



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110569872 A  
(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910708163.8

(22)申请日 2019.08.01

(71)申请人 深圳达实智能股份有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园高科技南三道7号达实智能大厦

(72)发明人 邓仕钧 匡付华 李信洪 邓翔  
陈文景 袁宜峰

(74)专利代理机构 深圳市瑞方达知识产权事务所(普通合伙) 44314  
代理人 冯小梅 郭方伟

(51)Int.Cl.  
G06K 9/62(2006.01)  
G06Q 10/04(2012.01)  
G06F 17/16(2006.01)

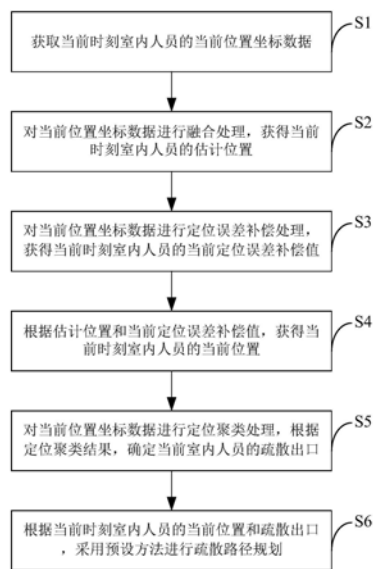
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

室内疏散路径优化方法、装置和电子设备

(57)摘要

本发明涉及室内疏散路径优化方法、装置和电子设备,该方法包括:获取当前时刻室内人员的当前位置坐标数据;对当前位置坐标数据进行融合处理,获得当前时刻室内人员的估计位置;对当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理,获得当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值;根据估计位置和当前定位误差补偿值,获得当前时刻室内人员的当前位置;对当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口;根据当前时刻室内人员的当前位置和疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划。本发明利用不同信号源对室内人员的定位,并进行深度融合,获得室内人员的精确位置及分布情况,自动规划室内人员的疏散路径。



1. 一种室内疏散路径优化方法,其特征在于,包括:

获取当前时刻室内人员的当前位置坐标数据;所述当前位置坐标数据为不同信号源获得的当前位置坐标数据;

对所述当前位置坐标数据进行融合处理,获得所述当前时刻室内人员的估计位置;

对所述当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理,获得所述当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值;

根据所述估计位置和所述当前定位误差补偿值,获得所述当前时刻室内人员的当前位置;

对所述当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口;

根据所述当前时刻室内人员的当前位置和所述疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划。

2. 根据权利要求1所述的室内疏散路径优化方法,其特征在于,所述对所述当前位置坐标数据进行融合处理,获得当前时刻室内人员的估计位置包括:

对所述当前位置坐标数据进行预处理,获得预处理后的位置坐标数据;

将所述预处理后的位置坐标数据进行归一化处理,获得归一化后的位置坐标数据;

采用神经网络算法,对归一化后的位置坐标数据进行计算,输出不同信号源获得的当前位置坐标数据的概率值;

采用预设规则,对不同信号源获得的当前位置坐标数据的概率值进行融合处理,获得融合后的位置坐标数据;

将融合后的位置坐标数据进行反归一化处理,获得所述估计位置。

3. 根据权利要求2所述的室内疏散路径优化方法,其特征在于,所述对所述当前位置坐标数据进行预处理,获得预处理后的位置坐标数据包括:

对所述当前位置坐标数据进行降噪、滤波及时序匹配处理,获得预处理后的位置坐标数据。

4. 根据权利要求2所述的室内疏散路径优化方法,其特征在于,所述预设规则为证据理论组合规则。

5. 根据权利要求1所述的室内疏散路径优化方法,其特征在于,所述对所述当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理,获得所述当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值包括:

获取历史位置坐标数据;

基于所述历史位置坐标数据进行支持向量机训练,获得定位误差补偿模型;

将所述当前位置坐标数据代入所述定位误差补偿模型中,获得所述当前定位误差补偿值。

6. 根据权利要求1所述的室内疏散路径优化方法,其特征在于,所述根据所述估计位置和所述当前定位误差补偿值,获得所述当前时刻室内人员的当前位置包括:

将所述估计位置与所述当前定位误差补偿值进行相加,获得所述当前时刻室内人员的当前位置。

7. 根据权利要求1所述的室内疏散路径优化方法,其特征在于,所述对所述当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口包括:

采用模糊均值聚类法,对所述当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口。

8.根据权利要求1所述的室内疏散路径优化方法,其特征在于,所述根据所述当前时刻室内人员的当前位置和所述疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划包括:

根据所述当前时刻室内人员的当前位置和所述疏散出口,采用Q学习法进行疏散路径规划。

9.一种室内疏散路径优化装置,其特征在于,包括:

获取单元,用于获取当前时刻室内人员的当前位置坐标数据;

融合处理单元,用于对所述当前位置坐标数据进行融合处理,获得所述当前时刻室内人员的估计位置;

定位补偿计算单元,用于对所述当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理,获得所述当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值;

当前位置确定单元,用于根据所述估计位置和所述当前定位误差补偿值,获得所述当前时刻室内人员的当前位置;

疏散出口确定单元,用于对所述当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口;

路径规划单元,用于根据所述当前时刻室内人员的当前位置和所述疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划。

10.一种电子设备,其特征在于,包括存储器和处理器,所述处理器用于根据所述存储器所存储的程序指令执行权利要求1-8任一项所述方法的步骤。

## 室内疏散路径优化方法、装置和电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智慧建筑领域,更具体地说,涉及一种室内疏散路径优化方法、装置和电子设备。

### 背景技术

[0002] 随着城市化进程的不断加快,人们的工作、生活越来越向高层楼宇集中,这样的环境中往往人员密度大,室内环境复杂,出口选择较多。当火灾等紧急情况发生时,如何安全、快速地进行定位并对室内人员进行有效疏散是一个重大挑战。目前,高层楼宇的安全疏散方案普遍是由导引人员按照预告设定的逃生路线进行疏散;或者是室内人员参照楼层中的疏散标志,自行撤离危险场所,其本质上都属于被动式引导疏散撤离方式。

[0003] 采用被动式引导的疏散撤离方式存在以下几个方面的不足:一方面,缺乏有效的定位信息,人员无法得知当前所处的具体位置、疏散出口等关键参数。虽然目前的大部分手持移动设备具有基本的定位导航功能,但多基于GPS单一信号源,其在室内的定位精度不高;且作为端点设备的手持移动设备间缺乏有效的信息交互,人员无法感知周围的人群密度,因此会对疏散路径产生误判,造成部分疏散出口拥堵,而另外一部分疏散出口空置的不利局面。另一方面,火灾等突发状况下,人员往往容易产生极度恐惧的心理,从而导致回返、向群、臆断等非理智思想及行为。因此,完全依赖其自主思维进行疏散撤离,容易造成踩踏、拥堵等混乱局面,增大人员伤亡的风险。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种室内疏散路径优化方法、装置和电子设备。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种室内疏散路径优化方法,包括:

[0006] 获取当前时刻室内人员的当前位置坐标数据;所述当前位置坐标数据为不同信号源获得的当前位置坐标数据;

[0007] 对所述当前位置坐标数据进行融合处理,获得所述当前时刻室内人员的估计位置;

[0008] 对所述当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理,获得所述当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值;

[0009] 根据所述估计位置和所述当前定位误差补偿值,获得所述当前时刻室内人员的当前位置;

[0010] 对所述当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口;

[0011] 根据所述当前时刻室内人员的当前位置和所述疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划。

[0012] 在一个实施例中,所述对所述当前位置坐标数据进行融合处理,获得当前时刻室内人员的估计位置包括:

[0013] 对所述当前位置坐标数据进行预处理,获得预处理后的位置坐标数据;

[0014] 将所述预处理后的位置坐标数据进行归一化处理,获得归一化后的位置坐标数据;

[0015] 采用神经网络算法,对归一化后的位置坐标数据进行计算,输出不同信号源获得的当前位置坐标数据的概率值;

[0016] 采用预设规则,对不同信号源获得的当前位置坐标数据的概率值进行融合处理,获得融合后的位置坐标数据;

[0017] 将融合后的位置坐标数据进行反归一化处理,获得所述估计位置。

[0018] 在一个实施例中,所述对所述当前位置坐标数据进行预处理,获得预处理后的位置坐标数据包括:

[0019] 对所述当前位置坐标数据进行降噪、滤波及时序匹配处理,获得预处理后的位置坐标数据。

[0020] 在一个实施例中,所述预设规则为证据理论组合规则。

[0021] 在一个实施例中,所述对所述当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理,获得所述当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值包括:

[0022] 获取历史位置坐标数据;

[0023] 基于所述历史位置坐标数据进行支持向量机训练,获得定位误差补偿模型;

[0024] 将所述当前位置坐标数据代入所述定位误差补偿模型中,获得所述当前定位误差补偿值。

[0025] 在一个实施例中,所述根据所述估计位置和所述当前定位误差补偿值,获得所述当前时刻室内人员的当前位置包括:

[0026] 将所述估计位置与所述当前定位误差补偿值进行相加,获得所述当前时刻室内人员的当前位置。

[0027] 在一个实施例中,所述对所述当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口包括:

[0028] 采用模糊均值聚类法,对所述当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口。

[0029] 在一个实施例中,所述根据所述当前时刻室内人员的当前位置和所述疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划包括:

[0030] 根据所述当前时刻室内人员的当前位置和所述疏散出口,采用Q学习法进行行疏散路径规划。

[0031] 本发明还提供一种室内疏散路径优化装置,包括:

[0032] 获取单元,用于获取当前时刻室内人员的当前位置坐标数据;

[0033] 融合处理单元,用于对所述当前位置坐标数据进行融合处理,获得所述当前时刻室内人员的估计位置;

[0034] 定位补偿计算单元,用于对所述当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理,获得所述当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值;

[0035] 当前位置确定单元,用于根据所述估计位置和所述当前定位误差补偿值,获得所述当前时刻室内人员的当前位置;

[0036] 疏散出口确定单元,用于对所述当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口;

[0037] 路径规划单元,用于根据所述当前时刻室内人员的当前位置和所述疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划。

[0038] 本发明还提供一种电子设备,包括存储器和处理器,所述处理器用于根据所述存储器所存储的程序指令执行如上所述方法的步骤。

[0039] 实施本发明的室内疏散路径优化方法,具有以下有益效果:本发明利用不同信号源对室内人员的定位,并进行深度融合,获得室内人员的精确位置及分布情况,自动规划室内人员的疏散路径,可有效避免在火灾、地震等紧急情况发生时所造成的踩踏、拥堵等混乱局面发生,减少人员伤亡。

## 附图说明

[0040] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0041] 图1是本发明实施例提供的室内疏散路径优化方法的流程示意图;

[0042] 图2是本发明提供的室内疏散路径优化方法另一实施例的流程示意图;

[0043] 图3是本发明实施例提供的室内疏散路径优化装置的逻辑框图;

[0044] 图4是本发明实施例提供的电子设备的结构示意图;

[0045] 图5是本发明实施例提供的多模态位置坐标融合示意图;

[0046] 图6是本发明实施例提供的疏散路径优化效果图。

## 具体实施方式

[0047] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅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。

[0048] 参考图1,为本发明实施例提供的室内疏散路径优化方法的流程示意图。该室内疏散路径优化方法为基于多模态定位信息整合的路径优化方法,其利用多个不同信号源对室内人员的位置进行定位,并对多个不同信号源所获得的定位数据进行深度融合处理、误差补偿等,最终获得室内人员的精确位置,并在此基础上,兼顾疏散出口人员分配的优化,进而对疏散路径进行自动规划,可有效避免被动式引导疏散方法导致的人员踩踏、拥堵,造成人员伤亡等问题发生,有效地优化了疏散路径。

[0049] 具体的,如图1所示,该室内疏散路径优化方法包括:步骤S1、步骤S2、步骤S3、步骤S4、步骤S5和步骤S6。

[0050] 步骤S1、获取当前时刻室内人员的当前位置坐标数据;当前位置坐标数据为不同信号源获得的当前位置坐标数据。

[0051] 本发明实施例中,不同信号源指的是不同的定位装置,包括但不限于蓝牙定位装置、WIFI定位装置、GPS定位装置、移动定位装置等。

[0052] 可选的,本发明实施例信号源可以为蓝牙定位装置和WIFI定位装置。当前位置坐标数据包括蓝牙定位坐标数据和WIFI定位坐标数据。其中,不同的信号源可以安装在室内的任意位置,本发明不作具体要求。

[0053] 步骤S2、对当前位置坐标数据进行融合处理,获得当前时刻室内人员的估计位置。

[0054] 可以理解地,当前时刻室内人员的估计位置为基于当前位置坐标数据进行融合处理后,所获得的初步预测的位置,并非当前时刻室内人员的准确位置。

[0055] 进一步地,如图2所示,步骤S2具体可以包括:

[0056] 步骤S201、对当前位置坐标数据进行预处理,获得预处理后的位置坐标数据。

[0057] 其中,对当前位置坐标数据进行预处理包括:对当前位置坐标数据进行降噪、滤波及时序匹配处理等,通过这些预处理动作,可以消除多余的数据,提高定位的准确性。

[0058] 步骤S202、将预处理后的位置坐标数据进行归一化处理,获得归一化后的位置坐标数据。

[0059] 步骤S203、采用神经网络算法,对归一化后的位置坐标数据进行计算,输出不同信号源获得的当前位置坐标数据的概率值。

[0060] 步骤S204、采用预设规则,对不同信号源获得的当前位置坐标数据的概率值进行融合处理,获得融合后的位置坐标数据。

[0061] 其中,预设规则为证据理论组合规则。具体的,证据理论组合规则是指根据计算当前位置坐标数据对于某一确定值的隶属程度而进行加权集成计算的方法。

[0062] 步骤S205、将融合后的位置坐标数据进行反归一化处理,获得估计位置。

[0063] 具体的,通过蓝牙定位装置和WIFI定位装置分别获得当前时刻室内人员的当前位置坐标数据;其中,蓝牙定位装置获得的是当前时刻室内人员的蓝牙定位坐标数据,设为: $P_b(X_b, Y_b)$ ;WIFI定位装置获得的是当前时刻室内人员的WIFI定位坐标数据,设为: $P_w(X_w, Y_w)$ 。在进行预处理后,对预处理后的蓝牙定位坐标数据和WIFI定位坐标数据进行归一化处理,其中,归一化方法如下:

$$[0064] \quad X_{b.n} = \frac{2(X_b - X_{\min})}{X_{\max} - X_{\min}} - 1$$

$$[0065] \quad Y_{b.n} = \frac{2(Y_b - Y_{\min})}{Y_{\max} - Y_{\min}} - 1 \quad (1 \text{ 式})。$$

[0066] 式中 $X_{b.n}, Y_{b.n}$ 为归一化后蓝牙定位装置的蓝牙定位坐标数据; $X_{\max}, X_{\min}$ 为室内空间横坐标的最大、最小值; $Y_{\max}, Y_{\min}$ 为室内空间纵坐标的最大、最小值。同理可得到WIFI定位装置的WIFI定位坐标数据归一化后的值 $X_{w.n}, Y_{w.n}$ 。

[0067] 接着,采用神经网络进行计算,分别输出蓝牙定位坐标数据和WIFI定位坐标数据的概率值。

[0068] 其中,不同信号源的定位坐标数据的概率值可以通过下式算得:

$$\begin{aligned}
 & \theta_{b,x}^i | X_b = X_{b,n} \\
 & \theta_{b,y}^i | Y_b = Y_{b,n} \\
 [0069] \quad & \theta_{w,x}^i | X_w = X_{w,n} \quad i = 1, 2, \dots, k \\
 & \theta_{w,y}^i | Y_w = Y_{w,n} \quad (2 \text{ 式})。
 \end{aligned}$$

[0070] 式中,  $i$  表示位置坐标数据采样组数;  $\theta_{b,x}^i | X_b = X_{b,n}$  表示第  $i$  组蓝牙位置横坐标数据  $X_b$  分量属于  $X_{b,n}$  的概率为  $\theta_{b,x}^i$ ;  $\theta_{b,y}^i | Y_b = Y_{b,n}$  表示第  $i$  组蓝牙位置纵坐标数据  $Y_b$  分量属于  $Y_{b,n}$  的概率为  $\theta_{b,y}^i$ ;  $\theta_{w,x}^i | X_w = X_{w,n}$  表示第  $i$  组WIFI位置横坐标数据  $X_w$  分量属于  $X_{w,n}$  的概率为  $\theta_{w,x}^i$ ;  $\theta_{w,y}^i | Y_w = Y_{w,n}$  表示第  $i$  组WIFI位置纵坐标数据  $Y_w$  分量属于  $Y_{w,n}$  的概率为  $\theta_{w,y}^i$ 。

[0071] 然后, 采用证据理论组合规则对蓝牙位置坐标数据和WIFI位置坐标数据进行融合, 其中, 具体的融合方法可以通过下式实现:

$$\begin{aligned}
 X_b &= \sum_{i=1}^k \theta_{b,x}^i X_{b,n} \\
 Y_b &= \sum_{i=1}^k \theta_{b,y}^i Y_{b,n} \\
 X_w &= \sum_{i=1}^k \theta_{w,x}^i X_{w,n} \\
 [0072] \quad Y_w &= \sum_{i=1}^k \theta_{w,y}^i Y_{w,n} \quad (3) \text{ 式}。 \\
 X_n &= \frac{X_b + X_w}{2} \\
 Y_n &= \frac{Y_b + Y_w}{2}
 \end{aligned}$$

[0073] 式中,  $X_n, Y_n$  为融合后的位置坐标数据归一化后的值。

[0074] 进而, 将融合后的位置坐标数据进行反归一化处理, 得到融合后的位置坐标数据, 所得到的融合后的位置坐标数据为本发明所指的估计位置。其中, 反归一化可通过如下式子实现:

$$\begin{aligned}
 X_p &= \frac{X_n(X_{\max} - X_{\min}) + (X_{\max} - X_{\min}) + 2X_{\min}}{2} \\
 [0075] \quad Y_p &= \frac{Y_n(Y_{\max} - Y_{\min}) + (Y_{\max} - Y_{\min}) + 2Y_{\min}}{2} \quad (4 \text{ 式})。
 \end{aligned}$$

[0076] 式中,  $X_p, Y_p$  即为融合后的位置坐标数据。需要说明的是, (4式) 仅作为一个示例, 即



$(X_p, Y_p)$  表示室内任意一个人员的估计位置, 当有N个人时, 则有N个对应的估计位置  $(X_p, Y_p)$ 。

[0077] 步骤S3、对当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理, 获得当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值。

[0078] 其中, 步骤S3具体可以包括:

[0079] 步骤S301、获取历史位置坐标数据。

[0080] 其中, 历史位置坐标数据可以为通过蓝牙定位装置定位的历史蓝牙位置坐标数据和WIFI定位装置定位的历史WIFI位置坐标数据。

[0081] 步骤S302、基于历史位置坐标数据进行支持向量机训练, 获得定位误差补偿模型。

[0082] 其中, 支持向量机是一种机器学习的算法, 常用于黑箱模型的数据模型拟合。

[0083] 步骤S303、将当前位置坐标数据代入定位误差补偿模型中, 获得当前定位误差补偿值。

[0084] 具体的, 基于历史位置坐标数据进行支持向量机训练, 具体可以通过以下训练公式实现:

$$[0085] \quad \min_{w, u_1} J = \frac{1}{2} w^T w + \frac{1}{2} u_1 \sum_{j=1}^l \xi_j^2 \quad (5式)。$$

$$s.t. y_j = w^T \theta(z_j) + b_1 + \xi_j$$

[0086] 其中,  $\theta(z_j)$  为映射函数;  $\mu_1$  为调节参数, 具体根据训练数据来定;  $\xi_j$  为误差向量;  $w$ ,  $b_1$  为权重因子和偏差项, 具体需根据训练数据来定。对 (5式) 描述的优化问题采用构建罚函数的方法进行约束处理, 构建拉格朗日乘子函数, 并分别对  $\mu_1$ 、 $\xi_j$ 、 $w$ 、 $b_1$  求偏导, 使其为0, 即完成对支持向量机的训练。这里构建罚函数就是将s.t. 的内容  $y_j$  乘以一个系数加到min等式的后边, 将有约束优化问题转换成无约束优化问题。 $j$  表示历史位置坐标数据中的坐标数据的数量,  $z_j$  表示历史位置坐标数据中的横坐标数据,  $y_j$  表示当前定位误差补偿值, 即  $\Delta X$  和  $\Delta Y$ , 即每一个输出变量对应其输入变量。例如, 当计算纵坐标的定位误差补偿值时,  $y_j$  为  $\Delta Y$ , 此时, 对应的  $z_j$  为  $Y_b$  或者  $Y_w$ 。

[0087] 步骤S4、根据估计位置和当前定位误差补偿值, 获得当前时刻室内人员的当前位置。

[0088] 具体的, 将估计位置与当前定位误差补偿值进行相加, 获得当前时刻室内人员的当前位置。以数学式表示为:

$$[0089] \quad \begin{aligned} X_r &= X_p + \Delta X \\ Y_r &= Y_p + \Delta Y \end{aligned} \quad (6式)。$$

[0090]  $X_r, Y_r$  即为室内任意一人员的最终的当前位置, 如图5所示。

[0091] 步骤S5、对当前位置坐标数据进行定位聚类处理, 根据定位聚类结果, 确定当前室内人员的疏散出口。

[0092] 本发明实施例中, 可以采用模糊均值聚类法, 对当前位置坐标数据进行定位聚类处理, 根据定位聚类结果, 以确定当前室内人员的疏散出口。

[0093] 具体的, 首先, 确定室内人员分布聚类中心数C, 其中, 本发明实施例可以根据室内紧急疏散出口数确定室内人员分布聚类中心数C, 每一类人员具有一个聚类中心。

[0094] 其次,采用室内人员的当前位置作为聚类特征向量,其组成为室内人员的当前位置的纵坐标和横坐标,具体如(6式)所示。

[0095] 接着,进行聚类迭代。

[0096] 具体为:

[0097] 第一步:从室内人员的所有人员的当前位置的坐标数据点集中,任意选择C个坐标数据点,这任意C个坐标数据点作为聚类中心,具体的数学式表示为:

[0098]  $h=1,2,\dots,C$ ;其中, $C_h=[X_{p,h},Y_{p,h}]$  (7式);

[0099] 其中, $C_h$ 表示第h个聚类中心, $[X_{p,h},Y_{p,h}]$ 表示第h个聚类中心的纵坐标和横坐标。

[0100] 第二步:确定隶属度矩阵。

[0101] 具体的数学式表示为:

$$u_{h,t} = \begin{cases} 1, & \text{if } k \neq h \text{ and } \|[X_{r,t} - Y_{r,t}] - c_h\|^2 \leq \|[X_{r,t} - Y_{r,t}] - c_k\|^2 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

[0102]  $h=1,2,\dots,C;t=1,2,\dots,n;$  (8式);

[0103] 式中, $u_{h,t}$ 为第t个坐标数据点对第h个聚类中心的隶属程度,n为室内人员总数。

[0104] 第三步:计算价值函数。

[0105] 具体的数学式表示为:

$$J = \sum_{h=1}^C \sum_{t=1}^n u_{h,t}^\delta d_{h,t}^2 \quad (9式);$$

[0106]

[0107] 式中, $\delta$ 为一加权指数,其取值范围为[1,5]; $d_{h,t}$ 为第h个聚类中心与第t个坐标数据点的欧式距离。

[0108] 在该步骤中,需要说明的是,如果价值函数J小于阈值,或者其相对于上一次迭代的价值函数的变化率小于变化率阈值,则停止迭代。

[0109] 第四步:对隶属度矩阵进行更新。

[0110] 具体的数学式表示为:

$$C_h = \frac{\sum_{t=1}^n u_{h,t}^\delta X_t}{\sum_{t=1}^n u_{h,t}^\delta} \quad (10式);$$

[0111]

[0112] 进一步地,完成对隶属度矩阵的更新后,返回第二步,最终完成对室内人员不同人群进行定位聚类,并根据定位聚类结果,确定不同人群的疏散出口。

[0113] 步骤S6、根据当前时刻室内人员的当前位置和疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划。

[0114] 本发明实施例中,根据当前时刻室内人员的当前位置和疏散出口,采用Q学习法进行疏散路径规划。

[0115] 具体的,首先,根据室内空间布局,将室内空间划分为M\*N个局部小区域,如图6所示,进而根据所划分的M\*N个局部小区域构建奖励矩阵,其中,奖励矩阵表示如下:

$$[0116] \quad R = \begin{bmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & \cdots & r_{1,N} \\ r_{2,1} & r_{2,2} & \cdots & r_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{M,1} & r_{M,2} & \cdots & r_{M,N} \end{bmatrix} \quad (11 \text{ 式});$$

[0117] 式中,R为奖励矩阵, $r_{x,y}$ , $x=1,2,\dots,M$ ; $y=1,2,\dots,N$ 表示从当前位置x到下一位置y的奖励值,其取值如下:

$$[0118] \quad r_{x,y} = \begin{cases} 0, & \text{第}x\text{个局部区域与第}y\text{个局部区域可通过} \\ -1, & \text{第}x\text{个局部区域与第}y\text{个局部区域不可通过} \\ 100, & \text{直接到达出口} \end{cases}$$

(12 式)。

[0119] 接着,在完成奖励矩阵的构建后,进行初始化处理,以获得奖励折现值。其中,奖励折现值可以通过折现表得到。折现表具体如下:

$$[0120] \quad Q = \begin{bmatrix} q_{1,1} & q_{1,2} & \cdots & q_{1,N} \\ q_{2,1} & q_{2,2} & \cdots & q_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{M,1} & q_{M,2} & \cdots & q_{M,N} \end{bmatrix} \quad (13 \text{ 式});$$

[0121] 式中,Q代表折现表, $q_{x,y}$ , $x=1,2,\dots,M$ ; $y=1,2,\dots,N$ 表示从当前位置x到下一位置y的奖励折现值,其初始化值均为0。

[0122] 然后,对Q表中的奖励折现值进行循环迭代处理,以获得最大化动作收益,其中,迭代公式如下所示:

$$[0123] \quad q_{x,y} = r_{x,y} + \gamma \max \{q'_{x,y}\} \quad (14 \text{ 式})。$$

[0124] 式中, $q_{x,y}$ 表示下一位置和动作的奖励折现值, $\gamma$ 为贪婪因子,取值为0至1的随机数。在具体实施例中,一般取值为0.8。

[0125] 通过14式的迭代处理,以获得最佳的疏散路径,即通过迭代处理,找出13式所示矩阵中各元素 $q_{x,y}$ 之和最大的路径,该路径即为最佳的疏散路径,如图6所示,经过上述过程,可以获得人群A的最佳疏散路径为S1,其疏散出口为出口1;人群B的最佳疏散路径为S2,其疏散出口为出口2;人群C的最佳疏散路径为S3,其疏散出口为出口3,人群D的最佳疏散路径为S4,其疏散出口为出口4。

[0126] 本发明还提供一种室内疏散路径优化装置,该室内疏散路径优化装置可以用于实现本发明实施例所公开的室内疏散路径优化方法。具体的,如图3所示,该室内疏散路径优化装置可以包括:

[0127] 获取单元31,用于获取当前时刻室内人员的当前位置坐标数据。

[0128] 融合处理单元32,用于对当前位置坐标数据进行融合处理,获得当前时刻室内人员的估计位置。

[0129] 定位补偿计算单元33,用于对当前位置坐标数据进行定位误差补偿处理,获得当前时刻室内人员的当前定位误差补偿值。

[0130] 当前位置确定单元34,用于根据估计位置和当前定位误差补偿值,获得当前时刻室内人员的当前位置。

[0131] 疏散出口确定单元35,用于对当前位置坐标数据进行定位聚类处理,根据定位聚类结果,确定当前室内人员的疏散出口。

[0132] 路径规划单元36,用于根据当前时刻室内人员的当前位置和疏散出口,采用预设方法进行疏散路径规划。

[0133] 进一步地,如图4所示,本发明还提供了一种电子设备,包括存储器401和处理器402,处理器用于根据存储器所存储的程序指令执行本发明实施例公开的室内疏散路径优化方法的步骤。

[0134] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0135] 本发明采用WIFI、蓝牙等定位技术,分别获取室内各个人员的当前位置坐标数据,并采用证据理论方法对不同模态的当前位置坐标数据进行深度融合,然后采用支持向量机对融合后的位置坐标数据进行误差补偿,最终获取每个室内人员的精确位置,在此基础上,采用模糊均值聚类对室内的人员按疏散出口个数进行聚类,再采用Q学习法对不同人员的疏散路径进行规划,获得最优的疏散路径,有效避免被动式引导疏散所存在的问题。

[0136] 以上实施例只为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本发明的内容并据此实施,并不能限制本发明的保护范围。凡跟本发明权利要求范围所做的均等变化与修饰,均应属于本发明权利要求的涵盖范围。

[0137] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

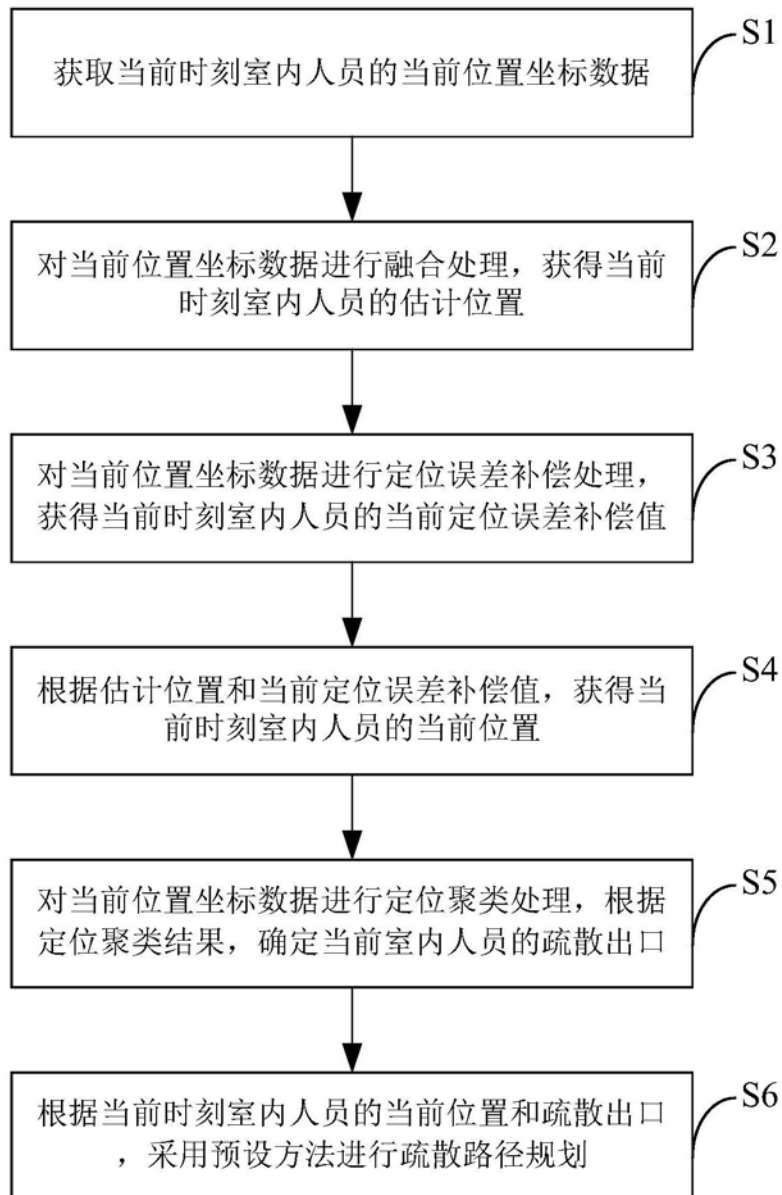


图1

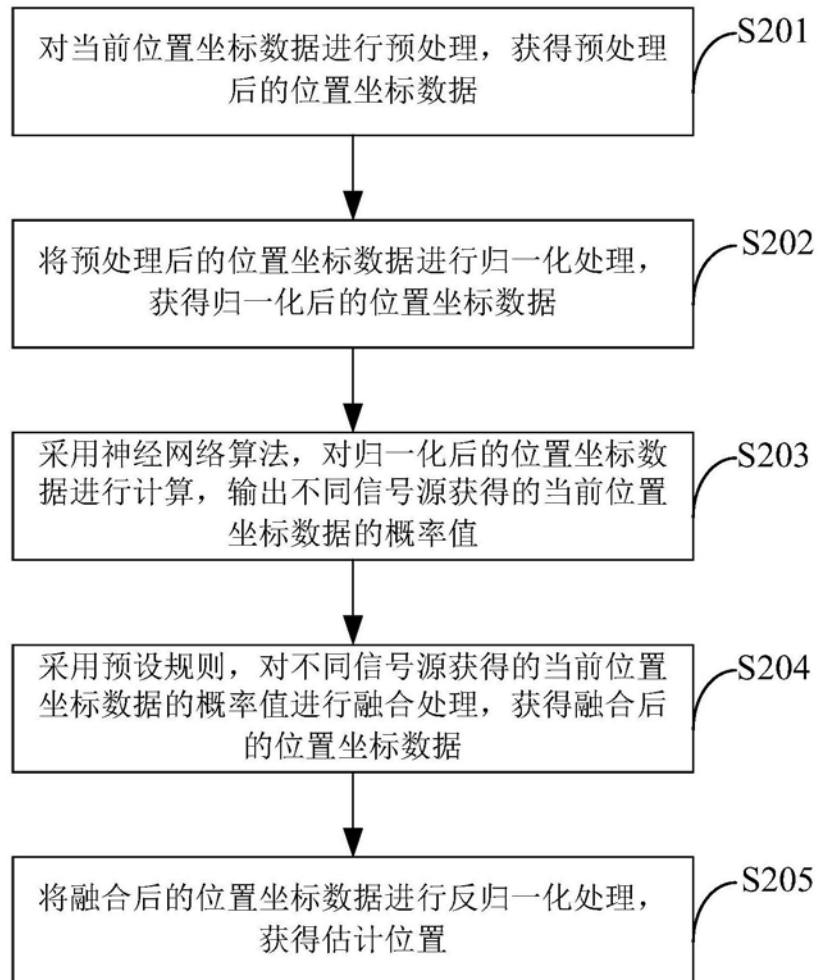


图2

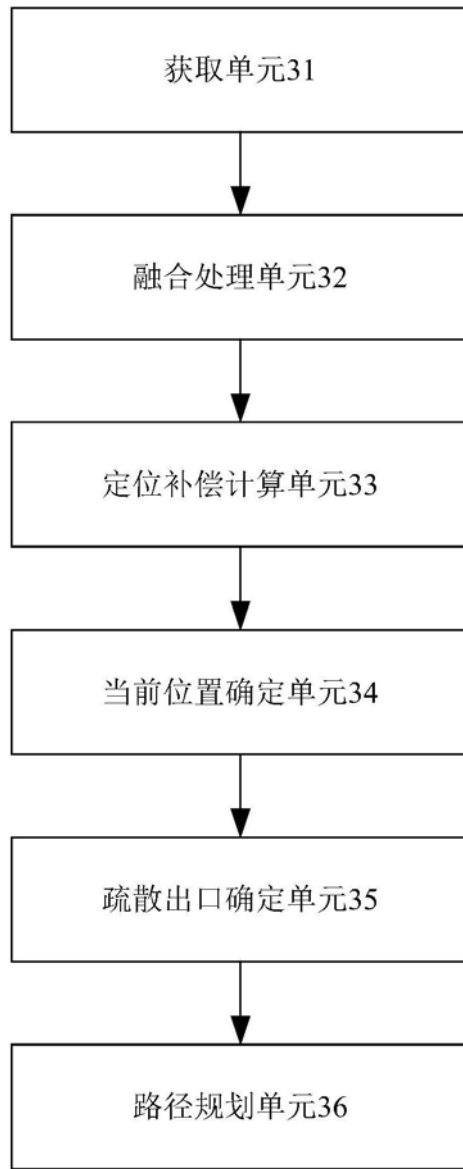


图3

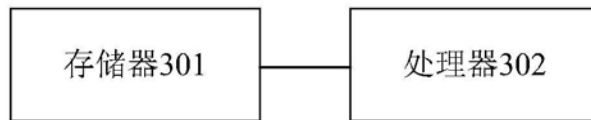


图4

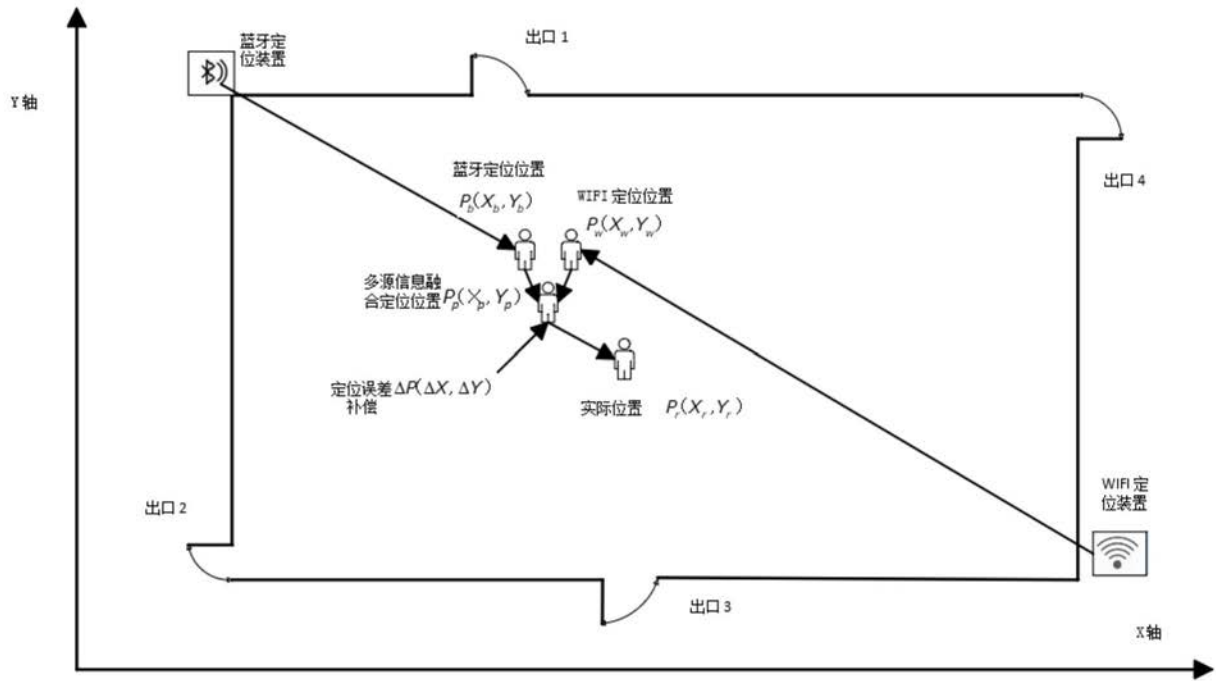


图5

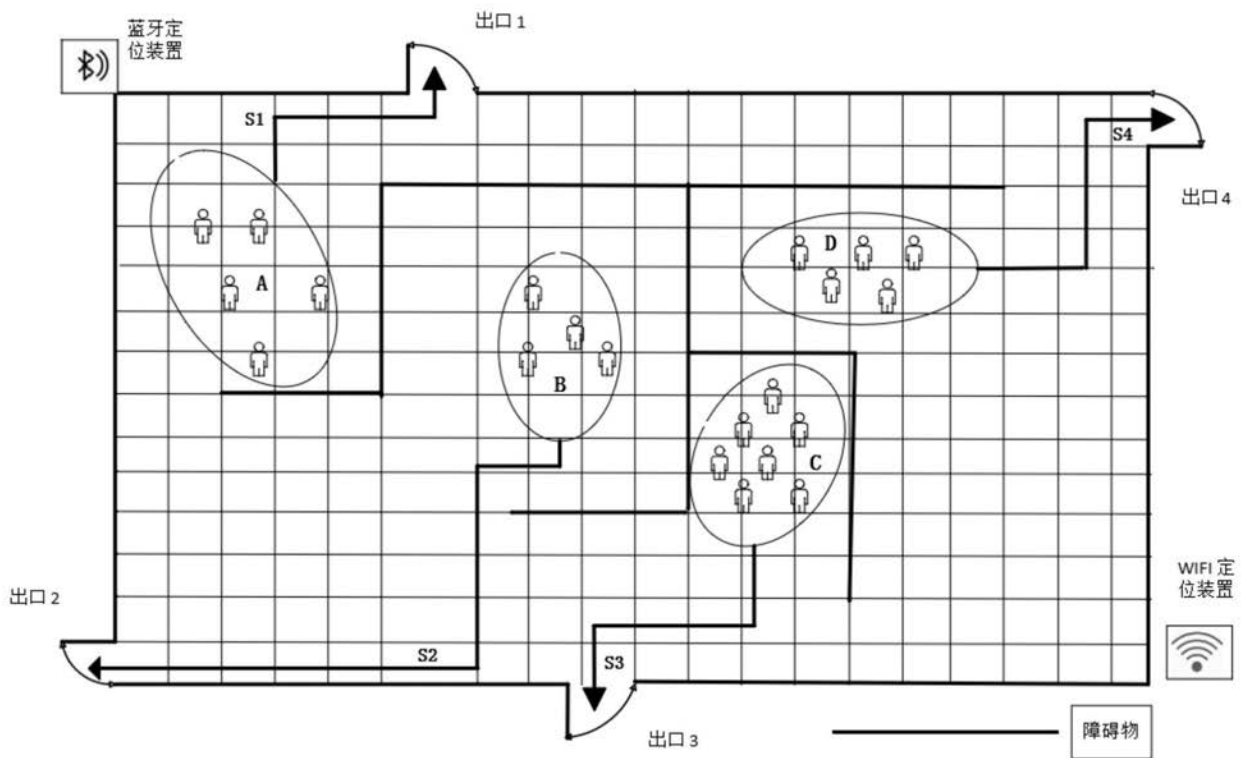


图6