(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 5 月 19 日 (19.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/099889 A1

(51) 国际专利分类号:
G06Q 10/06 (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/140578

(22) 国际申请日: 2020 年 12 月 29 日 (29.12.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011257420.X 2020年11月11日 (11.11.2020) CN

(71) 申请人: 深圳市优必选科技股份有限公司 (UBTECH ROBOTICS CORP LTD) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区学苑大道1001号南山智园C1栋16、22楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 郭睿 (GUO, Rui); 中国广东省深圳市南山区学苑大道1001号南山智园C1栋16、22楼, Guangdong 518000 (CN)。 刘志超 (LIU, Zhichao); 中国广东省深圳市南山区学苑大道1001号南山智园C1栋16、22楼, Guangdong 518000 (CN)。 毕占甲 (BI, Zhanjia); 中国广东省深圳市南山区学苑大道1001号南山智园C1栋16、22楼, Guangdong 518000 (CN)。 赵勇胜 (ZHAO, Yongsheng); 中国广东省深圳市南山区学苑大道1001号南山智园C1栋16、22楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳中一联合知识产权代理有限公司 (SHENZHEN ZHONGYI UNION INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省深圳市福田区园岭街道深南中路1014号报春大厦9楼（5号信箱）, Guangdong 518028 (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,

(54) **Title:** RELOCATION METHOD, ROBOT, AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 重定位方法、机器人及计算机可读存储介质

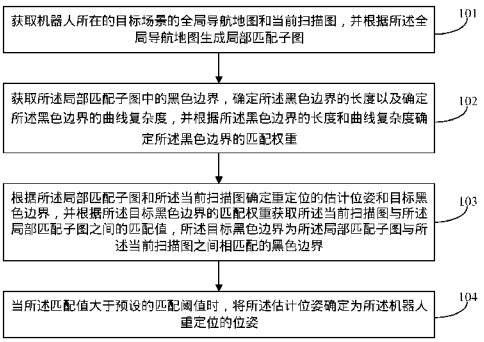


图 1

101 Acquire a global navigation map and the current scanning image of a target scene where a robot is located, and generate a local matching sub-image according to the global navigation map

102 Acquire a black border in the local matching sub-image, determine the length of the black border and determine the curve complexity of the black border, and determine the matching weight of the black border according to the length and the curve complexity of the black border

103 According to the local matching sub-image and the current scanning image, determine an estimated pose for relocation and a target black border, and acquire, according to the matching weight of the target black border, a matching value between the current scanning image and the local matching sub-image, wherein the target black border is a black border matched between the local matching sub-image and the current scanning image

104 When the matching value is greater than a preset matching threshold, determine the estimated pose to be the pose for robot relocation

(57) **Abstract:** A relocation method, a robot, and a computer-readable storage medium, which relate to the technical field of robots. The method comprises: acquiring a global navigation map and the current scanning image of a target scene where a robot is located, and generating a local matching sub-image according to the global navigation map (101); acquiring a black border of the local matching sub-image, determining the length of the black border and determining the curve complexity of the black border, and determining the matching weight of the black border according to the length and curve complexity of the black border (102); according to the local matching sub-image and the current scanning image, determining an estimated pose for relocation and a target black border, and acquiring, according to the matching weight of the target black border, a matching value between the current scanning image and the local matching sub-image (103); and when the matching value is greater than a preset matching threshold, determining the estimated pose to be the pose for robot relocation (104), so as to improve the matching influence of small objects or small areas, and reduce the false positive success rate during the relocation.

WO 2022/099889 A1

[见续页]

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))。

(57) 摘要：一种重定位方法、机器人及计算机可读存储介质，涉及机器人技术领域。所述方法包括：获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据全局导航地图生成局部匹配子图（101）；获取局部匹配子图的黑色边界，确定黑色边界的长度以及确定黑色边界的曲线复杂度，并根据黑色边界的长度和曲线复杂度确定黑色边界的匹配权重（102）；根据局部匹配子图和当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据目标黑色边界的匹配权重获取当前扫描图与局部匹配子图之间的匹配值（103）；当匹配值大于预设的匹配阈值时，将估计位姿确定为机器人重定位的位姿（104），以提高小件物体或者细小区域的匹配影响，降低重定位中的误报成功率。

重定位方法、机器人及计算机可读存储介质

本申请要求于 2020 年 11 月 11 日在中国专利局提交的、申请号为 202011257420.X 的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请属于机器人技术领域，尤其涉及一种重定位方法、机器人及计算机可读存储介质。

背景技术

机器人在使用过程中，由于各种原因（如异常掉电等）容易导致机器人的定位失效，因此需要对机器人进行重定位。现有技术中，主要通过模板匹配方法或者梯度匹配方法来进行机器人的重定位，模板匹配方法和梯度匹配方法的核心都侧重于大块区域或者长边界的匹配影响。但因机器人所构建的地图往往为 2D 格栅地图，其仅能描述物体或者墙壁等同等高度上的边界信息，因此对于长走廊区域或者多墙壁的路口位置，2D 格栅地图中所描述的边界信息的相似性较高，使得大块区域或者长边界之间的区分度往往不是很明显，从而造成机器人重定位的误报成功率较高，影响用户体验。

技术问题

本申请实施例提供了一种重定位方法、机器人及计算机可读存储介质，可以有效解决机器人重定位的误报成功率较高的问题，提高用户体验。

技术解决方案

第一方面，本申请实施例提供了一种重定位方法，可以包括：

获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图；

获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重；

根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界；

当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿。

可选的，所述确定所述黑色边界的长度，可以包括：

获取所述黑色边界所包含的黑色像素点的数量，并将所述黑色像素点的数量确定为所述黑色边界的长度。

在第一方面的一种可能的实现方式中，所述确定所述黑色边界的曲线复杂度，可以包括：

当所述黑色边界的长度小于预设的基准长度时，将所述黑色边界的曲线复杂度确定为预设值；

当所述黑色边界的长度大于或等于所述基准长度时，以所述黑色边界的一个端点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第一圆形，并获取所述第一圆形与所述黑色边界的交点；

确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离，所述目标直线为根据所述圆心和所述交点确定的直线；

当所述距离中存在大于预设距离阈值的距离时，将所述黑色边界的曲线复杂度增加一个计数单位；

以所述交点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第二圆形；

当所述第二圆形与所述黑色边界之间存在新的交点时，则返回执行所述确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离的步骤以及后续步骤，直至所述第二圆形与所述黑色边界之间不存在新的交点，得到所述黑色边界的曲线复杂度。

可选的，所述根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重，可以包括：

根据下述公式计算得到所述黑色边界的匹配权重：

$$W_i = e^{D_i(r)} \Big/ \ln(L_i)$$

其中，Wi 为第 i 条黑色边界的匹配权重，Di（r）为第 i 条黑色边界的曲线复杂度，Li 为第 i 条黑色边界的长度，r 为基准长度。

示例性的，所述根据所述全局导航地图生成局部匹配子图，可以包括：

确定自适应匹配区域；

对所述全局导航地图进行预处理，得到优化导航地图；

根据所述自适应匹配区域和所述优化导航地图生成所述局部匹配子图。

在第一方面的一种可能的实现方式中，所述确定自适应匹配区域，可以包括：

获取重定位的定位模式；

当所述定位模式为全局重定位时，获取所述机器人的全局定位位置以及导航失效前所述机器人所在的第一位置，并根据所述全局定位位置和所述第一位置生成所述自适应匹配区域；

当所述定位模式为局部重定位时，获取所述机器人的全局定位位置、导航失效前所述机器人所在的第一位置以及用户指定的第二位置，并根据所述全局定位位置、所述第一位置以及所述第二位置生成所述自适应匹配区域。

可选的，所述根据所述全局定位位置和所述第一位置生成所述自适应匹配区域，可以包括：

以所述全局定位位置为圆心、以第一预设长度为半径绘制第三圆形，并以所述第一位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第四圆形；

当所述第三圆形与所述第四圆形相交或者相容时，将包含所述第三圆形与所述第四圆形的最小外接矩形确定为所述自适应匹配区域；

当所述第三圆形与所述第四圆形相离，或者所述第四圆形不存在时，将以所述全局定位位置为中心点、以第二预设长度为边长的矩形区域确定为所述自适应匹配区域。

第二方面，本申请实施例提供了一种重定位装置，可以包括：

匹配子图生成模块，用于获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图；

匹配权重确定模块，用于获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重；

匹配值确定模块，用于根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界；

位姿确定模块，用于当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿。

第三方面，本申请实施例提供了一种机器人，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现上述第一方面中任一项所述的重定位方法。

第四方面，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现上述第一方面中任一项所述的重定位方法。

第五方面，本申请实施例提供了一种计算机程序产品，当计算机程序产品在机器人上运行时，使得机器人执行上述第一方面中任一项所述的重定位方法。

可以理解的是，上述第二方面至第五方面的有益效果可以参见上述第一方面中的相关描述，在此不再赘述。

有益效果

本申请实施例与现有技术相比存在的有益效果是：

本申请实施例中，在需要进行机器人的重定位时，获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图；获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重；根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界；当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿，以根据黑色边界的长度和曲线复杂度来设定黑色边界的匹配权重，提高小件物体或者细小区域的匹配影响，从而有效解决重定位中高误报成功率的问题，提高重定位的鲁棒性，提升用户体验。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，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。

图 1 是本申请一实施例提供的重定位方法的流程示意图；

图 2 是本申请一实施例提供的确定自适应匹配区域的流程示意图；

图 3 和图 4 是本申请实施例提供的确定自适应匹配区域的应用场景示意图；

图 5 是本申请一实施例提供的确定黑色边界的曲线复杂度的流程示意图；

图 6 是本申请一实施例提供的对全局导航地图进行预处理的流程示意图；

图 7 是本申请一实施例提供的重定位装置的结构示意图；

图 8 是本申请一实施例提供的终端设备的结构示意图。

本发明的实施方式

以下描述中，为了说明而不是为了限定，提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节，以便透彻理解本申请实施例。然而，本领域的技术人员应当清楚，在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本申请。在其它情况中，省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明，以免不必要的细节妨碍本申请的描述。

应当理解，当在本申请说明书和所附权利要求书中使用时，术语“包括”指示所描述特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在，但并不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或其集合的存在或添加。

还应当理解，在本申请说明书和所附权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合，并且包括这些组合。

如在本申请说明书和所附权利要求书中所使用的那样，术语“如果”可以依据上下文被解释为“当...时”或“一旦”或“响应于确定”或“响应于检测到”。类似地，短语“如果确定”或“如果检测到[所描述条件或事件]”可以依据上下文被解释为意指“一旦确定”或“响应于确定”或“一旦检测到[所描述条件或事件]”或“响应于检测到[所描述条件或事件]”。

另外，在本申请说明书和所附权利要求书的描述中，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本申请说明书中描述的参考“一个实施例”或“一些实施例”等意味着在本申请的一个或多个实施例中包括结合该实施例描述的特定特征、结构或特点。由此，在本说明书中的不同之处出现的语句“在一个实施例中”、“在一些实施例中”、“在其他一些实施例中”、“在另外一些实施例中”等不是必然都参考相同的实施例，而是意味着“一个或多个但不是所有的实施例”，除非是以其他方式另外特别强调。术语“包括”、“包含”、“具有”及它们的变形都意味着“包括但不限于”，除非是以其他方式另外特别强调。

机器人在使用过程中，由于各种原因（如异常掉电等）容易导致机器人的定位失效，因此需要对机器人进行重定位。现有技术中，主要通过模板匹配方法或者梯度匹配方法来进行机器人的重定位，模板匹配方法和梯度匹配方法的核心都侧重于大块区域或者长边界的匹配影响。但因机器人所构建的地图往往为2D格栅地图，其仅能描述物体或者墙壁等同等高度上的边界信息，因此对于长走廊区域或者多墙壁的路口位置，2D格栅地图中所描述的边界信息的相似性较高，使得大块区域或者长边界之间的区分度往往不是很明显，从而造成机器人重定位的误报成功率较高，影响用户体验。

其中，误报成功是指机器人在栅格地图中重定位的位姿不是当前机器人所处位置和朝向在地图中的真实映射，即误报成功是指机器人将一个错误的位姿确定为了机器人重定位的位姿。

为解决上述技术问题，现有技术往往通过增加相机来引入丰富、复杂的视觉特征，从而利用丰富、复杂的视觉特征的匹配来降低机器人重定位的误报成功率，提高重定位的鲁棒性。虽然通过增加相机可以在一定程度上解决机器人重定位的误报成功率较高的问题，但却会带来极高的硬件成本，难以在实际场景中广泛使用。

为解决上述技术问题，本申请实施例提供了一种重定位方法，该方法在需要进行机器人的重定位时，可以根据黑色边界的长度和曲线复杂度来设定黑色边界的匹配权重，提高小件物体或者细小区域在重定位中的匹配影响，从而可以在不增加硬件成本的基础上，有效解决重定位中高误报成功率的问题，提高重定位的鲁棒性，提升用户体验。

请参阅图1，图1是本申请实施例提供的重定位方法的流程示意图。其中，所述重定位方法可以应用于机器人、手机、平板电脑、可穿戴设备等具有定位功能的终端设备上，本申请实施例对终端设备的具体类型不作任何限制，以下将以终端设备为机器人为例进行示例性说明。如图1所示，所述重定位方法可以包括：

S101、获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图；

其中，目标场景是指机器人当前所在位置对应的场景。全局导航地图是指通过激光同步定位与建图（simultaneous localization and mapping，SLAM）技术对包含目标场景的环境进行地图构建所得到的2D格栅地图。全局导航地图中的一个图像像素可以对应实际场景中的一个5cm*5cm的正方形区域。当前扫描图是指机器人在其当前所在位置处，采集单帧或者多帧的激光扫描数据，并根据激光扫描数据生成的图像。类似的，当前扫描图中的一个图像像素也对应实际应用场景中的一个5cm*5cm的正方形区域。

在全局导航地图和当前扫描图中，黑色区域表示激光扫描到的物体或者墙壁等的边界，白色区域表示机器人可通行的区域，而灰色区域表示机器人未知的区域。黑色边界的长短和曲线复杂度一定程度上决定了物体或者墙壁的可被轻易移动或者改变的属性。其中，黑色边界越长、曲线复杂度越小，在真实场景中通常代表的是不会被轻易移动或者改变的大件物体或者墙壁等；反之，则代表能被轻易移动或者改变的小件物体，例如沙发、桌椅等。

可选地，在根据全局导航地图生成局部匹配子图之前，可以先对全局导航地图进行预处理，生成单像素宽度的黑色边界和无独立黑色像素点区域的优化导航地图，以避免黑色

边界中多余的黑色像素点影响黑色边界的匹配权重的确定，并避免激光自身噪点对机器人重定位的影响。同时，可以确定自适应匹配区域。然后，可以根据自适应匹配区域和优化导航地图生成局部匹配子图。具体地，可以将优化导航地图中与自适应匹配区域相对应的局部区域确定为局部匹配子图。

其中，对全局导航地图进行预处理的内容将在后续进行详细描述。下面先介绍自适应匹配区域的确定过程。请参阅图 2，图 2 示出了本申请实施例提供的确定自适应匹配区域的流程示意图。如图 2 所示，所述确定自适应匹配区域可以包括：

S201、获取重定位的定位模式；

重定位的定位模式可以包括全局重定位和局部重定位。本申请实施例可以根据重定位时，用户是否指定位置来确定重定位的定位模式。具体地，当用户指定位置，且所指定的位置为有效位置时，则可以确定定位模式为局部重定位。当用户未指定位置，或者所指定的位置为无效位置时，则可以确定定位模式为全局重定位。有效位置是指该位置位于全局导航地图中的白色区域，无效位置是指该位置位于全局导航地图中的黑色区域或者灰色区域。用户可以通过在全局导航地图中进行位置输入或者点击特定位置来进行位置指定。

S202、当所述定位模式为全局重定位时，获取所述机器人的全局定位位置以及导航失效前所述机器人所在的第一位置，并根据所述全局定位位置和所述第一位置生成所述自适应匹配区域；

本申请实施例中，全局定位位置可以根据视觉粗重定位算法来确定，该视觉粗重定位算法可以基于词袋模型（bag of words，Bow）技术来实现。示例性的，在通过激光 SLAM 技术进行地图构建中，每生成一帧激光关键帧时，可以同步采集一帧当前时刻的图像，利用词袋模型对该帧图像处理，并将该激光关键帧对应的位姿与该帧图像进行关联保存。在进行重定位时，可以采集机器人当前所在位置的图像，然后可以通过词袋模型对该图像进行相似检索，如果检索到与该图像对应的目标图像，则可以将该目标图像所对应的位姿中的位移信息确定为全局定位位置，否则可以认为全局定位位置不存在。其中，目标图像为地图构建中同步采集的图像中的任一帧图像。

具体地，所述根据所述全局定位位置和所述第一位置生成所述自适应匹配区域，可以包括：

S2021、以所述全局定位位置为圆心、以第一预设长度为半径绘制第三圆形，并以所述第一位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第四圆形；

S2022、当所述第三圆形与所述第四圆形相交或者相容时，将包含所述第三圆形与所述第四圆形的最小外接矩形确定为所述自适应匹配区域；

S2023、当所述第三圆形与所述第四圆形相离，或者所述第四圆形不存在时，将以所述全局定位位置为中心点、以第二预设长度为边长的矩形区域确定为所述自适应匹配区域。

对于上述 S2021 至 S2023，当全局定位位置和第一位置存在且均为有效位置时，则可以分别以全局定位位置 L0 和第一位置 L1 为圆心、以第一预设长度为半径画圆，得到第三圆形和第四圆形。如图 3 中的（a）所示，若第三圆形 301 与第四圆形 302 相交或者相容，则合并两圆所覆盖的范围，并将所覆盖范围的最小外接矩形 303 确定为自适应匹配区域。如图 3 中的（b）所示，若第三圆形 301 与第四圆形 302 相离，则可以将以全局定位位置 L0 为中心点、以第二预设长度为边长的正方形区域 304 确定为自适应匹配区域。自适应匹配区域的描述格式可以为左上角的起始坐标以及该区域所对应的区域长度和区域宽度。

应理解，本申请实施例中的相容是指第三圆形与第四圆形重合。相离是指第三圆形与第四圆形外离。第一预设长度和第二预设长度可以根据具体情况确定，例如，可以将第一预设长度确定为 100 像素，即对应的实际距离为 5m，将第二预设长度确定为 140 像素，即对应的实际距离为 7m。

当第一位置不存在或者为无效位置时，可以将以全局定位位置为中心、以第二预设长度为边长的正方形区域确定为自适应匹配区域，即可以将图 3 中的（b）所示的正方形区域

确定为自适应匹配区域。当全局定位位置不存在或者为无效位置时，则可以直接返回重定位失败，并退出全局重定位的定位模式。

S203、当所述定位模式为局部重定位时，获取所述机器人的全局定位位置、导航失效前所述机器人所在的第一位置以及用户指定的第二位置，并根据所述全局定位位置、所述第一位置以及所述第二位置生成所述自适应匹配区域。

具体地，所述根据所述全局定位位置、所述第一位置以及所述第二位置生成所述自适应匹配区域可以包括：

S2031、以所述全局定位位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第三圆形，以所述第一位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第四圆形，并以所述第二位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第五圆形；

S2032、当所述第五圆形与所述第三圆形相交或者相容，且所述第五圆形与所述第四圆形相交或者相容时，将包含所述第三圆形、所述第四圆形以及所述第五圆形的最小外接矩形确定为所述自适应匹配区域；

S2033、当所述第五圆形与所述第三圆形相离，或者所述第五圆形与所述第四圆形相离时，将以所述第二位置为中心点、以所述第二预设长度为边长的矩形区域确定为所述自适应匹配区域。

对于上述 S2031 至 S2033，在局部重定位中，用户指定的第二位置 L2 一般为有效位置。此时，当全局定位位置 L0 和第一位置 L1 存在且均为有效位置时，则可以分别以全局定位位置 L0、第一位置 L1 和第二位置 L2 为圆心、以第一预设长度为半径画圆，得到第三圆形 401、第四圆形 402 和第五圆形 403。如图 4 中的（a）所示，若第五圆形 403 与第三圆形 401 相交或者相容，且第五圆形 403 与第四圆形 402 相交或者相容，则合并三个圆形所覆盖的范围，并将所覆盖范围的最小外接矩形 404 确定为自适应匹配区域。如图 4 中的（b）和（c）所示，若第五圆形 403 与第四圆形 402 相离，或者第五圆形 403 与第三圆形 401 相离，则可以将以第二位置 L2 为中心、以第二预设长度为边长的正方形区域 405 确定为自适应匹配区域。同样地，第一预设长度可以为 100 像素，第二预设长度可以为 140 像素。

当全局定位位置不存在或者为无效位置，或者当第一位置不存在或者为无效位置时，可以将以第二位置为中心、以第二预设长度为边长的正方形区域确定为自适应匹配区域。

S102、获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重；

本申请实施例中，在生成局部匹配子图后，可以利用黑色像素的区域生长算法来获取局部匹配子图中的黑色边界。区域生长算法中的种子点可以按照从左向右、从上向下的顺序在全局导航地图中进行选取，其中，所选取的种子点为选取当前未被划分至任一黑色边界的黑色像素点。

示例性的，黑色边界的长度可以使用黑色边界所包含的黑色像素点的数量来衡量。即对于任一条黑色边界，可以获取该黑色边界所包含的黑色像素点的数量，并可以将黑色像素点的数量确定为该黑色边界的长度。例如，当某一黑色边界所包含的黑色像素点的数量为 6 个时，则可以确定该黑色边界的长度为 6 个像素。

在确定黑色边界的长度后，则可以根据黑色边界的长度来确定黑色边界的曲线复杂度。请参阅图 5，图 5 示出了本申请实施例提供的确定黑色边界的曲线复杂度的流程示意图。如图 5 所示，所述确定所述黑色边界的曲线复杂度可以包括：

S501、获取所述黑色边界的长度；

S502、当所述黑色边界的长度小于预设的基准长度时，将所述黑色边界的曲线复杂度确定为预设值；

其中，黑色边界的曲线复杂度是指黑色边界的分形维数。预设的基准长度和预设值可以根据具体情况设置。例如，可以将基准长度 r 设置为 10 个像素，可以将预设值设置为 0。

即对于每一条黑色边界，当该黑色边界的长度小于 10 个像素时，则可以将该黑色边界的曲线复杂度设置为 0。

S503、当所述黑色边界的长度大于或等于所述基准长度时，以所述黑色边界的一个端点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第一圆形，并获取所述第一圆形与所述黑色边界的交点；

S504、确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离，所述目标直线为根据所述圆心和所述交点确定的直线；

S505、当所述距离中存在大于预设的距离阈值的距离时，将所述黑色边界的曲线复杂度增加一个计数单位；

S506、以所述交点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第二圆形；

S507、当所述第二圆形与所述黑色边界之间存在新的交点时，则返回执行所述确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离的步骤以及后续步骤，直至所述第二圆形与所述黑色边界之间不存在新的交点，得到所述黑色边界的曲线复杂度。

对于上述 S503 至 S507，对于每一条黑色边界，当该黑色边界的长度大于或者等于基准长度 r 时，即当黑色边界的长度大于或者等于 10 个像素时，可以将该黑色边界的一端点作为起点，并以该起点为圆心画一个半径为基准长度的第一圆形，第一圆形可以与该黑色边界相交于另一点，所相交的点即为第一圆形与该黑色边界之间的交点。然后，可以确定包含该起点与该交点的直线，并确定该黑色边界上位于该起点与该交点之间的目标黑色像素点，并计算各目标黑色像素点与该直线之间的距离。若存在至少一个目标像素点与该直线之间的距离大于预设的距离阈值，则可以将该黑色边界的曲线复杂度增加一个计数单位，例如增加一个像素；否则该黑色边界的曲线复杂度保持不变。其中，预设的距离阈值可以根据具体情况设置，例如可以将距离阈值设置为 2 个像素，对于每一条黑色边界，该黑色边界的曲线复杂度的初始值可以为 0。然后，再以上述交点为起点，并以该起点为圆心画一个半径为基准长度的第二圆形，并确定第二圆形与该黑色边界之间是否存在新的交点，依次类推执行上述操作，直至该黑色边界上无新的交点生成，此时，所得到的曲线复杂度即为该黑色边界的曲线复杂度。

其中，新的交点是指除已作为起点以外的交点，即新的交点为除前述所绘制的圆形的圆心以外的点。例如，当第一次绘制的第二圆形与该黑色边界之间存在交点 A 和交点 B，而交点 A 为第一圆形的圆心时，则此时的第二圆形与该黑色边界之间存在的新的交点为交点 B。例如，当第二次绘制的第二圆形与该黑色边界之间存在交点 C 和交点 D，而交点 C 为第一次绘制的第二圆形的圆心时，则此时的第二圆形与该黑色边界之间存在的新的交点为交点 D。

示例性的，所述根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重包括：

根据下述公式计算得到所述黑色边界的匹配权重：

$$W_i = e^{D_i(r)} \Big/ \ln(L_i)$$

其中，W_i 为第 i 条黑色边界的匹配权重，D_i（r）为第 i 条黑色边界的曲线复杂度，L_i 为第 i 条黑色边界的长度，r 为基准长度。

由 S501 至 S507 可知，对于大件物体或者墙壁等，其所具有的黑色边界的长度较长或者曲线复杂度较小，而对于小件物体，其所具有的黑色边界的长度较小或者曲线复杂度较大，因此在根据上述公式进行黑色边界的匹配权重的设置时，可以使得大件物体或者墙壁等的黑色边界具有相对较小的匹配权重，使得小件物体或者细小区域等的黑色边界具有相对较大的匹配权重，以通过提高小件物体或者细小区域的匹配权重，来提高小件物体或者

细小区域等在重定位中的匹配影响，从而可以在不增加硬件成本的基础上，降低重定位的误报成功率，提高重定位的鲁棒性。

本申请实施例中，也可以在获取全局导航地图后，通过区域生长算法获取全局导航地图中的所有黑色边界，并可以利用上述的确定方式确定出所有黑色边界的匹配权重。因此，当需要进行机器人重定位时，可以在确定局部匹配子图后，直接根据全局导航地图中的黑色边界以及黑色边界的匹配权重，来获取局部匹配子图中的黑色边界以及黑色边界的匹配权重，可以有效减少重定位中，黑色边界以及黑色边界的匹配权重的确定过程，提高重定位效率。

需要说明的是，在得到局部匹配子图中各黑色边界的匹配权重后，可以对匹配权重进行归一化处理，以方便后续处理。具体地，可以将各黑色边界的匹配权重与所有黑色边界的匹配权重之和的比值，确定为各黑色边界归一化后的匹配权重。例如，在局部匹配子图包括黑色边界 A、黑色边界 B、黑色边界 C 和黑色边界 D，且黑色边界 A 的匹配权重为 W_A，黑色边界 B 的匹配权重为 W_B，黑色边界 C 的匹配权重为 W_C，黑色边界 D 的匹配权重为 W_D时，黑色边界 A 归一化后的匹配权重可以为 $W_A/(W_A+W_B+W_C+W_D)$，黑色边界 B 归一化后的匹配权重可以为 $W_B/(W_A+W_B+W_C+W_D)$，黑色边界 C 归一化后的匹配权重可以为 $W_C/(W_A+W_B+W_C+W_D)$，黑色边界 D 归一化后的匹配权重可以为 $W_D/(W_A+W_B+W_C+W_D)$。

S103、根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界；

具体地，可以利用模板匹配方法或者梯度匹配方法，获取局部匹配子图与当前扫描图之间相匹配的目标黑色边界，并确定重定位的估计位姿。其中，当局部匹配子图中的某一条黑色边界在当前扫描图中存在一条独立的黑色边界与之紧密贴合或者重合，则局部匹配子图中的该黑色边界即为目标黑色边界。在确定局部匹配子图中的所有目标黑色边界后，可以将各目标黑色边界的匹配权重进行相加，以作为当前扫描图与局部匹配子图之间的匹配值 S0。其中，黑色边界之间是否紧密贴合或者重合，可以根据黑色边界之间的相似度确定，相似度的确定方式可以为现有技术的任一方式，本申请实施例对此不作具体限定。

可以理解的是，利用模板匹配方法或者梯度匹配方法进行位姿确定为现有技术，本申请实施例对此不作限定。

S104、当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿。

其中，预设的匹配阈值可以根据具体情况设置，例如，可以将预设的匹配阈值设置为 0.85 至 0.95 之间的任一数值。因此，当前扫描图与局部匹配子图之间的匹配值 S0 大于匹配阈值时，表示此次重定位成功，并将估计位姿确定为重定位的位姿。否则，可以认为此次重定位失败，并输出失败反馈信息，以及建议选择其他位置重新进行重定位。

下面将对全局导航地图进行预处理进行详细描述。请参阅图 6，图 6 示出了对全局导航地图进行预处理的流程示意图。如图 6 所示，对全局导航地图进行预处理，可以包括：

S601、对所述全局导航地图进行三值化处理，得到三值地图。

所述全局导航地图中的各个像素点的像素值范围一般为[0，255]，为方便处理，可以对所述全局导航地图进行三值化处理，将各个像素点的像素值仅设置为 0、205 和 255 三种，分别表示黑色、灰色和白色，从而得到三值地图。在本申请实施例的一种具体实现中，可以根据下式对所述全局导航地图进行三值化处理：

$$I_1(x,y)=\begin{cases}0 & 0\le I_0(x,y)<minPixel\\ 205 & minPixel\le I_0(x,y)<maxPixel\\ 255 & maxPixel\le I_0(x,y)\le 255\end{cases}$$

其中，$I_0(x,y)$、$I_1(x,y)$分别为所述全局导航地图和所述三值地图中的任意一个像素点的像素值，minPixel、maxPixel 均为预设的像素阈值，其具体取值可以根据具体情况进行

设置，本申请实施例中根据工程实践，优选将 minPixel 设置为 50，将 maxPixel 设置为 240。当所述全局导航地图中的某一像素点的像素值小于 minPixel 时，那么在所述三值地图中与该像素点相同位置的像素点的像素值即为 0，当所述全局导航地图中的某一像素点的像素值大于或等于 minPixel 且小于 maxPixel 时，那么在所述三值地图中与该像素点相同位置的像素点的像素值即为 205，当所述全局导航地图中的某一像素点的像素值大于或等于 maxPixel 时，那么在所述三值地图中与该像素点相同位置的像素点的像素值即为 255。

S602、对所述三值地图进行二值化处理，得到二值地图。

对所述三值地图进行二值化处理，也即将各个像素点的像素值仅设置为 0 和 255 两种，分别表示黑色和白色，从而得到二值地图。具体地，二值化时需要对所述三值地图逐个像素遍历，如果其像素值为 205 或者 255，即灰色或白色，则将所述二值地图对应位置的像素值设置为 255，即白色；如果其像素值为黑色 0，需在以其位置为中心，3×3 网格范围内判断其是否存在黑色像素相连或者灰黑白相连的有效结构，存在，说明是有效的物体或者墙壁的边界，则所述二值地图对应位置的像素值需要保持黑色 0，否则，其很可能是孤立的传感器噪点，需要过滤掉，故将所述二值地图对应位置像素设置为白色 255。

S603、对所述三值地图和所述二值地图进行边界填充，得到三值填充地图和二值填充地图。

首先，提取所述二值地图的黑色边界。本申请实施例中可以利用区域生长算法提取并保存所述二值地图中的所有黑色边界，所述区域生长算法实现既可基于广度优先遍历，也可基于深度优先遍历。

然后，分别以所述二值地图的黑色边界中的各个黑色像素点为中心，对所述三值地图和所述二值地图进行边界填充，得到所述三值填充地图和所述二值填充地图。

以所述二值地图的黑色边界中的任意一个黑色像素点为例，边界填充的具体过程可以包括：

步骤 a、在三值目标像素点的八邻域中查找白色像素点。

所述三值目标像素点为在所述三值地图中与二值目标像素点相同位置的像素点，所述二值目标像素点为所述二值地图的黑色边界中的任意一个像素点。

若查找到白色像素点，则执行步骤 b，若未查找到白色像素点，则无需进行任何处理。

步骤 b、依次记录在重影检测线上扫描到的各个像素点，直至扫描到灰色像素点为止。

所述重影检测线为由查找到的白色像素点指向所述三值目标像素点的射线。在申请本实施例中，可以预先设置一个在所述重影检测线的方向上最大可扫描的相连像素个数的阈值，将该阈值记为 maxDetectedPixel，其具体取值可以根据具体情况进行设置，本申请实施例中优选将其设置为 5。一般地，在工程实践中，栅格化地图中一个像素表示 5 厘米，若此阈值设置为 5，因可填充的有效重影检测线必须以黑灰两个相连像素截止，故最大可填充连续 3 个白色像素宽度的重影区域，即处理间隔不超过 15 厘米距离的重影。

若记录的像素点的个数小于预设的阈值（即 maxDetectedPixel）且记录的最后一个像素点为黑色像素点，则执行步骤 c，否则，则无需进行任何处理。

步骤 c、对所述二值地图和所述三值地图中的待填充像素点进行填充。

具体地，可以将所述记录的像素点中的白色像素点确定为所述三值地图中的待填充像素点，将所述二值地图中与所述三值地图中的待填充像素点相同位置的像素点确定为所述二值地图中的待填充像素点，最后，将所述二值地图的待填充像素点和所述三值地图中的待填充像素点均设置为黑色像素点。

遍历所述二值地图的黑色边界中的各个黑色像素点，分别执行步骤 a 至步骤 C 的过程，对所述三值地图和所述二值地图进行边界填充，最终得到的边界填充后的三值地图即为所述三值填充地图，最终得到的边界填充后的二值地图即为所述二值填充地图，此时，边界重影问题已被转化为边界贴合问题。

S604、对所述二值填充地图进行边界细化，得到二值细化地图。

为了解决边界贴合问题，此处需对地图进行细化处理，即将地图中所有多像素聚集的粗边界都细化为一个像素宽度。本申请实施例中可以采用二值图像边缘细化算法对所述二值填充地图进行边界细化，得到二值细化地图。所述二值图像边缘细化算法包括但不限于Hilditch、Pavlidis、Rosenfeld细化算法以及索引表细化算法等。

S605、根据所述二值细化地图对所述三值填充地图进行边界细化，得到三值细化地图。

在经过边界细化得到的所述二值细化地图中，清除掉了很多多余的黑色像素，改变了墙体或物体的实际边界，故需要执行合并操作，同步更新到所述三值填充地图。具体地，首先可以将所述三值填充地图中与所述二值细化地图中的黑色像素点相同位置的像素点设置为黑色像素点，然后确定所述三值填充地图中的待细化像素点，所述待细化像素点为与所述二值细化地图中的白色像素点相同位置的黑色像素点。若所述待细化像素点的八邻域中的白色像素点数目大于灰色像素点数目，则将所述待细化像素点设置为白色像素点；若所述待细化像素点的八邻域中的白色像素点数目不大于灰色像素点数目，则将所述待细化像素点设置为灰色像素点。经过以上处理，即可得到所述三值细化地图。

在本申请实施例的一种具体实现中，可以直接使用所述三值细化地图作为最终得到的结果，但是考虑到所述三值细化地图虽然已经解决了边界贴合和边界重影的问题，但同时可能加重黑色边界延伸到灰色区域和黑色墙体边界外残留一些黑色物体边界的问题，因此，在申请本实施例的另一种具体实现中，在得到三值细化地图之后，还可以提取所述二值细化地图的黑色边界（与S603中的边界提取过程类似，具体可参照前述内容，此处不再赘述），并分别以所述二值细化地图的黑色边界中的各个黑色像素点为中心，对所述三值细化地图和所述二值细化地图进行优化处理，得到三值优化地图和二值优化地图。

以所述二值细化地图的黑色边界中的任意一个黑色像素点为例，优化处理的具体过程可以包括：

首先，在三值细化目标像素点的八邻域中统计白色像素点的数目。

所述三值细化目标像素点为在所述三值细化地图中与二值细化目标像素点相同位置的像素点，所述二值细化目标像素点为所述二值细化地图的黑色边界中的任意一个像素点。

若统计的白色像素点的数目为0，则表示该黑色边界不与可通行的白色区域相邻，即为黑色边界延伸到灰色区域的情况，该情况不符合激光白黑灰的投射扫描规律，需要被滤除。具体地滤除方式为：将所述三值细化目标像素点设置为灰色像素点，并将所述二值细化目标像素点设置为白色像素点。

若统计的白色像素点的数目大于0，则可判断各条扫描线是否均在预设的距离内被黑色像素点阻隔，所述扫描线为由所述三值细化目标像素点的八邻域中灰色像素点指向所述三值细化目标像素点的射线，容易理解的，扫描线的数目与八邻域中灰色像素点的数目相同，即八邻域中任意一个灰色像素点指向所述三值细化目标像素点的射线均为一条扫描线。该预设的距离记为maxScannedPixel，其具体取值可以根据实际情况进行设置，取值依据为机器人的实际直径与栅格地图中单像素可表示的实际距离的比值，若机器人的实际直径为50公分，且栅格地图一个像素表示5公分距离，则可以将maxScannedPixel设置为10，即最大扫描存储10个像素，判断是否被黑色墙体边界阻隔。如果所述三值细化目标像素点的所有灰黑直线方向的扫描尝试都被黑色边界阻隔，表示所述三值细化目标像素点很可能来自于黑色墙体边界外残留的物体边界。因其白色区域附近不能合理放下该机器人，按其激光白黑灰的投射规律，便不可能产生该边界，故需要被滤除，滤除方式为：将所述三值细化目标像素点以及各条所述扫描线上的白色像素点均设置为灰色像素点，并将所述二值细化目标像素点设置为白色像素点。若至少有一条扫描线在预设的距离内未被黑色像素点阻隔，则无需进行任何处理。

遍历所述二值细化地图的黑色边界中的各个黑色像素点，分别执行上述优化处理过程，对所述三值细化地图和所述二值细化地图进行优化处理，最终得到的优化处理后的三值地图即为所述三值优化地图，最终得到的优化处理后的二值地图即为所述二值优化地图。

本申请实施例中，在需要进行机器人的重定位时，获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图；获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重；根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界；当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿，以根据黑色边界的长度和曲线复杂度来设定黑色边界的匹配权重，提高小件物体或者细小区域的匹配影响，从而有效解决重定位中高误报成功率的问题，提高重定位的鲁棒性，提升用户体验。

对应于上文实施例所述的重定位方法，图 7 示出了本申请实施例提供的重定位装置的结构框图，为了便于说明，仅示出了与本申请实施例相关的部分。

请参阅图 7，所述重定位装置，可以包括：

匹配子图生成模块 701，用于获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图；

匹配权重确定模块 702，用于获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重；

匹配值确定模块 703，用于根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界；

位姿确定模块 704，用于当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿。

可选的，所述匹配权重确定模块 702，可以包括：

边界长度确定单元，用于获取所述黑色边界所包含的黑色像素点的数量，并将所述黑色像素点的数量确定为所述黑色边界的长度。

在一种可能的实现方式中，所述匹配权重确定模块 702，可以包括：

第一复杂度确定单元，用于当所述黑色边界的长度小于预设的基准长度时，将所述黑色边界的曲线复杂度确定为预设值；

第一圆形绘制单元，用于当所述黑色边界的长度大于或等于所述基准长度时，以所述黑色边界的一个端点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第一圆形，并获取所述第一圆形与所述黑色边界的交点；

像素点距离确定单元，用于确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离，所述目标直线为根据所述圆心和所述交点确定的直线；

复杂度增加单元，用于当所述距离中存在大于预设距离阈值的距离时，将所述黑色边界的曲线复杂度增加一个计数单位；

第二圆形绘制单元，用于以所述交点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第二圆形；

第二复杂度确定单元，用于当所述第二圆形与所述黑色边界之间存在新的交点时，则返回执行所述确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离的步骤以及后续步骤，直至所述第二圆形与所述黑色边界之间不存在新的交点时，得到所述黑色边界的曲线复杂度。

可选的，所述匹配权重确定模块 702，还可以包括：

匹配权重确定单元，用于根据下述公式计算得到所述黑色边界的匹配权重：

$$W_i = e^{D_i(r)} / \ln(L_i)$$

其中，Wi 为第 i 条黑色边界的匹配权重，Di（r）为第 i 条黑色边界的曲线复杂度，Li 为第 i 条黑色边界的长度，r 为基准长度。

示例性的，所述匹配子图生成模块 701，可以包括：

匹配区域确定单元，用于确定自适应匹配区域；

预处理单元，用于对所述全局导航地图进行预处理，得到优化导航地图；

匹配子图生成单元，用于根据所述自适应匹配区域和所述优化导航地图生成所述局部匹配子图。

在一种可能的实现方式中，所述匹配区域确定单元，可以包括：

定位模式确定子单元，用于获取重定位的定位模式；

第一匹配区域确定子单元，用于当所述定位模式为全局重定位时，获取所述机器人的全局定位位置以及导航失效前所述机器人所在的第一位置，并根据所述全局定位位置和所述第一位置生成所述自适应匹配区域；

第二匹配区域确定子单元，用于当所述定位模式为局部重定位时，获取所述机器人的全局定位位置、导航失效前所述机器人所在的第一位置以及用户指定的第二位置，并根据所述全局定位位置、所述第一位置以及所述第二位置生成所述自适应匹配区域。

可选的，所述第一匹配区域确定子单元，可以包括：

第三圆形绘制分单元，用于以所述全局定位位置为圆心、以第一预设长度为半径绘制第三圆形，并以所述第一位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第四圆形；

第一匹配区域确定分单元，用于当所述第三圆形与所述第四圆形相交或者相容时，将包含所述第三圆形与所述第四圆形的最小外接矩形确定为所述自适应匹配区域；

第二匹配区域确定分单元，用于当所述第三圆形与所述第四圆形相离，或者所述第四圆形不存在时，将以所述全局定位位置为中心点、以第二预设长度为边长的矩形区域确定为所述自适应匹配区域。

需要说明的是，上述装置/单元之间的信息交互、执行过程等内容，由于与本申请方法实施例基于同一构思，其具体功能及带来的技术效果，具体可参见方法实施例部分，此处不再赘述。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成，即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块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。另外，各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分，并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

图 8 为本申请一实施例提供的机器人的结构示意图。如图 8 所示，该实施例的机器人 8 包括：至少一个处理器 80（图 8 中仅示出一个）、存储器 81 以及存储在所述存储器 81 中并可在所述至少一个处理器 80 上运行的计算机程序 82，所述处理器 80 执行所述计算机程序 82 时实现上述任意各个重定位方法实施例中的步骤。

该机器人可包括，但不仅限于，处理器 80、存储器 81。本领域技术人员可以理解，图 8 仅仅是机器人 8 的举例，并不构成对机器人 8 的限定，可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者不同的部件，例如还可以包括输入输出设备、网络接入设备等。

所述处理器 80 可以是中央处理单元(central processing unit，CPU)，该处理器 80

还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(digital signal processor，DSP)、专用集成电路(application specific integrated circuit，ASIC)、现场可编程门阵列(field-programmable gate array，FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

所述存储器81在一些实施例中可以是所述机器人8的内部存储单元，例如机器人8的硬盘或内存。所述存储器81在另一些实施例中也可以是所述机器人8的外部存储设备，例如所述机器人8上配备的插接式硬盘，智能存储卡（smart media card，SMC），安全数字（secure digital，SD）卡，闪存卡（Flash Card）等。进一步地，所述存储器81还可以既包括所述机器人8的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器81用于存储操作系统、应用程序、引导装载程序(BootLoader)、数据以及其他程序等，例如所述计算机程序的程序代码等。所述存储器81还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现可实现上述各个方法实施例中的步骤。

本申请实施例提供了一种计算机程序产品，当计算机程序产品在机器人上运行时，使得机器人执行时实现可实现上述各个方法实施例中的步骤。

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时，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，本申请实现上述实施例方法中的全部或部分流程，可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中，该计算机程序在被处理器执行时，可实现上述各个方法实施例的步骤。其中，所述计算机程序包括计算机程序代码，所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质至少可以包括：能够将计算机程序代码携带到装置/机器人的任何实体或装置、记录介质、计算机存储器、只读存储器（read-only memory，ROM）、随机存取存储器（random access memory，RAM）、电载波信号、电信信号以及软件分发介质。例如U盘、移动硬盘、磁碟或者光盘等。在某些司法管辖区，根据立法和专利实践，计算机可读介质不可以是电载波信号和电信信号。

在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没有详述或记载的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

在本申请所提供的实施例中，应该理解到，所揭露的装置/机器人和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置/机器人实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块或单元的划分，仅仅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讯连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通讯连接，可以是电性，机械或其它的形式。

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网络单元上。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。

以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者

替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围，均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种重定位方法，其特征在于，包括：

获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图；

获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重；

根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界；

当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿。

2. 如权利要求 1 所述的重定位方法，其特征在于，所述确定所述黑色边界的长度包括：

获取所述黑色边界所包含的黑色像素点的数量，并将所述黑色像素点的数量确定为所述黑色边界的长度。

3. 如权利要求 1 所述的重定位方法，其特征在于，所述确定所述黑色边界的曲线复杂度包括：

当所述黑色边界的长度小于预设的基准长度时，将所述黑色边界的曲线复杂度确定为预设值；

当所述黑色边界的长度大于或等于所述基准长度时，以所述黑色边界的一个端点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第一圆形，并获取所述第一圆形与所述黑色边界的交点；

确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离，所述目标直线为根据所述圆心和所述交点确定的直线；

当所述距离中存在大于预设距离阈值的距离时，将所述黑色边界的曲线复杂度增加一个计数单位；

以所述交点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第二圆形；

当所述第二圆形与所述黑色边界之间存在新的交点时，则返回执行所述确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离的步骤以及后续步骤，直至所述第二圆形与所述黑色边界之间不存在新的交点，得到所述黑色边界的曲线复杂度。

4. 如权利要求 1 所述的重定位方法，其特征在于，所述根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重包括：

根据下述公式计算得到所述黑色边界的匹配权重：

$$W_i = e^{D_i(r)} \Big/ \ln(L_i)$$

其中，W_i为第 i 条黑色边界的匹配权重，D_i（r）为第 i 条黑色边界的曲线复杂度，L_i为第 i 条黑色边界的长度，r 为基准长度。

5. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的重定位方法，其特征在于，所述根据所述全局导航地图生成局部匹配子图包括：

确定自适应匹配区域；

对所述全局导航地图进行预处理，得到优化导航地图；

根据所述自适应匹配区域和所述优化导航地图生成所述局部匹配子图。

6. 如权利要求 5 所述的重定位方法，其特征在于，所述确定自适应匹配区域包括：

获取重定位的定位模式；

当所述定位模式为全局重定位时，获取所述机器人的全局定位位置以及导航失效前所

述机器人所在的第一位置，并根据所述全局定位位置和所述第一位置生成所述自适应匹配区域；

当所述定位模式为局部重定位时，获取所述机器人的全局定位位置、导航失效前所述机器人所在的第一位置以及用户指定的第二位置，并根据所述全局定位位置、所述第一位置以及所述第二位置生成所述自适应匹配区域。

7. 如权利要求 6 所述的重定位方法，其特征在于，所述根据所述全局定位位置和所述第一位置生成所述自适应匹配区域包括：

以所述全局定位位置为圆心、以第一预设长度为半径绘制第三圆形，并以所述第一位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第四圆形；

当所述第三圆形与所述第四圆形相交或者相容时，将包含所述第三圆形与所述第四圆形的最小外接矩形确定为所述自适应匹配区域；

当所述第三圆形与所述第四圆形相离，或者所述第四圆形不存在时，将以所述全局定位位置为中心点、以第二预设长度为边长的矩形区域确定为所述自适应匹配区域。

8. 一种重定位装置，其特征在于，包括：

匹配子图生成模块，用于获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图；

匹配权重确定模块，用于获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重；

匹配值确定模块，用于根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界；

位姿确定模块，用于当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿。

9. 一种机器人，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 7 任一项所述的重定位方法。

10. 一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 7 任一项所述的重定位方法。

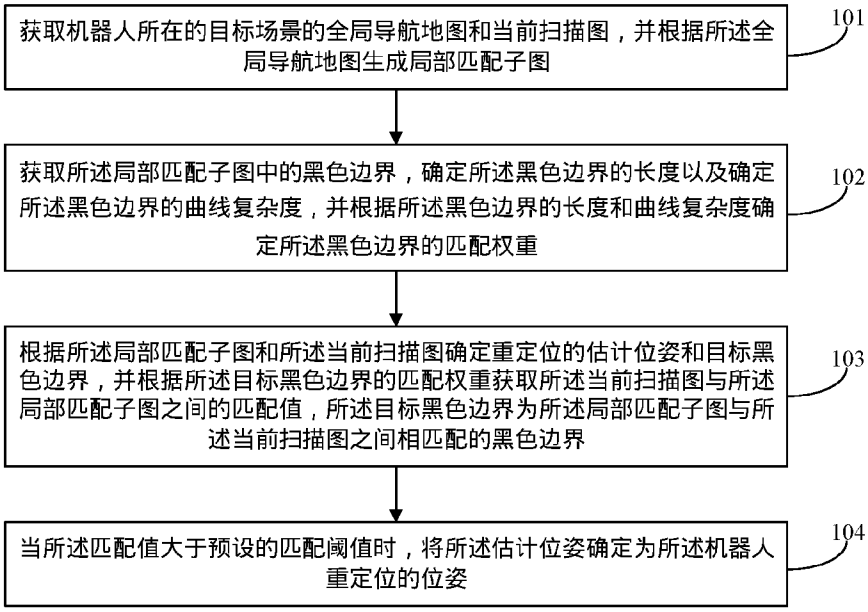

获取机器人所在的目标场景的全局导航地图和当前扫描图，并根据所述全局导航地图生成局部匹配子图
101
获取所述局部匹配子图中的黑色边界，确定所述黑色边界的长度以及确定所述黑色边界的曲线复杂度，并根据所述黑色边界的长度和曲线复杂度确定所述黑色边界的匹配权重
102
根据所述局部匹配子图和所述当前扫描图确定重定位的估计位姿和目标黑色边界，并根据所述目标黑色边界的匹配权重获取所述当前扫描图与所述局部匹配子图之间的匹配值，所述目标黑色边界为所述局部匹配子图与所述当前扫描图之间相匹配的黑色边界
103
当所述匹配值大于预设的匹配阈值时，将所述估计位姿确定为所述机器人重定位的位姿
104

图 1

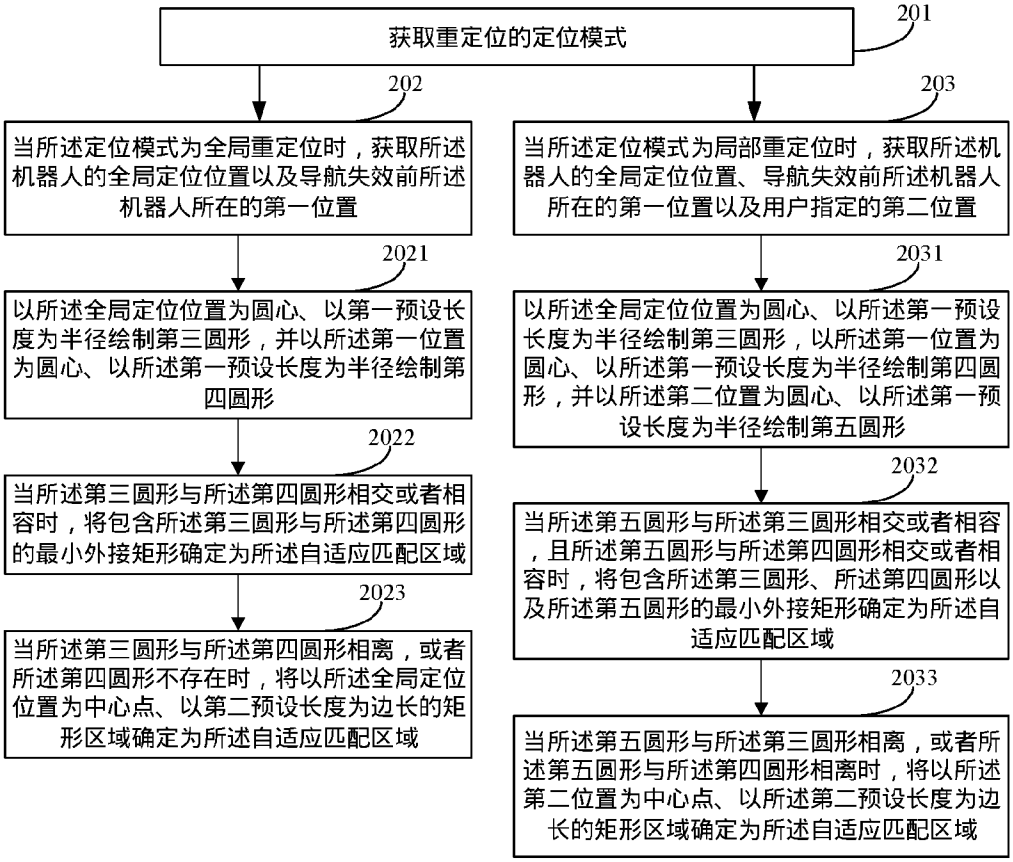

获取重定位的定位模式
201
202
当所述定位模式为全局重定位时，获取所述机器人的全局定位位置以及导航失效前所述机器人所在的第一位置
2021
以所述全局定位位置为圆心、以第一预设长度为半径绘制第三圆形，并以所述第一位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第四圆形
2022
当所述第三圆形与所述第四圆形相交或者相容时，将包含所述第三圆形与所述第四圆形的最小外接矩形确定为所述自适应匹配区域
2023
当所述第三圆形与所述第四圆形相离，或者所述第四圆形不存在时，将以所述全局定位位置为中心点、以第二预设长度为边长的矩形区域确定为所述自适应匹配区域
203
当所述定位模式为局部重定位时，获取所述机器人的全局定位位置、导航失效前所述机器人所在的第一位置以及用户指定的第二位置
2031
以所述全局定位位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第三圆形，以所述第一位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第四圆形，并以所述第二位置为圆心、以所述第一预设长度为半径绘制第五圆形
2032
当所述第五圆形与所述第三圆形相交或者相容，且所述第五圆形与所述第四圆形相交或者相容时，将包含所述第三圆形、所述第四圆形以及所述第五圆形的最小外接矩形确定为所述自适应匹配区域
2033
当所述第五圆形与所述第三圆形相离，或者所述第五圆形与所述第四圆形相离时，将以所述第二位置为中心点、以所述第二预设长度为边长的矩形区域确定为所述自适应匹配区域

图 2

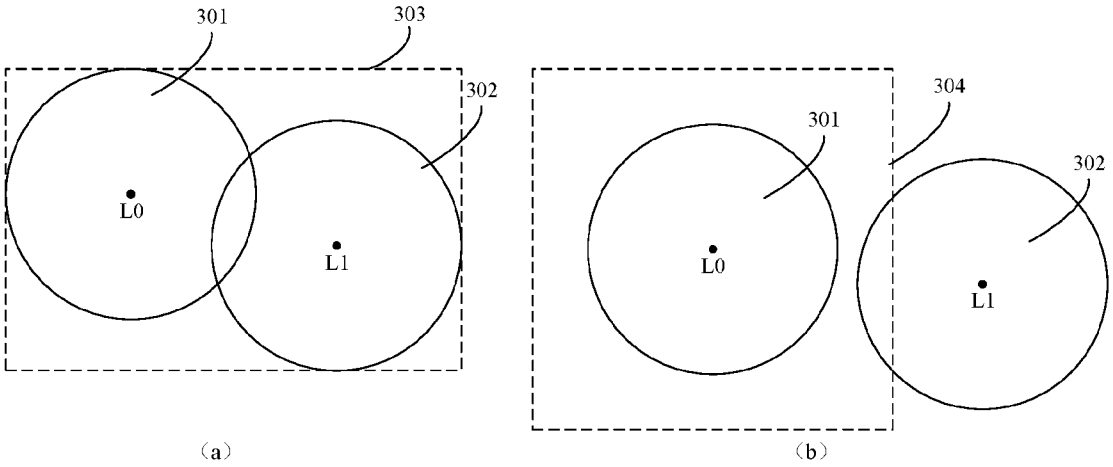


图 3

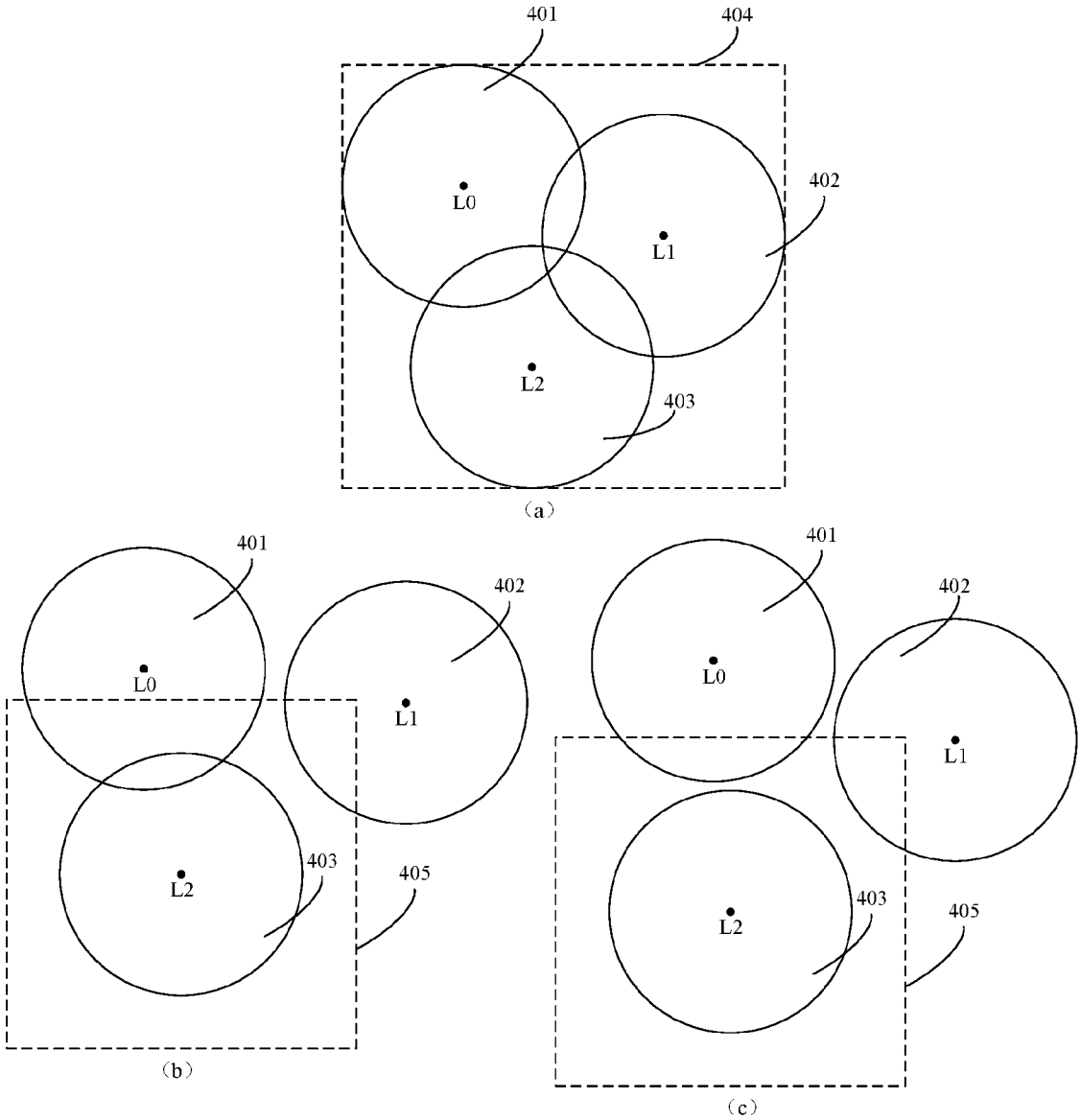

401
404
L0
402
L1
L2
403
(a)
401
402
L0
L1
403
405
L2
(b)
401
402
L0
L1
403
405
L2
(c)

图 4

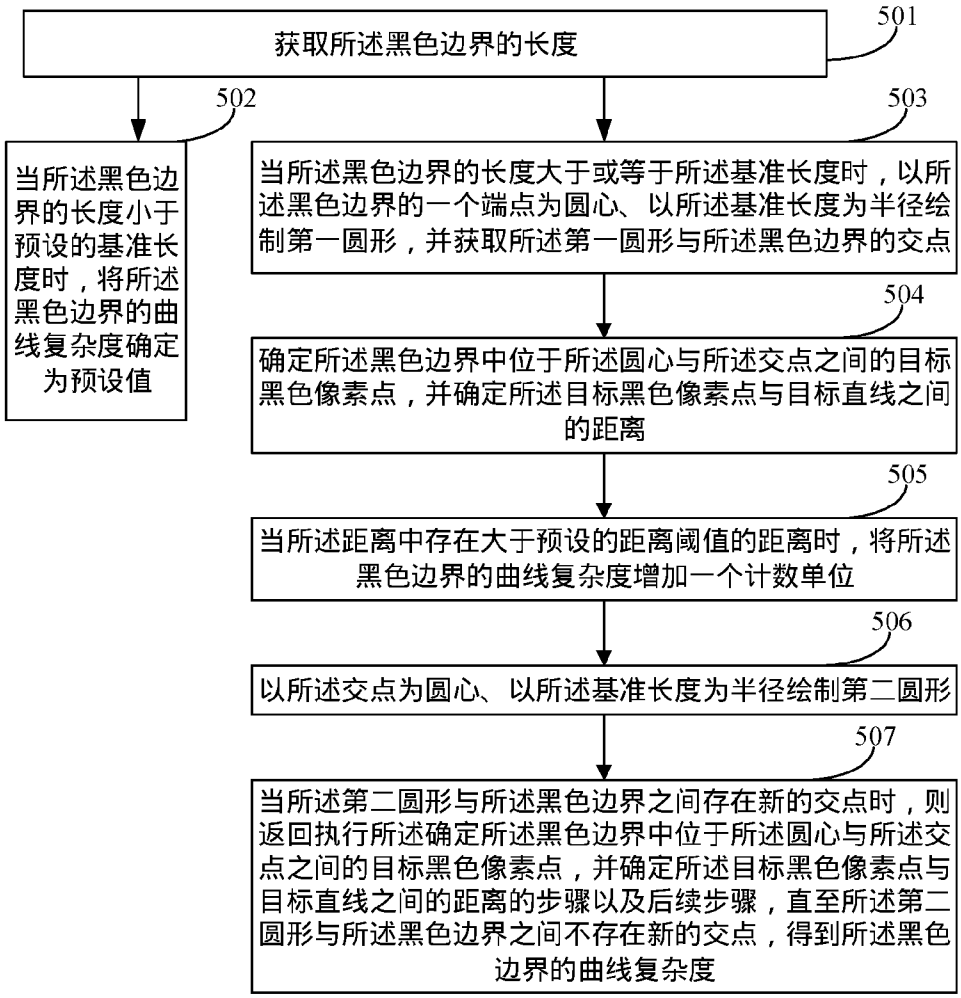

获取所述黑色边界的长度
501
502
503
当所述黑色边界的长度小于预设的基准长度时，将所述黑色边界的曲线复杂度确定为预设值
当所述黑色边界的长度大于或等于所述基准长度时，以所述黑色边界的一个端点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第一圆形，并获取所述第一圆形与所述黑色边界的交点
504
确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离
505
当所述距离中存在大于预设的距离阈值的距离时，将所述黑色边界的曲线复杂度增加一个计数单位
506
以所述交点为圆心、以所述基准长度为半径绘制第二圆形
507
当所述第二圆形与所述黑色边界之间存在新的交点时，则返回执行所述确定所述黑色边界中位于所述圆心与所述交点之间的目标黑色像素点，并确定所述目标黑色像素点与目标直线之间的距离的步骤以及后续步骤，直至所述第二圆形与所述黑色边界之间不存在新的交点，得到所述黑色边界的曲线复杂度

图 5

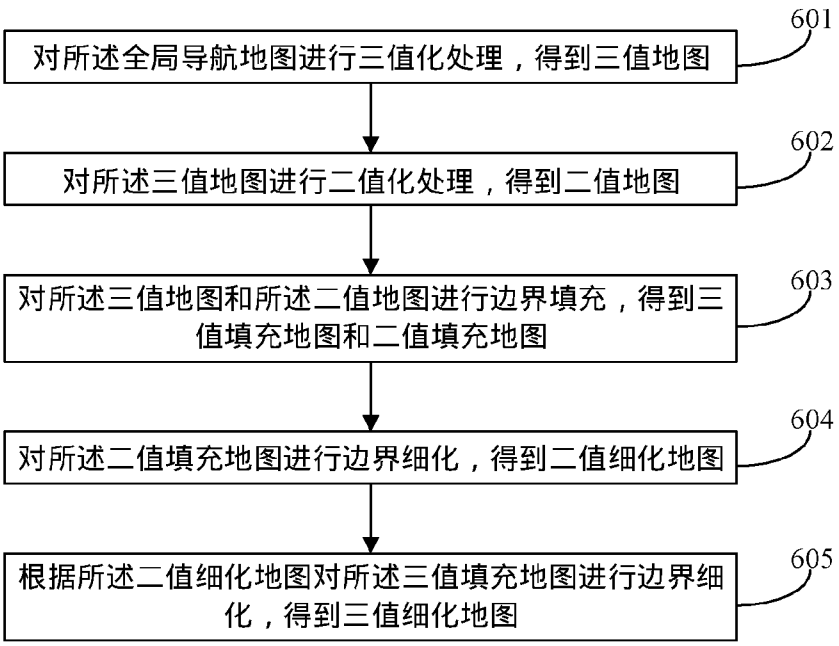

对所述全局导航地图进行三值化处理，得到三值地图
601
对所述三值地图进行二值化处理，得到二值地图
602
对所述三值地图和所述二值地图进行边界填充，得到三值填充地图和二值填充地图
603
对所述二值填充地图进行边界细化，得到二值细化地图
604
根据所述二值细化地图对所述三值填充地图进行边界细化，得到三值细化地图
605

图 6

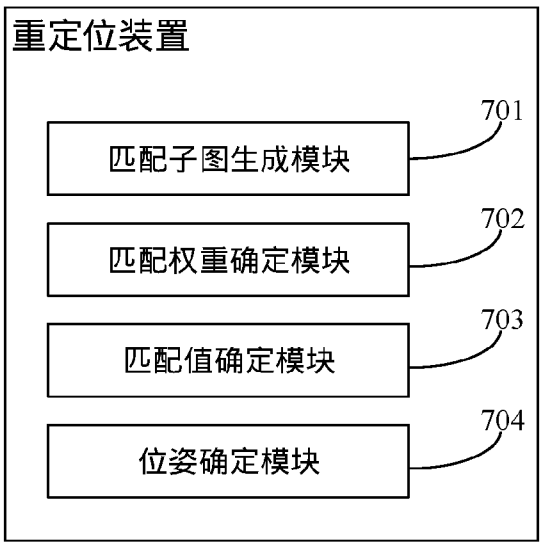

重定位装置
匹配子图生成模块
701
匹配权重确定模块
702
匹配值确定模块
703
位姿确定模块
704

图 7

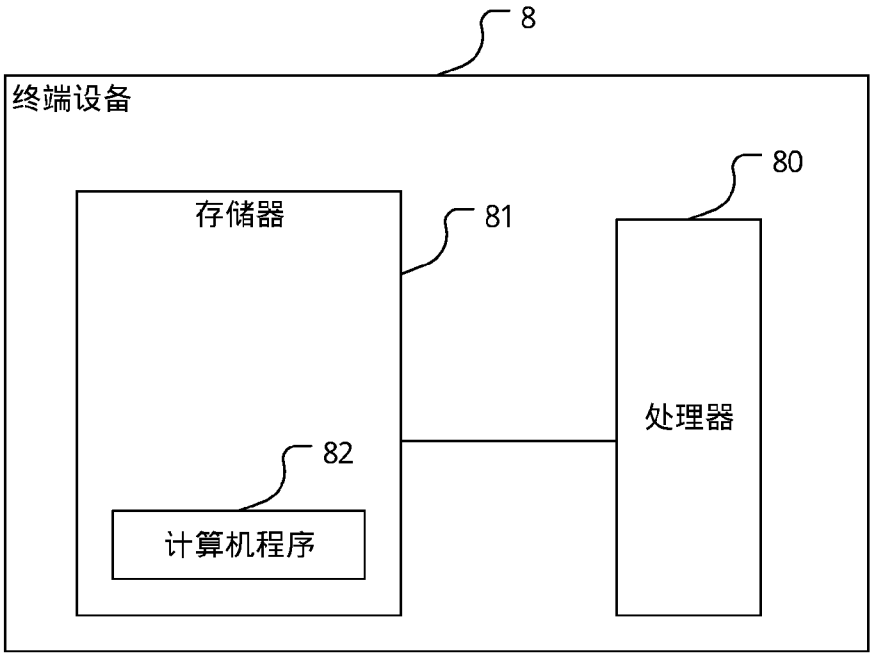


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/140578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/06(2012.01)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)

G06Q

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, CNKI, WPI, EPODOC: 导航, 重定位, 定位, 机器人, 地图, 局部, 全局, 匹配, 权重, 边界, 长度, 复杂, navigat+, reposition+, positioning, robot, map, local, global, match, weight, boundary, length, complexity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110207710 A (BEIJING PUPPY INTELLIGENT ROBOT TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 September 2019 (2019-09-06) description paragraphs [0068]-[0099]	1-10
A	CN 111780763 A (HANGZHOU HIKROBOT TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 October 2020 (2020-10-16) entire document	1-10
A	CN 105928505 A (SMART DYNAMICS CO., LTD.) 07 September 2016 (2016-09-07) entire document	1-10
A	CN 111486842 A (UBTECH ROBOTICS CORP.) 04 August 2020 (2020-08-04) entire document	1-10
A	US 2011235922 A1 (SUPERFISH LTD.) 29 September 2011 (2011-09-29) 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	Date of mailing of the international search report
16 July 2021	**13 August 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/CN2020/140578

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 110207710 A	06 September 2019	CN 110207710 B	16 March 2021
CN 111780763 A	16 October 2020	None	
CN 105928505 A	07 September 2016	CN 105928505 B	29 January 2019
CN 111486842 A	04 August 2020	US 2020241112 A1	30 July 2020
US 2011235922 A1	29 September 2011	US 8463047 B2	11 June 2013
		WO 2010013237 A1	04 February 2010

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/140578

A. 主题的分类

G06Q 10/06(2012.01)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)

G06Q

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, CNKI, WPI, EPODOC: 导航，重定位，定位，机器人，地图，局部，全局，匹配，权重，边界，长度，复杂，navigat+, reposition+, positioning, robot, map, local, global, match, weight, boundary, length, complexity

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	CN 110207710 A (北京小狗智能机器人技术有限公司) 2019年 9月 6日 (2019-09-06) 说明书第[0068]-[0099]段	1-10
A	CN 111780763 A (杭州海康机器人技术有限公司) 2020年 10月 16日 (2020-10-16) 全文	1-10
A	CN 105928505 A (深圳市神州云海智能科技有限公司) 2016年 9月 7日 (2016-09-07) 全文	1-10
A	CN 111486842 A (深圳市优必选科技有限公司) 2020年 8月 4日 (2020-08-04) 全文	1-10
A	US 2011235922 A1 (SUPERFISH LTD.) 2011年 9月 29日 (2011-09-29) 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	国际检索报告邮寄日期
2021年 7月 16日	2021年 8月 13日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	孟子山
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53961387

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/140578

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	110207710	A	2019年 9月 6日	CN	110207710	B	2021年 3月 16日
CN	111780763	A	2020年 10月 16日		无		
CN	105928505	A	2016年 9月 7日	CN	105928505	B	2019年 1月 29日
CN	111486842	A	2020年 8月 4日	US	2020241112	A1	2020年 7月 30日
US	2011235922	A1	2011年 9月 29日	US	8463047	B2	2013年 6月 11日
				WO	2010013237	A1	2010年 2月 4日