



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113433949 A

(43) 申请公布日 2021.09.24

(21) 申请号 202110811313.5

(22) 申请日 2021.07.19

(71) 申请人 北京云迹科技有限公司

地址 100000 北京市海淀区北四环西路67  
号7层702室

(72) 发明人 肖夏 支涛

(74) 专利代理机构 北京华沛德权律师事务所  
11302

代理人 修雪静

(51) Int.Cl.

G05D 1/02 (2020.01)

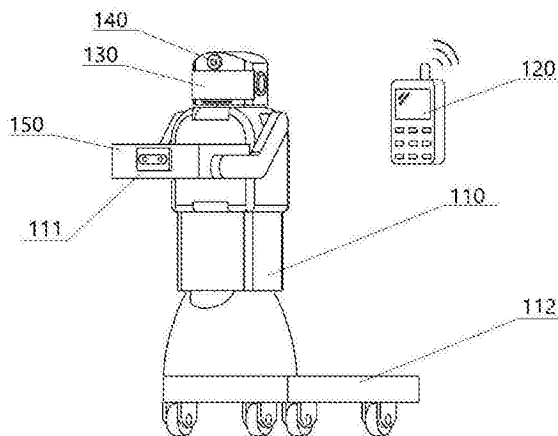
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

### (54) 发明名称

一种可自动跟随的送物机器人及其送物方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种可自动跟随的送物机器人及其送物方法,该送物机器人包括机器人主体、移动通信设备、自动跟随系统、红外摄像机、激光雷达、避障系统和控制器。本发明还公开了一种可自动跟随的送物方法,包括移动通信设备与机器人主体建立通信连接;实时获取机器人主体的位置和航角、移动通信设备的位置信息,并计算得到机器人主体的期望速度、偏航角和期望间距,并生成跟随路径;控制机器人主体沿跟随路径移动,实时获取机器人主体周围的影像信息,并判断下一节点是否存在障碍物;若存在障碍物,获取障碍物的影像,通过特征提取,得到障碍物的轮廓和移动速度;通过激光雷达,基于雷达采集的环境点云制定避障路径,控制机器人主体沿所述避障路径移动,稳定性和避障效果好。



1. 一种可自动跟随的送物机器人,其特征在于,包括:

机器人主体,其具有位置传感器和角度传感器;

移动通信设备,其具有位置传感器;

自动跟随系统,其可拆卸设置在所述机器人主体上,能够与所述移动通信设备通信连接,并根据所述移动通信设备的位置、所述机器人主体的位置和航角生成跟随路径;

红外摄像机,其可拆卸设置在所述机器人主体上,能够拍摄所述机器人主体周围的影像;

激光雷达,其可拆卸设置在所述机器人主体上,并与所述红外摄像机同轴设置,能够采集所述机器人主体周围的环境点云;

避障系统,其连接所述激光雷达、所述红外摄像机和所述自动跟随系统,能够对所述影像进行解析,识别障碍物并规划避障路径;

控制器,其连接所述自动跟随系统和所述避障系统,能够控制所述机器人主体按照所述跟随路径或所述避障路径移动。

2. 如权利要求1所述的自动跟随的送物机器人,其特征在于,所述自动跟随系统包括:

连接模块,其通过蓝牙、APP和/或微信小程序中的一种或几种与所述移动通信设备建立连接;

信息采集模块,其获取所述移动通信设备的位置信息,所述机器人主体的位置和航角;

算法模块,其连接所述信息采集模块,能够根据所述移动通信设备的位置信息、所述机器人主体的位置和航角计算机器人主体的期望速度、偏航角和期望间距,并生成跟随路径。

3. 如权利要求1或2所述自动跟随的送物机器人,其特征在于,所述机器人主体具有置物托盘和/或可拆卸的托运小车。

4. 一种可自动跟随的送物方法,基于如权利要求1-3所述的机器人,其特征在于,包括:

移动通信设备与机器人主体建立通信连接;

实时获取所述机器人主体的位置和航角、移动通信设备的位置信息,计算得到机器人主体的期望速度、偏航角和期望间距,并生成跟随路径;

机器人主体沿所述跟随路径移动,实时获取机器人主体周围的影像信息,并判断下一节点是否存在障碍物;

若存在障碍物,获取所述障碍物的影像,通过特征提取,得到所述障碍物的轮廓和移动速度;

通过激光雷达,采集所述机器人周围的环境点云,并基于所述障碍物的轮廓和移动状态,制定避障路径,所述机器人主体沿所述避障路径移动。

5. 如权利要求4所述的可自动跟随的送物方法,其特征在于,所述期望速度、偏航角和期望间距的计算公式为:

$$\begin{cases} v_x = x'_f \cdot \cos \alpha_f + y'_f \cdot \sin \alpha_f \\ v_y = y'_f \cdot \cos \alpha_f - x'_f \cdot \sin \alpha_f \\ w = \frac{2v_{xy}}{L} \\ D = \frac{(v_l - v_f)^2}{2 \cdot (0.1326v_f - 0.8804)} + 1.2135v_f + D_p \end{cases};$$

其中,  $v_x$  表示横向期望速度,  $v_y$  表示纵向期望速度,  $\alpha_f$  表示机器人主体的航角,  $(x_f, y_f)$  表示机器人主体坐标,  $\begin{cases} x_f = x_l + D \cdot \cos \varphi \\ y_f = y_l + D \cdot \sin \varphi \end{cases}$ ,  $(x_l, y_l)$  表示移动通信设备坐标,  $\varphi$  表示机器人主体与移动通信设备的相对偏角,  $w$  表示偏航角,  $v_{xy}$  表示期望速度  $v_{xy} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ ,  $L$  表示机器人主体的轴距,  $D$  表示期望间距,  $v_l$  表示移动通信设备的移动速度,  $v_f$  表示机器人主体的移动速度,  $D_p$  表示安全距离。

6. 如权利要求5所述的可自动跟随的送物方法, 其特征在于, 所述特征提取包括:

对所述障碍物影像内的像素点进行逐像素滑窗, 并计算每个像素点的局部对比度, 进而得到全图的局部对比度图;

对所述局部对比度图进行阈值分割, 识别出所述影像中的障碍物, 确定所述障碍物轮廓和中心点;

采用帧间差分法计算所述障碍物的移动速度。

7. 如权利要求6所述的可自动跟随的送物方法, 其特征在于, 所述避障路径包括:

将所述环境点云数据映射到二维栅格地图上, 并进行滤波去除无效的点云信息;

根据所述障碍物的移动速度, 更新所述障碍物占用栅格地图, 得到障碍物的动态概率栅格地图, 以及不同栅格中存在障碍物的概率, 并计算所述障碍物的代价势场;

绘制所述代价势场的等势曲线, 计算所述等势曲线中各栅格点与机器人主体当前位置和移动通信设备当前位置间的斜率, 得到所述等势曲线的多条切线;

遍历所述切线, 基于最小生成树法求解包含所述机器人主体当前位置和移动通信设备当前位置的最小子树, 生成避障路径。

8. 如权利要求7所述的可自动跟随的送物方法, 其特征在于, 还包括:

所述移动通信设备向所述机器人主体发送导航信息, 所述机器人主体根据所述导航信息移动。

9. 如权利要求8所述的可自动跟随的送物方法, 其特征在于, 所述导航信息基于所述移动通信设备的位置信息和所述机器人主体的位置, 通过数字地图工具规划得到。

10. 如权利要求9所述的可自动跟随的送物方法, 其特征在于, 所述移动通信设备和所述机器人之间信息传递采用ZigBee协议。

## 一种可自动跟随的送物机器人及其送物方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机器人技术领域,特别涉及一种可自动跟随的送物机器人。

### 背景技术

[0002] 服务机器人在世界范围内具有很大的发展潜力,在世界范围内,中国、美国、日本、韩国、德国等主要国家均在着力发展机器人。尤其是在发达国家,人工成本较高、老龄化严重的地区,服务机器人更是拥有着广阔的应用空间,服务机器人相对于工业机器人而言,更加贴近终端的用户,更贴近人,服务机器人的受众群体也更加广泛,由于服务行业本身特点千差万别,因此,服务机器人在功能、种类、特点方面也更加多样。从某种意义上说,服务机器人的市场空间比工业机器人更为广阔。服务机器人可以在很多领域代替人类,做更多重复性劳动。

[0003] 随着科技的不断发展,我国已经逐渐步入智能化的社会,智能化在生活中的衣食住行等各个方面起到了十分重要的作用,机器人逐步进入到了人们的日常生活,因此,有必要提出一种可自动跟随的送物机器人,或可用于酒店等服务场景中,方便客人,提升了住店体验。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种可自动跟随的送物机器人,包括机器人主体、移动通信设备、自动跟随系统、红外摄像机、激光雷达、避障系统和控制器,通过自动跟随系统与移动通信设备信息交互,规划跟随路径,通过避障系统识别和躲避障碍物,规划避障路径。

[0005] 本发明的另一目的是提供了一种可自动跟随的送物方法,将移动通信设备与机器人主体建立通信连接,计算机器人主体的期望速度、偏航角和期望间距,生成跟随路径,通过障碍物识别和特征提取,制定避障路径,控制机器人主体沿跟随路径或避障路径移动,以实现自动跟随送物。

[0006] 本发明的技术方案为:

[0007] 一种可自动跟随的送物机器人,包括:

[0008] 机器人主体,其具有位置传感器和角度传感器;

[0009] 移动通信设备,其具有位置传感器;

[0010] 自动跟随系统,其可拆卸设置在机器人主体上,能够与移动通信设备通信连接,并根据移动通信设备的位置、机器人主体的位置和航角生成跟随路径;

[0011] 红外摄像机,其可拆卸设置在机器人主体上,能够拍摄机器人主体周围的影像;

[0012] 激光雷达,其可拆卸设置在机器人主体上,并与红外摄像机同轴设置,能够采集机器人主体周围的环境点云;

[0013] 避障系统,其连接激光雷达、红外摄像机和自动跟随系统,能够对影像进行解析,识别障碍物并规划避障路径;

[0014] 控制器,其连接自动跟随系统和避障系统,能够控制机器人主体按照跟随路径或

避障路径移动。

[0015] 优选的是,自动跟随系统包括:

[0016] 连接模块,其通过蓝牙、APP和/或微信小程序中的一种或几种与移动通信设备建立连接;

[0017] 信息采集模块,其获取移动通信设备的位置信息,机器人主体的位置和航角;

[0018] 算法模块,其连接信息采集模块,能够根据移动通信设备的位置信息、机器人主体的位置和航角计算机器人主体的期望速度、偏航角和期望间距,并生成跟随路径。

[0019] 优选的是,机器人主体具有置物托盘和/或可拆卸的托运小车。

[0020] 一种可自动跟随的送物方法,基于上述的机器人,包括:

[0021] 移动通信设备与机器人主体建立通信连接;

[0022] 实时获取机器人主体的位置和航角、移动通信设备的位置信息,计算得到机器人主体的期望速度、偏航角和期望间距,并生成跟随路径;

[0023] 机器人主体沿所述跟随路径移动,实时获取机器人主体周围的影像信息,并判断下一节点是否存在障碍物;

[0024] 若存在障碍物,获取障碍物的影像,通过特征提取,得到障碍物的轮廓和移动速度;

[0025] 通过激光雷达,采集机器人周围的环境点云,并基于障碍物的轮廓和移动状态,制定避障路径,机器人主体沿避障路径移动。

[0026] 优选的是,期望速度、偏航角和期望间距的计算公式为:

$$[0027] \quad \begin{cases} v_x = x'_f \cdot \cos \alpha_f + y'_f \cdot \sin \alpha_f \\ v_y = y'_f \cdot \cos \alpha_f - x'_f \cdot \sin \alpha_f \\ w = \frac{2v_{xy}}{L} \\ D = \frac{(v_l - v_f)^2}{2 \cdot (0.1326v_f - 0.8804)} + 1.2135v_f + D_p \end{cases};$$

[0028] 其中, $v_x$ 表示横向期望速度, $v_y$ 表示纵向期望速度, $\alpha_f$ 表示机器人主体的航角, $(x_f, y_f)$ 表示机器人主体坐标,

$\begin{cases} x_f = x_l + D \cdot \cos \varphi \\ y_f = y_l + D \cdot \sin \varphi \end{cases}$ ,  $(x_l, y_l)$ 表示移动通信设备坐标, $\varphi$ 表示机器人

主体与移动通信设备的相对偏角, $w$ 表示偏航角, $v_{xy}$ 表示期望速度 $v_{xy} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ , $L$ 表示机器人主体的轴距, $D$ 表示期望间距, $v_l$ 表示移动通信设备的移动速度, $v_f$ 表示机器人主体的移动速度, $D_p$ 表示安全距离。

[0029] 优选的是,特征提取包括:

[0030] 对障碍物影像内的像素点进行逐像素滑窗,并计算每个像素点的局部对比度,进而得到全图的局部对比度图;

[0031] 对局部对比度图进行阈值分割,识别出影像中的障碍物,确定障碍物轮廓和中心点;

[0032] 采用帧间差分法计算障碍物的移动速度。

[0033] 优选的是,避障路径包括:

- [0034] 将环境点云数据映射到二维栅格地图上,并进行滤波去除无效的点云信息;
- [0035] 根据障碍物的移动速度,更新障碍物占用栅格地图,得到障碍物的动态概率栅格地图,以及不同栅格中存在障碍物的概率,并计算障碍物的代价势场;
- [0036] 绘制代价势场的等势曲线,计算等势曲线中各栅格点与机器人主体当前位置和移动通信设备当前位置间的斜率,得到等势曲线的多条切线;
- [0037] 遍历切线,基于最小生成树法求解包含机器人主体当前位置和移动通信设备当前位置的最小子树,生成避障路径。
- [0038] 优选的是,还包括:
- [0039] 移动通信设备向机器人主体发送导航信息,机器人主体根据导航信息移动。
- [0040] 优选的是,导航信息基于移动通信设备的位置信息和机器人主体的位置,通过数字地图工具规划得到。
- [0041] 优选的是,移动通信设备和所述机器人之间信息传递采用ZigBee协议。
- [0042] 本发明的有益效果是:
- [0043] 1、本发明设计开发了一种可自动跟随的送物机器人,在机器人主体上设置自动跟随系统、红外摄像机、激光雷达、避障系统和控制器,通过自动跟随系统与移动通信设备信息交互,规划跟随路径,通过避障系统识别和躲避障碍物,规划避障路径,从而实现稳态的动态路径跟踪,实用性强。
- [0044] 2、本发明还设计了一种可自动跟随的送物方法,能够对移动通信设备位置信息、机器人主体的位置和航角进行解析,制定跟随路径,并通过障碍物识别和特征提取制定避障路径,控制机器人主体沿跟随路径或避障路径移动,跟随和避障效果好。

## 附图说明

- [0045] 图1为本发明的提供的一种可自动跟随的送物机器人结构示意图。
- [0046] 图2为本发明的一个实施例中自动跟随系统的结构示意图。
- [0047] 图3为本发明的提供的一种可自动跟随的送物方法流程图。

## 具体实施方式

- [0048] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。
- [0049] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“中”、“上”、“下”、“横”、“内”等指示的方向或位置关系的术语是基于附图所示的方向或位置关系,这仅仅是为了便于描述,而不是指示或暗示装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。
- [0050] 此外,还需要说明的是,在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是

两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言,可根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0051] 如图1所示,一种可自动跟随的送物机器人,包括机器人主体110、移动通信设备120、自动跟随系统130、红外摄像机140、激光雷达150、避障系统和控制器。

[0052] 其中,机器人主体110具有位置传感器和角度传感器,移动通信设备120具有位置传感器,自动跟随系统130可拆卸设置在机器人主体110上,能够与移动通信设备120通信连接,并根据移动通信设备120的位置、机器人主体110的位置和航角生成跟随路径,红外摄像机140可拆卸设置在机器人主体110上,能够拍摄机器人主体110周围的影像,激光雷达150可拆卸设置在机器人主体110上,并与红外摄像机140同轴设置,能够采集机器人主体110周围的环境点云,避障系统连接激光雷150达、红外摄像机140和自动跟随系统130,能够对影像进行解析,识别障碍物并规划避障路径,控制器连接自动跟随系统130和避障系统,能够控制机器人主体110按照跟随路径或避障路径移动。

[0053] 作为一种优选,机器人主体110具有置物托盘111和/或可拆卸的托运小车112,可用于运送小件物品或大件行李。

[0054] 如图2所示,自动跟随系统130包括连接模块131、信息采集模块132和算法模块133。

[0055] 其中,连接模块131通过蓝牙、APP和/或微信小程序中的一种或几种与移动通信设备120建立连接,信息采集模块132获取移动通信设备120的位置信息,机器人主体的位置和航角,算法模块133连接信息采集模块132,能够根据移动通信设备120的位置信息、机器人主体110的位置和航角计算机器人主体110的期望速度、偏航角和期望间距,并生成跟随路径。

[0056] 在机器人主体上设置自动跟随系统、红外摄像机、激光雷达、避障系统和控制器,通过自动跟随系统与移动通信设备信息交互,规划跟随路径,通过避障系统识别和躲避障碍物,规划避障路径,从而实现稳态的动态路径跟踪,实用性强。

[0057] 如图3所示,一种可自动跟随的送物方法,基于上述的机器人,包括:

[0058] S110、移动通信设备与机器人主体建立通信连接。

[0059] S120、实时获取机器人主体的位置和航角、移动通信设备的位置信息,计算得到机器人主体的期望速度、偏航角和期望间距,并生成跟随路径。

[0060] 其中,期望速度、偏航角和期望间距通过如下计算得到:

$$[0061] \quad \begin{cases} v_x = x'_f \cdot \cos \alpha_f + y'_f \cdot \sin \alpha_f \\ v_y = y'_f \cdot \cos \alpha_f - x'_f \cdot \sin \alpha_f \\ w = \frac{2v_{xy}}{L} \\ D = \frac{(v_l - v_f)^2}{2 \cdot (0.1326v_f - 0.8804)} + 1.2135v_f + D_p \end{cases} ;$$

[0062] 其中, $v_x$ 表示横向期望速度, $v_y$ 表示纵向期望速度, $\alpha_f$ 表示机器人主体的航角, $(x_f, y_f)$ 表示机器人主体坐标,  $\begin{cases} x_f = x_l + D \cdot \cos \varphi \\ y_f = y_l + D \cdot \sin \varphi \end{cases}$ ,  $(x_l, y_l)$ 表示移动通信设备坐标, $\varphi$ 表示机器人

主体与移动通信设备的相对偏角,  $w$  表示偏航角,  $v_{xy}$  表示期望速度  $v_{xy} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ ,  $L$  表示机器人主体的轴距,  $D$  表示期望间距,  $v_l$  表示移动通信设备的移动速度,  $v_f$  表示机器人主体的移动速度,  $D_p$  表示安全距离。

[0063] S130、机器人主体沿所述跟随路径移动, 实时获取机器人主体周围的影像信息, 并判断下一节点是否存在障碍物。

[0064] S140、若存在障碍物, 获取障碍物的影像, 通过特征提取, 得到障碍物的轮廓和移动速度。

[0065] 对障碍物影像内的像素点进行逐像素滑窗, 并计算每个像素点的局部对比度, 进而得到全图的局部对比度图;

[0066] 对局部对比度图进行阈值分割, 识别出影像中的障碍物, 确定障碍物轮廓和中心点;

[0067] 采用帧间差分法计算障碍物的移动速度, 障碍物的移动速度大小可以表示为

$$v = \frac{1}{t} \sqrt{(x - x_a)^2 + (y - y_a)^2}, \text{ 其中, } (x, y) \text{ 表示当前时刻障碍物中心点坐标, } (x_a, y_a) \text{ 表示上一}$$

时刻障碍物中心点坐标,  $t$  表示坐标更新时间差。

[0068] S150、通过激光雷达, 采集机器人周围的环境点云, 并基于障碍物的轮廓和移动状态, 制定避障路径, 机器人主体沿避障路径移动。

[0069] 送物机器人只会在一个二维的平面内运动, 但机器人所处环境是三维的, 而直接在三维地图下进行路径规划和避障, 会使计算的复杂度大大增加, 不利于实时的实现和大尺度环境下的应用。为了充分利用三维数据, 首先, 将环境点云数据映射到二维栅格地图上, 并进行滤波去除无效的点云信息, 利用可能会与机器人发生碰撞的障碍物有效点云信息更新对应的障碍物占用栅格地图;

[0070] 然后, 根据障碍物的移动速度, 更新障碍物占用栅格地图, 得到障碍物的动态概率栅格地图, 以及不同栅格中存在障碍物的概率, 并计算障碍物的代价势场;

[0071] 假设送物机器人的全局栅格地图是由  $m$  行  $n$  列的栅格组成, 则全局栅格地图可以用一个二维矩  $\text{Map}(m, n)$  表示, 栅格障碍物概率可以表示为  $\text{Map}(p, q) = \rho$ ,  $\rho \in [0, 1]$ , 其中, 0 表示  $(p, q)$  处没有障碍物, 1 表示  $(p, q)$  处存在障碍物。

[0072] 进而, 计算障碍物的代价势场为:

$$[0073] \quad U = U_p + U_v;$$

$$[0074] \quad U_p = \begin{cases} \frac{C \cdot \rho}{(1+d)^2}, & d \leq d_{\max}, \rho = 0 \\ 0, & d > d_{\max}, \rho = 0 \end{cases};$$

$$[0075] \quad U_v = \begin{cases} \frac{C \cdot \rho}{\|d\|^2} \cdot \lambda \|v\| \varphi, & d \leq d_{\max}, \varphi \geq 0 \\ 0, & d > d_{\max} \text{ or } \varphi < 0 \end{cases}$$

[0076] 其中,  $U_p$  表示障碍物静止代价势场,  $U_v$  表示障碍物移动代价势场,  $C$  表示地图中允许的栅格代价最大值, 为一个常数,  $d$  表示机器人与障碍物的欧式距离,  $\rho$  表示栅格障碍物概率,  $d_{\max}$  表示障碍物栅格所能影响的最远距离, 为一个常数,  $\lambda$  表示障碍物速度对代价势场的



影响系数,  $\varphi$  表示移动速度向量  $\vec{v}$  与向量  $\vec{e} = (x_b - x_p, y_b - y_p)$  的夹角的余弦值,  $(x_b, y_b)$  表示地图中障碍物概率  $\rho=0$  的任一栅格坐标,  $(x_p, y_p)$  表示距离  $(x_b, y_b)$  点最近的栅格坐标。

[0077] 之后, 根据送物机器人的形状、大小及其它避障参数选择某一合适高度的等势曲线, 绘制代价势场的等势曲线, 计算等势曲线中各栅格点与机器人主体当前位置和移动通信设备当前位置间的斜率, 沿顺时针方向依次计算栅格斜率, 在顺时针方向上斜率出现极值的栅格点即为等势曲线上的切点, 对于出现斜率的绝对值无穷大的栅格点, 需要进行单独判断, 即判断等势曲线中其所在邻域内的栅格点是否出现在过该点与机器人当前位置间连线的同一侧, 如果是, 则可判断为切点, 为了保证切点的有效性, 需要保证在按顺时针方向寻找切点的过程中, 相邻切点间的等势曲线长度大于常数  $d_m$ , 且相邻的有效切点不能出现相同的斜率,  $d_m$  表示等势曲线上相邻切点间允许的最短等势曲线长度, 一般设置为一个较小的数, 其值越大则等势曲线上所允许的切点越稀疏, 依次判断, 得到等势曲线的多条切线。

[0078] 最后, 遍历切线, 基于最小生成树法求解包含机器人主体当前位置和移动通信设备当前位置的最小子树, 生成避障路径。

[0079] 通过建立栅格地图及障碍物的代价势场, 获得动态场景下的等势线及经过机器人主体当前位置和移动通信设备当前位置的切线, 求解最小生成树获得避障路径, 路径平滑、避障的安全性能高, 能够满足动态场景下送物机器人路径规划的要求。

[0080] 在另一个实施例中, 移动通信设备向机器人主体发送导航信息, 机器人主体根据导航信息移动。

[0081] 作为一种优选, 导航信息基于移动通信设备的位置信息和机器人主体的位置, 通过数字地图工具规划得到。

[0082] 作为一种优选, 移动通信设备和所述机器人之间信息传递采用 ZigBee 协议。

[0083] 以上内容仅是本发明的实施例, 方案中公知的具体结构及特性等常识在此未作过多描述, 本领域技术人员容易理解的是, 本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不脱离本发明的前提下, 还可以作出若干变形和改进, 这些也应该视为本发明的保护范围, 这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。

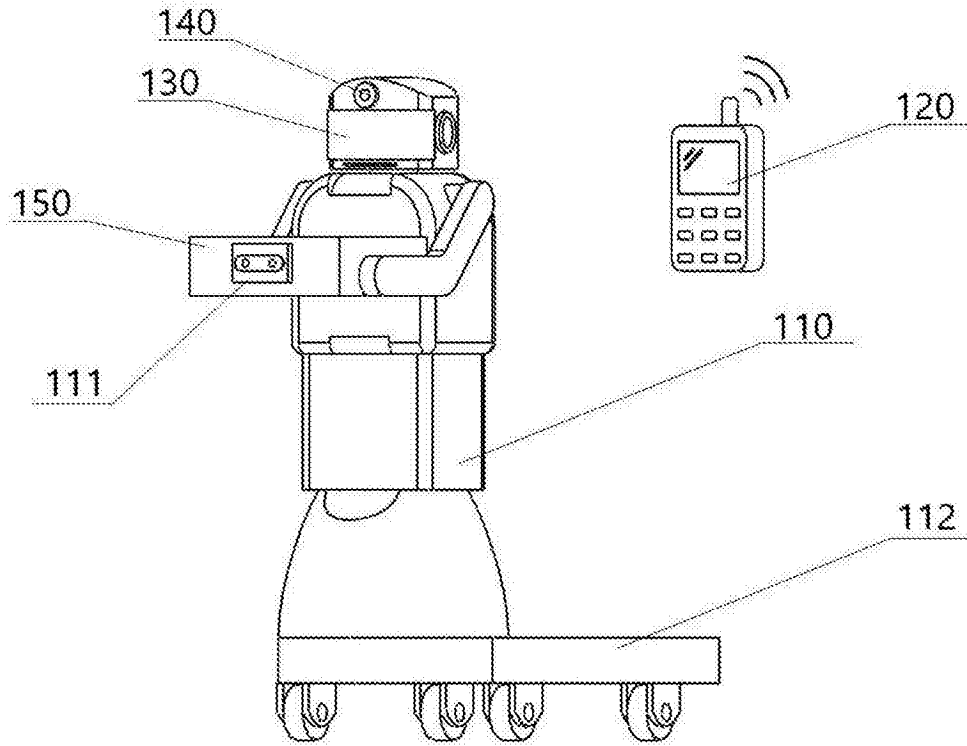


图1

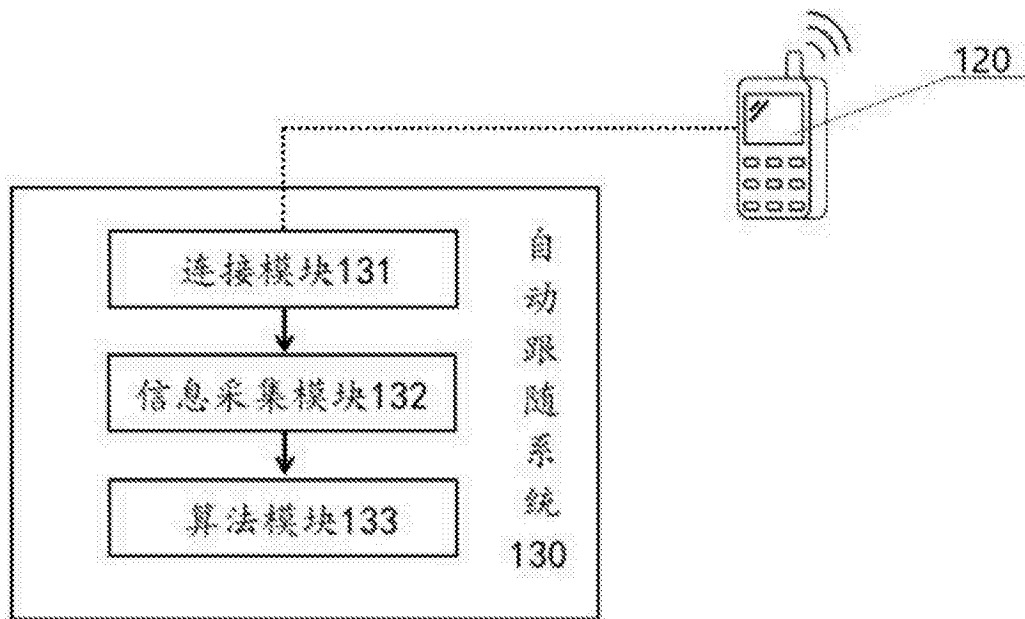


图2

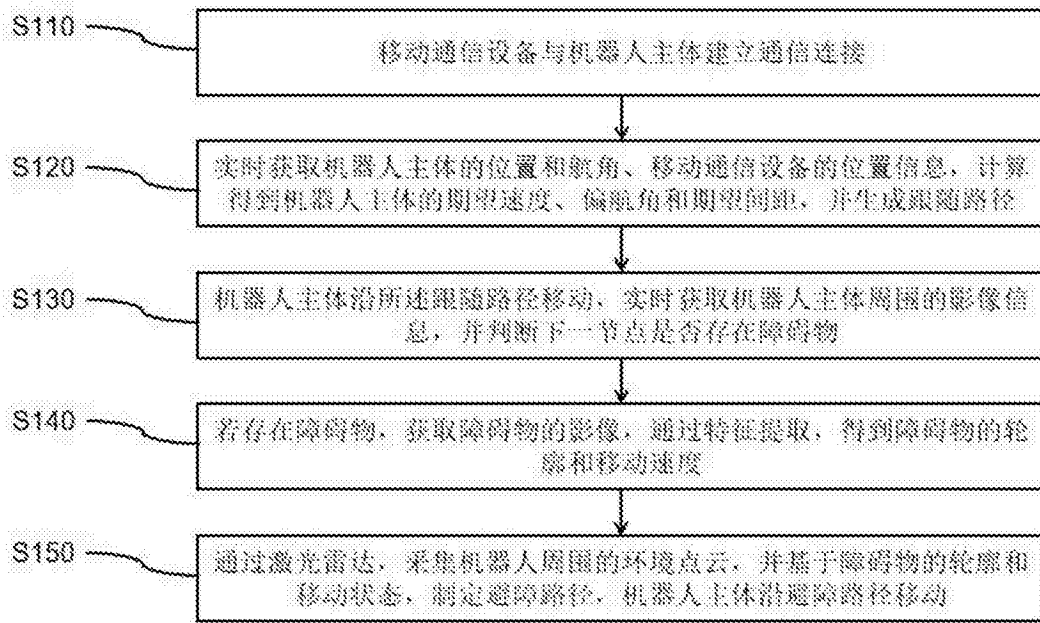


图3