



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112268583 B

(45) 授权公告日 2021.09.24

(21) 申请号 202011145668.7

(22) 申请日 2020.10.23

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112268583 A

(43) 申请公布日 2021.01.26

(73) 专利权人 重庆越致科技有限公司  
地址 400000 重庆市南岸区汇龙路55号29  
幢33-3

(72) 发明人 潘颖

(74) 专利代理机构 北京酷爱智慧知识产权代理  
有限公司 11514

代理人 向霞

(51) Int. Cl.  
G01D 21/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107990895 A, 2018.05.04

CN 109974694 A, 2019.07.05

CN 109827577 A, 2019.05.31

CN 106768032 A, 2017.05.31

CN 106643739 A, 2017.05.10

US 2013166198 A1, 2013.06.27

陈莹超等. 基于短期数据融合的自主三维  
导航系统.《仪表技术与传感器》.2017,(第1期),  
第130-133,138页.

审查员 张有亮

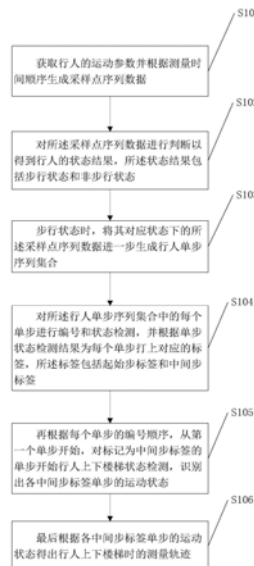
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法和  
装置

(57) 摘要

本发明公开了一种行人上下楼梯状态的轨  
迹检测方法和装置,该方法包括获取行人的运动  
参数来生成采样点序列数据;对采样点序列数据  
进行判断以得到行人的步行状态;步行状态时,  
将其对应状态下的采样点序列数据进一步生成  
行人单步序列集合,并对集合中的每个单步进行  
编号和检测,以得到每个单步的标签,标签包括  
起始步标签和中间步标签;再对标记为中间步标  
签的单步开始行人上下楼梯状态检测,识别出各  
中间步标签单步的运动状态;根据运动状态得出  
行人上下楼梯时的测量轨迹;其有益效果是:利  
用对行人的运动参数进行测量和处理,从而自动  
检测出行人上下楼梯的状态和轨迹,克服现有技  
术不能应用于行人上下楼梯状态的轨迹自动化  
检测和测量的问题。



CN 112268583 B

1. 一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法,其特征在于,所述方法包括:

获取行人的运动参数并根据测量时间顺序生成采样点序列数据,所述运动参数通过可穿戴设备实时测量所得;所述运动参数包括三维加速度,三维欧拉角度,方位角,高度参数;

对所述采样点序列数据进行判断以得到行人的状态结果,所述状态结果包括步行状态和非步行状态;

步行状态时,将其对应状态下的所述采样点序列数据进一步生成行人单步序列集合,且集合中每个单步均包括高度参数和方位角参数;

对所述行人单步序列集合中的每个单步进行编号和状态检测,以得到每个单步的检测结果,并根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,所述标签包括起始步标签和中间步标签;

再根据每个单步的编号顺序,从第一个单步开始,对标记为中间步标签的单步开始行人上下楼梯状态检测,并根据其编号在预设编号范围内的相邻单步之间高度关系,识别出各中间步标签单步的运动状态;

最后根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹;所述高度参数为各单步开始或者结束时刻,所述穿戴设备的测量值;

所述方位角参数为各单步开始或者结束时刻,所述穿戴设备的测量值;

所述根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,其步骤如下:

首先将行人单步序列集合中第一个单步默认打上起始步标签,并标号为一;

再从所述行人单步序列集合中的第二个单步开始,对各单步进行检测,如果当前单步的高度与上一单步高度之间的高度差大于高度门限值,则为该单步打上所述起始步标签,否则为该单步打上所述中间步标签。

2. 根据权利要求1所述的一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法,其特征在于,所述识别出各中间步标签单步的运动状态,具体包括:

对于中间步标签的单步SPACE (i),根据单步编号j在(i-N, i)范围内的单步SPACE (j)和相邻SPACE (j+1)之间的高度关系,将该中间步标签的单步SPACE (i)识别为三种运动状态:上楼梯、下楼梯和平面行走;其中N为预先设定的步间距门限,i为单步编号;

若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j)的高度PHigh (j)与相邻单步SPACE (j+1)的高度PHigh (j+1)的关系满足 $PHigh (j+1) - PHigh (j) > Hstep$ ,即相邻单步高度呈现递增关系,则中间步标签的单步SPACE (i)识别为上楼梯;

若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j)的高度PHigh (j)与相邻单步SPACE (j)的高度PHigh (j+1)的关系满足 $PHigh (j+1) - PHigh (j) < -Hstep$ ,即相邻单步高度呈现递减关系,则中间步标签的单步SPACE (i)识别为下楼梯;

其中,Hstep为预先设定的单步高度门限。

3. 根据权利要求2所述的一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法,其特征在于,所述根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹,具体包括:

状态为上楼梯或者是下楼梯时,则该单步SPACE (i)轨迹点相对于单步SPACE (i-1)的轨迹点在垂直高度方向上向上或者向下偏移垂直距离MSPH (i),平面方向上根据单步SPACE (i)方位角PAzim (i)相对于SPACE (i-1)的轨迹点偏移水平距离MSPL (i);

根据各状态得到的所述偏移垂直距离MSPH (i)和偏移水平距离MSPL (i)得出行人上下

楼梯时的测量轨迹。

4. 一种行人上下楼梯状态的轨迹检测装置,其特征在于,包括:

室内行人运动参数测量单元,用于获取行人的运动参数并根据测量时间顺序生成采样点序列数据,所述运动参数通过可穿戴设备实时测量所得;

室内行人步行状态检测单元,用于:

对所述采样点序列数据进行判断以得到行人的状态结果,所述状态结果包括步行状态和非步行状态;

步行状态时,将其对应状态下的所述采样点序列数据进一步生成行人单步序列集合,且集合中每个单步均包括高度参数和方位角参数;

室内行人上下楼梯状态检测单元,包括室内行人单步状态检测模块和室内行人上下楼梯状态检测模块;

所述室内行人单步状态检测模块用于对所述行人单步序列集合中的每个单步进行编号和状态检测,以得到每个单步的检测结果,并根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,所述标签包括起始步标签和中间步标签;

所述室内行人上下楼梯状态检测模块用于根据每个单步的编号顺序,从第一个单步开始,对标记为中间步标签的单步开始进行行人上下楼梯状态检测,并根据其编号在预设编号范围内的相邻单步之间高度关系,识别出各中间步标签单步的运动状态;

室内行人上下楼梯轨迹测量单元,用于根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹;

所述根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,其步骤如下:

首先将行人单步序列集合中第一个单步默认打上起始步标签,并标号为一;

再从所述行人单步序列集合中的第二个单步开始,对各单步进行检测,如果当前单步的高度与上一单步高度之间的高度差大于高度门限值,则为该单步打上所述起始步标签,否则为该单步打上所述中间步标签。

5. 根据权利要求4所述的一种行人上下楼梯状态的轨迹检测装置,其特征在于,所述室内行人上下楼梯状态检测单元还包括室内行人停止上下楼梯状态检测模块;

所述室内行人停止上下楼梯状态检测模块用于在行人上下楼梯状态检测过程中,当检测到满足任一触发条件时,停止行人上下楼梯状态检测和行人上下楼梯的轨迹测量。

6. 根据权利要求5所述的一种行人上下楼梯状态的轨迹检测装置,其特征在于,所述识别出各中间步标签单步的运动状态,具体包括:

对于中间步标签的单步SPACE (i),根据单步编号j在(i-N, i)范围内的单步SPACE (j)和相邻SPACE (j+1)之间的高度关系,将该中间步标签的单步SPACE (i)识别为三种运动状态:上楼梯、下楼梯和平面行走;其中N为预先设定的步间距门限,i为单步编号;

若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j)的高度PHigh (j)与相邻单步SPACE (j+1)的高度PHigh (j+1)的关系满足PHigh (j+1) - PHigh (j) > Hstep,即相邻单步高度呈现递增关系,则中间步标签的单步SPACE (i)识别为上楼梯;

若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j)的高度PHigh (j)与相邻单步SPACE (j)的高度PHigh (j+1)的关系满足PHigh (j+1) - PHigh (j) < -Hstep,即相邻单步高度呈现递减关系,则中间步标签的单步SPACE (i)识别为下楼梯;

其中,  $H_{step}$ 为预先设定的单步高度门限。

7. 根据权利要求6所述的一种行人上下楼梯状态的轨迹检测装置, 其特征在于, 所述根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹, 具体包括:

状态为上楼梯或者是下楼梯时, 则该单步SPACE (i) 轨迹点相对于单步SPACE (i-1) 的轨迹点在垂直高度方向上向上或者向下偏移垂直距离 $MSPH(i)$ , 平面方向上根据单步SPACE (i) 方位角 $PA_{zim}(i)$ 相对于SPACE (i-1) 的轨迹点偏移水平距离 $MSPL(i)$ ;

根据各状态得到的所述偏移垂直距离 $MSPH(i)$ 和偏移水平距离 $MSPL(i)$ 得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

## 一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及室内定位技术领域,具体涉及一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法和装置。

### 背景技术

[0002] 现有技术中,行人轨迹定位技术已得到有效的应用,但是从应用的范围来看,大多应用于室外的轨迹定位检测,而在行人进入室内时,由于环境的特殊性,当前技术主要是实现行人在水平空间内的轨迹定位,然而室内行人的轨迹不仅有水平空间的步行轨迹,同时也存在室内空间行人上下楼梯的情况。因此,现有的处理方案无法适用于这种情况。

### 发明内容

[0003] 本发明的发明目的在于:提供了一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法和装置,以实现在室内检测出行人上下楼梯的状态和测量行人上下楼梯的轨迹。

[0004] 第一方面:一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法,所述方法包括:

[0005] 获取行人的运动参数并根据测量时间顺序生成采样点序列数据,所述运动参数通过可穿戴设备实时测量所得;

[0006] 对所述采样点序列数据进行判断以得到行人的状态结果,所述状态结果包括步行状态和非步行状态;

[0007] 步行状态时,将其对应状态下的所述采样点序列数据进一步生成行人单步序列集合,且集合中每个单步均包括高度参数和方位角参数;

[0008] 对所述行人单步序列集合中的每个单步进行编号和状态检测,以得到每个单步的检测结果,并根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,所述标签包括起始步标签和中间步标签;

[0009] 再根据每个单步的编号顺序,从第一个单步开始,对标记为中间步标签的单步开始行人上下楼梯状态检测,并根据其编号在预设编号范围内的相邻单步之间高度关系,识别出各中间步标签单步的运动状态;

[0010] 最后根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

[0011] 作为本申请一种可选的实施方式,所述高度参数为各单步开始或者结束时刻,所述穿戴设备的测量值;

[0012] 所述方位角参数为各单步开始或者结束时刻,所述穿戴设备的测量值。

[0013] 作为本申请一种可选的实施方式,所述根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,其步骤如下:

[0014] 首先将行人单步序列集合中第一个单步默认打上起始步标签,并标号为一;

[0015] 再从所述行人单步序列集合中的第二个单步开始,对各单步进行检测,如果当前单步的高度与上一单步高度之间的高度差大于高度门限值,则为该单步打上所述起始步标签,否则为该单步打上所述中间步标签。

[0016] 作为本申请一种可选的实施方式,所述识别出各中间步标签单步的运动状态,具体包括:

[0017] 对于中间步标签的单步SPACE (i),根据单步编号j在(i-N, i)范围内的单步SPACE (j)和相邻SPACE (j+1)之间的高度关系,将该中间步标签的单步SPACE (i)识别为三种运动状态:上楼梯、下楼梯和平面行走;其中N为预先设定的步间距门限,i为单步编号;

[0018] 若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j)的高度PHigh (j)与相邻单步SPACE (j+1)的高度PHigh (j+1)的关系满足 $P_{High}(j+1) - P_{High}(j) > H_{step}$ ,即相邻单步高度呈现递增关系,则中间步标签的单步SPACE (i)识别为上楼梯;

[0019] 若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j)的高度PHigh (j)与相邻单步SPACE (j)的高度PHigh (j+1)的关系满足 $P_{High}(j+1) - P_{High}(j) < -H_{step}$ ,即相邻单步高度呈现递减关系,则中间步标签的单步SPACE (i)识别为下楼梯;

[0020] 其中,Hstep为预先设定的单步高度门限。

[0021] 作为本申请一种可选的实施方式,所述根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹,具体包括:

[0022] 状态为上楼梯或者是下楼梯时,则该单步SPACE (i)轨迹点相对于单步SPACE (i-1)的轨迹点在垂直高度方向上向上或者向下偏移垂直距离MSPH (i),平面方向上根据单步SPACE (i)方位角PAzim (i)相对于SPACE (i-1)的轨迹点偏移水平距离MSPL (i);

[0023] 根据各状态得到的所述偏移垂直距离MSPH (i)和偏移水平距离MSPL (i)得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

[0024] 第二方面:一种行人上下楼梯状态的轨迹检测装置,包括:

[0025] 室内行人运动参数测量单元,用于获取行人的运动参数并根据测量时间顺序生成采样点序列数据,所述运动参数通过可穿戴设备实时测量所得;

[0026] 室内行人步行状态检测单元,用于:

[0027] 对所述采样点序列数据进行判断以得到行人的状态结果,所述状态结果包括步行状态和非步行状态;

[0028] 步行状态时,将其对应状态下的所述采样点序列数据作为行人单步序列集合,且集合中每个单步均包括高度参数和方位角参数;

[0029] 室内行人上下楼梯状态检测单元,包括室内行人单步状态检测模块和室内行人上下楼梯状态检测模块;

[0030] 所述室内行人单步状态检测模块用于对所述行人单步序列集合中的每个单步进行编号和状态检测,以得到每个单步的检测结果,并根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,所述标签包括起始步标签和中间步标签;

[0031] 所述室内行人上下楼梯状态检测模块用于根据每个单步的编号顺序,从第一个单步开始,对标记为中间步标签的单步开始行人上下楼梯状态检测,并根据其编号在预设编号范围内的相邻单步之间高度关系,识别出各中间步标签单步的运动状态;

[0032] 室内行人上下楼梯轨迹测量单元,用于根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

[0033] 作为本申请一种可选的实施方式,所述室内行人上下楼梯状态检测单元还包括室内行人停止上下楼梯状态检测模块;

[0034] 所述室内行人停止上下楼梯状态检测模块用于在行人上下楼梯状态检测过程中,当检测到满足任一触发条件时,停止行人上下楼梯状态检测和行人上下楼梯的轨迹测量。

[0035] 作为本申请一种可选的实施方式,所述根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,其步骤如下:

[0036] 首先将行人单步序列集合中第一个单步默认打上起始步标签,并标号为一;

[0037] 再从所述行人单步序列集合中的第二个单步开始,对各单步进行检测,如果当前单步的高度与上一单步高度之间的高度差大于高度门限值,则为该单步打上所述起始步标签,否则为该单步打上所述中间步标签。

[0038] 作为本申请一种可选的实施方式,所述识别出各中间步标签单步的运动状态,具体包括:

[0039] 对于中间步标签的单步SPACE (i),根据单步编号j在(i-N, i)范围内的单步SPACE (j)和相邻SPACE (j+1)之间的高度关系,将该中间步标签的单步SPACE (i)识别为三种运动状态:上楼梯、下楼梯和平面行走;其中N为预先设定的步间距门限,i为单步编号;

[0040] 若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j)的高度PHigh (j)与相邻单步SPACE (j+1)的高度PHigh (j+1)的关系满足 $PHigh (j+1) - PHigh (j) > Hstep$ ,即相邻单步高度呈现递增关系,则中间步标签的单步SPACE (i)识别为上楼梯;

[0041] 若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j)的高度PHigh (j)与相邻单步SPACE (j)的高度PHigh (j+1)的关系满足 $PHigh (j+1) - PHigh (j) < -Hstep$ ,即相邻单步高度呈现递减关系,则中间步标签的单步SPACE (i)识别为下楼梯;

[0042] 其中,Hstep为预先设定的单步高度门限。

[0043] 作为本申请一种可选的实施方式,所述根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹,具体包括:

[0044] 状态为上楼梯或者是下楼梯时,则该单步SPACE (i)轨迹点相对于单步SPACE (i-1)的轨迹点在垂直高度方向上向上或者向下偏移垂直距离MSPH (i),平面方向上根据单步SPACE (i)方位角PAzim (i)相对于SPACE (i-1)的轨迹点偏移水平距离MSPL (i);

[0045] 根据各状态得到的所述偏移垂直距离MSPH (i)和偏移水平距离MSPL (i)得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

[0046] 采用上述技术方案,具有以下优点:本发明提出的一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法和装置,通过利用可穿戴设备对行人的运动参数进行测量,并对获取的数据进行处理,从而自动检测出行人上下楼梯的状态和轨迹的计算,不仅在实现在水平空间的检测,还实现对行人在室内空间上下楼梯的状态判断,以克服现有技术中,室内行人轨迹导航技术不能应用于行人上下楼梯状态的轨迹自动化检测和轨迹测量的问题。

## 附图说明

[0047] 图1是本发明实施例所提供的一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法的流程图;

[0048] 图2是本发明实施例所提供的一种行人上下楼梯状态的轨迹检测装置的结构图。

## 具体实施方式

[0049] 下面将详细描述本发明的具体实施例,应当注意,这里描述的实施例只用于举例

说明,并不用于限制本发明。在以下描述中,为了提供对本发明的透彻理解,阐述了大量特定细节。然而,对于本领域普通技术人员显而易见的是:不必采用这些特定细节来实行本发明。在其他实例中,为了避免混淆本发明,未具体描述公知的电路,软件或方法。

[0050] 在整个说明书中,对“一个实施例”、“实施例”、“一个示例”或“示例”的提及意味着:结合该实施例或示例描述的特定特征、结构或特性被包含在本发明至少一个实施例中。因此,在整个说明书的各个地方出现的短语“在一个实施例中”、“在实施例中”、“一个示例”或“示例”不一定都指同一实施例或示例。此外,可以以任何适当的组合和/或子组合将特定的特征、结构或特性组合在一个或多个实施例或示例中。此外,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的示图都是为了说明的目的,并且示图不一定是按比例绘制的。

[0051] 下面结合附图,对本发明作详细的说明。

[0052] 参考图1所示,一种行人上下楼梯状态的轨迹检测方法,其特征在于,所述方法包括:

[0053] S101,获取行人的运动参数并根据测量时间顺序生成采样点序列数据,所述运动参数通过可穿戴设备实时测量所得。

[0054] 具体地,所述可穿戴设备为直接穿在身上,或是整合到用户的衣服或配件的一种便携式设备;所述运动参数包括三维加速度,三维欧拉角度,方位角,高度(测距值)等运动参数。

[0055] 并根据测量时间顺序形成运动参数采样点序列数据,采集点序列中的每个运动参数采样点的数据包含了采样时间 $T_s$ 及测量的运动参数,如运动加速度 $ACC_{Sum}$ ,水平加速度 $ACC_{Lever}$ ,垂直加速度 $ACC_{Vertical}$ ,方位角 $Azimu$ ,高度(测距值) $Hightelve$ 等,其中,所述运动加速度 $ACC_{Sum}$ 是水平加速度 $ACC_{Lever}$ 和垂直加速度 $ACC_{Vertical}$ 的矢量和,所述高度为海拔高度。

[0056] S102,对所述采样点序列数据进行判断以得到行人的状态结果,所述状态结果包括步行状态和非步行状态。

[0057] 具体地,对运动参数采样点序列进行室内行人步行状态检测,检测结果将运动参数采样点分为两类:步行,非步行;将步行状态的运动参数采样点数据进一步用于后续的室内行人上下楼梯状态检测;

[0058] 其中,上述室内行人步行运动状态检测方法为公知技术(背景技术中也有所体现),故在此不再赘述。

[0059] S103,步行状态时,将其对应状态下的所述采样点序列数据作为行人单步序列集合,且集合中每个单步均包括高度参数和方位角参数。

[0060] 具体地,由于人体行走步态具有周期性,每个单步步态周期是从单脚抬步到单脚着地站立的过程,双脚往复行走运动形成完整的行人步行运动状态,使用行人运动参数可检测出行人单步步态开始和结束的运动状态,根据运动参数采样点数据生成行人单步序列集合SPACE,集合SPACE中单步(i)具备如下参数:高度 $P_{High}$ 、方位角 $P_{Azim}$ ,其中i为顺序递增的单步编号,所述高度参数为各单步开始或者结束时刻,所述穿戴设备的测量值;所述方位角参数为各单步开始或者结束时刻,所述穿戴设备的测量值;

[0061] 一般高度 $P_{High}$ 和方位角 $P_{Azim}$ 应为同一时间穿戴设备测量到参数值,如均为单步开始时间或者均为单步结束时间。



[0062] S104,对所述行人单步序列集合中的每个单步进行编号和状态检测,以得到每个单步的检测结果,并根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,所述标签包括起始步标签和中间步标签。

[0063] 具体地,首先将行人单步序列集合中第一个单步默认打上起始步标签,并标号为一;

[0064] 再从所述行人单步序列集合中的第二个单步开始,对各单步进行检测,如果当前单步的高度与上一单步高度之间的高度差大于高度门限值,则为该单步打上所述起始步标签,否则为该单步打上所述中间步标签;

[0065] 例如,如果单步SPACE (i) 的高度PHigh (i) 与SPACE (i-1) 的高度PHigh (i-1) 的高度差 $DSPHight(i) = |PHigh(i) - PHigh(i-1)|$ ,大于门限值MPHIGHT,则为单步SPACE (i) 打上起始步标签,否则为单步SPACE (i) 打上中间步标签。

[0066] S105,再根据每个单步的编号顺序,从第一个单步开始,对标记为中间步标签的单步开始行人上下楼梯状态检测,并根据其编号在预设编号范围内的相邻单步之间高度关系,识别出各中间步标签单步的运动状态。

[0067] 具体地,即得到各标记为中间步标签的单步的运动状态,也可理解为中间单步,两者含义相同;

[0068] 对于中间步标签的单步SPACE (i),根据单步编号j在(i-N, i)范围内的单步SPACE (j) 和相邻SPACE (j+1) 之间的高度关系,将该中间步标签的单步SPACE (i) 识别为三种运动状态(即为运动状态):上楼梯、下楼梯和平面行走;其中N为预先设定的步间距门限,i为单步编号;

[0069] 若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j) 的高度PHigh (j) 与相邻单步SPACE (j+1) 的高度PHigh (j+1) 的关系满足 $PHigh(j+1) - PHigh(j) > Hstep$ ,即相邻单步高度呈现递增关系,则中间步标签的单步SPACE (i) 识别为上楼梯;

[0070] 若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j) 的高度PHigh (j) 与相邻单步SPACE (j) 的高度PHigh (j+1) 的关系满足 $PHigh(j+1) - PHigh(j) < -Hstep$ ,即相邻单步高度呈现递减关系,则中间步标签的单步SPACE (i) 识别为下楼梯;

[0071] 其中,Hstep为预先设定的单步高度门限。

[0072] 即对行人单步序列集合中的每个中间单步进行上下楼梯状态检测,直到行人步行运动状态检测结束。

[0073] 实施时,当首次检测单步状态为上楼梯或者下楼梯时,可将编号在(i-N, i-1)范围内每个单步SPACE (j) 的单步状态都标注为SPACE (i) 的单步状态。

[0074] S106,最后根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

[0075] 具体地,状态为上楼梯或者是下楼梯时,则该单步SPACE (i) 轨迹点相对于单步SPACE (i-1) 的轨迹点在垂直高度方向上向上或者向下偏移垂直距离MSPH (i),平面方向上根据单步SPACE (i) 方位角PAzim (i) 相对于SPACE (i-1) 的轨迹点偏移水平距离MSPL (i);

[0076] 其中,所述垂直距离MSPH (i) 可采用是单步PACE (i) 与单步SPACE (i-1) 的高度差,所述水平距离MSPL (i) 可采用楼梯固定宽度值;

[0077] 根据各状态得到的所述偏移垂直距离MSPH (i) 和偏移水平距离MSPL (i) 得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

[0078] 应用时,在行人上下楼梯状态检测过程中,当检测到满足任一触发条件时,停止行人上下楼梯状态检测和行人上下楼梯的轨迹测量;

[0079] 所述触发条件包括完成了单步序列集合中所有单步SPACE (i) 的检测分析;如行人停止步行,则停止对行人上下楼梯状态检测和行人上下楼梯轨迹测量;

[0080] 当检测到单步标签为起始步时,停止本次行人上下楼梯状态的检测,开始重新对后续标记为中间步标签的单步SPACE (i) 进行单步行人上下楼梯状态检测。

[0081] 采用上述方案,利用对可穿戴设备获取的运动参数进行测量和处理,确定行人是步行还是非步行状态,通过对步行状态所采集数据的处理,从而自动化检测出行人上下楼梯的状态和轨迹的计算;克服了现有技术中,利用室内的地图与信号点进行匹配所带来的使用不便和无法区分行人是否为上下楼梯状态的轨迹缺陷。

[0082] 基于上述同样的发明构思,本发明实施例还公开了一种行人上下楼梯状态的轨迹检测装置,包括:

[0083] 室内行人运动参数测量单元,用于获取行人的运动参数并根据测量时间顺序生成采样点序列数据,所述运动参数通过可穿戴设备实时测量所得;并将运动参数生成的采样点序列数据同步输出给室内行人步行状态检测单元;

[0084] 室内行人步行状态检测单元,用于:

[0085] 对所述采样点序列数据进行判断以得到行人的状态结果,所述状态结果包括步行状态和非步行状态;

[0086] 步行状态时,将其对应状态下的所述采样点序列数据作为行人单步序列集合,且集合中每个单步均包括高度参数和方位角参数;

[0087] 室内行人上下楼梯状态检测单元,包括室内行人单步状态检测模块和室内行人上下楼梯状态检测模块;

[0088] 所述室内行人单步状态检测模块用于对所述行人单步序列集合中的每个单步进行编号和状态检测,以得到每个单步的检测结果,并根据单步状态检测结果为每个单步打上对应的标签,所述标签包括起始步标签和中间步标签;步骤如下:

[0089] 首先将行人单步序列集合中第一个单步默认打上起始步标签,并标号为一;

[0090] 再从所述行人单步序列集合中的第二个单步开始,对各单步进行检测,如果当前单步的高度与上一单步高度之间的高度差大于高度门限值,则为该单步打上所述起始步标签,否则为该单步打上所述中间步标签。

[0091] 所述室内行人上下楼梯状态检测模块用于根据每个单步的编号顺序,从第一个单步开始,对标记为中间步标签的单步开始行人上下楼梯状态检测,并根据其编号在预设编号范围内的相邻单步之间高度关系,识别出各中间步标签单步的运动状态;所述识别出各中间步标签单步的运动状态,具体包括:

[0092] 对于中间步标签的单步SPACE (i),根据单步编号j在(i-N, i)范围内的单步SPACE (j) 和相邻SPACE (j+1) 之间的高度关系,将该中间步标签的单步SPACE (i) 识别为三种运动状态:上楼梯、下楼梯和平面行走;其中N为预先设定的步间距门限,i为单步编号;

[0093] 若在(i-N, i)范围内每一个单步SPACE (j) 的高度PHigh (j) 与相邻单步SPACE (j+1) 的高度PHigh (j+1) 的关系满足PHigh (j+1) -PHigh (j) >Hstep,即相邻单步高度呈现递增关系,则中间步标签的单步SPACE (i) 识别为上楼梯;

[0094] 若在  $(i-N, i)$  范围内每一个单步SPACE (j) 的高度 $PHigh(j)$  与相邻单步SPACE (j) 的高度 $PHigh(j+1)$  的关系满足 $PHigh(j+1) - PHigh(j) < -Hstep$ , 即相邻单步高度呈现递减关系, 则中间步标签的单步SPACE (i) 识别为下楼梯;

[0095] 其中,  $Hstep$  为预先设定的单步高度门限。

[0096] 室内行人上下楼梯轨迹测量单元, 用于根据各中间步标签单步的运动状态得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

[0097] 具体地, 状态为上楼梯或者是下楼梯时, 则该单步SPACE (i) 轨迹点相对于单步SPACE (i-1) 的轨迹点在垂直高度方向上向上或者向下偏移垂直距离 $MSPH(i)$ , 平面方向上根据单步SPACE (i) 方位角 $PAzim(i)$  相对于SPACE (i-1) 的轨迹点偏移水平距离 $MSPL(i)$ ;

[0098] 根据各状态得到的所述偏移垂直距离 $MSPH(i)$  和偏移水平距离 $MSPL(i)$  得出行人上下楼梯时的测量轨迹。

[0099] 在应用时, 所述室内行人上下楼梯状态检测单元还包括室内行人停止上下楼梯状态检测模块;

[0100] 所述室内行人停止上下楼梯状态检测模块用于在行人上下楼梯状态检测过程中, 当检测到满足任一触发条件时, 停止行人上下楼梯状态检测和行人上下楼梯的轨迹测量。

[0101] 所述触发条件包括完成了单步序列集合中所有单步SPACE (i) 的检测分析; 如行人停止步行, 则停止对行人上下楼梯状态检测和行人上下楼梯轨迹测量;

[0102] 当检测到单步SPACE (i) 标签为起始步时, 停止本次行人上下楼梯状态的检测, 开始重新对后续标记为中间步标签的单步SPACE (j) 进行单步行人上下楼梯状态检测。

[0103] 通过上述方案, 通过利用可穿戴设备对行人的运动参数进行测量, 并对获取的数据进行处理, 从而自动检测出行人上下楼梯的状态和轨迹的计算, 不仅在实现在水平空间的检测, 还实现对行人在室内空间上下楼梯的状态判断, 以克服现有技术中, 室内行人轨迹导航技术不能应用于行人上下楼梯状态的轨迹自动化检测和轨迹测量的问题。

[0104] 需要说明的是, 需要说明的是, 上述装置实施例中的具体实施方式, 可参照前文方法实施例中的描述, 在此不再赘述。

[0105] 本实施例所提供的技术方案的工作过程如下:

[0106] (1) 行人携带人体穿戴设备, 开启室内行人运动参数测量单元, 开始对室内行人运动参数进行测量, 将运动参数采样点数据同步输出给室内行人步行状态检测单元。

[0107] (2) 行人在室内楼层步行运动, 室内行人步行状态检测单元将室内行人步行期间的运动参数采样点数据检测为步行状态, 并将运动参数采样点数据输出给室内行人上下楼梯状态检测单元。

[0108] (3) 室内行人上下楼梯状态检测单元根据运动参数采样点数据生成行人单步序列集合并进行检测, 将行人单步序列集合中的第一步标记为起始步, 将后续的单步标记为中间步, 并将检测到室内平层步行的单步标记为平面行走。

[0109] (4) 行人结束平层步行开始步行上楼梯到其他楼层, 室内行人上下楼梯状态检测单元检测到单步上楼梯的状态, 将步行上楼梯的单步标记为上楼梯。

[0110] (5) 行人结束上楼梯进入楼层继续步行运动, 室内行人上下楼梯状态检测单元将检测到的进入楼层步行后的单步标记为平面行走。

[0111] (6) 行人结束步行, 室内行人步行状态检测单元和室内行人上下楼梯状态检测单

元结束检测。

[0112] (7) 对行人步行轨迹进行测量,对于单步标记值为上楼梯或者下楼梯的单步的轨迹位置,相对于上一个单步的轨迹位置,在垂直高度方向上偏移与上一个单步的高度差  $MSPH(i)$ ,水平方向上根据单步方位角  $PAzim$  方位偏移一个预先设定的楼梯宽度值  $MSPL$ 。

[0113] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,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,或者对其中部分或者全部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发明各实施例技术方案的范围,其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。

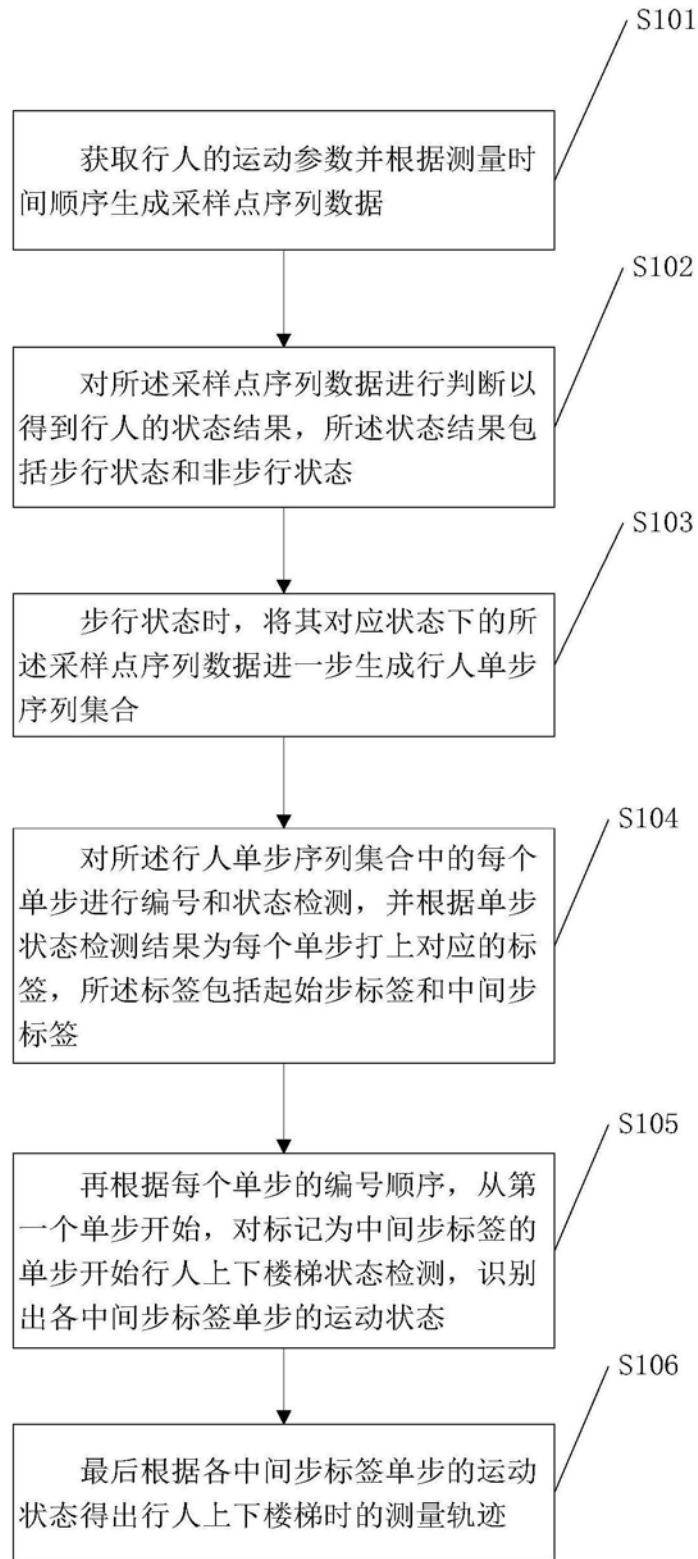


图1



图2