

## (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

WIPO | PCT



(10) 国际公布号

WO 2017/028653 A 1

(43) 国际公布日  
2017 年 2 月 23 日 (23.02.2017)

- (51) 国转 利分类号 :  
G01C 21/20 (2006.01) G0SD 1/02 (2006.01)  
G01C 22/00 (2006.01) G01C 21/32 (2006.01)
- (21) 国际申请号 : PCT/CN2016/091033
- (22) 国际申请日 : 2016 年 7 月 22 日 (2.07.2016)
- (25) 申 言 : 中文
- (26) 公布语言 : 中文
- (30) 优先权 :  
2015 10502547.6 2015 年 8 月 14 日 (14.08.2015) CN
- (71) 申请人 : 北京进化者机器人科技有限公司  
(BEIJING EVOLVER ROBOTICS CO., LTD)  
[CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村东路 1 号院 1 号楼 A 座 15 层 153 1 室 Beijing 100190 (CN)。

- (72) 发明人 王晓刚 (WANG, Xiaogang); 中国北京市海淀区中关村东路 1 号院 1 号楼 A 座 15 层 153 1 室, Beijing 100190 (CN) 。 王 幾 (WANG, Wei); 中国北京市海淀区中关村东路 1 号院 1 号楼 A 座 15 层 153 1 室, Beijing 100190 (CN) 。 王玉亮 (WANG, Yuliang); 中国北京市海淀区中关村东路 1 号院 1 号楼 A 座 15 层 153 1 室, Beijing 100190 (CN) 。 薛林 (XUE, Lin); 中国北京市海淀区中关村东路 1 号院 1 号楼 A 座 15 层 153 1 室 Beijing 100190 (CN) 。

- (74) 代理人: 北京细软智谷知识产权代理有限公司 (VALLEY OF SOFT BEIJING INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市长阳镇长阳一村南京广铁路东 105 米路北, Beijing 102455 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[见续页]

- (54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR AUTOMATICALLY ESTABLISHING MAP INDOORS BY MOBILE ROBOT

- (54) 发明名称: 一种移动机器人室内自建地图的方法和系统

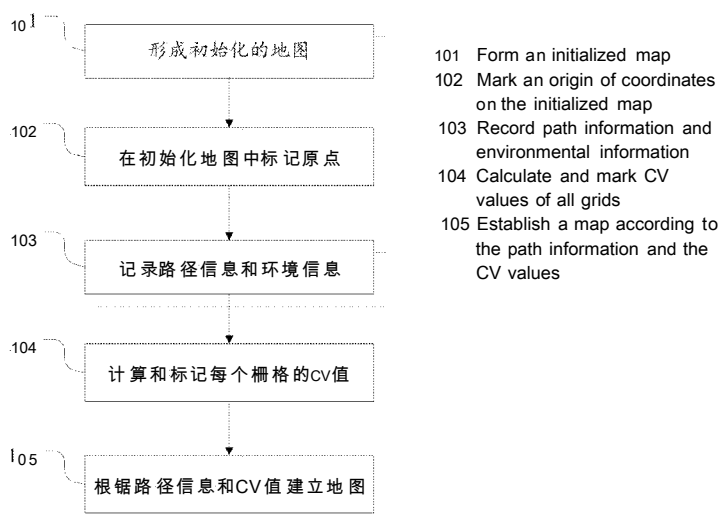


图 1

(57) Abstract: A method and system for automatically establishing a map indoors by a mobile robot. The method comprises: form an initialized map (101); mark an origin of coordinates on the initialized map (102); a robot traverses feasible areas in a room, and records path information and environmental information (103); the robot calculates and marks CV values of all grids in the map (104); and establish a map according to the path information and the CV values (105), the path information and the CV values being obtained through calculation by using mathematical algorithms. By adopting a grid type map for modeling, real-time adjustment and correspondence of an indoor environment and grid information are realized, such that the validity of a map model is ensured; and furthermore, the grid type map is easy to maintain, convenient and fast in access of map data and wide in adaptability, and is capable of realizing rapid response to a diversified environment so as to rapidly create a dynamic map model which reflects real environmental information.

- (57) 摘要:

[见续页]



2 17/028653 A1



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

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)。

- (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,

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条<sub>(3)</sub>)。

一种移动机器人室内自建地图的方法和系统, 该方法包括: 形成初始化的地图 (101); 在初始化地图中标记坐标原点 (102); 机器人遍历室内可行区域, 记录路径信息和环境信息 (103); 机器人计算和标记地图中每个栅格的 CV 值 (104); 根据路径信息和 CV 值建立地图 (105); 路径信息和 CV 值采用数学算法计算获得。采用栅格式地图进行建模, 实现室内环境和栅格信息的实时调整 and 对应, 保证了地图模型的有效性; 而且, 栅格地图易于维护, 方便快速存取地图数据, 并且适应性广, 能够对多元化的环境实现快速反应, 快速创建动态的、反映真实环境信息的地图模型。

## 一种移动机器人室内自建地图的方法和系统

### 技术领域

本发明涉及自动化技术领域，特别涉及一种移动机器人室内自建地图的方法和系统。

### 背景技术

机器人技术的发展是科学技术综合发展的共同结晶。机器人按照用途可以分为军用机器人、工业机器人、服务机器人等，其中，这些机器人类型中都对移动机器人有巨大的需求。

移动机器人的研究范围涵盖：体系结构、控制机构、信息系统、传感技术、规划策略、以及驱动系统等几个方面，涉及机械运动学、人工智能、智能控制、模式识别、图像处理、视觉技术、传感技术、计算机网络与通讯、以至生物信息技术等在内的多个学科领域。移动机器人不仅在工业、农业、医疗、服务等行业中得到广泛的应用，而且在城市安全、国防和空间探测领域等有害与危险场合得到很好的应用。移动机器人的研究水平，是衡量一个国家科技发展水平和综合国力的重要标志。"机器人革命"有望成为"第三次工业革命"的一个切入点和重要增长点，将影响全球制造业格局。国际机器人联合会（IFR）预测："机器人革命"将创造数万亿美元的市场，从而带动与机器人相关的新材料功能模块、感知获取与识别、智能控制与导航等关键技术与市场快速发展。

在自主式移动机器人的研究中，机器人导航是实现机器人智能的前提。导航中的两个关键问题是：1、对环境的描述地图构建，2、机器人在地图中的位置定位。其中，地图构建是首要的问题，是实现机器人导航乃至更高智能的核心技术，构建地图是实现定位的前提。地图构建涉及下列的子问题：地图表示方法、传感器、不确定信息的描述和处理、机器人同时定位及建图。

室内机器人的地图构建主要是平面地图，常用的表示方法包括栅格地图、几何特征地图和拓扑地图。本技术方案采用的是栅格地图。

栅格地图是将整个工作环境分为若干大小相同的栅格，采用雷达、声纳、超声波等探测器来获得每个栅格存在障碍物的信息，指出每个栅格存在障碍物的可能性，每个栅格的信息直接与真实环境中的某个区域相对应，因而易于创建、维护和理解。栅格地图采用概率值表示栅格模型的不确定性，能够提供较准确的度量信息。由于这些优点，栅格地图在移动机器人中获得大量的采用。但是，在地图的数据量较大时，也会带来栅格地图的存储量和数据维护工作量的增大，对计算机的实时处理造成较大的负担。

几何特征地图是指从机器人收集的环境感知数据中提取抽象的几何特征，用有关的几何特征（如点、直线、面）表示环境。该方法更为紧凑，且便于位置估计和目标识别，但是几何信息的提取需要对探测的信息进行额外的处理，不适用于非结构化的地图结构，且需要大量的、测量精确的数据才可以得到精确的建模。

拓扑地图把室内环境表示为带结点和相关连接线的拓扑结构图，其中结点表示环境中的重要位置点（拐角、门、电梯、楼梯等），边表示结点间的连接关系，如走廊等。该方法占据的存储空间小，可以快速实现路径规划，不需要机器人的精确位置信息，也为人机交互下达指令提供了一种更为自然的接口。但是，该方法忽略了环境的细节信息，难以对机器人的路径进行精细的规划。此外，传感器探测误差较大时，难以创建和维护。而且，如果环境中存在两个很相似的地方，则在地图上很难确定是否为同一个点。这就带来了大范围环境中正确识别的难度。

三种地图表示方法各有优缺点，需要结合机器人的应用场景，同时辅助其他的技术来实现高精度、易维护的地图模型。

## 发明内容

本发明提供一种移动机器人室内自建地图的方法和系统，结合室内移动的特点，从探测器获得路径信息和障碍物信息，实现室内环境和栅格信息的实时调整 and 对应，保证了地图模型的有效性。同时，栅格地图易于维护，方便快速存取地图数据。同时，该方案的技术适应性广，能够对多元化的环境实现快速反应，快速创建动态的、反映真实环境信息的地图模型，能够有效实现机器人的定位和导航。

本发明的技术方案提供了一种移动机器人室内自建地图的方法，包括以下步骤：

形成初始化的地图；

在所述初始化地图中标记坐标原点；

机器人遍历室内可行区域，记录路径信息和环境信息；

机器人计算和标记地图中每个栅格的 CV 值；

根据路径信息和 CV 值建立地图。

进一步的，所述形成初始化的地图，进一步包括：

所述地图为一系列正方形栅格组成的网状图形；

所述地图以栅格形式标记室内环境的位置，每个栅格代表实际大小 200mm × 200mm 的室内面积；

用户根据机器人室内活动范围设定初始地图大小。

进一步的，所述地图以一个二维数组存储栅格的信息，二维数组的数据类型是一个自定义的数据结构 AStarNode，该数据结构的定义如下：

```
typedef struct AStarNode
{
    int s_x;
    int s_y;
    int s_g;
    int s_h;
    int s_cv;
```

```

    struct AStarNode    * s_parent;

    int  s_is_in_closetable;

    int  s_is_in_opentable    ;

}AStarNode;

```

AStarNode map\_maze[400] [400] ;

其中 , map\_maze 为 AstarNode 数据结构的二维数组 ;

s\_x 为横坐标 (X 坐标 ) 的位置信息 ;

s\_y 为纵坐标 (Y 坐标 ) 的位置信息 ;

s\_cv 表示栅格 CV 值 , 为每个栅格被障碍物占据的概率 , 范围为 0~1 , 0 标识无障碍占据 , 1 表示被障碍物占据 , 值越大表示该栅格被障碍物占据的概率越大 ;

初始化地图中 , 每个栅格 CV 值都为 1 , 表示全部为障碍物。

进一步的 , 所述在所述初始化地图中标记坐标原点 , 进一步包括 :

以机器人充电桩为地图的坐标原点 ;

东西方向为 X 轴 , 南北方向为 Y 轴。

进一步的 , 所述机器人遍历室内可行区域 , 记录路径信息和环境信息 , 进一步包括 :

机器人在室内移动过程中记录数据路径信息和 CV 值 ;

机器人根据里程计的测量值在地图中标记可行区域的位置信息 ;

机器人根据超声波传感器融合测量的值在地图中标记 CV 值。

进一步的 , 机器人根据里程计计算所处位置的 X、Y 坐标值 , 计算方法为 :

$$X \text{ 坐标值 } X(k) = X(0) + \sum_{i=1}^{k-1} D(i) \cos(\varphi(i)) ,$$

$$Y \text{ 坐标值 } Y(k) = Y(0) + \sum_{i=1}^{k-1} D(i) \sin(\varphi(i)) ,$$

$$\varphi(k) = \varphi(0) + \sum_{i=1}^{k-1} \Delta\varphi(i) ,$$

$1(0)$ 、 $7(0)$  为初始时刻机器人所在位置， $\theta(i)$  与  $\varphi(i)$  为从  $i-1$  时刻到  $i$  时刻自主车行驶距离和方位角。

进一步的，机器人通过超声传感器进行融合测量包括两种方法：

方法一、同一时刻不同传感器的数据融合。

此方法为根据贝叶斯概率算法估算求得每个栅格的 CV 值，贝叶斯概率算法为：

采用两台超声波传感器的探测数据进行融合获得 CV 值；

每一个超声波传感器的探测范围划分为 3 类，I 类为无占据，II 类为可能占据，III 类为不确定；

定义每个栅格被占据的概率为  $P(0)$ ，没有被占据的概率为  $P(E)=1-P(0)$ ，则

$$P(E) = \begin{cases} (k+f)/2 & (dist \in I) \\ 1-(k+f)/2 & (dist \in II) \\ 0.5 & (dist \in III) \end{cases},$$

其中，

$$k = \frac{R-r}{R},$$

$$f = \frac{\beta - \alpha}{a},$$

$R$  为超声波探测量程， $r$  为实际探测到的距离；

同一时刻两台超声波传感器的探测数据融合后获得的每个栅格的 CV 值为

$$P(0 \mid \{S_1\}) = \frac{P(S_2 \mid 0) \times P(0 \mid S_1)}{P(S_2 \mid 0) \times P(0 \mid S_1) + P(S_2 \mid \overline{0}) \times P(\overline{0} \mid S_1)};$$

方法二、不同时刻对同一栅格的超声波传感器测量值的融合。

不同时刻同一栅格的 CV 值为

$$P(0 \mid T_k) = \frac{P(T_k \mid 0) \times P(0 \mid T_{k-1})}{P(T_k \mid 0) \times P(0 \mid T_{k-1}) + P(T_k \mid \overline{0}) \times P(\overline{0} \mid T_{k-1})}.$$

进一步的，在地图上用颜色区分每个栅格的 CV 值；

CV 值为 0~0.2 的栅格为完全可行走区域，白色表示；

CV 值为 0.2~0.8 的栅格为可能存在障碍物的区域，用灰色表示；

CV 值为 0.8~1 的栅格为完全不可行走的区域，用黑色表示。

进一步的，机器人在室内遍历行走后，自建形成地图，并在地图中人工修订门的位置，进一步包括：

机器人在室内行走过程中，使用侧面的超声波传感器测量机器人距离墙的距离，在门开着的状态下，通过超声波传感器读数的两次跳变（第一次从小变大，第二次从大到小）判断出该位置有门；

机器人根据所述两次跳变的中间位置，标记为门的标识；

创建地图完成后，人工通过软件操作将不是门的位置清除门的标识，将门所处位置在软件界面上用其他颜色标识。

本发明的技术方案还提供了一种移动机器人室内自建地图的系统，包括：里程计、超声波传感器、处理单元，其中，

里程计用于计算机器人在室内行走的距离和角度；

超声波传感器用于探测机器人周围不同距离的障碍物信息，其中，机器人两侧各有一个超声波传感器，前侧有不少于一个的超声波传感器；

处理单元用于计算机器人行走的路径信息和地图的栅格信息，并存储地图栅格的数据。

本发明技术方案设计采用里程计实时测量移动距离，进而推测出机器人在任意时间、任意地点的位置，并采用超声波传感器探测机器人周围一定距离内的室内环境信息，机器人结合所述推测的位置和探测到的周围的室内环境信息，在地图中定位出周围障碍物的信息。该方案具有栅格地图和实际的室内环境对应性强，地图易于维护，方便快捷存取地图数据，技术适应性广，能够快速创建动态的、反映真实环境信息的地图模型，有效实现机器人的定位和导航。

本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明



书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

### 附图说明

附图用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的实施例一起用于解释本发明，并不构成对本发明的限制。在附图中：

图1为本发明实施例一中移动机器人室内自建地图的方法流程图；

图2为本发明实施例二中自建初始化的栅格地图的方法流程图；

图3为本发明实施例二中初始化栅格地图的示意图；

图4为本发明实施例三中移动机器人室内记录路径的方法流程图；

图5为本发明实施例三中移动机器人室内记录路径的原理示意图；

图6为本发明实施例四中机器人估算栅格CV值的方法流程图；

图7为本发明实施例四中超声波探测的原理示意图；

图8为本发明实施例五中人工修订门的位置信息的方法流程图；

图9为本发明实施例一至四中移动机器人室内自建地图的系统结构图。

### 具体实施方式

以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明，应当理解，此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明。

实施例一：移动机器人室内自建地图的方法。

图1为本发明实施例一中移动机器人室内自建地图的方法流程图。如图1所示，该流程包括以下步骤：

步骤101、形成初始化的地图。

所述地图为一系列正方形栅格组成的网状图形；

所述地图以栅格形式标记室内环境的位置；

初始地图大小为  $400 \times 400$  栅格，每个栅格代表实际大小、 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$  的室内面积；

所述地图以一个二维数组存储栅格的信息，二维数组的数据类型是一个自定义的数据结构 AStarNode，该数据结构的定义如下：

```
typedef struct AStarNode
{
    int s_x;
    int s_y;
    int s_g;
    int s_h;
    int s_cv;
    struct AStarNode * s_parent;
    int s_is_in_closetable;
    int s_is_in_opentable;
}AStarNode;
AStarNode map_maze[400] [400] ;
```

其中，map\_maze 为 AStarNode 数据结构的二维数组；

s\_x 为横坐标 (X 坐标) 的位置信息；

s\_y 为纵坐标 (Y 坐标) 的位置信息；

s\_cv 表示栅格 CV 值，为每个栅格被障碍物占据的概率，范围为 0~1，0 标识无障碍占据，1 表示被障碍物占据，值越大表示该栅格被障碍物占据的概率越大；

初始化地图中，每个栅格 CV 值都为 1，表示全部为障碍物。

步骤 102、在所述初始化地图中标记坐标原点。

以机器人充电桩为地图的坐标原点；

原点位于地图的边缘，为地图边缘的中央位置；

原点位于地图的边缘；

与地图边缘平行的方向为 X 轴，与地图边缘垂直的方向为 Y 轴。

步骤 103、机器人遍历室内可行区域，记录路径信息和环境信息。

机器人出发时开始记录数据；

机器人根据里程计的测量值在地图中标记可行区域的位置信息。

步骤 104、机器人计算和标记地图中每个栅格的 CV 值。

机器人根据超声波传感器的测量值在地图中标记 CV 值。

步骤 105、根据路径信息和 CV 值建立地图。

机器人在室内行走过程中，根据路径信息和 CV 值自建形成地图；

地图中标注门的位置，再进行人工的修订，进行进一步包括：

机器人使用侧面的超声波传感器测量距离墙的距离，在门开着的状态下，通过超声波传感器读数的两次跳变（第一次从小变大，第二次从大到小）判断出该位置有门；

机器人根据所述两次跳变的中间位置，标记为门的标识；

创建地图完成后，人工通过软件清除不是门的错误标识，将门所处位置在软件界面上用其他颜色标识。

实施例二：自建初始化的栅格地图的方法。

图 2 为本发明实施例二中自建初始化的栅格地图的方法流程图。如图二所示，该方法流程包括如下步骤：

步骤 201、形成初始化的网状栅格地图。

初始化的栅格地图为一系列正方形栅格组成的网状图形；

初始化的栅格地图以栅格形式标记室内环境的位置；

初始地图大小为  $400 \times 400$  栅格，每个栅格代表实际大小、 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$  的室内面积；

初始地图以一个二维数组存储每个栅格的信息，二维数组的数据类型是一个自定义的数据结构 AStarNode，该数据结构的定义如下：

```

typedef struct AStarNode
{
    int s_x;
    int s_y;
    int s_g;
    int s_h;
    int s_cv;
    struct AStarNode * s_parent;
    int s_is_in_closetable;
    int s_is_in_opentable;
}AStarNode;
AStarNode map_maze[400][400];

```

其中，map\_maze 为 AstarNode 数据结构的二维数组；

s\_x 为横坐标 (X 坐标) 的位置信息；

s\_y 为纵坐标 (Y 坐标) 的位置信息；

s\_cv 表示栅格 CV 值，为每个栅格被障碍物占据的概率，范围为 0~1，0 标识无障碍占据，1 表示被障碍物占据，值越大表示该栅格被障碍物占据的概率越大。

步骤 202、为栅格地图赋 CV 值。

初始化地图中，每个栅格 s\_cv 值 (栅格 CV 值) 都为 1，表示全部为障碍物。

步骤 203、在所述初始化地图中标记坐标原点。

以机器人充电桩为地图的坐标原点；

东西方向为 X 轴，南北方向为 Y 轴。

实施例三：移动机器人室内记录路径的方法。

图 4 为本发明实施例三中移动机器人室内记录路径的方法流程图。如图 4 所示，该流程包括以下步骤：

步骤 301、里程计记录机器人的移动距离。

步骤 302、计算机器人移动的角度变化。

角度变化  $\theta(k) = \theta(0) + \sum_{i=1}^k \Delta \theta(i)$

步骤 303、计算机器人的在 X、Y 轴方向的移动距离。

X 轴移动距离为  $x(k) = x(0) + \sum_{i=1}^{k-1} D(i) \cos(\theta(i))$ ,

Y 轴移动距离为  $y(k) = y(0) + \sum_{i=1}^{k-1} D(i) \sin(\theta(i))$ ,

$x(0)$ 、 $y(0)$  为初始时刻机器人所在位置， $D(i)$  与  $\theta(i)$  为从  $i-1$  时刻到  $i$  时刻自主车行驶距离和方位角。

步骤 304、计算机器人的位置的坐标值。

X 坐标值为  $x(k)/200$ ，Y 坐标值为  $y(k)/200$ 。

实施例四：机器人估算栅格 CV 值的方法。

图 6 为本发明实施例四中机器人估算栅格 CV 值的方法流程图。如图 6 所示，该流程包括如下步骤：

步骤 401、采用两台超声波传感器探测数据。

两台超声波传感器位于机器人的正前方，处在并列的位置。

步骤 402、计算 CV 值。

机器人通过超声传感器进行融合测量包括两种方法：

方法一、同一时刻不同传感器的数据融合。

根据贝叶斯概率估算求得每个栅格的 CV 值，贝叶斯概率算法为：

采用两台超声波传感器的探测数据进行融合获得 CV 值；

单个超声波传感器的探测范围划分为 3 类，I 类为无占据，II 类为可能占据，III 类为不确定；

定义每个栅格被占据的概率为  $P(0)$ ，没有被占据的概率为  $P(E)=1-P(0)$ ，

则

$$P(E) = \begin{cases} (k+f)/2 & (dist \in I) \\ 1-(k+f)/2 & (dist \in II) \\ 0.5 & (dist \in III) \end{cases},$$

其中,

$$k = \frac{R-r}{R},$$

$$f = \frac{\beta - \alpha}{a},$$

R 为超声波测量程, r 为实际探测到的距离;

同一时刻两台超声波传感器的探测数据融合后获得的每个栅格的 CV 值为

$$P(S_1) = \frac{P(O_1) \times P(S_1|O_1)}{P(S_1|O_1) \times P(O_1) + P(S_1|O_2) \times P(O_2)};$$

方法二、不同时刻对同一栅格的超声波传感器测量值的融合。

不同时刻同一栅格的 CV 值为

$$P(T_k|O_k) = \frac{P(T_k|O_k) \times P(O_k|T_{k-1})}{P(T_k|O_k) \times P(O_k|T_{k-1}) + P(T_k|O_{k-1}) \times P(O_{k-1}|T_{k-1})}.$$

步骤 403、在地图中标注 CV 值。

CV 值为 0~0.2 的栅格为完全可行走区域, 白色表示;

CV 值为 0.2~0.8 的栅格为可能存在障碍物的区域, 用灰色表示;

CV 值为 0.8~1 的栅格为完全不可行走的区域, 用黑色表示。

实施例五: 人工修订门的位置信息的方法。

图 8 为本发明实施例五中人工标记门的位置信息的方法流程图。如图 8 所示, 该流程包括如下步骤:

步骤 501、机器人记录超声波传感器读数的两次跳变。

机器人在室内行走过程中, 使用侧面的超声波传感器探测机器人距离墙的距离的远近, 在门开着的状态下, 通过超声波传感器读数的两次跳变 (第一次从小变大, 第二次从大到小) 判断出该位置有门。

步骤 502、计算两次跳变的中间位置。

两次跳变的中间位置为门的位置。

步骤 503、人工清除不是门的标识。

创建地图完成后，人工通过软件清除不是门的错误标识，将门所处位置在软件界面上用其他颜色标识。

图 9 为本发明实施例一至四中移动机器人室内自建地图的系统结构图。该系统包括：里程计 601、超声波传感器 602、处理单元 603，其中，

里程计用于计算机器人在室内行走的距离和角度；

超声波传感器用于探测机器人周围不同距离的障碍物信息，其中，机器人两侧各有一个超声波传感器，前侧有不少于一个的超声波传感器；

处理单元用于计算机器人行走的路径信息和地图的栅格信息，并存储地图栅格的数据。

本发明技术方案采用栅格式地图来记录室内环境的信息，适合移动机器人室内活动范围有限的特点，从探测器获得路径信息和障碍物信息，实现室内环境和栅格信息的实时调整 and 对应，保证了地图模型的有效性。同时，栅格地图易于维护，方便快捷存取地图数据。同时，该方案的技术适应性广，能够对多元化的环境实现快速反应，快速创建动态的、反映真实环境信息的地图模型，能够有效实现机器人的定位和导航。

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和光学存储器等）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一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。



## 权 利 要 求 书

---

1、一种移动机器人室内自建地图的方法，其特征在于，包括以下步骤：

形成初始化的地图；

在所述初始化地图中标记坐标原点；

机器人遍历室内可行区域，记录路径信息和环境信息；

机器人计算和标记地图中每个栅格的 CV 值；

根据路径信息和 CV 值建立地图。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述形成初始化的地图，进一步包括：

所述地图为一系列正方形栅格组成的网状图形；

所述地图以栅格形式标记室内环境的位置，每个栅格代表实际大小 200mm X 200mm 的室内面积；

用户根据机器人室内活动范围设定初始地图大小。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述地图以一个二维数组存储栅格的信息，二维数组的数据类型是一个自定义的数据结构 AStarNode，该数据结构的定义如下：

```
typedef struct AStarNode
{
    int s_x;
    int s_y;
    int s_g;
    int s_h;
    int s_cv;
    struct AStarNode * s_parent;
    int s_is_in_closetable;
    int s_is_in_opentable;
}AStarNode;
```

AStarNode map\_maze[400][400];

其中，map\_maze 为 AStarNode 数据结构的二维数组；

s\_x 为横坐标 (X 坐标) 的位置信息；

s\_y 为纵坐标 (Y 坐标) 的位置信息；

s\_cv 表示栅格 CV 值，为每个栅格被障碍物占据的概率，范围为 0~1，0 标识无障碍占据，1 表示被障碍物占据，值越大表示该栅格被障碍物占据的概率越大；

初始化地图中，每个栅格 CV 值都为 1，表示全部为障碍物。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述在所述初始化地图中标记坐标原点，进一步包括：

以机器人充电桩为地图的坐标原点；

东西方向为 X 轴，南北方向为 Y 轴。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述机器人遍历室内可行区域，记录路径信息和环境信息，进一步包括：

机器人在室内移动过程中记录数据路径信息和 CV 值；

机器人根据里程计的测量值在地图中标记可行区域的位置信息；

机器人根据超声波传感器融合测量的值在地图中标记 CV 值。

6、根据权利要求 1 或 5 所述的方法，其特征在于，机器人根据里程计计算所处位置的 X、Y 坐标值，计算方法为：

$$X(k) = X(0) + \sum_{i=1}^k D(i) \cos(\theta(i)),$$

$$Y(k) = Y(0) + \sum_{i=1}^{k-1} D(i) \sin(\theta(i)),$$

$$\theta(k) = \theta(0) + \sum_{i=1}^{k-1} \Delta\theta(i),$$

$X(0)$ 、 $Y(0)$  为初始时刻机器人所在位置， $D(i)$  与  $\theta(i)$  为从  $i-1$  时刻到  $i$  时刻自主车行驶距离和方位角。

7、根据权利要求 1 或 5 所述的方法，其特征在于，机器人通过超声传感器进行融合测量包括两种方法：

方法一、同一时刻不同传感器的数据融合。

此方法为根据贝叶斯概率算法估算求得每个栅格的 CV 值，贝叶斯概率算法为：

采用两台超声波传感器的探测数据进行融合获得 CV 值；

每一个超声波传感器的探测范围划分为 3 类，I 类为无占据，II 类为可能占据，III 类为不确定；

定义每个栅格被占据的概率为  $P(0)$ ，没有被占据的概率为  $P(E)=1-P(0)$ ，则

$$P(E) = \begin{cases} (k+f)/2 & (dist \in I) \\ 1-(k+f)/2 & (dist \in II) \\ 0.5 & (dist \in III) \end{cases},$$

其中，

$$k = \frac{R-r}{R},$$

$$f = \frac{\beta - \alpha}{a},$$

$R$  为超声波探测量程， $r$  为实际探测到的距离；

同一时刻两台超声波传感器的探测数据融合后获得的每个栅格的 CV 值为

$$P(0 | \{S_i\}) = \frac{P(S_2 | 0) \times P(Q | S_1)}{P(S_2 | 0) \times P(0 | S_1) + P(S_2 | 1) \times P(0 | S_1)},$$

方法二、不同时刻对同一栅格的超声波传感器测量值的融合。

不同时刻同一栅格的 CV 值为

$$P(0 | T_k) = \frac{P(T_k | 0) \times P(Q | T_{k-1})}{P(T_k | 0) \times P(0 | T_{k-1}) + P(T_k | 1) \times P(0 | T_{k-1})}.$$

8、根据权利要求 1 或 7 所述的方法，其特征在于，进一步包括：

在地图上颜色区分每个栅格的 CV 值；

CV 值为 0~0.2 的栅格为完全可行走区域，白色表示；

CV 值为 0.2~0.8 的栅格为可能存在障碍物的区域，用灰色表示；

CV 值为 0.8~1 的栅格为完全不可行走的区域，用黑色表示。

9、根据权利要求 1 或 7 所述的方法，其特征在于，机器人在室内遍历行走后，自建形成地图，并在地图中人工修订门的位置，进一步包括：

机器人在室内行走过程中，使用侧面的超声波传感器测量机器人距离墙的距离，在门开着的状态下，通过超声波传感器读数的两次跳变（第一次从小变大，第二次从大到小）判断出该位置有门；

机器人根据所述两次跳变的中间位置，标记为门的标识；

创建地图完成后，人工通过软件操作将不是门的位置清除门的标识，将门所处位置在软件界面上用其他颜色标识。

10、一种移动机器人室内自建地图的系统，其特征在于，包括里程计、超声波传感器、处理单元，其中，

里程计用于计算机器人在室内行走的距离和角度；

超声波传感器用于探测机器人周围不同距离的障碍物信息，其中，机器人两侧各有一个超声波传感器，前侧有不少于一个的超声波传感器；

处理单元用于计算机器人行走的路径信息和地图的栅格信息，并存储地图栅格的数据。

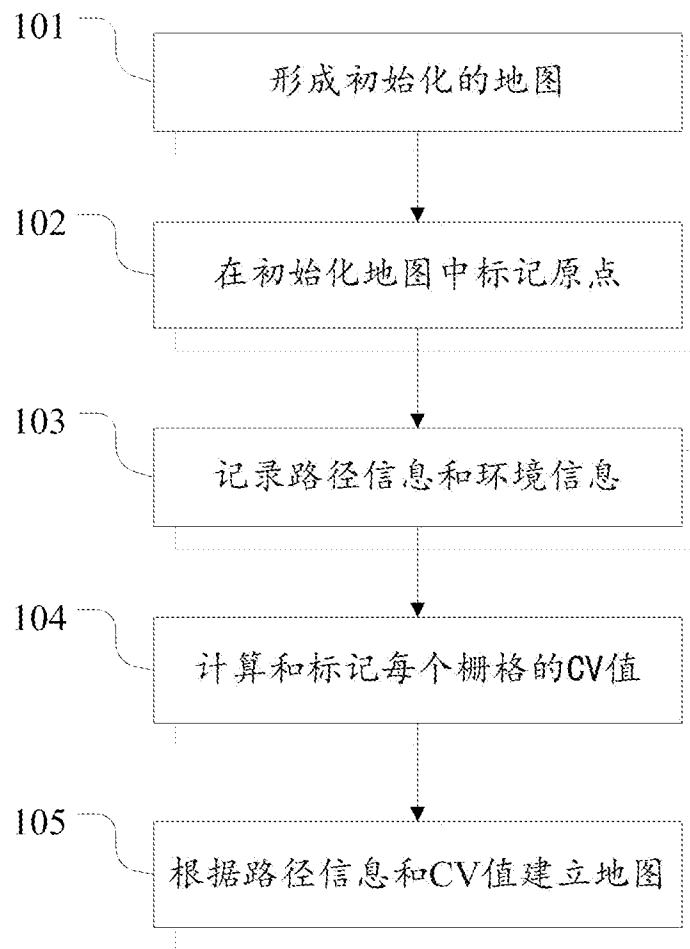


图 1

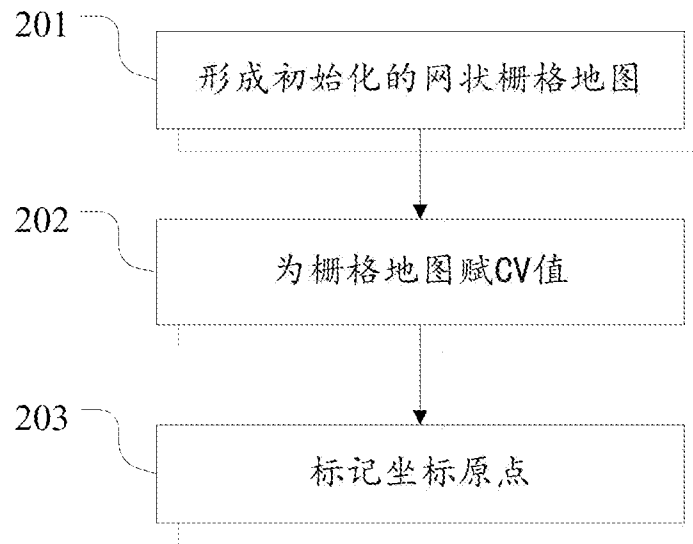


图 2

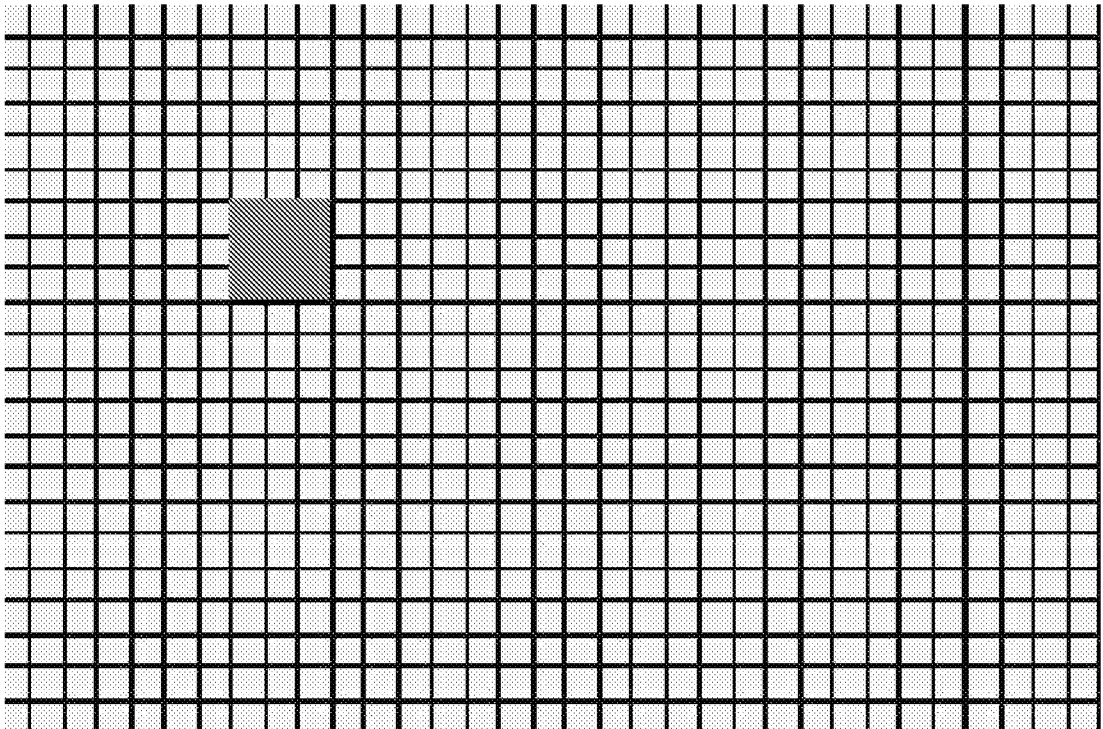


图 3

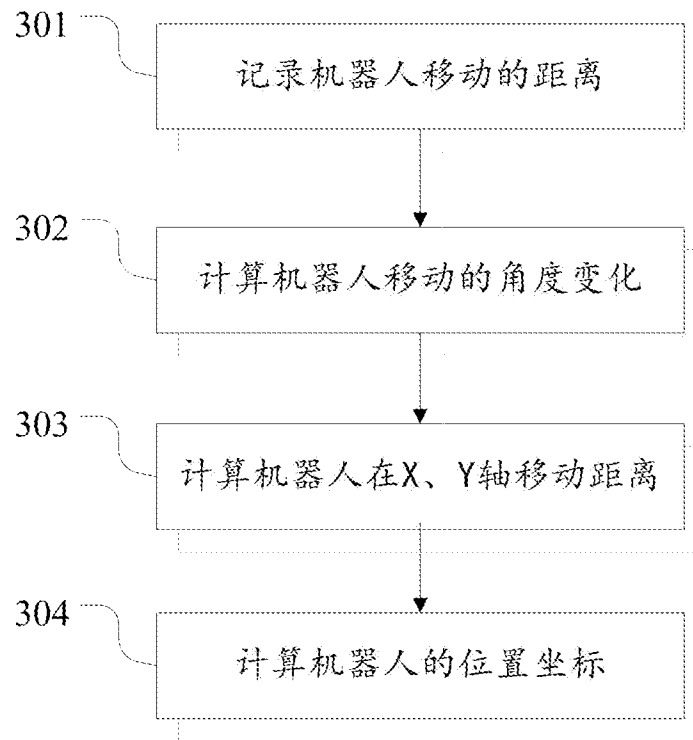


图 4

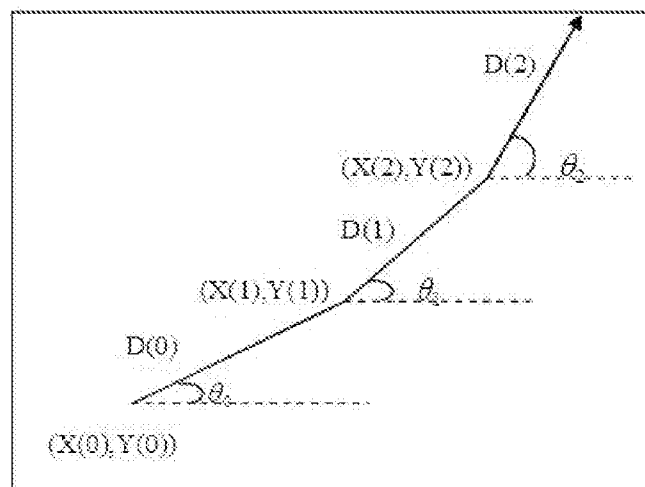


图 5

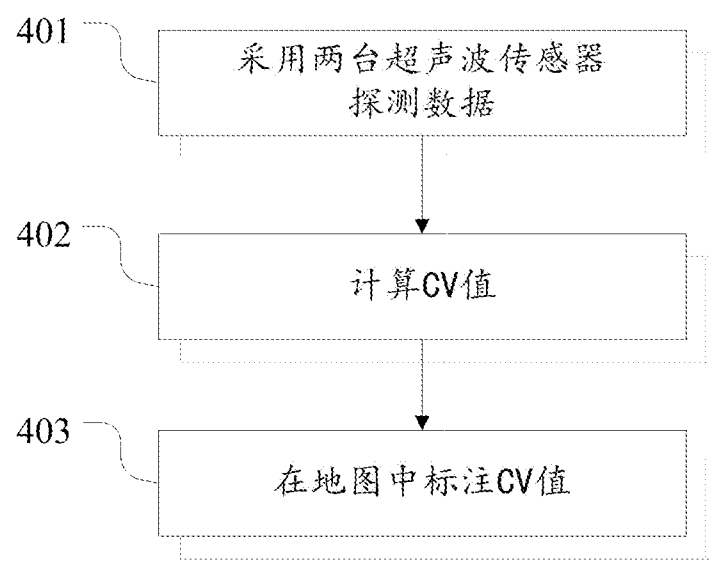


图 6

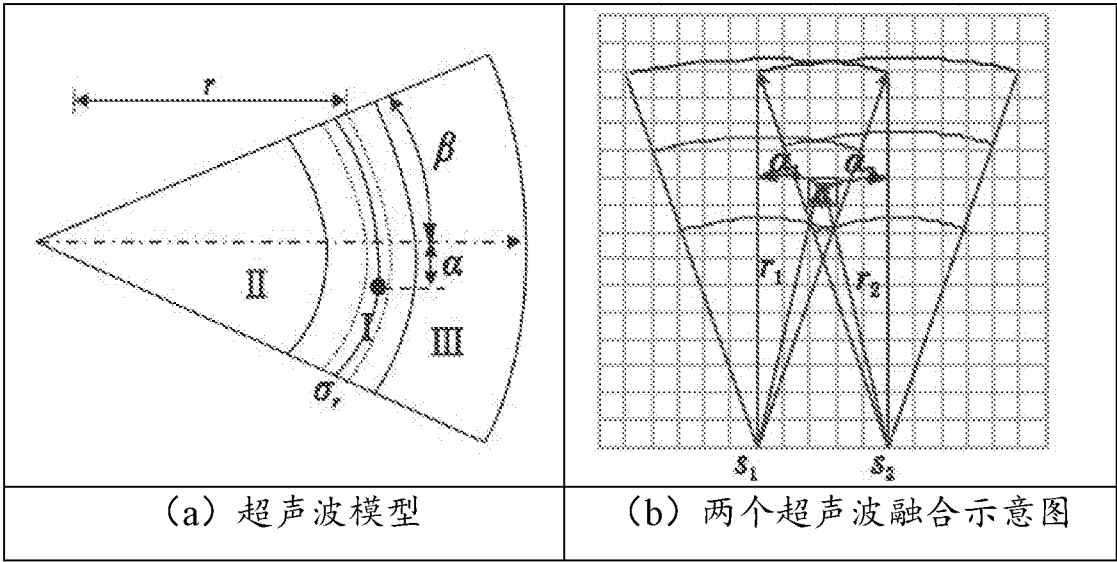


图 7



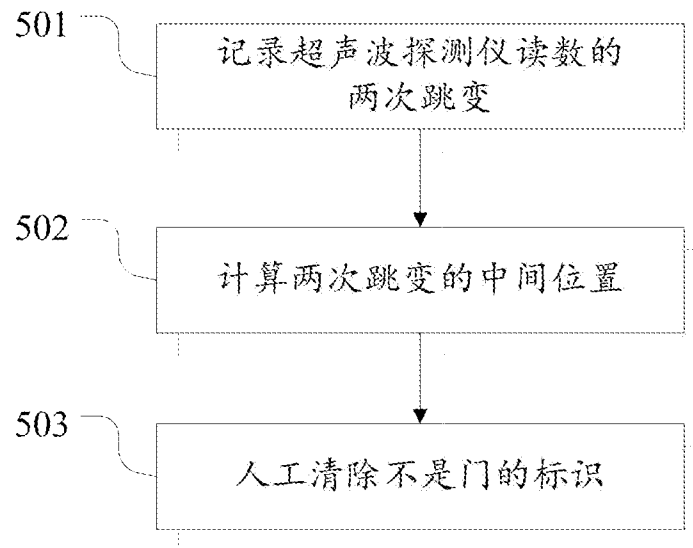


图 8

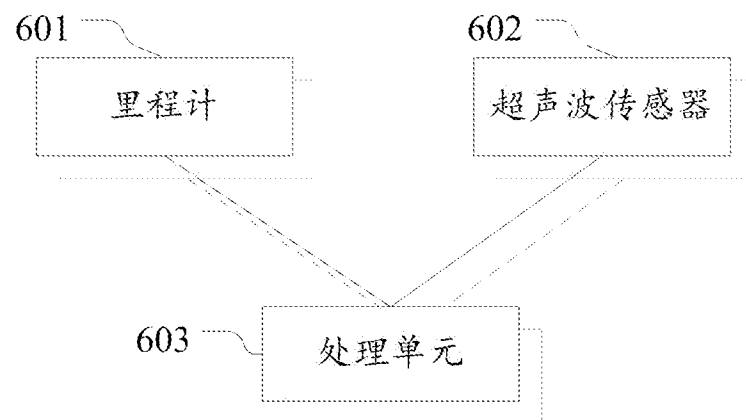


图 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/091033

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

GOIC 21/20 (2006.01) i; GOIC 22/00 (2006.01) i; G05D 1/02 (2006.01) i; G01C 21/32 (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)

G01C

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)

VEN, CNABS: self-built, modeling, sweeper, ultrasound, sensor, Map, indoor, robot, creat+, generat+, establish+, grid+

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105043396 A (BEIJING EVOLVER ROBOTICS CO., LTD.), 11 November 2015 (11.11.2015), claims 1-10	1-10
Y	CN 104808671 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 29 July 2015 (29.07.2015), descriptive n, paragraphs [0007] -[003 8], and figures 1 and 3	1-8, 10
A	CN 104808671 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 29 July 2015 (29.07.2015), descriptive n, paragraphs [0007] -[003 8], and figures 1 and 3	9
Y	CN 104731101 A (HOHAI UNIVERSITY, CHANGZHOU CAMPUS), 24 June 2015 (24.06.2015), description, paragraphs [0004]-[0065], and figures 1-4	1-8, 10
A	CN 104731101 A (HOHAI UNIVERSITY, CHANGZHOU CAMPUS), 24 June 2015 (24.06.2015), description, paragraphs [0004]-[0065], and figures 1-4	9
A	CN 101619985 A (SHANGHAI JIAOTONG UNIVERSITY), 06 January 2010 (06.01.2010), the whole document	1-10
A	CN 101033971 A (HEFEI INSTITUTES OF PHYSICAL SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 12 September 2007 (12.09.2007), the whole document	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"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	"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
"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)	"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
"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	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 21 October 2016 (21.10.2016)	Date of mailing of the international search report 27 October 2016 (27.10.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer  ZHANG, Yaling  Telephone No.: (86-10) 62085722

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2016/091033

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 204374771 U (SHANGHAI VIEW TECHNOLOGIES CO., LTD.), 03 June 2015 (03.06.2015), the whole document	1-10
A	US 2014005933 A1 (EVOLUTION ROBOTICS INC.), 02 January 2014 (02.01.2014), the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2016/091033

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105043396 A	11 November 2015	None	
CN 104808671 A	29 July 2015	None	
CN 104731101 A	24 June 2015	None	
CN 101619985 A	06 January 2010	CN 101619985 B	04 May 2011
CN 101033971 A	12 September 2007	CN 101033971 B	16 February 2011
CN 204374771 U	03 June 2015	None	
US 2014005933 A I	02 January 2014	EP 2839399 A I	25 February 2015
		JP 5931287 B 2	08 June 2016
		US 2015261223 A I	17 September 2015
		JP 2016157473 A	01 September 2016
		EP 2839399 A 4	15 June 2016
		WO 2014055278 A I	10 April 2014
		JP 2015519677 A	09 July 2015
		US 2016069691 A I	10 March 2016
		AU 2013327774 A I	30 October 2014
		US 9218003 B 2	22 December 2015
		AU 2016213835 A I	01 September 2016
		US 9404756 B 2	02 August 2016
		CA 2870381 A I	10 April 2014
		CA 2935223 A I	10 April 2014
		AU 2013327774 B 2	19 May 2016
		AU 2016202515 A I	12 May 2016
		US 8798840 B 2	05 August 2014
		EP 3018603 A I	11 May 2016

<b>A. 主题的分类</b> G01C 21/20 (2006. 01) i ; G01C 22/00 (2006. 01) i ; G05D 1/02 (2006. 01) i ; G01C 21/32 (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>B. 检索领域</b> 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01C 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) ) VEN, CNABS : 地图, 自建, 创建, 建立, 建模, 室内, 机器人, 扫地机, 超声, 传感器, 栅格 Map, indoor, robot, creat+, generat+, establish+, grid+		
<b>C. 相关文件</b>		
类 型 *	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 105043396 A (北京进化者机器人科技有限公司) 2015 年 11 月 11 日 (2015 - 11 - 11) 权 利 要 求 1-10	1-10
Y	CN 104808671 A (东南大学) 2015 年 7 月 29 日 (2015 - 07 - 29) 说明书第 [0007] - [0038] 段, 图 1、3	1-8 , 10
A	CN 104808671 A (东南大学) 2015 年 7 月 29 日 (2015 - 07 - 29) 说明书第 [0007] - [0038] 段, 图 1、3	9
Y	CN 104731 101 A (河海大学常州校区) 2015 年 6 月 24 日 (2015 - 06 - 24) 说明书第 [0004] - [0065] 段, 图 1-4	1-8 , 10
A	CN 104731 101 A (河海大学常州校区) 2015 年 6 月 24 日 (2015 - 06 - 24) 说明书第 [0004] - [0065] 段, 图 1-4	9
A	CN 101619985 A (上海交通大学) 2010 年 1 月 6 日 (2010 - 01 - 06) 全文	1-10
A	CN 101033971 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2007 年 9 月 12 日 (2007 - 09 - 12) 全文	1-10
<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。		
* 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 "I" 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 " ? " 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 2016 年 10 月 21 日		国际检索报告邮寄日期 2016 年 10 月 27 日
ISA/CN 的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 张亚玲 电话号码 (86-10) 62085722

C. 相 关 文 件		
类 型 <sup>k</sup>	引用文件，必要时，指明相关段落	相 关 的 权 利 要 求
A	CN 204374771 U ( 上 海 物 景 智 能 科 技 有 限 公 司 ) 2015 年 6 月 3 日 ( 2015 - 06 - 03 ) 全 文	1-10
A	US 2014005933 AI (EVOLUTION ROBOTICS INC. ) 2014 年 1 月 2 日 (2014 - 01 - 02) 全 文	1-10

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/091033

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	105043396	A	2015 年 11 月 11 日	无	
CN	104808671	A	2015 年 7 月 29 日	无	
CN	104731 101	A	2015 年 6 月 24 日	无	
CN	101619985	A	2010 年 1 月 6 日	CN 101619985	B 2011 年 5 月 4 日
CN	101033971	A	2007 年 9 月 12 日	CN 101033971	B 2011 年 2 月 16 日
CN	204374771	U	2015 年 6 月 3 日	无	
US	2014005933	A1	2014 年 1 月 2 日	EP 2839399	A1 2015 年 2 月 25 日
				JP 5931287	B2 2016 年 6 月 8 日
				US 2015261223	A1 2015 年 9 月 17 日
				JP 2016157473	A 2016 年 9 月 1 日
				EP 2839399	A4 2016 年 6 月 15 日
				WO 2014055278	A1 2014 年 4 月 10 日
				JP 2015519677	A 2015 年 7 月 9 日
				US 2016069691	A1 2016 年 3 月 10 日
				AU 2013327774	A1 2014 年 10 月 30 日
				US 9218003	B2 2015 年 12 月 22 日
				AU 2016213835	A1 2016 年 9 月 1 日
				US 9404756	B2 2016 年 8 月 2 日
				CA 2870381	A1 2014 年 4 月 10 日
				CA 2935223	A1 2014 年 4 月 10 日
				AU 2013327774	B2 2016 年 5 月 19 日
				AU 2016202515	A1 2016 年 5 月 12 日
				US 8798840	B2 2014 年 8 月 5 日
				EP 3018603	A1 2016 年 5 月 11 日