

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 5 月 31 日 (31.05.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/100403 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/02 (2006.01) **A47L 11/24** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/113202

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 27 日 (27.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市沃特沃德股份有限公司
(SHENZHEN WATER WORLD CO., LTD) [CN/CN];
中国广东省深圳市南山区蛇口南海大道 1079 号花园城数码大厦 B 座 503、602,
Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 郑勇 (ZHENG, Yong); 中国广东省深圳市南山区蛇口南海大道 1079 号花园城数码大厦 B 座 503、602, Guangdong 518000 (CN)。 张

立新 (ZHANG, Lixin); 中国广东省深圳市南山区蛇口南海大道 1079 号花园城数码大厦 B 座 503、602, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市明日今典知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENZHEN MINGRIJINDIAN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY FIRM (GENERAL));
中国广东省深圳市南山区南头街道智恒产业园 E 区 01B 栋 405 室, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

(54) Title: CLIFF DETECTION METHOD AND ROBOT

(54) 发明名称: 悬崖检测方法与机器人

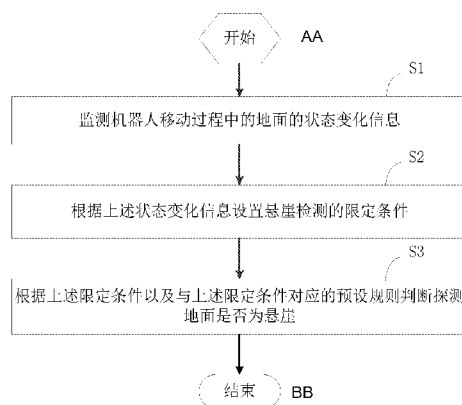


图 1

AA START
BB END
S1 MONITOR STATE CHANGE INFORMATION OF A GROUND IN A ROBOT MOVEMENT PROCESS
S2 SET A LIMITATION CONDITION OF CLIFF DETECTION ACCORDING TO THE STATE CHANGE INFORMATION
S3 DETERMINE AND DETECT WHETHER THE GROUND IS A CLIFF OR NOT ACCORDING TO THE LIMITATION CONDITION AND A PRESET RULE CORRESPONDING TO THE LIMITATION CONDITION

(57) Abstract: Provided are a cliff detection method and a robot. The cliff detection method comprises the steps of: monitoring state change information of a ground where the robot is located in a robot movement process (S1); setting a limitation condition of cliff detection according to the state change information (S2); and determining and detecting whether the ground is a cliff or not according to the limitation condition and a preset rule corresponding to the limitation condition (S3). The cliff detection method takes the interference factors affecting a cliff detection into consideration to dynamically regulate and control the cliff determination standard suitable for the

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

current ground state so as to reduce the misjudgment. The invention also relates to a robot.

(57) 摘要: 一种悬崖检测方法, 包括: 监测机器人移动过程中的所处地面的状态变化信息 (S1); 根据状态变化信息设置悬崖检测的限定条件 (S2); 根据限定条件以及与限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖 (S3)。通过将影响悬崖检测的干扰因素考虑在内, 动态调控适合当前地面状况的悬崖判断标准, 减少误判。还涉及一种机器人。

悬崖检测方法 with 机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及到机器人领域，特别是涉及到悬崖检测方法 with 机器人。

背景技术

[0002] 目前的室内服务机器人的悬崖检测方法普遍都是使用红外信号进行检测，然而红外信号对地面的颜色信息比较敏感，比如黑色地面的检测信号值明显低于同距离的白色地面的检测信号。但由于机器人无法探测地面颜色、地面材质等地面状态信息，更无法根据地面状态信息动态设置悬崖检测的限定条件，导致容易发生误判。比如，无悬崖的白色地面上铺设薄层深色地毯，则室内服务机器人会根据红外信号检测结果，将深色地毯判定为悬崖而拒绝继续服务；再比如，机器人在家庭环境工作的过程中，遇到一些特殊的环境，比如探测地面的反光性能比较好，则可能发生悬崖判断不准确，发生室内服务机器人跌落的现象。

[0003] 因此，现有技术还有待改进。

技术问题

[0004] 本发明的主要目的为提供一种悬崖检测方法，旨在解决现有机器人不能根据地面状态信息动态设置悬崖检测的限定条件而导致判断不准确的技术问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 本发明提出一种悬崖检测方法，包括：

[0006] 监测机器人移动过程中的地面的状态变化信息；

[0007] 根据所述状态变化信息设置悬崖检测的限定条件；

[0008] 根据所述限定条件以及与所述限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖。

[0009] 本发明还提供了一种机器人，包括：

[0010] 监测模块，用于监测移动过程中的地面的状态变化信息；

[0011] 设置模块，用于根据所述状态变化信息设置悬崖检测的限定条件；

[0012] 判断模块，用于根据所述限定条件以及与所述限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖。

发明的有益效果

有益效果

[0013] 本发明有益技术效果：本发明通过机器人监测移动过程中地面的状态变化信息动态，进而根据地面的状态变化信息动态设置悬崖检测的限定条件，将影响悬崖检测的干扰因素考虑在内，动态调控适合当前地面状况的悬崖判断标准，细化不同地面状态下的悬崖检测的限定条件，以提高机器人判断悬崖的准确度，减少误判。

对附图的简要说明

附图说明

[0014] 图1 本发明一实施例的悬崖检测方法的流程示意图；

[0015] 图2 本发明另一实施例的步骤S2的流程示意图；

[0016] 图3 本发明另一实施例的步骤S3的流程示意图；

[0017] 图4 本发明再一实施例的步骤S2的流程示意图；

[0018] 图5 本发明再一实施例的步骤S2的流程示意图；

[0019] 图6 本发明再一实施例的悬崖检测方法的优化流程示意图；

[0020] 图7 本发明再一实施例的悬崖检测方法的再优化流程示意图；

[0021] 图8 本发明一实施例的机器人的结构示意图；

[0022] 图9 本发明另一实施例的设置模块的结构示意图；

[0023] 图10 本发明另一实施例的判断模块的结构示意图；

[0024] 图11 本发明再一实施例的设置模块的结构示意图；

[0025] 图12 本发明再一实施例的判断模块的结构示意图；

[0026] 图13 本发明再一实施例的机器人的优化结构示意图；

[0027] 图14 本发明再一实施例的机器人的再优化结构示意图；

[0028] 图15 本发明又一实施例的启动单元的流程示意图；

[0029] 图16 本发明又二实施例的启动单元的流程示意图。

[0030] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

实施该发明的最佳实施例

本发明的最佳实施方式

[0031] 应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0032] 参照图1，本发明一实施例的悬崖检测方法，包括：

[0033] S1：监测机器人移动过程中的地面的状态变化信息。

[0034] 本步骤中的状态变化信息包括：地面颜色的变化、地面反射光强度变化、地面材质的变化等影响红外传感器悬崖检测的信息。本实施例以机身头部底壳处安装红外悬崖传感器的室内扫地机器人为例，机器人在移动过程中实时监测地面的状态变化信息。

[0035] S2：根据上述状态变化信息设置悬崖检测的限定条件。

[0036] 本实施例的红外悬崖传感器发送的红外检测信号对地面颜色等地面状态变化信息比较敏感，本实施例根据地面不同的状态变化信息，动态设置悬崖检测的限定条件，以适合当前地面状态的红外线悬崖检测标准。本实施例的限定条件为预设的，比如预先通过实验匹配不同颜色所对应的限定条件。举例地，红外线的辐射信号对地面的颜色信息比较敏感，检测黑色地面的信号值明显低于同距离的白色地面的信号值；当检测到地面状态变化信息由白色变为黑色，则选择黑色所对应的悬崖检测的限定条件本实施例将影响悬崖检测的干扰因素考虑在内，动态调控适合机器人当前地面状况的悬崖判断标准，以提高判断悬崖的准确度，减少误判。

[0037] S3：根据上述限定条件以及与上述限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖。

[0038] 本实施例中根据限定条件对应匹配预设规则，以进一步提高判断悬崖的准确度，减少误判。比如以地面颜色变化信息作为限定条件与以地面反射光强度变化信息作为限定条件，其所对应的判断悬崖的预设规则不同。

[0039] 参照图2，本发明另一实施例的悬崖检测方法，上述状态变化信息包括反射光强度变化，上述步骤S2，包括：

[0040] S20: 监测第一探测地面的反射光强度与预设标准反射光强度的强度差值。

[0041] 本实施例的地面反射光强度会影响红外传感器通过检测红外辐射能的变化量来检测悬崖的判断, 比如, 反射光强度大的红外检测信号明显大于同距离的反射光强度小的检测信号。地面的反射光强度与地面的表面形貌、材质以及地面与检测器的距离等有关, 本步骤中预设标准反射光强度依据平坦表面状态的不同材质而设, 通过第一探测地面的反射光强度与预设标准反射光强度的误差范围可获知地面材质匹配信息, 并通过进一步监测第一探测地面的反射光强度与预设标准反射光强度的强度差值, 来判断地面状态变化信息。

[0042] S21: 根据上述强度差值判断是否需要更改上述限定条件。

[0043] 本实施例的反射光强度对应的红外线检测阈值会预先经过实验确定等级划分, 同等级范围内的误差波动, 比如地面的小幅度的凹凸不平带来的差值波动等, 则无需更改限定条件; 差值跨越等级时, 则需要变更红外线检测阈值。

[0044] S22: 若判定是, 调用上述反射光强度对应的第一检测阈值。

[0045] 通过改变红外线检测阈值尽可能的除去不同反射光强度下检测悬崖的判断误差。红外线检测悬崖通过比较发射波的反馈信号的强度, 来判断是否有悬崖。本实施例中的第一、第二等仅为便于描述, 不用于限定, 本发明其他处的类似书写, 作用相同, 不赘述。

[0046] 参照图3, 本发明另一实施例的悬崖检测方法, 上述步骤S3, 包括:

[0047] S30: 向上述第一探测地面发送第一红外检测信号。

[0048] 本实施例中第一红外检测信号为红外悬崖传感器发送的红外辐射能信号。

[0049] S31: 接收上述第一红外检测信号的第一反馈信号。

[0050] 第一反馈信号指红外辐射信号碰到障碍物后返回到红外悬崖传感器的辐射信号。

[0051] S32: 判断上述第一反馈信号是否小于上述第一检测阈值。

[0052] 本实施例中以指定地面反射光强度下, 无悬崖时的红外辐射能量的反馈信号强度来确定第一检测阈值, 当第一反馈信号小于第一检测阈值时, 判定为悬崖, 若第一反馈信号不小于第一检测阈值时, 判定安全。

[0053] S33: 若上述第一反馈信号小于上述第一检测阈值, 则判定上述第一探测地面

为悬崖。

[0054] 参照图4，本发明再一实施例的悬崖检测方法，上述状态变化信息包括颜色变化，步骤S2，包括：

[0055] S24：监测第二探测地面的颜色。

[0056] 不同颜色对红外辐射光的吸收程度不同，由于深颜色对红外辐射光的吸收程度较高，导致地面为黑色时，红外辐射能信号的反馈信号值明显偏低，甚至接收不到反馈信号，所以地面颜色对红外传感器检测悬崖的判断结果存在干扰。

[0057] S25：判断是否存在与上述颜色匹配的第二检测阈值。

[0058] 本实施例预先通过实验匹配在不同纯颜色的无悬崖地面上的红外线检测阈值，以便红外悬崖传感器在检测悬崖时根据不同地面颜色动态设置红外线检测阈值，以消除不同颜色对红外辐射能信号吸收率不同而导致的误差。

[0059] S26：若存在，则根据上述第二检测阈值设定悬崖检测的限定条件。

[0060] 本实施例中以指定颜色地面，无悬崖时的红外辐射能量反馈信号强度来确定第二检测阈值，当接收的反馈信号小于第二红外线检测时，判定为悬崖。

[0061] 参照图5，本发明再一实施例的悬崖检测方法，上述状态变化信息包括颜色变化，上述步骤S3，还包括：

[0062] S34：向上述第二探测地面发送第二红外检测信号。

[0063] S35：接收上述第二红外检测信号的第二反馈信号。

[0064] S36：判断上述第二反馈信号是否小于上述第二检测阈值。

[0065] S37：若上述第二反馈信号不小于上述第二检测阈值，则判定机器人继续向前移动。

[0066] 本实施中的S34至S37的红外悬崖传感器检测原理同本发明另一实施例，只是红外线检测阈值及其确定悬崖方法的预设规则不同。

[0067] 参照图6，进一步地，本发明再一实施例的悬崖检测方法中步骤S36之后，包括：

[0068] S360：若上述第二反馈信号小于上述第二检测阈值，则判断上述第二反馈信号对应的预设等级，上述预设等级包括确定悬崖等级和待定悬崖等级。

[0069] 本实施例由于颜色对红外辐射能量的吸收率有较大差别、而且地面材质及其形

貌也会同时影响地面对红外辐射能量的吸收率，因此，本实施例通过逐步判处的方式，进一步判定是否为悬崖，提高准确度。本实施例当第二反馈信号小于第二检测阈值，并不能直接断定为悬崖，比如，白色的长毛状地毯，按照白色设置第二检测阈值，但长毛状的地毯对红外辐射能发生散色与吸收，导致误判出现悬崖。本发明实施例通过综合考虑反馈信号的能量大小以及反馈时长，将第二反馈信号小于第二检测阈值的情况进行预设等级划分，分为确定悬崖等级和待定悬崖等级。比如反馈时间长、同时反馈信号能量小，为确定悬崖等级；反馈时间短、同时反馈信号能量小，为待定悬崖等级。

[0070] S361：若为确定悬崖等级，则判定上述第二探测地面为悬崖。

[0071] 参照图7，进一步地，本发明再一实施例的悬崖检测方法中步骤S360之后，包括：

[0072] S362：若为待定悬崖等级，则启动辅助检测。

[0073] 本步骤中的辅助检测包括探测地面与机器人机身的物理高度、地面材质形貌等辅助判断手段，以便从多维度推断结论的可靠性，进一步提高准确度。

[0074] S363：根据上述辅助检测的检测结果判断上述差值是否在预判范围内。

[0075] 本步骤中的预判范围包括：根据辅助检测的检测结果直接得出的判断结论。比如，辅助检测中检测到第二探测地面的表面为长毛状白色羊毛地毯，相比于标准平坦白色地面上的差值偏小了400至500，而偏小的400至500刚好为长毛状白色羊毛地毯的吸收能力范围内，则认为上述差值在预判范围内，不是悬崖；反之，则为悬崖。

[0076] S364：若不在，则判定上述第二探测地面为悬崖。

[0077] 本发明又一实施例的悬崖检测方法，上述步骤S362，包括：

[0078] S3620：通过超声波检测仪检测当前所处地面与上述第二探测地面间的高度差。

[0079] 探测地面与机器人身体的物理高度通过辅助机械臂或超声波检测仪获得，本实施例优选安置于机器人机身底部的一个或多个超声波检测仪获得高度差辅助检测信号。

[0080] 本发明又二实施例的悬崖检测方法，上述步骤S362，还包括：

- [0081] S3621: 通过材料检测仪检测上述第二探测地面的表面材质情况。
- [0082] 本实施例优选安置于辅助机械臂末端的材料检测仪获取第二探测地面的表面材质情况。
- [0083] 参照图8, 本发明一实施例的机器人, 包括:
- [0084] 监测模块1, 用于监测机器人移动过程中的地面的状态变化信息。
- [0085] 本实施例的状态变化信息包括: 地面颜色的变化、地面反射光强度变化、地面材质的变化等影响红外传感器悬崖检测的信息。本实施例以机身头部底壳处安装红外悬崖传感器的室内扫地机器人为例, 机器人在移动过程中实时监测地面的状态变化信息。
- [0086] 设置模块2, 用于根据上述状态变化信息设置悬崖检测的限定条件。
- [0087] 本实施例的红外悬崖传感器发送的红外检测信号对地面颜色等地面状态变化信息比较敏感, 本实施例根据地面不同的状态变化信息, 动态设置悬崖检测的限定条件, 以适合当前地面状态的红外线悬崖检测标准。本实施例的限定条件为预设的, 比如预先通过实验匹配不同颜色所对应的限定条件。举例地, 红外线的辐射信号对地面的颜色信息比较敏感, 检测黑色地面的信号值明显低于同距离的白色地面的信号值; 当检测到地面状态变化信息由白色变为黑色, 则选择黑色所对应的悬崖检测的限定条件。本实施例将影响悬崖检测的干扰因素考虑在内, 动态调控适合机器人当前地面状况的悬崖判断标准, 以提高判断悬崖的准确度, 减少误判。
- [0088] 判断模块3, 用于根据上述限定条件以及与上述限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖。
- [0089] 本实施例中根据限定条件对应匹配预设规则, 以进一步提高判断悬崖的准确度, 减少误判。比如以地面颜色变化信息作为限定条件与以地面反射光强度变化信息作为限定条件, 其所对应的判断悬崖的预设规则不同。
- [0090] 参照图9, 本发明另一实施例的机器人, 上述状态变化信息包括反射光强度变化, 上述设置模块2, 包括:
- [0091] 第一监测单元20, 用于监测第一探测地面的反射光强度与预设标准反射光强度的强度差值。

- [0092] 本实施例的地面反射光强度会影响红外传感器通过检测红外辐射能的变化量来检测悬崖的判断，比如，反射光强度大的红外检测信号明显大于同距离的反射光强度小的检测信号。地面的反射光强度与地面的表面形貌、材质以及地面与检测器的距离等有关，本实施例中预设标准反射光强度依据平坦表面状态的不同材质而设，通过第一探测地面的反射光强度与预设标准反射光强度的误差范围可获知地面材质匹配信息，并通过进一步监测第一探测地面的反射光强度与预设标准反射光强度的强度差值，来判断地面状态变化信息。
- [0093] 第一判断单元21，用于根据上述强度差值判断是否需要更改上述限定条件。
- [0094] 本实施例的反射光强度对应的红外线检测阈值会预先经过实验确定等级划分，同等级范围内的误差波动，比如地面的小幅度的凹凸不平带来的差值波动等，则无需更改限定条件；差值跨越等级时，则需要变更红外线检测阈值。
- [0095] 调用单元22，用于若判定是，调用上述反射光强度对应的第一检测阈值。
- [0096] 通过改变红外线检测阈值尽可能的除去不同反射光强度下检测悬崖的判断误差。
- [0097] 红外线检测悬崖通过比较发射波的反馈信号强度，来判断是否有悬崖。
- [0098] 参照图10，本发明另一实施例的机器人，上述判断模块3，包括：
- [0099] 第一发送单元30，用于向上述第一探测地面发送第一红外检测信号。
- [0100] 本实施例中第一红外检测信号为红外悬崖传感器发送的红外辐射能信号。
- [0101] 第一接收单元31，用于接收上述第一红外检测信号的第一反馈信号。
- [0102] 第一反馈信号指红外辐射信号碰到障碍物后返回到红外悬崖传感器的辐射信号。
- [0103] 第二判断单元32，用于判断上述第一反馈信号是否小于上述第一检测阈值。
- [0104] 本实施例中以指定地面反射光强度下，无悬崖时的红外辐射能量的反馈信号强度来确定第一检测阈值，当第一反馈信号小于第一检测阈值时，判定为悬崖，若第一反馈信号不小于第一检测阈值时，判定安全。
- [0105] 第一判定单元33，用于若上述第一反馈信号小于上述第一检测阈值，则判定上述第一探测地面为悬崖。
- [0106] 参照图11，本发明再一实施例的机器人，上述状态变化信息包括颜色变化，上

述设置模块2，包括：

[0107] 第二监测单元24，用于监测第二探测地面的颜色。

[0108] 不同颜色对红外辐射光的吸收程度不同，由于深颜色对红外辐射光的吸收程度较高，导致地面为黑色时，红外辐射能信号的反馈信号值明显偏低，甚至接收不到反馈信号，所以地面颜色对红外传感器检测悬崖的判断结果存在干扰。

[0109] 第三判断单元25，用于判断是否存在与上述颜色匹配的第二检测阈值。

[0110] 本实施例预先通过实验匹配在不同纯颜色的无悬崖地面上的红外线检测阈值，以便红外悬崖传感器在检测悬崖时根据不同地面颜色动态设置红外线检测阈值，以消除不同颜色对红外辐射能信号吸收率不同而导致的误差。

[0111] 设定单元26，用于若存在，则设置小于上述第二检测阈值为悬崖检测的第二限定条件。

[0112] 本实施例中以指定颜色地面，无悬崖时的红外辐射能量反馈信号强度来确定第二检测阈值，当接收的反馈信号小于第二红外线检测时，判定为悬崖。

[0113] 参照图12，本发明再一实施例的悬崖检测方法，上述状态变化信息包括颜色变化，上述判断模块3，还包括：

[0114] 第二发送单元34，用于向上述第二探测地面发送第二红外检测信号。

[0115] 第二接收单元35，用于接收上述第二红外检测信号的第二反馈信号。

[0116] 第四判断单元36，用于判断上述第二反馈信号是否小于上述第二检测阈值；

[0117] 第二判定单元37，用于若上述第二反馈信号不小于上述第二检测阈值，则判定机器人继续向前移动。

[0118] 本实施中的红外悬崖传感器检测原理同本发明另一实施例的相同，只是红外线检测阈值及其确定悬崖方法的预设规则不同。

[0119] 参照图13，进一步地，本发明再一实施例的机器人上述判断模块3，包括：

[0120] 第五判断单元360，用于若上述第二反馈信号小于上述第二检测阈值，则判断上述第二反馈信号对应的预设等级，上述预设等级包括确定悬崖等级和待定悬崖等级。

[0121] 本实施例由于颜色对红外辐射能量的吸收率由较大差别、而且地面材质及其形貌也会同时影响地面对红外辐射能量的吸收率，因此，本实施例通过逐步判处

的方式，进一步判定是否为悬崖，提高准确度。本实施例当第二反馈信号小于第二检测阈值，并不能直接判定为悬崖，比如，白色的长毛状地毯，按照白色设置第二检测阈值，但长毛状的地毯对红外辐射能发生散色与吸收，导致误判出现悬崖。本发明实施例通过综合考虑反馈信号的能量大小以及反馈时长，将第二反馈信号小于第二检测阈值的情况进行预设等级划分，分为确定悬崖等级和待定悬崖等级。比如反馈时间长、同时反馈信号能量小，为确定悬崖等级；反馈时间短、同时反馈信号能量小，为待定悬崖等级。

[0122] 第三判定单元361，用于若为确定悬崖等级，则判定上述第二探测地面为悬崖。

[0123] 参照图14，进一步地，本发明再一实施例的机器人上述判断模块3，包括：

[0124] 启动单元362，用于若为待定悬崖等级，则启动辅助检测。

[0125] 本实施例中的辅助检测包括探测地面与机器人机身的物理高度、地面材质形貌等辅助判断手段，以便从多维度推断结论的可靠性，进一步提高准确度。

[0126] 第六判断单元363，用于根据上述辅助检测的检测结果判断上述差值是否在预判范围内。

[0127] 本实施例中的预判范围包括：根据辅助检测的检测结果直接得出的判断结论。比如，辅助检测中检测到第二探测地面的表面为长毛状白色羊毛地毯，相比于标准平坦白色地面上的差值偏小了400至500，而偏小的400至500刚好为长毛状白色羊毛地毯的吸收能力范围内，则认为上述差值在预判范围内，不是悬崖；反之，则为悬崖。

[0128] 第四判定单元364，用于若上述差值不在预判范围内，则判定上述第二探测地面为悬崖。

[0129] 参照图15，本发明又一实施例的机器人，上述启动单元362，包括：

[0130] 第一检测子单元3620，用于通过超声波检测仪检测当前所处地面与上述第二探测地面间的高度差。

[0131] 探测地面与机器人机身的物理高度通过辅助机械臂或超声波检测仪获得，本实施例优选安置于机器人机身底部的一个或多个超声波检测仪获得高度差辅助检测信号。

- [0132] 参照图16，本发明又一实施例的机器人，上述启动单元362，还包括：
- [0133] 第二检测子单元3621，用于通过材料检测仪检测上述第二探测地面的表面材质情况。
- [0134] 本实施例优选安置于辅助机械臂末端的材料检测仪获取第二探测地面的表面材质情况。
- [0135] 本发明实施例通过机器人通过监测所处地面的状态变化信息动态设置悬崖检测的限定条件，将影响悬崖检测的干扰因素考虑在内，动态调控适合机器人当前地面状况的悬崖判断标准，细化不同地面状态下的悬崖检测的限定条件，以提高机器人判断悬崖的准确度，减少误判。
- [0136] 以上所述仅为本发明的优选实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种悬崖检测方法，其特征在于，包括：
监测机器人移动过程中的地面的状态变化信息；
根据所述状态变化信息设置悬崖检测的限定条件；
根据所述限定条件以及与所述限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的悬崖检测方法，其特征在于，所述状态变化信息包括反射光强度变化，所述根据所述状态变化信息设置悬崖检测的限定条件的步骤，包括：
监测第一探测地面的反射光强度与预设标准反射光强度的强度差值；
根据所述强度差值判断是否需要更改所述限定条件；
若判定是，调用所述反射光强度对应的第一检测阈值。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的悬崖检测方法，其特征在于，所述根据所述限定条件以及与所述限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖的步骤，包括：
向所述第一探测地面发送第一红外检测信号；
接收所述第一红外检测信号的第一反馈信号；
判断所述第一反馈信号是否小于所述第一检测阈值；
若所述第一反馈信号小于所述第一检测阈值，则判定所述第一探测地面为悬崖。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的悬崖检测方法，其特征在于，所述状态变化信息包括颜色变化，所述根据所述状态变化信息设置悬崖检测的限定条件的步骤，包括：
监测第二探测地面的颜色；
判断是否存在与所述颜色匹配的第二检测阈值；
若存在，则根据所述第二检测阈值设定悬崖检测的限定条件。
- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的悬崖检测方法，其特征在于，所述根据所述限定条件以及与所述限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖

的步骤，还包括：

向所述第二探测地面发送第二红外检测信号；

接收所述第二红外检测信号的第二反馈信号；

判断所述第二反馈信号是否小于所述第二检测阈值；

若所述第二反馈信号不小于所述第二检测阈值，则判定机器人继续向前移动。

[权利要求 6]

根据权利要求5所述的悬崖检测方法，其特征在于，所述判断所述第二反馈信号是否小于所述第二检测阈值的步骤之后，包括：

若所述第二反馈信号小于所述第二检测阈值，则判断所述第二反馈信号对应的预设等级，所述预设等级包括确定悬崖等级和待定悬崖等级；

若为确定悬崖等级，则判定所述第二探测地面为悬崖。

[权利要求 7]

根据权利要求6所述的悬崖检测方法，其特征在于，所述若所述第二反馈信号小于所述第二检测阈值，则判断所述第二反馈信号对应的预设等级，所述预设等级包括确定悬崖等级和待定悬崖等级的步骤之后，包括：

若为待定悬崖等级，则启动辅助检测；

根据所述辅助检测的检测结果判断所述差值是否在预判范围内；

若不在，则判定所述第二探测地面为悬崖。

[权利要求 8]

根据权利要求7所述的悬崖检测方法，其特征在于，所述启动辅助检测的步骤，包括：

通过超声波检测仪检测当前所处地面与所述第二探测地面间的高度差。

[权利要求 9]

根据权利要求7所述的悬崖检测方法，其特征在于，所述启动辅助检测的步骤，还包括：

通过材料检测仪检测所述第二探测地面的表面材质情况。

[权利要求 10]

一种机器人，其特征在于，包括：

监测模块，用于监测机器人移动过程中的地面的状态变化信息；

设置模块，用于根据所述状态变化信息设置悬崖检测的限定条件；
判断模块，用于根据所述限定条件以及与所述限定条件对应的预设规则判断探测地面是否为悬崖。

[权利要求 11] 根据权利要求10所述的机器人，其特征在于，所述状态变化信息包括反射光强度变化，所述设置模块，包括：
第一监测单元，用于监测第一探测地面的反射光强度与预设标准反射光强度的强度差值；
第一判断单元，用于根据所述差值判断是否需要更改所述限定条件；
调用单元，用于若判定是，调用所述反射光强度对应的第一检测阈值。

[权利要求 12] 根据权利要求11所述的机器人，其特征在于，所述判断模块，包括：
第一发送单元，用于向所述第一探测地面发送第一红外检测信号；
第一接收单元，用于接收所述第一红外检测信号的第一反馈信号；
第二判断单元，用于判断所述第一反馈信号是否小于所述第一检测阈值；
第一判定单元，用于若所述第一反馈信号小于所述第一检测阈值，则判定所述第一探测地面为悬崖。

[权利要求 13] 根据权利要求10所述的机器人，其特征在于，所述状态变化信息包括颜色变化，所述设置模块，包括：
第二监测单元，用于监测第二探测地面的颜色；
第三判断单元，用于判断是否存在与所述颜色匹配的第二检测阈值；
设定单元，用于若存在，则根据所述第二检测阈值设定悬崖检测的限定条件。

[权利要求 14] 根据权利要求13所述的机器人，其特征在于，所述判断模块，还包括：
第二发送单元，用于向所述第二探测地面发送第二红外检测信号；
第二接收单元，用于接收所述第二红外检测信号的第二反馈信号；
第四判断单元，用于判断所述第二反馈信号是否小于所述第二检测阈

值；

第二判定单元，用于若所述第二反馈信号不小于所述第二检测阈值，则判定机器人继续向前移动。

[权利要求 15] 根据权利要求14所述的机器人，其特征在于，所述判断模块，包括：
第五判断单元，用于若所述第二反馈信号小于所述第二检测阈值，则判断所述第二反馈信号对应的预设等级，所述预设等级包括确定悬崖等级和待定悬崖等级；

第三判定单元，用于若为确定悬崖等级，则判定所述第二探测地面为悬崖。

[权利要求 16] 根据权利要求15所述的机器人，其特征在于，所述判断模块，包括：
启动单元，用于若为待定悬崖等级，则启动辅助检测；
第六判断单元，用于根据所述辅助检测的检测结果判断所述差值是否在预判范围内；

第四判定单元，用于若所述差值不在预判范围内，则判定所述第二探测地面为悬崖。

[权利要求 17] 根据权利要求16所述的机器人，其特征在于，所述启动单元，包括：
第一检测子单元，用于通过超声波检测仪检测当前所处地面与所述第二探测地面间的高度差。

[权利要求 18] 根据权利要求16所述的机器人，其特征在于，所述启动单元，还包括：

第二检测子单元，用于通过材料检测仪检测所述第二探测地面的表面材质情况。

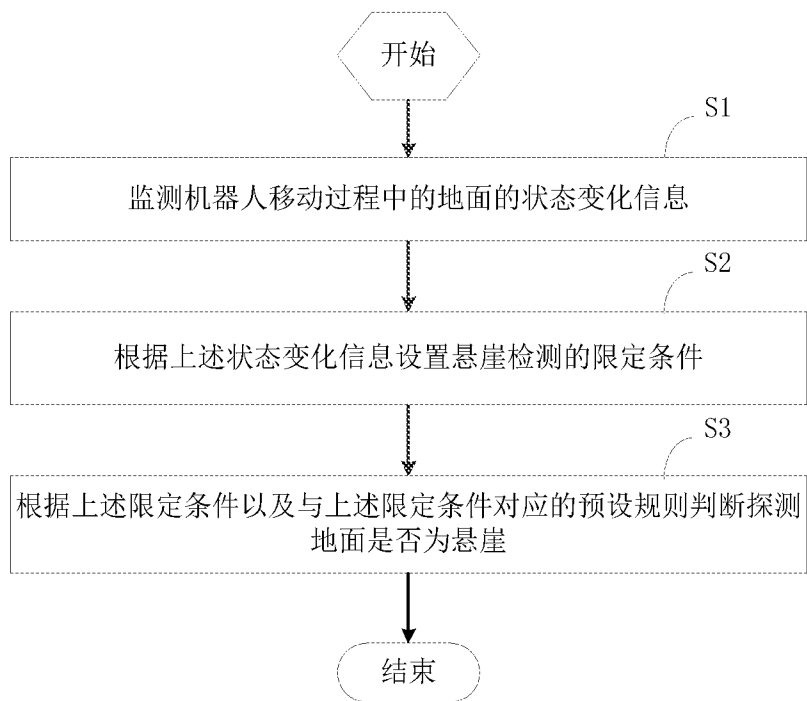


图 1

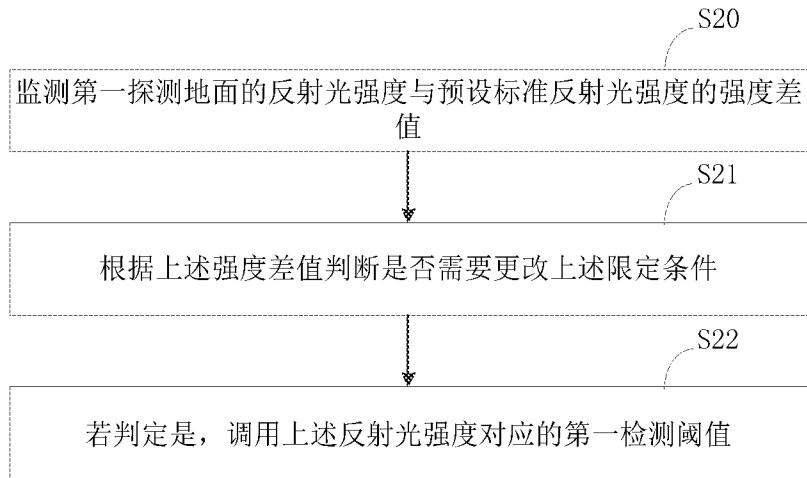


图 2

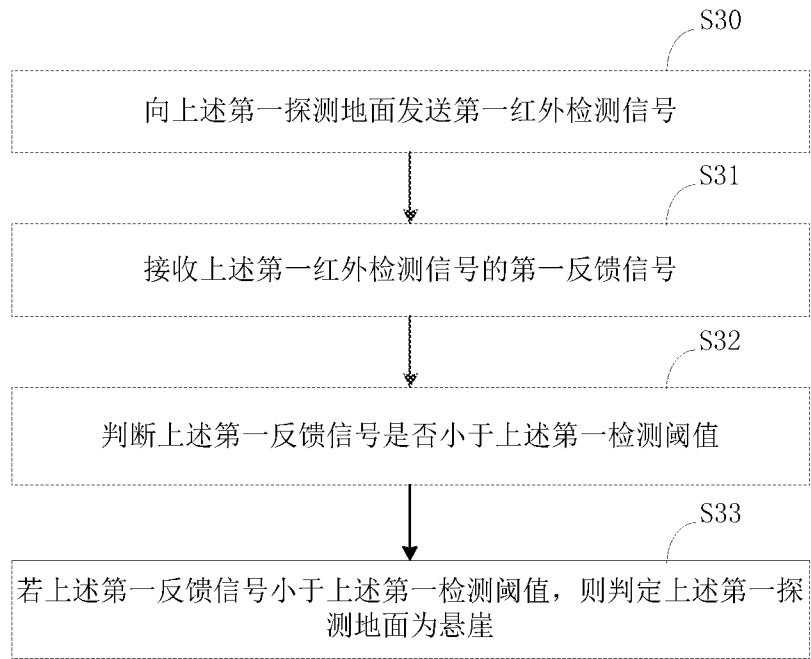


图 3

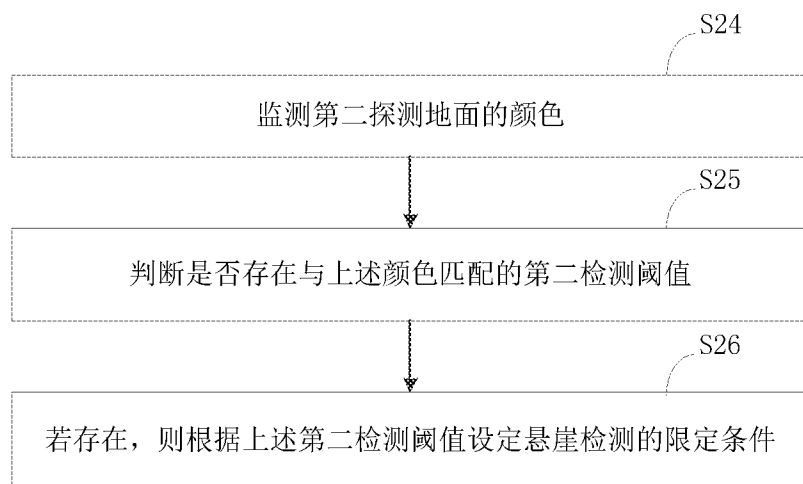


图 4

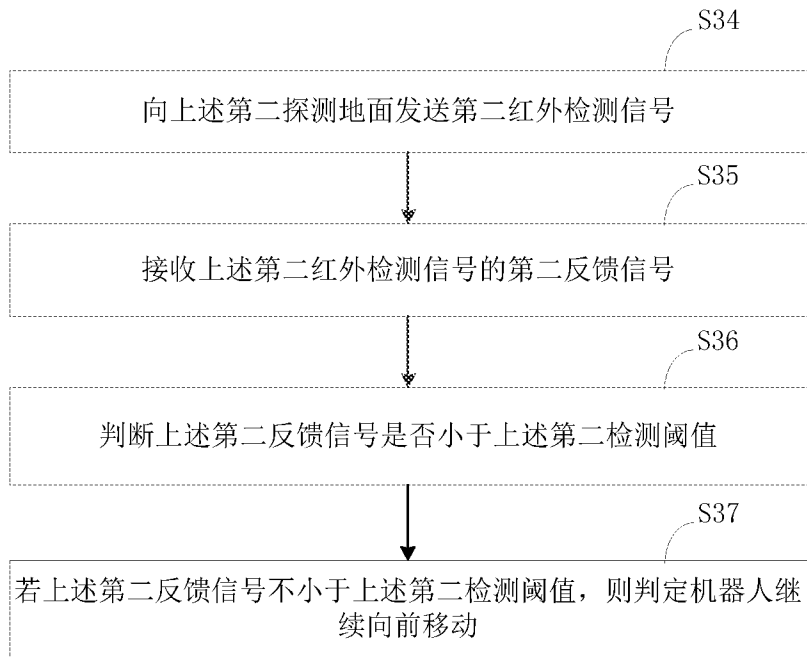


图 5

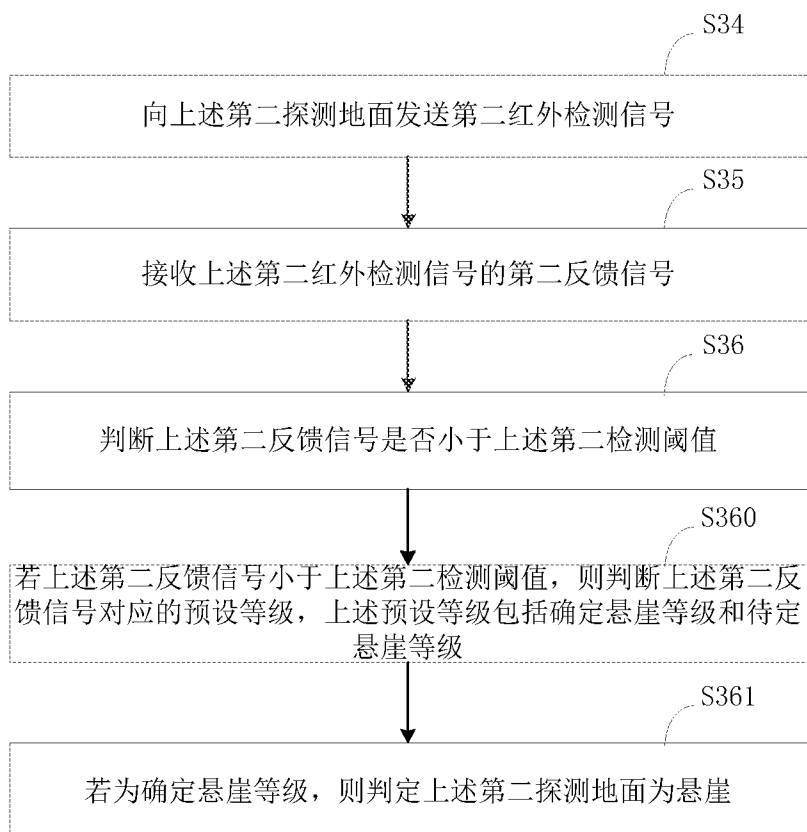


图 6

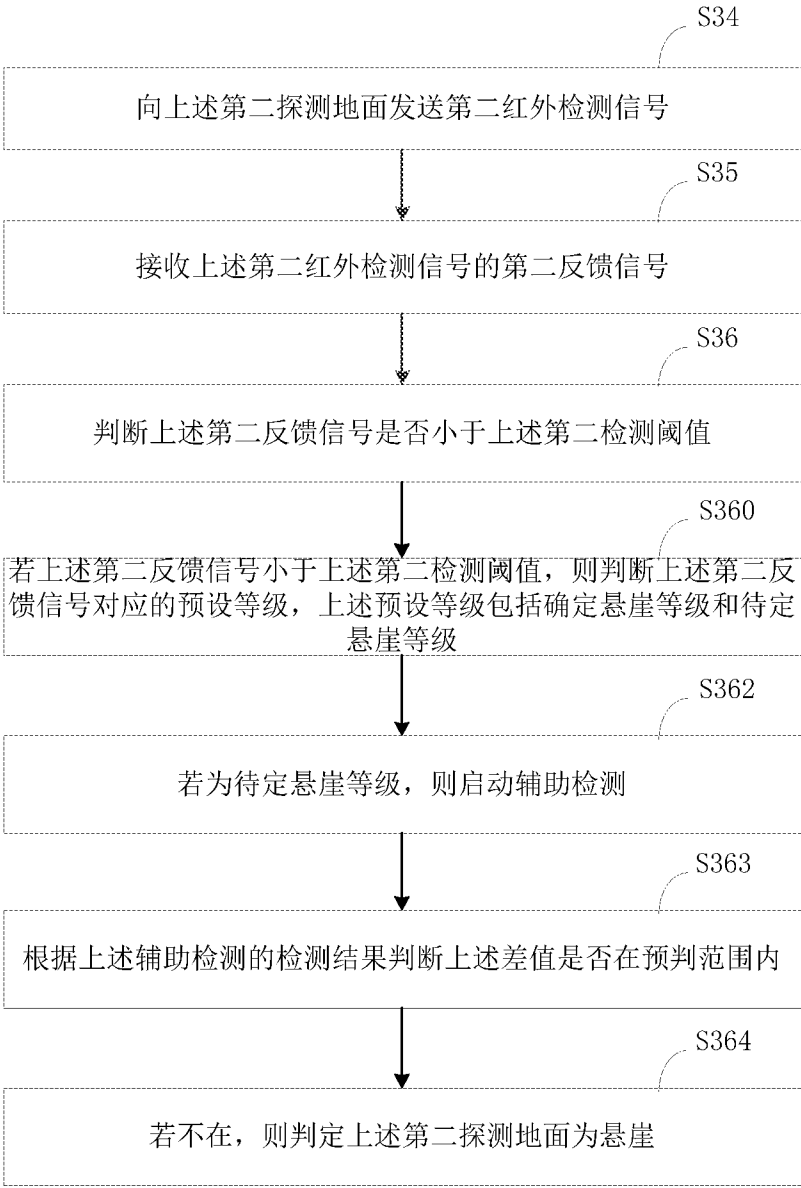


图 7

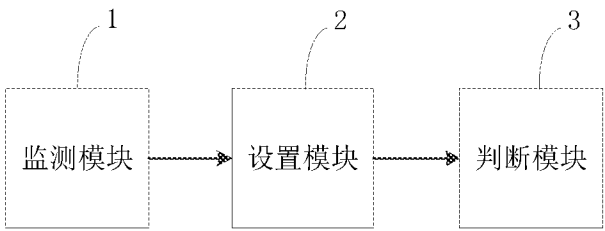


图 8

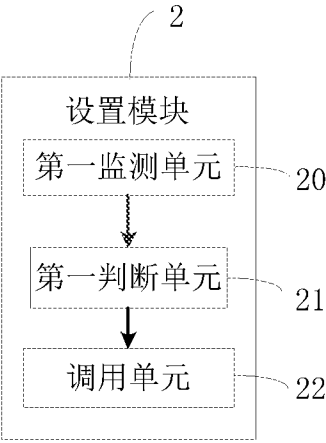


图 9

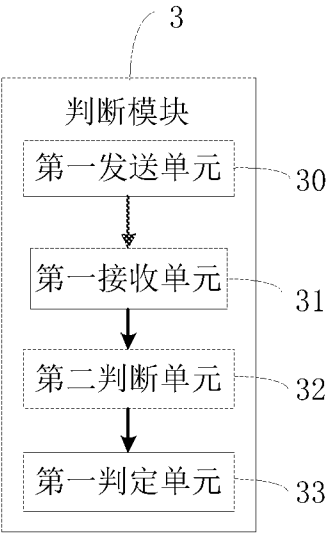


图 10

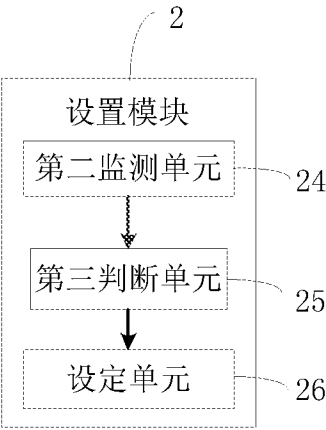


图 11

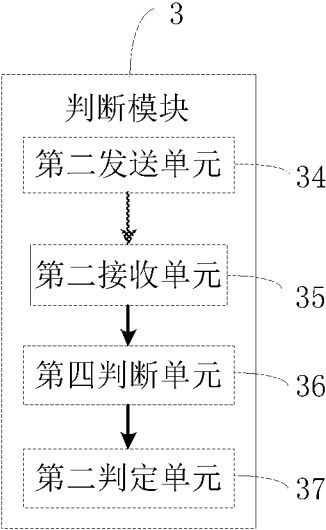


图 12

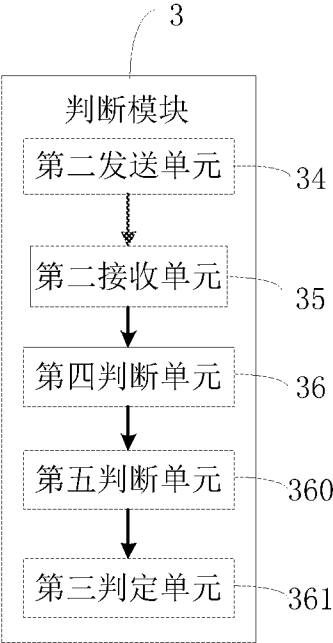


图 13

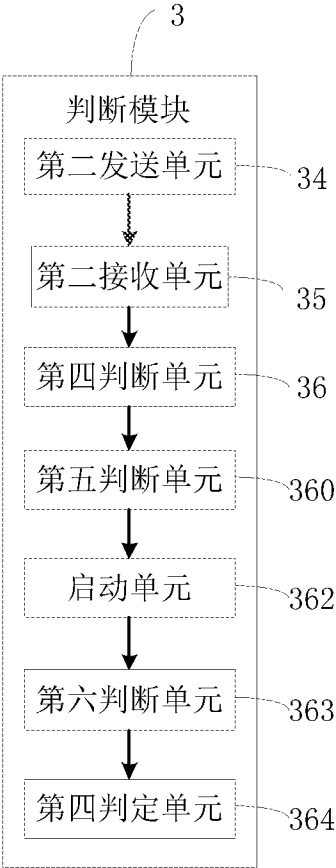


图 14

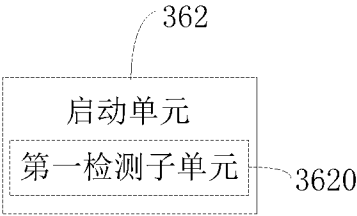


图 15

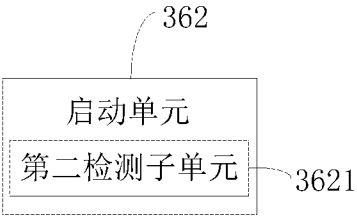


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/113202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/02(2006.01)i; A47L 11/24(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A47L,G05D,B25J,G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, VEN: 机器人, 扫地, 清扫, 保洁, 打扫, 悬崖, 跌落, 坠落, 摔, 高, 楼梯, 自适应, 检测, 判断, 条件, 阈值, 反射光, 颜色, robot, clean+, floor, cliff, fall+, stair?, detect+, threshold, adjust, reflect+, beam, colo?r, irobot

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106142104 A (ECOVACS ROBOTICS CO., LTD.) 23 November 2016 (2016-11-23) description, paragraphs [0039]-[0086], and figures 1-4	1-18
E	CN 108020844 A (SHENZHEN WATER WORLD CO., LTD.) 11 May 2018 (2018-05-11) entire description	1-18
A	CN 106998985 A (IROBOT CORP.) 01 August 2017 (2017-08-01) entire document	1-18
A	CN 107229277 A (HUNAN OCEANWING E-COMMERCE CO., LTD.) 03 October 2017 (2017-10-03) entire document	1-18
A	CN 106264357 A (NINGBO CAINIAO INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 January 2017 (2017-01-04) entire document	1-18
A	WO 2016064093 A1 (LG ELECTRONICS INC) 28 April 2016 (2016-04-28) entire document	1-18
A	US 2007265740 A1 (IND TECH RES INST) 15 November 2007 (2007-11-15) entire document	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August 2018

Date of mailing of the international search report

30 August 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/113202

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106142104	A	23 November 2016	WO	2016161971	A1	13 October 2016
CN	108020844	A	11 May 2018	None			
CN	106998985	A	01 August 2017	WO	2016057181	A1	14 April 2016
				US	9798328	B2	24 October 2017
				EP	3204833	A1	16 August 2017
				CN	205094334	U	23 March 2016
				US	2018088585	A1	29 March 2018
				CN	105496314	A	20 April 2016
				US	2016103451	A1	14 April 2016
CN	107229277	A	03 October 2017	None			
CN	106264357	A	04 January 2017	None			
WO	2016064093	A1	28 April 2016	EP	3209185	A1	30 August 2017
				KR	20160048492	A	04 May 2016
				JP	2017536871	A	14 December 2017
				EP	3209185	A4	11 July 2018
				US	2017325647	A1	16 November 2017
US	2007265740	A1	15 November 2007	TW	I303754	B	01 December 2008
				TW	200742954	A	16 November 2007
				US	7643906	B2	05 January 2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/113202

A. 主题的分类

G05D 1/02(2006.01) i; A47L 11/24(2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

A47L, G05D, B25J, G01S

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNKI, VEN: 机器人, 扫地, 清扫, 保洁, 打扫, 悬崖, 跌落, 坠落, 摔, 高, 楼梯, 自适应, 检测, 判断, 条件, 阈值, 反射光, 颜色, robot, clean+, floor, cliff, fall+, stair?, detect+, threshold, adjust, reflect+, beam, colo?r, irobot

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 106142104 A (科沃斯机器人股份有限公司) 2016年 11月 23日 (2016 - 11 - 23) 说明书第[0039]-[0086]段, 附图1-4	1-18
E	CN 108020844 A (深圳市沃特沃德股份有限公司) 2018年 5月 11日 (2018 - 05 - 11) 说明书全文	1-18
A	CN 106998985 A (美国IROBOT 公司) 2017年 8月 1日 (2017 - 08 - 01) 全文	1-18
A	CN 107229277 A (湖南海翼电子商务股份有限公司) 2017年 10月 3日 (2017 - 10 - 03) 全文	1-18
A	CN 106264357 A (宁波菜鸟智能科技有限公司) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文	1-18
A	WO 2016064093 A1 (LG ELECTRONICS INC) 2016年 4月 28日 (2016 - 04 - 28) 全文	1-18
A	US 2007265740 A1 (IND TECH RES INST) 2007年 11月 15日 (2007 - 11 - 15) 全文	1-18

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“Q” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 8月 10日

国际检索报告邮寄日期

2018年 8月 30日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

何 菡

电话号码 01062085224

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/113202

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106142104	A	2016年 11月 23日	WO	2016161971	A1	2016年 10月 13日
CN	108020844	A	2018年 5月 11日	无			
CN	106998985	A	2017年 8月 1日	WO	2016057181	A1	2016年 4月 14日
				US	9798328	B2	2017年 10月 24日
				EP	3204833	A1	2017年 8月 16日
				CN	205094334	U	2016年 3月 23日
				US	2018088585	A1	2018年 3月 29日
				CN	105496314	A	2016年 4月 20日
				US	2016103451	A1	2016年 4月 14日
CN	107229277	A	2017年 10月 3日	无			
CN	106264357	A	2017年 1月 4日	无			
WO	2016064093	A1	2016年 4月 28日	EP	3209185	A1	2017年 8月 30日
				KR	20160048492	A	2016年 5月 4日
				JP	2017536871	A	2017年 12月 14日
				EP	3209185	A4	2018年 7月 11日
				US	2017325647	A1	2017年 11月 16日
US	2007265740	A1	2007年 11月 15日	TW	I303754	B	2008年 12月 1日
				TW	200742954	A	2007年 11月 16日
				US	7643906	B2	2010年 1月 5日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)