱体(16)的内部,所述步进电机(19)的输出轴上固装有齿轮,所述第二车轮(18)靠近箱体(16)的一侧设有与所述齿轮啮合的齿圈,所述第二车轮(18)通过所属齿圈与所述齿轮咬合连接,所述步进电机(19)分别与所述电源(2)和所述控制器(1)电连接。

4. 根据权利要求1所述的基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,所述第一超声波传感器(4)设置有两个,两个所述第一超声波传感器(4)分别设置在所述可移动车箱行进端的外部侧面的两端。

5. 根据权利要求1所述的基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,所述顶盖(8)中心位置设置有4个固定件(20),所述固定件(20)十字交叉设置,所述立柱(14)通过所述固定件(20)固定设置在所述顶盖(8)中心位置。

6. 根据权利要求5所述的基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,所述第二超声波传感器(9)设置有多,多个所述第二超声波传感器(9)通过第一连接件(21)固定设置在所述立柱(14)上,多个所述第二超声波传感器(9)均匀设置。

7. 根据权利要求1所述的基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,所述支架(15)上设置第二连接件(22),所述第二连接件(22)的两个固定环套接在所述支架(15)上,所述第一NDVI传感器(10)、所述Kinect传感器(12)和所述便携式高光谱仪(13)与所述第二连接件(22)的薄板固定连接。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,所述立柱(14)与所述支架(15)之间设置有支撑杆(23),所述支撑杆(23)两端分别与所述立柱(14)和所述支架(15)固定连接,且所述支撑杆(23)设置有两组,相对所述立柱(14)对称设置。

9. 根据权利要求1所述的基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,其特征在于,所述机器人进行作物表型数据的采集过程中,所述控制站中的图形用户界面显示实时作物的表型图像和所述机器人采集的作物表型数据。

一种基于田间的高通量作物表型机器人及其控制系统

技术领域

[0001] 本申请涉及农作物表型分析技术领域,具体涉及一种基于田间的高通量作物表型机器人及其控制系统。

背景技术

[0002] 表型组学是一门新兴的科学学科,其定义是将不同的传感器、平台和技术进行融合,收集深度表型数据,在不同组织尺度(从细胞到生态系统的区域)的多个时间和空间尺度上表征个体。近年来的研究表明,应用表型组学辅助育种可提高遗传增益的比例,作物育种使遗传获得或改良成为满足我们日益增长的粮食需求的基础。同样,作物表型组学通过与作物的遗传结构联系,对于加速我们理解作物对各种生物和非生物刺激和胁迫的反应至关重要。特别地,作物表型是机器人执行农业任务、评估作物管理状况以及将基因型与作物育种表型等联系起来的先决条件。

[0003] 在自动或自主作物表型研究与分析中需要:一是在田间中自动和及时获取的大量数据集,二是获取准确和精确的地理参考的传感器数据。利用作物的空间位置与大量表征作物特征的数据来进行准确的推断和预测作物的状况,然而,在田间里收集作物数据是劳动密集型和非常昂贵的。

[0004] 虽然目前已应用的基于空中的系统可提高表型的通量能力,但这些平台却也无法获取关于作物少数结构和生长特征的信息,而这些特征是作物生长和管理中最重要的特征之一。

发明内容

[0005] 本申请为了解决上述技术问题,提出了如下技术方案:

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种基于田间的高通量作物表型机器人,包括:移动导航装置、作物表型信息获取装置和控制器,其中:所述移动导航装置包括可移动车箱、电源、惯性测量单元模块、第一超声波传感器、GPS传感器、网络相机和无线传输设备,所述电源设置在所述可移动车箱内部的一端,所述惯性测量单元模块固定设置在所述可移动车箱内部的另一端,所述控制器设置在可移动车箱内部,且与所述电源相邻设置;所述可移动车箱设置一顶盖,所述顶盖与所述可移动车箱的顶部固定连接,所述第一超声波传感器设置在所述可移动车箱行进端的外部侧面上,且所述第一超声波传感器的检测端朝向所述可移动车箱行进的方向,所述网络相机固定设置在所述顶盖靠近行进端的位置,且所述网络相机的镜头朝向所述可移动车箱的行进方向,所述GPS传感器和所述无线传输设备固定设置在所述顶盖相对所述网络相机的位置,所述可移动车箱、所述惯性测量单元模块、所述第一超声波传感器、所述GPS传感器、所述网络相机、所述无线传输设备和所述控制器均与所述电源电连接;所述作物表型信息获取装置包括:第二超声波传感器、第一NDVI传感器、第二NDVI传感器、Kinect传感器和便携式高光谱仪,所述顶盖中心位置固定一立柱,所述立柱的顶端设置一支架,所述立柱的顶端与所述支架的中间位置固定连接,所述立柱与所述支架

垂直设置,所述第二超声波传感器通过第一连接件固定设置在所述立柱上,所述第一连接件与所述立柱活动连接,且所述第二超声波传感器的检测端朝向所述可移动车箱一侧面对应的方向;所述第一NDVI传感器和所述Kinect传感器固定设置在所述支架的一端,所述第一NDVI传感器和所述Kinect传感器的检测端均朝下,所述第二NDVI传感器设置在所述支架的中间位置,所述第二NDVI传感器的检测端朝上,所述便携式高光谱仪固定设置在所述支架的另一端,所述便携式高光谱仪的镜头朝下;所述第二超声波传感器、第一NDVI传感器、第二NDVI传感器、Kinect传感器和便携式高光谱仪均与所述电源电连接;所述惯性测量单元模块、第一超声波传感器、GPS传感器、网络相机和无线传输设备、第二超声波传感器、第一NDVI传感器、第二NDVI传感器、Kinect传感器和便携式高光谱仪均与所述控制器电连接。

[0007] 采用上述实现方式,由惯性测量单元模块和GPS传感器组合可实现定位和导航功能,网络相机和第一超声波传感器可保证机器人在田间沿指定路径运动,无线传输设备与控制系统的控制站通讯。第二超声波传感器、NDVI传感器、Kinect传感器和便携式高光谱仪获取关于作物的茎高、叶面积、病害与作物密度等表型特征信息,由于机器人直接在田间行进,因此机器人可直接获取更多的作物表型特征信息。

[0008] 结合第一方面,在第一方面第一种可能的实现方式中,所述可移动车箱包括箱体、第一车轮和第二车轮,所述第一车轮和所述第二车轮均设置有两个,两个所述第一车轮设置在所述可移动车箱的行进端的两侧,所述第一车轮为万向轮,两个所述第二车轮设置在所述可移动车箱相对所述第一车轮一端的两侧,所述第一车轮和所述第二车轮均与所述箱体活动连接。

[0009] 结合第一方面第一种可能的实现方式,在第一方面第二种可能的实现方式中,对应所述第二车轮还设置有步进电机,所述步进电机设置在所述箱体的内部,所述步进电机的输出轴上固装有齿轮,所述第二车轮靠近箱体的一侧设有与所述齿轮啮合的齿圈,所述第二车轮通过所属齿圈与所述齿轮咬合连接,所述步进电机分别与所述电源和所述控制器电连接。

[0010] 结合第一方面,在第一方面第三种可能的实现方式中,所述第一超声波传感器设置有两个,两个所述第一超声波传感器分别设置在所述可移动车箱行进端的外部侧面的两端。

[0011] 结合第一方面,在第一方面第四种可能的实现方式中,所述顶盖中心位置设置有4个固定件,所述固定件十字交叉设置,所述立柱通过所述固定件固定设置在所述顶盖中心位置。

[0012] 结合第一方面第四种可能的实现方式,在第一方面第五种可能的实现方式中,所述第二超声波传感器设置有多,多个所述第二超声波传感器通过第一连接件固定设置在所述立柱上,多个所述第二超声波传感器均匀设置。

[0013] 结合第一方面,在第一方面第六种可能的实现方式中,所述支架上设置第二连接件,所述第二连接件的两个固定环套接在所述支架上,所述第一NDVI传感器、所述Kinect传感器和所述便携式高光谱仪与所述第二连接件的薄板固定连接。

[0014] 结合第一方面或第一方面第一至六种任一可能的实现方式,在第一方面第七种可能的实现方式中,所述立柱与所述支架之间设置有支撑杆,所述支撑杆两端分别与所述立柱和所述支架固定连接,且所述支撑杆设置有两组,相对所述立柱对称设置。

[0015] 第二方面,本申请实施例提供了一种基于田间的高通量作物表型机器人控制系统,包括:第一方面任一所述的基于田间的高通量作物表型机器人、基站和控制站,所述机器人设置有多台,所述机器人与所述基站和所述控制站通信连接;所述机器人开始运动前,控制站为每个所述机器人预先生成GPS路点阵列,所述GPS路点阵列通过WiFi技术发送给所述机器人;所述机器人在接收到所述GPS路点后,控制器控制所述机器人沿着所述GPS路点阵列对应的路径运动,到达作物的目标地块,其中在运动过程中,所述控制站可监控所述机器人的运行状态;所述机器人到达目标地块后,所述控制站向所述机器人上的所述控制器发送作物表型数据采集工作的命令,所述控制器控制设置在所述机器人上的各个传感器和便携式高光谱仪进行作物表型数据的采集。

[0016] 结合第二方面,在第二方面第一种可能的实现方式中,所述机器人进行作物表型数据的采集过程中,所述控制站中的图形用户界面显示实时作物的表型图像和所述机器人采集的作物表型数据。

附图说明

[0017] 图1为本申请实施例提供的一种基于田间的高通量作物表型机器人的结构示意图;

[0018] 图2为本申请实施例提供的一种可移动车箱内部结构示意图;

[0019] 图3为本申请实施例提供的一种基于田间的高通量作物表型机器人控制系统的结构;

[0020] 图1-3中,符号表示为:

[0021] 1-控制器,2-电源,3-惯性测量单元模块,4-第一超声波传感器,5-GPS传感器,6-网络相机,7-无线传输设备,8-顶盖,9-第二超声波传感器,10-第一NDVI传感器,11-第二NDVI传感器,12-Kinect传感器,13-便携式高光谱仪,14-立柱,15-支架,16-箱体,17-第一车轮,18-第二车轮,19-步进电机,20-固定件,21-第一连接件,22-第二连接件,23-支撑杆,P1-第一机器人,P2-第二机器人,A-基站,B-控制站。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图与具体实施方式对本方案进行阐述。

[0023] 图1为本申请实施例提供的一种基于田间的高通量作物表型机器人的结构示意图,图2为本申请实施例提供的一种可移动车箱内部结构示意图,参见图1和图2,本申请实施例提供的基于田间的高通量作物表型机器人包括:移动导航装置、作物表型信息获取装置和控制器1。

[0024] 所述移动导航装置包括可移动车箱、电源2、惯性测量单元模块3、第一超声波传感器4、GPS传感器5、网络相机6和无线传输设备7。所述电源2设置在所述可移动车箱内部的一端,所述惯性测量单元模块3固定设置在所述可移动车箱内部的另一端,可测量机器人的角速率以及加速度。所述控制器1设置在可移动车箱内部,且与所述电源2相邻设置。所述可移动车箱设置一顶盖8,所述顶盖8与所述可移动车箱的顶部固定连接,所述第一超声波传感器4设置在所述可移动车箱行进端的外部侧面上,且所述第一超声波传感器4的检测端朝向所述可移动车箱行进的方向,用于检测机器人行进中的障碍物。进一步地,所述第一超声波传

感器4设置有两个,两个所述第一超声波传感器4分别设置在所述可移动车箱行进端的外部侧面的两端,这样可以使得机器人可以更好的避开障碍物。

[0025] 所述网络相机6固定设置在所述顶盖8靠近行进端的位置,且所述网络相机6的镜头朝向所述可移动车箱的行进方向。所述网络相机6可旋转180°,通过USB接口与控制器1连接。

[0026] 所述GPS传感器5和所述无线传输设备7固定设置在所述顶盖8相对所述网络相机6的位置。本实施例中GPS传感器5包括RTK-GPS传感器,RTK-GPS传感器能够实时地提供机器人的三维定位结果。机器人上的RTK-GPS传感器可以接收到来自基站的卫星信号和卫星信号,联合解算可以得到较为精确的位置信息。此外,RTK-GPS传感器与惯性测量单元模块3可实现组合导航,使其有效地减小误差随时间积累的问题。所述无线传输设备7可将田间机器人的实测数据传递到控制站,本申请实施例采用WiFi技术,网络拓扑采用中继模式,在田间设有中继网桥,实现数据无线传输到控制站。

[0027] 所述可移动车箱、所述惯性测量单元模块3、所述第一超声波传感器4、所述GPS传感器5、所述网络相机6、所述无线传输设备7和所述控制器1均与所述电源2电连接。而且,本实施例中将大部分传感器集中于机器人的底部,可增加稳固性,使得机器人在户外环境中不会轻易倾斜或倾斜。

[0028] 所述作物表型信息获取装置包括:第二超声波传感器9、第一NDVI传感器10、第二NDVI传感器11、Kinect传感器12和便携式高光谱仪13。所述顶盖8中心位置固定一立柱14,所述立柱14的顶端设置一支架15,所述立柱14的顶端与所述支架15的中间位置固定连接,所述立柱14与所述支架15垂直设置。

[0029] 为了实现立柱14的稳定性,所述顶盖8中心位置设置有4个固定件20,所述固定件20十字交叉设置,所述立柱14通过所述固定件20固定设置在所述顶盖8中心位置。所述立柱14与所述支架15之间设置有支撑杆23,所述支撑杆23两端分别与所述立柱14和所述支架15固定连接,且所述支撑杆23设置有两组,相对所述立柱14对称设置。支撑杆23的设置,使得支架15更加稳定。

[0030] 所述第二超声波传感器9通过第一连接件21固定设置在所述立柱14上,所述第一连接件21与所述立柱14活动连接,且所述第二超声波传感器9的检测端朝向所述可移动车箱一侧面对应的方向。本实施例中,所述第二超声波传感器9设置有多,多个所述第二超声波传感器9通过第一连接件21固定设置在所述立柱14上,多个所述第二超声波传感器9均匀设置,所述第一连接件21与所述立柱14活动连接。可根据检测作物的高度,调整第一连接件21的固定高度,进而带动第二超声波传感器9在立柱14上的位置。

[0031] 所述第一NDVI传感器10和所述Kinect传感器12固定设置在所述支架15的一端,所述第一NDVI传感器10和所述Kinect传感器12的检测端均朝下,所述第一NDVI传感器10可测量向上反射太阳辐射值。所述第二NDVI传感器11设置在所述支架15的中间位置,所述第二NDVI传感器11的检测端朝上,可检测测量向下反射太阳辐射值。根据第一NDVI传感器10和第二NDVI传感器11的检测值,控制器1可计算出NDVI值,用于评价田地作物的水分胁迫。Kinect传感器12采集目标作物冠层的图像与深度信息,可检测作物密度。

[0032] 所述便携式高光谱仪13固定设置在所述支架15的另一端,所述便携式高光谱仪13的镜头朝下。便携式高光谱仪13采集作物的图像与光谱数据,由建立的数学模型预测出作

物的病害,便于后续的田间管理。

[0033] 所述支架15上设置第二连接件22,所述第二连接件22的两个固定环套接在所述支架15上,所述第一NDVI传感器10、所述Kinect传感器12和所述便携式高光谱仪13与所述第二连接件22的薄板固定连接。

[0034] 本实施例中,所述第二超声波传感器9、第一NDVI传感器10、第二NDVI传感器11、Kinect传感器12和便携式高光谱仪13均与所述电源2电连接。所述惯性测量单元模块3、第一超声波传感器4、GPS传感器5、网络相机6和无线传输设备7、第二超声波传感器9、第一NDVI传感器10、第二NDVI传感器11、Kinect传感器12和便携式高光谱仪13均与所述控制器1电连接。控制器1接收上述传感器和便携式高光谱仪13获取的作物表型信息数据。控制器1支持一些基本的图像处理,所述控制器1在传感器类型和传感器节点数量方面都是通用的,并且具有高度的可伸缩性,这便于机器人可集成更多模块。

[0035] 其中,所述可移动车箱包括箱体16、第一车轮17和第二车轮18,所述第一车轮17和所述第二车轮18均设置有两个,两个所述第一车轮17设置在所述可移动车箱的行进端的两侧,所述第一车轮17为万向轮,可控制机器人的运动方向。两个所述第二车轮18设置在所述可移动车箱相对所述第一车轮17一端的两侧,所述第一车轮17和所述第二车轮18均与所述箱体16活动连接。

[0036] 对应所述第二车轮18还设置有步进电机19,所述步进电机19设置在所述箱体16的内部,所述步进电机19的输出轴上固装有齿轮,所述第二车轮18靠近箱体16的一侧设有与所述齿轮啮合的齿圈,所述第二车轮18通过所属齿圈与所述齿轮咬合连接,所述步进电机19分别与所述电源2和所述控制器1电连接,步进电机19带动第二车轮18转动,为机器人的行进提供动力。步进电机19可以由控制器1进行控制,从而控制机器人的运动速度。

[0037] 由上述实施例可知,本实施例提供了一种基于田间的高通量作物表型机器人,包括:移动导航装置、作物表型信息获取装置和控制器1,其中:所述移动导航装置包括可移动车箱、电源2、惯性测量单元模块3、第一超声波传感器4、GPS传感器5、网络相机6和无线传输设备7。所述作物表型信息获取装置包括:第二超声波传感器9、第一NDVI传感器10、第二NDVI传感器11、Kinect传感器12和便携式高光谱仪13。由惯性测量单元模块3和GPS传感器5组合可实现定位和导航功能,网络相机6和第一超声波传感器4可保证机器人在田间沿指定路径运动,无线传输设备6与控制系统的控制站通讯。第二超声波传感器9、NDVI传感器、Kinect传感器12和便携式高光谱仪13获取关于作物的茎高、叶面积、病害与作物密度等表型特征信息,由于机器人直接在田间行进,因此机器人可直接获取更多的作物表型特征信息。

[0038] 与上述实施例提供的一种基于田间的高通量作物表型机器人相对应,本申请还提供了一种基于田间的高通量作物表型机器人控制系统的实施例。参见图3,控制系统包括基于田间的高通量作物表型机器人、基站A和控制站B,所述机器人设置有多台,所述机器人与所述基站和所述控制站通信连接。图3中机器人包括第一机器人P1和第二机器人P2。

[0039] 本实施例中的控制系统在第一机器人P1和第二机器人P2开始运动前,控制站为第一机器人P1和第二机器人P2预先生成GPS路点阵列,所述GPS路点阵列通过WiFi技术发送给所述机器人。

[0040] 第一机器人P1和第二机器人P2在接收到所述GPS路点后,第一机器人P1和第二机

机器人P2的控制器分别控制第一机器人P1和第二机器人P2沿着所述GPS路点阵列对应的路径运动,到达作物的目标地块,其中在运动过程中,所述控制站可监控所述机器人的运行状态。如图3所示,第一机器人P1对应的路径为向#4地块运动,第二机器人P2对应的路径为向#7地块运动。

[0041] GPS传感器5与惯性测量单元模块3的组合,增加了机器人的定位和导航精度,控制站B通过对田间所有机器人的当前位置计算,以最优路径调度机器人。机器人运动过程中,网络相机6实时检测路径的环境,同时,与第一超声波传感器4配合,规避田间的障碍物。

[0042] 控制站负责协调多机器人的避碰路径,提高机器人的利用率。在两个预生成的路点重叠后,计算两个备选的非重叠路点并更新原始路点。机器人调度系统提出了一种机器人到达目标地块的分配和调度算法,使机器人的总行程最小,达到节能的目的。该分配算法最小化了机器人行走的总距离,而调度算法基于最小化路径最小化了机器人达到目标所花费的总时间。

[0043] 第一机器人P1和第二机器人P2到达目标地块后,所述控制站分别向第一机器人P1和第二机器人P2上的控制器发送作物表型数据采集工作的命令,第一机器人P1和第二机器人P2的控制器分别控制设置在第一机器人P1和第二机器人P2上的各个传感器和便携式高光谱仪对#4和#7地块的作物进行作物表型数据的采集。

[0044] 表型数据的采集工作包括:Kinect传感器采集目标作物的图像与深度信息,可检测作物密度,Kinect传感器采集的作物冠层深度信息与第二超声波传感器采集的侧面深度信息,通过三维重建技术,可测量出作物株高和估计作物的叶面积。第一NDVI传感器根据采集的数据计算出作物的水分胁迫,便携式高光谱仪采集作物的图像与光谱数据,由建立的数学模型预测出作物的病害,便于后续的田间管理。机器人将采集到的图像和数据用位置信息和时间信息进行处理,再保存在机器人上或传输到控制站B。

[0045] 在基站A的帮助下,所有传感器数据集都可以转换成相同的参考系,从而获得可比的结果通过使用相同的参考,可以准确地评价作物在不同生长阶段的性能。

[0046] 其中,第一机器人P1和第二机器人P2进行作物表型数据的采集过程中,控制站中的图形用户界面显示实时作物的表型图像和所述机器人采集的作物表型数据。

[0047] 需要说明的是,在本文中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0048] 当然,上述说明也并不限于上述举例,本申请未经描述的技术特征可以通过或采用现有技术实现,在此不再赘述;以上实施例及附图仅用于说明本申请的技术方案并非是对本申请的限制,如来替代,本申请仅结合并参照优选的实施方式进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,本技术领域的普通技术人员在本申请的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换都不脱离本申请的宗旨,也应属于本申请的权利要求保护范围。

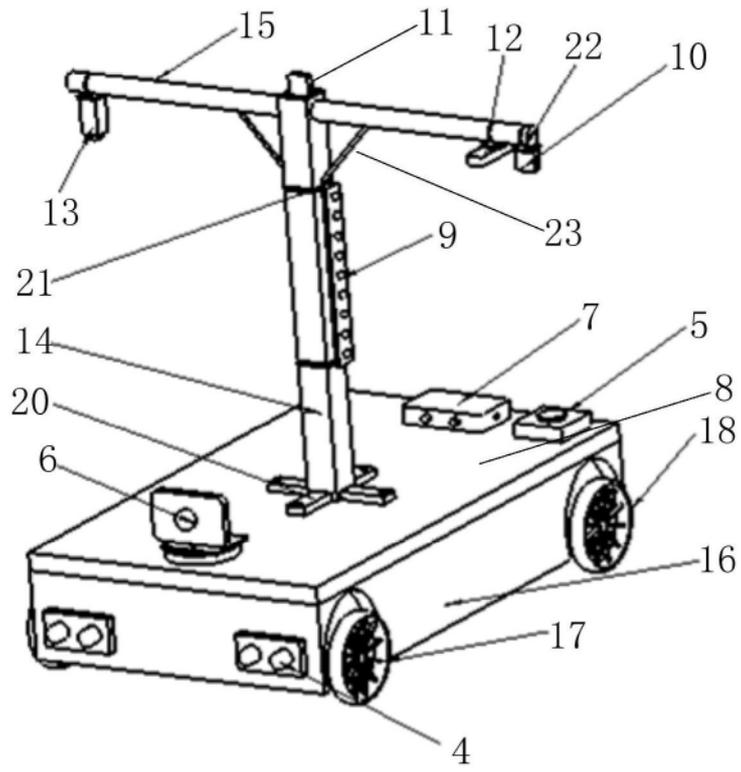


图1

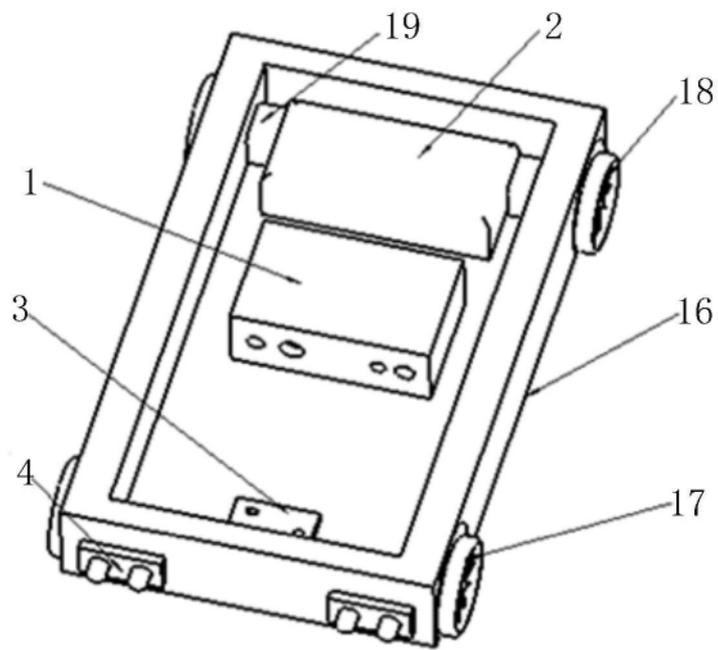


图2

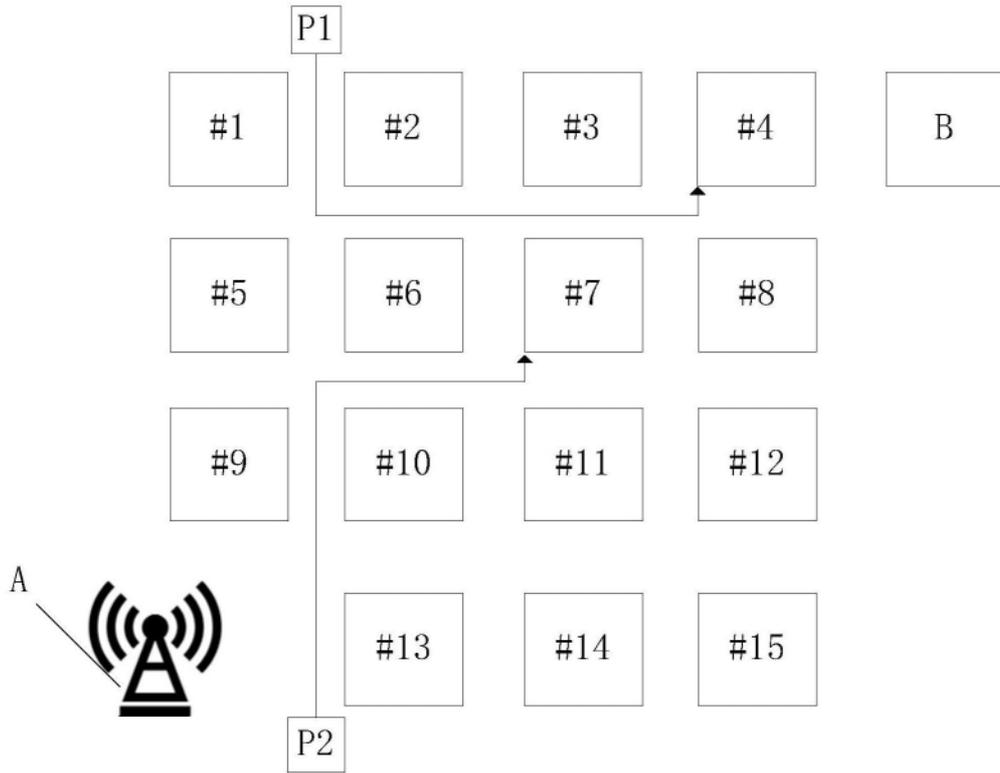


图3