



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108363386 A

(43)申请公布日 2018.08.03

(21)申请号 201711492946.4

(22)申请日 2017.12.30

(71)申请人 杭州南江机器人股份有限公司
地址 310000 浙江省杭州市滨江区东信大道66、68、70号3号楼三层

(72)发明人 郭弟

(74)专利代理机构 广州市越秀区哲力专利商标
事务所(普通合伙) 44288
代理人 胡拥军

(51) Int. Cl.
G05D 1/02(2006.01)

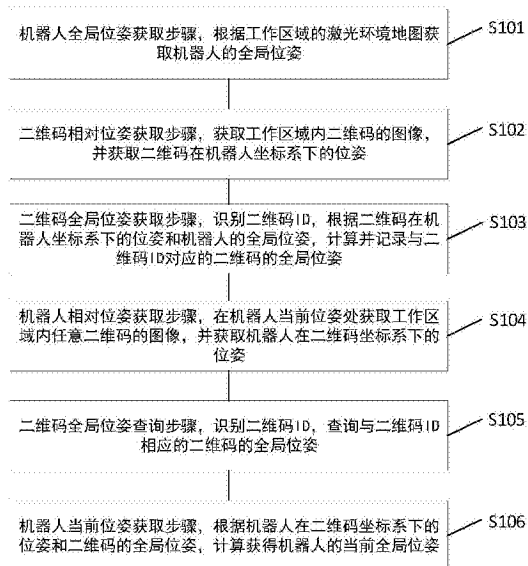
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

基于二维码和激光的室内机器人定位方法、装置及系统

(57)摘要

本发明公开了基于二维码和激光的室内机器人定位方法、装置及系统,利用激光先得到环境地图以及机器人的全局位姿,通过摄像头得到二维码与机器人的相对位姿,结合机器人的全局位姿得到二维码的全局位姿,建立二维码坐标系;在机器人移动过程中,通过摄像头拍摄任意二维码,获取机器人与二维码坐标系的相对位姿,结合二维码的全局位姿得到机器人的全局位姿。本发明通过先验机器人的全局位姿来得到二维码地图,消除了机器人后期定位的累积误差,从而可以在任意场景任意时刻快速地进行机器人定位,具备高效、高精度、全方位识读的优点。



1. 一种室内机器人定位方法,其特征在于,包括:

机器人全局位姿获取步骤,根据工作区域的激光环境地图获取机器人的全局位姿;

二维码相对位姿获取步骤,获取工作区域内二维码的图像,并获取二维码在机器人坐标系下的位姿;

二维码全局位姿获取步骤,识别二维码ID,根据二维码在机器人坐标系下的位姿和机器人的全局位姿,计算并记录与二维码ID对应的二维码的全局位姿;

机器人相对位姿获取步骤,在机器人当前位姿处获取工作区域内任意二维码的图像,并获取机器人在二维码坐标系下的位姿;

二维码全局位姿查询步骤,识别二维码ID,查询与二维码ID相应的二维码的全局位姿;

机器人当前位姿获取步骤,根据机器人在二维码坐标系下的位姿和二维码的全局位姿,计算获得机器人的当前全局位姿。

2. 根据权利要求1所述的室内机器人定位方法,其特征在于:

所述机器人全局位姿获取步骤中,根据激光环境地图建立全局坐标系,机器人的全局位姿 $P_0 = (x_0, y_0, \theta_0)^T$;

所述二维码相对位姿获取步骤中,二维码在机器人坐标系下的位姿 $P(a)_d = (x(a)_d, y(a)_d, \theta(a)_d)^T$;

所述二维码全局位姿获取步骤中,识别的二维码ID为 D_a ,二维码 D_a 对应的全局位姿:

$$P(a)_{dm} = \begin{bmatrix} \cos \theta_0 & -\sin \theta_0 & 0 \\ \sin \theta_0 & \cos \theta_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(a)_d \\ y(a)_d \\ \theta(a)_d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ \theta_0 \end{bmatrix}。$$

3. 根据权利要求1或2所述的室内机器人定位方法,其特征在于,所述机器人相对位姿获取步骤中,获取机器人在二维码坐标系下的位姿的步骤,具体为:

获取二维码在机器人坐标系下的位姿,根据二维码在机器人坐标系下的位姿获取机器人在二维码坐标系下的位姿。

4. 根据权利要求3所述的室内机器人定位方法,其特征在于:

二维码在机器人坐标系下的位姿为 $P(b)_d = (x(b)_d, y(b)_d, \theta(b)_d)^T$,机器人在二维码坐标系下的位姿为 $P(b)_{r'}$:

$$P(b)_{r'} = \begin{bmatrix} x(b)_{d'} \\ y(b)_{d'} \\ \theta(b)_{d'} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta(b)_d & -\sin \theta(b)_d & 0 \\ \sin \theta(b)_d & \cos \theta(b)_d & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -x(b)_d \\ -y(b)_d \\ -\theta(b)_d \end{bmatrix};$$

所述二维码全局位姿查询步骤中,识别的任意二维码图像中二维码的ID为 D_b ,查询到的二维码 D_b 的全局位姿为 $P(b)_{dm} = (x(b)_{dm}, y(b)_{dm}, \theta(b)_{dm})^T$;

所述机器人全局位姿获取步骤中,机器人的全局位姿为 P' :

$$P' = \begin{bmatrix} \cos \theta(b)_{dm} & -\sin \theta(b)_{dm} & 0 \\ \sin \theta(b)_{dm} & \cos \theta(b)_{dm} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(b)_{d'} \\ y(b)_{d'} \\ \theta(b)_{d'} \end{bmatrix} + P(b)_{dm}。$$

5. 根据权利要求1所述的室内机器人定位方法,其特征在于,当机器人相对位姿获取步

骤中获取任意二维码的图像包括多个二维码时,还包括第一优化步骤:

获取所述多个二维码在机器人坐标系下的位姿;

识别所述多个二维码ID,查询与所述多个二维码ID对应的二维码的全局位姿;

获取与多个二维码在机器人坐标系下的位姿以及查询到的二维码ID对应的全局位姿相关的第一误差函数;

计算第一误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

6. 根据权利要求5所述的室内机器人定位方法,其特征在于,所述第一误差函数定义为:

$$\mathbf{F}(\mathbf{P}) = \sum_{b_1, b_2, \dots, b_k} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d)^T \Omega_{b_i} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d);$$

机器人的当前全局位姿为:

$$\mathbf{P}^* = \min_{\mathbf{P}} \mathbf{F}(\mathbf{P});$$

其中, $D_{b_1}, D_{b_2}, \dots, D_{b_k}$ 为所述的多个二维码,二维码 D_{b_i} 在机器人坐标系下的位姿为 $\mathbf{P}(b_i)_d$, 查询到 D_{b_i} 的全局位姿为 $\mathbf{P}(b_i)_{dm}$, \mathbf{P} 为机器人的全局位姿, $\mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d)$ 为与二维码 D_{b_i} 相关的误差函数, Ω_{b_i} 为二维码 D_{b_i} 位姿观测的信息矩阵。

7. 根据权利要求5所述的室内机器人定位方法,其特征在于,还包括第二优化步骤:

获取机器人当前激光定位位姿;

获取与所述当前激光定位位姿、第一误差函数相关的第二误差函数;

计算第二误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

8. 根据权利要求7所述的室内机器人定位方法,其特征在于,所述第二误差函数定义为:

$$\mathbf{M}(\mathbf{P}) = \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}_L)^T \Omega_L \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}_L) + \sum_{b_1, b_2, \dots, b_k} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d)^T \Omega_{b_i} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d);$$

其中, \mathbf{P}_L 为机器人当前激光定位位姿, Ω_L 为机器人激光位姿观测的信息矩阵;

所述第一误差函数定义为:

$$\mathbf{F}(\mathbf{P}) = \sum_{b_1, b_2, \dots, b_k} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d)^T \Omega_{b_i} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d);$$

机器人的当前全局位姿为:

$$\mathbf{P}^* = \min_{\mathbf{P}} \mathbf{M}(\mathbf{P});$$

其中, $D_{b_1}, D_{b_2}, \dots, D_{b_k}$ 为所述的多个二维码,二维码 D_{b_i} 在机器人坐标系下的位姿为 $\mathbf{P}(b_i)_d$, 查询到 D_{b_i} 的全局位姿为 $\mathbf{P}(b_i)_{dm}$, \mathbf{P} 为机器人的全局位姿, $\mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d)$ 为与二维码 D_{b_i} 相关的误差函数, Ω_{b_i} 为二维码 D_{b_i} 位姿观测的信息矩阵。

9. 一种室内机器人定位装置,其特征在于,包括:

机器人全局位姿获取模块,用于根据工作区域的激光环境地图获取机器人的全局位姿;

二维码相对位姿获取模块,用于获取工作区域内二维码的图像,并获取二维码在机器

人坐标系下的位姿；

二维码全局位姿获取模块,用于识别二维码ID,根据二维码在机器人坐标系下的位姿和机器人的全局位姿,计算并记录与二维码ID对应的二维码的全局位姿;

机器人相对位姿获取模块,用于在机器人当前位姿处获取工作区域内任意二维码的图像,并获取机器人在二维码坐标系下的位姿;

二维码全局位姿查询模块,用于识别二维码ID,查询与二维码ID相应的二维码的全局位姿;

机器人当前位姿获取模块,用于根据机器人在二维码坐标系下的位姿和二维码的全局位姿,计算获得机器人的当前全局位姿。

10. 根据权利要求9所述的室内机器人定位装置,其特征在于,

所述机器人相对位姿获取模块用于获取任意二维码的图像;任意二维码的图像中包括多个二维码;

所述机器人相对位姿获取模块用于获取多个二维码在机器人坐标系下的位姿;

所述二维码全局位姿查询模块用于识别所述多个二维码ID,查询与所述多个二维码ID对应的二维码的全局位姿;

所述机器人当前位姿获取模块用于获取与多个二维码在机器人坐标系下的位姿以及查询到的二维码ID对应的全局位姿相关的第一误差函数,计算第一误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

11. 根据权利要求10所述的室内机器人定位装置,其特征在于,还包括:

机器人激光定位位姿获取模块,用于获取机器人当前激光定位位姿;

所述机器人当前位姿获取模块,用于获取与所述当前激光定位位姿、第一误差函数相关的第二误差函数;计算第二误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

12. 一种室内机器人定位系统,其特征在于,包括:

权利要求9-11任一项所述的室内机器人定位装置;

激光设备,用于扫描工作区域以获得激光环境地图并发送到所述装置;

摄像头,用于拍摄获得工作区域内的二维码的图像并发送到所述装置,以及拍摄获得工作区域内的任意二维码的图像并发送到所述装置。

基于二维码和激光的室内机器人定位方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人行驶控制的技术领域,尤其涉及基于二维码和激光的室内机器人定位方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 为了在自动化生产和仓储管理中应用移动机器人,要求室内移动机器人必须精确识别当前位置,只有精确识别当前位置,才能精确传输和搬运产品。目前,室内移动机器人定位方法一般有多种:测距法、视觉定位方法、推算定位与RFID相结合方法、条形码定位方法。

[0003] 测距法也称推算法,通过两个轮子加装的编码器测出微小距离,计算出移动机器人位置和姿态的变化量,通过累加,实现移动机器人的自动定位。但是,一旦车轮行进过程中出现打滑空转现象,由于编码器的输出不能修正这一误差,所以随着时间的推移,误差将会累计,导致定位精度的降低,因此,测距法只适用于短距离的定位。

[0004] 视觉定位方法通过安装在移动机器人上的摄像头获取室内环境的图像信息,利用图像分析、对比技术判定机器人的位置,实现定位。该方法存在的问题是:1、由于是两套图像进行对比,需要将其中一套图像预先保存起来,这就需要一个大容量的存储介质存储图像,当需要时随时提取并和当前图像信息进行对比,从而获取当前位置在整个室内环境中的实际位置;2、图像分析需要强大的数据运算能力,远非一般嵌入式系统所能胜任,以上都说明采用视觉定位大大增加了成本。

[0005] 识别移动机器人位置与方向的另外一种方法是射频标识卡和一种RFID阅读器的方法。在这种方法中每一个射频标签对应唯一号码,并根据唯一号码,在射频标签映射表中对应的其实际地理位置,从而定位移动机器人的实际位置。但是使用这种方法必须高密度地敷设射频标签,才能满足机器人定位的需要,而随之带来的问题是,RFID如果分布密度过高,从RFID卡输出的信号之间将产生干扰,可能会出现一次读取多个卡号而导致无法定位。针对上述问题,可以采用推算定位与RFID的分布密度,一方面用推算法在保证定位精度的前提下,减少了RFID的分布密度,一方面用RFID定位信息修正了航位推算的累积误差,但由于RFID阅读器的有效读取范围在几个至几十个厘米内,具体取决于射频的发射功率、读取角度、位置以及杂散电磁波的干扰等诸多不确定因素的影响,因此,其定位精度很难达到厘米级,不能满足定位精度要求很高的场合。

[0006] 条形码移动机器人定位方法针对以上不足进行了改进。发明专利20041005968.1公布了一种基于一维条形码的室内移动机器人定位系统和方法,该方法是在每个条形码标签上印制若干个条形码,每个条形码数据由两部分组成:绝对地址码和位置偏移码。绝对地址码用于定位该标签在室内环境中的实际地理位置,位置偏移码用于确定该标签上各个条形码之间的偏移量,每个标签上各个条形码上的绝对地址码是相同的,代表整个标签在室内的地理位置,各个条形码之间的相对位置用各自的偏移量表示。为了保证条码扫描枪每次扫描得到一个完整的条码,规定条码扫描宽度不小于两个完整条码的长度,当扫描范围

出现空白区时,通过对第一个空白区左右两侧的数据信息进行拼接而获得一个完整的条码数据。当用以上方法定位移动机器人位置时,是将标签的位置(绝对位置)、条码的位置(相对位置)、条码扫描枪的位置(相对位置)这三个数据叠加,最终得到移动机器人在室内实际的地理位置。以上方法的有点在于通过条形码符号的巧妙布局,能够准确计算移动机器人室内位置并且在实施过程中做到占用资源少而降低成本,但是该方法仍然存在以下不足:1、条形码识别速度低,不适合高效率的移动机器人领域。2、条形码布局结构难以实现全方位识读。3、容错能力差,对环境要求高、成本高,不利于推广使用。

发明内容

[0007] 为了克服现有技术的不足,本发明的目的在于提供基于二维码和激光的室内机器人定位方法、装置及系统,旨在解决现有技术的机器人定位过程由于误差累计或电磁波干扰所导致的精度低、成本高、效率低、对环境要求高的问题。

[0008] 本发明的目的采用以下技术方案实现:

[0009] 一种室内机器人定位方法,包括:

[0010] 机器人全局位姿获取步骤,根据工作区域的激光环境地图获取机器人的全局位姿;

[0011] 二维码相对位姿获取步骤,获取工作区域内二维码的图像,并获取二维码在机器人坐标系下的位姿;

[0012] 二维码全局位姿获取步骤,识别二维码ID,根据二维码在机器人坐标系下的位姿和机器人的全局位姿,计算并记录与二维码ID对应的二维码的全局位姿;

[0013] 机器人相对位姿获取步骤,在机器人当前位姿处获取工作区域内任意二维码的图像,并获取机器人在二维码坐标系下的位姿;

[0014] 二维码全局位姿查询步骤,识别二维码ID,查询与二维码ID相应的二维码的全局位姿;

[0015] 机器人当前位姿获取步骤,根据机器人在二维码坐标系下的位姿和二维码的全局位姿,计算获得机器人的当前全局位姿。

[0016] 在上述实施例的基础上,优选的:

[0017] 所述机器人全局位姿获取步骤中,根据激光环境地图建立全局坐标系,机器人的全局位姿 $P_0 = (x_0, y_0, \theta_0)^T$;

[0018] 所述二维码相对位姿获取步骤中,二维码在机器人坐标系下的位姿 $P(a)_d = (x(a)_d, y(a)_d, \theta(a)_d)^T$;

[0019] 所述二维码全局位姿获取步骤中,识别的二维码ID为 D_a ,二维码 D_a 对应的全局位姿:

$$[0020] \quad P(a)_{dm} = \begin{bmatrix} \cos \theta_0 & -\sin \theta_0 & 0 \\ \sin \theta_0 & \cos \theta_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(a)_d \\ y(a)_d \\ \theta(a)_d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ \theta_0 \end{bmatrix}$$

[0021] 在上述任意实施例的基础上,优选的,所述机器人相对位姿获取步骤中,获取机器人在二维码坐标系下的位姿的步骤,具体为:

[0022] 获取二维码在机器人坐标系下的位姿,根据二维码在机器人坐标系下的位姿获取机器人在二维码坐标系下的位姿。

[0023] 在上述实施例的基础上,优选的:

[0024] 二维码在机器人坐标系下的位姿为 $P(b)_d = (x(b)_d, y(b)_d, \theta(b)_d)^T$,机器人在二维码坐标系下的位姿为 $P(b)_{d'}$:

$$[0025] \quad P(b)_{d'} = \begin{bmatrix} x(b)_{d'} \\ y(b)_{d'} \\ \theta(b)_{d'} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta(b)_d & -\sin \theta(b)_d & 0 \\ \sin \theta(b)_d & \cos \theta(b)_d & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -x(b)_d \\ -y(b)_d \\ -\theta(b)_d \end{bmatrix};$$

[0026] 所述二维码全局位姿查询步骤中,识别的任意二维码图像中二维码的ID为 D_b ,查询到的二维码 D_b 的全局位姿为 $P(b)_{dm} = (x(b)_{dm}, y(b)_{dm}, \theta(b)_{dm})^T$;

[0027] 所述机器人全局位姿获取步骤中,机器人的全局位姿为 P' :

$$[0028] \quad P' = \begin{bmatrix} \cos \theta(b)_{dm} & -\sin \theta(b)_{dm} & 0 \\ \sin \theta(b)_{dm} & \cos \theta(b)_{dm} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(b)_{d'} \\ y(b)_{d'} \\ \theta(b)_{d'} \end{bmatrix} + P(b)_{dm}$$

[0029] 在上述任意实施例的基础上,优选的,当机器人相对位姿获取步骤中获取任意二维码的图像包括多个二维码时,还包括第一优化步骤:

[0030] 获取所述多个二维码在机器人坐标系下的位姿;

[0031] 识别所述多个二维码ID,查询与所述多个二维码ID对应的二维码的全局位姿;

[0032] 获取与多个二维码在机器人坐标系下的位姿以及查询到的二维码ID对应的全局位姿相关的第一误差函数;

[0033] 计算第一误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

[0034] 在上述实施例的基础上,优选的,所述第一误差函数定义为:

$$[0035] \quad \mathbf{F}(\mathbf{P}) = \sum_{b1, b2, \dots, bk} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d)^T \Omega_{b_i} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d);$$

[0036] 机器人的当前全局位姿为:

$$[0037] \quad \mathbf{P}^* = \min_{\mathbf{P}} \mathbf{F}(\mathbf{P});$$

[0038] 其中, $D_{b1}, D_{b2}, \dots, D_{bk}$ 为所述多个二维码,二维码 D_{b_i} 在机器人坐标系下的位姿为 $P(b_i)_d$,查询到 D_{b_i} 的全局位姿为 $P(b_i)_{dm}$, P 为机器人的全局位姿, $\mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(b_i)_{dm}, \mathbf{P}(b_i)_d)$ 为与二维码 D_{b_i} 相关的误差函数, Ω_{b_i} 为二维码 D_{b_i} 位姿观测的信息矩阵。

[0039] 在上述任意实施例的基础上,优选的,还包括第二优化步骤:

[0040] 获取机器人当前激光定位位姿;

[0041] 获取与所述当前激光定位位姿、第一误差函数相关的第二误差函数;

[0042] 计算第二误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

[0043] 在上述实施例的基础上,优选的,所述第二误差函数定义为:

$$\mathbf{M}(\mathbf{P}) = \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}_L)^T \Omega_L \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}_L)$$

$$[0044] \quad + \sum_{\mathbf{b}1, \mathbf{b}2, \dots, \mathbf{b}k} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_{dm}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_d)^T \Omega_{\mathbf{b}i} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_{dm}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_d);$$

[0045] 其中, \mathbf{P}_L 为机器人当前激光定位位姿, Ω_L 为机器人激光位姿观测的信息矩阵;

[0046] 所述第一误差函数定义为:

$$[0047] \quad \mathbf{F}(\mathbf{P}) = \sum_{\mathbf{b}1, \mathbf{b}2, \dots, \mathbf{b}k} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_{dm}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_d)^T \Omega_{\mathbf{b}i} \mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_{dm}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_d);$$

[0048] 机器人的当前全局位姿为:

$$[0049] \quad \mathbf{P}^* = \min_{\mathbf{P}} \mathbf{M}(\mathbf{P});$$

[0050] 其中, $D_{b1}, D_{b2}, \dots, D_{bk}$ 为所述的多个二维码, 二维码 D_{bi} 在机器人坐标系下的位姿为 $\mathbf{P}(\mathbf{b}i)_d$, 查询到 D_{bi} 的全局位姿为 $\mathbf{P}(\mathbf{b}i)_{dm}$, \mathbf{P} 为机器人的全局位姿, $\mathbf{e}(\mathbf{P}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_{dm}, \mathbf{P}(\mathbf{b}i)_d)$ 为与二维码 D_{bi} 相关的误差函数, Ω_{bi} 为二维码 D_{bi} 位姿观测的信息矩阵。

[0051] 一种室内机器人定位装置, 包括:

[0052] 机器人全局位姿获取模块, 用于根据工作区域的激光环境地图获取机器人的全局位姿;

[0053] 二维码相对位姿获取模块, 用于获取工作区域内二维码的图像, 并获取二维码在机器人坐标系下的位姿;

[0054] 二维码全局位姿获取模块, 用于识别二维码ID, 根据二维码在机器人坐标系下的位姿和机器人的全局位姿, 计算并记录与二维码ID对应的二维码的全局位姿;

[0055] 机器人相对位姿获取模块, 用于在机器人当前位姿处获取工作区域内任意二维码的图像, 并获取机器人在二维码坐标系下的位姿;

[0056] 二维码全局位姿查询模块, 用于识别二维码ID, 查询与二维码ID相应的二维码的全局位姿;

[0057] 机器人当前位姿获取模块, 用于根据机器人在二维码坐标系下的位姿和二维码的全局位姿, 计算获得机器人的当前全局位姿。

[0058] 在上述实施例的基础上, 优选的,

[0059] 所述机器人相对位姿获取模块用于获取任意二维码的图像; 任意二维码的图像中包括多个二维码;

[0060] 所述机器人相对位姿获取模块用于获取多个二维码在机器人坐标系下的位姿;

[0061] 所述二维码全局位姿查询模块用于识别所述多个二维码ID, 查询与所述多个二维码ID对应的二维码的全局位姿;

[0062] 所述机器人当前位姿获取模块用于获取与多个二维码在机器人坐标系下的位姿以及查询到的二维码ID对应的全局位姿相关的第一误差函数, 计算第一误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

[0063] 在上述实施例的基础上, 优选的, 还包括:

[0064] 机器人激光定位位姿获取模块, 用于获取机器人当前激光定位位姿;

[0065] 所述机器人当前位姿获取模块, 用于获取与所述当前激光定位位姿、第一误差函数相关的第二误差函数; 计算第二误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

[0066] 一种室内机器人定位系统,包括:

[0067] 上述任一项实施例中的室内机器人定位装置;

[0068] 激光设备,用于扫描工作区域以获得激光环境地图并发送到所述装置;

[0069] 摄像头,用于拍摄获得工作区域内的二维码的图像并发送到所述装置,以及拍摄获得工作区域内的任意二维码的图像并发送到所述装置。

[0070] 相比现有技术,本发明的有益效果在于:

[0071] 本发明公开了基于二维码和激光的室内机器人定位方法、装置及系统,利用激光先得到环境地图以及机器人的全局位姿,通过摄像头得到二维码与机器人的相对位姿,结合机器人的全局位姿得到二维码的全局位姿,建立二维码坐标系;在机器人移动过程中,通过摄像头拍摄任意二维码,获取机器人与二维码坐标系的相对位姿,结合二维码的全局位姿得到机器人的全局位姿。本发明通过先验机器人的全局位姿来得到二维码地图,消除了机器人后期定位的累积误差,从而可以在任意场景任意时刻快速地进行机器人定位,具备高效、高精度、全方位识读的优点。

附图说明

[0072] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0073] 图1示出了本发明实施例提供的一种基于二维码和激光的室内机器人定位方法的流程示意图;

[0074] 图1a示出了本发明实施例提供的一种基于二维码和激光的室内机器人定位方法的工作原理示意图;

[0075] 图2示出了本发明实施例提供的一种基于二维码和激光的室内机器人定位装置的结构示意图;

[0076] 图3示出了本发明实施例提供的一种基于二维码和激光的室内机器人定位系统的结构示意图。

具体实施方式

[0077] 机器人地图制作,是指通过各类传感器采集环境信息,并通过技术手段将传感器数据有序融合;地图主要用于机器人定位和导航。

[0078] 传感器可以设置在机器人上,获取各个时刻的观测帧,利用各观测帧确定机器人的位姿,机器人的位姿是指某个时刻机器人的位置和朝向。本发明中所指的机器人也可以是其他依赖地图导航定位的运动设备,例如智能玩具、可运动的智能家居、测绘车等。

[0079] 下面,结合附图以及具体实施方式,对本发明做进一步描述,需要说明的是,在不相冲突的前提下,以下描述的各实施例之间或各技术特征之间可以任意组合形成新的实施例。

[0080] 具体实施例一

[0081] 如图1所示,本发明实施例提供了一种基于二维码和激光的室内机器人定位方法,包括:机器人全局位姿获取步骤S101,根据工作区域的激光环境地图获取机器人的全局位姿 P_0 , $P_0 = (x_0, y_0, \theta_0)^T$;通过激光设备扫描工作区域获得的数据构建工作区域相关的环境地图,机器人的全局位姿指的是机器人在环境地图中的位置和朝向,将某一时刻搭载在机器

人上的激光扫描设备获得的观测帧与环境地图信息进行比较确定机器人该时刻的位姿,也可以融合里程计等其他信息计算获得机器人该时刻的位姿。根据环境地图建立全局坐标系,如图1a所示的 $X_tO_tY_t$ 坐标系,在全局坐标系下机器人某一时刻的全局位姿表示为 $P_0 = (x_0, y_0, \theta_0)^T$;

[0082] 二维码相对位姿获取步骤S102,获取工作区域内二维码的图像,并获取二维码在机器人坐标系下的位姿;机器人的工作区域内设置有二维码,所述二维码ID为二维码的身份标识,具有唯一性,可通过现有识别技术获得。建立机器人坐标系,如图1a所示的 X_RMY_R 坐标系,通过搭载在机器人上的摄像头拍摄获得二维码的图像以获得某一时刻机器人位姿与二维码的相对位置关系。具体的,二维码的个数为 n ,二维码ID分别记为 $D_1 \sim D_n$, n 为正整数;某一时刻机器人位姿与二维码 D_a 的相对位置关系表示为二维码 D_a 在机器人坐标系下的位姿 $P(a)_d, P(a)_d = (x(a)_d, y(a)_d, \theta(a)_d)^T, a$ 为正整数, $a < n$;

[0083] 二维码全局位姿获取步骤S103,识别二维码ID,根据二维码在机器人坐标系下的位姿和机器人的全局位姿,计算并记录与二维码ID对应的二维码的全局位姿。

[0084] 根据步骤S101、步骤S102获得的某一时刻机器人的全局位姿 P_0 ,以及该时刻获得的二维码 D_a 与机器人的相对位置关系计算出二维码 D_a 的全局位姿为 $P(a)_{dm}$:

$$[0085] \quad P(a)_{dm} = \begin{bmatrix} \cos \theta_0 & -\sin \theta_0 & 0 \\ \sin \theta_0 & \cos \theta_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(a)_d \\ y(a)_d \\ \theta(a)_d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ \theta_0 \end{bmatrix};$$

[0086] 二维码的全局位姿指的是二维码在环境地图中的位置和朝向;重复上述步骤以获得工作区域内所有二维码 $D_1 \sim D_n$ 的全局位姿,将环境地图、二维码ID以及ID对应的二维码全局位姿作为先验信息存储在一服务器中,在定位过程中可直接查询获得以提高定位精度以及效率。

[0087] 机器人相对位姿获取步骤S104,在机器人当前位姿处获取工作区域内任意二维码的图像,并获取机器人在二维码坐标系下的位姿。在移动过程中,机器人在当前位姿处拍摄摄像头视野范围内的任意二维码以获取当前时刻机器人与该二维码的相对位置关系。具体的,识别出所拍摄的二维码记为 D_b ,并根据该二维码建立二维码坐标系, b 为正整数, $b < n$,二维码 D_b 在机器人坐标系下的位姿 $P(b)_d, P(b)_d = (x(b)_d, y(b)_d, \theta(b)_d)^T$,机器人当前位姿与拍摄的二维码的相对位置关系表示为机器人在二维码坐标系下的位姿为 $P(b)_r$:

$$[0088] \quad P(b)_r = \begin{bmatrix} x(b)_d \\ y(b)_d \\ \theta(b)_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta(b)_d & -\sin \theta(b)_d & 0 \\ \sin \theta(b)_d & \cos \theta(b)_d & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -x(b)_d \\ -y(b)_d \\ -\theta(b)_d \end{bmatrix};$$

[0089] 二维码全局位姿查询步骤S105,识别二维码ID,查询与二维码ID相应的二维码的全局位姿 $P(b)_{dm} = (x(b)_{dm}, y(b)_{dm}, \theta(b)_{dm})^T$;在定位过程中,通过查询存储的先验信息即可获得与步骤S104中所拍摄的二维码ID对应的二维码的全局位姿。

[0090] 机器人全局位姿获取步骤S106,根据机器人在二维码坐标系下的位姿和二维码的全局位姿,计算获得机器人的当前全局位姿 P' :

$$[0091] \quad P' = \begin{bmatrix} \cos \theta(b)_{dm} & -\sin \theta(b)_{dm} & 0 \\ \sin \theta(b)_{dm} & \cos \theta(b)_{dm} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(b)_{d'} \\ y(b)_{d'} \\ \theta(b)_{d'} \end{bmatrix} + P(b)_{dm}.$$

[0092] 优选的,本发明实施例还可以包括第一优化步骤:

[0093] 当检测到多个二维码时,机器人的全局位姿的计算方式为:

[0094] 假设机器人检测到k个二维码,即二维码 $D_{b1}, D_{b2}, \dots, D_{bk}$,其中,检测到二维码 D_{bi} 在机器人坐标系下的位姿为 $P(bi)_d$,查询到 D_{bi} 的全局位姿为 $P(bi)_{dm}$,则可定义其误差函数为:

$$[0095] \quad e(P, P(bi)_{dm}, P(bi)_d) = (P \oplus P(bi)_d) \ominus P(bi)_{dm};$$

[0096] 其中, P 为机器人的全局位姿; \oplus 和 \ominus 定义如下:

$$[0097] \quad P_1 = (x_1, y_1, \theta_1)^T, P_2 = (x_2, y_2, \theta_2)^T;$$

$$[0098] \quad P_1 \oplus P_2 = \begin{pmatrix} x_1 + x_2 \cos \theta_1 - y_2 \sin \theta_1 \\ y_1 + x_2 \sin \theta_1 + y_2 \cos \theta_1 \\ \text{normalize}(\theta_1 + \theta_2) \end{pmatrix};$$

$$[0099] \quad P_1 \ominus P_2 = \begin{pmatrix} (x_1 - x_2) \cos \theta_1 + (y_1 - y_2) \sin \theta_1 \\ -(x_1 - x_2) \sin \theta_1 + (y_1 - y_2) \cos \theta_1 \\ \text{normalize}(\theta_1 - \theta_2) \end{pmatrix};$$

[0100] $\text{normalize}()$ 函数将角度值归一化到 $(-\pi, \pi]$;

[0101] 第一误差函数为:

$$[0102] \quad F(P) = \sum_{b1, b2, \dots, bk} e(P, P(bi)_{dm}, P(bi)_d)^T \Omega_{bi} e(P, P(bi)_{dm}, P(bi)_d);$$

[0103] 其中 Ω_{bi} 为二维码观测 bi 的信息矩阵,反映了该观测的可靠性;可以根据二维码成像质量、相机视野等因素确定;

[0104] 机器人的全局位姿为:

$$[0105] \quad P^* = \min_P F(P).$$

[0106] 优选的,本发明实施例还可以包括第二优化步骤:

[0107] 当检测到多个二维码,同时获得激光定位位姿时,机器人的全局位姿的计算方式为:

[0108] 假设机器人检测到k个二维码,即二维码 $D_{b1}, D_{b2}, \dots, D_{bk}$;其中,检测到二维码 D_{bi} 在机器人坐标系下的位姿为 $P(bi)_d$,查询到其全局位姿为 $P(bi)_{dm}$,则可定义其误差函数为:

$$[0109] \quad e(P, P(bi)_{dm}, P(bi)_d) = (P \oplus P(bi)_d) \ominus P(bi)_{dm};$$

[0110] 假设机器人同时获得激光定位位姿为 P_L ,则其误差函数为:

$$[0111] \quad e(P, P_L) = P \ominus P_L;$$

[0112] 第二误差函数为:

$$M(P) = e(P, P_L)^T \Omega_L e(P, P_L)$$

$$[0113] \quad + \sum_{b1, b2, \dots, bk} e(P, P(bi)_{dm}, P(bi)_d)^T \Omega_{bi} e(P, P(bi)_{dm}, P(bi)_d);$$

[0114] 其中 Ω_L 为激光位姿观测的信息矩阵,反映了该观测的可靠性;

[0115] 机器人的全局位姿为：

[0116] $\mathbf{P}^* = \min_{\mathbf{P}} \mathbf{M}(\mathbf{P})$ 。

[0117] 本发明实施例利用激光先得到环境地图以及机器人的全局位姿，通过摄像头得到二维码与机器人的相对位姿，结合机器人的全局位姿得到二维码的全局位姿，建立二维码坐标系；在机器人移动过程中，通过摄像头拍摄任意二维码，获取机器人与二维码坐标系的相对位姿，结合二维码的全局位姿得到机器人的全局位姿。本发明实施例通过先验机器人的全局位姿来得到二维码地图，消除了机器人后期定位的累积误差，从而可以在任意场景任意时刻尤其是环境变化较大不利于激光定位的情况下，快速地进行机器人定位，具备高效、高精度、全方位识读的优点。

[0118] 在上述的具体实施例一中，提供了基于二维码和激光的室内机器人定位方法，与之相对应的，本申请还提供基于二维码和激光的室内机器人定位装置。由于装置实施例基本类似于方法实施例，所以描述得比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。下述描述的装置实施例仅仅是示意性的。

[0119] 具体实施例二

[0120] 如图2所示，本发明实施例提供了一种基于二维码和激光的室内机器人定位装置，包括：

[0121] 机器人全局位姿获取模块201，用于根据工作区域的激光环境地图获取机器人的全局位姿；

[0122] 二维码相对位姿获取模块202，用于获取工作区域内二维码的图像，并获取二维码在机器人坐标系下的位姿；

[0123] 二维码全局位姿获取模块203，用于识别二维码ID，根据二维码在机器人坐标系下的位姿和机器人的全局位姿，计算并记录与二维码ID对应的二维码的全局位姿；

[0124] 机器人相对位姿获取模块204，用于在机器人当前位姿处获取工作区域内任意二维码的图像，并获取机器人在二维码坐标系下的位姿；

[0125] 二维码全局位姿查询模块205，用于识别二维码ID，查询与二维码ID相应的二维码的全局位姿；

[0126] 机器人当前位姿获取模块206，用于根据机器人在二维码坐标系下的位姿和二维码的全局位姿，计算获得机器人的当前全局位姿。

[0127] 优选的，本发明实施例中，所述机器人相对位姿获取模块204用于获取任意二维码的图像；任意二维码的图像中包括多个二维码；所述机器人相对位姿获取模块204用于获取多个二维码在机器人坐标系下的位姿；所述二维码全局位姿查询模块205用于识别所述多个二维码ID，查询与所述多个二维码ID对应的二维码的全局位姿；所述机器人当前位姿获取模块206用于获取与多个二维码在机器人坐标系下的位姿以及查询到的二维码ID对应的全局位姿相关的第一误差函数，计算第一误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

[0128] 优选的，本发明实施例还可以包括：机器人激光定位位姿获取模块，用于获取机器人当前激光定位位姿；所述机器人当前位姿获取模块，用于获取与所述当前激光定位位姿、第一误差函数相关的第二误差函数；计算第二误差函数的最优化解得到机器人的当前全局位姿。

[0129] 本发明实施例利用激光先得到环境地图以及机器人的全局位姿,通过摄像头得到二维码与机器人的相对位姿,结合机器人的全局位姿得到二维码的全局位姿,建立二维码坐标系;在机器人移动过程中,通过摄像头拍摄任意二维码,获取机器人与二维码坐标系的相对位姿,结合二维码的全局位姿得到机器人的全局位姿。本发明实施例通过先验机器人的全局位姿来得到二维码地图,消除了机器人后期定位的累积误差,从而可以在任意场景任意时刻快速地进行机器人定位,具备高效、高精度、全方位识读的优点。

[0130] 具体实施例三

[0131] 如图3所示,本发明实施例提供了一种基于二维码和激光的室内机器人定位系统,包括:

[0132] 具体实施例二中的基于二维码和激光的室内机器人定位装置301;

[0133] 激光设备302,用于扫描工作区域以获得激光环境地图并发送到所述装置301;

[0134] 摄像头303,用于拍摄获得工作区域内的二维码的图像并发送到所述装置301,以及拍摄获得工作区域内的任意二维码的图像并发送到所述装置301。

[0135] 本发明实施例利用激光先得到环境地图以及机器人的全局位姿,通过摄像头得到二维码与机器人的相对位姿,结合机器人的全局位姿得到二维码的全局位姿,建立二维码坐标系;在机器人移动过程中,通过摄像头拍摄任意二维码,获取机器人与二维码坐标系的相对位姿,结合二维码的全局位姿得到机器人的全局位姿。本发明实施例通过先验机器人的全局位姿来得到二维码地图,消除了机器人后期定位的累积误差,从而可以在任意场景任意时刻快速地进行机器人定位,具备高效、高精度、全方位识读的优点。

[0136] 本发明从使用目的上,效能上,进步及新颖性等观点进行阐述,其具有的实用进步性,已符合专利法所强调的功能增进及使用要件,本发明以上的说明及附图,仅为本发明的较佳实施例而已,并非以此局限本发明,因此,凡一切与本发明构造,装置,特征等近似、雷同的,即凡依本发明专利申请范围所作的等同替换或修饰等,皆应属本发明的专利申请保护的范围之内。

[0137] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。尽管本发明已进行了一定程度的描述,明显地,在不脱离本发明的精神和范围的条件下,可进行各个条件的适当变化。可以理解,本发明不限于所述实施方案,而归于权利要求的范围,其包括所述每个因素的等同替换。对本领域的技术人员来说,可根据以上描述的技术方案以及构思,做出其它各种相应的改变以及形变,而所有的这些改变以及形变都应该属于本发明权利要求的保护范围之内。

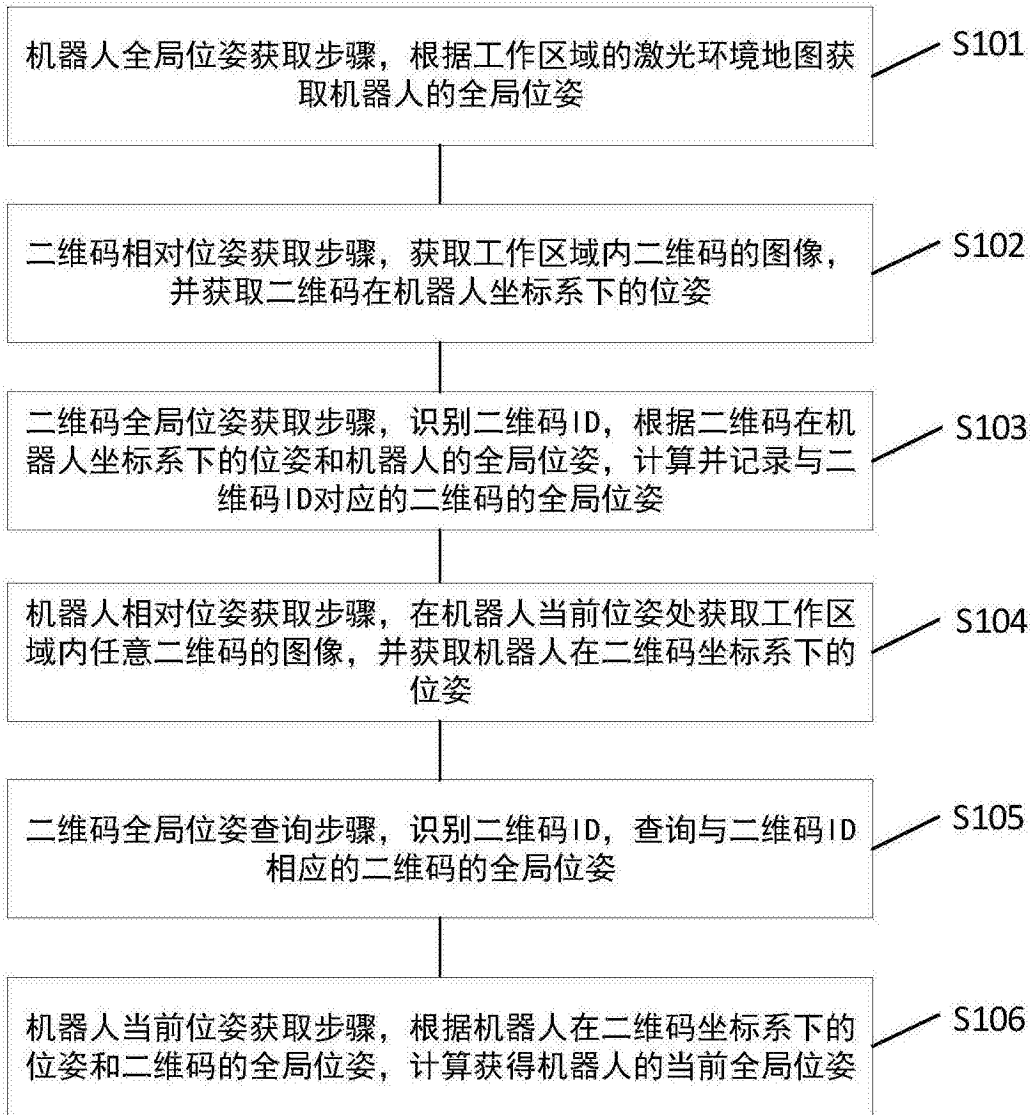


图1

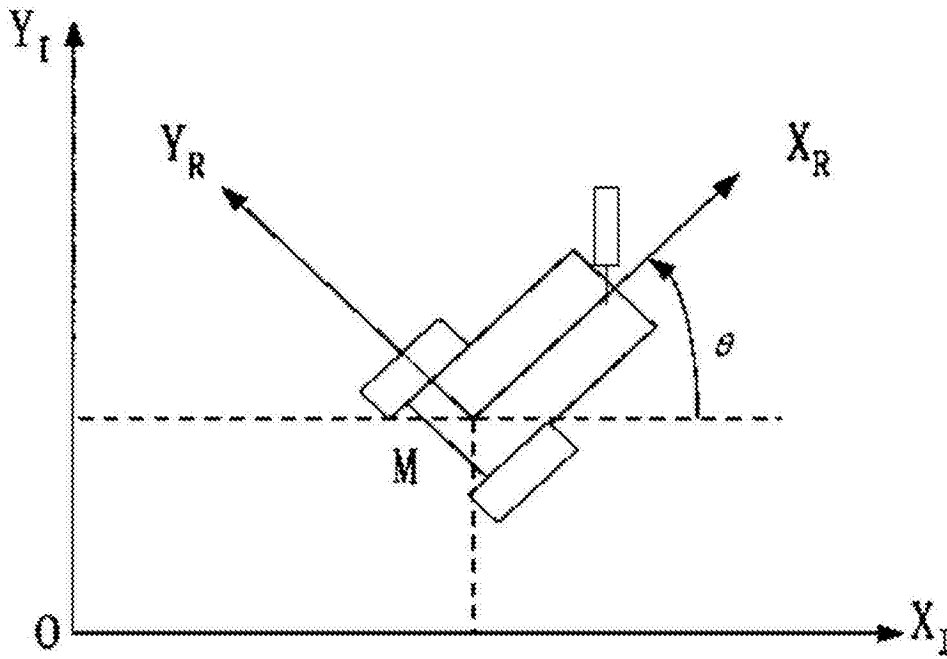


图1a

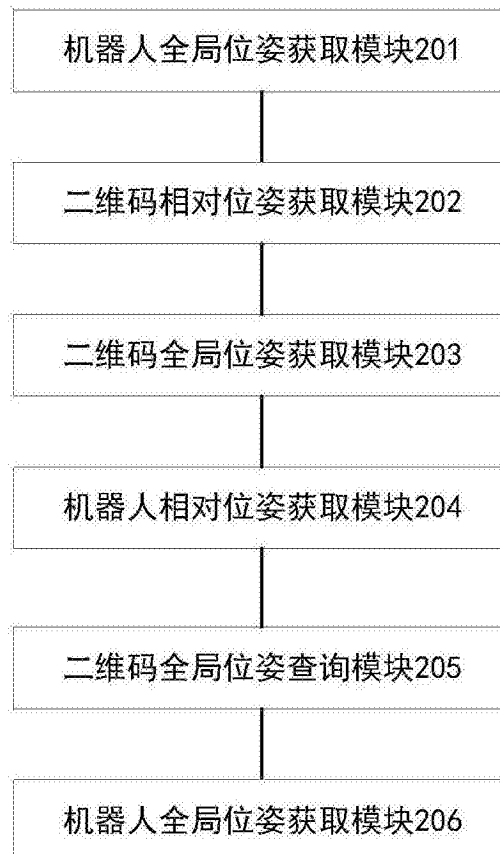


图2



图3