

(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
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/134082 A1

(51) 国际专利分类号:
G01S 17/93 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/098779

(22) 国际申请日: 2019 年 8 月 1 日 (01.08.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811628415.8 2018 年 12 月 28 日 (28.12.2018) CN

(71) 申请人: 歌尔股份有限公司(GOERTEK INC.) [CN/
CN]; 中国山东省潍坊市高新技术开发区东方路 268 号, Shandong 261031 (CN)。

(72) 发明人: 李保明(LI, Baoming); 中国山东省潍坊市高新技术开发区东方路 268 号, Shandong

261031 (CN)。 邹李兵(ZOU, Libing); 中国山东省潍坊市高新技术开发区东方路 268 号, Shandong 261031 (CN)。 戴天荣(DAI, Tianrong); 中国山东省潍坊市高新技术开发区东方路 268 号, Shandong 261031 (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, 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:** PATH PLANNING METHOD AND APPARATUS, AND MOBILE DEVICE

(54) 发明名称: 一种路径规划方法、装置和移动设备

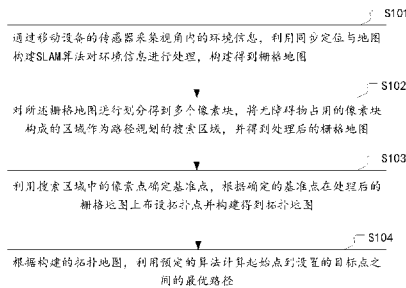


图 1

- S101 Collect environmental information in a viewing angle by means of a sensor of a mobile device, and process the environmental information by using a simultaneous localization and mapping (SLAM) construction algorithm to construct and obtain a grid map
- S102 Divide the grid map to obtain a plurality of pixel blocks, use an area composed of pixel blocks not occupied by obstacles as a search area for path planning, and obtain a processed grid map
- S103 Use pixel points in the search area to determine a reference point, lay out topological points on the processed grid map according to the determined reference point, and construct and obtain a topological map
- S104 According to the constructed topological map, use a predetermined algorithm to calculate an optimal path between a starting point and a set target point

(57) **Abstract:** A path planning method and apparatus (700), and a mobile device. The present method comprises: collecting environmental information in a viewing angle by means of a sensor of a mobile device, and processing the environmental information by using a simultaneous localization and mapping (SLAM) construction algorithm to construct and obtain a grid map (S101); dividing the grid map to obtain pixel blocks, using an area composed of pixel blocks not occupied by obstacles as a search area for path planning, and obtaining a processed grid map (S102); using pixel points in the search area to determine a reference point, laying out topological points

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))。

on the processed grid map according to the determined reference point and constructing and obtaining a topological map (S103); and according to the constructed topological map, using a predetermined algorithm to calculate an optimal path between a starting point and a set target point (S104). The embodiments improve path planning efficiency and conserve storage resources.

(57) 摘要: 一种路径规划方法、装置(700)和移动设备, 本方法包括: 通过移动设备的传感器采集视角内的环境信息, 利用同步定位与地图构建SLAM算法对环境信息进行处理, 构建得到栅格地图(S101); 对栅格地图进行划分得到像素块, 将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域, 并得到处理后的栅格地图(S102); 利用搜索区域中的像素点确定基准点, 根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点并构建得到拓扑地图(S103); 根据构建的拓扑地图, 利用预定的算法计算起始点到设置的目标点之间的最优路径(S104), 实施例提高了路径规划效率且节约了存储资源。

一种路径规划方法、装置和移动设备

技术领域

本发明涉及同步定位与地图构建 SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) 技术领域，具体涉及一种基于同步定位与地图构建的路径规划方法、装置和移动设备。

发明背景

随着近几年智能机器人、无人机、无人驾驶、虚拟现实等领域的火爆，SLAM 也为大家熟知，并被认为是这些领域的关键技术之一。SLAM 是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。

根据所使用的传感器的不同，其主要解决方法主要有三种：基于 RGB-D 相机的 SLAM，基于视觉的 SLAM 以及基于激光传感器的 SLAM。激光 SLAM 是目前比较成熟的定位导航方案，目前基于激光的 SLAM 多数使用滤波器算法、概率算法、最小二乘法、以及图优化等，如常用的 GMapping、Hector SLAM、Karto SLAM 等算法，无论哪种算法都需要生成栅格地图，即将整个环境分为若干相同大小的栅格。虽然栅格地图容易构建，但是由于栅格地图的分辨率不依赖于环境的复杂度，导致路径规划效率低，空间浪费等问题。

发明内容

本发明提供了一种基于同步定位与地图构建的路径规划方法、装置和移动设备，提高了路径规划效率且节约了存储资源。

根据本申请的一个方面，提供了一种基于同步定位与地图构建的路径规划方法，包括：

通过移动设备的传感器采集视角内的环境信息，利用同步定位与地图构建 SLAM 算法对环境信息进行处理，构建得到栅格地图；

对栅格地图进行划分得到多个像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域，并得到处理后的栅格地图；

利用搜索区域中的像素点确定基准点，根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点并构建得到拓扑地图；

根据构建的拓扑地图，利用预定的算法计算起始点到设置的目标点之间的最优路径。

根据本申请的另一个方面，提供了一种基于同步定位与地图构建的路径规划装置，包括：

栅格地图构建单元，通过移动设备的传感器采集视角内的环境信息，利用同步定位与地图构建 SLAM 算法对环境信息进行处理，构建得到栅格地图；

栅格地图处理单元，对栅格地图进行划分得到多个像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域，并得到处理后的栅格地图；

拓扑地图构建单元，利用搜索区域中的像素点确定基准点，根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点并构建得到拓扑地图；

路径规划单元，根据构建的拓扑地图，利用预定的算法计算起始点到设置的目标点之间的最优路径。

根据本申请的又一个方面，提供了一种移动设备，包括：存储器和处理器，存储器和处理器之间通过内部总线通讯连接，存储器存储有能够被处理器执行的程序指令，程序指令被处理器执行时能够实现本申请一个方面的基于同步定位与地图构建的路径规划方法。

应用本发明实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划方法和装置，通过对构建的栅格地图进行划分得到像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域，利用搜索区域中的像素点确定基准点并在栅格地图上布设拓扑点，构建拓扑地图，后续根据构建的拓扑地图，计算起始点到设置的目标点之间的最优路径。与现有技术基于像素点的路径规划方案相比，基于未被占用的像素块确定搜索区域，并根据搜索区域计算和规划最优路径，从而大大降低了地图的分辨率，提高了路径规划效率，节约了存储空间。本发明实施例的移动设备的路径规划效率高，避免了空间浪费问题。

附图简要说明

图 1 是本发明一个实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划方法的流程示意图；

图 2 是本发明另一个实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划方法的流程图；

图 3 是本发明一个实施例的栅格地图的示意图；

图 4 是本发明一个实施例的处理后的栅格地图的示意图；

图 5 是栅格地图上检测出角点的示意图；

图 6 是本发明一个实施例的规划的最优路径的示意图；

图 7 是本发明一个实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划装置的框图；

图 8 是本发明一个实施例的移动设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，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，都属于本发明保护的范围。

本发明的设计构思在于，针对现有技术的路径规划存在的规划效率低、空间浪费的问题，提出一种基于同步定位与地图构建的路径规划方案，通过基于像素块的网格划分、基于拓扑点的地图优化以及基于拓扑图的最短路径计算，提高了路径规划效率并且优化了存储资源。

图 1 是本发明一个实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划方法的流程示意图，参见图 1，本实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划方法包括下列步骤：

步骤 S101，通过移动设备的传感器采集视角内的环境信息，利用 SLAM（Simultaneous Localization And Mapping，同步定位与地图构建）算法对环境信息进行处理，构建得到栅格地图；

步骤 S102，对栅格地图进行划分得到多个像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域，并得到处理后的栅格地图；

步骤 S103，利用搜索区域中的像素点确定基准点，根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点并构建得到拓扑地图；

步骤 S104，根据构建的拓扑地图，利用预定的算法计算起始点到设置的目标点之间的最优路径。

由图 1 所示可知，本实施例的路径规划方法，对构建的栅格地图进行划分得到像素块，基于无障碍物占用的像素块确定出路径规划的搜索区域，利用搜索区域中的像素点确定基准点，并根据确定的基准点布设拓扑点构建拓扑地图，再根据构建的拓扑地图来计算最优路径，与现有技术相比，依据像素块对地图

进行网格划分，不需要对每个像素点都进行搜索，能够在保证规划效果的同时提高地图路径规划效率，并且节约了存储资源。

一个实施例中，步骤 S104 包括：利用预定的算法计算任意两个拓扑点间的最短距离并确定任意两个拓扑点的邻近信息，将任意两个拓扑点间的最短距离信息存储在链表中，计算起始点与距离起始点最近的拓扑点间的最短距离，作为第一距离；计算目标点与距离目标点最近的拓扑点间的最短距离，作为第二距离；查找链表得到距离起始点最近的拓扑点以及距离目标点最近的拓扑点间的最短距离，作为第三距离，由第一距离、第二距离以及第三距离相加之和，得到起始点到目标点之间的最优路径。由此可知，最优路径的计算通过三段均与拓扑点相关的距离即可确定得到，显著提高了路径规划的效率。

以下结合一个具体的应用场景对本发明实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划方法的实现步骤进行说明。

参见图 2，总的来看，本实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划方法包括三大步骤，分别是：步骤一，基于像素块的网格划分，步骤二，基于拓扑点的地图优化以及步骤三，基于拓扑图的最短路径计算。下面依次对这三大步骤进行具体说明。

步骤一，基于像素块的网格划分

参见图 2，这一步骤包括四个子步骤，分别是：激光数据获取、生成栅格地图、边缘检测、基于像素块的网格划分。

具体的，激光数据获取。本实施例中获取移动设备的激光传感器采集视角内的环境信息。激光传感器或称激光雷达，分为机械激光雷达和固态激光雷达，机械激光雷达通过旋转部件来控制激光发射角，采集不同视角内的环境信息。

生成栅格地图。利用 SLAM 算法生成栅格地图，SLAM 算法是利用激光雷达采集一系列分散的、具有角度信息和距离信息的点云，通过对不同时刻两片点云的匹配与对比，计算激光雷达相对运动的距离和角度的改变，从而完成栅格地图建构，如图 3 所示，为本实施例的根据激光传感器采集的环境信息构建的栅格地图的示意。栅格地图可以理解为一个矩阵，矩阵中的值表征该位置被障碍物占用的概率。如图 3 所示，一般的，纯黑色点（即灰度值为 0）的概率为 1，代表占用；灰色点（灰度值为 127）概率为 0.5，代表未知；纯白色点（灰度值为 255）概率为 0，代表未被占用。也就是说，栅格地图中每个小格的颜色代表的是这一格被占用的概率，颜色越深则表明被占用率越高，也就是有更高的

可能是障碍物/建筑物。之所以采用概率表示，是因为建立栅格地图要依赖于导航系统，导航系统都是有误差的，哪怕精度再高，因此基于这些位置信息建立出来的栅格地图不一定十分准确。

边缘检测。为了能够准确的提取出地图的可行域，本实施例中对栅格地图进行边缘检测。在进行边缘检测前，先对栅格地图进行二值化处理，将栅格地图中占有概率在 0.4 到 1 以内的像素点对应的位置确定为被障碍物占用，否则为空闲。本实施例中采用 Canny 边缘检测算法对栅格地图进行边缘检测，主要流程为：高斯滤波平滑图像→计算图像梯度的幅值和方向→非极大值抑制→双阈值检测及连接边缘→图像腐蚀膨胀。需要说明的是，Canny 边缘检测算法为现有技术，所以有关边缘检测的实现细节可以参见现有技术中的说明，这里不再赘述。另外，本发明实施例不对边缘检测算法、具体实现方式进行限定，在一些实施例中边缘检测步骤可以略去。

基于像素块的网格划分。本实施例中对栅格地图进行划分得到像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域包括：利用多个面积相等的块状区域对栅格地图进行划分得到像素块，判断各像素块是否被障碍物占用，是则，将像素块中像素点的灰度值设为第一数值，否则，将像素块中像素点的灰度值设为第二数值。判断各像素块是否被障碍物占用的一种实现方式是：对各像素块，判断像素块的中心像素点是否被障碍物占用；如果中心像素点被障碍物占用，则遍历下一个像素块，直至所有像素块遍历完毕；如果中心像素点未被障碍物占用，则顺序遍历像素块中其余像素点，若其余像素点全部未被障碍物占用，则确定该像素块未被障碍物占用。

举例来说，按照从上到下、从左到右边的顺序，利用块状区域切割地图。比如每 $6*6$ 像素（即块状区域面积= $6*6$ ）为一网格，在利用块状区域对栅格地图进行划分过程中，当栅格地图上的待划分区域的面积小于块状区域的面积时，不足部分用第一数值（如 0）填充后划分出块状区域，也就是说，在不够一网格时，不够的网格（通常位于地图的边缘部分）用 0 补齐。

划分出像素块后，遍历切割地图中的像素块，判断网格中心（即像素块的中心）像素点的占用情况。若占用，则认为当前处理的像素块已经被占用，继续对下一像素块是否被占用进行判断，直至所有像素块遍历并处理完毕；若非占用，则顺序遍历像素块中心像素点周围的像素点（例如，对 $3*3$ 的像素块，顺序遍历中心点之外其余的 8 个像素点），若周围的像素点全部为非占用，则确

定该像素块可行（即该像素块是空闲的，可用于确定路径规划搜索区域），将像素块内所有像素点的灰度值设为第二数值比如 255；否则，确定该像素块为不可行，将各像素点的灰度值设为第一数值比如像素为 0，得到二值化处理的栅格地图如图 4 所示，在图 4 中白色点的灰度值为 255，黑色点灰度值为 0。

注：本实施例中栅格地图分辨率对应栅格地图中一小格的长和宽，即，分辨率为 X_{cm} 代表地图中的每个格子长 X_{cm} 、宽 X_{cm} 。一般机器人底盘直径是地图分辨率的几倍之多，地图中有很多地方机器人是不可达的，换句话说，地图分辨率过高只会造成存储资源的浪费并影响路径规划效率。对此，本实施例中考虑到机器人的直径范围（用于分割的像素块面积的大小可以根据该直径范围继续调整），通过像素块分割栅格地图并进行二值化，降低了地图的分辨率，避免了空间浪费，提高了路径规划效率且能够保证路径规划的效果。

步骤二，基于拓扑点的地图优化

栅格地图用于机器人定位导航时，每次进行路径规划都需要遍历像素点，当地图的面积较大时，运行效率很慢。本实施例中通过在栅格地图中设置拓扑点，并存储拓扑点的方式对其进行优化。

为了保证搜索的正确性，拓扑点需要在确定出的搜索区域中布设，本实施例中，先利用搜索区域中的像素点确定基准点，根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点，比如对搜索区域中的像素点、边缘点或角点进行归类，将同类点作为基准点；计算基准点构成的区域的质心，并在处理后的栅格地图上各质心的位置上布设拓扑点。

也就是说，可以基于三种方式中的任一种来确定拓扑点的布设位置，即，分别对搜索区域中的像素点、边缘点或角点进行归类而后基于归类后的同类点确定基准点，计算基准点构成的区域的质心，在质心位置布设拓扑点即可。

可以理解一些场景中，也可以同时将三种方式中的任两种或全部应用到同一个栅格地图的拓扑点布设中。

这三种确定拓扑点的布设位置分别是：

对搜索区域中的像素点进行归类，具体的，根据任意两像素点间的距离和可见信息，对像素点进行归类，如果两像素点的可见信息为指示两像素点间无障碍物的可见信息且两像素点的距离小于或等于距离阈值，则将两像素点归为一类，得到同类点。

或者，对搜索区域中的边缘点进行归类，具体的，根据任意两边缘点间的

距离和可见信息，对边缘点进行归类，如果两边缘点的可见信息为指示两边缘点间无障碍物的可见信息且两边缘点的距离小于或等于距离阈值，则将两边缘点归为一类，得到同类点，其中，边缘点是指搜索区域中与栅格地图上非搜索区域的像素点位置相邻的像素点。

或者，对搜索区域中的角点进行归类，具体的，检测搜索区域中的角点，根据任意两角点间的距离和可见信息，对角点进行归类，如果两角点的可见信息为指示两角点间无障碍物的可见信息且两角点的距离小于或等于距离阈值，则将两角点归为一类，得到同类点。

角点是地图中边缘方向变化剧烈的像素点，能够代表地图的特点，所以这里以角点为例来对布设拓扑点的实现过程进行说明。边缘点和角点都是对搜索区域中各像素点的进一步筛选，边缘点和角点通常也都是基于搜索区域中各像素点得到的。这两种处理方式，相比于直接对搜索区域中所有像素点进行处理的方式，进一步减少了数据处理量，提高了规划效率。

接着看图 2，基于拓扑点的地图优化步骤包括四个子步骤分别为：角点检测→角点分类→拓扑点布放→拓扑地图构建。

1) 角点检测。这里通过对地图进行 Harris 角点检测，得到地图中边缘方向变化剧烈的地方，以便拓扑点的布放。参见图 5，图 5 中的星星符号 (*) 即为检测出的角点的示意。

2) 角点分类。角点分类是根据任意两角点间的距离和可见信息，对角点进行归类，如果两角点的可见信息为指示两角点间无障碍物的可见信息且两角点的距离小于或等于距离阈值，则将两角点归为一类。即，根据角点之间的距离和可见性，对角点进行分类以便减小拓扑点放置的数量，进而提高路径规划效率。若两角点可见(即两角点间无障碍物)且在距离阈值(两角点的直线距离)范围内，则认为两角点为一类。

3) 拓扑点布放。对于每一类的角点，在其质心上放置一各拓扑点，并加入拓扑点列表 A 中。其中，质心的计算公式为 $x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ， $y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ ，其中 i 的取值范围为 1...n，n 为一类角点的总数目， x_i 、 y_i 是角点的坐标值。

若角点无同类，则取离其最近的边缘点作为布设拓扑点的位置。

4) 拓扑地图构建。利用 A* 算法计算任意拓扑点的最短距离后存储在链表中，并确定任意两个拓扑点的邻近信息。这里若两拓扑点间的最短距离直接为

两点的距离（可以理解为在图中两节点直接相连）并未通过其他拓扑点，则认为两拓扑点为邻近节点。可以利用 t_{ij} 表示， i, j 分别代表一个拓扑点， $t_{ij}=1$ 表示邻近， $t_{ij}=0$ 表示非邻近。

A*算法能用于搜索最短路径，A*（A-Star）算法是一种静态路网中求解最短路径最有效的直接搜索方法，也是解决许多搜索问题的有效算法。A*在Dijkstra基础上引入了启发式搜索解决了上述问题，在保证了解最优解的前提下大大提高了搜索的效率，因其简单且易于实现而盛行至今。

通过角点提取、归类再生成拓扑点，显著降低了拓扑地图的规模，在构建了拓扑地图之后，执行步骤三。

步骤三，基于拓扑图的最短路径计算

接着看图2，步骤三包括四个子步骤，分别是：设置目标点→计算起始点与最近拓扑点的最优路径→计算目标点与最近拓扑点的最优路径→生成最优路径。

具体的，步骤三中按照下述方式对起始点到目标点进行最优路径计算：

（3.1）设置目标点。为了提高路径规划效率，本实施例中先大致判断一下待生成的路径规划的规模。即，简单的沿着起始点到目标点搜索两点直线连线间是否存在障碍物，若遇到障碍物则认为此次路径规划为大规模的路径规划，进行（3.2）。否则，认为此次路径规划为小规模的路径规划，此时经过的像素点记为最短路径直接输出结果。

（3.2）计算起始点与最近的拓扑点的距离。遍历前述拓扑点列表A，计算出距离起始点最近的拓扑点a，并通过A*算法计算起始点到最近拓扑点a的最短路径，记为bath1。

（3.3）计算目标点与最近的拓扑点的距离。遍历拓扑点列表A，利用A*算法计算出距离目标点最近的拓扑点b，并计算目标点到最近拓扑点b的最短路径，记为bath2。

（3.4）生成最优路径。遍历链表，查找拓扑点a到b的最短距离bath_ab。则最优路径为bath1+bath_ab+bath2。

如图6中所示的白色区域中的线条，即为本实施例中规划的从起始点到目标点的最优路径。

至此，本发明实施例利用像素块将栅格地图进行网格划分，有效的减小了地图的规模。通过角点检测设置相应的拓扑点，构建网络拓扑图，保存了节点

间的最短路径，极大的提高了大规模地图的路径规划的效率。

本发明实施例中还提供了一种基于同步定位与地图构建的路径规划装置，图7是本发明一个实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划装置的框图。参见图7，本实施例的基于同步定位与地图构建的路径规划装置700包括：

栅格地图构建单元701，通过移动设备的传感器采集视角内的环境信息，利用同步定位与地图构建SLAM算法对环境信息进行处理，构建得到栅格地图；

栅格地图处理单元702，对栅格地图进行划分得到像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域，并得到处理后的栅格地图；

拓扑地图构建单元703，利用搜索区域中的像素点确定基准点，根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点并构建得到拓扑地图；

路径规划单元704，根据构建的拓扑地图，利用预定的算法计算起始点到设置的目标点之间的最优路径。

在本发明的一个实施例中，路径规划单元704，具体用于利用预定的算法计算任意两个拓扑点间的最短距离并确定任意两个拓扑点的邻近信息，将任意两个拓扑点间的最短距离信息存储在链表中，计算起始点与距离起始点最近的拓扑点间的最短距离，作为第一距离；计算目标点与距离目标点最近的拓扑点间的最短距离，作为第二距离；查找链表得到距离起始点最近的拓扑点以及距离目标点最近的拓扑点间的最短距离，作为第三距离，由第一距离、第二距离以及第三距离相加之和，得到起始点到目标点之间的最优路径；以及，拓扑地图构建单元703，具体用于利用对搜索区域中的像素点、边缘点或角点进行归类，将同类点作为基准点；计算基准点构成的区域的质心，并在处理后的栅格地图上各质心的位置上布设拓扑点。

在本发明的一个实施例中，栅格地图处理单元702，具体利用多个面积相等的块状区域对栅格地图进行划分得到像素块，判断各像素块是否被障碍物占用，是则，将像素块中像素点的灰度值设为第一数值，否则，将像素块中像素点的灰度值设为第二数值。

在本发明的一个实施例中，栅格地图处理单元702，具体用于对各像素块，判断像素块的中心像素点是否被障碍物占用；如果中心像素点被障碍物占用，则遍历下一个像素块，直至所有像素块遍历完毕；如果中心像素点未被障碍物占用，则顺序遍历像素块中其余像素点，若其余像素点全部未被障碍物占用，则确定该像素块未被障碍物占用。

在本发明的一个实施例中拓扑地图构建单元 703, 具体用于对搜索区域中的像素点进行归类, 具体的, 根据任意两像素点间的距离和可见信息, 对像素点进行归类, 如果两像素点的可见信息为指示两像素点间无障碍物的可见信息且两像素点的距离小于或等于距离阈值, 则将两像素点归为一类, 得到同类点; 或者, 对搜索区域中的边缘点进行归类, 具体的, 根据任意两边缘点间的距离和可见信息, 对边缘点进行归类, 如果两边缘点的可见信息为指示两边缘点间无障碍物的可见信息且两边缘点的距离小于或等于距离阈值, 则将两边缘点归为一类, 得到同类点, 其中, 边缘点是指搜索区域中与栅格地图上非搜索区域的像素点位置相邻的像素点; 或者, 对搜索区域中的角点进行归类, 具体的, 检测搜索区域中的角点, 根据任意两角点间的距离和可见信息, 对角点进行归类, 如果两角点的可见信息为指示两角点间无障碍物的可见信息且两角点的距离小于或等于距离阈值, 则将两角点归为一类, 得到同类点。

在本发明的一个实施例中, 栅格地图处理单元 702, 具体用于利用块状区域按照划分顺序对栅格地图进行划分, 当栅格地图上的待划分区域的面积小于块状区域的面积时, 不足部分用第一数值填充后划分出块状区域。

需要说明的是, 关于图 7 所示装置中的各单元所执行的各功能的举例解释说明, 参见前述方法实施例中的举例解释说明的相关内容, 这里不再赘述。

另外, 本发明实施例还提供了一种移动设备, 图 8 是本发明一个实施例的移动设备的结构示意图。如图 8 所示, 该移动设备包括存储器 801 和处理器 802, 存储器 801 和处理器 802 之间通过内部总线 803 通讯连接, 存储器 801 存储有能够被处理器 802 执行的程序指令, 程序指令被处理器 802 执行时能够实现上述的基于同步定位与地图构建的路径规划方法。

这里的移动设备例如是自动导引车 AGV、无人机、智能机器人或者头戴设备等。

此外, 上述的存储器 801 中的逻辑指令可以通过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, 本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的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 (可以是个人计算机, 服务器, 或者网络设备等) 执行本申请各个实施例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括: U 盘、移动硬盘、只读存储器 (ROM, Read-Only

Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

本发明的另一个实施例提供一种计算机可读存储介质, 计算机可读存储介质存储计算机指令, 计算机指令使计算机执行上述的基于同步定位与地图构建的路径规划方法。

本领域内的技术人员应明白, 本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图的一个流程或多个流程和/或方框图的一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

需要说明的是术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含, 从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素, 而且还包括没有明确列出的其他要素, 或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下, 由语句“包括一个……”限定的要素, 并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

以上所述, 仅为本发明的具体实施方式, 在本发明的上述教导下, 本领域技术人员可以在上述实施例的基础上进行其他的改进或变形。本领域技术人员应该明白, 上述的具体描述只是更好的解释本发明的目的, 本发明的保护范围以权利要求的保护范围为准

权利要求

1、一种基于同步定位与地图构建的路径规划方法，其特征在于，包括：

通过移动设备的传感器采集视角内的环境信息，利用同步定位与地图构建SLAM 算法对环境信息进行处理，构建得到栅格地图；

对所述栅格地图进行划分得到多个像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域，并得到处理后的栅格地图；

利用搜索区域中的像素点确定基准点，根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点并构建得到拓扑地图；

根据构建的拓扑地图，利用预定的算法计算起始点到设置的目标点之间的最优路径。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据构建的拓扑地图，利用预定的算法计算起始点到设置的目标点之间的最优路径包括：

利用预定的算法计算任意两个拓扑点间的最短距离并确定任意两个拓扑点的邻近信息，将任意两个拓扑点间的最短距离信息存储在链表中，

计算起始点与距离起始点最近的拓扑点间的最短距离，作为第一距离；

计算目标点与距离目标点最近的拓扑点间的最短距离，作为第二距离；

查找所述链表得到距离起始点最近的拓扑点以及距离目标点最近的拓扑点间的最短距离，作为第三距离，

由所述第一距离、所述第二距离以及所述第三距离相加之和，得到起始点到目标点之间的最优路径。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，对所述栅格地图进行划分得到像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域包括：

利用多个面积相等的块状区域对所述栅格地图进行划分得到像素块，

判断各像素块是否被障碍物占用，是则，将像素块中像素点的灰度值设为第一数值，否则，将像素块中像素点的灰度值设为第二数值。

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述判断各像素块是否被障碍物占用包括：

对各像素块，判断像素块的中心像素点是否被障碍物占用；

如果中心像素点被障碍物占用，则确定该像素块被障碍物占用，处理下一个像素块，直至所有像素块遍历完毕；如果中心像素点未被障碍物占用，则顺序遍历该像素块中其余像素点，若其余像素点全部未被障碍物占用，则确定该

像素块未被障碍物占用。

5、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述利用搜索区域中的像素点确定基准点，根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点包括：

对搜索区域中的像素点、边缘点或角点进行归类，将同类点作为基准点；

计算基准点构成的区域的质心，并在处理后的栅格地图上各质心的位置上布设拓扑点。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述对搜索区域中的像素点进行归类包括：

对搜索区域中的像素点进行归类，具体的，根据任意两像素点间的距离和可见信息，对像素点进行归类，如果两像素点的可见信息为指示两像素点间无障碍物的可见信息且两像素点的距离小于或等于距离阈值，则将两像素点归为一类，得到同类点；

7、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述对搜索区域中的边缘点进行归类包括：

对搜索区域中的边缘点进行归类，具体的，根据任意两边缘点间的距离和可见信息，对边缘点进行归类，如果两边缘点的可见信息为指示两边缘点间无障碍物的可见信息且两边缘点的距离小于或等于距离阈值，则将两边缘点归为一类，得到同类点，其中，所述边缘点是指搜索区域中与栅格地图上非搜索区域的像素点位置相邻的像素点；

8、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述对搜索区域中的角点进行归类包括：

对搜索区域中的角点进行归类，具体的，检测搜索区域中的角点，根据任意两角点间的距离和可见信息，对角点进行归类，如果两角点的可见信息为指示两角点间无障碍物的可见信息且两角点的距离小于或等于距离阈值，则将两角点归为一类，得到同类点。

9、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述利用多个面积相等的块状区域对所述栅格地图进行划分得到像素块包括：

利用块状区域按照划分顺序对所述栅格地图进行划分，当所述栅格地图上的待划分区域的面积小于块状区域的面积时，不足部分用第一数值填充后划分出块状区域。

10、一种基于同步定位与地图构建的路径规划装置，其特征在于，包括：

栅格地图构建单元，通过移动设备的传感器采集视角内的环境信息，利用

同步定位与地图构建 SLAM 算法对环境信息进行处理，构建得到栅格地图；

栅格地图处理单元，对所述栅格地图进行划分得到多个像素块，将无障碍物占用的像素块构成的区域作为路径规划的搜索区域，并得到处理后的栅格地图；

拓扑地图构建单元，利用搜索区域中的像素点确定基准点，根据确定的基准点在处理后的栅格地图上布设拓扑点并构建得到拓扑地图；

路径规划单元，根据构建的拓扑地图，利用预定的算法计算起始点到设置的目标点之间的最优路径。

11、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述路径规划单元，具体用于利用预定的算法计算任意两个拓扑点间的最短距离并确定任意两个拓扑点的邻近信息，将任意两个拓扑点间的最短距离信息存储在链表中，计算起始点与距离起始点最近的拓扑点间的最短距离，作为第一距离；计算目标点与距离目标点最近的拓扑点间的最短距离，作为第二距离；查找所述链表得到距离起始点最近的拓扑点以及距离目标点最近的拓扑点间的最短距离，作为第三距离，由所述第一距离、所述第二距离以及所述第三距离相加之和，得到起始点到目标点之间的最优路径。

12、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，

栅格地图处理单元，具体利用多个面积相等的块状区域对栅格地图进行划分得到像素块，判断各像素块是否被障碍物占用，是则，将像素块中像素点的灰度值设为第一数值，否则，将像素块中像素点的灰度值设为第二数值。

13、根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，

栅格地图处理单元，具体用于对各像素块，判断像素块的中心像素点是否被障碍物占用；如果中心像素点被障碍物占用，则遍历下一个像素块，直至所有像素块遍历完毕；如果中心像素点未被障碍物占用，则顺序遍历像素块中其余像素点，若其余像素点全部未被障碍物占用，则确定该像素块未被障碍物占用。

14、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，

所述拓扑地图构建单元，具体用于利用对搜索区域中的像素点、边缘点或角点进行归类，将同类点作为基准点；计算基准点构成的区域的质心，并在处理后的栅格地图上各质心的位置上布设拓扑点。

15、根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，

所述拓扑地图构建单元，具体用于对搜索区域中的像素点进行归类，具体的，根据任意两像素点间的距离和可见信息，对像素点进行归类，如果两像素点的可见信息为指示两像素点间无障碍物的可见信息且两像素点的距离小于或等于距离阈值，则将两像素点归为一类，得到同类点。

16、根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，

所述拓扑地图构建单元，具体用于对搜索区域中的边缘点进行归类，具体的，根据任意两边缘点间的距离和可见信息，对边缘点进行归类，如果两边缘点的可见信息为指示两边缘点间无障碍物的可见信息且两边缘点的距离小于或等于距离阈值，则将两边缘点归为一类，得到同类点，其中，边缘点是指搜索区域中与栅格地图上非搜索区域的像素点位置相邻的像素点。

17、根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，

所述拓扑地图构建单元，具体用于对搜索区域中的角点进行归类，具体的，检测搜索区域中的角点，根据任意两角点间的距离和可见信息，对角点进行归类，如果两角点的可见信息为指示两角点间无障碍物的可见信息且两角点的距离小于或等于距离阈值，则将两角点归为一类，得到同类点。

18、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，

栅格地图处理单元，具体用于利用块状区域按照划分顺序对栅格地图进行划分，当栅格地图上的待划分区域的面积小于块状区域的面积时，不足部分用第一数值填充后划分出块状区域。

19、一种移动设备，其特征在于，包括：存储器和处理器，所述存储器和所述处理器之间通过内部总线通讯连接，所述存储器存储有能够被所述处理器执行的程序指令，所述程序指令被所述处理器执行时能够实现权利要求 1-9 中任一项所述的基于同步定位与地图构建的路径规划方法。

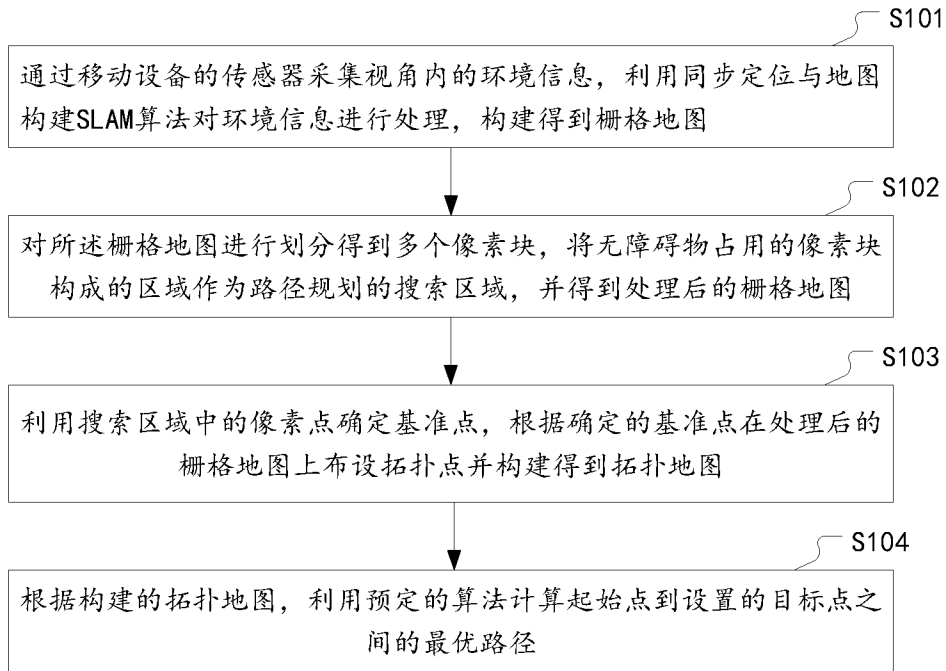


图 1

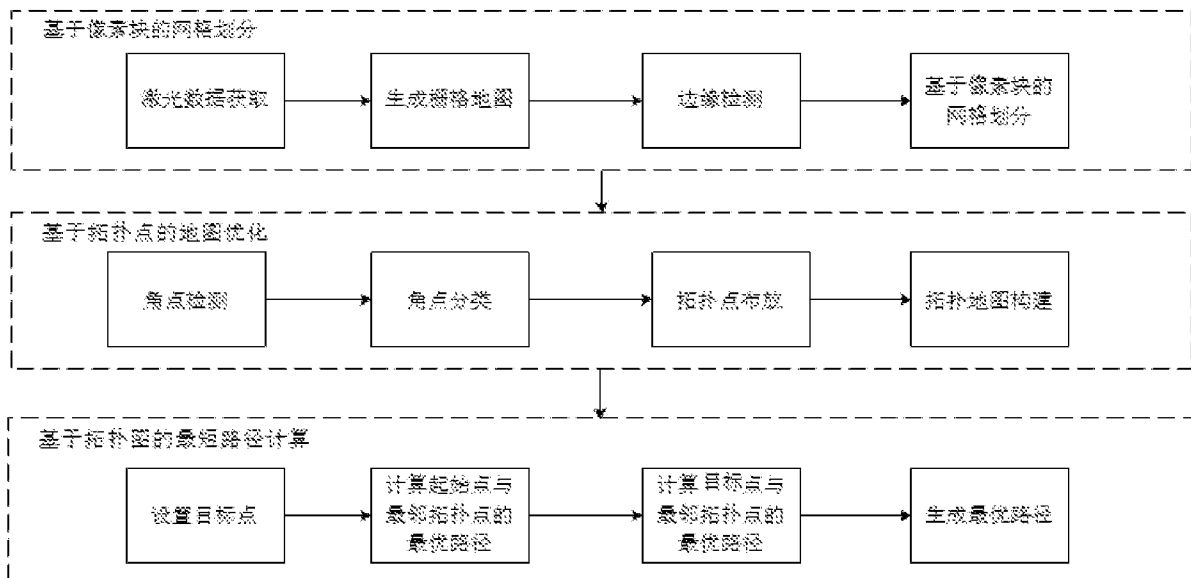


图 2

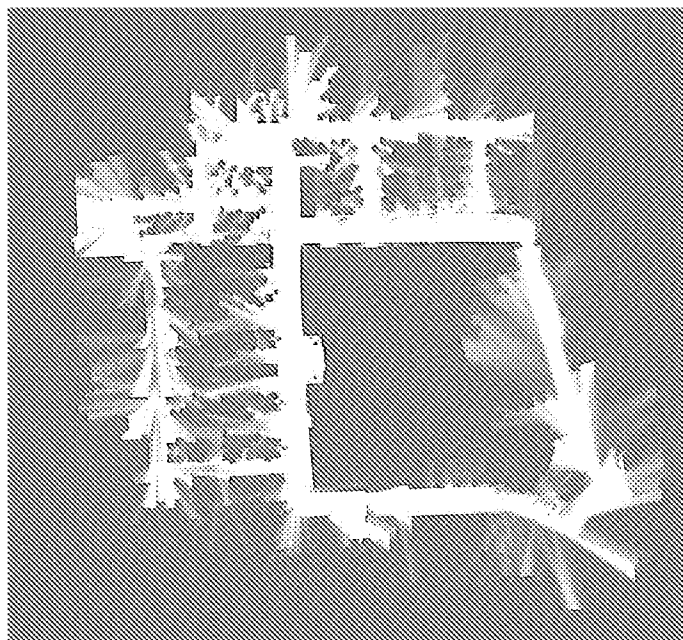


图 3

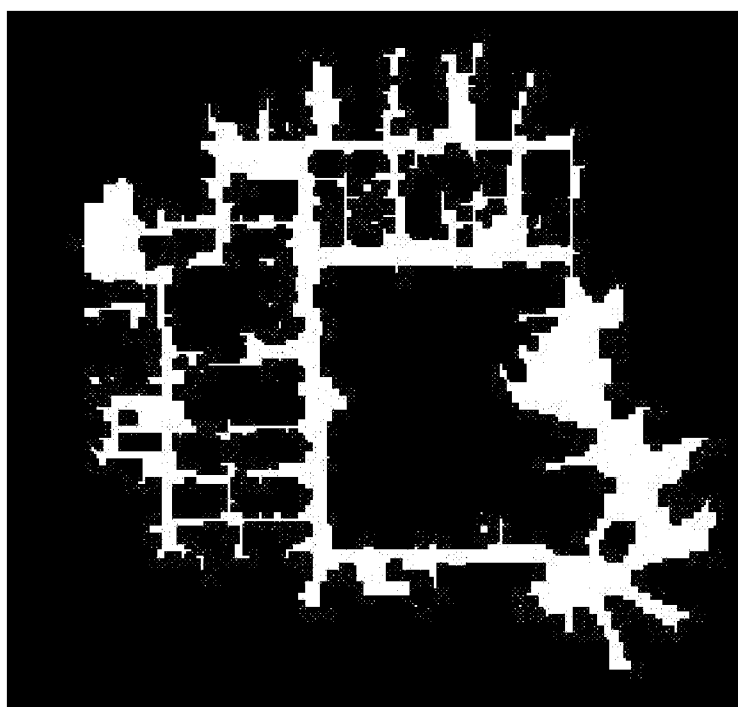


图 4

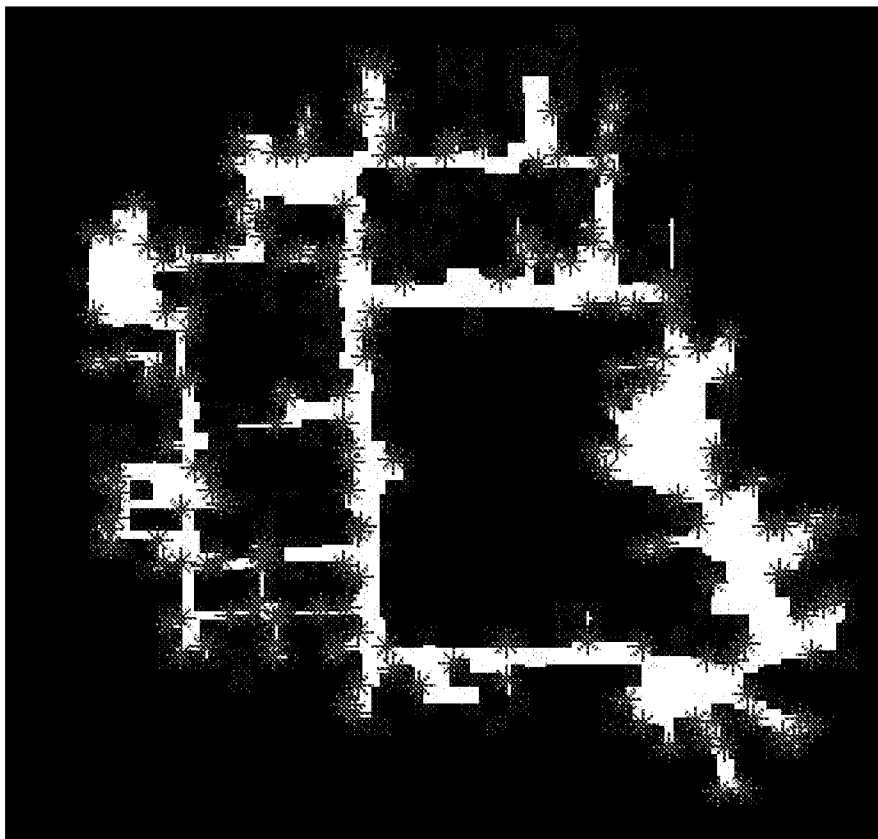


图 5

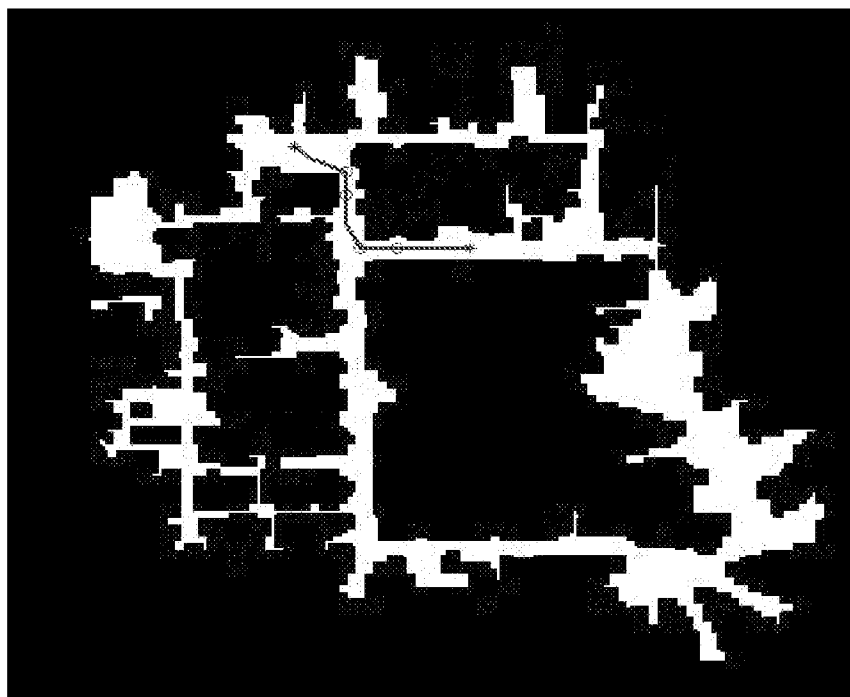


图 6

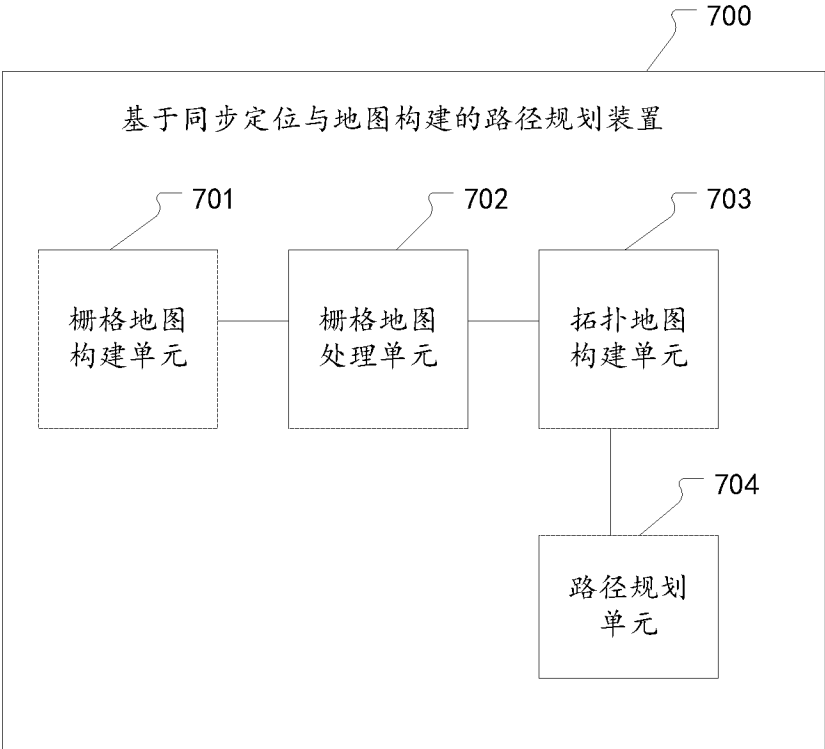


图 7

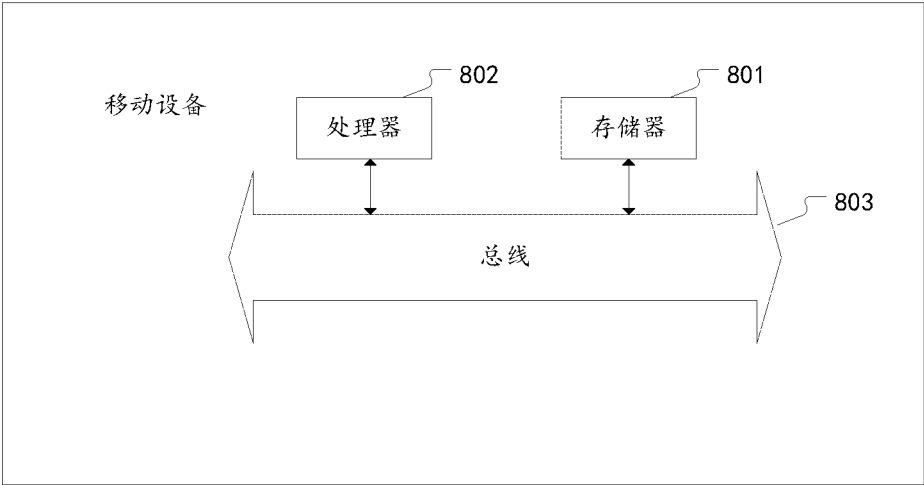


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/098779

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 17/93(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)

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 定位, 地图, 构建, 路径, 传感器, 环境, 像素, 象素, 拓扑, 栅格, 搜索; position, map, structure, route, sensor, environment, surrounding, circumstances, pixel, topology, grid, search

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109541634 A (GOERTEK INC.) 29 March 2019 (2019-03-29) claims 1-10, and description, paragraphs [0025]-[0086]	1-19
X	CN 103278170 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 04 September 2013 (2013-09-04) description, paragraphs [0015]-[0019], [0038]-[0040] and [0059]-[0063]	1-19
A	CN 108765326 A (NANJING UNIVERSITY) 06 November 2018 (2018-11-06) entire document	1-19
A	CN 101619985 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 06 January 2010 (2010-01-06) entire document	1-19
A	CN 105953785 A (QINGDAO KRUND ROBOT CO., LTD.) 21 September 2016 (2016-09-21) entire document	1-19
A	US 2006041375 A1 (GEOGRAPHIC DATA TECHNOLOGY INC.) 23 February 2006 (2006-02-23) entire document	1-19



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

06 October 2019

Date of mailing of the international search report

28 October 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
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/CN2019/098779

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109541634	A	29 March 2019	None			
CN	103278170	A	04 September 2013	CN	103278170	B	06 January 2016
CN	108765326	A	06 November 2018	None			
CN	101619985	A	06 January 2010	CN	101619985	B	04 May 2011
CN	105953785	A	21 September 2016	None			
US	2006041375	A1	23 February 2006	WO	2006023290	A2	02 March 2006

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/098779

A. 主题的分类 G01S 17/93 (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) 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)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: 定位, 地图, 构建, 路径, 传感器, 环境, 像素, 象素, 拓扑, 栅格, 搜索; position, map, structure, route, sensor, environment, surrounding, circumstances, pixel, topology, grid, search		
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 109541634 A (歌尔股份有限公司) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 权利要求1-10, 说明书第[0025]-[0086]段	1-19
X	CN 103278170 A (东南大学) 2013年 9月 4日 (2013 - 09 - 04) 说明书第[0015]-[0019], [0038]-[0040], [0059]-[0063]段	1-19
A	CN 108765326 A (南京大学) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-19
A	CN 101619985 A (上海交通大学) 2010年 1月 6日 (2010 - 01 - 06) 全文	1-19
A	CN 105953785 A (青岛克路德机器人有限公司) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 全文	1-19
A	US 2006041375 A1 (GEOGRAPHIC DATA TECHNOLOGY INC.) 2006年 2月 23日 (2006 - 02 - 23) 全文	1-19
☐ 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
2019年 10月 6日		2019年 10月 28日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
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 传真号 (86-10)62019451		刘玫 电话号码 86-(10)-53962559

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/098779

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	109541634	A	2019年 3月 29日	无	
CN	103278170	A	2013年 9月 4日	CN 103278170	B 2016年 1月 6日
CN	108765326	A	2018年 11月 6日	无	
CN	101619985	A	2010年 1月 6日	CN 101619985	B 2011年 5月 4日
CN	105953785	A	2016年 9月 21日	无	
US	2006041375	A1	2006年 2月 23日	WO 2006023290	A2 2006年 3月 2日