



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113190008 A

(43) 申请公布日 2021. 07. 30

(21) 申请号 202110501087.0

(22) 申请日 2021.05.08

(71) 申请人 珠海市一微半导体有限公司  
地址 519000 广东省珠海市横琴新区宝华  
路6号105室-514(集中办公区)

(72) 发明人 赖钦伟 肖刚军

(51) Int. Cl.  
G05D 1/02 (2020.01)

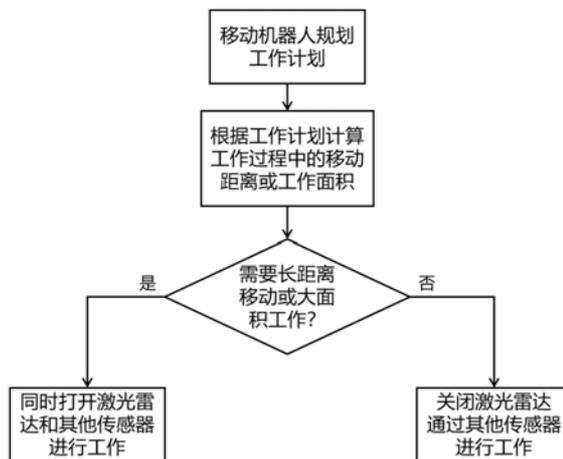
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法、芯片和机器人

(57) 摘要

本发明公开了一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,所述移动机器人上设有激光雷达,所述方法包括:移动机器人处于工作状态;移动机器人判断下一步的工作计划是否符合预设关闭激光雷达的条件;如果是,则关闭激光雷达,保持移动机器人的其它传感器继续运行,使移动机器人继续处于工作状态;如果否,则打开激光雷达,保持其它传感器继续运行,使移动机器人继续处于工作状态。本发明从移动机器人的实际工作需求出发来决定是否使用激光雷达,通过减少不必要的工作时间来延长激光雷达的使用寿命。



1. 一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,所述移动机器人上设有激光雷达,其特征在于,所述方法包括:

移动机器人处于工作状态;

移动机器人判断下一步的工作计划是否符合预设关闭激光雷达的条件;

如果是,则关闭激光雷达,保持移动机器人的其它传感器继续运行,使移动机器人继续处于工作状态;

如果否,则打开激光雷达,保持其它传感器继续运行,使移动机器人继续处于工作状态。

2. 根据权利要求1所述的一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,其特征在于,所述工作计划至少包括导航、大/小面积工作、充电或待机中的任一项,工作计划由移动机器人的规划单元规划得到。

3. 根据权利要求1所述的一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,其特征在于,所述移动机器人判断下一步的工作计划是否符合预设关闭激光雷达的条件的具体判断方法包括:

移动机器人规划其工作计划,然后根据工作计划计算工作过程中的移动距离或工作面积,若需要长距离移动或大面积工作,则同时打开激光雷达和其他传感器进行工作,若只需短距离移动或小面积工作,则关闭激光雷达,通过其他传感器进行工作。

4. 根据权利要求3所述的一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,其特征在于,所述长距离移动和短距离移动取决于移动机器人在只进行行走的情况下,从当前点移动到另一个点的距离长短,其中,长距离移动指的是移动机器人规划出的移动距离超过预设距离,反之则为短距离移动。

5. 根据权利要求3所述的一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,其特征在于,所述大面积工作和小面积工作取决于移动机器人在执行相关任务时所遍历的工作区域的面积大小,其中,大面积工作指的是移动机器人规划出需要遍历的工作区域的面积超过预设面积,反之则为小面积工作,所述相关任务至少包括扫地、拖地或消毒中的任一项。

6. 根据权利要求1所述的一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,其特征在于,所述移动机器人的其他传感器至少包括视觉传感器或惯性传感器中的任一种,所述激光雷达打开时,与所述视觉传感器和/或惯性传感器进行数据融合。

7. 根据权利要求1所述的一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,其特征在于,所述移动机器人在执行下一步的工作计划的过程中,如果检测到自身处于黑暗环境,则同时使用激光雷达和移动机器人的其他传感器进行工作。

8. 根据权利要求6或7所述的一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,其特征在于,所述移动机器人通过视觉传感器采集的图像对当前环境的亮度进行检测,若亮度低于预设值,则认为移动机器人处于黑暗环境。

9. 一种移动机器人,该移动机器人设有激光雷达、视觉传感器和惯性传感器,其特征在于,所述移动机器人用于执行权利要求1至8所述任一项延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,所述移动机器人内部还包括:

规划单元,用于规划移动机器人的工作计划;

距离计算单元,用于根据工作计划计算移动机器人需要移动的距离;

面积计算单元,用于根据工作计划计算移动机器人需要遍历的工作区域的面积大小;  
传感器控制单元,用于根据距离计算单元和/或面积计算单元的计算结果控制激光雷达的开启与关闭。

10.一种芯片,该芯片用于储存计算机程序代码,其特征在于,所述计算机程序代码被执行时实现权利要求1至8任一项所述延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法的步骤。

## 一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法、芯片和机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智能移动机器人领域,具体涉及一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法、芯片和机器人。

### 背景技术

[0002] 目前,在智能移动机器人领域,激光雷达相比视觉传感器在稳定性及技术成熟度上更具优势,总的来说,激光雷达的测距精度更高、不存在累计误差,构建的地图可直接用于路径规划,而视觉传感器因环境光影响较大、在暗处无法工作,且运算负荷大,构建的地图本身难以直接用于路径规划与导航。另外,视觉传感器动态性还需提高,地图构建时会存在一定的累计误差。因此,智能移动机器人常采用激光雷达或激光雷达与视觉传感器融合的方式进行室内导航。然而,激光雷达具有旋转的机械结构,特别是一些消费级的产品,采用皮带传动,一般工作寿命是1000小时。对于一些需要随时待命的机器人来说,现有的激光雷达的寿命显然是不够的。激光雷达的价格昂贵,一旦损坏,就会造成较大的损失。

[0003] 在已公开的专利号为CN110335474A的现有技术中,提供了一种延长激光传感器使用寿命的机动车车速车型检测方法,该方法增加了一个微波传感器检测是否有汽车通过,有则使用激光传感器检测汽车车速和车型,没有则关闭激光传感器以减少激光检测装置无效工作时间,提高激光传感器使用寿命。本发明受此启发,在不新增硬件的前提下,仅通过算法判断使用激光雷达的时机来减少不必要的工作时间,以延长智能移动机器人上激光雷达的使用寿命。

### 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供了一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法、芯片和机器人,可以从移动机器人的实际工作需求出发来决定是否使用激光雷达,通过减少不必要的工作时间来延长激光雷达的使用寿命。本发明的具体技术方案如下:

一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,所述移动机器人上设有激光雷达,所述方法包括:移动机器人处于工作状态;移动机器人判断下一步的工作计划是否符合预设关闭激光雷达的条件;如果是,则关闭激光雷达,保持移动机器人的其它传感器继续运行,使移动机器人继续处于工作状态;如果不是,则打开激光雷达,保持其它传感器继续运行,使移动机器人继续处于工作状态。本发明所述的方法只在满足条件的情况下打开激光雷达,可以减少不必要的工作时间来延长激光雷达的使用寿命。

[0005] 进一步地,所述工作计划至少包括导航、大/小面积工作、充电或待机中的任一项,工作计划由移动机器人的规划单元规划得到。

[0006] 进一步地,所述移动机器人判断下一步的工作计划是否符合预设关闭激光雷达的条件的具体判断方法包括:移动机器人规划其工作计划,然后根据工作计划计算工作过程中的移动距离或工作面积,若需要长距离移动或大面积工作,则同时打开激光雷达和其他

传感器进行工作,若只需短距离移动或小面积工作,则关闭激光雷达,通过其他传感器进行工作。从移动机器人的实际工作需求出发,在长距离移动或大面积工作的情况下打开激光雷达来提高移动机器人路径规划与定位导航的能力,在短距离移动或小面积工作的情况下关闭激光雷达来减少激光雷达不必要的工作时间,以延长其使用寿命。

[0007] 进一步地,所述长距离移动和短距离移动取决于移动机器人在只进行行走的情况下,从当前点移动到另一个点的距离长短,其中,长距离移动指的是移动机器人规划出的移动距离超过预设距离,反之则为短距离移动。本技术方案提供区分移动机器人移动距离的长短的方法,以便为控制激光雷达的开启或关闭提供依据。

[0008] 进一步地,所述大面积工作和小面积工作取决于移动机器人在执行相关任务时所遍历的工作区域的面积大小,其中,大面积工作指的是移动机器人规划出需要遍历的工作区域的面积超过预设面积,反之则为小面积工作,所述相关任务至少包括扫地、拖地或消毒中的任一项。本技术方案提供区分移动机器人工作区域面积大小的方法,以便为控制激光雷达的开启或关闭提供依据。

[0009] 进一步地,所述移动机器人的其他传感器至少包括视觉传感器或惯性传感器中的任一种,所述激光雷达打开时,与所述视觉传感器和/或惯性传感器进行数据融合。本技术方案通过融合视觉传感器和/或惯性传感器,可以提高移动机器人路径规划与定位导航的能力。

[0010] 进一步地,所述移动机器人处于黑暗环境时,同时使用激光雷达和移动机器人的其他传感器进行工作。当环境光线过暗时,视觉传感器难以正常工作,因此打开激光雷达来配合视觉传感器,以提高移动机器人路径规划与定位导航的能力。

[0011] 进一步地,所述移动机器人通过视觉传感器采集的图像对当前环境的亮度进行检测,若亮度低于预设值,则认为移动机器人处于黑暗环境。

[0012] 一种移动机器人,该移动机器人装配有激光雷达、视觉传感器和惯性传感器,所述移动机器人内部还包括:规划单元,用于规划移动机器人的工作计划;距离计算单元,用于根据工作计划计算移动机器人需要移动的距离;面积计算单元,用于根据工作计划计算移动机器人需要遍历的工作区域的面积大小;传感器控制单元,用于根据距离计算单元和/或面积计算单元的计算结果控制激光雷达的开启与关闭。本发明所述的移动机器人通过多传感器互补的方式,按移动机器人的实际工作需求来控制激光雷达的开启或关闭,以此减少激光雷达不必要的工作时间,延长使用寿命。

[0013] 一种芯片,该芯片用于储存计算机程序代码,所述计算机程序代码被执行时实现所述一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法的步骤。本发明所述的芯片可使得移动机器人按其实际工作需求来控制激光雷达的开启或关闭,以此减少激光雷达不必要的工作时间,延长使用寿命。

## 附图说明

[0014] 图1为本发明一种实施例所述延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法流程图。

[0015] 图2为本发明一种实施例所述延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法示例图。

[0016] 图3为本发明一种实施例所述移动机器人的内部框架图。

## 具体实施方式

[0017] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行详细描述。应当理解,下面所描述的具体实施例仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0018] 现有技术中常使用激光雷达完成移动机器人的室内定位导航与路径规划。激光雷达通过向周围环境持续发射激光脉冲获取点云信息,可以二维地建图或三维地建模,实现建图或自身的定位,即激光SLAM。激光SLAM是目前比较成熟的定位导航方案,可靠性高,建图直观,且不存在累计误差。但是,激光SLAM的硬件成本很高,对安装结构也有一定的要求。激光SLAM之所以能够建立二维或三维地图,是因为激光雷达具有旋转的机械结构,可以实现360度全方位的环境扫描。在一些消费级产品中,常采用皮带传动控制激光雷达旋转。由于磨损或振动等原因,激光雷达的使用寿命一般约为1000小时。对于一些需要随时待命的机器人来说,现有的激光雷达的寿命显然是不够的。而激光雷达损坏时维修成本也高,所以不管是更换还是维修都不太划算。在已公开的专利CN209504166U中,提供了一种移动机器人激光雷达的安装机构,用于延长激光雷达的使用寿命。该技术方案从优化现有结构的角度出发来解决技术问题,但是同样要面临结构磨损的难题。因此,本发明从激光雷达的使用策略入手,提供一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,以期更进一步地延长激光雷达的使用寿命。

[0019] 本发明实施例在现有的采用激光雷达、视觉传感器和惯性传感器方案的基础上,不对现有结构进行改动,只对移动机器人的实际工作进行判断,以此控制激光雷达的开启或关闭,减少激光雷达不必要的工作时间,延长激光雷达的使用寿命。具体实施方式是如图1所示的一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,包括:

一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法,所述移动机器人上设有激光雷达,所述方法包括:移动机器人处于工作状态;移动机器人判断下一步的工作计划是否符合预设关闭激光雷达的条件;如果是,则关闭激光雷达,保持移动机器人的其它传感器继续运行,使移动机器人继续处于工作状态;如果不是,则打开激光雷达,保持其它传感器继续运行,使移动机器人继续处于工作状态。本实施例所述的方法只在满足条件的情况下打开激光雷达,可以减少不必要的工作时间来延长激光雷达的使用寿命。

[0020] 作为其中一种实施方式,所述工作计划至少包括导航、大/小面积工作、充电或待机中的任一项,工作计划由移动机器人的规划单元规划得到。

[0021] 作为其中一种实施方式,所述移动机器人判断下一步的工作计划是否符合预设关闭激光雷达的条件的具体判断方法包括:移动机器人规划其工作计划,然后根据工作计划计算工作过程中的移动距离或工作面积,若需要长距离移动或大面积工作,则同时打开激光雷达和其他传感器进行工作,若只需短距离移动或小面积工作,则关闭激光雷达,通过其他传感器进行工作。本实施例所述的方法,从移动机器人的实际工作需求出发,在长距离移动或大面积工作的情况下打开激光雷达来提高移动机器人路径规划与定位导航的能力,在短距离移动或小面积工作的情况下关闭激光雷达来减少激光雷达不必要的工作时间,以延长其使用寿命。

[0022] 作为其中一种实施方式,所述长距离移动和短距离移动取决于移动机器人在只进行行走的情况下,从当前点移动到另一个点的距离长短,其中,长距离移动指的是移动机器人规划出的移动距离超过预设距离,反之则为短距离移动。本实施例所述的方法,提供区分

移动机器人移动距离的长短的方法,以便为控制激光雷达的开启或关闭提供依据。

[0023] 作为其中一种实施方式,所述大面积工作和小面积工作取决于移动机器人在执行相关任务时所遍历的工作区域的面积大小,其中,大面积工作指的是移动机器人规划出需要遍历的工作区域的面积超过预设面积,反之则为小面积工作,所述相关任务至少包括扫地、拖地或消毒中的任一项。本实施例所述的方法,提供区分移动机器人工作区域面积大小的方法,以便为控制激光雷达的开启或关闭提供依据。

[0024] 作为其中一种实施方式,所述移动机器人的其他传感器至少包括视觉传感器或惯性传感器中的任一种,所述激光雷达打开时,与所述视觉传感器和/或惯性传感器进行数据融合。本实施例所述的方法,通过融合视觉传感器和/或惯性传感器,可以提高移动机器人路径规划与定位导航的能力。

[0025] 作为其中一种实施方式,所述移动机器人处于黑暗环境时,同时使用激光雷达和移动机器人的其他传感器进行工作。本实施例所述的方法,当环境光线过暗时,视觉传感器难以正常工作,因此打开激光雷达来配合视觉传感器,以提高移动机器人路径规划与定位导航的能力。

[0026] 作为其中一种实施方式,所述移动机器人通过视觉传感器采集的图像对当前环境的亮度进行检测,若亮度低于预设值,则认为移动机器人处于黑暗环境。

[0027] 一种移动机器人,该移动机器人装配有激光雷达、视觉传感器和惯性传感器,所述移动机器人内部还包括:规划单元,用于规划移动机器人的工作计划;距离计算单元,用于根据工作计划计算移动机器人需要移动的距离;面积计算单元,用于根据工作计划计算移动机器人需要遍历的工作区域的面积大小;传感器控制单元,用于根据距离计算单元和/或面积计算单元的计算结果控制激光雷达的开启与关闭。本实施例所述的移动机器人通过多传感器互补的方式,按移动机器人的实际工作需求来控制激光雷达的开启或关闭,以此减少激光雷达不必要的工作时间,延长使用寿命。

[0028] 一种芯片,该芯片用于储存计算机程序代码,所述计算机程序代码被执行时实现所述一种延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法的步骤。本实施例所述的芯片可使得移动机器人按其实际工作需求来控制激光雷达的开启或关闭,以此减少激光雷达不必要的工作时间,延长使用寿命。

[0029] 在不作特别说明的情况下,本发明实施例在移动机器人移动或工作时,视觉传感器和/或激光雷达融合了惯性传感器的数据,且移动机器人上预存有当前环境的全局地图。若全局地图不存在,则率先使用激光雷达、视觉传感器和惯性传感器进行建图。下面将提供几个实施例来对本发明所述的方法进行介绍。

[0030] 实施例1

在本实施例中,如图2所示,假设扫地机器人完成房间1的清扫,然后通过规划单元规划下一步的工作计划。由于检测到房间2还未清扫,因此扫地机器人下一步将先导航到房间2,再进行房间2的清扫。根据规划出来的工作计划,扫地机器人通过距离计算单元计算从当前位置移动到房间2需要行走的距离。假设该距离大于预设距离,那么为了使定位导航更加准确,扫地机器人控制激光雷达打开(如果原本就处于开启状态则忽略),然后从点A导航到点B。其中,点A为房间1的清扫结束点,点B为房间2的清扫起始点,两点之间的虚线为规划单元规划出来的导航路线,物体T为障碍物。在从点A导航到点B的过程中,如果仅使用视觉

传感器,由于距离较远,可能会出现导航偏差。这是因为纯视觉传感器建图存在累计误差,且构建的地图本身难以直接用于路径规划或定位导航。当扫地机器人移动到点B后,根据面积计算单元计算出来的房间2中工作区域的面积,扫地机器人控制激光雷达关闭。因为房间2的面积较小,仅使用视觉传感器也足以完成清扫工作,而且在清扫中,也不需要实现从一个区域跨越到另一个区域的复杂过程。

#### [0031] 实施例2

在上一个实施例中,扫地机器人完成房间2的清扫后,规划单元规划的下一个工作是清扫客厅3。参照图2,扫地机器人判断到客厅3的面积较大,大于预设面积,因此在进行客厅3的清扫之前,会控制激光雷达打开。需要说明的是,从房间2到客厅3,扫地机器人需要从点C导航到点B。由于这段距离较短,扫地机器人保持激光雷达关闭,直到移动到点B才开启。在进行大面积工作时,由于工作区域内可能存在的静态或动态障碍物较多且行走距离较远,因此同时使用激光雷达和视觉传感器,可以提高扫地机器人的定位导航能力以及避障能力。

#### [0032] 实施例3

在上一个实施例中,扫地机器人完成客厅3的清扫后,检测到所有的区域均清扫完成。于是,规划单元规划的下一个工作是返回基站D充电。在本实施例中,基站D视为一个点,所以返回基站D即扫地机器人从当前点导航移动到点D。如果距离计算单元计算得出的距离超过预设距离,则扫地机器人打开激光雷达配合视觉传感器进行导航,否则不使用激光雷达。需要说明的是,当扫地机器人采用沿边行走方式返回基站D时,仅靠视觉传感器即可满足导航要求,因此关闭激光雷达。所述机器人在沿边行走过程中,会遇到不同的障碍物,为了有效简化对室内环境的描述,便于在路径规划中提出合理的对应策略,可对室内障碍物做如下处理:1、只要障碍物与墙壁的距离不满足所述机器人通行的最小距离,机器人不能顺利通过,就按靠墙障碍物处理;2、对于直线型障碍物,用矩形代表其轮廓特征;对于非直线型障碍物,采用折线逼近法处理;3、当两个障碍物之间的距离很近而无法使所述机器人顺利通过时,可将二者看做一个障碍物进行处理。当扫地机器人移动到基站D附近,且检测到回座信号时,控制激光雷达关闭,依靠视觉传感器和/或红外信号即可正常回座,具体的回座方法在此不进行赘述。

#### [0033] 实施例4

特别的,在实施例1中,如果扫地机器人在清扫房间2时,检测到环境光线太弱,则控制激光雷达打开,以弥补视觉传感器在暗处无法工作的缺点。较优的,可以直接通过视觉传感器采集的图像检测环境亮度,以判断扫地机器人是否处于黑暗环境中。可选的,也可以在扫地机器人上安装光线传感器直接对环境光线的强弱进行检测。

[0034] 在上述实施例中,当激光雷达和视觉传感器同时打开时,扫地机器人会将两种传感器数据进行融合,并利用融合后的数据进行定位导航,具体的数据融合方法为现有技术,此处不再赘述。

[0035] 应理解的是,上述实施例执行顺序的先后并不做限定,执行顺序应以机器人的功能或工作计划或内在逻辑确定。

[0036] 图3为本发明公开的一种移动机器人的延长激光雷达使用寿命的内部系统框架示意图,具体实施方式如下:

所述的移动机器人设有激光雷达、视觉传感器和惯性传感器,通过多传感器互补的方式,按移动机器人的实际工作需求来控制激光雷达的开启或关闭,减少激光雷达不必要的工作时间,延长使用寿命。

[0037] 所述移动机器人内部还包括:规划单元,用于规划移动机器人的工作计划,所述工作计划至少包括导航、大/小面积工作、充电或待机中的任一项。距离计算单元,用于根据工作计划计算移动机器人需要移动的距离,该移动距离可以由规划单元在已有的全局地图上规划出的各段移动路径的长度相加而成。面积计算单元,用于根据工作计划计算移动机器人需要遍历的工作区域的面积大小,所述工作区域的面积可由工作区域对角线上两个点的坐标算出。传感器控制单元,用于根据距离计算单元和/或面积计算单元的计算结果控制激光雷达的开启与关闭,传感器控制单元会接收到来自距离计算单元和/或面积计算单元的计算结果,然后与预先储存在传感器控制单元中的预设距离和/或预设面积进行比较,从而决定激光雷达的开启与关闭。

[0038] 与现有技术相比,所述移动机器人在现有的采用激光雷达、视觉传感器和惯性传感器方案的基础上,不对现有结构进行改动,只对移动机器人的实际工作需求进行判断,以此控制激光雷达的开启或关闭,减少激光雷达不必要的工作时间,延长激光雷达的使用寿命。

[0039] 本发明还公开一种芯片,该芯片用于存储计算机程序代码,并可以设置在前述的移动机器人内,所述计算机程序代码被执行时实现前述延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法的步骤。或者,所述芯片执行所述计算机程序代码时实现上述延长移动机器人激光雷达使用寿命的方法实施例中各个单元的功能。示例性的,所述计算机程序代码可以被分割成一个或多个模块/单元,所述一个或者多个模块/单元被存储在所述芯片中,并由所述芯片执行,以完成本申请。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述所述计算机程序代码在所述移动机器人中的执行过程。例如,所述计算机程序代码可以被分割成:前述移动机器人内部的规划单元、距离计算单元、面积计算单元和传感器控制单元。使得移动机器人按其实际工作需求来控制激光雷达的开启或关闭,以此减少激光雷达不必要的工作时间,延长使用寿命。

[0040] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的技术内容,可通过其它的方式实现。其中,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如所述单元的划分,可以为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0041] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。这些程序可以存储于计算机可读取存储介质(比如ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质)中。该程序在执行时,执行包括上述各方法实施例的步骤。

[0042] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依

然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

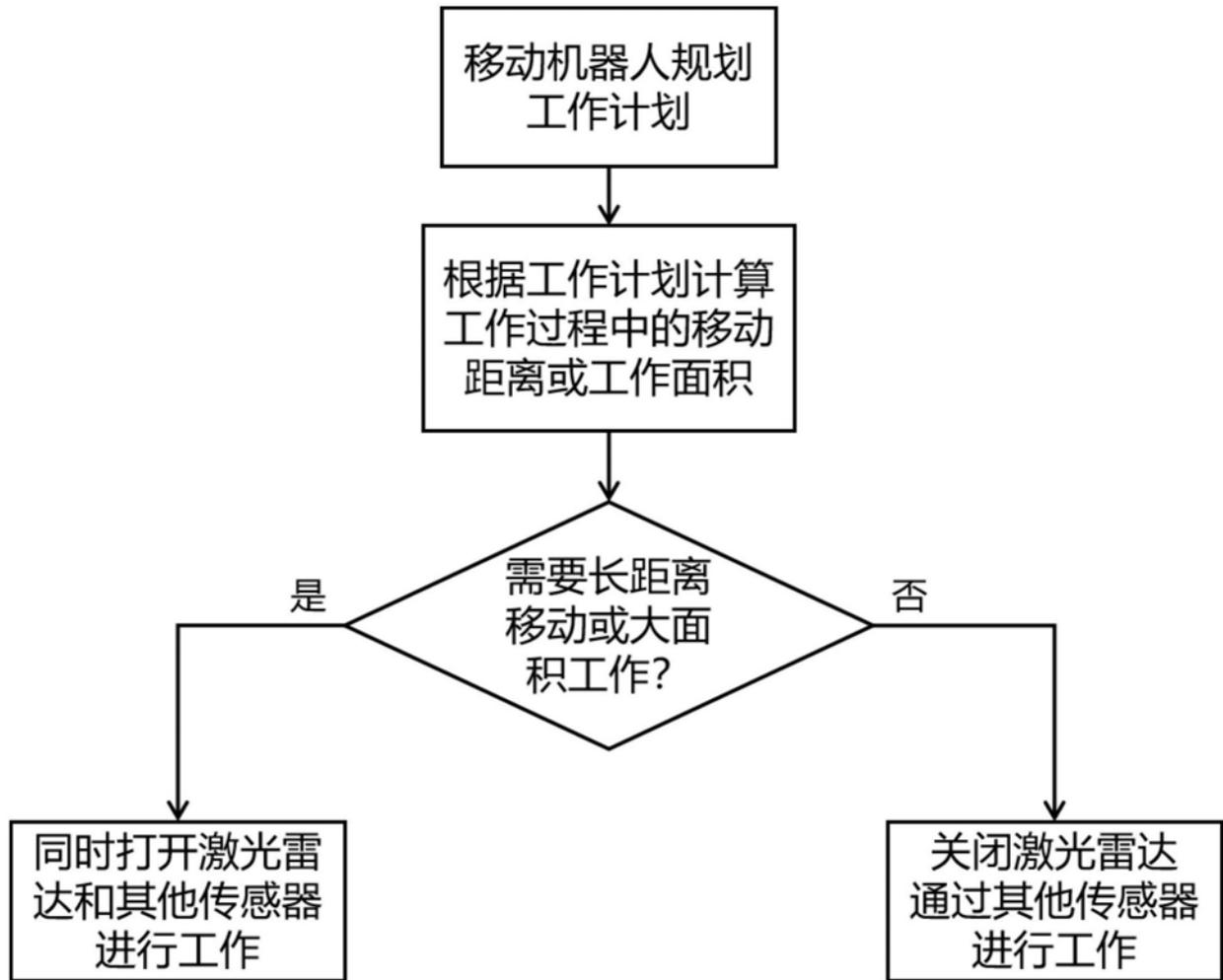


图1

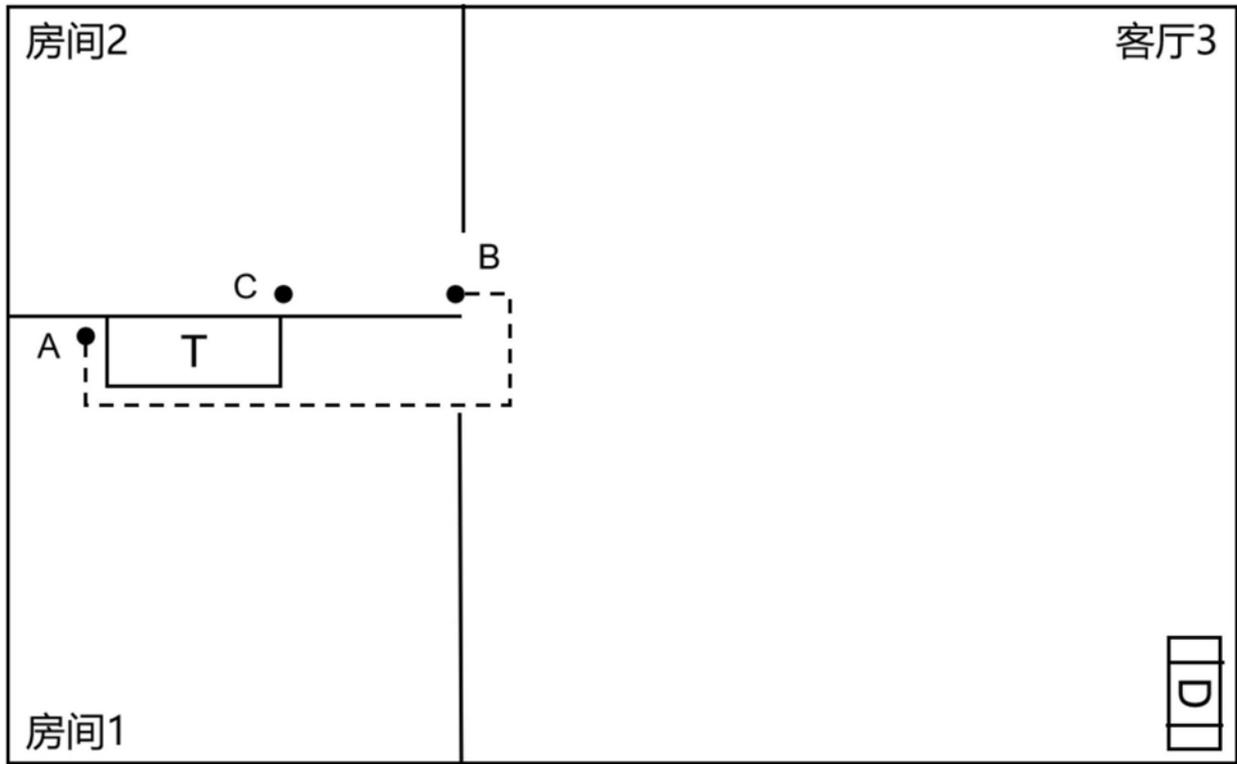


图2

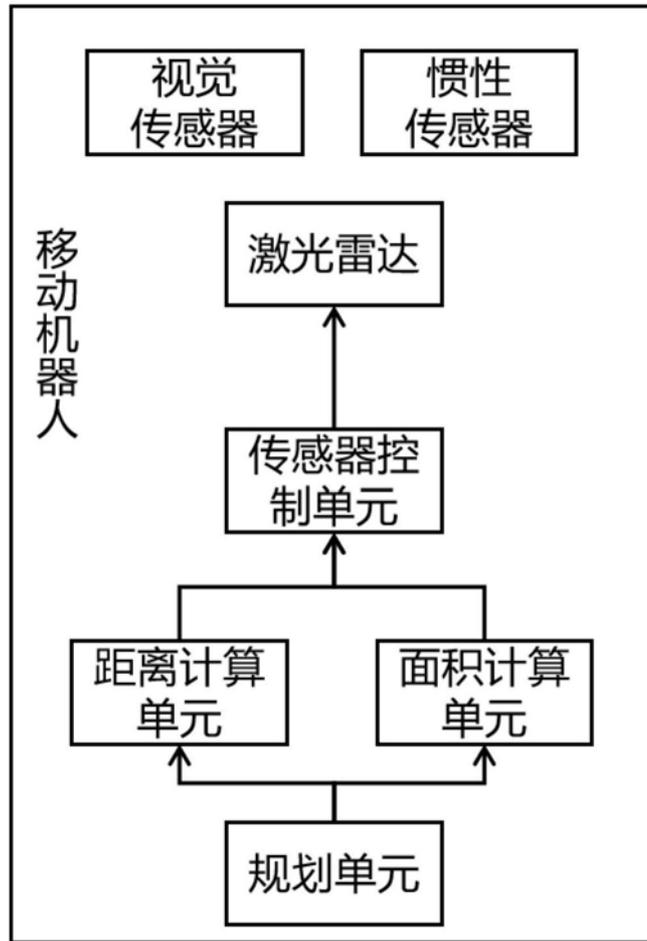


图3