



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114355910 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 15

(21) 申请号 202111592376.2

(22) 申请日 2021.12.23

(71) 申请人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72) 发明人 马宗方 张琳旋 王嘉 宋琳

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

代理人 王晶

(51) Int. Cl.

G05D 1/02 (2020.01)

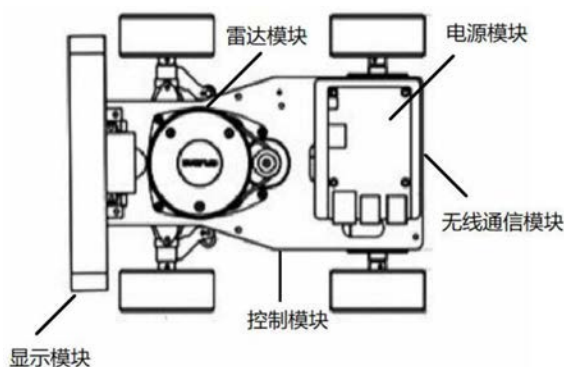
权利要求书3页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统及方法,包括机器人本体和控制机构,所述控制机构安装在机器人本体内部;所述控制机构包括控制模块、雷达模块、无线通信模块、显示模块和电源模块;所述控制模块包括底层控制开发板、上层处理器、双路直流减速电机驱动、惯性传感器和高精度霍尔编码器;所述雷达模块包括高精度激光雷达传感器;所述显示模块包括显示屏和可见光摄像头;所述无线通信模块包括无线网卡;所述电源模块包括锂电池和电源转接线;所述控制模块分别与雷达模块、无线通信模块、显示模块和电源模块相连接。本发明可实现小车雷达建图导航、自主避障、实时定位等功能。



1. 一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统,其特征在于,包括机器人本体和控制机构,所述控制机构安装在机器人本体内部;

所述控制机构包括控制模块、雷达模块、无线通信模块、显示模块和电源模块;

所述控制模块包括底层控制开发板、上层处理器、双路直流减速电机驱动、惯性传感器和高精度霍尔编码器;

所述雷达模块包括高精度激光雷达传感器;

所述显示模块包括显示屏和可见光摄像头;

所述无线通信模块包括无线网卡;

所述电源模块包括锂电池和电源转接线;

所述控制模块分别与雷达模块、无线通信模块、显示模块和电源模块相连接。

2. 根据权利要求1所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统,其特征在于,所述底层控制开发板采用STM32F103VET6,用于将底层车轮运动控制和速度信息反馈,所述上层处理器采用安装有Ubuntu Linux系统和机器人操作系统(ROS)的Jetson Nano,进行发布命令和多源传感器信息处理,所述双路直流减速电机驱动对机器人本体提供运动使能,所述惯性传感器用于检测和测量机器人本体加速度、旋转和多自由度运动,所述高精度霍尔编码器用于反映电机角位移或直线位移,通过检测机器人本体运动过程中的霍尔电压所产生脉冲信号,根据所产生的脉冲数目检测转速。

3. 根据权利要求1所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统,其特征在于,所述雷达模块采用思岚A1的激光雷达传感器用于建图和避障,设置在机器人本体上,用于360°旋转地扫描周围环境,扫描的最远距离是8m,建立的环境地图为二维平面地图;

所述无线通信模块包括基于Ubuntu系统的无线网卡,设置于上层处理器Jetson Nano上,外置300M无线速率天线,用于与所述控制机构中的上层处理器Jetson Nano和远程控制机构的连接。

4. 根据权利要求1所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统,其特征在于,所述远程控制机构设置有人机交互界面,通过无线网卡连接所述机器人本体和控制机构,用于远程发送机器人的移动、建图及导航指令;

所述显示模块包括显示屏;所述显示屏用以屏幕的显示功能,用于显示可视化的机器人操作系统;

所述电源模块包括机器人本身供电及控制模块和显示模块,通过安装在机器人本体机身部分的12V锂电池和12V转5V的电源转接线。

5. 基于权利要求1-4任一项所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的使用方法,其特征在于,包括以下步骤;

S1、启动电源模块、雷达模块,通过雷达模块扫描周围环境;

S2、启动控制机构中的无线通信模块,此时Jetson Nano发布一个无线热点,远程端虚拟机连接此局域网,通过连接同一局域网络,将远程控制机构和机器人本体和控制机构进行通信连接;

S3、通过远程控制机构在终端发布运动指令控制机器人本体移动和实现;

S4、机器人系统运用RRT自主探索算法控制本体遍历整个局域环境,gmapping算法构建

环境二维栅格地图并在远程控制机构中保存构建好的地图；

S5、基于构建好的地图，运用定位导航和避障算法进行移动机器人的导航。

6. 根据权利要求5所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的使用方法，其特征在于，所述步骤S1具体包括子步骤：

S11、将雷达模块中高精度激光雷达传感器的USB接口和控制模块中的底层控制开发板中的USB端口连接；

S12、打开电源模块中电源开关给机器人本体和控制机构供电，同时，机器人控制系统通过USB接口给所述激光雷达传感器供电；

S13、雷达模块中激光雷达传感器以 360° 旋转，并以一定的扫描频率进行扫描周围环境。

7. 根据权利要求5所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的使用方法，其特征在于，所述步骤S2具体包括子步骤：

S21、远程控制机构的网卡USB连接在控制模块中上层处理器Jetson Nano上；

S22、远程控制机构设置虚拟网络连接，创建无线局域网并和机器人控制模块连接同一个局域网；

S23、在远程控制机构的系统终端中查看所述远程控制机构的网络IP地址；

S24、在机器人控制模块的系统终端中查看网络IP地址；

S25、在远程工作站和机器人控制模块之间，利用各自的网络IP地址进行网络配置，通过SSH登陆实现所述远程工作站和机器人控制模块之间网络连通。

8. 根据权利要求5所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的使用方法，其特征在于，所述步骤S3具体包括子步骤：

S31、在远程控制机构的系统终端中启动机器人初始化节点，包括底层单片机的控制节点、建图导航的TF关系与小车外形可视化，发布用于让远程控制机构直接操控机器人的移动、扫描、建图；

S32、在远程控制机构的系统终端中发布键盘控制节点，通过启动键盘命令行来控制机器人本体的运动；

S33、在目标环境中移动机器人本体。

9. 根据权利要求5所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的使用方法，其特征在于，

所述S4的自主建图算法具体步骤如下：

在一个状态空间C中，其中 C_{free} 为与障碍物无碰撞的自由空间，以一个初始节点 q_{init} 为随机树T的根节点；

通过随机扩展函数，在状态空间中找到一个点 q_{rand} 且 $q_{\text{rand}} \in C_{\text{free}}$ ；

遍历随机树T找到一个离 q_{rand} 最近的点 q_{near} ，其中 $q_{\text{near}} \in T$ ，以点 q_{near} 与 q_{rand} 连线所形成的方向，向外扩展一段距离 ϵ 得到一个新节点 q_{new} ，其中 ϵ 为RRT生成的最小扩展长度；

当 $q_{\text{new}} \in C_{\text{free}}$ 时，则将新节点 q_{new} 添加到生成树当中，否则重新随机扩展新节点；

重复以上过程，直到扩展到目标节点 q_{goal} ，随机树构建完成，即构建出完整的目标建图结果；

所述步骤S4的建图算法采用gmapping算法，具体包括子步骤：

S41、在远程工作站配置gmapping功能包,创建并发布需要的TF坐标变化,通过键盘控制机器人运动轨迹,构建周围环境的二维栅格地图;

S42、在远程控制中心或显示模块启动RVIZ图形用户界面,用于实时查看机器人的位置及建图情况;

S43、当地图构建完毕后,在远程工作站建立新目录,使用map_server功能包用于保存已建好地图。

10.根据权利要求5所述的一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的使用方法,其特征在于,所述步骤S5的定位导航和避障算法采用Navigation框架内的amcl功能包和move_base功能包,分别完成机器人实时定位和订阅目标位置话题,发布速度命令:

S51、在远程工作站的图形用户界面载入步骤S4保存的环境二维栅格地图;

S52、点击RVIZ中2D Pose Estimate,在环境二维栅格地图上给机器人设置初始方位;

S53、点击RVIZ中2D Nav,在地图上设置机器人的目的地和方向;

S54、机器人控制系统启动导航程序;

S55、机器人从初始位置向目标位置移动,同时在远程工作站的图形用户界面实时查看机器人的位置及导航情况。

一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人建图导航技术领域,特别涉及一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统及方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济的发展,人民生活水平的提高,我国室内自主移动机器人在物流、智能销售、导览等领域发展迅速,移动机器人大量地进入越来越复杂的应用场景。

[0003] 在智能机器人技术开发领域中,建图导航技术的应用是非常重要的,在机器人的应用中通过导航技术能够控制机器在一定的区域内进行移动来完成一些工作,但是现有的技术中对于机器人的导航只停留在单纯的控制机器人在两点一线或几点一线的固定线路中进行移动,并不能够记录路线并在所记录的路线中优化要行走的路线,因此机器人能够实现自主优化线路、自主导航的功能是非常必要的。其次,在室内环境下,相较于传统的工控机或树莓派,在机器人建图导航的过程中具有体积较大影响机器人运动控制、信息采集和处理速度不满足的情况,往往造成了许多不必要的问题。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统及方法,可实现小车雷达建图导航、自主避障、实时定位等功能。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统,包括机器人本体和控制机构,所述控制机构安装在机器人本体内部;

[0007] 所述控制机构包括控制模块、雷达模块、无线通信模块、显示模块和电源模块;

[0008] 所述控制模块包括底层控制开发板、上层处理器、双路直流减速电机驱动、惯性传感器和高精度霍尔编码器;

[0009] 所述雷达模块包括高精度激光雷达传感器;

[0010] 所述显示模块包括显示屏和可见光摄像头;

[0011] 所述无线通信模块包括无线网卡;

[0012] 所述电源模块包括锂电池和电源转接线;

[0013] 所述控制模块分别与雷达模块、无线通信模块、显示模块和电源模块相连接。

[0014] 所述底层控制开发板采用STM32F103VET6,用于将底层车轮运动控制和速度信息反馈,所述上层处理器采用安装有Ubuntu Linux系统和机器人操作系统(ROS)的Jetson Nano,进行发布命令和多源传感器信息处理,所述双路直流减速电机驱动对机器人本体提供运动使能,所述惯性传感器用于检测和测量机器人本体加速度、旋转和多自由度运动,所述高精度霍尔编码器用于反映电机角位移或直线位移,通过检测机器人本体运动过程中的

霍尔电压所产生脉冲信号,根据所产生的脉冲数目检测转速。

[0015] 所述雷达模块采用思岚A1的激光雷达传感器用于建图和避障,设置在机器人本体上,用于360°旋转地扫描周围环境,扫描的最远距离是8m,建立的环境地图为二维平面地图。

[0016] 所述无线通信模块包括基于Ubuntu系统的无线网卡,设置于上层处理器Jetson Nano上,外置300M无线速率天线,用于与所述控制机构中的上层处理器Jetson Nano和远程控制机构的连接。

[0017] 所述远程控制机构设置有人形用户界面,通过无线网卡连接所述机器人本体和控制机构,用于远程发送机器人的移动、建图及导航指令。

[0018] 所述显示模块包括显示屏;所述显示屏用以屏幕的显示功能,用于显示可视化的机器人操作系统;

[0019] 所述电源模块包括机器人本身供电及控制模块和显示模块,通过安装在机器人本体机身部分的12V锂电池和12V转5V的电源转接线。

[0020] 一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的使用方法,包括以下步骤:

[0021] S1、启动电源模块、雷达模块,通过雷达模块扫描周围环境;

[0022] S2、启动控制机构中的无线通信模块,此时Jetson Nano发布一个无线热点,远程终端虚拟机连接此局域网,通过连接同一局域网络,将远程控制机构和机器人本体和控制机构进行通信连接;

[0023] S3、通过远程控制机构在终端发布运动指令控制机器人本体移动和实现;

[0024] S4、机器人系统运用RRT自主探索算法控制本体遍历整个局域环境,gmapping算法构建环境二维栅格地图并在远程控制机构中保存构建好的地图;

[0025] S5、基于构建好的地图,运用定位导航和避障算法进行移动机器人的导航。

[0026] 所述步骤S1具体包括子步骤:

[0027] S11、将雷达模块中高精度激光雷达传感器的USB接口和控制模块中的底层控制开发板中的USB端口连接;

[0028] S12、打开电源模块中电源开关给机器人本体和控制机构供电,同时,机器人控制系统通过USB接口给所述激光雷达传感器供电;

[0029] S13、雷达模块中激光雷达传感器以360°旋转,并以一定的扫描频率进行扫描周围环境。

[0030] 所述步骤S2具体包括子步骤:

[0031] S21、远程控制机构的网卡USB连接在控制模块中上层处理器Jetson Nano上;

[0032] S22、远程控制机构设置虚拟网络连接,创建无线局域网并和机器人控制模块连接同一个局域网;

[0033] S23、在远程控制机构的系统终端中查看所述远程控制机构的网络IP地址;

[0034] S24、在机器人控制模块的系统终端中查看网络IP地址;

[0035] S25、在远程工作站和机器人控制模块之间,利用各自的网络IP地址进行网络配置,通过SSH登陆实现所述远程工作站和机器人控制模块之间网络连通。

[0036] 所述步骤S3具体包括子步骤:

[0037] S31、在远程控制机构的系统终端中启动机器人初始化节点,包括底层单片机的控制节点、建图导航的TF关系与小车外形可视化,发布用于让远程控制机构直接操控机器人的移动、扫描、建图;

[0038] S32、在远程控制机构的系统终端中发布键盘控制节点,通过启动键盘命令行来控制机器人本体的运动;

[0039] S33、在目标环境中移动机器人本体。

[0040] 所述S4的自主探索算法具体步骤如下:

[0041] 在一个状态空间C中,其中 C_{free} 为与障碍物无碰撞的自由空间,以一个初始节点 q_{init} 为随机树T的根节点;

[0042] 通过随机扩展函数,在状态空间中找到一个点 q_{rand} 且 $q_{\text{rand}} \in C_{\text{free}}$;

[0043] 遍历随机树T找到一个离 q_{rand} 最近的点 q_{near} ,其中 $q_{\text{near}} \in T$,以点 q_{near} 与 q_{rand} 连线所形成的方向,向外扩展一段距离 ϵ 得到一个新节点 q_{new} ,其中 ϵ 为RRT生成的最小扩展长度;

[0044] 当 $q_{\text{new}} \in C_{\text{free}}$ 时,则将新节点 q_{new} 添加到生成树当中,否则重新随机扩展新节点;

[0045] 重复以上过程,直到扩展到目标节点 q_{goal} ,随机树构建完成,即控制整个机器人遍历了目标环境。

[0046] 所述步骤S4的建图算法采用gmapping算法,具体包括子步骤:

[0047] S41、在远程工作站配置gmapping功能包,创建并发布需要的TF坐标变化,通过键盘控制机器人运动轨迹,构建周围环境的二维栅格地图;

[0048] S42、在远程控制中心或显示模块启动RVIZ图形用户界面,用于实时查看机器人的位置及建图情况;

[0049] S43、当地图构建完毕后,在远程工作站建立新目录,使用map_server功能包用于保存已建好地图。

[0050] 所述步骤S5的定位导航和避障算法采用Navigation框架内的amcl功能包和move base功能包,分别完成机器人实时定位和订阅目标位置话题,发布速度命令:

[0051] S51、在远程工作站的图形用户界面载入步骤S4保存的环境二维栅格地图;

[0052] S52、点击RVIZ中2D Pose Estimate,在环境二维栅格地图上给机器人设置初始方位;

[0053] S53、点击RVIZ中2D Nav,在地图上设置机器人的目的地和方向;

[0054] S54、机器人控制系统启动导航程序;

[0055] S55、机器人从初始位置向目标位置移动,同时在远程工作站的图形用户界面实时查看机器人的位置及导航情况。

[0056] 本发明的有益效果:

[0057] 本发明用于对室内环境进行建图并能自主导航机器人到达所定目标位置进行一系列延伸活动。首先,该系统可以通过机器人无线通信模块远程控制机器人并发布命令进行建图和导航,对于探索未知环境下建筑物作业能够极大地减少人员的工作复杂度和危险性。其次通过远程端控制机器人底层驱动STM32,实现ROS和STM32F107的通信,进行一系列底盘速度和传感器采集数据的传输与解析,实现机器人的运动控制。最后,在机器人的建图和导航使用了RRT算法,相较于一般的建图算法具有更高效的收敛速度,大大提高规划效率。同时,该系统采用Jetson Nano作为上层运算机构,相较于传统使用的树莓派,在数据处

理、图像采集等方面具有更好的效果。

附图说明

[0058] 图1为本发明基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的外观结构俯视图示意图。

[0059] 图2为本发明基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的外观结构左视图示意图。

[0060] 图3为本发明系统结构框图。

[0061] 图4为本发明惯性传感器MPU6050电路图。

[0062] 图5为本发明机器人环境地图构建流程图。

[0063] 图6为本发明机器人定位、导航和避障流程图。

[0064] 图7为本发明机器人所构建地图。

具体实施方式

[0065] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0066] 如图1所示,为本发明俯视图结构示意图。图中2为本发明左视图结构示意图。包括:机器人本体、控制模块、显示模块、无线模块和电源模块。其中,机器人本体包括机器人机身部分和控制机构;控制模块包括底层控制开发板、上层处理器、双路直流减速电机驱动、惯性传感器和高精度霍尔编码器;所述雷达模块包括高精度激光雷达传感器;所述显示模块包括显示屏和可见光摄像头;所述无线通信模块包括无线网卡;所述电源模块包括锂电池和电源转接线。

[0067] 如图3所示,本发明包括三个系统层面,分别是操作系统层、驱动层和硬件层。操作层使用Ubuntu Linux系统和机器人操作系统(ROS)的Jetson Nano进行功能实现和传感器数据采集;驱动层包括IMU驱动、激光雷达驱动、电机驱动和摄像头驱动,通过USB连接在STM32F103ZET6的GPIO口和UART口;硬件层包括机械平台中的惯性传感器MPU6050、思岚A1激光雷达、直流减速电机、高精度霍尔编码器、Jetson Nano和STM32F103ZET6核心开发板的机械平台。

[0068] 如图4所示,为本发明的惯性传感器MPU6050电路图,传感器测量机器人加速度、旋转和多自由度运动,和通过霍尔编码器计算的机器人九轴速度进行对比并信息融合,使得数据更加准确,是解决导航、定向和运动载体控制的重要部件。将惯性传感器的串口线和模块接入STM32F103ZET6开发板,把该传感器模块引脚SDA、SCL、INT和FSYNC插在开发板的I2C-2接口上,并置FSYNC引脚悬空。

[0069] 在一种具体的实施例中,如图5和图6所示,一种基于Jetson Nano的室内机器人自主建图导航系统的环境地图构建、定位、导航和避障的具体步骤如下:

[0070] S1、启动所述电源模块,启动所述雷达模块,扫描周围环境;

[0071] S2、启动所述控制机构中的所述无线通信模块,通过建立同一局域网络,将所述远程控制机构和所述机器人本体和控制机构进行通信连接;

[0072] S3、通过所述远程控制机构发布命令控制所述机器人移动;

[0073] S4、所述机器人控制系统运用2D建图算法构建环境二维栅格地图并在所述远程控

制机构中保存构建好的地图；

[0074] S5、基于构建好的地图，运用定位导航和避障算法进行移动机器人的导航。

[0075] 本实施例中，所述步骤S2、S3、S4、S5都是基于Ubuntu Linux系统下的机器人操作系统(ROS)平台来实现。

[0076] 具体而言，所述步骤S1具体包括子步骤：

[0077] S11、把所述雷达模块中激光雷达传感器的USB接口和所述机器人控制模块中的底层控制开发板中的USB端口连接；

[0078] S12、打开所述电源模块中电源开关给机器人本体和控制机构供电，同时，所述机器人控制系统通过USB接口给所述激光雷达传感器供电；

[0079] S13、在ROS官网上搜索名为“rplidar_ros”的程序包，并将其下载到控制系统的ROS的工作空间里，在所述控制系统的ROS平台上利用“rplidar_ros”程序包来识别并启动所述激光雷达传感器；

[0080] S14、所述激光雷达传感器以360°旋转，并以10HZ的扫描频率进行扫描周围环境。

[0081] 进一步地，所述步骤S2具体包括子步骤：

[0082] S21、所述远程控制机构的网卡USB连接在所述控制模块中上层处理器Jetson Nano上；

[0083] S22、所述远程控制机构设置虚拟网络连接，创建无线局域网并和机器人控制模块连接同一个局域网；

[0084] S23、在所述远程控制机构的Ubuntu Linux系统终端中输入“ifconfig”，查看所述远程控制机构的网络IP地址；

[0085] S24、在所述机器人控制系统的Ubuntu Linux系统终端中输入“ifconfig”，查看所述机器人控制机构的网络IP地址；

[0086] S25、通过ROS平台在所述远程控制机构和机器人控制系统之间，利用各自的网络IP地址进行网络配置，实现所述远程控制机构和机器人控制系统之间网络连通。

[0087] 进一步地，所述步骤S3具体包括子步骤：

[0088] S31、在所述远程控制机构的系统终端中启动初始化节点，在终端输入“roslaunch turn_on_robot turn_on_robot.launch”，连接到机器人底层驱动用于让远程控制机构直接操控机器人的移动、扫描、建图；

[0089] S32、在所述远程控制机构的系统终端中发布节点，通过启动键盘命令行来控制机器人的运动，在终端输入“roslaunch robot_rc keyboard_teleop.launch”；

[0090] S33、在目标环境中移动机器人。

[0091] 具体而言，如图5所示，所述步骤S4的建图算法采用gmapping算法，具体包括子步骤：

[0092] S41、在远程工作站启动gmapping程序，在终端输入“roslaunch turn_on_robot mapping.launch”，使机器人控制系统构建周围环境的二维栅格地图；

[0093] S42、在远程控制中心或显示模块启动RVIZ图形用户界面，用于实时查看机器人的位置及建图情况；

[0094] S43、当地图构建完毕后，在所述远程工作站建立目录，在终端输入“roslaunch turn_on_robot map_saver.launch”，使用ROS系统中自带map_server功能包用于保存地

图,通过“cd/home/wheeltec_robot/src/turn_on_robot/map”命令行打开保存地图。

[0095] 具体而言,如图6所示,所述步骤S5的定位导航算法采用Navigation框架内的amcl功能包和move_base功能包,分别完成机器人实时定位和订阅目标位置话题,发布速度命令具体包括子步骤:

[0096] S51、在远程工作站的图形用户界面载入步骤S4保存的环境二维栅格地图;

[0097] S52、点击RVIZ中“2D Pose Estimate”,在环境二维栅格地图上给机器人设置初始方位;

[0098] S53、点击RVIZ中“2D Nav Goal”,在地图上设置机器人的目的地和方向;

[0099] S54、所述机器人控制系统启动导航程序;

[0100] S55、机器人从初始位置向目标位置移动,同时在远程工作站的图形用户界面实时查看机器人的位置及导航情况。

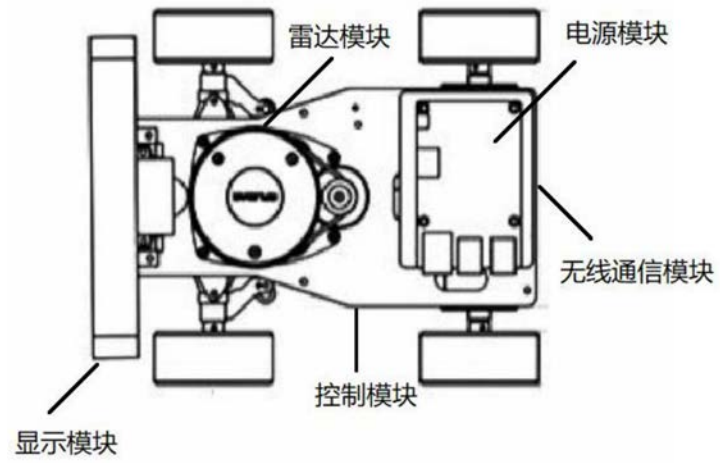


图1

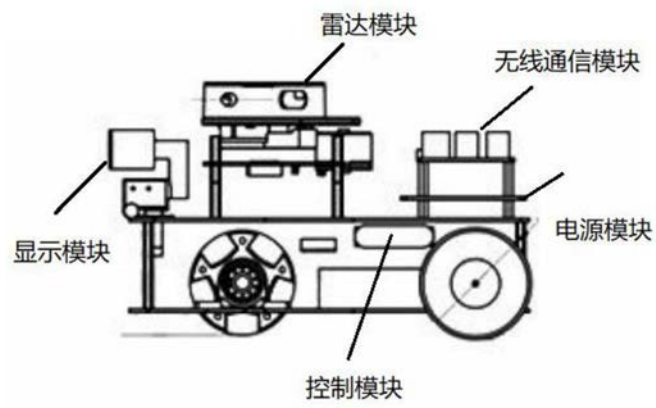


图2

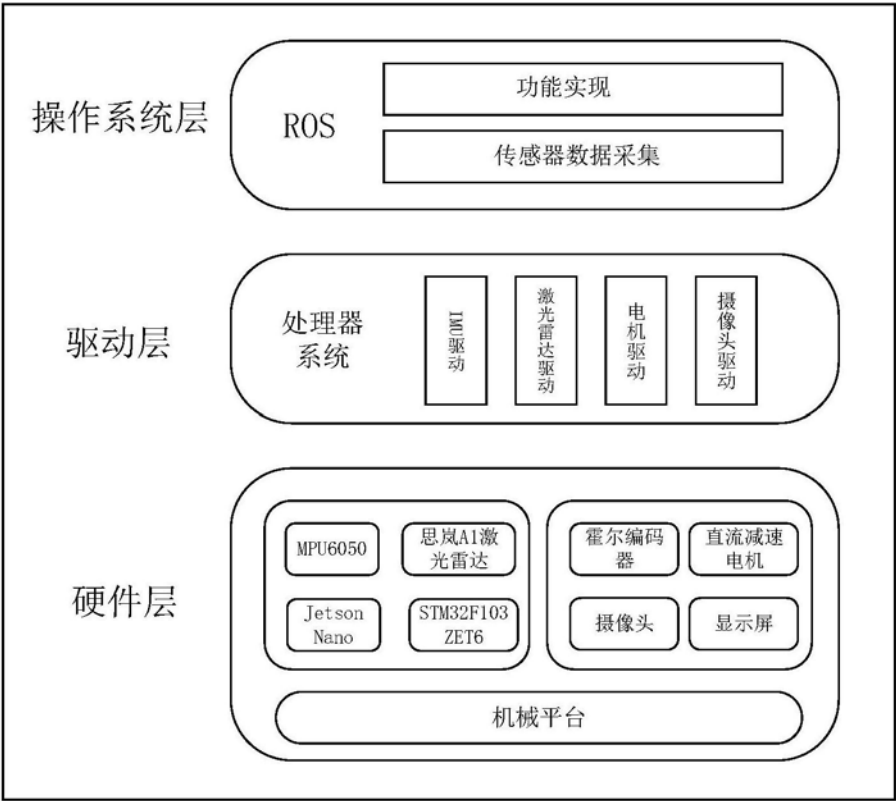


图3

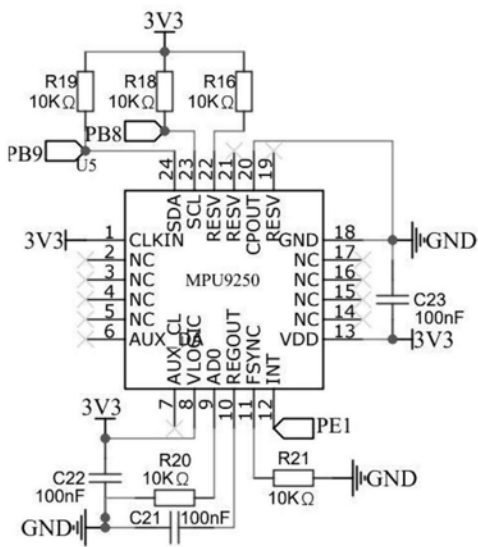


图4

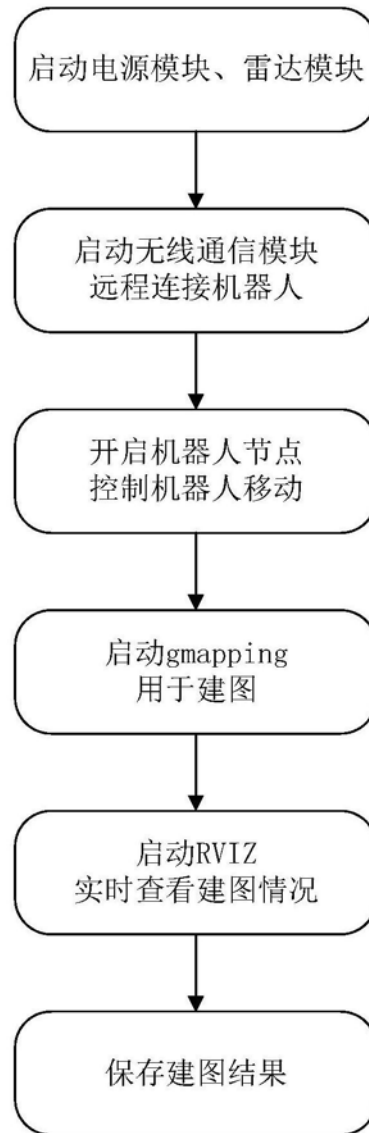


图5

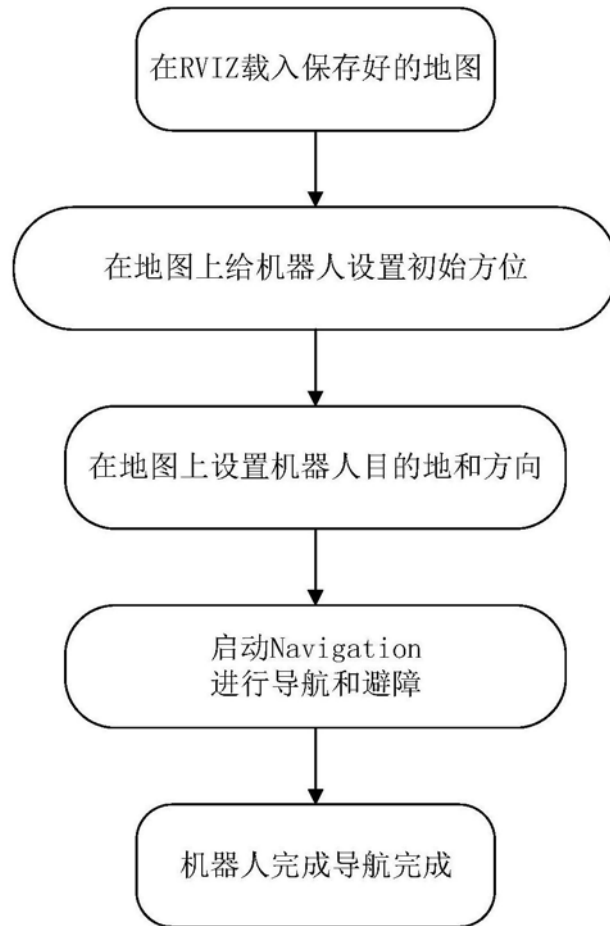


图6

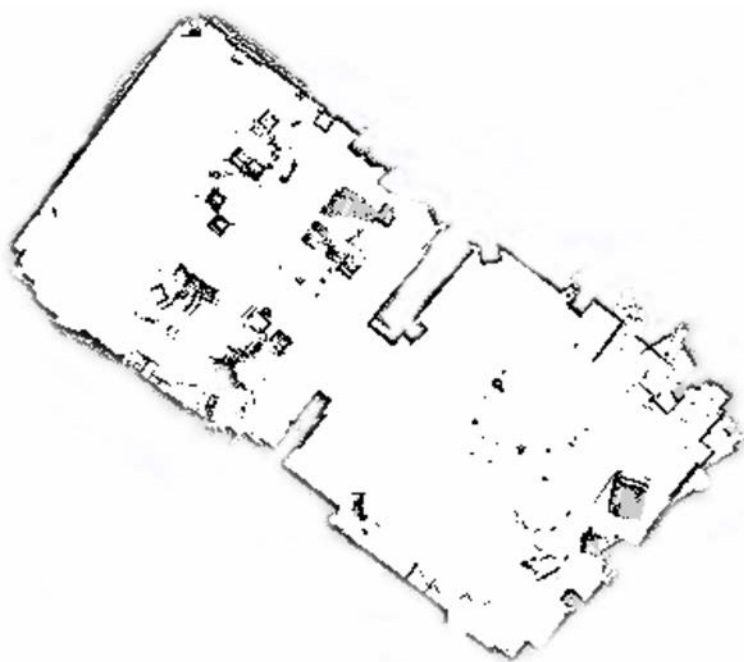


图7