

(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
2022 年 1 月 20 日 (20.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/012229 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/098981
- (22) 国际申请日: 2021 年 6 月 8 日 (08.06.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010680255.2 2020 年 7 月 15 日 (15.07.2020) CN
- (71) 申请人: 京 东 科 技 信 息 有 限 公 司 (JINGDONG TECHNOLOGY INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市北京经济技术开发区科创十一街 18 号院 2 号楼 6 层 601, Beijing 100176 (CN)。

- (72) 发明人: 姚秀军(YAO, Xiujun); 中国北京市北京经济技术开发区科创十一街 18 号院 2 号楼 6 层 601, Beijing 100176 (CN)。 马福强(MA, Fuqiang); 中国北京市北京经济技术开发区科创十一街 18 号院 2 号楼 6 层 601, Beijing 100176 (CN)。 王超(WANG, Chao); 中国北京市北京经济技术开发区科创十一街 18 号院 2 号楼 6 层 601, Beijing 100176 (CN)。 桂晨光(GUI, Chenguang); 中国北京市北京经济技术开发区科创十一街 18 号院 2 号楼 6 层 601, Beijing 100176 (CN)。 崔丽华(CUI, Lihua); 中国北京市北京经济技术开发区科创十一街 18 号院 2 号楼 6 层 601, Beijing 100176 (CN)。
- (74) 代理人: 北 京 律 智 知 识 产 权 代 理 有 限 公 司 (BEIJING INTELLEGAL INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LTD.); 中国北京市朝阳区

(54) Title: ROBOT RELOCALIZATION METHOD AND APPARATUS, AND STORAGE MEDIUM AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 机器人的重定位方法及装置、存储介质、电子设备

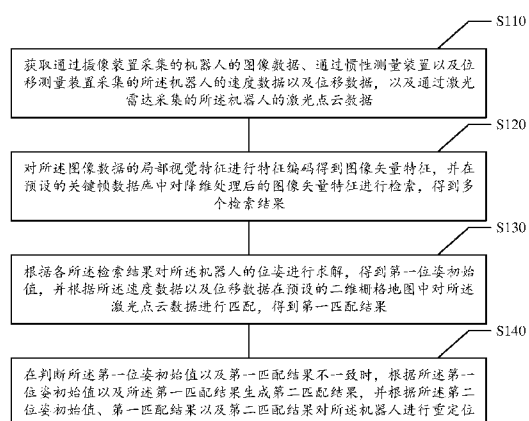


图 1

S110 ACQUIRE ROBOT IMAGE DATA COLLECTED BY MEANS OF A PHOTOGRAPHIC APPARATUS, ROBOT SPEED DATA AND DISPLACEMENT DATA COLLECTED BY MEANS OF AN INERTIAL MEASUREMENT APPARATUS AND A DISPLACEMENT MEASUREMENT APPARATUS, AND LASER POINT CLOUD DATA, COLLECTED BY MEANS OF A LASER RADAR, OF THE ROBOT

S120 PERFORM FEATURE CODING ON LOCAL VISUAL FEATURES OF THE IMAGE DATA TO OBTAIN IMAGE VECTOR FEATURES, AND SEARCH, IN A PRE-SET KEY FRAME DATABASE, FOR THE IMAGE VECTOR FEATURES SUBJECTED TO DIMENSION REDUCTION PROCESSING, SO AS TO OBTAIN A PLURALITY OF SEARCH RESULTS

S130 SOLVE THE POSE OF THE ROBOT ACCORDING TO EACH SEARCH RESULT, SO AS TO OBTAIN A FIRST POSE INITIAL VALUE, AND PERFORM MATCHING ON THE LASER POINT CLOUD DATA IN A PRE-SET TWO-DIMENSIONAL GRID MAP ACCORDING TO THE SPEED DATA AND THE DISPLACEMENT DATA, SO AS TO OBTAIN A FIRST MATCHING RESULT

S140 WHEN IT IS DETERMINED THAT THE FIRST POSE INITIAL VALUE IS INCONSISTENT WITH THE FIRST MATCHING RESULT, GENERATE A SECOND MATCHING RESULT ACCORDING TO THE FIRST POSE INITIAL VALUE AND THE FIRST MATCHING RESULT, AND PERFORM ROBOT RELOCALIZATION ACCORDING TO A SECOND POSE INITIAL VALUE, THE FIRST MATCHING RESULT AND THE SECOND MATCHING RESULT

(57) Abstract: A robot relocalization method and apparatus, and a storage medium and an electronic device. The method comprises: performing feature coding on local visual features of image data to obtain image vector features, and searching, in a pre-set key frame database, for the image vector features subjected to dimension reduction processing, so as to obtain a plurality of search results (S120); solving the pose of a robot according to each search result, so as to obtain a first pose initial value, and performing matching on laser point cloud data in a pre-set two-dimensional grid map according to speed data and displacement data, so as to obtain a first matching result (S130); and generating a second matching result according to the first pose initial value and the first matching result, and performing robot relocalization according to a second pose initial value, the first matching result and the second matching result.

(57) 摘要: 一种机器人的重定位方法及装置、存储介质、电子设备, 该方法包括: 对图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征, 并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索, 得到多个检索结果 (S120); 根据各检索结果对机器人的位姿进行求解, 得到第一位姿初始值, 并根据速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对激光点云数据进行匹配, 得到第一匹配结果 (S130); 根据第一位姿初始值以及第一匹配结果生成第二匹配结果, 并根据第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对机器人进行重定位。



区 慧 忠 路 5 号 B1605、 B1606、 B1607, Beijing
100101 (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, IT,
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,
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。

(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))。

机器人的重定位方法及装置、存储介质、电子设备

本申请以申请日为 2020 年 7 月 15 日、申请号为 202010680255.2、发明名称为“机器人的重定位方法及装置、存储介质、电子设备”作为优先权。

5 技术领域

本公开实施例涉及机器人技术领域，具体而言，涉及一种机器人的重定位方法、机器人的重定位装置、计算机可读存储介质以及电子设备。

背景技术

10 随着人工智能的不断发展，机器人的应用场景得到极大拓展，给人们的生产生活带来了极大的便利，同时，对于机器人的效率以及智能化的要求也越来越高，例如，对于自主行走机器人来说，要求机器人对于行走路线要有较高效的行走路径规划。

目前，基于视觉和激光 SLAM（simultaneous localization and mapping，同步定位与建图）的定位方法，可以利用环境信息进行主动定位，不需要对环境进行改造。

发明内容

15 根据本公开的一个方面，提供一种机器人的重定位方法，包括：

获取通过摄像装置采集的机器人的图像数据、通过惯性测量装置以及位移测量装置采集的所述机器人的速度数据以及位移数据，以及通过激光雷达采集的所述机器人的激光点云数据；

20 对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果；

根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；

25 在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果，并根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

在本公开的一种示例性实施例中，对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征包括：

30 提取所述图像数据的局部视觉特征，并在预设的视觉词典中查找与所述局部视觉特征临近的视觉单词；

计算所述局部视觉特征与所述视觉单词之间的残差向量，并将属于同一所述视觉单

词的残差向量进行累加求和操作得到残差和向量；

根据所述视觉单词在所述预设的视觉词典中的索引顺序对所述残差和向量进行连接，得到所述图像矢量特征。

5 在本公开的一种示例性实施例中，在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果包括：

对所述图像矢量特征进行降维处理，并对降维处理后的图像矢量特征进行空间划分，得到多个子向量；

在预设的关键帧数据库中获取与各所述子向量对应的聚类中心以及各所述聚类中心的索引，并计算各所述子向量与各所述聚类中心之间的距离；

10 在判断所述距离小于预设阈值时，根据所述聚类中心的索引获取与所述聚类中心对应的图像矢量，并根据多个所述图像矢量得到多个所述检索结果。

在本公开的一种示例性实施例中，根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值包括：

15 对各所述检索结果进行特征匹配，得到各所述检索结果之间的匹配特征以及匹配特征之间的匹配关系；

根据各所述匹配特征以及各所述匹配特征之间的匹配关系对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值。

在本公开的一种示例性实施例中，根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果包括：

20 对所述速度数据以及位移数据进行融合，得到第二位姿初始值；

基于所述第二位姿初始值在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果。

在本公开的一种示例性实施例中，根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位包括：

25 分别为所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果配置第一权重值、第二权重值以及第三权重值；

对所述第二位姿初始值、第一匹配结果、第二匹配结果，以及第一权重值、第二权重值、第三权重值分别进行加权求和；

根据加权求和结果对所述机器人进行重定位。

30 在本公开的一种示例性实施例中，所述机器人的重定位方法还包括：

判断所述图像数据是否满足预设条件；若是，则将所述图像数据作为关键帧存储至所述关键帧数据库中；

其中，所述预设条件至少包括以下一项：

35 所述速度数据以及与所述速度数据对应的上一时刻的速度数据之间的差值大于预设速度阈值；

所述位移数据以及与所述位移数据对应的上一时刻的位移数据之间的差值大于预设位移阈值；

所述图像数据以及与所述图像数据对应的上一帧图像数据之间的重叠部分小于预设重叠阈值。

5 根据本公开的一个方面，提供一种机器人的重定位装置，包括：

数据获取模块，用于获取通过摄像装置采集的机器人的图像数据、通过惯性测量装置以及位移测量装置采集的所述机器人的速度数据以及位移数据，以及通过激光雷达采集的所述机器人的激光点云数据；

10 特征编码模块，用于对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果；

数据匹配模块，用于根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；

15 重定位模块，用于在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果，并根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

根据本公开的一个方面，提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现上述任意一项所述的机器人的重定位方法。

20 根据本公开的一个方面，提供一种电子设备，包括：

处理器；以及

存储器，用于存储所述处理器的可执行指令；

其中，所述处理器配置为经由执行所述可执行指令来执行上述任意一项所述的机器人的重定位方法。

25 应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的，并不能限制本公开。

附图说明

30 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。在附图中：

图 1 示意性示出根据本公开示例实施例的一种机器人的重定位方法的流程图。

图 2 示意性示出根据本公开示例实施例的一种机器人的结构示意图。

图 3 示意性示出根据本公开示例实施例的一种二维栅格地图的构建方法的流程图。

图 4 示意性示出根据本公开示例实施例的一种对图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征的方法流程图。

5 图 5 示意性示出根据本公开示例实施例的一种在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果的方法流程图。

图 6 示意性示出根据本公开示例实施例的一种根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位的方法流程图。

图 7 示意性示出根据本公开示例实施例的另一种机器人的重定位方法的流程图。

图 8 示意性示出根据本公开示例实施例的一种机器人的重定位装置的框图。

10 图 9 示意性示出根据本公开示例实施例的一种用于实现上述机器人的重定位方法的电子设备。

具体实施方式

现在将参照附图更全面地描述示例实施方式。然而，示例实施方式能够以多种形式实施，且不应被理解为限于在此阐述的范例；相反，提供这些实施方式使得本公开将更
15 加全面和完整，并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施方式中。

此外，附图仅为本公开的示意性图解，并非一定是按比例绘制。图中相同的附图标记表示相同或类似的部分，因而将省略对它们的重复描述。附图中所示的一些方框图是功能实体，不一定必须与物理或逻辑上独立的实体相对应。可以采用软件形式来实现这
20 些功能实体，或在一个或多个硬件模块或集成电路中实现这些功能实体，或在不同网络和/或处理器装置和/或微控制器装置中实现这些功能实体。

导航和定位技术是室内机器人系统的关键技术之一，目前常用的定位技术主要包括 Outside-In（外向内定位）和 Inside-Out（内向外定位）两类。其中，Outside-In 的定位方式包括基于 April tag（视觉基准库）码的视觉定位方法以及基于可见光通信的定位方法；
25 Inside-Out 的方法包括视觉和激光 SLAM（simultaneous localization and mapping，同步定位与建图）的定位方法等。

但是，上述方法存在如下缺陷：一方面，Outside-In 的定位方式需要在使用环境中预先设定先验信息，对工作环境进行一定程度的改造，限制了使用场景的扩展；另一方面，Inside-Out 的定位方式可以利用环境信息进行主动定位，不需要对环境进行改造，但随着
30 场景的扩展，传统的定位算法在复杂和非结构化场景下的定位鲁棒性无法满足应用要求，如：在重复场景下的重定位问题；在非结构化场景下的定位准确性问题；在空旷场景下的定位鲁棒性问题等。

本示例实施方式中首先提供了一种机器人的重定位方法，该方法可以运行于机器人；

当然，本领域技术人员也可以根据需求在其他平台运行本公开的方法，本示例性实施例中对此不做特殊限定。参考图 1 所示，该机器人的重定位方法可以包括以下步骤：

步骤 S110. 获取通过摄像装置采集的机器人的图像数据、通过惯性测量装置以及位移测量装置采集的所述机器人的速度数据以及位移数据，以及通过激光雷达采集的所述机器人的激光点云数据；

步骤 S120. 对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果；

步骤 S130. 根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；

步骤 S140. 在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果，并根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

上述机器人的重定位方法中，一方面，通过对图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果；并根据各检索结果对机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；最后根据第一位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对机器人进行重定位，解决了现有技术中无法实现在重复场景下的重定位的问题；另一方面，通过根据各检索结果对机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；最后根据第一位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对机器人进行重定位，解决了现有技术中在非结构化场景下，定位的准确性较低的问题；再一方面，由于图像数据、速度数据、位移数据以及激光点云数据是通过不同的传感器采集得到的，因此实现了多传感器的融合，进一步的提升了机器人的重定位结果的准确率。

以下，将结合附图对本公开示例实施例机器人的重定位方法中涉及的步骤进行详细的解释以及说明。

首先，对本公开示例实施例中所涉及的机器人进行解释以及说明。参考图 2 所示，该机器人中可以包括激光雷达 201、双目摄像头（摄像装置）202、IMU（Inertial measurement unit，惯性测量单元）203、轮式编码器（Odom）204 以及控制器 205。其中：

激光雷达可以用于采集机器人的激光点云数据，双目摄像头可以用于采集机器人的图像数据，惯性测量单元可以用于采集机器人的加速度数据以及角速度数据，轮式编码器可以用于采集机器人的移动距离；控制器可以用于执行本申请所记载的机器人的重定位方法。

其次，对本公开示例实施例中所涉及的建图过程，也就是构建二维栅格地图的过程进行解释以及说明。具体的，使用激光 SLAM 建立 2D 栅格地图过程中，使用摄像头捕捉关

键帧图像,并对关键帧图像进行特征编码,其中特征编码的方法可以为 BoW(Bog of words, 词袋)、VLAD (Vector of Aggragate Locally Descriptor, 局部聚集描述子向量)、NetVLAD 等。

其中,具体的建图过程可以参考图 3 所示。

5 步骤 S310,通过双目摄像头采集机器人的图像数据、通过惯性测量单元以及轮式编码器采集所述机器人的速度数据以及位移数据,以及通过激光雷达采集所述机器人的激光点云数据;

步骤 S320,判断所述图像数据是否满足预设条件;其中,所述预设条件至少包括以下一项:

10 所述速度数据以及与所述速度数据对应的上一时刻的速度数据之间的差值大于预设速度阈值;

所述位移数据以及与所述位移数据对应的上一时刻的位移数据之间的差值大于预设位移阈值;

15 所述图像数据以及与所述图像数据对应的上一帧图像数据之间的重叠部分小于预设重叠阈值;

步骤 S330,若是,则对所述图像数据进行特征编码,并将特征编码后的图像数据作为关键帧存储至所述关键帧数据库中;若否,则跳转至步骤 S310;

步骤 S340,基于所述关键帧数据库构建二维(2D)栅格地图。

20 其中,以 VLAD 算法为例,对图像数据进行特征编码的具体过程进行解释以及说明,当然,使用树形 BoW 算法、NetVLAD 等可以实现同样的功能。首先,获取一帧图像,并对图像提取局部视觉特征;其次,使用 K-means 算法获取视觉词典;然后,对当前图像的局部视觉特征查找最近邻视觉单词,然后计算残差向量,并将同一个视觉单词的残差向量进行累加求和;最后,将所有视觉单词形成的残差向量进行首尾链接,形成超长矢量,超长矢量的维度为 $k*d$,其中, k 为聚类中心的数量, d 为局部视觉特征的维度;进一步的,25 当建图完成后对所有数据库图像的图像编码进行 PCA 降维,如将维度降到 $D=128$;再使用 PCA 降维后的数据库数据训练 PQ(Product Quantization,乘积量化)模型。

以下,对步骤 S110-步骤 S140 进行解释以及说明。

30 在步骤 S110 中,获取通过摄像装置采集的机器人的图像数据、通过惯性测量装置以及位移测量装置采集的所述机器人的速度数据以及位移数据,以及通过激光雷达采集的所述机器人的激光点云数据。

在本示例实施例中,摄像装置例如可以是双目摄像头、惯性测量装置例如可以是 IMU (Inertial measurement unit, 惯性测量单元)、唯一测量装置例如可以是轮式编码器(Odom)。具体的,控制器可以分别从双目摄像机中获取机器人的图像数据、从 IMU 中获取机器人的加速度数据以及角速度数据、从轮式编码器中获取机器人的位移数据,最后再从激光雷35 达中获取机器人的激光点云数据。

在步骤 S120 中，对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果。

在本示例实施例中，首先，对图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征。具体的，参考图 4 所示，对图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征

5 可以包括步骤 S410-步骤 S430。其中：

在步骤 S410 中，提取所述图像数据的局部视觉特征，并在预设的视觉词典中查找与所述局部视觉特征临近的视觉单词；

在步骤 S420 中，计算所述局部视觉特征与所述视觉单词之间的残差向量，并将属于同一所述视觉单词的残差向量进行累加求和操作得到残差和向量；

10 在步骤 S430 中，根据所述视觉单词在所述预设的视觉词典中的索引顺序对所述残差和向量进行连接，得到所述图像矢量特征。

以下，将对步骤 S410-步骤 S430 进行解释以及说明。首先，获取视觉词典，该词典可以使用通用图像数据库和 K-means 算法进行训练，也可以使用第三方公开视觉词典，视觉词典包含 k 个视觉单词；其次，可以基于 SIFT (Scale-invariant feature transform, 尺度不变特征变换)、SURF (Speeded Up Robust Features, 加速稳健特征)、ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF, 快速特征点提取和描述) 等算法，提取图像数据的局部视觉特征。具体的，以 SIFT 算法为例，对如何提取图像数据的局部特征进行解释以及说明。首先，生成图像数据的尺度空间，并检测尺度空间的极值点；然后，对极值点进行精确定位，并为每个关键点指定方向参数；最后，基于该方向参数生成关键点描述子，以得到局部视觉特征。进一步的，计算局部视觉特征和最近邻视觉单词的残差向量，并将属于同一视觉单词的残差向量进行累加求和操作；完成所有视觉特征的上述计算之后，将所有残差和向量按照视觉单词的索引顺序进行首尾连接，形成一个超长矢量作为一张图像的表达。

进一步的，在本示例实施例中，当得到图像矢量特征以后，还需要在在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果。具体的，参考图 5 所示，在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果可以包括步骤 S510-步骤 S530。其中：

在步骤 S510 中，对所述图像矢量特征进行降维处理，并对降维处理后的图像矢量特征进行空间划分，得到多个子向量；

30 在步骤 S520 中，在预设的关键帧数据库中获取与各所述子向量对应的聚类中心以及各所述聚类中心的索引，并计算各所述子向量与各所述聚类中心之间的距离；

在步骤 S530 中，在判断所述距离小于预设阈值时，根据所述聚类中心的索引获取与所述聚类中心对应的图像矢量，并根据多个所述图像矢量得到多个所述检索结果。

以下，将对步骤 S510-步骤 S530 进行解释以及说明。首先，使用 PCA (Principal Component Analysis, 主成分分析) 模型对图像矢量特征进行降维操作；具体可以包括：对图像矢量特征进行均值归一化，然后根据归一化处理后的图像矢量特征计算协方差矩阵；

对协方差矩阵进行奇异值分解，选取前 K 个特征值对应的特征向量，并输出降维的投影特征矩阵，最后输出降维后的图像矢量特征。然后，基于 PQ 算法对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果。其中：

PQ (Product Quantization, 乘积量化) 模型的原理为：

5 首先，获取使用 PCA 压缩后的图像矢量表达数据库，包含 N 张图像的 D 维表达，即 $N \times D$ 维矩阵；

其次，将上述矩阵划分成 M 个子矩阵，称为子空间，每个子空间的维度为 D/M ，如当 $D=128$ ， $M=8$ 时， $d=D/M=128/8=16$ ；

10 然后，对每个子空间内的 N 个向量使用 k-means 算法进行聚类分析，获取 k 个聚类中心；

最后，对每个子空间的 N 个向量使用 KNN 算法查找最近邻聚类中心，将所有 M 个子空间的 N 个子向量和对应最近邻聚类中心的索引制作成数据库的查找表；

进一步的，基于 PQ 算法对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果可以包括：首先，对降维处理后的图像矢量特征进行空间划分，得到多个子向量，并计算
15 每个子向量对应所有聚类中心的索引和距离，并制成在线查找表；然后，当计算当前图像矢量和数据库中任一图像矢量表达的相似性时，在数据库的查找表中查找数据库图像矢量的在 M 个子空间的索引号；最后，根据索引号在在线查找表中查找对应的距离，将 M 个子空间的距离累积，距离的累加和作为当前图像矢量和数据库中该图像矢量的相似性。

20 在步骤 S130 中，根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果。

在本示例实施例中，首先，对各所述检索结果进行特征匹配，得到各所述检索结果之间的匹配特征以及匹配特征之间的匹配关系；其次，根据各所述匹配特征以及各所述匹配特征之间的匹配关系对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值；然后，对所述
25 速度数据以及位移数据进行融合，得到第二位姿初始值；进一步的，基于所述第二位姿初始值在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果。详细而言：

首先，对获取的 N 张图像（检索结果）进行特征级匹配，得到各检索之间的匹配特征以及匹配特征之间的匹配关系，并将满足一定匹配阈值的检索结果保留；其次，使用 PnP
30 (Perspective-n-Point, 三维到二维的点对运动) 算法对匹配特征以及匹配关系进行位姿求解，并使用最小二乘进行位姿优化得到第一位姿初始值；进一步的，基于 EKF (Extended Kalman Filter, 扩展卡尔曼滤波) 融合 IMU 和 Odom 数据，获取第二位姿初值（平移和旋转）；最后，基于 CSM (Canonical Scan Matcher, 标准扫描匹配) 算法以及第二位姿初始值，在预设的 2D 栅格地图中对激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果。

35 在步骤 S140 中，在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述

第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果，并根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

在本示例实施例中，首先，判断第一位姿初始值以及第一匹配结果是否一致，如果一致，则证明机器人的位置是准确的，不需要进行重定位；如果不一致，则根据第一位姿初始值以及第一匹配结果生成新的视觉匹配结果（第二匹配结果），然后再根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

具体的，参考图 6 所示，根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位可以包括步骤 S610-步骤 S630，其中：

在步骤 S610 中，分别为所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果配置第一权重值、第二权重值以及第三权重值；

在步骤 S620 中，对所述第二位姿初始值、第一匹配结果、第二匹配结果，以及第一权重值、第二权重值、第三权重值分别进行加权求和；

在步骤 S630 中，根据加权求和结果对所述机器人进行重定位。

以下，将对步骤 S610-步骤 S630 进行解释以及说明。具体的：

$$\varepsilon = \operatorname{argmin} \{ \alpha R_{ekf} + \beta R_{csm} + \gamma R_{vision} \};$$

其中， ε 为机器人的重定位结果， R_{ekf} 为第二位姿初始值、 R_{csm} 为第一匹配结果、 R_{vision} 为第二匹配结果， α 、 β 以及 γ 分别为第一权重值、第二权重值以及第三权重值，并且有 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。

以下，将结合图 7 对本公开示例实施例的机器人的重定位方法进行进一步的解释以及说明。参考图 7 所示，该机器人的重定位方法可以包括以下步骤：

步骤 S710，获取一帧图像，并对图像提取局部视觉特征；

步骤 S720，对该帧图像进行图像编码，并使用 PCA 模型进行降维操作；

步骤 S730，使用 PQ 模型在数据库中进行图像检索，获取最相似的 N 张图像；

步骤 S740，对获取的 N 张图像进行特征级匹配，满足一定阈值的图像被保留，并保存特征的匹配关系；

步骤 S750，使用 PnP 算法对匹配特征进行位姿求解，并使用最小二乘进行位姿优化得到第一位姿初始值；

步骤 S760，基于 EKF（Extended Kalman Filter，扩展卡尔曼滤波）融合 IMU 和 Odom 数据，获取第二位姿初值；并基于 CSM 算法以及第二位姿初始值，在预设的 2D 栅格地图中对激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；

步骤 S770，在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果；

步骤 S780，根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

本公开示例实施例提供的机器人定位方法，可以应对在大场景下使用激光点云匹配带来的定位错误，定位时间较长等问题；同时，使用第二位置初始值为激光点云匹配提供一个定位初值，可以极大提升重定位的速度和准确性。

本公开示例实施例还提供了一种机器人的重定位装置。参考图 8 所示，该机器人重定位装置可以包括数据获取模块 810、特征编码模块 820、数据匹配模块 830 以及重定位模块 840。其中：

数据获取模块 810 可以用于获取通过摄像装置采集的机器人的图像数据、通过惯性测量装置以及位移测量装置采集的所述机器人的速度数据以及位移数据，以及通过激光雷达采集的所述机器人的激光点云数据；

特征编码模块 820 可以用于对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果；

数据匹配模块 830 可以用于根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；

重定位模块 840 可以用于在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果，并根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

在本公开的一种示例性实施例中，对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征包括：

提取所述图像数据的局部视觉特征，并在预设的视觉词典中查找与所述局部视觉特征临近的视觉单词；

计算所述局部视觉特征与所述视觉单词之间的残差向量，并将属于同一所述视觉单词的残差向量进行累加求和操作得到残差和向量；

根据所述视觉单词在所述预设的视觉词典中的索引顺序对所述残差和向量进行连接，得到所述图像矢量特征。

在本公开的一种示例性实施例中，在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果包括：

对所述图像矢量特征进行降维处理，并对降维处理后的图像矢量特征进行空间划分，得到多个子向量；

在预设的关键帧数据库中获取与各所述子向量对应的聚类中心以及各所述聚类中心的索引，并计算各所述子向量与各所述聚类中心之间的距离；

在判断所述距离小于预设阈值时，根据所述聚类中心的索引获取与所述聚类中心对应的图像矢量，并根据多个所述图像矢量得到多个所述检索结果。

在本公开的一种示例性实施例中，根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，

得到第一位姿初始值包括：

对各所述检索结果进行特征匹配，得到各所述检索结果之间的匹配特征以及匹配特征之间的匹配关系；

5 根据各所述匹配特征以及各所述匹配特征之间的匹配关系对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值。

在本公开的一种示例性实施例中，根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果包括：

对所述速度数据以及位移数据进行融合，得到第二位姿初始值；

10 基于所述第二位姿初始值在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果。

在本公开的一种示例性实施例中，根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位包括：

分别为所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果配置第一权重值、第二权重值以及第三权重值；

15 对所述第二位姿初始值、第一匹配结果、第二匹配结果，以及第一权重值、第二权重值、第三权重值分别进行加权求和；

根据加权求和结果对所述机器人进行重定位。

在本公开的一种示例性实施例中，所述机器人的重定位装置还包括：

20 判断模块，可以用于判断所述图像数据是否满足预设条件；若是，则将所述图像数据作为关键帧存储至所述关键帧数据库中；

其中，所述预设条件至少包括以下一项：

所述速度数据以及与所述速度数据对应的上一时刻的速度数据之间的差值大于预设速度阈值；

25 所述位移数据以及与所述位移数据对应的上一时刻的位移数据之间的差值大于预设位移阈值；

所述图像数据以及与所述图像数据对应的上一帧图像数据之间的重叠部分小于预设重叠阈值。

上述机器人的重定位装置中各模块的具体细节已经在对应的机器人的的重定位方法中进行了详细的描述，因此此处不再赘述。

30 应当注意，尽管在上文详细描述中提及了用于动作执行的设备的若干模块或者单元，但是这种划分并非强制性的。实际上，根据本公开的实施方式，上文描述的两个或更多模块或者单元的特征和功能可以在一个模块或者单元中具体化。反之，上文描述的一个模块或者单元的特征和功能可以进一步划分为由多个模块或者单元来具体化。

35 此外，尽管在附图中以特定顺序描述了本公开中方法的各个步骤，但是，这并非要求或者暗示必须按照该特定顺序来执行这些步骤，或是必须执行全部所示的步骤才能实现期

望的结果。附加的或备选的，可以省略某些步骤，将多个步骤合并为一个步骤执行，以及/或者将一个步骤分解为多个步骤执行等。

在本公开的示例性实施例中，还提供了一种能够实现上述方法的电子设备。

所属技术领域的技术人员能够理解，本公开的各个方面可以实现为系统、方法或程序产品。因此，本公开的各个方面可以具体实现为以下形式，即：完全的硬件实施方式、完全的软件实施方式（包括固件、微代码等），或硬件和软件方面结合的实施方式，这里可以统称为“电路”、“模块”或“系统”。

下面参照图 9 来描述根据本公开的这种实施方式的电子设备 900。图 9 显示的电子设备 900 仅仅是一个示例，不应对本公开实施例的功能和使用范围带来任何限制。

如图 9 所示，电子设备 900 以通用计算设备的形式表现。电子设备 900 的组件可以包括但不限于：上述至少一个处理单元 910、上述至少一个存储单元 920、连接不同系统组件（包括存储单元 920 和处理单元 910）的总线 930 以及显示单元 940。

其中，所述存储单元存储有程序代码，所述程序代码可以被所述处理单元 910 执行，使得所述处理单元 910 执行本说明书上述“示例性方法”部分中描述的根据本公开各种示例性实施方式的步骤。例如，所述处理单元 910 可以执行如图 1 中所示的步骤 S110：获取通过摄像装置采集的机器人的图像数据、通过惯性测量装置以及位移测量装置采集的所述机器人的速度数据以及位移数据，以及通过激光雷达采集的所述机器人的激光点云数据；步骤 S120：对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果；步骤 S130：根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；步骤 S140：在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果，并根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

存储单元 920 可以包括易失性存储单元形式的可读介质，例如随机存取存储单元（RAM）9201 和/或高速缓存存储单元 9202，还可以进一步包括只读存储单元（ROM）9203。

存储单元 920 还可以包括具有一组（至少一个）程序模块 9205 的程序/实用工具 9204，这样的程序模块 9205 包括但不限于：操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据，这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。

总线 930 可以为表示几类总线结构中的一种或多种，包括存储单元总线或者存储单元控制器、外围总线、图形加速端口、处理单元或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。

电子设备 900 也可以与一个或多个外部设备 1000（例如键盘、指向设备、蓝牙设备等）通信，还可与一个或者多个使得用户能与该电子设备 900 交互的设备通信，和/或与

使得该电子设备 900 能与一个或多个其它计算设备进行通信的任何设备（例如路由器、调制解调器等等）通信。这种通信可以通过输入/输出（I/O）接口 950 进行。并且，电子设备 900 还可以通过网络适配器 960 与一个或者多个网络（例如局域网（LAN），广域网（WAN）和/或公共网络，例如因特网）通信。如图所示，网络适配器 960 通过总线 930 与电子设备 900 的其它模块通信。应当明白，尽管图中未示出，可以结合电子设备 900 使用其它硬件和/或软件模块，包括但不限于：微代码、设备驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动阵列、RAID 系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员易于理解，这里描述的示例实施方式可以通过软件实现，也可以通过软件结合必要的硬件的方式来实现。因此，根据本公开实施方式的技术方案可以以软件产品的形式体现出来，该软件产品可以存储在一个非易失性存储介质（可以是 CD-ROM，U 盘，移动硬盘等）中或网络上，包括若干指令以使得一台计算设备（可以是个人计算机、服务器、终端装置、或者网络设备等）执行根据本公开实施方式的方法。

在本公开的示例性实施例中，还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有能够实现本说明书上述方法的程序产品。在一些可能的实施方式中，本公开的各个方面还可以实现为一种程序产品的形式，其包括程序代码，当所述程序产品在终端设备上运行时，所述程序代码用于使所述终端设备执行本说明书上述“示例性方法”部分中描述的根据本公开各种示例性实施方式的步骤。

根据本公开的实施方式的用于实现上述方法的程序产品，其可以采用便携式紧凑盘只读存储器（CD-ROM）并包括程序代码，并可以在终端设备，例如个人电脑上运行。然而，本公开的程序产品不限于此，在本文件中，可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质，该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

所述程序产品可以采用一个或多个可读介质的任意组合。可读介质可以是可读信号介质或者可读存储介质。可读存储介质例如可以为但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件，或者任意以上的组合。可读存储介质的更具体的例子（非穷举的列表）包括：具有一个或多个导线的电连接、便携式盘、硬盘、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦式可编程只读存储器（EPROM 或闪存）、光纤、便携式紧凑盘只读存储器（CD-ROM）、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。

计算机可读信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号，其中承载了可读程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式，包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。可读信号介质还可以是可读存储介质以外的任何可读介质，该可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输，包括但不限于无线、有线、光缆、RF 等等，或者上述的任意合适的组合。

可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本公开操作的程序代码，所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言—诸如 Java、C++ 等，还包括常规的过程式程序设计语言—诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算设备上执行、部分地在用户设备上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算设备上部分在远程计算设备上执行、或者完全在远程计算设备或服务器上执行。在涉及远程计算设备的情形中，远程计算设备可以通过任意种类的网络，包括局域网（LAN）或广域网（WAN），连接到用户计算设备，或者，可以连接到外部计算设备（例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接）。

此外，上述附图仅是根据本公开示例性实施例的方法所包括的处理的示意性说明，而不是限制目的。易于理解，上述附图所示的处理并不表明或限制这些处理的时间顺序。另外，也易于理解，这些处理可以是例如在多个模块中同步或异步执行的。

本领域技术人员在考虑说明书及实践这里发明的发明后，将容易想到本公开的其他实施例。本申请旨在涵盖本公开的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本公开的一般性原理并包括本公开未发明的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本公开的真正范围和精神由权利要求指出。

权利要求

1. 一种机器人的重定位方法，包括：

获取通过摄像装置采集的机器人的图像数据、通过惯性测量装置以及位移测量装置采集的所述机器人的速度数据以及位移数据，以及通过激光雷达采集的所述机器人的激光点云数据；

对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果；

根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；

在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果，并根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

2. 根据权利要求1所述的机器人的重定位方法，其中，对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征包括：

提取所述图像数据的局部视觉特征，并在预设的视觉词典中查找与所述局部视觉特征临近的视觉单词；

计算所述局部视觉特征与所述视觉单词之间的残差向量，并将属于同一所述视觉单词的残差向量进行累加求和操作得到残差和向量；

根据所述视觉单词在所述预设的视觉词典中的索引顺序对所述残差和向量进行连接，得到所述图像矢量特征。

3. 根据权利要求1所述的机器人的重定位方法，其中，在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果包括：

对所述图像矢量特征进行降维处理，并对降维处理后的图像矢量特征进行空间划分，得到多个子向量；

在预设的关键帧数据库中获取与各所述子向量对应的聚类中心以及各所述聚类中心的索引，并计算各所述子向量与各所述聚类中心之间的距离；

在判断所述距离小于预设阈值时，根据所述聚类中心的索引获取与所述聚类中心对应的图像矢量，并根据多个所述图像矢量得到多个所述检索结果。

4. 根据权利要求1所述的机器人的重定位方法，其中，根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值包括：

对各所述检索结果进行特征匹配，得到各所述检索结果之间的匹配特征以及匹配特征之间的匹配关系；

根据各所述匹配特征以及各所述匹配特征之间的匹配关系对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值。

5. 根据权利要求1所述的机器人的重定位方法，其中，根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果包括：

5 对所述速度数据以及位移数据进行融合，得到第二位姿初始值；

基于所述第二位姿初始值在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果。

6. 根据权利要求1所述的机器人的重定位方法，其中，根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位包括：

10 分别为所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果配置第一权重值、第二权重值以及第三权重值；

对所述第二位姿初始值、第一匹配结果、第二匹配结果，以及第一权重值、第二权重值、第三权重值分别进行加权求和；

根据加权求和结果对所述机器人进行重定位。

15 7. 根据权利要求1所述的机器人的重定位方法，其中，所述机器人的重定位方法还包括：

判断所述图像数据是否满足预设条件；若是，则将所述图像数据作为关键帧存储至所述关键帧数据库中；

其中，所述预设条件至少包括以下一项：

20 所述速度数据以及与所述速度数据对应的上一时刻的速度数据之间的差值大于预设速度阈值；

所述位移数据以及与所述位移数据对应的上一时刻的位移数据之间的差值大于预设位移阈值；

25 所述图像数据以及与所述图像数据对应的上一帧图像数据之间的重叠部分小于预设重叠阈值。

8. 一种机器人的重定位装置，包括：

数据获取模块，用于获取通过摄像装置采集的机器人的图像数据、通过惯性测量装置以及位移测量装置采集的所述机器人的速度数据以及位移数据，以及通过激光雷达采集的所述机器人的激光点云数据；

30 特征编码模块，用于对所述图像数据的局部视觉特征进行特征编码得到图像矢量特征，并在预设的关键帧数据库中对降维处理后的图像矢量特征进行检索，得到多个检索结果；

数据匹配模块，用于根据各所述检索结果对所述机器人的位姿进行求解，得到第一位姿初始值，并根据所述速度数据以及位移数据在预设的二维栅格地图中对所述激光点云数据进行匹配，得到第一匹配结果；

35

重定位模块，用于在判断所述第一位姿初始值以及第一匹配结果不一致时，根据所述第一位姿初始值以及所述第一匹配结果生成第二匹配结果，并根据所述第二位姿初始值、第一匹配结果以及第二匹配结果对所述机器人进行重定位。

9. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1-7 任一项所述的机器人的重定位方法。
10. 一种电子设备，包括：
- 处理器；以及
- 存储器，用于存储所述处理器的可执行指令；
- 其中，所述处理器配置为经由执行所述可执行指令来执行权利要求 1-7 任一项所述的机器人的重定位方法。

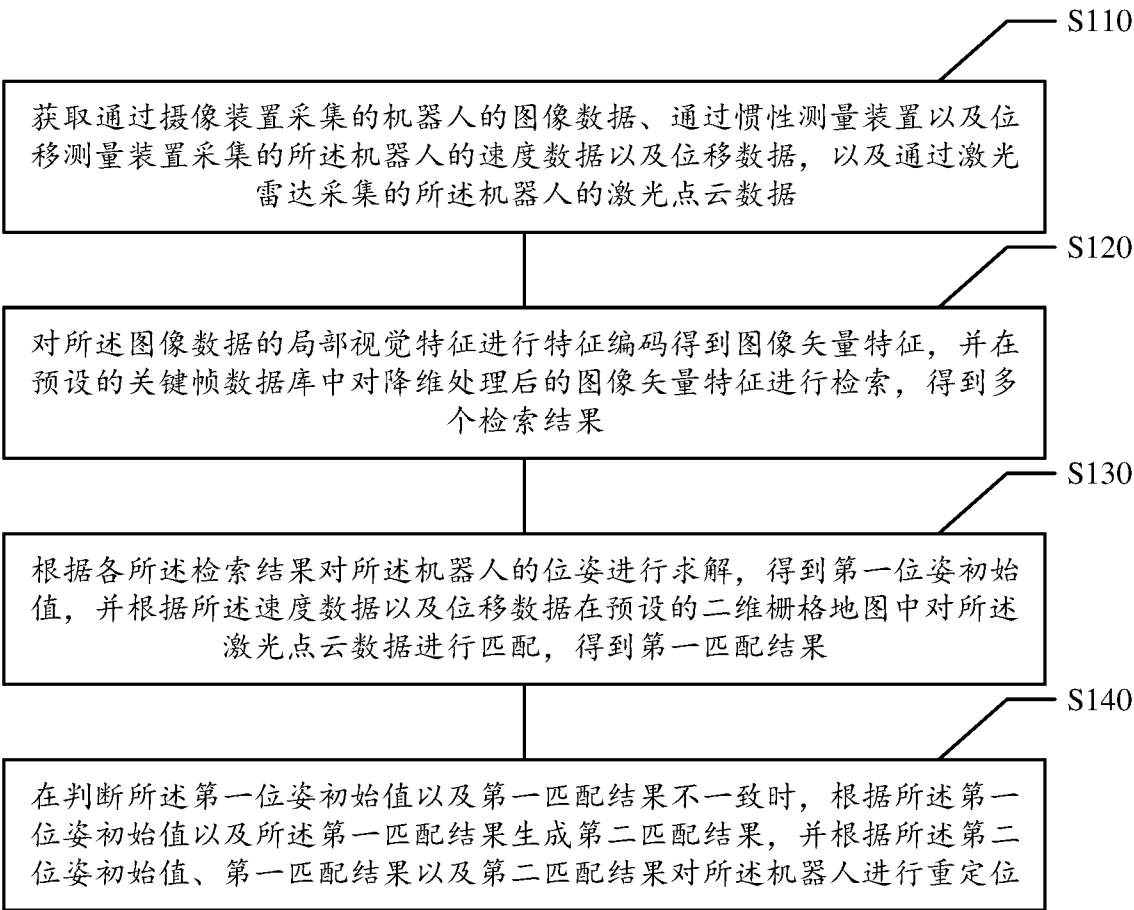


图 1

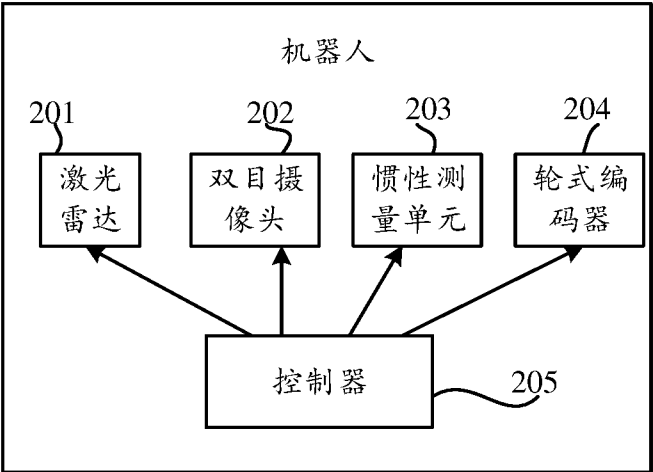


图 2

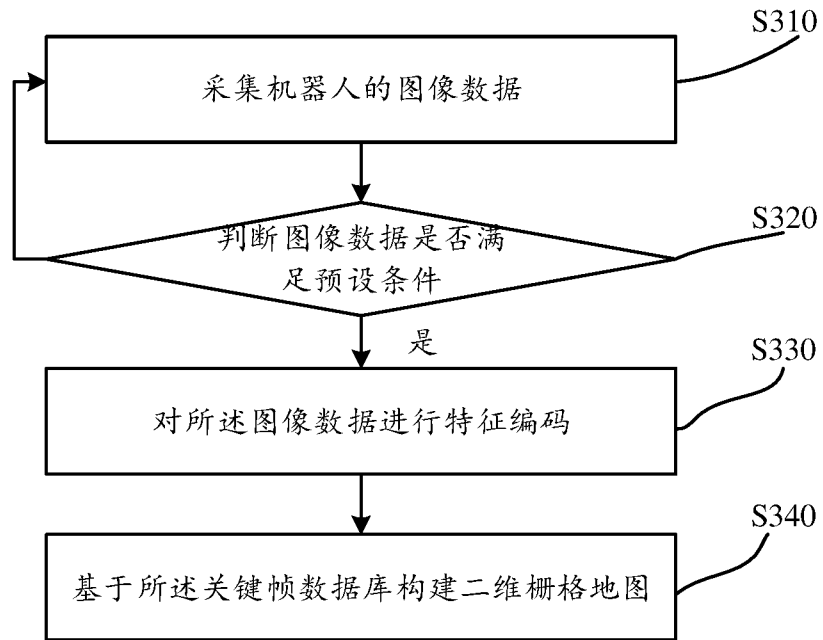


图 3

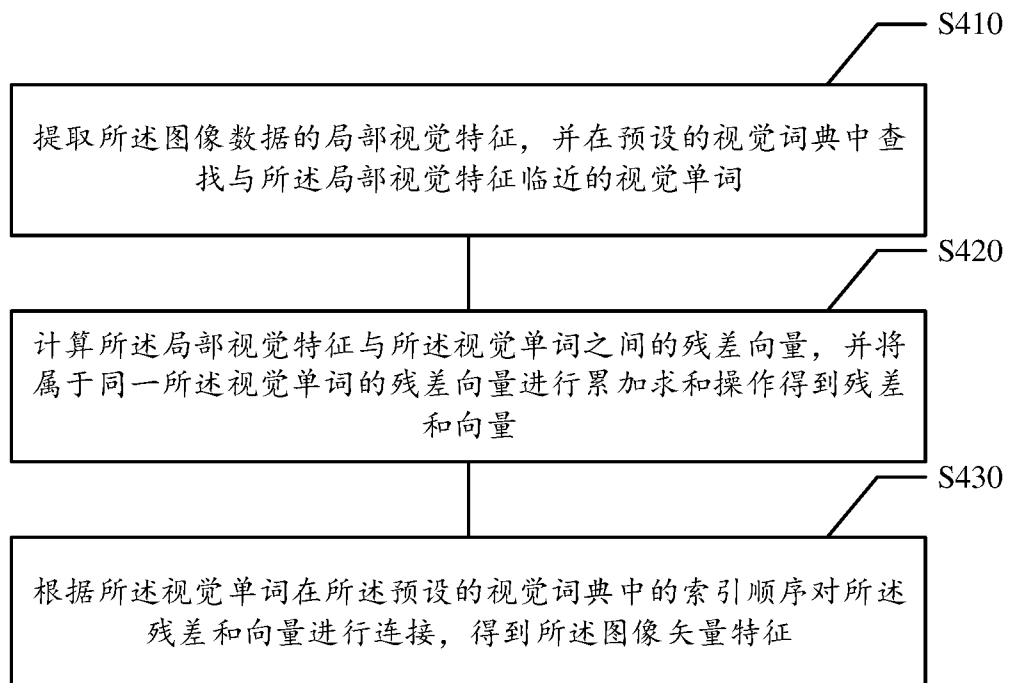


图 4

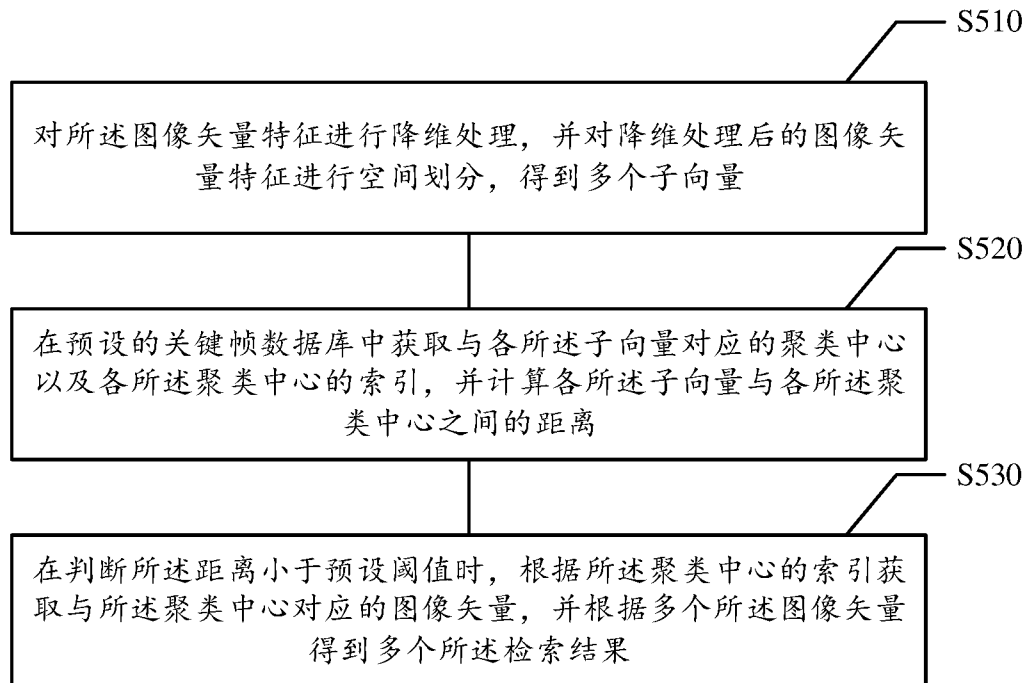


图 5

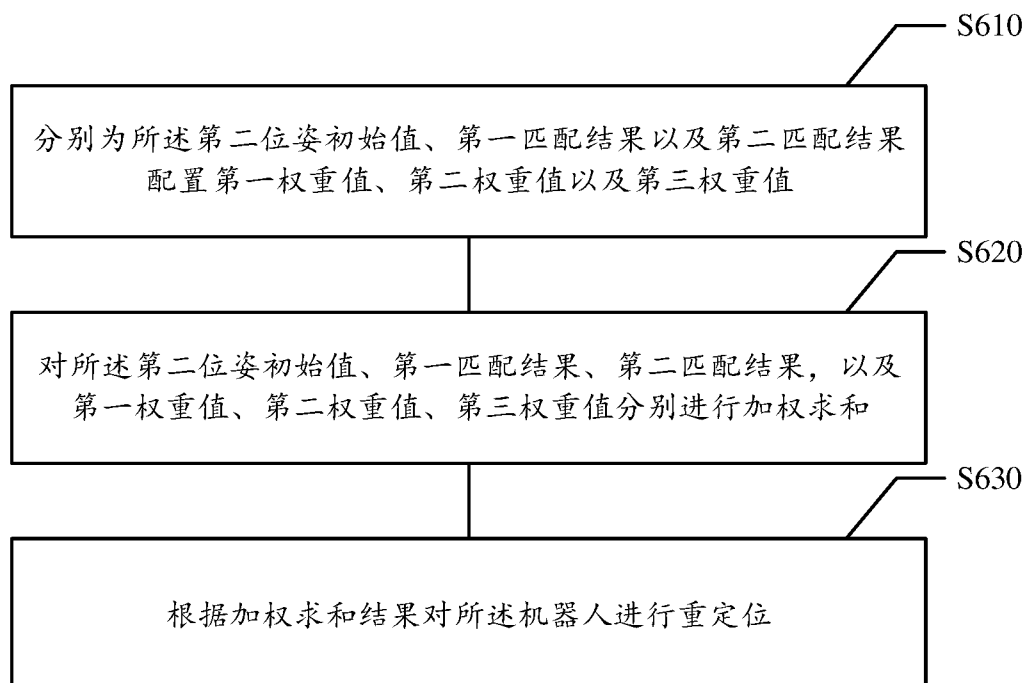


图 6

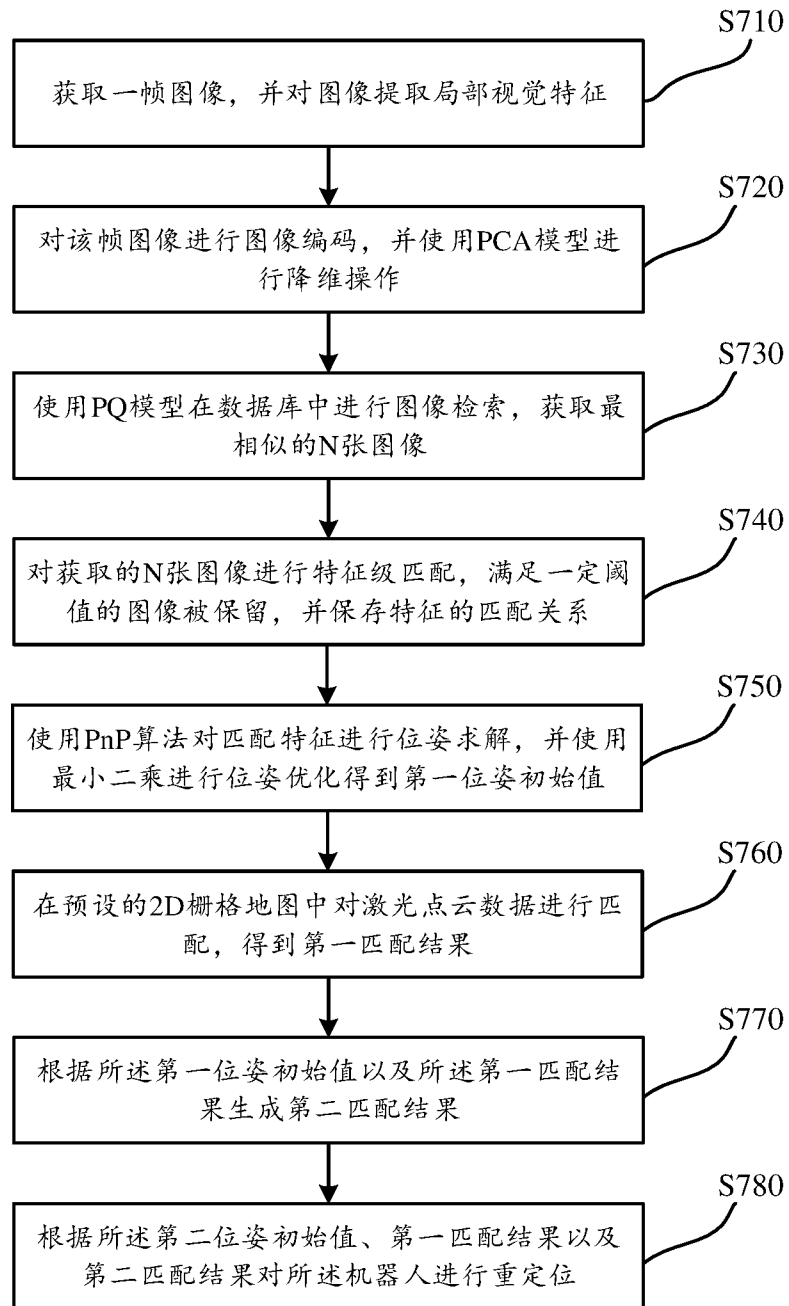


图 7

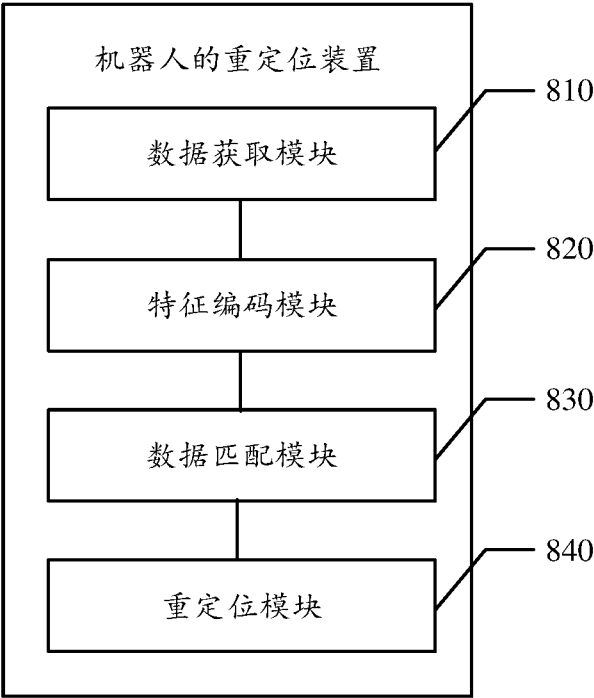


图 8

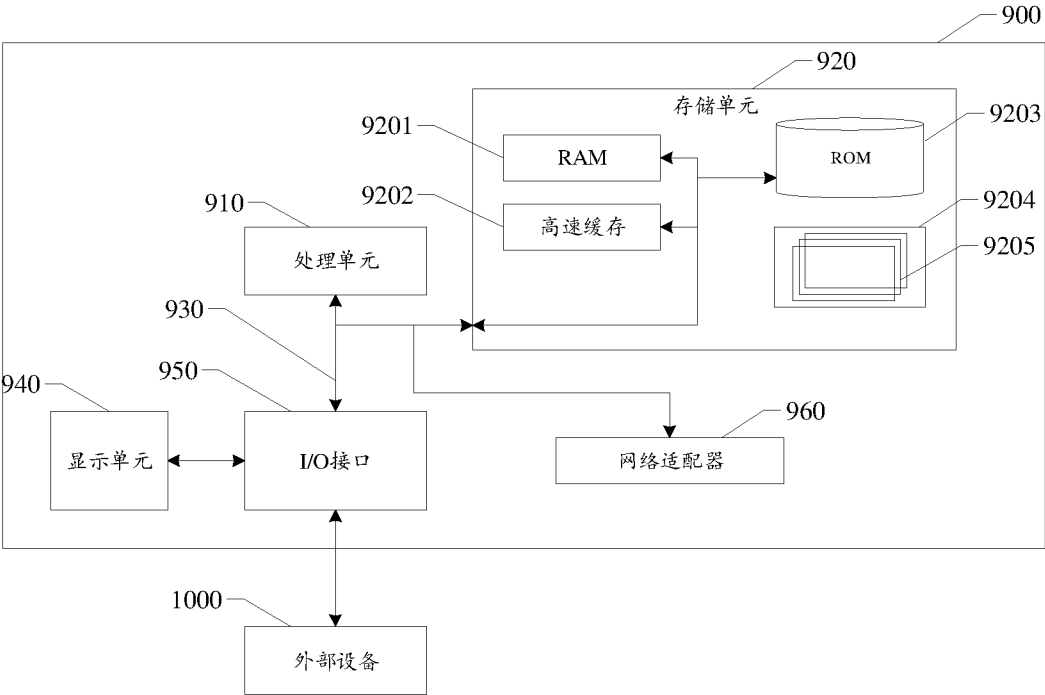


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/098981

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00(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)

G06K

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)

CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI, IEEE: 机器人, 重定位, 图像, 激光, 点云, 矢量, 向量, 栅格, 地图, 特征, 位姿, 匹配, robot, localization, image, laser, point, cloud, vector, grid, map, feature, pose, match

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111931589 A (BEIJING HAIYI TONGZHAN INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 November 2020 (2020-11-13) claims 1-10	1-10
A	CN 109084732 A (BEIJING KUANGSHI TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 December 2018 (2018-12-25) claims 1-12, description paragraphs [0041]-[0090]	1-10
A	CN 108759844 A (ECOVACS COMMERCIAL ROBOT CO., LTD.) 06 November 2018 (2018-11-06) entire document	1-10
A	CN 106092104 A (SHENZHEN WEIFU ROBOT TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 November 2016 (2016-11-09) entire document	1-10
A	CN 110533722 A (DILU TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 December 2019 (2019-12-03) entire document	1-10
A	WO 2019062651 A1 (SHANGHAI SLAMTEC CO., LTD.) 04 April 2019 (2019-04-04) entire document	1-10



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

24 August 2021

Date of mailing of the international search report

09 September 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (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/CN2021/098981

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111931589	A	13 November 2020	None	
CN	109084732	A	25 December 2018	None	
CN	108759844	A	06 November 2018	None	
CN	106092104	A	09 November 2016	None	
CN	110533722	A	03 December 2019	None	
WO	2019062651	A1	04 April 2019	CN 107677279	A 09 February 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/098981

A. 主题的分类 G06K 9/00 (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) G06K 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)) CNPAT, EPDOC, WPI, CNKI, IEEE: 机器人, 重定位, 图像, 激光, 点云, 矢量, 向量, 栅格, 地图, 特征, 位姿, 匹配, robot, localization, image, laser, point, cloud, vector, grid, map, feature, pose, match		
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
PX	CN 111931589 A (北京海益同展信息科技有限公司) 2020年 11月 13日 (2020 - 11 - 13) 权利要求1-10	1-10
A	CN 109084732 A (北京旷视科技有限公司) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 权利要求1-12, 说明书第[0041]-[0090]段	1-10
A	CN 108759844 A (科沃斯商用机器人有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-10
A	CN 106092104 A (深圳微服机器人科技有限公司) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 全文	1-10
A	CN 110533722 A (的卢技术有限公司) 2019年 12月 3日 (2019 - 12 - 03) 全文	1-10
A	WO 2019062651 A1 (SHANGHAI SLAMTEC CO., LTD.) 2019年 4月 4日 (2019 - 04 - 04) 全文	1-10
☐ 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) “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		
国际检索实际完成的日期 2021年 8月 24日		国际检索报告邮寄日期 2021年 9月 9日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (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 王莹 电话号码 86-(10)-53961411

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/098981

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	111931589	A	2020年 11月 13日	无	
CN	109084732	A	2018年 12月 25日	无	
CN	108759844	A	2018年 11月 6日	无	
CN	106092104	A	2016年 11月 9日	无	
CN	110533722	A	2019年 12月 3日	无	
WO	2019062651	A1	2019年 4月 4日	CN 107677279 A	2018年 2月 9日