(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117500639 A
(43)申请公布日 2024.02.02

(21)申请号 202180093002.8
(22)申请日 2021.12.07
(30)优先权数据
63/122,080 2020.12.07 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.08.04
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2021/061426 2021.12.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/123448 EN 2022.06.16
(71)申请人 埃斯顿机器人有限公司
地址 美国马里兰
(72)发明人 杰夫·钱德勒
戈文德·阿吉思·库玛
普拉迪普·戈帕尔
(74)专利代理机构 北京国昊天诚知识产权代理有限公司 11315
专利代理师 南霆
(51)Int.Cl.
B25J 9/16(2006.01)

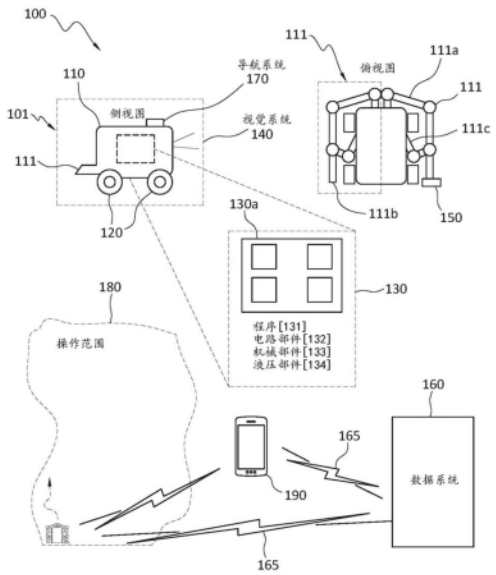
权利要求书3页 说明书15页 附图18页

(54)发明名称

机器人农场系统和操作方法

(57)摘要

一种包含自主地面车辆(AGV)的系统,该系统被设计为共享平台,其上固定有一个或多个铰接臂,当与附接的工具和用于执行AGV和臂的移动的软件相结合时,铰接臂执行小型农场和维护小块土地的常见任务。软件允许农场操作者设置、控制和监测机器人系统的操作。



CN 117500639 A

1.一种用于执行农业和房地产物业管理的共同任务的系统,包括:

自主地面车辆,包括与驱动部分、控制部分、电源部分和视觉部分连接的主体部分;

一个或多个铰接臂,固定到所述主体部分上;

工具,固定到所述一个或多个铰接臂中的至少一个铰接臂的端部;

计算机化控制模块,连接到所述自主地面车辆连接并与所述自主地面车辆通信,并且包括可执行的程序代码,所述程序代码当由处理器执行时,控制所述一个或多个铰接臂、所述工具和所述自主地面车辆的移动;以及

数据存储系统,与所述自主地面车辆通信以记录所述系统的操作。

2.根据权利要求1所述的系统,其中,所述自主地面车辆的所述驱动部分具有至少两对轮,每个轮具有马达,由主控制器控制速度和移动,并且每个主控制器与所述计算机化控制模块连接并与所述计算机化控制模块通信。

3.根据权利要求2所述的系统,其中,所述轮的每个轮都以可调节的方式附接到所述主体部分,从而使每对轮之间的空间能够在横向和纵向上变化。

4.根据权利要求1所述的系统,其中,所述自主地面车辆的所述驱动部分具有多个附接点,所述多个附接点被配置为连接到至少一个机器人臂附件。

5.根据权利要求1所述的系统,其中,所述电源部分包括一个或多个电池。

6.根据权利要求5所述的系统,其中,所述电池是可充电电池。

7.根据权利要求5所述的系统,其中,所述电池安装在由马达控制的可移动框架上,其中所述可移动框架根据平衡传感器移动,以保持前后平衡并为所述车辆提供更多的稳定性。

8.根据权利要求1所述的系统,其中,所述视觉部分包括视觉系统和导航系统,所述视觉系统和所述导航系统各自连接到所述计算机化控制模块并与所述计算机化控制模块通信,其中,所述导航系统被配置为使用来自所述视觉系统中的一个或多个相机的数据进行导航控制。

9.根据权利要求8所述的系统,其中,所述导航系统进一步包括与所述计算机化控制模块连接并通信的全球导航卫星系统(GNSS)和全球定位系统(GPS),其中所述导航系统被配置为使用所述GPS和所述GNSS确定所述自主地面车辆的定位和位置。

10.根据权利要求1所述的系统,其中,所述视觉部分被配置为探测物体和障碍物,并包括相机与光探测和测距(LIDAR)传感器,并且所述相机和所述LIDAR传感器与所述计算机化控制模块连接并通信。

11.根据权利要求1所述的系统,其中,所述系统被配置为使用短消息服务(SMS)与操作者进行通信,以报告操作、错误状况和状态。

12.根据权利要求1所述的系统,其中,所述数据存储系统包括可执行的软件程序和相关联的网站和数据库,其被配置为控制用于所述系统的功能的设置和操作参数,所述功能包括标准功能,如操作小时数和每周中允许的操作天数、限定操作区域边界的地图、在一个或多个步骤中的导航方法、选取的工具和要执行的任务,以及所述数据存储系统在哪里记录和报告包括哪些附件和工具接合的操作、任务执行的结果和操作中遇到的错误代码。

13.根据权利要求1所述的系统,其中,所述自主地面车辆被配置为使用蓝牙、WiFi或直接电缆附件与近距离的操作者进行通信。

14.根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂被配置为单独或成对地连接到所述自主地面车辆,每个铰接臂具有用于所述工具的附接点。

15.根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂都能够支撑高达50磅的重量。

16.根据权利要求1所述的系统,其中,轮附接在所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂的中点。

17.根据所述权利要求1的系统,其中,所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂被配置为基于所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂附接到的所述主体部分的尺寸向上或向下移动到操作高度。

18.根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂被配置为在完全伸展时沿横向从所述自主地面车辆伸展出达30英寸的距离,并缩回到所述自主地面车辆。

19.根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂的中间附接点允许所述每个铰接臂以推拉移动的方式远离所述自主地面车辆的所述主体部分。

20.根据权利要求1所述的系统,其中,电源连接器从所述电源部分延伸到所述一个或多个铰接臂的每个铰接臂的端部。

21.根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂上的传感器与所述自主地面车辆连接并通信,以在所述一个或多个铰接臂中的每个铰接臂和所述自主地面车辆之间提供双向通信。

22.根据权利要求1所述的系统,其中,预定的功能由一个铰接臂和所述工具的组合基于在所述控制部分执行的软件程序的命令执行。

23.一种使用根据权利要求1所述的系统的方法,包括:

沿栅栏纵向导航,以修剪所述栅栏下面和所述栅栏旁边短距离内的草和杂草;

监测与所述栅栏的基线状况相比的所述栅栏的状况,以探测所述栅栏内的破损;以及

探测所述栅栏、导航到所述栅栏内的下一个栅栏柱、按指示转向、控制所述车辆的速度并控制切割动作。

24.一种使用根据权利要求1所述的系统的方法包括:使用软件以控制所述自主地面车辆导航通过藤蔓作物的田地;感测到所述藤蔓是非生长区的物体;以及将所述藤蔓推离所述车辆并回到预先指定的生长区。

25.一种使用根据权利要求1所述的系统的方法包括:使用软件控制所述自主地面车辆以勘察操作范围;使用图像和模式识别探测处于第一位置的鹿;使所述自主地面车辆朝向所述第一位置移动通过所述操作范围,方式为通过识别并在成行种植的农作物之间移动、然后沿着所述操作范围的周界向所述鹿移动,或朝向所述第一位置沿直线移动通过所述操作范围;以及探测所述鹿是否已移动到新位置,如果鹿已移动到所述新位置,则将所述自主地面车辆的路径调整为通往所述新位置的最短路径;其中,所述自主地面车辆迅速移动、然后缓慢移动、然后迅速移动。

26.根据权利要求25所述的方法,其中,所述使用图像和模式识别探测处于第一位置的鹿进一步包括在白天在达400英尺的距离上探测所述鹿。

27.根据权利要求25所述的方法,其中,伸展和/或移动附接到所述自主地面车辆的臂。

28.一种使用根据权利要求1所述的系统的方法包括:使用所述铰接臂与附接到所述铰接臂的端部的普通院耙结合的推拉运动,使所述自主地面车辆在预定义的路径上移动,以将落叶扫成成行的堆放物。

29.一种用于执行农业和房地产物业管理的共同任务的系统,包括:

自主地面车辆,其包括与驱动部分、控制部分、导航部分、视觉部分连接的主体部分;和

一个或多个铰接臂,其固定到所述主体部分上;

所述控制部分包括计算机化控制模块,所述计算机化控制模块包括与所述驱动部分、所述导航部分和所述视觉部分连接并通信的处理器,所述计算机化控制模块包括程序,所述程序当由所述处理器执行时,控制所述一个或多个铰接臂和所述自主地面车辆的移动;以及

数据存储系统,与所述控制部分通信以记录所述系统的操作。

30.根据权利要求29所述的系统,进一步包括:

工具,其固定到所述一个或多个铰接臂中的至少一个铰接臂的远端。

31.根据权利要求30所述的系统,其中,所述工具包括以下至少一项:机械手、抓取装置、修剪器、耙和切割杆。

机器人农场系统和操作方法

技术领域

[0001] 本公开内容涉及一种自动机器人系统,其设计成执行农业地产中常见的特定任务,在规模和成本上都符合小型农场的需要。推而广之,这些任务也常见于其他不动产管理任务,包括牧场、高尔夫球场、小型商业地产和大型住宅地产。

发明内容

[0002] 一种包含(即包括)自主地面车辆(AGV)的系统,该系统被设计为共享平台,其上固定有一个或多个铰接臂,当与附接的工具和用于执行AGV和臂的移动的软件相结合时,铰接臂执行小型农场和维护小块土地的常见任务。软件允许农场操作员设置和监测机器人系统的操作。

附图说明

[0003] 参照以下附图描述了所公开主题的非限制性和非详尽的实施例,其中,除非另有确切说明,否则相同的附图标记和/或符号在各视图中均指相同的部分。

[0004] 在以下附图中,相同的附图标记通常表示相同的、功能相似的和/或结构相似的元素。相应的附图标记中最左边的数字表示元素首次出现的附图。

[0005] 图1是根据本公开内容的功能框图,示出系统的多个主要组件,包括具有一个或多个铰接臂的自主地面车辆、控制模块、限定的操作范围和数据系统,数据系统用于收集和沟通操作者和自主地面车辆之间的操作和参数。

[0006] 图2根据本公开内容示出示例性铰接臂设计及其运动范围,以及与自主地面车辆和工具的附接点。

[0007] 图3根据本公开内容示出由人类操作者发出的命令和由自主地面车辆执行的系统操作的示例性流程框图。

[0008] 图4根据本公开内容示出自主地面车辆的一个或多个内部组件的示例性框图。

[0009] 图5根据本公开内容示出用于配置和控制自主地面车辆的以及用于自主地面车辆与操作者沟通其操作的一个或多个通信方法。

[0010] 图6根据本公开内容示出用于确定自主地面车辆在整个操作范围上的移动的视觉系统和导航系统。

[0011] 图7根据本公开内容示出导航命令序列,该序列允许操作者指定自主地面车辆在操作范围内移动的替代方法的步骤和参数。

[0012] 图8根据本公开内容示出用于存放从自主地面车辆的操作中收集的信息和由操作者定义的操作参数的数据存储和相关网站的组件。

[0013] 图9根据本公开内容示出,当附接到自主地面车辆的铰接臂时,用于修剪栅栏内和附近或开放区域的草和杂草的示例性工具。

[0014] 图10根据本公开内容示出旨在将藤蔓移出指定路径,以将其推回生长区的示例性工具,通常称为“翻藤”。

[0015] 图11根据本公开内容示出旨在当自主地面车辆进入并通过操作范围,使用在整个铰接臂长度上的摆动切割动作来切割大面积的农作物的示例性工具,农作物例如为、但不限于干草或荞麦。

[0016] 图12根据本公开内容示出使用行式导航移动、识别并沿某一行纵向移动、然后转向返回到另一行、逐行返回或在转弯前跳过指定数量的行来通过操作范围的示例性移动模式。

[0017] 图13根据本公开内容示出自主地面车辆沿栅栏在纵向路径上的示例性移动模式。

[0018] 图14根据本公开内容示出自主地面车辆在操作范围中使用人工智能来决定是使用行式导航移动来通过操作范围朝向目标移动,还是沿着操作范围的周界避免直接移动的示例性移动模式。

[0019] 图15根据本公开内容示出轮距组件的示例性设计,轮之间的距离可以动态改变,底座相对于地面的高度可以改变,并且轮距的长度与宽度的比例可以改变。

[0020] 图16根据本公开内容示出基于车辆前后的重量平衡在自主地面车辆内部移动一个或多个电池位置的示例性设计。

[0021] 图17根据本公开内容示出从滑动机构的角度对图15所示的轮-马达-臂组件的特写视图。

[0022] 图18根据本公开内容示出从轮内部的角度对图15所示的轮-马达-臂组件的特写视图。

具体实施方式

[0023] 根据本文公开的主题的一个或多个实施例,一种用于执行农业和房地产物业管理的共同任务的系统,包括:自主地面车辆,包括与驱动部分、控制部分、视觉部分和导航部分连接的主体部分;一个或多个铰接臂,固定到自主地面车辆的主体部分;工具,固定到一个或多个铰接臂中至少一个铰接臂的端部,或作为完整的工具-臂组合;计算机化控制模块,与自主地面车辆连接并与之通信,并且包括程序、即可执行软件,以执行一个或多个铰接臂、工具和自主地面车辆的移动;以及数据存储系统,用以记录该系统的操作。该系统不排除增加其他装置,如附接到车辆顶部的水桶,以收集汇集的物品;附接到车辆后部的牵引挂接装置的拖车;或喷雾器罐,以适应施用肥料或除草剂。完全不要求使用任何臂来完成某些任务,也不要求用铰接臂代替不同的非铰接臂。可以使一个以上的自主地面车辆作为协调的车辆组来运行,车辆组通常被称为“一大群”车辆。

[0024] 图1是根据本文公开的主题的一个或多个实施例的功能框图,示出系统100的多个主要组件,包括具有一个或多个铰接臂的自主地面车辆、控制模块、限定的操作范围和数据系统,数据系统用于收集和沟通操作者和自主地面车辆之间的操作和参数。在图1中,系统100包括自主地面车辆101,自主地面车辆包括与驱动部分120、控制部分130、视觉部分140和导航部分170连接的主体部分110。系统100进一步包括一个或多个铰接臂111,在一个或多个近端111a、111c固定到自主地面车辆101的主体部分110。一个或多个铰接臂111可以在可调节的安装点111a、111c处围绕主体部分110周向间隔,沿主体部分110的侧面随机或等距地排列,以便用于多种不同的任务,例如但不限于:种植;除草;通过清扫或吹拂来清除碎片(例如但不限于树叶和树枝);使用喷雾器和罐子施用肥料或除草剂或杀虫剂;通过切割、

汇集成料堆或通过滚筒沿地面移动(例如汇集掉在地上的坚果)来收获;或修剪植物。另外,一个或多个铰接臂111可以在主体部分110上处于不同的高度,每个铰接臂可以由控制部分130单独控制,以同时独立地执行不同的任务,也可以组合在一起执行共同的任务。这种控制既可以是预先编程的,也可以是手动操作的,以及人工智能(AI)控制的。此外,一个或多个铰接臂111中的每一个铰接臂被配置为在远端111b处与工具150交互和连接。工具150可以包括但不限于机械手或抓手、钩或爪、锯、刀、铲、耙、一对修枝剪、鼓风机、喷雾器或剪线器。控制部分130进一步包括与自主地面车辆101连接并与之通信的计算机化控制模块130a,并且包括程序131、电路部件132、机械部件133和液压部件134,以执行一个或多个铰接臂111、工具150和自主地面车辆101的移动,该程序131例如但不限于可执行的计算机程序指令。数据存储系统160通过通信系统165连接到自主地面车辆101并与之通信,并且被配置为定义自主地面车辆101可以操作的操作范围180,以记录系统的操作以及提供自主地面车辆101操作和功能所需的数据和信息。这种数据和信息可以包括但不限于,工具专门的压力/定位/扭矩要求、液体应用率、速度、位置、剩余电池寿命、操作的错误信息、当前进度的状态信息以及启动和停止时间。来自数据系统160的控制和报告通过通信系统165与计算机190进行访问,计算机包括但不限于移动电话、平板电脑或个人计算机。该计算机可以位于操作现场本地,也可以位于通过数字通信网络连接的远程处。

[0025] 图2根据本公开内容示出示例性铰接臂设计及其运动范围,以及与自主地面车辆和工具的附接点。在图2中,铰接臂111通过电力或液压连接206和控制传感器连接208在近端111a附接到车辆101的前端,该臂由多个旋转点202组成,每个旋转点含有连接铰接臂111的区段203和205的电力或液压马达。与主体部分110的侧面的附接包括用于连接部111c的旋转连接204。连接部111c可以位于沿主体部分110的任何位置,从而扩展或限制整个臂组件能延伸远离主体部分110的程度。当连接部111c被移动到主体部分110的前角,以更接近近端111a的附接点时,整个臂可以伸展成单一的连续的臂,而如果连接部111c远离近端111a并朝向车辆110的一侧的后方移动,则臂在离开主体部分110的横向移动方面受到很大限制。同样,在一些实施例中,如果近端111a和连接部111c都在主体部分110的一侧相邻附接,则铰接臂111可以向侧边延伸30英寸或更多再加上附接到远端111b的任何工具150的长度。在主体部分110中可以包括配重或压舱物,以提高稳定性并降低自主地面车辆101在一个或多个铰接臂111伸展并在其远端有负载时翻倒的可能性。此外,或作为配重或压舱物的替代方案,一个或多个铰接臂111中的每一个都可以包括可伸展的负载稳定器支撑202a,当其伸展远离自主地面车辆101时,增加自主地面车辆101的覆盖区。这是为了在一个或多个铰接臂111完全伸展时提供更多的稳定性和更大的提升能力。如在沿线A-A的插入侧视图中所看到的,可伸展的负载稳定器支撑202a可以包括支撑组件202b,该支撑组件202b可包括轮组件202b,该轮组件202b包括轮202b1,该轮可围绕轴202b2旋转并通过该轴连接到轮支撑底座202b3。虽然没有明确示出,但轮支撑底座202b3可以可旋转地连接到旋转点202的底部,以允许连续360°旋转。此外,虽然没有具体示出,但轮组件202b可以包括锁定机构,以防止轮202b1和/或轮支撑底座202b3移动。在其他实施例中,支撑组件202b可以替代性地使用但不限于滚珠组件和/或刚性支撑组件来实现。如果在主体部分110的每一侧、即相反的侧具有两个臂111,这两个臂可以从主体部分110以总长度60英寸或更多向外延伸,而不考虑任何工具。因此,这种移动范围给可使用的工具类型和可达距离带来了极大的灵活性。此

外,当车辆101反向行驶时,铰接臂111可用于需要车辆101的跟随移动而非向前移动的工具150。

[0026] 在目前公开的主题的其他实施例中,自主地面车辆101可以具有多组铰接臂111,例如在自主地面车辆101的正面有第一组,并且在自主地面车辆101的背面有第二组。由于具有多组铰接臂111,可能需要有额外的视觉部分140和导航部分170,以及额外的程序和控制逻辑、电路和液压装置,以使每组铰接臂111能够完全独立地运行。同样,在本公开材料的其他实施例中,自主地面车辆101可以具有固定在其各定位上的臂。

[0027] 图3根据本公开主题示出由人类操作者发出的命令和由自主地面车辆101执行的系统操作的示例性流程框图。在图3中,操作方法300包括在系统100的操作期间要由自主地面车辆101执行的系统操作序列300a,并包括系统100的启动和执行310自动系统检查。一旦完成启动和执行310自动系统检查,系统就会探测315有多少个铰接臂111,并且如果有的话,探测哪些工具150被附接到每个铰接臂111。如果有任何先前记录的要执行的会话316的话,该方法将其加载到存储器中。然后,该方法执行320已经接收到和/或存储在系统100中的任何命令。在每个命令的执行320之后,系统向数据系统160报告325操作和结果。在所有命令结束时,自主地面车辆关闭330。

[0028] 至于自主车辆101的操作者,在图3中,在为系统操作序列300a定义命令300时,操作者选择301一系列变量、但不一定以任何要求的顺序进行选择,以设置全局操作参数(例如但不限于允许操作的一天中的某个时间和一周中的某一天),然后但不一定以任何要求的顺序通过使用地图叠加或使用X-Y坐标或其他方法勾勒物理区域来定义302允许的操作范围,并设置303自主地面车辆101的“主基地”的物理位置。接下来,操作者从若干种通信方法中选择304哪一种会在系统操作序列300a中使用。这些选择可以作为命令参数被保存350,以供将来使用。

[0029] 在图3中,在定义系统操作序列300a期间要执行的任务时,操作者创建305一组步骤,对每个步骤和要执行的任务的类型进行命名或编号。对于选定的任务,可以选择306额外的特定任务参数。对于预定的任务,操作者可以设置307轮距长度和宽度,当在系统操作序列300a中执行时,该轮距长度和宽度将使得各自的马达按规定移动。操作者选择308开始时间,并在相关情况下选择操作的持续时间。这些选择也可以被保存350,以方便将来的操作。然后,操作者选择309任务步骤的导航方法,以及导航命令序列700(在图7中最容易看到)和相关参数。操作者接下来选择370任何工具命令。操作者可以选择记录360自主地面车辆101在其操作期间的路径。最后,操作者选择340是否运行自主地面车辆101或停止命令定义。运行/停止选项340还允许操作者覆盖自主地面车辆101的所有活动,使其完全停止。

[0030] 图4根据本公开内容示出自主地面车辆101的一个或多个内部组件的示例性框图。自主地面车辆101可以用电池供电,电池例如但不限于为可充电电池。例如,在至少一个实施例中,自主地面车辆101利用两个电池,即一个主电池401和一个辅助电池402。这些电池可以是单个电池或一组连接的电池。主电池401可以为使轮120运行的一个或多个轮马达405供电,以及为一个或多个编码器406供电,这些编码器控制每个轮马达405的速度并反过来由主计算机中央处理单元(CPU)403协调、即控制,以按正确的旋转速度转动,从而允许向前和向后运动以及向左或向右转。铰接臂111及其在每个旋转点202中的马达也由主CPU403响应于由铰接臂111、每个旋转点202中的臂马达和工具150提供的传感器202a信息而控制,

从而使自主地面车辆101与铰接臂111和任何附接到其上的工具150动作配合地移动。主CPU403还控制轴距马达408,以改变自动地面车辆101的轴距的长度和宽度。主CPU403还控制电池盘马达407,以基于平衡传感器409的输入移动自动地面车辆101的平衡点。辅助计算机中央处理器单元(第二CPU)404与辅助电池402连接,并控制自动地面车辆101的视觉部分140和导航部分170。视觉部分140包括一个或多个附接到自主地面车辆101的相机410,以使用RGB、红外线方法捕捉视觉信息。视觉部分140还包括光探测和测距(LIDAR)系统411,以在自主地面车辆101移动时探测物体和障碍物。

[0031] 图5根据本公开主题的示例性实施例示出一个或多个通信方法,由控制模块130用于在自主地面车辆101和系统100的外部部件之间发送和接收信息。如图5所示,车辆基于导航部分170移动,该导航部分170通过利用商业上可获得的GPS/GNSS计算机模块508经由全球导航卫星系统(GNSS)使用全球定位系统(GPS)与一个或多个卫星502和至少一个蜂窝通信系统501通信,从而向自主地面车辆101给出关于其位置和路径的信息。此外,这些方法被用于接收来自数据存储系统160的命令,并通过通信网络、例如但不限于公共互联网503向数据存储系统160报告自主地面车辆101的状态。在本地,自主地面车辆101可以被控制,并且例如使用以下方式接收和发送通信,即如果在30英尺或更短的范围内,则使用蓝牙506,如果有Wi-Fi,则使用这样的Wi-Fi505,或者如果需要连接到个人电脑507或移动智能手机或平板电脑190,则通过直接电缆504接收和发送通信,但不限于以上方式。此外,GPS/GNSS通信系统可以使用安全的GPS/GNSS发射器和接收器来实现,以便在自主地面车辆操作期间提供精确的定位信息,以实时控制移动和路线校正。

[0032] 图6根据本公开内容示出用于确定自主地面车辆在整个操作范围180上的移动的视觉系统和导航系统600。在中央控制模块130内,视觉部分140和导航部分170使用实时获得的信息结合预编程命令和通过一个或多个相机410获得的传感器信息、从GPS/GNSS模块508获得的位置信息以及来自LIDAR系统411的信息。控制模块130内的视觉和导航部分包括固定到主体部分110上的一个或多个相机410,相机提供关于目标604或导航线索603的视觉信息,其基于操作方法300中的预编程命令确定行进路径;还包括GPS/GNSS计算机模块508,其确定位置和定位;以及还包括LIDAR系统411,其感知行进路径内和周围的物体或障碍物。来自系统600的信息由第二CPU404并且可选地由主CPU403用来控制车辆的行动。一些、但不是所有的任务需要图像识别数据605,图像识别数据605待用于处理目标604或线索603。

[0033] 图7根据本公开内容示出导航命令序列700,该导航命令序列允许操作者指定自主地面车辆在操作范围内移动的替代方法的步骤和参数。导航命令序列700开始701,操作者可以在一种或多种导航方法中选择702,包括临时方法(ad hoc method)710、行式方法720、纵向方法730、目标方法740、随机方法750或手动方法760。操作者也可以在300中的一组指令中选择一种以上的方法,例如但不限于选择使用临时导航方法710从限定的起点711到限定的终点712并以每秒n英尺的选定行驶速率、即速度713开始任务。然后,在完成临时导航方法710后,或完全独立于临时方法710,自主地面车辆101可以执行行式导航方法720。例如,通过遵循从同一个或另一个起点721出发,并通过以相同或另一速度723前进而在同一个或另一个终点722结束的路径,对若干行采用行式移动。当行数、即行计数参数724,N被设置为1时,意味着导航路径从第1行开始,并往复式前进通过由操作区域180界定的范围。导航部分170从起点721和终点722计算出周界的位置,并计算出要使用行式方法710执行的行

式导航路径726。通过结合终点722改变N的值,自主地面车辆101将前进到第N+1行,然后往复式转弯跳过N行,以从第2行开始、然后到第N+2行、然后到第3行等等,直到到达操作范围170的边界,此时自主地面车辆101返回到定义的终点,并且如果导航指令中有下一个步骤的话,执行该步骤。行式导航行进路径的示例在下面结合图12进行说明和描述。

[0034] 回到图7,在纵向导航方法730中,自主地面车辆101使用类似或不同的起点731、类似或不同的终点732、以及类似或不同的速度733,以在计算纵向行进路径735之前使用线索方法734前进。该线索可以是具有由视觉系统140解译的嵌入式信息的增强现实(AR)代码,或者可以使用通过解译诸如栅栏柱等重复的物理特征而识别的物理线索。

[0035] 对于目标导航方法740,在图7中,自主地面车辆101在开始前使用同一个或另一个起点741以及同一个或另一个终点742,并结合相同的或另一个速度743。在自主地面车辆的目前的位置,该自主地面车辆扫描操作范围180,寻求使用图像识别数据605来探测745目标以进行比较,并计算出通往该目标的路径。然而,操作者可以通过选择744预定义的路径方法来覆写该操作,预定义的路径方法为直接路径或周界路径。如果没有被覆写,自主地面车辆101使用人工智能,以基于地形条件、辨别行的能力、农作物的密度和高度、视觉系统中图像的清晰度以及其他决定因素,来确定通往该目标的路径。在获取目标604后,自主地面车辆101计算746周界,然后计算747路径(直接或间接围绕操作范围180的周界)并移动到目标604。

[0036] 对于随机导航方法750,在图7中,自主地面车辆再次使用相同或不同地限定的起点751和相同或不同地限定的终点752,以相同或不同的限定的速度753沿着由周界755和限定的随机路径长度754所界定的随机路径移动,以按照计算的随机路径756移动。这种方法可能适合于在树木随机排列的范围中采集坚果,并且用随机导航方法750可以更有效地覆盖整个范围,而不是像行式方法720那样试图将车辆成行移动,或像纵向方法730那样以直线移动。

[0037] 对于手动导航方法760,在图7中,自主地面车辆101的速度如在其他方法710至750中那样被指定,但所有其他移动都是使用移动设备或个人计算机190上的命令程序从外部手动控制。

[0038] 在图7中的导航方法选择710至760结束时,自主地面车辆101开始执行770计算的导航路径命令,并在那些命令结束时检查780是否存在用于新导航的下一步骤。如果存在下一步骤,系统会返回到702处进行处理,以进行新的步骤,或者如果不存在下一步骤,则停止790导航。

[0039] 图8示出数据存储系统800的组件,根据所公开主题的示例性实施例,该数据存储系统包括经由公共互联网503从自主地面车辆101和人类操作者801收集的通信。由例如但不限于防火墙802代表的安全系统保护一个或多个网站服务器803,这些网站服务器存储并提供来自一个或多个数据库804的数据。人类操作者801使用例如但不限于移动设备190,或如图5所示,使用经适当授权且连接到互联网503的任何其他计算机507,或通过直接电缆504、蓝牙506或WiFi505使用该计算机。回到图8,网站允许人类操作者801登录并访问账户信息805、从功能菜单806的选项中选择、选取信息和选择的部分807,并看到显示区域808,通过该显示区域可以设置、改变或删除信息和命令,并且网站向操作者传达关于车辆操作的报告。

[0040] 图9示出当附接到自主地面车辆101的铰接臂111时,用于修剪栅栏内和附近或开放区域的草和杂草的示例性工具。在图9中示出了用于修剪的电动修剪杆900,其类似于商业上可获得的电动绿篱修剪器。多个齿901安装在由摆动马达903和齿轮控制的具有移动部分和固定部分的杆902上,并且这些齿901被配置为切割与修剪杆接触的杂草和草。工具900被配置为在远端111b处附接到铰接臂111上,使底座905和远端111b之间进行接触,从而接通电源连接904以控制摆动马达903,并且配置有传感器连接906,该传感器连接906与控制系统130通信以指示该工具正在作业,并且如果该工具未在作业,则提供错误信息,例如但不限于电源是开/关的。

[0041] 图10示出旨在用于将藤蔓移出指定路径以将其推回生长区的示例性工具,这种动作在农业上通常被称为“翻藤”。翻藤工具1000是具有多个部件的工具实施例,包括抓取机构1010和被动部分1020。抓取机构1010被配置为可操作地附接到铰接臂111的远端111b,以抓取藤蔓。被动部分1020具有连接到被动部分1020的顶部部分1021a的夹具1023,并且每个夹具1023被配置为可拆卸地附接到马达连接段203,并且随着铰接臂111从自主地面车辆101的主体部分110向外移动而沿着马达连接段203被动地推动藤蔓,这是在每个旋转点202中的臂马达的作用下以及通过由于臂部分205从自主地面车辆101的主体部分110向外移动和返回导致定位的变化而实现的。被动部分1020还包括顶部部分1021a下面的带有柔性指部1021的部分,以协助将藤蔓推回生长区内的指定区域。

[0042] 图11示出切割杆1100的示例性实施例,其有时称为镰刀杆,用于切割大面积的农作物,例如但不限于高草或谷物作物,如荞麦或干草。切割杆1100包括刀片1105,配置为随着自主地面车辆101进入并通过操作范围180,在附接到铰接臂111的远端111b时,通过杆1100的固定部分和可移动部分1101的作用而以切割运动来移动。该工具的马达1102使齿轮1107移动,该齿轮以摆动运动的方式移动刀片1105以切割农作物,以当自主地面车辆101移动通过该范围时,留下被切割的农作物茎秆落在切割杆1100后面,这是农业作业中常用的活动。通过使用铰接臂111远离车辆主体一侧的铰接动作在自主地面车辆101的前方将切割杆1100伸展,铰接臂111成为以一定角度安装的前向切割表面,从而使谷物或干草落在远离车辆主体及其轮的地方。轮1108可以可旋转地安装在切割杆1100的端部,以支撑切割杆1100的重量。马达1107由主体部分1104支撑,该主体部分包含电源附件1102和传感器附件1103,这些附件被配置为“插入”、即可操作地连接到铰接臂111的远端111b。导引器1106被固定到杆1101的端部,以在视觉上标记杆的端部并保证安全。

[0043] 图12示出通过操作范围的示例性移动模式,其中自主地面车辆101沿着生长区之间的路径移动。在图12中,示出使用上述与图7有关的行式导航方法720的两个示例。在图12中,在第一示例1201中,自主地面车辆101遵循简单的一行向下和下一行向上的方式,以在限定的操作区域中循环进行,而在第二示例1202中,车辆遵循跳行模式。在这两个示例中,计算出的行式导航路径726是由以下组合来限定:行计数参数724指示自主地面车辆101前进到第N行,使用视觉系统140探测行1205的存在及其范围,使用导航170监测自主地面车辆101的位置,使用LIDAR系统411避开障碍物和探测农作物,同时跟踪自主地面车辆101当前所处的行1205的标号,其中在第一示例1201中N=1,在第二示例1202中N=4。此外,自主地面车辆101在第一示例1201中前进到下一行值,而在第二示例1202中,自主地面车辆101前进到“结束”,即前进到到达操作范围180的周界所在的那些行,然后返回到第N+1行,然后遵

循以N行为一组的行前进顺序进行。在第二示例1202中,自主地面车辆以四行为一组前进,从第一行的末端(示例1202的第0行)导航,然后沿着通常称为头行1203前往末端行,然后沿着末端行(示例1202的末端行)向下到尾行1204、然后再回到第二行(示例1202的第1行),再沿着头行1203到第六行(示例1202的第5行),再沿着第六行向下,再沿着尾行1204回到第三行(示例1202的第2行),如此反复。应注意的是,自主地面车辆101的这种移动的结果是在同一方向上穿越一组行。通过改变N的值和结束位置"末端"或"下一行",可以使自主地面车辆101为各种目的创建移动模式。

[0044] 图13示出使用上文就图7讨论的纵向模式730的自主地面车辆的示例性移动模式。在图13中,自主地面车辆101与修剪器工具900结合以执行沿循栅栏1310旁边的路径1301的任务,该自主地面车辆101的导航包括激活修剪器工具900以修剪栅栏1310下方和旁边的区域,避开在其路径中探测到的障碍物1303,响应于探测到其路径中的障碍物1303而改变路径1304,然后一旦超过障碍物1303就返回到正常路径1301。该导航进一步包括向人类操作者报告栅栏1310的任何异常状况1302,这些异常状况例如是但不限于与先前记录的栅栏的视觉记录不同的栅栏状况或栅栏1310的各部分之间的差异,在图示中,作为示例,在栅栏中发生了破损。当人类操作者预定义路径为栅栏的两侧时,车辆在栅栏的末端转弯,并沿着相反侧的场地前进,使得栅栏下方的区域从两侧都被切割到修剪工具的长度。栅栏可由线索603(例如安装在栅栏柱上的增强现实(AR)代码)或由限定的目标604(例如栅栏柱本身的形状作为目标)来标记,操作者可手动导航路径760、记录该路径360、并回放该会话316。

[0045] 图14示出自主地面车辆101在操作范围180中使用人工智能来决定是直接1402朝向通过操作范围180中的目标1403移动,还是沿着操作范围的周界1401避免直接路径的示例性移动模式。在本图中,目标1403是在操作范围180边缘沿树线的一段距离上探测到的一群鹿。在高达400英尺的距离上,自主地面车辆101使用视觉系统140定位可能的目标1403,并使用图像识别数据605将其识别为鹿1403或其他物体,然后选择744要使用的预定义路径方法,要么直接1402穿过操作范围180,要么沿着农作物之间的行1405并且围绕操作范围180的周界1401到达目标1403。操作者可以选择只选取744导航方法中的一种,而不是让自主地面车辆101使用人工智能进行选取744。在这个示例中,不需要工具,不需要光,也不需要制造噪音,因为自主地面车辆101向目标鹿1403的方向快速移动,鹿认为这是威胁性的动作而逃离。自主地面车辆101选取743的速度可以例如包括但不限于快/慢/快/慢的速度。然而,一般来说,鹿1403只在威胁消失前逃离,所以自主地面车辆101被编程为继续向目标快速移动743,然后停下来,以查看目标是否移动或离开视野。在暂停了预设的时间长度后,例如但不限于一分钟,车辆重新扫描视野,并且如果探测到新的或旧的目标1403,则再次开始追逐。如果在预设的时间长度306之后,例如但不限于十分钟,未探测到一个或多个目标1403,那么自主地面车辆101返回到其限定的742起始位置。当自主地面车辆101在移动时,它向数据存储系统160发送消息,以报告其动作、当前位置和任何错误状况。代替鹿作为目标1403,目标1403可以是在操作范围180中移动且执行另一项农业任务的另一个机器人车辆,其中自主地面车辆101寻找该目标的目的是增强由其他机器人车辆正在执行的任务,例如在收获一部分农作物后卸载装满的篮子。因此,一组自主地面车辆101可以一起使用,从而简单地使用基于目标的导航方法来执行任务,通常被称为"一大群"机器人车辆。

[0046] 图15根据本公开内容示出轮距组件1500的示例性设计,该轮距组件允许改变各轮

120相对于彼此的位置。通过使各轮120同时从自主地面车辆101的中心进一步移动或更接近自主地面车辆101的中心，各轮之间的距离被改变，但宽度与长度的比率保持不变。在图15中，从车辆101的一个角部以透视图示出轮距组件1500，仿佛自主地面车辆101的主体部分110已经被移除。轮距组件1500包括底板1501，该底板被配置为可拆卸地安装到自主地面车辆101的主体部分110的底面上的形状相互匹配的突起(未示出)，该轮距组件提供底板1501上的附件，包括例如但不限于在底板1501的中心形成并穿过的开口1515，并且该开口被配置为可拆卸地接收和保持主体部分110的底部上的形状相互匹配的突起。该开口一般不是完整的圆形，因此它在相邻的各壁部分之间具有至少一个角度，其角度小于180°，以防止在形状相互匹配的突起插入开口1515时主体部分110的旋转。此外，底板1501通过轮毂1510和在减震器支架1502处与四个独立的轮悬挂组件1520连接，这些减震器支架在大体上为方形的开口1515周围均匀间隔地分布在独立的槽1502a中，这些槽形成在底板1501中并穿过底板1501。每个减震器支架1502被配置为连接到减震器1503的上端，而减震器1503的下端则连接到每个轮悬挂组件1520的上支杆1504。上支杆1504在其两端分别附接到具有开槽侧边的滑动杆1511，该滑动杆1511被配置为允许滑动移动1505以沿滑动杆1511的长度自由移动。沿着滑动杆1511的移动由线性致动器1506控制，该线性致动器1506在其马达端安装到连接板1507上，在另一端安装到滑动机构1505上。轮距马达408可以是线性致动器马达408，该轮距马达转而由人类操作者在操作者命令300的任务307中确定的设置进行控制。当自主地面车辆101移动穿过地面时，连接板1507的任何竖直移动被减震器1503的阻力所抑制，同时限制横向移动，以便这些轮在移动时不会晃动。连接板1507允许线性致动器1506、上支杆1504和滑动杆1511在自主地面车辆101在不平整的地形上运动时上下移动。滑动机构1505附接到上安装部1508上，该上安装部附接到马达安装组件1509上，轮马达405安装在该马达安装组件内部。轮马达405通过该马达的轴直接连接到轮毂1510。电线和传感器线通过底座1501中心的大体上为方形的开口1515送入。线性致动器1506包括轮距马达408，其被配置为将滑动机构1505移入和移出以改变轮120的位置。

[0047] 在图15中，轮距组件1500被设计为控制每个轮120相对于彼此的尺寸、即三维定位，以保持各轮120前后和左右的相等间距，从而完成被称为四马达差动转向的转向方法。自主地面车辆101的转向和移动是通过使各轮马达405同时或不同时地转动来完成的，以适合所需的任务。当轮距为正方形或接近正方形，即前后尺寸等于或几乎等于轮的左右尺寸时，四个轮的差动转向是最佳的。不同于将每个轮120的轴线直接利用其轮马达405转动，这些轮轴线是固定的，并且转向是通过编码器406改变每个轮马达405的速度和方向来完成的，编码器406由主计算机CPU403中执行的命令控制。

[0048] 虽然在图15中，差动转向是一种常见的、广泛使用的转向方法，但这种设计允许动态地改变轮距尺寸。通过调整轮距的宽度和长度，自主地面车辆101可以避免在种植的农作物1405上驶过。可以在控制机构中为常见的行宽度提供预设标记，例如但不限于：30英寸，这是玉米种植的典型行宽度；以及15英寸，这是大豆种植的典型行宽度，以方便人类操作者。替代地，另一种农作物可以以7.5英寸的倍数的行进行种植，这使人类操作者能够将轮距设置为15英寸、22.5英寸或30英寸或37.5英寸，而轮距宽度的限制仅由轮距组件1500的四个臂的长度控制。

[0049] 在图15中，通过改变减震器支架1502在其在底板1501上的槽1502a内的位置，减震

器1503与上支杆1504相接的角度被改变,因此主体相对于地面的高度和轮与地面相接的角度可以被改变。本公开内容不排除用具有锐角而不是直角的X形的连接板1507代替,因此可以改变轮距的长度与宽度的比率。通过调整两对轮120一起改变时的轮距长度,自主地面车辆101可以通过更长的轮距增加稳定性,以适应车辆前部或后部的重量。通过不等地改变减震器支架1502的安装,车辆可以在斜面上操作,例如以适应在斜坡上行驶。这些变化可以由操作者手动设置,或者随着地形的变化使用平衡传感器动态地设置。

[0050] 图16根据本公开内容示出基于自主地面车辆101前后的重量平衡在自主地面车辆101内部移动一个或多个电池1601的位置的示例性设计。安装在底座1604上的一个或多个电池1601的动作,该底座可在马达407的作用下、通过控制由齿轮轴杆1606、齿轮1603和平台1602组成的齿条齿轮式组件而移动,在自主地面车辆101的主体部分110内向前或向后移动该一个或多个电池1601。马达407由平衡传感器409控制,以探测前后的不平衡,从而为车辆提供额外的稳定性。代替齿轮齿条式传动方法,可以使用线性致动器以同样的方式移动电池盘。

[0051] 图17示出从滑动机构的角度对图15所示的轮组件的特写视图。连接板1507部分地在左边示出,其上附接有上支杆1504的第一端和开槽杆1511。线性致动器1506使滑动机构1505沿开槽杆1511移动。轮马达1508的上安装部附接到滑动机构1505。马达安装部1509与轮马达1508的上安装部呈一定角度安装。图中示出了附接有该马达的轮毂1510。

[0052] 图18示出从轮内部的角度对图15所示的轮组件的特写视图。轮马达405安装在马达安装部1509内,使该马达的轴直接附接到轮毂。马达安装部1509连接到该上安装部和滑动机构1505,从而当线性致动器马达408移动时,线性致动器的杆将整个轮-马达组合沿开槽杆1511拉入或推出。上支杆1504在轮子-马达组合移动时保持刚度,连接轮-马达组件内部端部上的连接板1507。

[0053] 在所公开主题的实施例中,一种用于执行农业和房地产物业管理常见任务的系统包括自主地面车辆,该自主地面车辆可以具有附接的一个或多个的臂,或者根本不具有臂。如果设有臂,这些臂可以连接到工具或根本没有工具,该自主地面车辆可以被编程为执行在农业和类似房地产物业维护中常见的一个或多个任务,这些任务的特点与农业任务类似。该车辆及其功能不限于特定的使用类型,而是体现了高度灵活的操作系统来执行那些任务。该车辆需要由人类操作者作出的选择,或者在一些实施例中需要来自预先确定的编程选择集中的选择,或需要来自人工智能(AI)程序中基于车辆的状态和定位的指令,以限定要执行什么类型的任务、在哪里执行、何时执行、以及使用哪些方法。使用这些指令,根据可用性和对方法的偏好可以使用几种方法中的一种将这些指令传达给车辆,该几种方法包括从将这些指令直接插入车辆到使用个人电脑,或使用无线通信。当车辆执行任务时,其向操作者报告操作的结果和车辆的位置以及任何错误。然后,操作者可以使用通过公共互联网提供的数据存储和报告系统,查看任务的单一执行结果或跨时间的操作历史。

[0054] 自主地面车辆由四个轮组成,每个轮都具有马达以驱动该轮。这些马达由中央指挥模块转动和控制,确保这些马达以正确的速度和方向协同移动。这些马达是可独立移动的,因此,通过使这些马达以不同的速度转动来完成转向。车辆可以反向操作,从而如果一项任务需要臂和工具位于车辆后方,而不是正常的前向定位,该车辆就会以这种模式移动来完成这项任务。

[0055] 铰接臂具有三个附接点,一个附接点在主体的前方,两个臂可以附接到主体,一个附接点在左侧并且一个附接点在右侧,从而这些臂的组合就比只设在一侧的单个臂呈现出更广泛的操作选择。臂的端部包括附接点,在该附接点处附接有工具,以执行特定类型的任务,如切割、推动或修剪。臂具有中点连接部,该臂凭借其附接到车辆主体的一侧,从而该臂就可以在远离该主体的地方横向伸展或不伸展,并且通过改变这个距离,为需要这种动作的任务提供出推拉移动。该臂在其中点处具有轮,以支撑该臂的重量,并提供对工具相对于地面的高度的调整。该臂在主体前方也具有可移动的附接点,以便在该附接点的范围内调整该臂的高度。该臂与主体侧面的附接允许该臂向前或向后滑动,从而当该臂的所有部分都是直的时候,该臂的移动可以向外伸展到最大长度,提供连续的臂,而不是弯曲的臂。同样地,该臂的中点也可以向后移动,使其横向范围受到限制。

[0056] 该车辆通过两个电池或两个电池组操作,其一用于控制驱动轮、臂和工具的马达。第二电池为包括计算机处理器、内部网络、内部传感器和所有其他电子和通信设备的电子器件提供电力。这些电池是可拆卸的。

[0057] 这些电池是可充电的。为马达、臂和工具提供电力的电池或电池组可通过安装在车辆侧面的固定端口插入外部电源进行充电。辅助电池或电池组通过从车辆上拆卸下来进行充电。

[0058] 第二电池或电池组安装在可移动底座上,该底座在由传感器控制的马达的方向上向前和向后移动,以保持车辆的前后平衡。

[0059] 摄像系统使车辆能够探测行进路径上的物体和障碍物,并在一距离处扫描目标。该摄像系统包括四个相机,每个相机安装在车辆的一侧。

[0060] 车辆使用相机和/或LIDAR的组合来定位物体和障碍物,并通过人工智能和编程指令可以利用物体的位置以按要求移动。提供移动线索的物体,如增强现实代码(“AR代码”),将指令植入可扫描的代码中,当被视觉和导航转译时,为车辆提供指令,如“向前移动50米”,同时执行任务。替代地,车辆可被指示使用行探测在操作范围内移动,从而区分种植区与非种植区,要么有宽阔的植物区域,要么有狭窄的植物行,并区分这种种植区的开始和结束。这些方法与人类操作者预定义的操作范围的指定边界结合使用,使用地图重叠和绘图方法来限定允许车辆移动的区域。在移动时,车辆可能会遇到障碍物,需要车辆转弯、修改路线或扭转路线、并重新计算路径以绕过或远离障碍物、然后在避开障碍物后继续沿原路线前进。在没有计算出替代路径的情况下,车辆会停止并等待进一步的指令。在需要向目标移动的任务中,目标比如为相距一距离处的鹿,相机被用于扫描操作范围,在探测到目标后,基于人工智能做出决定或由操作者强制指令,直接通过操作范围或围绕周界向目标移动。

[0061] 车辆使用简单的文本消息、即短消息系统(SMS)与数据存储系统进行通信。这些消息由通信模块使用可获得的方法发送和接收,可以是蜂窝电话网络或卫星消息网络。

[0062] 车辆使用全球定位系统(GPS)和全球导航卫星系统(GNSS)方法与卫星和蜂窝电话塔进行通信,这些方法提供精确的位置信息,以确定相对于操作范围和要执行的编程任务的行驶路线。一些任务不需要任何通信,例如但不限于无论定位如何,都要向前移动50米的指令。其他任务需要了解车辆的位置,例如围绕场地周界通过该场地的移动。

[0063] 中央控制程序包括电子器件、计算、通信、布线、编程和与车辆所有部件的连接。

[0064] 当车辆靠近操作者时,车辆使用额外的直接通信,使用蓝牙无线方式,或使用WiFi方法的无线局域网连接,或直接将电缆插入位于车辆后部的车辆端口。与卫星或蜂窝技术相比,这些方法提供了一种潜在的更快且更易得的与车辆通信的方法。

[0065] 臂被固定到车辆的主体上,或者车辆可以在没有臂的情况下操作。马达控制臂的移动,因为臂沿其长度在四个部分进行铰接,此外还有中间部分,其包括与主臂中间部分连接的两个铰接部件。臂与主体物理连接,并且连接点包括电源连接和电子连接,以控制臂的马达和任何附接到其上的工具的移动。臂是可拆卸的,以便进行维护和清洁,并可灵活地执行不同类型的任务。

[0066] 臂可以支撑高达50磅的重量,从而端部的工具就可以由结实的成分制成。臂的附件在端部连接为与执行任务相关联的特定类型的工具。工具本身可能需要电力和传感器来控制其动作,臂的端部包含电源连接和电子连接,以便与中央控制程序通信。

[0067] 臂包括被动轮的安装点,有助于支撑臂的重量并帮助执行任务。该轮可由操作者决定是附接或拆除。

[0068] 沿主体侧面的附接点和臂的移动允许臂远离主体伸展多达30英寸。主体侧面的灵活附接点允许臂以直线长度或靠近主体的有限长度完全伸展。

[0069] 臂的中间部分具有提供推拉移动的的两个铰接部分。

[0070] 臂的电源连接器位于主体前部,允许安装两个臂,一个臂在车辆的左侧,一个臂在车辆的右侧。

[0071] 在车辆前部的臂的安装点还包括传感器连接点,以便电子器件控制臂内的马达和附接到臂端部的工具内的马达的移动。本公开内容并不排除、事实上也包含了一种附接方法,该方法允许改变臂在地面上的高度和臂相对于地面的定向。

[0072] 由车辆、臂、工具、在先编程的指令和操作者定义的操作所执行的具体功能,都构成执行任务的系统。车辆可能被指示沿着栅栏行驶,修剪栅栏下面和沿着靠近栅栏的区域的草和杂草。车辆可能被指示行驶穿过农田以切割一块开阔的农田。车辆可被指示从起点移动到与起点有一定距离的目标,使用图像识别来定位目标,然后按照由操作者或预先限定方法的人工智能确定的路径移动。车辆可利用臂上的推拉动作扫除树叶或推动藤蔓。车辆可以拉动附接到臂上的车厢,或将车厢推向相反的方向。该系统旨在以高度灵活的方式支撑广泛的工具和移动方法。

[0073] 在翻转藤蔓任务的实例中,车辆被编程为在两个生长区之间的路径上移动,该路径被认为是两行之间的区域,在行间区域的长度上行进,寻找植物的藤蔓,植物例如为南瓜、倭瓜或西瓜植物,其延伸到车辆的路径内和生长区之外。当车辆识别到其路径上的藤蔓时,车辆使用臂将藤蔓推离车辆,方式为抓住藤蔓或简单地与藤蔓接触,同时在臂向前行进时,臂横向移动远离车辆主体时。臂和车辆的运动导致藤蔓被移出行进路径,并返回到感知的生长区。结果是藤蔓将被移回生长区,从而使任何可能附接到藤蔓上的果实免于将来被驶入操作范围收割或照料农作物的车辆碾压。研究表明,这种翻藤过程可以防止果实受到损害,提高田地的总产量。

[0074] 在减少农作物受损的实例中,车辆使用图像识别,专门将鹿作为目标。车辆在起始位置等待,并定期扫描操作范围以探测目标。摄像系统使车辆能够探测到400英尺远的目标。车辆的移动使其移动作为一种威胁,而不需要任何其他声音或视觉方法来代表捕食者。

在执行这项任务时,车辆的移动从慢到快变化,这在田地测试中已被确定为创造了足够的威胁,并导致鹿离开操作范围。在田地测试的观察中,显然目标会在不同的位置重新出现,因此,当目标离开可见区域时,车辆就会停下来,并在重新扫描操作范围前等待一段特定的时间。通过继续侵扰目标,鹿被阻止吃农作物,从而减少农作物受损。在最初的生长期,早期保护是关键的,并且作为一个实际问题,一旦农作物比车辆高,地面车辆就看不到目标了。车辆可以涉及在扫描时使用仅有周界的导航方法,而不是试图在无法区分行并且农作物高于车辆视线的田地中移动。此时在农作物的生命中,农作物的任何受损都不那么关键。

[0075] 在切割谷物如小麦、荞麦或草如干草的实例中,车辆被编程为从田地周界的某个点开始进入操作范围,然后不考虑任何限定的行,而是通过确定从田地周界开始的第一条要切割的路径,然后以往复式方式前进,从未切割的区域识别切割区域。这种切割动作需要在车辆上配置工具和臂,据此在车辆的一侧或两侧将切割杆附接到每个臂上,提供宽的或不那么宽的切割结果。工具使用典型的摆动切割杆来切割农作物,农作物在田地中被切割时落下,以随后在落下的地方自然干燥之后或不在干燥之后,被收割或收集。当车辆到达操作范围的周界,并且不再识别出未切割的区域时,车辆会返回到起点,然后执行下一步导航,如返回到主基地。

[0076] 在清扫割下的农作物的实例中,车辆从田地的周界上的指定起点开始进入操作范围,附接到臂的工具通常被称为料堆耙。该耙不需要电力,只需被拉动穿过田地。该耙可以附接到一个臂上,或者在车辆两侧的两个臂上各附接有一个耙,提供较小或较大的清扫运动。结果是,先前切割的农作物被扫成料堆以便于收集,如果是干草,则形成包状物,或者如果是谷物作物,则用其他方法将谷物与茎秆分离。

[0077] 自主地面车辆可以有不同的尺寸,通过这些尺寸可以承载较大的臂和较重的超过50磅的重量。较长的臂可以将臂的可达范围延伸到30英寸以上。

[0078] 自主地面车辆具有连接到主体的可调节的轮组件,从而轮可以被移动,以增加或减少主体底部与地面之间的距离(离地间隙),并增加或减少轮之间的空间。通过改变轮之间的空间,操作者可以调整轮之间的距离,以适应各种农作物种植空间,从而当车辆以行式导航模式行驶时,车辆就不会在种植的农作物上驶过。以“停站”的形式提供标记,帮助操作者定位轮宽度以适应常用的行宽度,例如在美国,玉米通常以30英寸的行来种植,而大豆通常以15英寸的行来种植。通过改变轮组件和主体之间的附接角度,可以改变离地间隙。这个动作提供了两个结果:(i)当两侧一起移动时,车辆的稳定性得到改善(例如当附接了较重的工具时);(ii)当只移动一侧时,车辆可以沿着倾斜的地面行驶,为车辆提供更多的稳定性。

[0079] 在所公开主题的实施例中,只要轮被定位以在行间行驶,自主地面车辆就可以驶过以可变间距的行种植的农田,而不会损坏农作物。通过使用预设的宽度,操作者可以针对玉米预编程设置为30英寸行,或针对大豆预编程设置为15英寸,或针对生菜预编程设置为10英寸。当车辆在田间导航时,车辆可以动态地改变宽度,因为整个田间的行可能不精确地相同。但是,通过从预设的轮宽度开始,车辆在田地里移动时需要的改变较少。因此,车辆可以在种植有农作物的田地中导航,而不会因为踩踏植物而造成不应有的农作物损失。

[0080] 在所公开主题的实施例中,自主地面车辆通过在车辆主体的空腔内前后移动电池来调整其内部平衡。移动电池或电池容器,车辆可以使用其平衡传感器使车辆保持平衡。作

为示例,在割茂密的草时,车辆很容易被湿的或高的草困住,这将导致车辆在前轮轴线上向前倾斜。通过感测这种情况,将导致电池在主体内向后移动,直到平衡传感器探测到水平状态。同样,被拖在车辆后面的重型车厢可能会陷入困境,导致车辆在后轮轴线上向后倾倒。这种移动使用简单的一级杠杆原理,利用车辆的长度相对于从工具到轮中心的距离。

[0081] 在所公开主题的实施例中,一种用于执行农业和房地产物业管理的共同任务的系统,包括:自主地面车辆,包括与驱动部分、控制部分、电源部分和视觉部分连接的主体部分;一个或多个铰接臂,固定到自主地面车辆的主体部分;工具,固定到一个或多个铰接臂中至少一个铰接臂的端部;计算机化控制模块,与自主地面车辆连接并与之通信,并且包括程序以执行一个或多个铰接臂、工具和自主地面车辆的移动;以及数据存储系统,用以记录该系统的操作。

[0082] 在所公开的主题的实施例中,使用第0081段所述的系统进行栅栏修剪和监测的方法包括:沿栅栏纵向导航,以修剪栅栏下方和栅栏旁边短距离内的草和杂草;监测与基线状况相比的栅栏状况,以探测栅栏的破损;以及包括软件,以探测栅栏、导航到下一个栅栏柱、按指示转向、控制车辆的速度并控制切割动作。

[0083] 在所公开的主题的实施例中,使用第0081段所述的系统进行藤蔓翻转的方法包括:使用软件以控制车辆在导航通过藤蔓作物的田地时、感测到藤蔓是非生长区的物体、并将藤蔓推离车辆并回到预先指定的生长区。

[0084] 在所公开主题的实施例中,使用第0081段所述的系统通过侵扰农田中的鹿以减少农作物受损的方法包括:使用软件控制自主地面车辆以勘察操作范围,在白天使用图像和模式识别在达400英尺的距离上探测鹿,然后使用两种方法中的一种追逐鹿,以通过识别成行的种植作物或沿操作范围的周界向鹿移动来导航通过田地,当鹿改变位置时,车辆调整其路径以找到到达鹿的新位置的最短路径,然后通过快速移动、然后缓慢移动、再快速移动,车辆对鹿以侵扰物的形式出现,不需要使用声音或噪音来使鹿逃离该区域。当然,这种方法的替代性实施例可以应用于所有类型的损害农作物的动物,例如但不限于啮齿动物、兔子、鸟类、牲畜等。

[0085] 在所公开的主题的实施例中,一种以顺序步骤指定导航的系统,每个步骤都有选定的导航方法,操作者通过选定的导航方法进行限定,并且车辆涉及使用一个或多个步骤从起始位置移动到终点位置,所用的方法是:临时的、行式移动的、纵向运动的、目标获取移动的或手动操作的。

[0086] 在所公开主题的实施例中,一种用于执行农业和房地产物业管理的共同任务的系统,包括:自主地面车辆,包括与驱动部分、控制部分和视觉部分连接的主体部分;一个或多个铰接臂,固定到自主地面车辆的主体部分;计算机化控制模块,与自主地面车辆连接并与之通信,并且包括程序以执行一个或多个铰接臂、工具和自主地面车辆的移动;以及数据存储系统,用以记录该系统的操作。

[0087] 在所公开主题的实施例中,一种用于执行农业和房地产物业管理的共同任务的系统,包括:自主地面车辆,包括与驱动部分、控制部分、电源部分和视觉部分连接的主体部分;一个或多个铰接臂,固定到主体部分;工具,固定到一个或多个铰接臂中至少一个铰接臂的端部;计算机化控制模块,与自主地面车辆连接并与之通信,并且包括可执行的程序代码,其在被处理器执行时控制一个或多个铰接臂、工具和自主地面车辆的移动;以及数据存

储系统,其与自主地面车辆通信以记录该系统的操作。

[0088] 在所公开的主题的实施例中,使用权利要求1所述的系统的方法包含:沿栅栏纵向导航,以修剪栅栏下方和栅栏旁边短距离内的草和杂草;监测与栅栏的基线状况相比的栅栏状况,以探测栅栏的破损;以及探测栅栏、导航到栅栏的下一个栅栏柱、按指示转向、控制车辆的速度并控制切割动作。

[0089] 在所公开的主题的实施例中,使用权利要求1所述的系统的方法包括:沿栅栏纵向导航,以修剪栅栏下方和栅栏旁边短距离内的草和杂草;监测与栅栏的基线状况相比的栅栏状况,以探测栅栏的破损;以及探测栅栏、导航到栅栏的下一个栅栏柱、按指示转向、控制车辆的速度并控制切割动作。

[0090] 在所公开的主题的实施例中,使用权利要求1所述的系统的方法包括:使用软件以控制自主地面车辆导航通过藤蔓作物的田地;感测到藤蔓是非生长区的物体;以及将藤蔓推离车辆并回到预先指定的生长区。

[0091] 在所公开主题的实施例中,使用权利要求1所述的系统的方法包括:使用软件控制自主地面车辆以勘察操作范围;使用图像和模式识别探测处于第一位置的鹿;使自主地面车辆朝向第一位置移动通过操作范围,方式为通过识别并在成行种植的农作物之间移动、然后沿着操作范围的周界向鹿移动,或朝向第一位置沿直线移动通过操作范围;以及探测鹿是否已移动到新位置,如果鹿已移动到新位置,则将自主地面车辆的路径调整为通往新位置的最短路径;其中,自主地面车辆迅速移动、然后缓慢移动、然后迅速移动。

[0092] 在所公开主题的实施例中,使用权利要求1所述的系统的方法包括:使用铰接臂与附接到铰接臂的端部的普通院耙结合的推拉运动使用,使自主地面车辆在预定义的路径上移动,以将落叶扫成成行的堆放物。

[0093] 在所公开主题的实施例中,一种用于执行农业和房地产物业管理的共同任务的系统,包括:自主地面车辆,包括与驱动部分、控制部分、导航部分和视觉部分连接的主体部分,以及固定到主体部分的一个或多个铰接臂;控制部分包括计算机化控制模块,计算机化控制模块包括连接到驱动部分、导航部分和视觉部分并与之通信的处理器,并且计算机化控制模块包括程序,当由处理器执行程序时,控制一个或多个铰接臂和自主地面车辆的移动;以及与控制部分通信以记录该系统的操作的数据存储系统。

[0094] 虽然已经结合一些实施例描述了所公开的主题,但显然许多替代方案、修改和变化对适用技术领域的普通技术人员来说是显而易见的。因此,申请人旨在接受所有这些替代方案、修改、等同物和变化,它们都在本文所述公开主题的精神和范围之内。

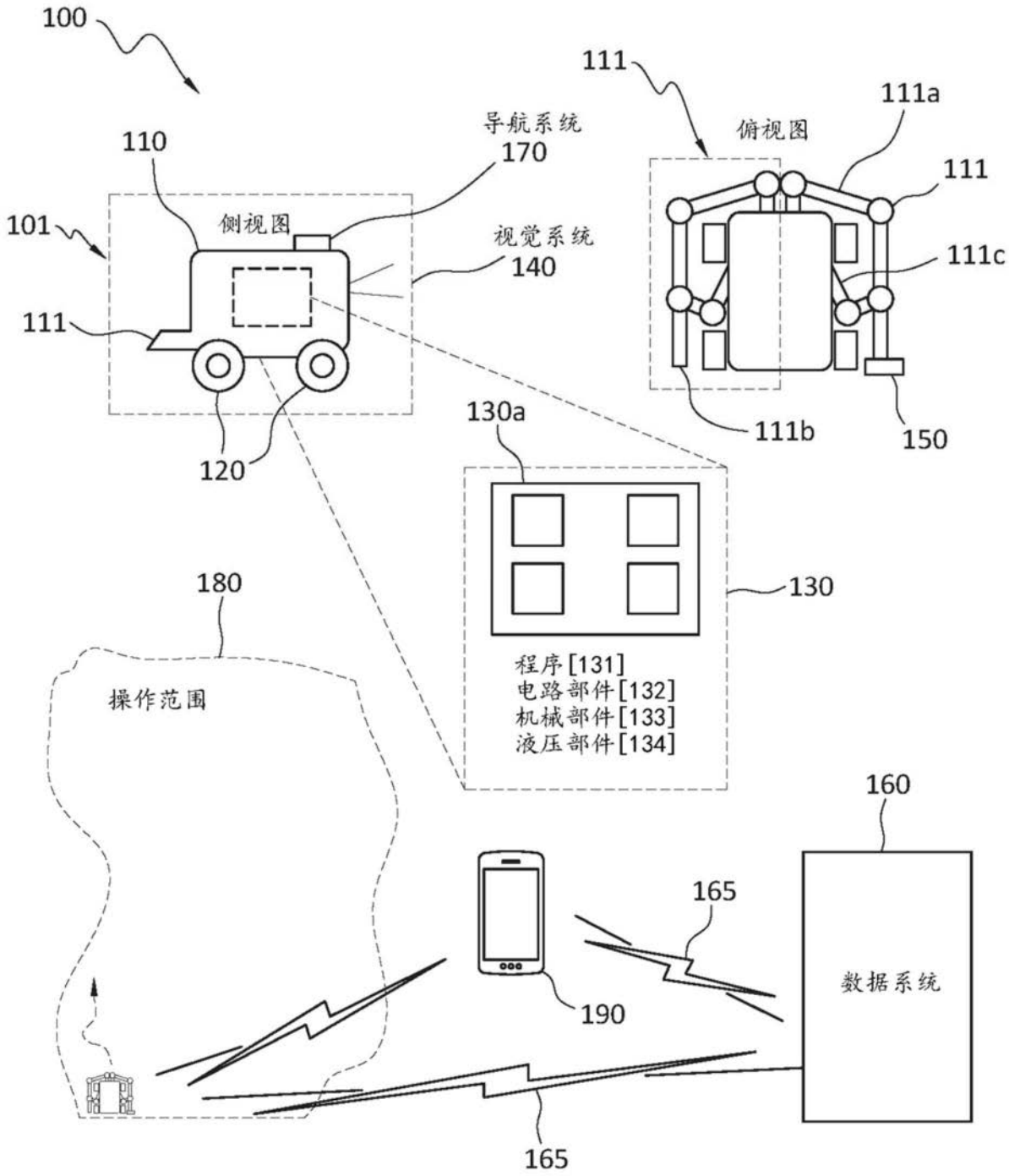

100
111
111a
导航系统
170
110
俯视图
111
101
侧视图
视觉系统
140
111c
111
111b
150
120
130a
130
180
程序[131]
电路部件[132]
机械部件[133]
液压部件[134]
操作范围
160
165
数据系统
190
165

图1

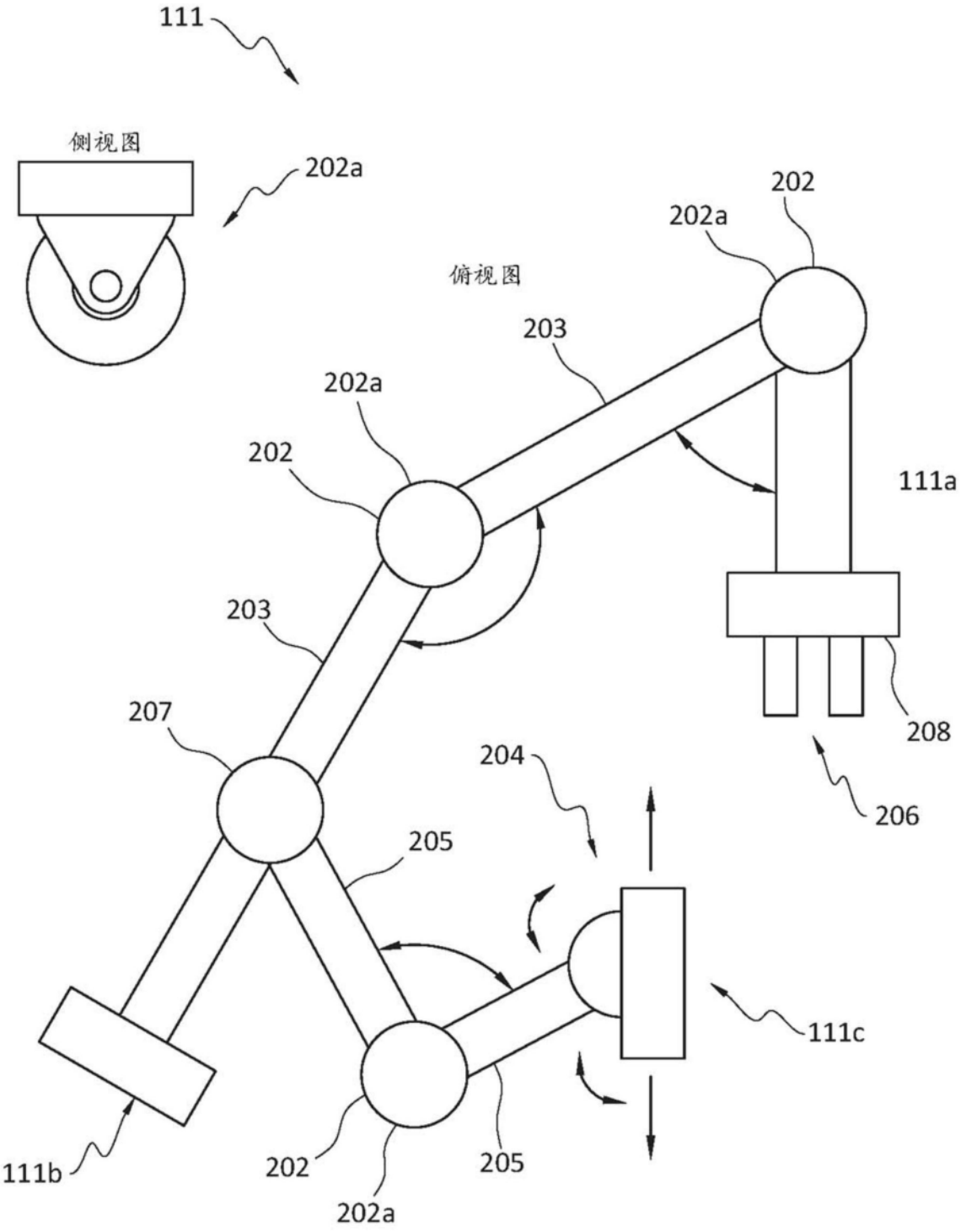

111
侧视图
202a
俯视图
202
202a
203
202a
202
111a
203
207
204
208
206
205
111c
111b
202
205
202a

图2

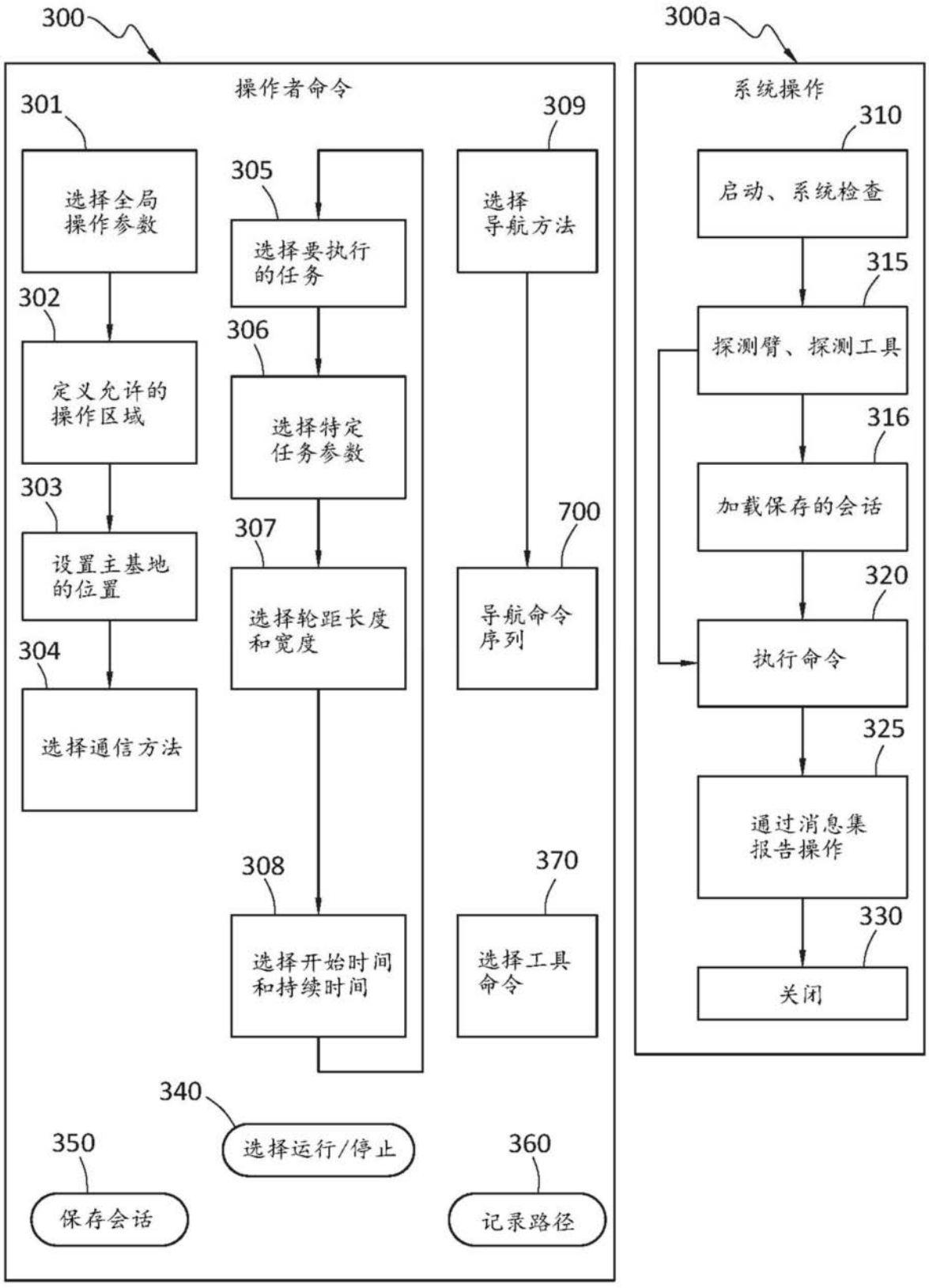

300
操作者命令
301
选择全局操作参数
302
定义允许的操作区域
303
设置主基地的位置
304
选择通信方法
305
选择要执行的任务
306
选择特定任务参数
307
选择轮距长度和宽度
308
选择开始时间和持续时间
309
选择导航方法
700
导航命令序列
370
选择工具命令
340
选择运行/停止
350
保存会话
360
记录路径
300a
系统操作
310
启动、系统检查
315
探测臂、探测工具
316
加载保存的会话
320
执行命令
325
通过消息集报告操作
330
关闭

图3

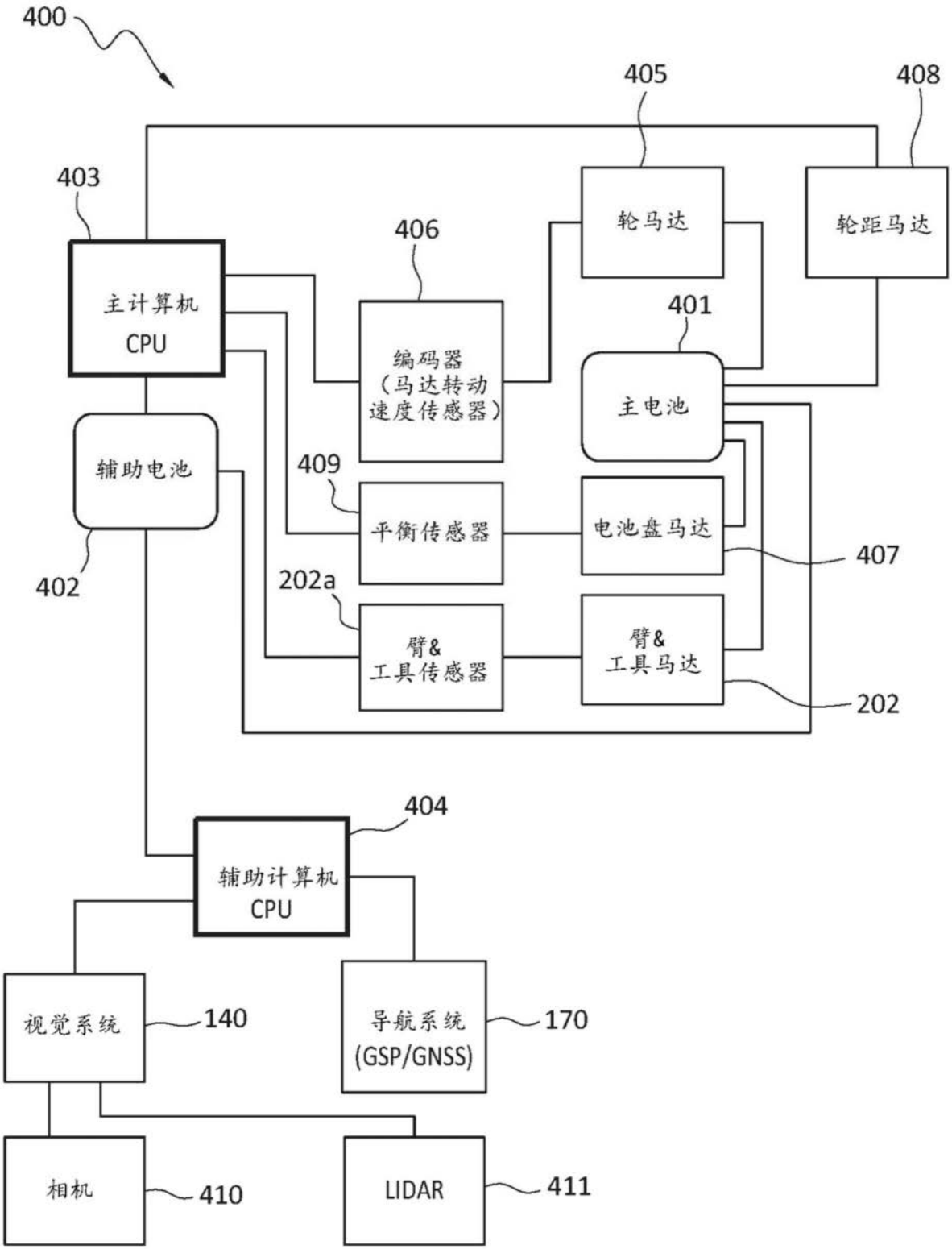

400
405
408
403
轮马达
轮距马达
406
主计算机
CPU
编码器
（马达转动
速度传感器）
401
主电池
辅助电池
409
平衡传感器
电池盘马达
407
402
202a
臂&
工具传感器
臂&
工具马达
202
404
辅助计算机
CPU
视觉系统
140
导航系统
(GSP/GNSS)
170
相机
410
LIDAR
411

图4

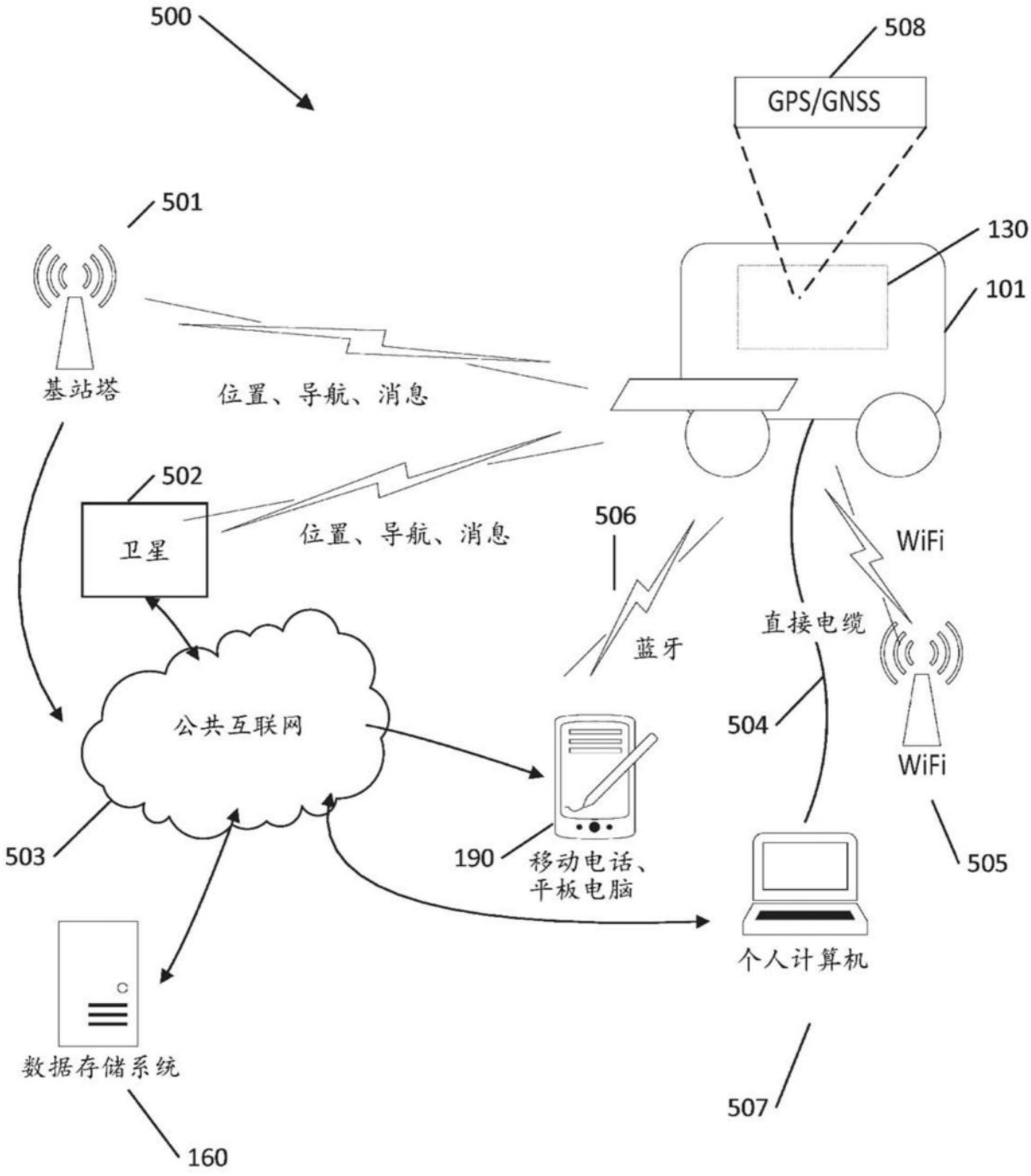

500
508
GPS/GNSS
501
130
101
基站塔
位置、导航、消息
502
卫星
位置、导航、消息
506
WiFi
直接电缆
蓝牙
公共互联网
504
WiFi
503
190
移动电话、
平板电脑
505
个人计算机
数据存储系统
507
160

图5

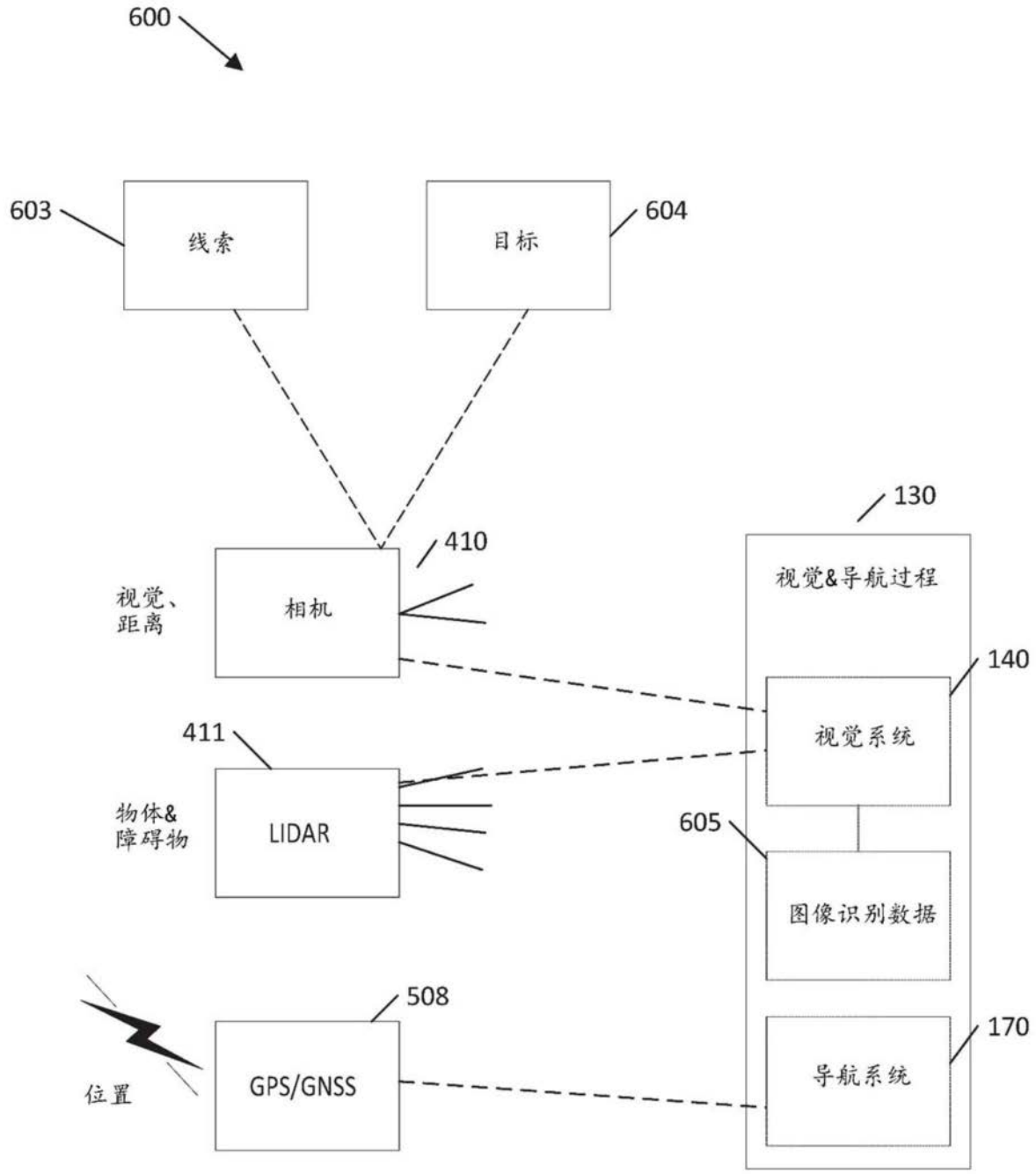

600
603
线索
目标
604
130
410
视觉、
距离
相机
视觉&导航过程
140
视觉系统
411
物体&
障碍物
LIDAR
605
图像识别数据
508
位置
GPS/GNSS
170
导航系统

图6

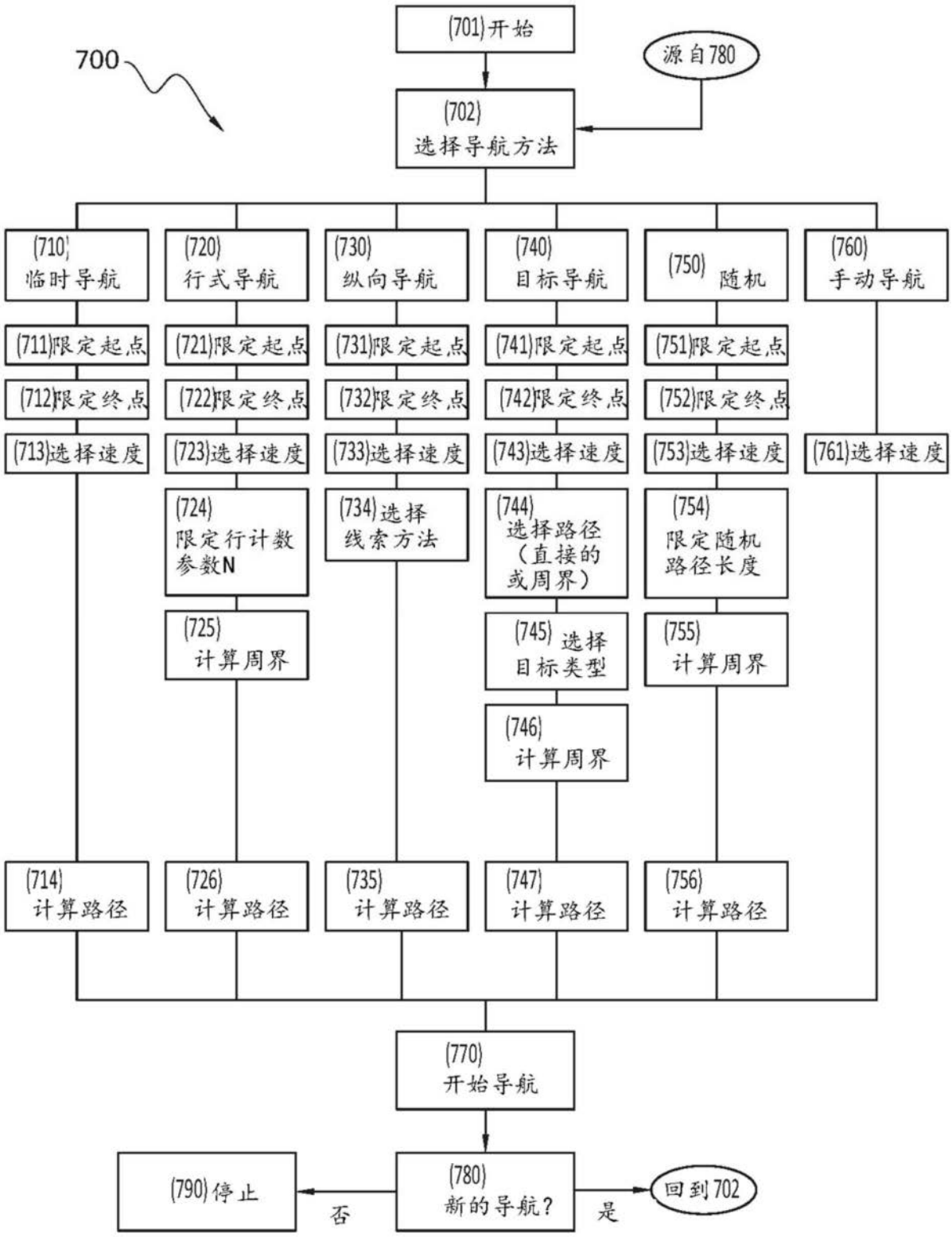

700
(701)开始
源自780
(702)
选择导航方法
(710)
临时导航
(720)
行式导航
(730)
纵向导航
(740)
目标导航
(750)
随机
(760)
手动导航
(711)限定起点
(712)限定终点
(713)选择速度
(721)限定起点
(722)限定终点
(723)选择速度
(724)
限定行计数
参数N
(725)
计算周界
(731)限定起点
(732)限定终点
(733)选择速度
(734)选择
线索方法
(741)限定起点
(742)限定终点
(743)选择速度
(744)
选择路径
(直接的
或周界)
(745)选择
目标类型
(746)
计算周界
(751)限定起点
(752)限定终点
(753)选择速度
(754)
限定随机
路径长度
(755)
计算周界
(761)选择速度
(714)
计算路径
(726)
计算路径
(735)
计算路径
(747)
计算路径
(756)
计算路径
(770)
开始导航
(790)停止
否
(780)
新的导航?
是
回到702

图7

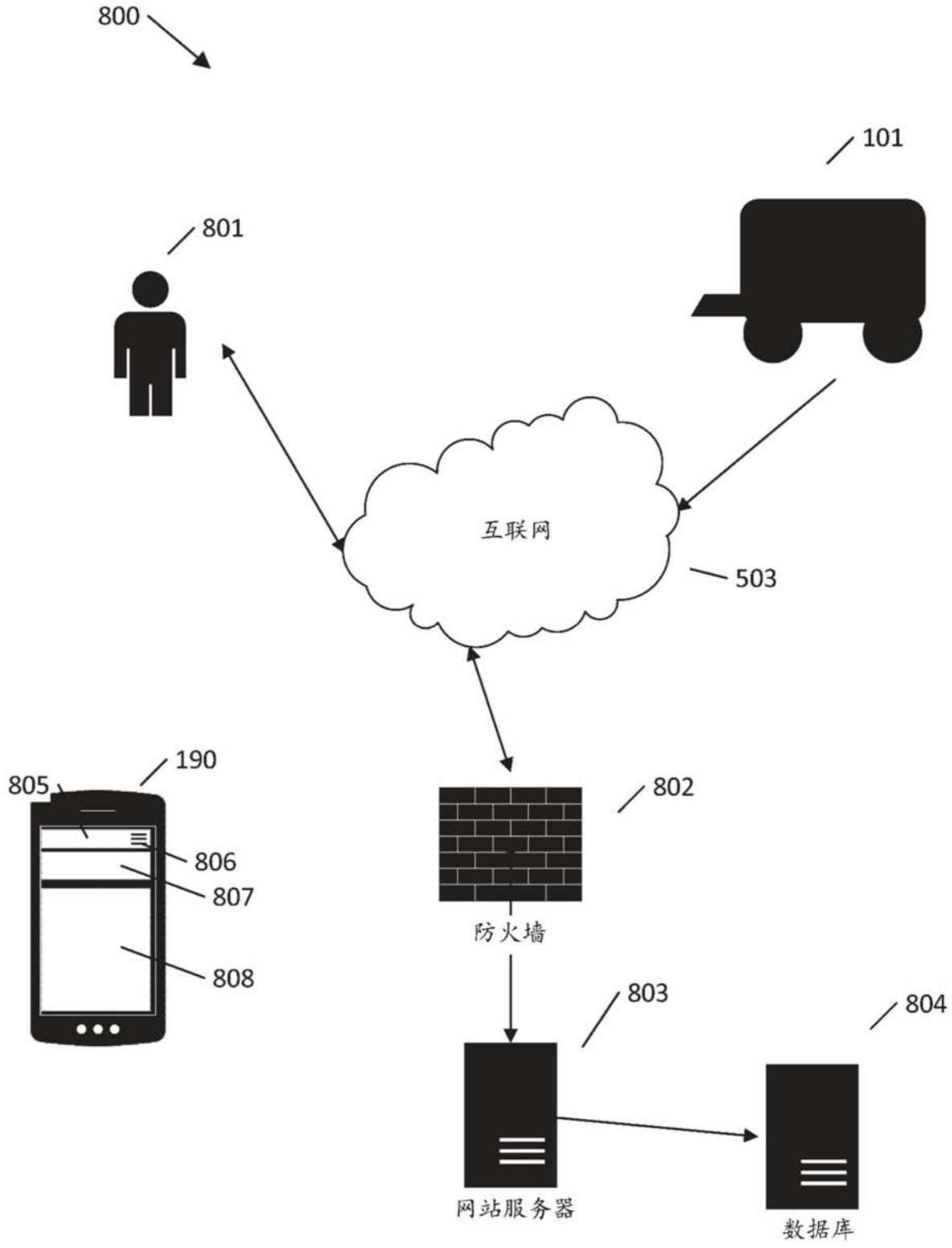

800
101
801
互联网
503
190
805
806
807
808
802
防火墙
803
804
网站服务器
数据库

图8

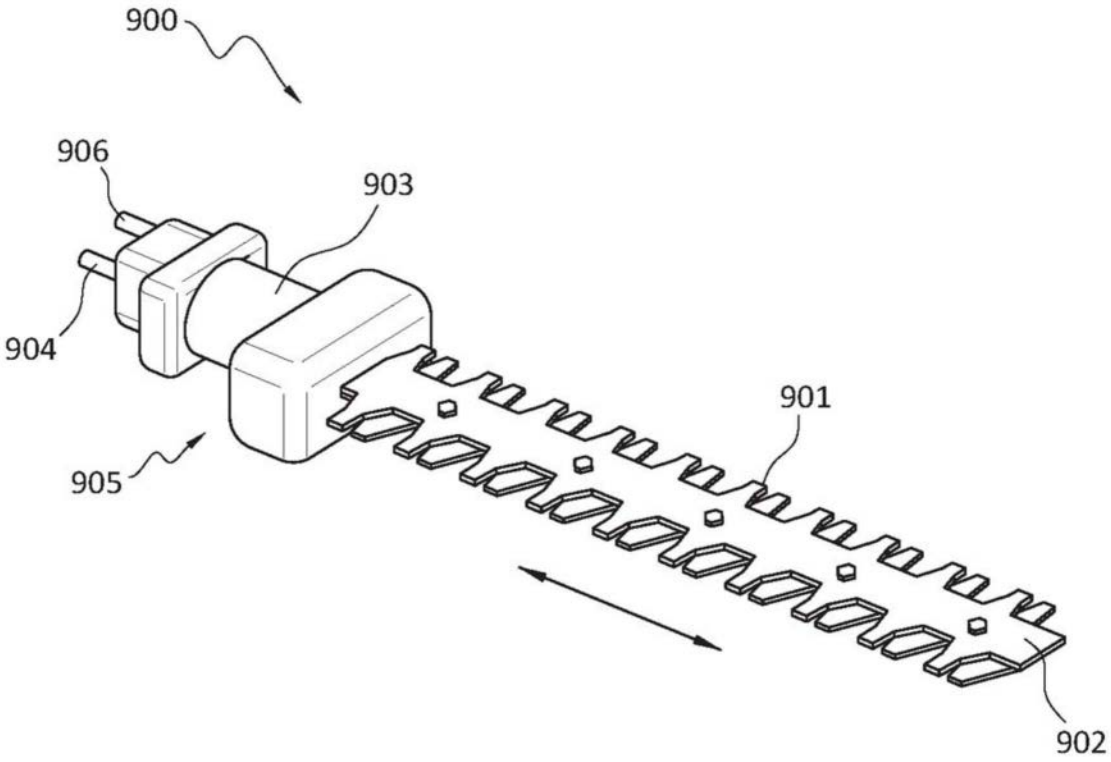


图9

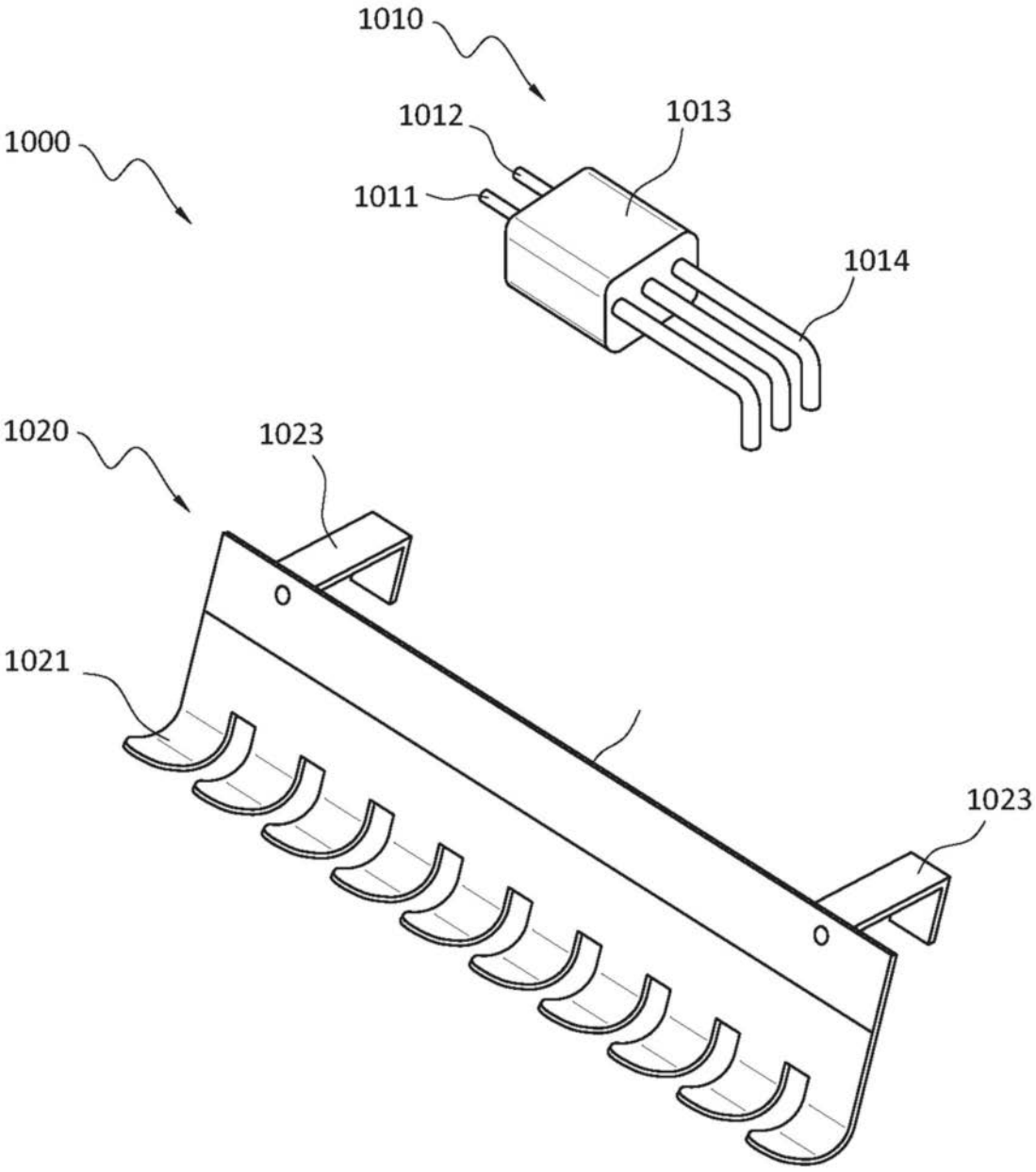


图10

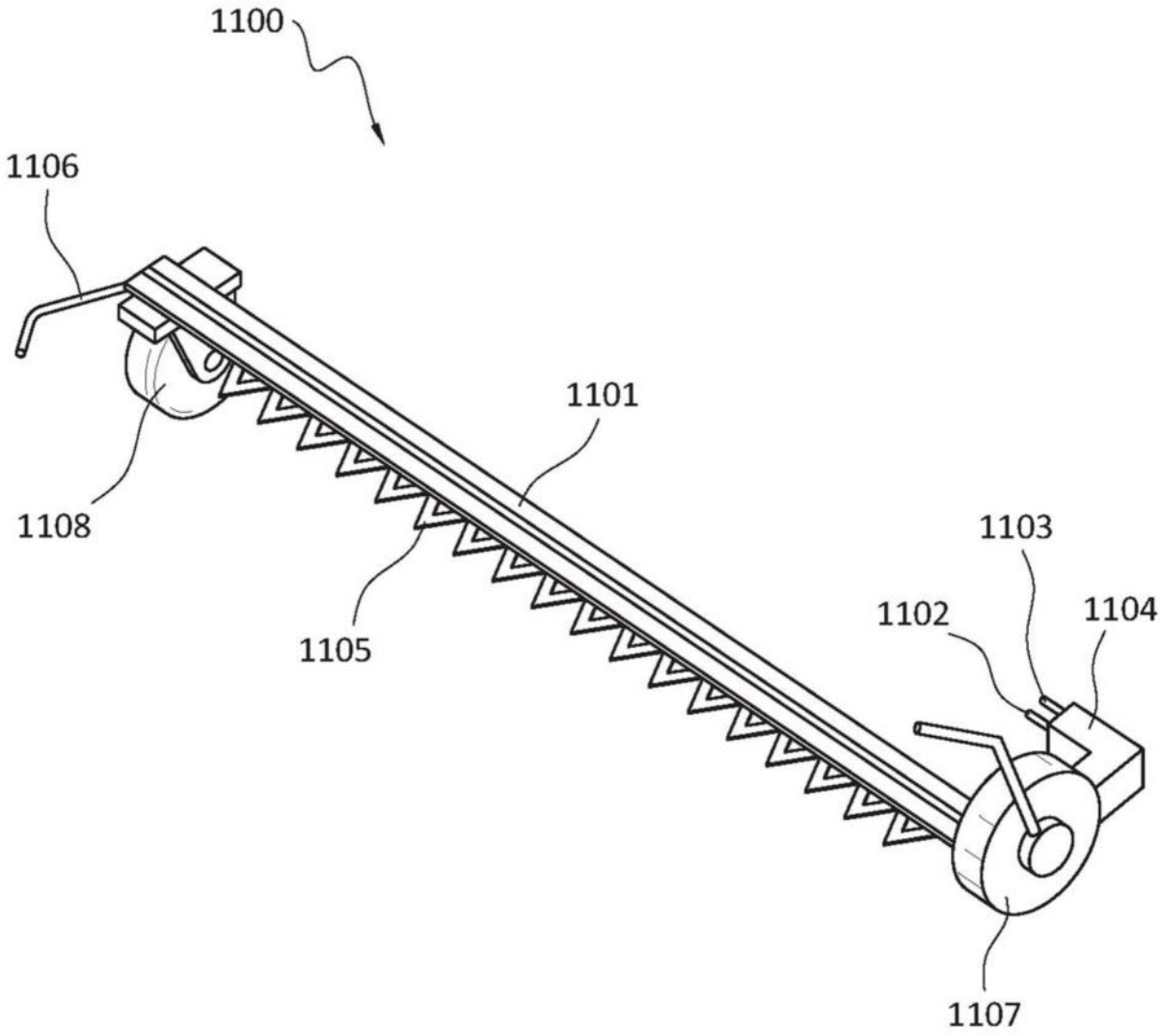


图11

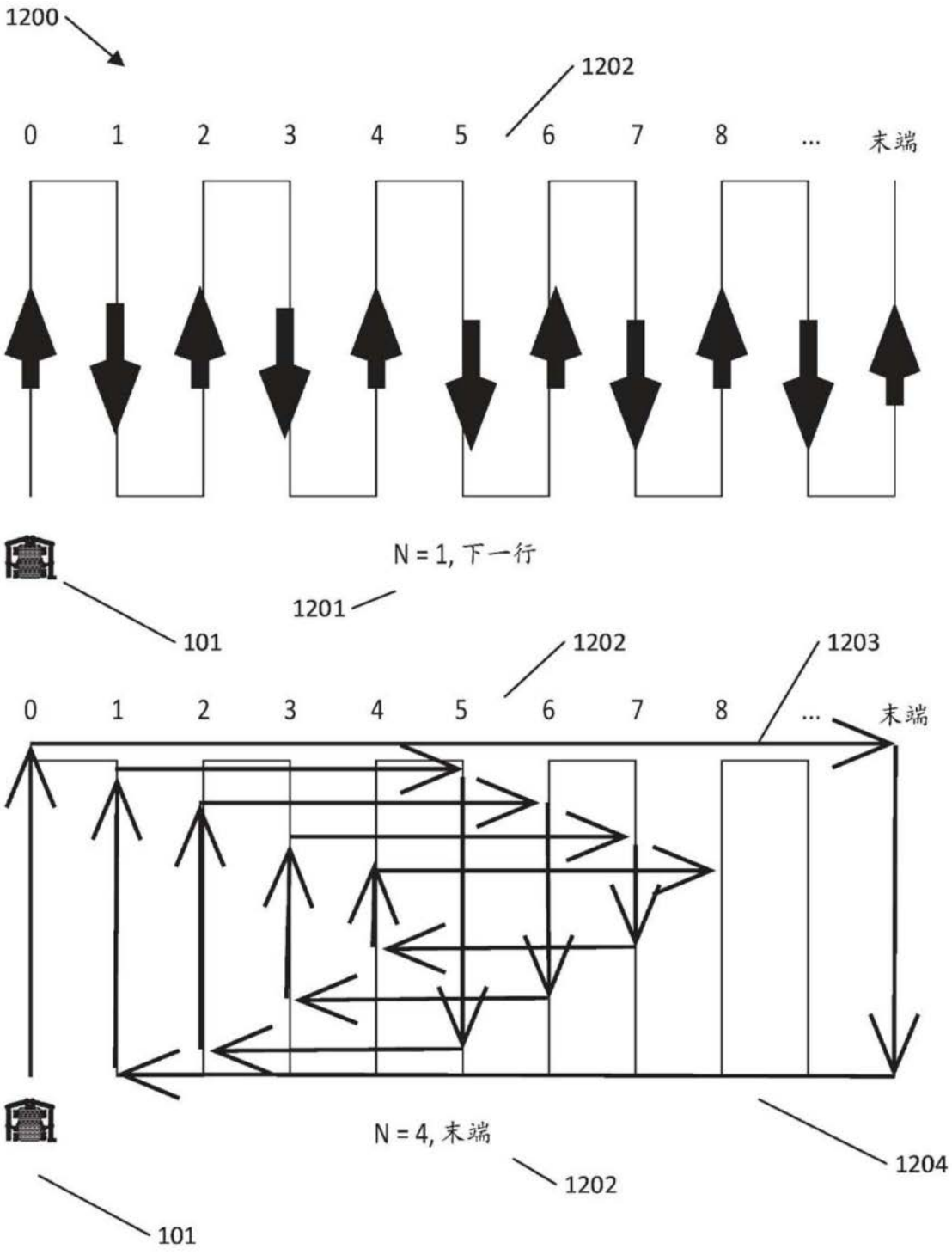

1200
1202
0
1
2
3
4
5
6
7
8
...
末端
N = 1, 下一行
101
1201
1202
1203
0
1
2
3
4
5
6
7
8
...
末端
N = 4, 末端
1202
1204
101

图12

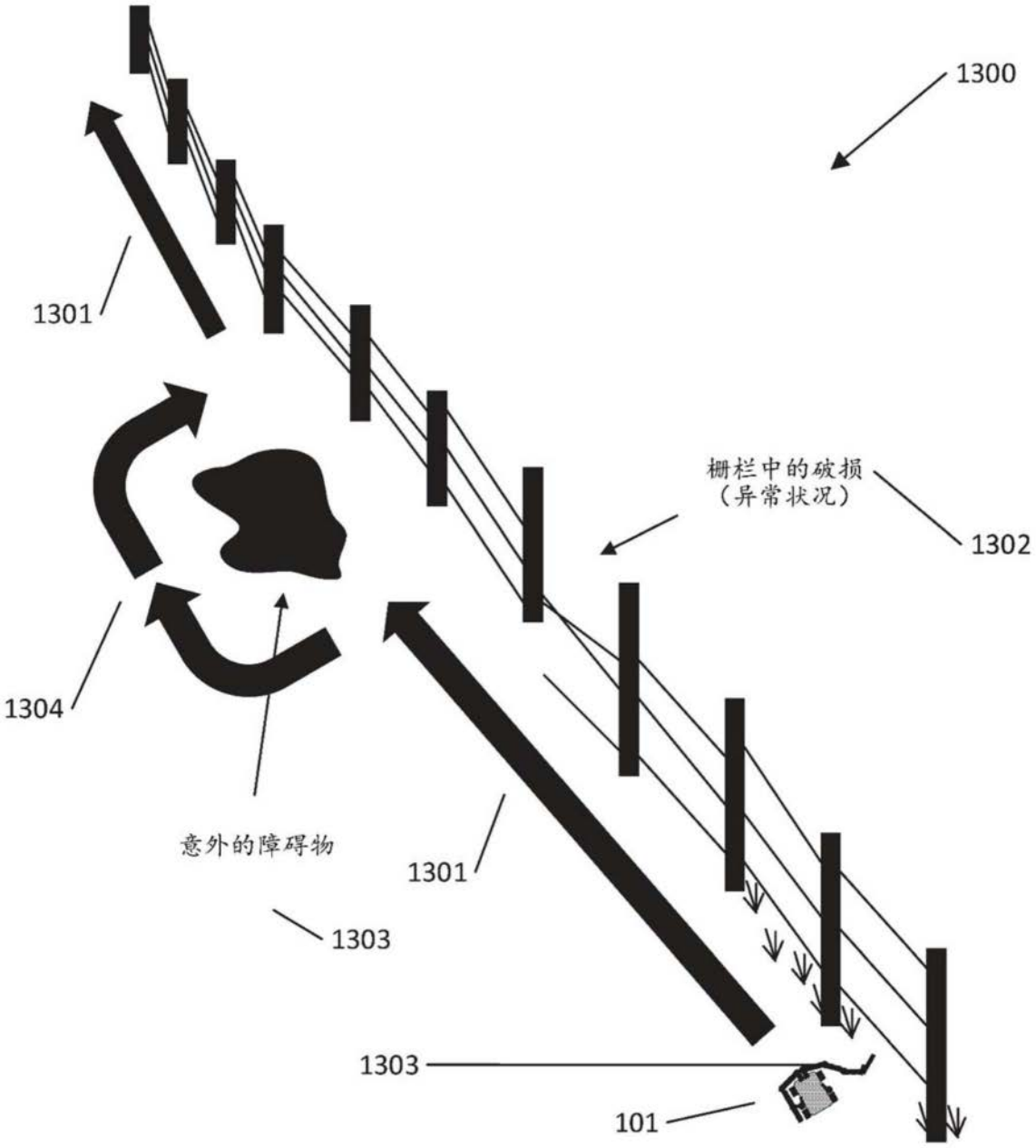


图13

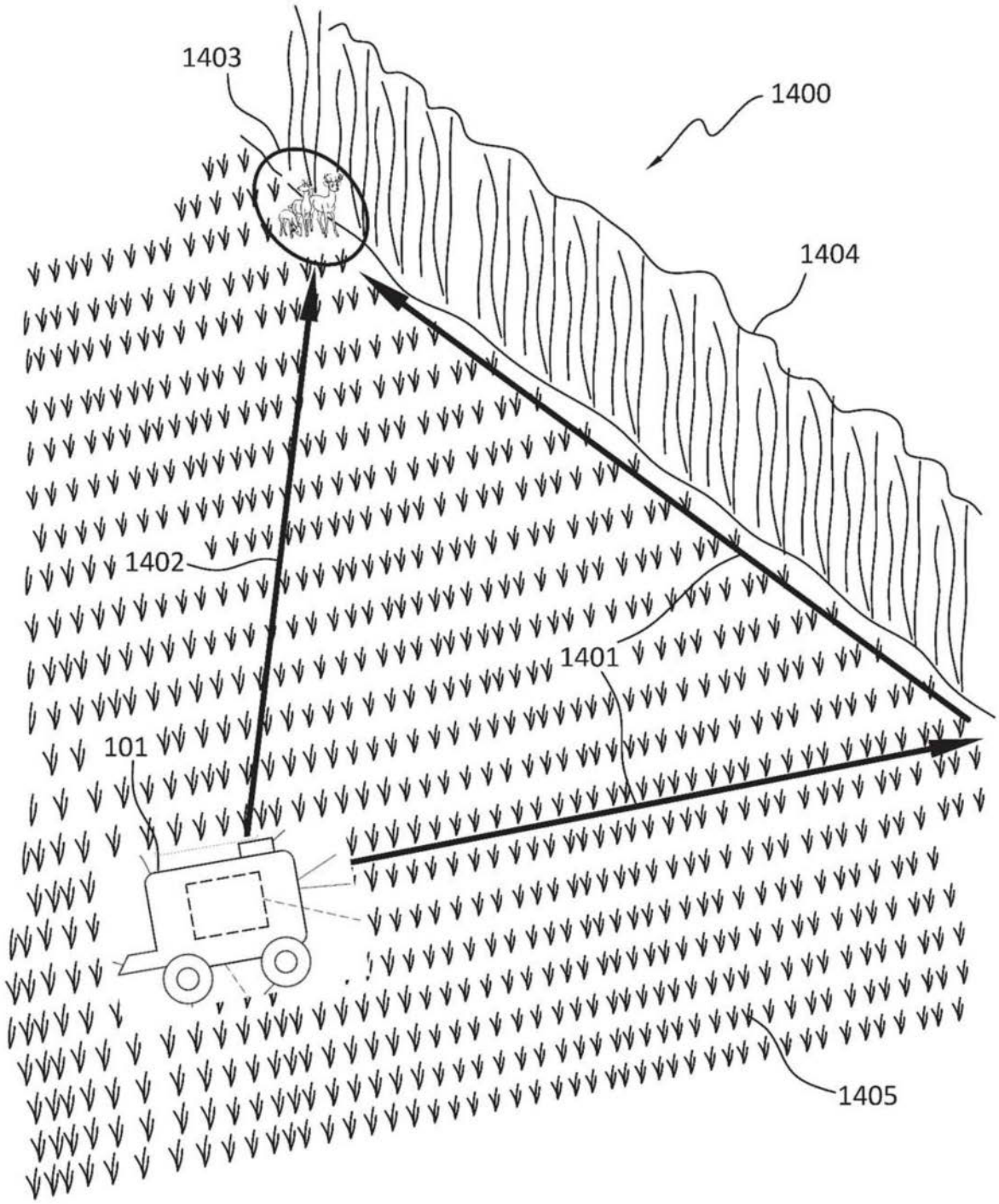


图14

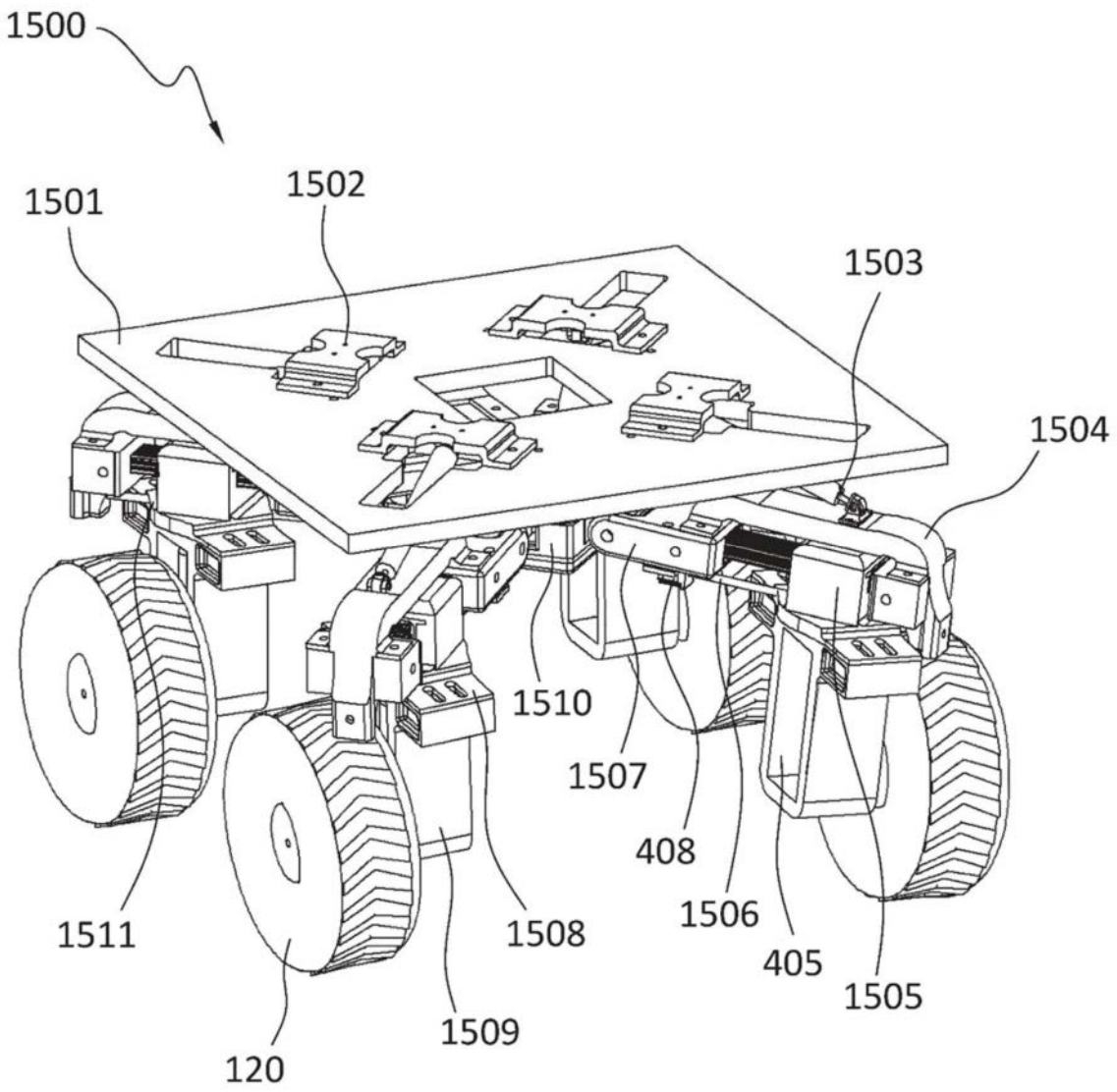

1500
1501
1502
1503
1504
1510
1507
408
1506
405
1505
1511
1508
1509
120

图15

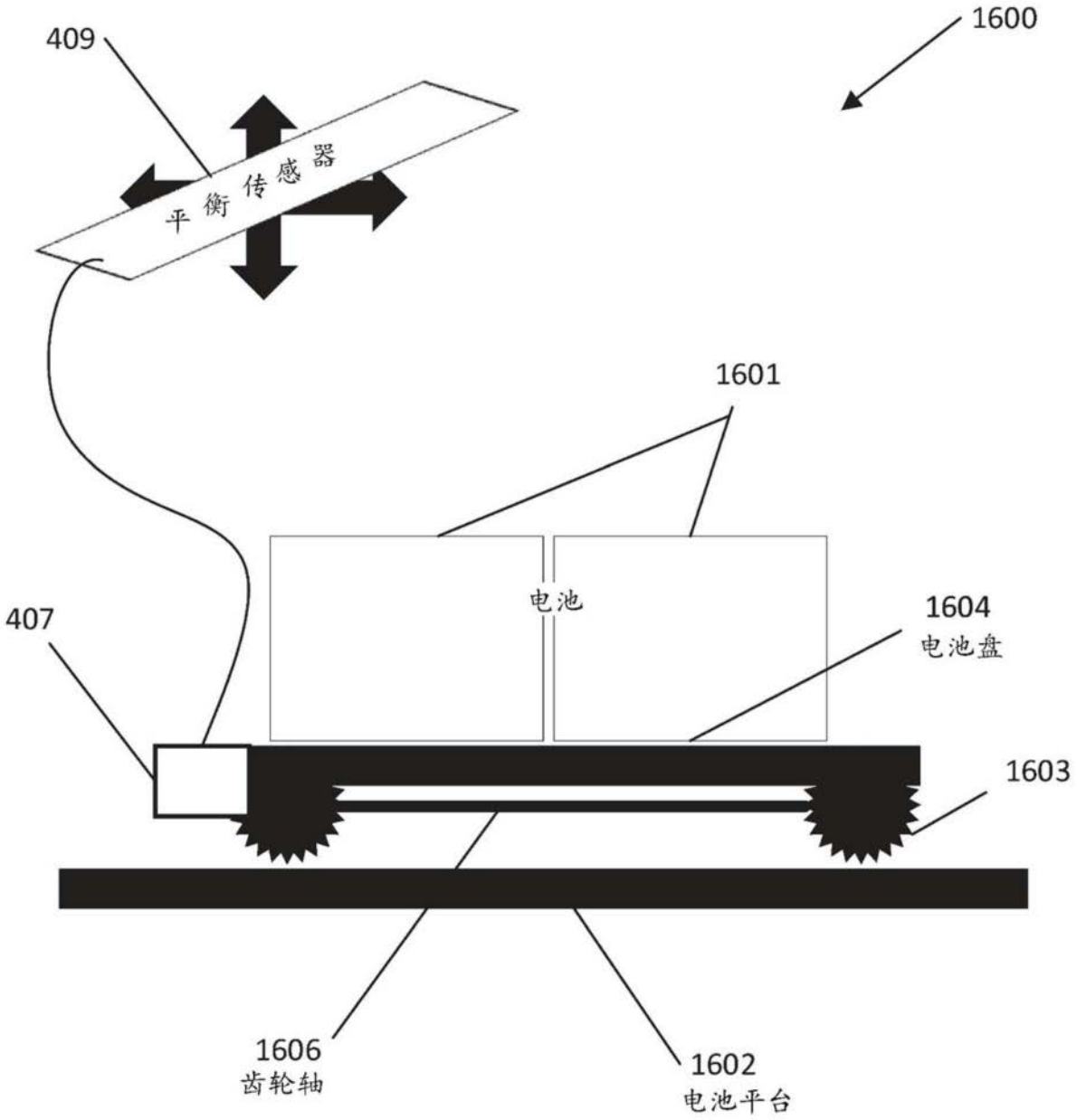


图16

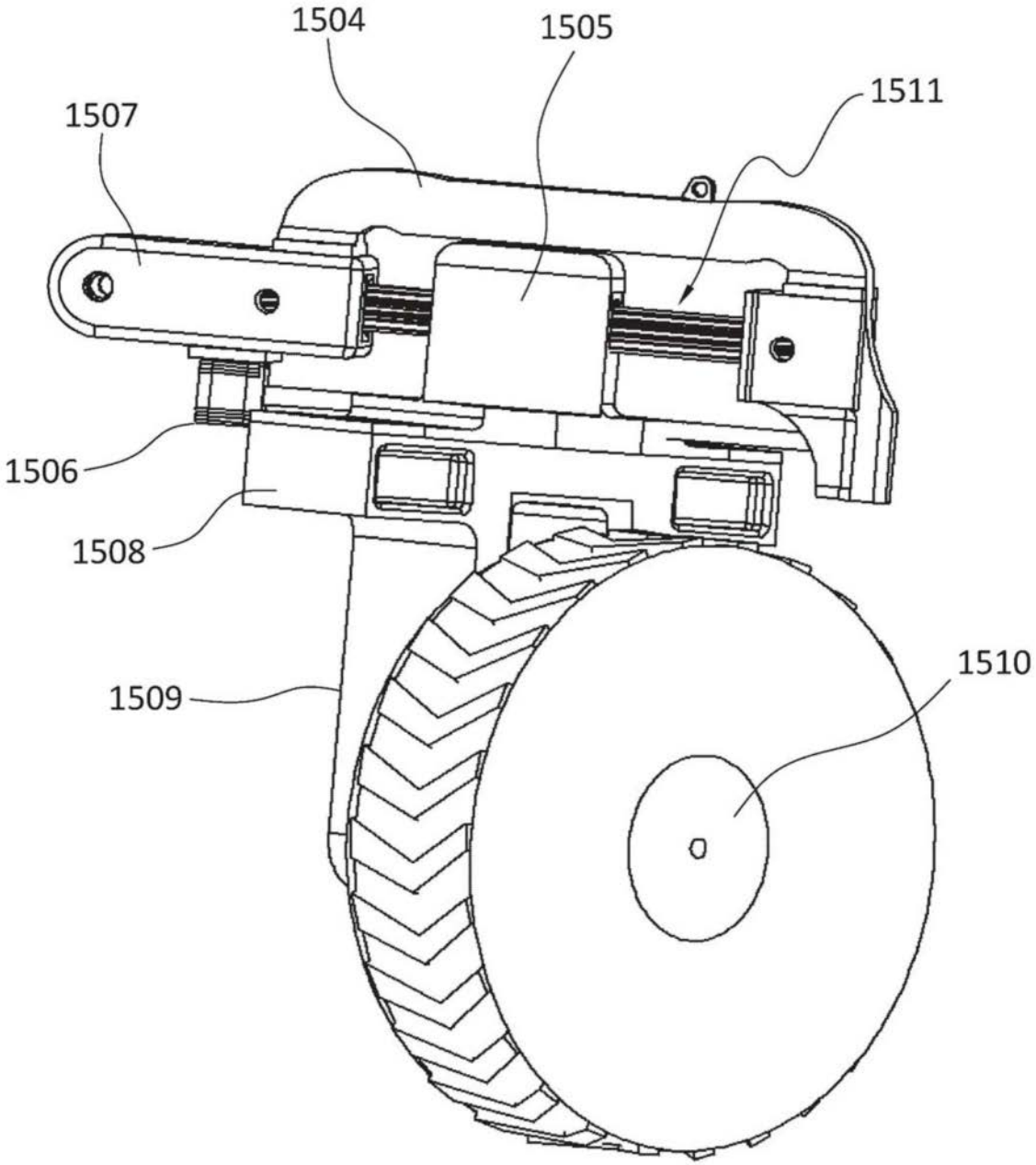


图17

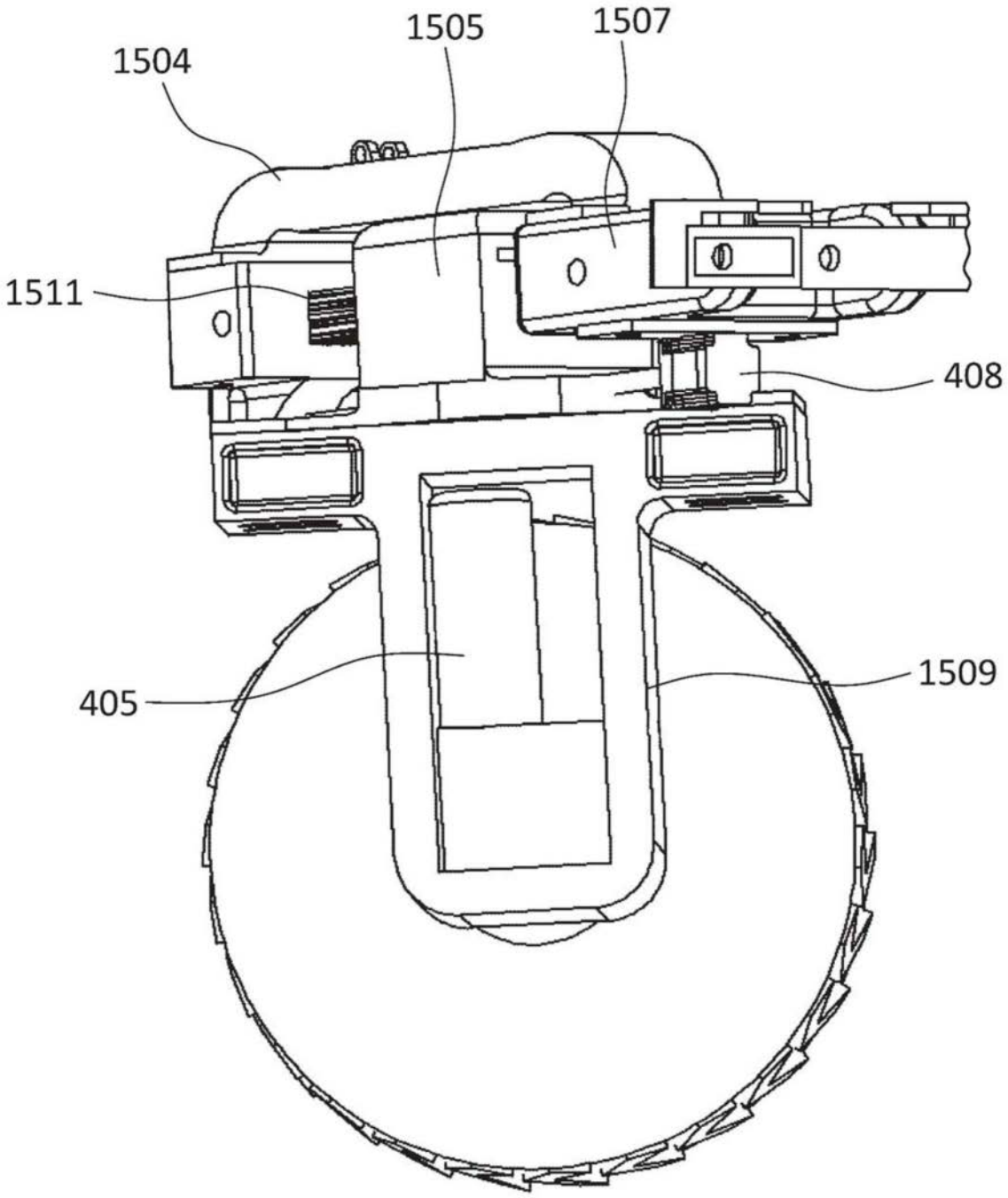


图18