



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106383517 B

(45)授权公告日 2019.06.07

(21)申请号 201610865308.1

(22)申请日 2016.09.30

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106383517 A

(43)申请公布日 2017.02.08

(73)专利权人 汕头大学  
地址 515000 广东省汕头市大学路汕头大学

(72)发明人 范衡 游煜根 陈文钊 郑浩东  
李文姬 朱贵杰

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202  
代理人 张泽思 周增元

(51)Int.Cl.  
G05D 1/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 206115273 U,2017.04.19,权利要求1-4.

CN 105487535 A,2016.04.13,参见说明书第37-72段及附图1-8.

CN 105929821 A,2016.09.07,

CN 204883363 U,2015.12.16,

CN 105045263 A,2015.11.11,

CN 103926925 A,2014.07.16,

CN 105716611 A,2016.06.29,

CN 104375417 A,2015.02.25,

US 2016271795 A1,2016.09.22,

US 7756615 B2,2010.07.13,

王硕.基于无线传感器网络的移动机器人导航研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2016,(第8期),I140-189.

审查员 苏进

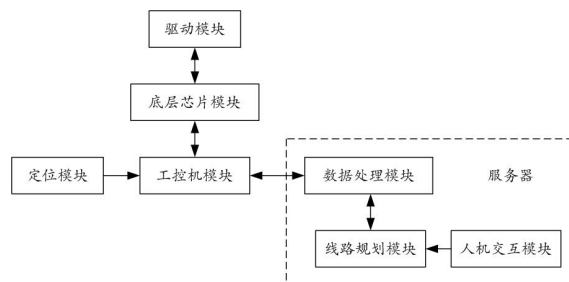
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种自主移动机器人平台用控制系统、方法及装置

(57)摘要

本发明实施例公开了一种自主移动机器人平台用的控制系统,包括机器人平台与服务器,所述服务器包括人机交互模块、数据处理模块和线路规划模块。本发明实施例还公开了一种自主移动机器人平台控制的方法和装置。采用本发明,使用多同步轮结构实现机器人平台的全方向运动,具有灵活的、高精度的平面移动能力;通过使用扩展卡尔曼滤波算法以激光雷达与惯性导航系统分别对里程计进行修正,并把两组修正后的位置加权融合、以此作为机器人平台的在空间中的定位,依靠环境的轮廓特征,修正了机器人平台长时间运行产生的误差,从而在长时间的运动中保障了机器人平台的定位精度和移动精度,并可根据需要同时运行多机器人平台进行协作完成任务。



CN 106383517 B

1. 一种自主移动机器人平台用的控制系统,其特征在于,包括机器人平台与服务器,所述服务器包括人机交互模块、数据处理模块和线路规划模块;

所述机器人平台生成其所在平面的点云数据,并测量其全向轮的转速作为第一整机速度数据,测量其各个方向的加速度并进行积分获得第二整机速度数据;

所述数据处理模块通过所述点云数据拟合出所述机器人平台所在的平面轮廓图,并通过所述第一整机速度数据对轮廓图进行叠加形成所述机器人平台所在的二维地图,并对所述二维地图分成障碍区、不同代价的缓冲区、自由区和未知区域,形成代价地图;所述数据处理模块还通过扩展卡尔曼滤波算法以所述点云数据和第二整机速度数据分别对所述第一整机速度数据进行修正、得到两组实时位姿信息,并把两组实时位姿信息进行加权融合,获得所述机器人平台的实时位姿信息;

所述线路规划模块使用所述人机交互模块的目标位姿信息并基于所述代价地图、所述实时位姿信息生成代价最小的全局规划线路图,并交由所述机器人平台进行执行。

2. 根据权利要求1所述的自主移动机器人平台用的控制系统,其特征在于,所述机器人平台包括驱动模块、定位模块、底层芯片模块、工控机模块,

所述驱动模块为三组分别驱动所述全向轮,且沿所述机器人平台底部的圆周方向等距分布设置;

所述定位模块包括激光雷达、里程计和惯性导航系统,所述激光雷达用于扫描出所述机器人平台所在平面的点云数据,所述里程计通过测量所述全向轮的转速获得所述机器人平台的第一整机速度数据,所述惯性导航系统用于测量机器人平台各个方向的速度、并对各个方向的加速度进行积分从而获得机器人平台的第二整机速度数据,所述定位模块经所述工控机模块与所述数据处理模块数据交换;

所述底层芯片模块接收所述工控机模块的控制指令,并将所述全向轮的转速反馈至所述数据处理模块。

3. 根据权利要求1或2所述的自主移动机器人平台用的控制系统,其特征在于,所述线路规划模块包括全局规划子模块和局部规划子模块;所述全局规划子模块基于代价地图、根据实时位姿信息与目标位姿信息,通过Dijkstra算法生成代价最小的全局规划线路图;所述局部规划子模块根据所述点云数据,并在所述全局规划线路图的基础上实时分析所述机器人平台运动平面内的障碍情况,并生成多条局部规划线路图,结合路径误差、目标误差、避开障碍物的敏感度对多条局部规划线路图进行代价计算,选择代价最小的局部规划线路图作为决策线路图并输出相应的线路执行命令。

4. 一种自主移动机器人平台控制的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 获取机器人平台所在平面的点云数据以及关于沿所述机器人平台底部的圆周方向等距分布设置的三组全向轮的转速、第一整机速度数据和其各个方向的加速度并进行积分获得第二整机速度数据;

S2: 对所述点云数据进行滤波及平滑处理、并根据滤波及平滑后的点云数据拟合出所述机器人平台所在平面的轮廓图,结合所述第一整机速度数据对所述轮廓图进行叠加,从而获得所述机器人平台所在平面的二维地图;结合所述二维地图、机器人平台本体结构以及设定约束,将机器人平台所在二维平面分为障碍区、缓冲区、自由区和未知区域,从而形成代价地图;

S3:通过扩展卡尔曼滤波算法以所述点云数据和第二整机速度数据分别对所述第一整机速度数据进行修正、得到两组实时位姿信息,并把两组实时位姿信息进行加权融合,获得所述机器人平台的实时位姿信息;

S4:使用目标位姿信息并基于所述代价地图、所述实时位姿信息生成代价最小的全局规划线路图,并控制所述机器人平台运行。

5.根据权利要求4所述的自主移动机器人平台控制的方法,其特征在于,所述步骤S4具体包括以下步骤:

S41:使用所述代价地图并根据所述实时位姿信息与目标位姿信息,通过Dijkstra算法生成代价最小的全局规划线路图;

S42:根据所述点云数据、在所述全局规划线路图的基础上实时分析所述机器人平台运动平面内的障碍情况、并生成多条局部规划线路图,结合路径误差、目标误差、避开障碍物的敏感度对多条局部规划线路图进行代价计算,选择代价最小的局部规划线路图作为决策线路图;

S43:将所述决策线路图交由所述机器人平台运行。

6.根据权利要求5所述的自主移动机器人平台控制的方法,其特征在于,所述步骤S1的点云数据通过所述机器人平台的激光雷达获得,所述第一整机速度数据通过所述机器人平台的里程计测量所述全向轮的转速获得,所述第二整机速度数据通过惯性导航系统测量所述机器人平台各个方向的速度、并对各个方向的加速度进行积分获得。

7.一种自主移动机器人平台装置,其特征在于,包括底板,安装于所述底板之上的定位模块、底层芯片模块、工控机模块,以及沿所述机器人平台底部的圆周方向等距分布设置的三组驱动模块;

所述定位模块包括激光雷达、里程计和惯性导航系统,并与所述工控机模块电连接;

所述底层芯片模块与所述工控机模块电连接,并接收其控制指令;

所述驱动模块包括全向轮,由所述底层芯片模块控制运行;

所述工控机模块用于生成其所在平面的点云数据,并测量所述全向轮的转速作为第一整机速度数据,测量其各个方向的加速度并进行积分获得第二整机速度数据,所述第一整机速度用于对轮廓图进行叠加形成所述机器人平台所在的二维地图。

8.根据权利要求7所述的自主移动机器人平台装置,其特征在于,所述驱动模块包括电机、全向轮、支撑轴、同步带传动机构,所述全向轮固定套接于所述支撑轴上,所述同步带传动机构包括固定套接于所述支撑轴一端上的从动轮、与所述电机转轴共轴连接的主动轮,所述主动轮与从动轮通过同步带连接。

9.根据权利要求8所述的自主移动机器人平台装置,其特征在于,所述全向轮为两个并列设置,其外周表面均设置有多个滚珠,两个全向轮上的滚珠相互交错分布。

10.根据权利要求9所述的自主移动机器人平台装置,其特征在于,所述支撑轴两端部枢接有两个带座轴承,并分别位于所述全向轮两侧,远离所述从动轮一端上经联轴器连接一旋转编码器。

## 一种自主移动机器人平台用控制系统、方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智能机器人的技术领域,具体涉及一种自主移动机器人平台用控制系统、方法及装置。

### 背景技术

[0002] 随着相关科技的成熟,服务型机器人逐渐进入民用市场,需求量有不断增大的趋势。据根据IFR的2015年调查显示,2014年全球个人或家居用服务型机器人销售量为470台,比2013年增长28%,销售额增加22亿美元;专业领域类服务机器人销售量24207台,比2013年增长11.5%。而其中,需要移动平台作为基础的类型,如:物流机器人系统销售额约为261,000,000美元,比2013年增长27%;导航小车销售量增长29%。通用型移动平台是增长最快的类型,2014年通用型移动平台销售量为1,800台,与2013年相比增加了150%。而且预计在2015-2018年定制移动平台的销售量将达到16,000台。同时,当前中国机器人产业发展趋势强劲,国家已把发展服务型机器人产业列入国家重点发展规划当中。2012年4月,国家工信部发布了《服务机器人科技发展"十二五"专项规划》,对中国的发展方向与研发重点等方面做了全面的规划。国内服务机器人产业迎来了战略性的发展契机,市场还将持续增长。

[0003] 根据国际机器人联合会(International Federation of Robotics, IFR)的定义,服务机器人是一种半自主或全自主的机器人,它能帮助人类完成除生产制造加工过程以外(区别于工业机器人)的设备。它能完成诸如维护保养、修理、运输、清洗、保安、救援、监护等有用的工作,为人类的生活带来了极大的方便。而大部分服务机器人需要进行移动工作。而移动平台(mobile platform)是众多服务机器人移动的基础。服务机器人的各类功能,需要在移动平台的搭载下,才能使服务机器人实现完整的功能。移动平台性能的好坏,直接影响到服务机器人完成工作的质量。

[0004] 中国专利申请CN201510644986.0公开了一种基于SLAM导航移动机器人的全局定位方法,包括以下4个步骤:步骤1移动机器人应用环境的子区域的选取,步骤2数据点的采集,步骤3子区域选取合理与否的分析判断,步骤4基于ICP实现移动机器人全局定位,用于基于激光SLAM导航移动机器人尤其是AGV(自动导航小车)复杂环境下的全局定位。该专利申请通过采集数据建立地图、实现对机器人的全局定位,机器人的定位精度和移动精度均有待提高。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例所要解决的技术问题在于,提供一种自主移动机器人平台用控制系统、方法及装置,可实现机器人在室内环境下的自主定位导航、并在运动过程中实时避开障碍,提高机器人移动的智能化程度。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了一种自主移动机器人平台用的控制系统,包括机器人平台与服务器,所述服务器包括人机交互模块、数据处理模块和线路规划模块;

[0007] 所述机器人平台生成其所在平面的点云数据,并测量其全向轮的转速作为第一整机速度数据,测量其各个方向的加速度并进行积分获得第二整机速度数据;

[0008] 所述数据处理模块通过所述点云数据拟合出所述机器人平台所在的平面轮廓图,并通过所述第一整机速度数据对轮廓图进行叠加形成所述机器人平台所在的二维地图,并对所述二维地图分成障碍区、不同代价的缓冲区、自由区和未知区域,形成代价地图;所述数据处理模块还通过扩展卡尔曼滤波算法以所述点云数据和第二整机速度数据分别对所述第一整机速度数据进行修正、得到两组实时位姿信息,并把两组实时位姿信息进行加权融合,获得所述机器人平台的实时位姿信息;

[0009] 所述线路规划模块使用所述人机交互模块的目标位姿信息并基于所述代价地图、所述实时位姿信息生成代价最小的全局规划线路图,并交由所述机器人平台进行执行。

[0010] 进一步地,所述机器人平台包括驱动模块、定位模块、底层芯片模块、工控机模块,

[0011] 所述驱动模块为三组分别驱动所述全向轮,且沿所述机器人平台底部的圆周方向等距分布设置;

[0012] 所述定位模块包括激光雷达、里程计和惯性导航系统,所述激光雷达用于扫描出所述机器人平台所在平面的点云数据,所述里程计通过测量所述全向轮的转速获得所述机器人平台的第一整机速度数据,所述惯性导航系统用于测量机器人平台各个方向的速度、并对各个方向的加速度进行积分从而获得机器人平台的第二整机速度数据,所述定位模块经所述工控机模块与所述数据处理模块数据交换;

[0013] 所述底层芯片模块接收所述工控机模块的控制指令,并将所述全向轮的转速反馈至所述数据处理模块。

[0014] 更进一步地,所述线路规划模块包括全局规划子模块和局部规划子模块;所述全局规划子模块基于代价地图、根据实时位姿信息与目标位姿信息,通过Dijkstra算法生成代价最小的全局规划线路图;所述局部规划子模块根据所述点云数据,并在所述全局规划线路图的基础上实时分析所述机器人平台运动平面内的障碍情况,并生成多条局部规划线路图,结合路径误差、目标误差、避开障碍物的敏感度等对多条局部规划线路图进行代价计算,选择代价最小的局部规划线路图作为决策线路图并输出相应的线路执行命令。

[0015] 相应地,本发明实施例还提供了一种自主移动机器人平台控制的方法,包括以下步骤:

[0016] S1:获取机器人平台所在平面的点云数据以及关于沿所述机器人平台底部的圆周方向等距分布设置的三组全向轮的转速、第一整机速度数据和其各个方向的加速度并进行积分获得第二整机速度数据;

[0017] S2:对所述点云数据进行滤波及平滑处理、并根据滤波及平滑后的点云数据拟合出所述机器人平台所在平面的轮廓图,结合所述第一整机速度数据对所述轮廓图进行叠加,从而获得所述机器人平台所在平面的二维地图;结合所述二维地图、机器人平台本体结构以及设定约束,将机器人平台所在二维平面分为障碍区、缓冲区、自由区和未知区域,从而形成代价地图;

[0018] S3:通过扩展卡尔曼滤波算法以所述点云数据和第二整机速度数据分别对所述第一整机速度数据进行修正、得到两组实时位姿信息,并把两组实时位姿信息进行加权融合,获得所述机器人平台的实时位姿信息;

[0019] S4:使用目标位姿信息并基于所述代价地图、所述实时位姿信息生成代价最小的全局规划线路图,并控制所述机器人平台运行。

[0020] 其中,所述步骤S4具体包括以下步骤:

[0021] S41:使用所述代价地图并根据所述实时位姿信息与目标位姿信息,通过Dijkstra算法生成代价最小的全局规划线路图;

[0022] S42:根据所述点云数据、在所述全局规划线路图的基础上实时分析所述机器人平台运动平面内的障碍情况、并生成多条局部规划线路图,结合路径误差、目标误差、避开障碍物的敏感度对多条局部规划线路图进行代价计算,选择代价最小的局部规划线路图作为决策线路图;

[0023] S43:将所述决策线路图交由所述机器人平台运行。

[0024] 其中,所述步骤S1的点云数据通过所述机器人平台的激光雷达获得,所述第一整机速度数据通过所述机器人平台的里程计测量所述全向轮的转速获得,所述第二整机速度数据通过惯性导航系统测量所述机器人平台各个方向的速度、并对各个方向的加速度进行积分获得。

[0025] 相应地,本发明实施例还提供了一种自主移动机器人平台装置,包括底板,安装于所述底板之上的定位模块、底层芯片模块、工控机模块,以及沿所述机器人平台底部的圆周方向等距分布设置的三组驱动模块;

[0026] 所述定位模块包括激光雷达、里程计和惯性导航系统,并与所述工控机模块电连接;

[0027] 所述底层芯片模块与所述工控机模块电连接电连接,并接收其控制指令;

[0028] 所述驱动模块包括全向轮,由所述底层芯片模块控制运行。

[0029] 进一步地,所述驱动模块包括电机、全向轮、支撑轴、同步带传动机构,所述全向轮固定套接于所述支撑轴上,所述同步带传动机构包括固定套接于所述支撑轴一端上的从动轮、与所述电机转轴共轴连接的主动轮,所述主动轮与从动轮通过同步带连接。

[0030] 更进一步地,所述全向轮为两个并列设置,其外周表面均设置有多个滚珠,两个全向轮上的滚珠相互交错分布。

[0031] 更进一步地,所述支撑轴两端部枢接有两个带座轴承,并分别位于所述全向轮两侧,远离所述从动轮一端上经联轴器连接一旋转编码器。

[0032] 实施本发明实施例,具有如下有益效果:采用多同步轮结构实现机器人平台的全方向运动,具有灵活的平面移动能力,可实现机器人平台的高精度移动;通过使用扩展卡尔曼滤波算法以激光雷达与惯性导航系统分别对里程计进行修正,并把两组修正后的位置加权融合、以此作为机器人平台的在空间中的定位,依靠环境的轮廓特征,修正了机器人平台长时间运行产生的误差,从而在长时间的运动中保障了机器人平台的定位精度和移动精度;通过服务器-工控机-底层芯片-驱动模块的系统结构实现机器人平台的运行,根据需要同时运行多机器人平台,多机器人平台具备平台间信息通讯、环境信息共享与在服务器调度下进行群体运行的特点。

## 附图说明

[0033] 图1是本发明的一种自主移动机器人平台控制系统的结构示意图;

[0034] 图2是本发明用的一种自主移动机器人平台控制装置的结构示意图；

[0035] 图3是本发明中驱动模块的结构示意图。

### 具体实施方式

[0036] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述。

[0037] 参照图1所示的结构示意图。

[0038] 本发明实施例的一种自主移动机器人平台用的控制系统，包括机器人平台与服务器，所述机器人平台包括驱动模块、定位模块、底层芯片模块、工控机模块，所述服务器包括人机交互模块、数据处理模块和线路规划模块。

[0039] 驱动模块用于驱动机器人平台进行移动，且为三组、沿圆周方向等间距分布地设置于机器人平台的底部。

[0040] 驱动模块依次经底层芯片模块和工控机模块连接服务器，其中底层芯片用于控制驱动模块运行，作为信息调度中心的工控机模块用于将来自服务器的命令传达至底层芯片模块、以及将来自底层芯片模块的各个车轮转速的反馈信息传达至服务器，反馈信息将用于机器人整体速度的推算及机器人的定位。

[0041] 定位模块包括设置于机器人平台上的激光雷达、里程计和惯性导航系统，其中激光雷达用于扫描出机器人平台所在平面的点云数据，里程计通过测量机器人平台底端全向轮的转速获得机器人平台的第一整机速度数据，惯性导航系统用于测量机器人平台各个方向的速度、并对各个方向的加速度进行积分从而获得机器人平台的第二整机速度数据；定位模块经工控机模块连接服务器，工控机模块用于将来自定位模块的数据传送至服务器。

[0042] 人机交互模块设置于服务器内，该人机交互模块用于输入机器人平台的目标位姿信息，该目标位姿信息包括目标位置坐标和目标朝向坐标。

[0043] 数据处理模块设置于服务器内，该数据处理模块用于生成代价地图和获得机器人平台的实时位姿信息，该实时位姿信息包括实时位置坐标和实时朝向坐标，该数据处理模块接收来自工控机模块的点云数据、第一整机速度数据和第二整机速度数据，通过对点云数据进行滤波及平滑处理、并根据滤波及平滑后的点云数据拟合出机器人平台所在平面的轮廓图，该线路规划模块结合第一整机速度数据对轮廓图进行叠加，从而获得机器人平台所在平面的二维地图；结合该二维地图和机器人平台本体结构以及其他特殊约束，将机器人平台所在二维平面分为障碍区、不同代价的缓冲区、自由区和未知区域，从而形成代价地图，机器人平台可在自由区中运动，并保证运动路径所需的总代价最小，在机器人在自由区仍未搜索到合适的运动路径情况下可进入不同代价的缓冲区运动，但仍保证机器人与障碍不会发生碰撞；数据处理模块通过扩展卡尔曼滤波算法以点云数据和第二整机速度数据分别对第一整机速度数据进行修正、得到两组实时位姿信息，并把两组实时位姿信息进行加权融合，从而得到机器人平台的实时位姿信息；加权融合的系数是关于评估第一整机速度与第二整机速度置信度的函数，两个系数之和应为1，函数的方式根据实际的工作环境存在多种形式，比如机器人在轮廓清晰，布局接近的环境下工作时，可使用常数系数，对第一整机速度与第二整机速度进行加权融合，但其他系数的设计方式也应属于本发明权利要求的保护范围之内。

[0044] 线路规划模块设置于服务器内,用于接收来自人机交互模块的目标位姿信息和进行线路规划,该线路规划模块包括全局规划子模块和局部规划子模块,该全局规划子模块基于代价地图、根据实时位姿信息与目标位姿信息,通过Dijkstra算法生成代价最小的全局规划线路图;局部规划子模块根据点云数据、在全局规划线路图的基础上实时分析机器人平台运动平面内的障碍情况、并生成多条局部规划线路图,结合路径误差、目标误差、避开障碍物的敏感度等对多条局部规划线路图进行代价计算,选择代价最小的局部规划线路图作为决策线路图并输出相应的线路执行命令。

[0045] 本发明实施例还公开了一种自主移动机器人平台控制的方法,包含有以下步骤:

[0046] S1、设置于机器人平台上的定位模块通过扫描雷达获得点云数据、通过里程计获得第一整机速度数据、通过惯性导航系统获得第二整机速度数据,并经过工控机模块将点云数据、第一整机速度数据和第二整机速度数据传送至服务器;

[0047] S2、服务器中的数据处理模块接收点云数据和第一整机速度数据,通过对点云数据进行滤波及平滑处理、并根据滤波及平滑后的点云数据拟合出机器人平台所在平面的轮廓图,该线路规划模块结合第一整机速度数据对轮廓图进行叠加,从而获得机器人平台所在平面的二维地图;数据处理模块结合该二维地图、机器人平台本体结构以及设定约束,将机器人平台所在二维平面分为障碍区、缓冲区、自由区和未知区域,从而形成代价地图;数据处理模块通过扩展卡尔曼滤波算法以点云数据和第二整机速度数据分别对第一整机速度数据进行修正、得到两组实时位姿信息,实时位姿信息包括实时位置坐标和实时朝向坐标,并把两组实时位姿信息进行加权融合,从而得到机器人平台的实时位姿信息;

[0048] S3、往服务器内的人机交互模块输入机器人平台的目标位姿信息,该目标位姿信息包括目标位置坐标和目标朝向坐标,人机交互模块将该目标位姿信息传送至同位于服务器内的线路规划模块;

[0049] S4、线路规划模块中的全局规划子模块基于代价地图、根据实时位姿信息与目标位姿信息,通过Dijkstra算法生成代价最小的全局规划线路图;线路规划模块中的局部规划子模块根据点云数据、在全局规划线路图的基础上实时分析机器人平台运动平面内的障碍情况、并生成多条局部规划线路图,结合路径误差、目标误差、避开障碍物的敏感度对多条局部规划线路图进行代价计算,选择代价最小的局部规划线路图作为决策线路图并向工控机模块输出相应的线路执行命令。

[0050] 参照图2所示结构示意图。

[0051] 本发明实施例还公开了一种自主移动机器人平台控制装置,机器人平台1由下而上包括水平的底板10、第一安装板11、第二安装板12和第三安装板13,其中底板10与第一安装板11之间、第一安装板11与第二安装板12之间、第二安装板12与第三安装板13之间均经过支撑柱14进行连接,三组驱动模块2沿圆周方向等间距分布地设置于底板10上,底板10上设置有供全向轮21穿过并进行转动的通孔(图中未标示),全向轮21穿过该通孔(图中未标示)抵接于地面,工控机模块3设置于第一安装板11上,底层芯片模块4设置于第二安装板12上,服务器设置于第三安装板13上,第三安装板13上还设置有用于设置摄像机的摄像机安装基座5。

[0052] 驱动模块用于驱动机器人平台进行移动,三组驱动模块沿圆周方向等间距分布地设置于机器人平台的底部,如图3所示,驱动模块包括有带减速机的电机22,该电机22的转



轴经一同步带传动机构6带动一全向轮21进行转动,该全向轮21包括经一固定块(图中未标示)共轴连接的两个轮体211,两个轮体211的外周表面上均设置有多个滚珠212,两个轮体211上的滚珠212沿轮体211的外周方向交错分布,该同步带传动机构6包括主动轮61、从动轮62和内周表面设有等间距棘齿的环形皮带63,该主动轮61和从动轮62的外周表面上均设置有匹配于环形皮带63内棘齿的齿槽,该环形皮带63分别与主动轮61和从动轮62啮合传动,该主动轮61的轴心与电机22的转轴共轴连接,一支撑轴23的一端连接于从动轮62的轴心,全向轮21固定套接于该支撑轴23上,该支撑轴23上还枢接有两个带座轴承24,两个带座轴承24分别位于全向轮21两侧,支撑轴23远离从动轮62的一端经联轴器25连接一旋转编码器26。

[0053] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

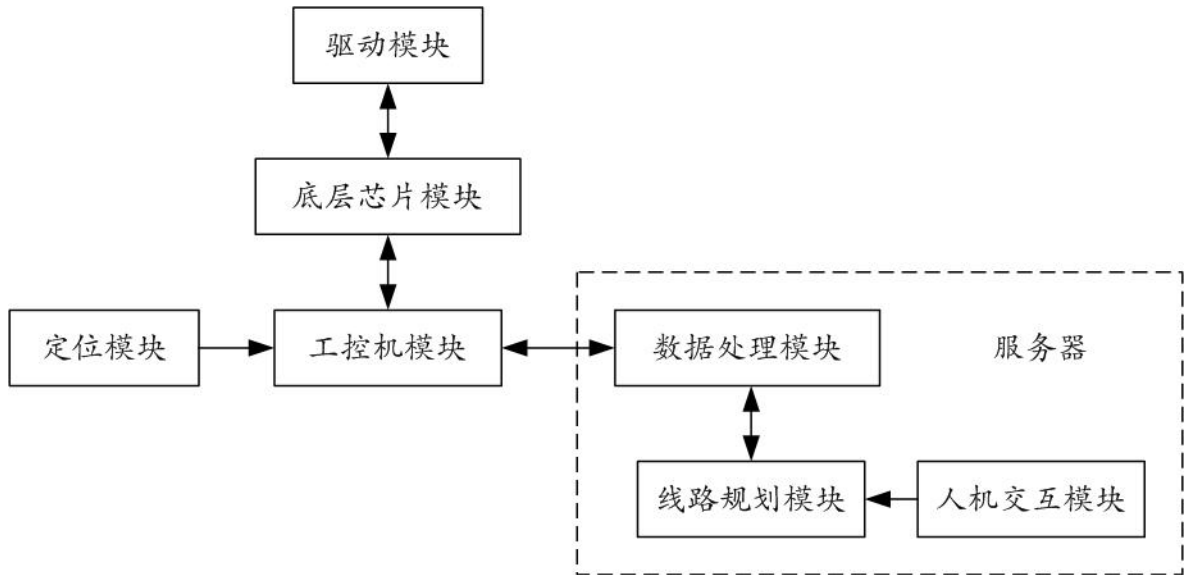


图1

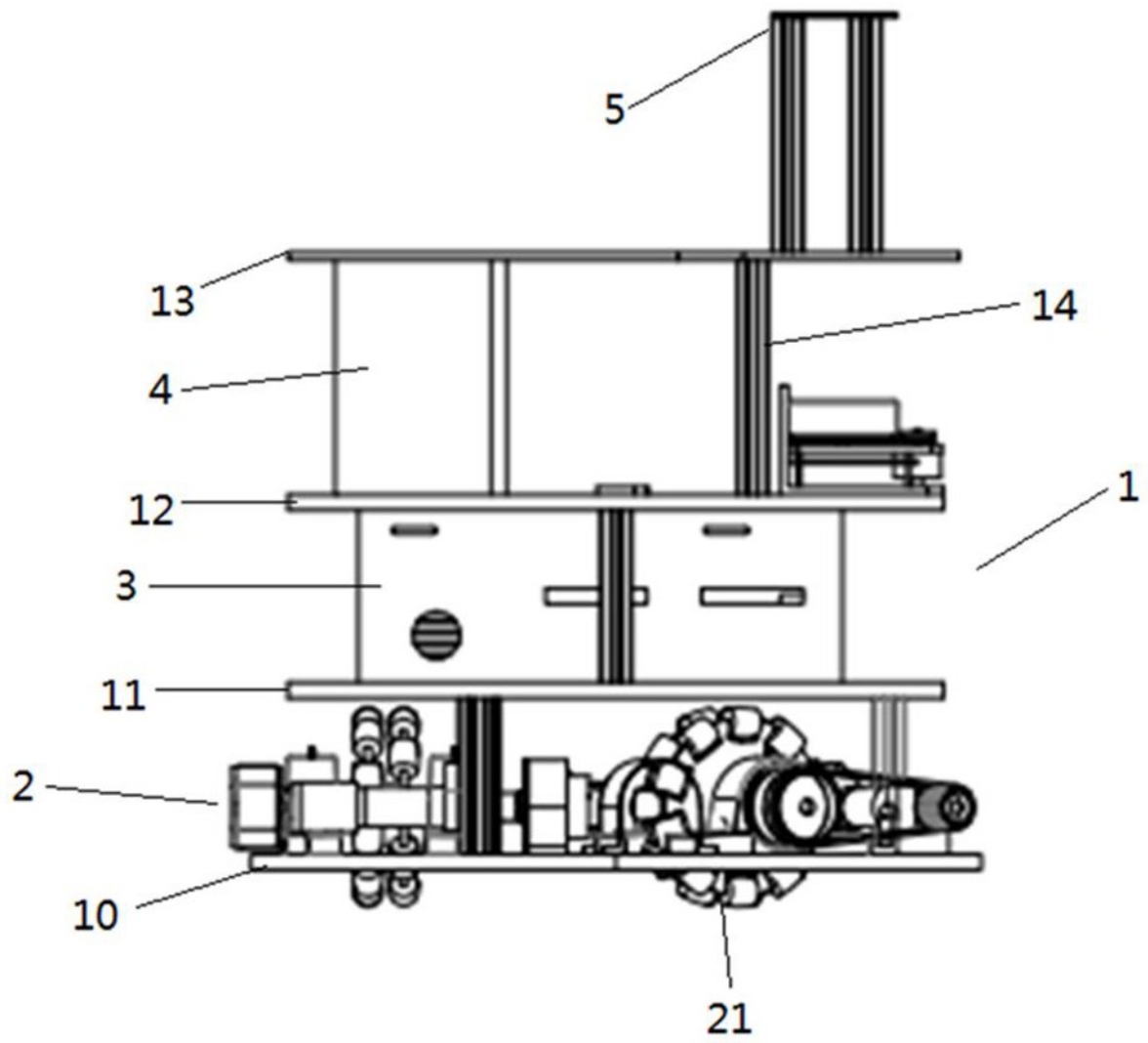


图2

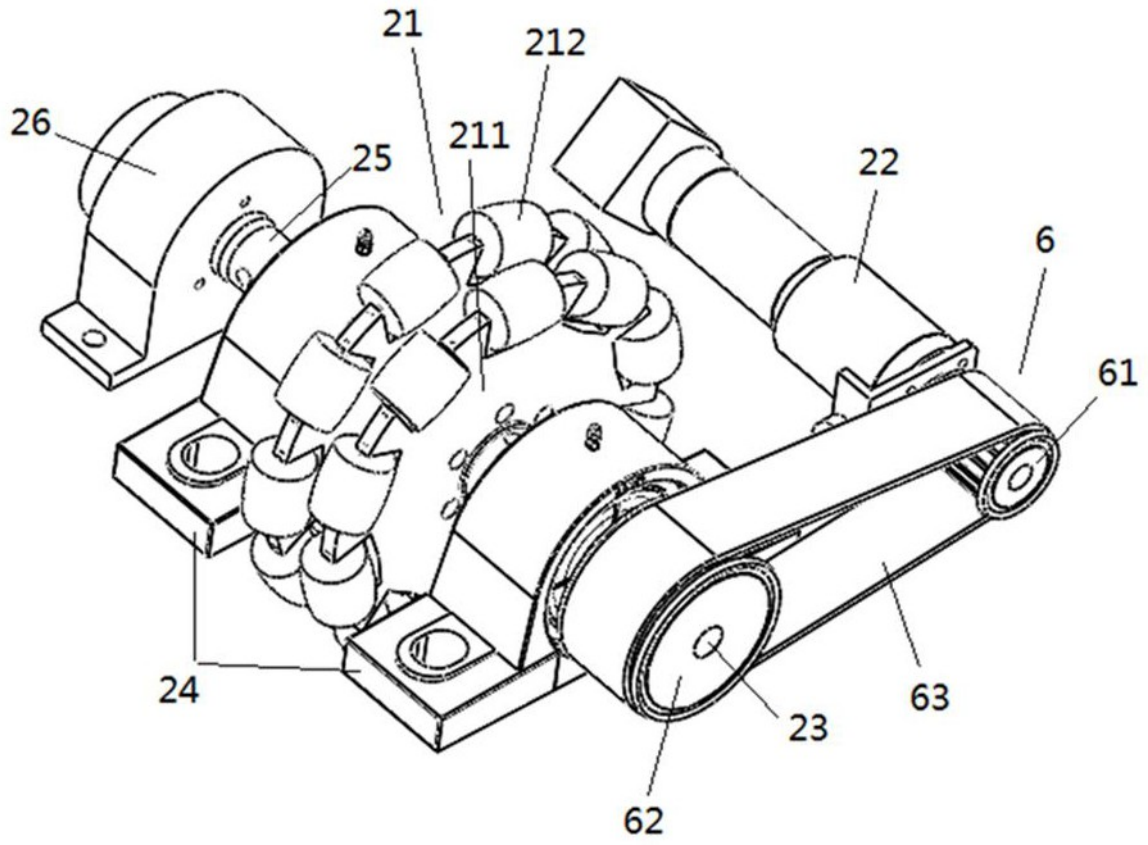


图3