

(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
2024年2月29日 (29.02.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/041464 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01C 21/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/113875
- (22) 国际申请日: 2023年8月18日 (18.08.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211007262.1 2022年8月22日 (22.08.2022) CN
- (71) 申请人: 先临三维科技股份有限公司
(**SHINING 3D TECH CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。
- (72) 发明人: 华昀峰 (**HUA, Yunfeng**); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。江腾飞 (**JIANG, Tengfei**); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398

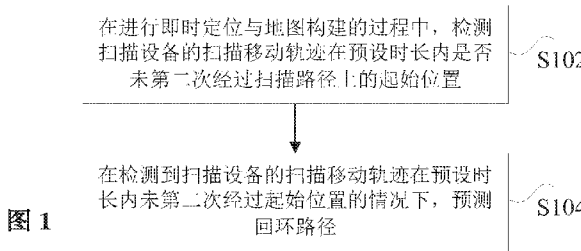
号, Zhejiang 311258 (CN)。许威威 (**XU, Weiwei**); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。

(74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司 (**KANGXIN PARTNERS, P.C.**); 中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦A座16层, Beijing 100098 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** LOOP-BACK PATH PREDICTION METHOD AND APPARATUS, NONVOLATILE STORAGE MEDIUM, AND PROCESSOR

(54) 发明名称: 回环路径的预测方法及装置、非易失性存储介质、处理器



S102 IN A PROCESS OF CARRYING OUT SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING, DETECT WHETHER A SCANNING MOVEMENT TRAJECTORY OF A SCANNING DEVICE DOES NOT PASS AN INITIAL POSITION ON A SCANNING PATH FOR THE SECOND TIME WITHIN A PRESET DURATION

S104 WHEN IT IS DETECTED THAT THE SCANNING MOVEMENT TRAJECTORY OF THE SCANNING DEVICE DOES NOT PASS THE INITIAL POSITION FOR THE SECOND TIME WITHIN THE PRESET DURATION, PREDICT A LOOP-BACK PATH

(57) **Abstract:** The present application discloses a loop-back path prediction method and apparatus, a nonvolatile storage medium, and a processor. The method comprises: in a process of carrying out simultaneous localization and mapping, detecting whether a scanning movement trajectory of a scanning device does not pass an initial position on a scanning path for the second time within a preset duration; and when it is detected that the scanning movement trajectory of the scanning device does not pass the initial position for the second time within the preset duration, predicting a loop-back path.

(57) **摘要:** 本申请公开了一种回环路径的预测方法及装置、非易失性存储介质、处理器。其中, 该方法包括: 在进行即时定位与地图构建的过程中, 检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置; 在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下, 预测回环路径。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

回环路径的预测方法及装置、非易失性存储介质、处理器

技术领域

本申请涉及回环检测技术领域,具体而言,涉及一种回环路径的预测方法及装置、非易失性存储介质、处理器。

背景技术

在进行即时定位与地图构建的过程中,当前帧位姿的约束是根据上一帧计算出来的,由于计算的位姿存在误差,在建图的过程中随着误差不断累积导致构建的地图容易出现漂移,因此需要通过回环检测判断扫描仪在建图过程中是否再次经过同一位置,若经过同一位置则进行回环矫正,以减小建图的偏差。但是,用户在实际应用中不会有的去回环扫描,如果无法完成回环扫描,则会导致即时定位与地图构建的结果不准确。

针对上述的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

本申请实施例提供了一种回环路径的预测方法及装置、非易失性存储介质、处理器,以至少解决由于没有回环路径预测以及回环提醒功能造成的即时定位与地图构建的结果不准确的技术问题。

根据本申请实施例的一个方面,提供了一种回环路径的预测方法,包括:在进行即时定位与地图构建的过程中,检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置;在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下,预测回环路径。

可选地,在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下,生成提示信息。

可选地,预测回环路径,包括:预测第一回环路径和/或第二回环路径,其中,第一回环路径为全局回环路径,第二回环路径为局部回环路径。

可选地,预测第一回环路径,包括:获取当前帧对应的扫描设备的第一位置,并将第一位置作为第一回环路径的第一端点,其中,当前帧为扫描设备在扫描过程中生成提示信息时对应的帧;获取起始位置,并将起始位置作为第一回环路径的第二端点;根据第一回环路径的第一端点和第二端点,生成第一回环路径。

可选地，预测第二回环路径，包括：将第一位置作为第二回环路径的第一端点；获取与第一位置之间的距离为目标距离的第二位置，并将第二位置作为第二回环路径的第二端点；根据第二回环路径的第一端点和第二端点，生成第二回环路径。

可选地，第二位置不在目标路径上，其中，目标路径为扫描设备至少一次经过目标位置的路径，目标位置为除起始位置及与起始位置之间的距离为目标距离的位置以外的位置。

可选地，在进行即时定位与地图构建的过程中，如果检测到生成局部回环路径，将检测到的局部回环路径内的所有帧标记为回环帧；在扫描设备结束扫描时，如果检测到存在除回环帧以外的帧，生成提示信息。

可选地，预测回环路径之后，上述方法还包括：展示回环路径；和/或，控制扫描设备按照回环路径移动。

根据本申请实施例的另一方面，还提供了一种回环路径的预测装置，包括：检测模块，设置为在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置；预测模块，设置为在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下，预测回环路径。

根据本申请实施例的再一方面，还提供了一种非易失性存储介质，存储介质包括存储的程序，其中，程序运行时控制存储介质所在的设备执行以上的回环路径的预测方法。

根据本申请实施例的再一方面，还提供了一种处理器，处理器设置为运行存储在存储器中的程序，其中，程序运行时执行以上的回环路径的预测方法。

在本申请实施例中，采用在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置；在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下，预测回环路径的方式，通过预测回环路径与生成提示信息，达到了提示用户完成回环检测的目的，从而实现了获取更加精准的即时定位与地图构建结果的技术效果，进而解决了由于没有回环路径预测以及回环提醒功能造成的即时定位与地图构建的结果不准确技术问题。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

图 1 是根据本申请实施例的一种回环路径的预测方法的流程图；

图 2 是根据本申请实施例的一种有无回环优化的区别的示意图；

图 3 是根据本申请实施例的一种全局回环和局部回环的结构图；

图 4 是根据本申请实施例的一种全局回环路径和局部回环路径的示意图；

图 5 是根据本申请实施例的一种回环路径的预测装置的结构图。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都应当属于本申请保护的范围。

需要说明的是，本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

根据本申请实施例，提供了一种回环路径的展示方法的实施例，需要说明的是，在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行，并且，虽然在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

图 1 是根据本申请实施例的一种回环路径的预测方法的流程图，该方法包括如下步骤：

步骤 S102，在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置。

根据本申请的一个可选的实施例，即时定位与地图构建是一种概念：希望机器人和/或扫描仪从未知环境的未知地点出发，在运动过程中通过重复观测到的地图特征（比如，墙角，柱子等）定位自身位置和姿态，再根据自身位置增量式的构建地图，从而达到同时定位和地图构建的目的。检测扫描设备是否第二次经过扫描路径上的起

始位置即为定位与地图构建过程中的回环检测。回环检测判断机器人和/或扫描仪是否回到了先前经过的位置，如果检测到回环，它会把信息传递给后端进行优化处理。在视觉同步定位与地图构建中，位姿的估计往往是一个递推的过程，即由上一帧位姿解算当前帧位姿，因此其中的误差便这样一帧一帧的传递下去，也就是我们所说的累积误差。一个消除误差有效的办法是进行回环检测。回环是一个比后端更加紧凑、准确的约束，这一约束条件可以形成一个拓扑一致的轨迹地图。如果能够检测到闭环，并对其优化，就可以让结果更加准确。

回环检测包括但不限于以下方法：

1. 通过图片检测回环：现有的同步定位与地图构建系统中比较流行的回环检测方法是特征点结合词袋的方法（如 ORB-SLAM, VINS-Mono）。基于词袋的方法是预先加载一个词袋字典树，通知这个预加载的字典树将图像中的每一局部特征点的描述子转换为一个单词，字典里包含着所有的单词，通过对整张图像的单词统计一个词袋向量，词袋向量间的距离即代表了两张图像之间的差异性。在图像检索的过程中，会利用倒排索引的方法，先找出与当前帧拥有相同单词的关键帧，并根据它们的词袋向量计算与当前帧的相似度，剔除相似度不够高的图像帧，将剩下的关键帧作为候选关键帧，按照词袋向量距离由近到远排序。视觉特征描述子与环境外观高度相关。外观受光照影响很大，且随时间变化，因此视觉特征地图往往具有较短的时效。

2. 激光同步定位与地图构建（激光 slam），针对点云做回环检测：首先使用 Scan Context/LiDAR Iris 进行回环帧检测，确定历史帧中的回环帧后，将回环帧与当前点云帧进行点云配准，获取回环精确位姿。回环检测的本质是利用当前点云和历史点云做相似度检测，如果历史中有对应的点云相似度较高，我们就把这个历史帧确定为回环帧，用当前点云和历史帧去做配准得到精确位姿；由于累计误差的存在，激光里程计连续下来求得本时刻与那个历史时刻的位姿存在一定的偏差，而回环检测没有累计误差。

3. 用全球定位系统辅助检测回环：根据全球定位系统提供的信息，判断当前位置与之前帧 i 的位置之间的距离，如果距离小于设置的阈值，就将当前帧与第 i 帧做相似度检测，如果相似度大于一定阈值，就把第 i 帧确定为回环帧。

作为本申请的另一个可选的实施例，扫描仪为手持扫描仪，在利用手持扫描仪进行即时定位与地图构建的过程中，同样有必要进行回环检测，并在未检测到回环时预测回环路径并生成相关提示信息。用户在利用手持扫描仪在大场景中（如地下停车场、马路、楼梯间、房间、一整栋建筑物，一个小区等百米数量级的场景）进行扫描时，扫描的过程中手持扫描仪会产生很多数量的帧，依据这些很多数量的帧可以重建上述大场景的三维模型。在利用手持扫描仪进行即时定位与地图构建的过程中，用户可以

在手持扫描仪中添加全球定位装置，也可以利用用户手机或者车辆中安装的全局定位系统，与手持扫描仪进行信号传输。用户可以通过走路或者车辆在大场景中移动。

其中，手持扫描仪内可以包括相机、惯导、全球定位装置以及一系列传感器元件，在手持扫描仪使用之前可以进行标定。

步骤 S104，在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下，预测回环路径。

根据本申请的另一个可选的实施例，进行即时定位与地图构建的过程中，如果场所较大，回环检测可以显著提高重建的质量。所以用户在使用激光雷达扫描仪扫描时，如果工作时长超过预设时长，检测到还没有完成回环，就有必要预测回环的路径。在预设时长内没有检测到扫描设备第二次经过起始位置时，即预设时长内没有检测到扫描设备完成回环时，会对回环路径进行预测。

根据上述步骤，通过预测回环路径与生成提示信息，达到了提示用户完成回环检测的目的，从而实现了获取更加精准的即时定位与地图构建结果的技术效果，进而解决了由于没有回环路径预测以及回环提醒功能造成的即时定位与地图构建的结果不准确技术问题。

在本申请的一些可选的实施例，在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下，生成提示信息。

作为本申请的另一个可选的实施例，如果发现扫描时间超过预设时长后，没有检测到任何回环，会提示用户：如果想要较高的重建精度，需要形成回环。如果发现形成局部回环，将回环内的所有帧标记为回环帧。用户在最后结束扫描时还发现存在没有形成回环的帧，就提示用户：有部分区域没有形成回环，是否结束扫描？

根据本申请的一个可选的实施例，预测回环路径，包括以下步骤：预测第一回环路径和/或第二回环路径，其中，第一回环路径为全局回环路径，第二回环路径为局部回环路径。

根据本申请的另一个可选的实施例，全局回环为扫描仪第二次经过起始位置所形成的回环，局部回环为扫描仪形成回环但是该回环不是第二次经过起始位置所形成的回环。本申请可以预测并指导用户按照可以形成全局回环的全局回环路径或者可以形成局部回环的局部回环路径完成回环。

在本申请的一些可选的实施例，预测第一回环路径，可以通过以下方法实现：获取当前帧对应的扫描设备的第一位置，并将第一位置作为第一回环路径的第一端点，其中，当前帧为扫描设备在扫描过程中生成提示信息时对应的帧；获取起始位置，并

将起始位置作为第一回环路径的第二端点；根据第一回环路径的第一端点和第二端点，生成第一回环路径。

作为本申请的一个可选的实施例，用户收到提醒信息时所生成的帧为当前帧，将当前帧作为全局回环路径的起点；用户起始位置所在的帧，也即最早的帧（没有被标记为回环帧的帧）作为全局回环路径的终点。根据全局回环路径的起点和全局回环路径的终点，生成一条可行的路径供用户选择。

在本申请的一些可选的实施例中，预测第二回环路径，通过以下方法实现：将第一位置作为第二回环路径的第一端点，获取与第一位置之间的距离为目标距离的第二位置，并将第二位置作为第二回环路径的第二端点；根据第二回环路径的第一端点和第二端点，生成第二回环路径。

作为本申请的另一个可选的实施例，用户收到提醒信息时所生成的帧为当前帧，将当前帧作为局部回环路径的起点；根据用户所在的当前位置，获取与当前帧为设定距离的先前帧，该先前帧与当前帧的时间差同样也大于设定阈值，且该先前帧没有被标记为回环帧，将该先前帧作为局部回环路径的终点。根据局部回环路径的起点和局部回环路径的终点，生成一条可行的路径供用户选择。

根据本申请的一个可选的实施例，第二位置不在目标路径上，其中，目标路径为扫描设备至少一次经过目标位置的路径，目标位置为除起始位置及与起始位置之间的距离为目标距离的位置以外的位置。

作为本申请的一个可选的实施例，预测的局部回环路径的终点应为不是起始位置或起始位置的附近位置，而且预测的局部回环路径的终点应为没有形成过局部回环的帧，也即没有被标记为回环帧的帧所在的位置。满足以上条件才会预测出一条可行的局部回环路径供用户选择。

在本申请的一些可选的实施例中，定位与地图构建的过程中，如果检测到生成局部回环路径，将检测到的局部回环路径内的所有帧标记为回环帧；在扫描设备结束扫描时，如果检测到存在除回环帧以外的帧，生成提示信息。

作为本申请的另一个可选的实施例，在进行即时定位与地图构建的过程中，如果生成了局部回环，则会将局部回环内的所有帧标记为回环帧，当用户在最后结束扫描时还发现存在有没有形成回环的帧，也即形成了多个局部回环但是还没有生成全局回环，就会提示用户：有部分区域没有形成回环，是否结束扫描？当用户想要更加精准的即时定位与地图构建结果时，用户可以按照生成的回环预测路径完成回环。

图 2 是根据本申请实施例的一种有无回环优化的区别的示意图，如图 2 所示，回环检测的意义为：关系到估计的轨迹和地图在长时间下的正确性；能够提高当前数据

与所有历史数据的关联，从而可以利用回环检测进行重定位。

图 3 是根据本申请实施例的一种全局回环和局部回环的结构图，如图 3 所示，回环可能是全局的，也可能是局部的，局部的回环对可以优化局部帧的位姿，但是不能优化没有形成回环的帧。全局回环为扫描仪第二次经过起始位置或起始位置附近的位置所形成的回环，局部回环为扫描仪第二次经过相同位置所形成的回环，但该相同位置不是起始位置或者起始位置附近的位置。

图 4 是根据本申请实施例的一种全局回环路径和局部回环路径的示意图，如图 4 所示，预测的回环路径分为全局回环路径和局部回环路径，其中 b 点表示扫描仪开始工作的起始位置，起始位置上的帧可以称为最早帧；a 点表示与当前帧所在位置为设定距离的位置，a 点上的帧没有被标记为回环帧，也即 a 点不在局部回环的路径上。其中，实线表示为当前的路径，虚线表示为预测的回环路径。

作为本申请的一个可选的实施例，执行步骤 S104 预测回环路径之后，还可以展示回环路径；和/或，控制扫描设备按照回环路径移动。

在本申请的一些可选的实施例，在显示界面展示预测出来的可行的回环路径，用户根据预测出来的可行的回环路径，可以选择是否进行回环以获得即时定位与地图构建的更准确和结果。

作为本申请的另一个可选的实施例，扫描仪可以安装于无人驾驶车辆或无人机上，自动在大场景中（如地下停车场、马路、楼梯间、房间、一整栋建筑物，一个小区等百米数量级的场景）移动。之前确定的回环路径会传输至无人驾驶车辆或无人机，无人驾驶车辆或无人机会根据之前确定的回环路径自动规划路径运行，从而使得扫描设备按照回环路径移动。

作为本申请的另一个可选的实施例，执行步骤 S104 预测回环路径之后，在展示回环路径的同时，控制扫描设备按照回环路径移动。

在本申请的一些可选的实施例中，执行步骤 S104 预测回环路径之后，扫描仪展示回环路径后，发送提示消息，当接受到用户反馈的确认消息后，控制扫描设备按照回环路径移动。

图 5 是根据本申请实施例的一种回环路径的预测装置的结构图，如图 5 所示，该装置包括：

检测模块 50，设置为在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置；

根据本申请的一个可选的实施例，即时定位与地图构建是一种概念：希望机器人

从未知环境的未知地点出发，在运动过程中通过重复观测到的地图特征（比如，墙角，柱子等）定位自身位置和姿态，再根据自身位置增量式的构建地图，从而达到同时定位和地图构建的目的。检测扫描设备是否第二次经过扫描路径上的起始位置即为定位与地图构建过程中的回环检测。回环检测判断机器人是否回到了先前经过的位置，如果检测到回环，它会把信息传递给后端进行优化处理。在视觉同步定位与地图构建中，位姿的估计往往是一个递推的过程，即由上一帧位姿解算当前帧位姿，因此其中的误差便这样一帧一帧的传递下去，也就是我们所说的累积误差。一个消除误差有效的办法是进行回环检测。回环是一个比后端更加紧凑、准确的约束，这一约束条件可以形成一个拓扑一致的轨迹地图。如果能够检测到闭环，并对其优化，就可以让结果更加准确。

回环检测包括但不限于以下方法：

1. 通过图片检测回环：现有的同步定位与地图构建系统中比较流行的回环检测方法是特征点结合词袋的方法。基于词袋的方法是预先加载一个词袋字典树，通知这个预加载的字典树将图像中的每一局部特征点的描述子转换为一个单词，字典里包含着所有的单词，通过对整张图像的单词统计一个词袋向量，词袋向量间的距离即代表了两张图像之间的差异性。在图像检索的过程中，会利用倒排索引的方法，先找出与当前帧拥有相同单词的关键帧，并根据它们的词袋向量计算与当前帧的相似度，剔除相似度不够高的图像帧，将剩下的关键帧作为候选关键帧，按照词袋向量距离由近到远排序。视觉特征描述子与环境外观高度相关。外观受光照影响很大，且随时间变化，因此视觉特征地图往往具有较短的时效。

2. 激光同步定位与地图构建，针对点云做回环检测：首先使用 Scan Context/LiDAR Iris 进行回环帧检测，确定历史帧中的回环帧后，将回环帧与当前点云帧进行点云配准，获取回环精确位姿。回环检测的本质是利用当前点云和历史点云做相似度检测，如果历史中有对应的点云相似度较高，我们就把这个历史帧确定为回环帧，用当前点云和历史帧去做配准得到精确位姿；由于累计误差的存在，激光里程计连续下来求得本时刻与那个历史时刻的位姿存在一定的偏差，而回环检测没有累计误差。

3. 用全球定位系统辅助检测回环：根据全球定位系统提供的信息，判断当前位置与之前帧 i 的位置之间的距离，如果距离小于设置的阈值，就将当前帧与第 i 帧做相似度检测，如果相似度大于一定阈值，就把第 i 帧确定为回环帧。

预测模块 52，设置为在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下，预测回环路径；

根据本申请的一个可选的实施例，即时定位与地图构建是一种概念：希望机器人

从未知环境的未知地点出发，在运动过程中通过重复观测到的地图特征（比如，墙角，柱子等）定位自身位置和姿态，再根据自身位置增量式的构建地图，从而达到同时定位和地图构建的目的。检测扫描设备是否第二次经过扫描路径上的起始位置即为定位与地图构建过程中的回环检测。回环检测判断机器人是否回到了先前经过的位置，如果检测到回环，它会把信息传递给后端进行优化处理。在视觉同步定位与地图构建中，位姿的估计往往是一个递推的过程，即由上一帧位姿解算当前帧位姿，因此其中的误差便这样一帧一帧的传递下去，也就是我们所说的累积误差。一个消除误差有效的办法是进行回环检测。回环是一个比后端更加紧凑、准确的约束，这一约束条件可以形成一个拓扑一致的轨迹地图。如果能够检测到闭环，并对其优化，就可以让结果更加准确。

回环检测包括但不限于以下方法：

1. 通过图片检测回环：现有的同步定位与地图构建系统中比较流行的回环检测方法是特征点结合词袋的方法。基于词袋的方法是预先加载一个词袋字典树，通知这个预加载的字典树将图像中的每一局部特征点的描述子转换为一个单词，字典里包含着所有的单词，通过对整张图像的单词统计一个词袋向量，词袋向量间的距离即代表了两张图像之间的差异性。在图像检索的过程中，会利用倒排索引的方法，先找出与当前帧拥有相同单词的关键帧，并根据它们的词袋向量计算与当前帧的相似度，剔除相似度不够高的图像帧，将剩下的关键帧作为候选关键帧，按照词袋向量距离由近到远排序。视觉特征描述子与环境外观高度相关。外观受光照影响很大，且随时间变化，因此视觉特征地图往往具有较短的时效。

2. 激光同步定位与地图构建，针对点云做回环检测：首先使用 Scan Context/LiDAR Iris 进行回环帧检测，确定历史帧中的回环帧后，将回环帧与当前点云帧进行点云配准，获取回环精确位姿。回环检测的本质是利用当前点云和历史点云做相似度检测，如果历史中有对应的点云相似度较高，我们就把这个历史帧确定为回环帧，用当前点云和历史帧去做配准得到精确位姿；由于累计误差的存在，激光里程计连续下来求得本时刻与那个历史时刻的位姿存在一定的偏差，而回环检测没有累计误差。

3. 用全球定位系统辅助检测回环：根据全球定位系统提供的信息，判断当前位置与之前帧 i 的位置之间的距离，如果距离小于设置的阈值，就将当前帧与第 i 帧做相似度检测，如果相似度大于一定阈值，就把第 i 帧确定为回环帧。

在本申请的一些可选的实施例，在显示界面展示预测出来的可行的回环路径，用户根据预测出来的可行的回环路径，可以选择是否进行回环以获得即时定位与地图构建的更准确和结果。

需要说明的是，图 5 所示实施例的优选实施方式可以参见图 1 所示实施例的相关描述，此处不再赘述。

本申请实施例还提供一种非易失性存储介质，非易失性存储介质包括存储的程序，其中，程序运行时控制存储介质所在的设备执行以上的回环路径的预测方法。

非易失性存储介质执行以下功能的程序：在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置；在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下，预测回环路径。

本申请实施例还提供了一种处理器，处理器设置为运行存储在存储器中的程序，其中，程序运行时执行以上的回环路径的预测方法。

处理器用于运行执行以下功能的程序：在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置；在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下，预测回环路径。

上述本申请实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

在本申请的上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中沒有详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在本申请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。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，单元或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请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。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，

可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对相关技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可为个人计算机、服务器或者网络设备）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、只读存储器（ROM, Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM, Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述仅是本申请的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

工业实用性

本申请实施例提供的方案可应用于回环检测技术领域，在本申请实施例中，采用在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置；在检测到扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过起始位置的情况下，预测回环路径的方式，通过预测回环路径与生成提示信息，达到了提示用户完成回环检测的目的，从而实现了获取更加精准的即时定位与地图构建结果。

权利要求书

1. 一种回环路径的预测方法，包括：

在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置；

在检测到所述扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过所述起始位置的情况下，预测回环路径。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：在检测到所述扫描设备的扫描移动轨迹在所述预设时长内未第二次经过所述起始位置的情况下，生成提示信息。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，预测回环路径，包括：

预测第一回环路径和/或第二回环路径，其中，所述第一回环路径为全局回环路径，所述第二回环路径为局部回环路径。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，预测第一回环路径，包括：

获取当前帧对应的扫描设备的第一位置，并将所述第一位置作为所述第一回环路径的第一端点，其中，所述当前帧为所述扫描设备在扫描过程中生成所述提示信息时对应的帧；

获取所述起始位置，并将所述起始位置作为所述第一回环路径的第二端点；

根据所述第一回环路径的第一端点和第二端点，生成所述第一回环路径。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，预测第二回环路径，包括：

将所述第一位置作为所述第二回环路径的第一端点；

获取与所述第一位置之间的距离为目标距离的第二位置，并将所述第二位置作为所述第二回环路径的第二端点；

根据所述第二回环路径的第一端点和第二端点，生成所述第二回环路径。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其中，

所述第二位置不在目标路径上，其中，所述目标路径为所述扫描设备至少一次经过目标位置的路径，所述目标位置为除所述起始位置及与所述起始位置之间的距离为所述目标距离的位置以外的位置。

7. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述方法还包括：

在进行所述即时定位与地图构建的过程中，如果检测到生成所述局部回环路径，将检测到的所述局部回环路径内的所有帧标记为回环帧；

在所述扫描设备结束扫描时，如果检测到存在除所述回环帧以外的帧，生成所述提示信息。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任意一项所述的方法，其中，预测回环路径之后，所述方法还包括：

展示所述回环路径；和/或

控制所述扫描设备按照所述回环路径移动。

9. 一种回环路径的预测装置，包括：

检测模块，设置为在进行即时定位与地图构建的过程中，检测扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内是否未第二次经过扫描路径上的起始位置；

预测模块，设置为在检测到所述扫描设备的扫描移动轨迹在预设时长内未第二次经过所述起始位置的情况下，预测回环路径。

10. 一种非易失性存储介质，所述非易失性存储介质包括存储的程序，其中，在所述程序运行时控制所述非易失性存储介质所在设备执行权利要求 1 至 8 中任意一项所述的回环路径的预测方法。

11. 一种处理器，所述处理器设置为运行存储在存储器中的程序，其中，所述程序运行时执行权利要求 1 至 8 中任意一项所述的回环路径的预测方法。

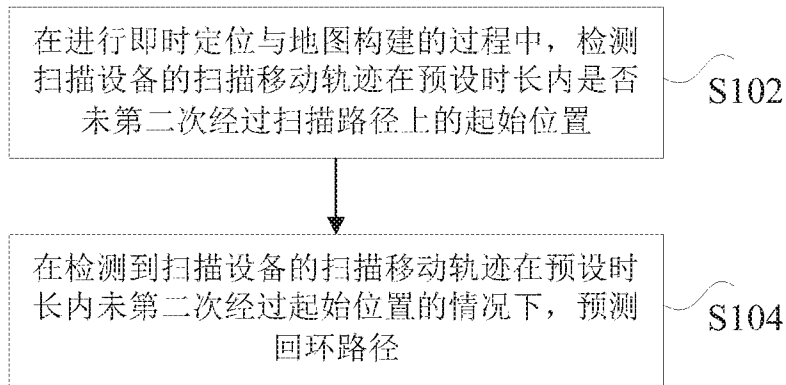


图 1

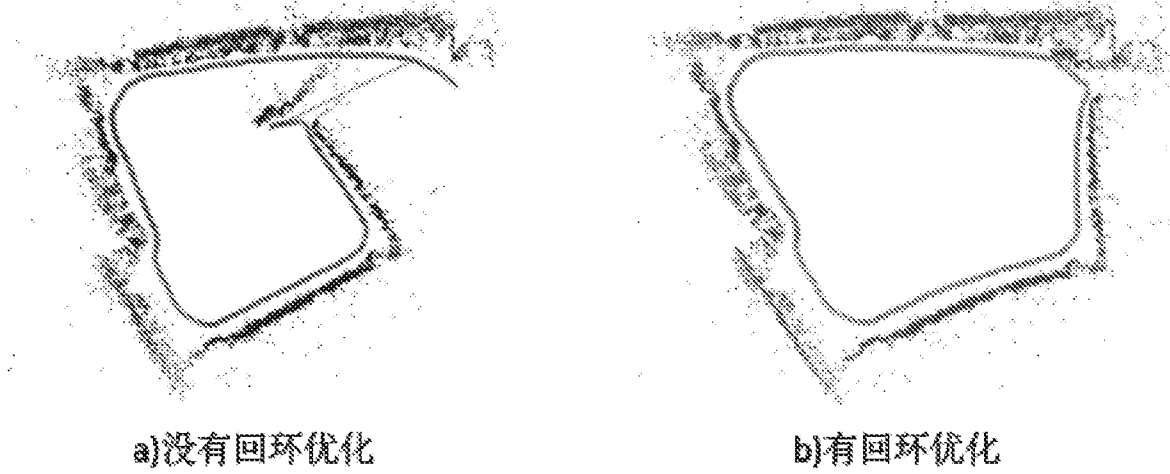


图 2

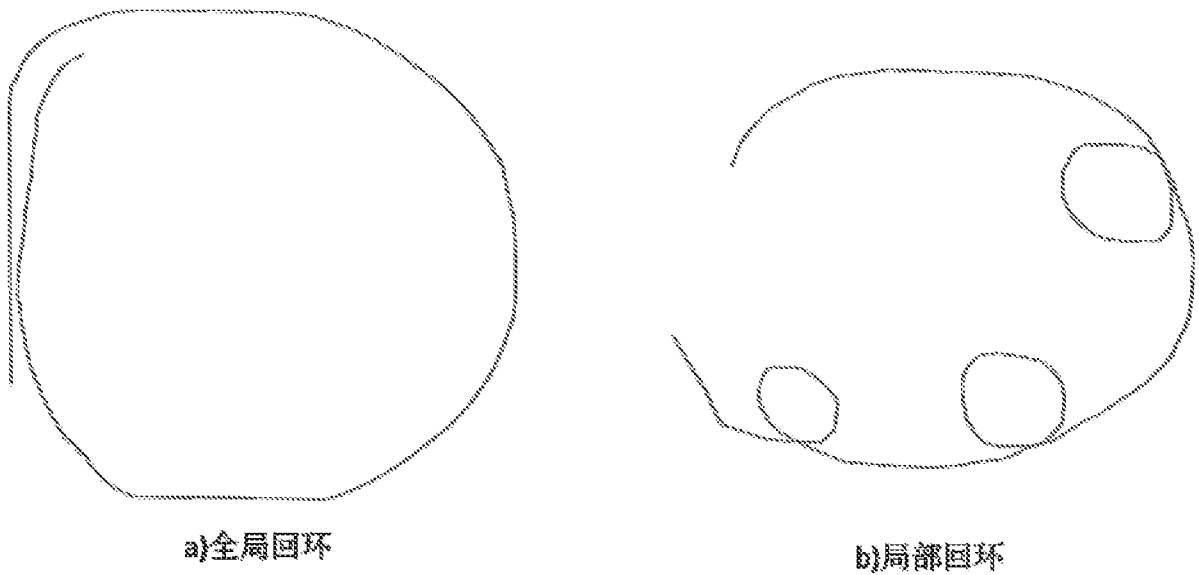


图 3

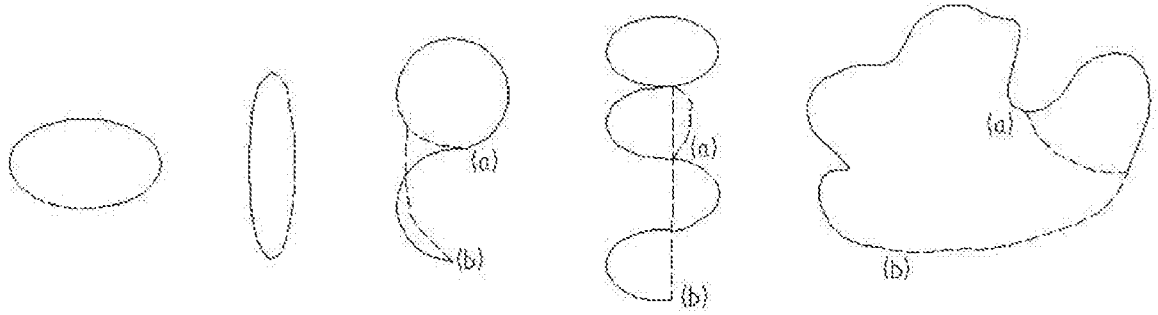


图 4

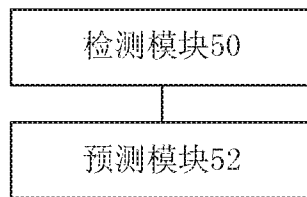


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/113875

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01C21/00(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) IPC:G01C21 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, CNTXT, CNKI: 闭环, 初始, 第2次, 第二次, 二次, 轨迹, 回环, 检测, 矫正, 经过, 局部, 开始, 路过, 路径, 没, 起初, 起始, 时长, 时段, 时间, 时间段, 是否, 未, 位置, 无, 校正, 校准, 修正, 有, 有无, 预测, 再次, 主动, 自动, 自适应, 自主 DWPI, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT: active, adaptive, automatic, have, initiative, long, loop, none, pass, path, through, time, trajectory, without, no, not, go by		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115420275 A (SHINING 3D TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 December 2022 (2022-12-02) description, paragraphs 5-15	1-11
X	CN 112955901 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 June 2021 (2021-06-11) description, paragraphs 3, 26, and 34-62	1-11
A	CN 114034299 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 11 February 2022 (2022-02-11) entire document	1-11
A	CN 111862162 A (HUBEI ECARX TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 October 2020 (2020-10-30) entire document	1-11
A	CN 113791616 A (SHENZHEN EXCELLAND TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 December 2021 (2021-12-14) entire document	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 08 November 2023		Date of mailing of the international search report 10 November 2023
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/113875

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 114674311 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 28 June 2022 (2022-06-28) entire document	1-11
A	JP 2017146952 A (CANON K. K.) 24 August 2017 (2017-08-24) entire document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2023/113875

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115420275	A	02 December 2022	None			
CN	112955901	A	11 June 2021	US	2020202550	A1	25 June 2020
				US	10991117	B2	27 April 2021
				WO	2020138596	A1	02 July 2020
				EP	3834133	A1	16 June 2021
CN	114034299	A	11 February 2022	None			
CN	111862162	A	30 October 2020	CN	111862162	B	11 June 2021
				WO	2022022256	A1	03 February 2022
CN	113791616	A	14 December 2021	None			
CN	114674311	A	28 June 2022	None			
JP	2017146952	A	24 August 2017	JP	6823403	B2	03 February 2021
				US	2017236301	A1	17 August 2017
				US	10171730	B2	01 January 2019

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01C21/00(2006.01)i</p> <p>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</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC:G01C21</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS,CNXTXT,CNKI:闭环,初始,第2次,第二次,二次,轨迹,回环,检测,矫正,经过,局部,开始,路过,路径,没,起初,起始,时长,时段,时间,时间段,是否,未,位置,无,校正,校准,修正,有,有无,预测,再次,主动,自动,自适应,自主 DWPI,VEN,USTXT,EPTXT,WOTXT:active,adaptive,automatic,have,initiative,long,loop,none,pass,path,through,time,trajectory,without,no,not,go by</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 115420275 A (先临三维科技股份有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 说明书第5-15段</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 112955901 A (三星电子株式会社) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 说明书第3、26、34-62段</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114034299 A (中南大学) 2022年2月11日 (2022 - 02 - 11) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111862162 A (湖北亿咖通科技有限公司) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 113791616 A (深圳优地科技有限公司) 2021年12月14日 (2021 - 12 - 14) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114674311 A (中国矿业大学) 2022年6月28日 (2022 - 06 - 28) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “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) “O” 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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 115420275 A (先临三维科技股份有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 说明书第5-15段	1-11	X	CN 112955901 A (三星电子株式会社) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 说明书第3、26、34-62段	1-11	A	CN 114034299 A (中南大学) 2022年2月11日 (2022 - 02 - 11) 全文	1-11	A	CN 111862162 A (湖北亿咖通科技有限公司) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 全文	1-11	A	CN 113791616 A (深圳优地科技有限公司) 2021年12月14日 (2021 - 12 - 14) 全文	1-11	A	CN 114674311 A (中国矿业大学) 2022年6月28日 (2022 - 06 - 28) 全文	1-11
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 115420275 A (先临三维科技股份有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 说明书第5-15段	1-11																					
X	CN 112955901 A (三星电子株式会社) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 说明书第3、26、34-62段	1-11																					
A	CN 114034299 A (中南大学) 2022年2月11日 (2022 - 02 - 11) 全文	1-11																					
A	CN 111862162 A (湖北亿咖通科技有限公司) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 全文	1-11																					
A	CN 113791616 A (深圳优地科技有限公司) 2021年12月14日 (2021 - 12 - 14) 全文	1-11																					
A	CN 114674311 A (中国矿业大学) 2022年6月28日 (2022 - 06 - 28) 全文	1-11																					
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																						
2023年11月8日	2023年11月10日																						
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																						
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	伍晓霞																						
	电话号码 (+86) 020-28950808																						

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
A	JP 2017146952 A (CANON KK) 2017年8月24日 (2017 - 08 - 24) 全文	1-11

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/113875

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	115420275	A	2022年12月2日	无			
CN	112955901	A	2021年6月11日	US	2020202550	A1	2020年6月25日
				US	10991117	B2	2021年4月27日
				WO	2020138596	A1	2020年7月2日
				EP	3834133	A1	2021年6月16日
CN	114034299	A	2022年2月11日	无			
CN	111862162	A	2020年10月30日	CN	111862162	B	2021年6月11日
				WO	2022022256	A1	2022年2月3日
CN	113791616	A	2021年12月14日	无			
CN	114674311	A	2022年6月28日	无			
JP	2017146952	A	2017年8月24日	JP	6823403	B2	2021年2月3日
				US	2017236301	A1	2017年8月17日
				US	10171730	B2	2019年1月1日