



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103134494 A

(43) 申请公布日 2013.06.05

(21) 申请号 201210516816.0

(22) 申请日 2012.12.05

(71) 申请人 中国科学院深圳先进技术研究院  
地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学  
城学苑大道 1068 号

(72) 发明人 蒋方胜 谭光 鲁鸣鸣

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理  
有限公司 44224

代理人 吴平

(51) Int. Cl.  
G01C 21/26(2006.01)

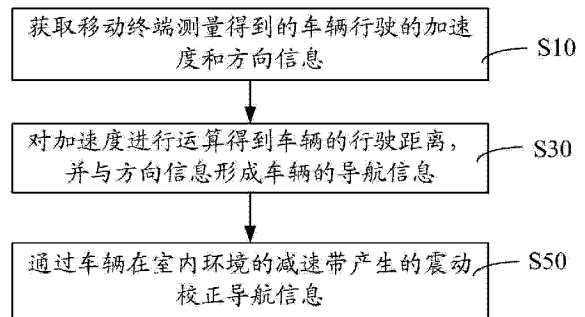
权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

室内环境中的车辆导航方法和装置

(57) 摘要

本发明提供一种室内环境的车辆导航方法和装置。所述方法包括：获取移动终端测量得到的车辆行驶的加速度和方向信息；对所述加速度进行运算得到所述车辆的行驶距离，并与所述方向信息形成所述车辆的导航信息；通过所述车辆在室内环境的减速带产生的震动校正所述导航信息。所述系统包括：测量获取模块，用于获取移动终端测量得到的车辆行驶的加速度和方向信息；信息生成模块，用于对所述加速度进行运算得到所述车辆的行驶距离，并与所述方向信息形成所述车辆的导航信息；校正模块，用于通过所述车辆在室内环境的减速带产生的震动校正所述导航信息。采用本发明能提高操作上的方便性。



1. 一种室内环境中的车辆导航方法,包括如下步骤:  
获取移动终端测量得到的车辆行驶的加速度和方向信息;  
对所述加速度进行运算得到所述车辆的行驶距离,并与所述方向信息形成所述车辆的导航信息;  
通过所述车辆在室内环境的减速带产生的震动校正所述导航信息。
2. 根据权利要求 1 所述的室内环境中的车辆导航方法,其特征在于,所述通过所述车辆在室内环境的减速带产生的震动校正所述导航信息的步骤包括:  
获取通过所述移动终端测量车辆发生震动事件得到的震动位置信息;  
根据所述震动位置信息和减速带的位置信息构建减速带观察混合矩阵;  
通过所述减速带观察混合矩阵求解预先构建的减速带状态转移概率矩阵得到所述车辆行驶的减速带序列;  
从所述减速带序列中提取末位减速带,并按照所述末位减速带的位置信息校正所述车辆的导航信息。
3. 根据权利要求 2 所述的室内环境的车辆导航方法,其特征在于,所述通过所述减速带观察混合矩阵求解预先构建的减速带状态转移概率矩阵得到车辆行驶的减速带序列的步骤之前还包括:  
获取所述室内环境中的减速带布局;  
判断减速带之间的状态转移是否为错检,若是,则将所述减速带之间的状态转移概率置为减速带错检概率,若否,则  
根据所述减速带布局得到所述减速带之间相隔的减速带数量,并通过所述减速带数量、减速带错检概率和减速带漏检概率运算得到所述减速带之间的状态转移概率;  
将所述减速带之间的状态转移概率建立成所述减速带状态转移概率矩阵。
4. 根据权利要求 2 所述的室内环境的车辆导航方法,其特征在于,所述根据所述震动位置信息和减速带的位置信息构建减速带观察混合矩阵的步骤包括:  
根据所述震动位置和减速带的位置信息分别计算得到所述震动位置与减速带之间的距离以及所述车辆的导航方向与减速带之间的方向差;  
判断所述方向差是否大于阈值,若是,则将所述震动位置与所述减速带的匹配概率设置为零,若否,则  
根据所述震动位置与减速带之间的距离进行运算得到所述震动位置与所述减速带的匹配概率;  
通过所述匹配概率构建所述减速带观察混合概率矩阵。
5. 根据权利要求 2 所述的室内环境中的车辆导航方法,其特征在于,所述通过所述减速带观察混合矩阵求解预先构建的减速带状态转移概率矩阵得到所述车辆行驶的减速带序列的步骤为:  
通过所述减速带观察混合矩阵对所述预先构建的减速带状态转移概率矩阵进行求解得到所述减速带之间的状态转移概率;  
从所述求解得到的减速带之间的状态转移概率提取每一减速带所对应的最大状态转移概率,并根据所述提取得到的最大状态转移概率形成所述车辆行驶的减速带序列。
6. 一种室内环境中的车辆导航装置,其特征在于,包括:

测量获取模块,用于获取移动终端测量得到的车辆行驶的加速度和方向信息;

信息生成模块,用于对所述加速度进行运算得到所述车辆的行驶距离,并与所述方向信息形成所述车辆的导航信息;

校正模块,用于通过所述车辆在室内环境的减速带产生的震动校正所述导航信息。

7. 根据权利要求6所述的室内环境中的车辆导航装置,其特征在于,所述校正模块包括:

位置获取单元,用于获取通过所述移动终端测量车辆发生震动事件得到的震动位置信息;

矩阵构建单元,用于根据所述震动位置信息和减速带的位置信息构建减速带观察混合矩阵;

序列求解单元,用于通过所述减速带观察混合矩阵求解得到预先构建的减速带状态转移概率矩阵得到所述车辆行驶的减速带序列;

提取校正单元,用于从所述减速带序列中提取末位减速带,并按照所述末位减速带的位置信息校正所述车辆的导航信息。

8. 根据权利要求7所述的室内环境的车辆导航装置,其特征在于,上述校正模块还包括:

布局获取单元,用于获取所述室内环境的减速带布局;

错检判断单元,用于判断减速带之间的状态转移是否为错检,若是,则将所述减速带之间的状态转移概率置为减速带错检概率,若否,则通知概率运算单元;

所述概率运算单元用于根据所述减速带布局得到所述减速带之间相隔的减速带数量,并通过所述减速带数量、减速带错检概率和减速带漏检概率运算得到所述减速带之间的状态转移概率;

转移矩阵建立单元,用于将所述减速带之间的状态转移概率建立成所述减速带状态转移概率矩阵。

9. 根据权利要求7所述的室内环境的车辆导航装置,其特征在于,所述矩阵构建单元包括:

位置运算单元,用于根据所述震动位置和减速带的位置信息分别计算得到所述震动位置与减速带之间的距离以及所述车辆的导航方向与减速带之间的方向差;

阈值判断单元,用于判断所述方向差是否大于阈值,若是,则将所述震动位置与所述减速带的匹配概率设置为零,若否,则通知匹配运算单元;

所述匹配运算单元用于根据所述震动位置与减速带之间的距离进行运算得到所述震动位置与所述减速带的匹配概率;

矩阵构建单元,用于通过所述匹配概率构建所述减速带观察混合概率矩阵。

10. 根据权利要求7所述的室内环境中的车辆导航装置,其特征在于,所述序列求解单元包括:

概率求解单元,用于通过所述减速带观察混合矩阵对所述预先构建的减速带状态转移概率矩阵进行求解得到所述减速带之间的状态转移概率;

提取单元,用于从所述求解得到的减速带之间的状态转移概率提取每一减速带所对应的最大状态转移概率,并根据所述提取得到的最大状态转移概率形成所述车辆行驶的减速

带序列。

## 室内环境中的车辆导航方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及导航定位技术,特别是涉及一种室内环境中车辆导航的校正方法和装置。

### 背景技术

[0002] 随着汽车的广泛应用,安装于汽车上的车辆导航系统也日益普遍,例如,传统的车辆导航系统通常为GPS(全球定位系统;Global Positioning System),利用GPS实现车辆的实时定位和导航。

[0003] 对于GPS信号而言,室外环境将不会对GPS信号产生任何影响,但是,室内环境由于存在墙壁的遮挡等因素将使得GPS信号受到极大的影响,无法实现室内环境中车辆的实时定位和导航,因此,只能通过WIFI指纹定位、蓝牙、RFID(Radio Frequency Identification,无线射频识别)和超声波等室内导航技术来实现室内环境中的定位和导航。

[0004] 然而,通过蓝牙、RFID和超声波所实现的室内环境定位和导航均需要额外安装相应的硬件设备,从而导致安装和使用的不便。例如,应用WIFI指纹定位所实现的室内环境定位和导航需要安装数个无线访问接入点(AP,例如无线路由器),并且需要构造相应的指纹库。指纹库的构造是一个相当费时费力的工作,需要采集室内环境中所有地理坐标上的WIFI信号强度指纹,但是,WIFI信号本身较为不稳定,会受到空间事物的影响,也会随着时间、空间的不同而发生不同的变化,给用户使用造成较大的不便。

### 发明内容

[0005] 基于此,提供一种能提高操作上的方便性的室内环境中的车辆导航方法。

[0006] 此外,还有必要提供一种能提高操作上的方便性的室内环境中的车辆导航装置。

[0007] 一种室内环境中的车辆导航方法,包括如下步骤:

[0008] 获取移动终端测量得到的车辆行驶的加速度和方向信息;

[0009] 对所述加速度进行运算得到所述车辆的行驶距离,并与所述方向信息形成所述车辆的导航信息;

[0010] 通过所述车辆在室内环境的减速带产生的震动校正所述导航信息。

[0011] 一种室内环境中的车辆导航装置,包括:

[0012] 测量获取模块,用于获取移动终端测量得到的车辆行驶的加速度和方向信息;

[0013] 信息生成模块,用于对所述加速度进行运算得到所述车辆的行驶距离,并与所述方向信息形成所述车辆的导航信息;

[0014] 校正模块,用于通过所述车辆在室内环境的减速带产生的震动校正所述导航信息。

[0015] 上述室内环境中的车辆导航方法和装置,在车辆行驶的过程中获取通过移动终端测量得到的加速度和方向信息,对得到的加速度进行运算得到当前的行驶距离,并与方向

信息形成导航信息,进而通过车辆在减速带上产生的震动实现导航信息的校正,不需要安装额外的设定,仅通过用户的移动终端即可实现,提高了操作上的方便性,并且提高了车辆导航的精确度。

### 附图说明

- [0016] 图 1 为一个实施例中开放平台中界面控制的方法的流程图；
- [0017] 图 2 为图 1 中通过车辆在室内环境的减速带产生的震动校正导航信息的方法流程图；
- [0018] 图 3 为隐马尔可夫模型状态变迁图；
- [0019] 图 4 为另一个实施例中通过车辆在室内环境的减速带产生的震动校正导航信息的方法流程图；
- [0020] 图 5 为一个实施例中减速带之间的状态转移示意图；
- [0021] 图 6 为一个实施例中根据震动位置信息和减速带的位置信息构建减速带观察混合矩阵的方法流程图；
- [0022] 图 7 为一个实施例中隐藏状态和观察状态之间的连接示意图；
- [0023] 图 8 为一个实施例中通过减速带观察混合矩阵求解预先构建的减速带状态转移概率矩阵得到所述车辆行驶的减速带序列的方法流程图；
- [0024] 图 9 为一个实施例中室内环境的车辆导航装置的结构示意图；
- [0025] 图 10 为一个实施例中校正模块的结构示意图；
- [0026] 图 11 为另一个实施例中校正模块的结构示意图；
- [0027] 图 12 为一个实施例中矩阵构建单元的结构示意图；
- [0028] 图 13 为一个实施例中序列求解单元的结构示意图；
- [0029] 图 14 为 A 地下停车场的示意图；
- [0030] 图 15 为 B 地下停车场的示意图；
- [0031] 图 16 为 C 地下停车场的示意图；
- [0032] 图 17 为 A 地下停车场的定位精度对比图；
- [0033] 图 18 为 B 地下停车场的定位精度对比图；
- [0034] 图 19 为 C 地下停车场的定位精度对比图。

### 具体实施方式

- [0035] 如图 1 所示,在一个实施例中,一种室内环境中的车辆导航方法,包括如下步骤:
- [0036] 步骤 S10,获取移动终端测量得到的车辆行驶的加速度和方向信息。
- [0037] 本实施例中,移动终端可以是智能手机等、平板电脑等设备。由于移动终端中通常设置了加速度计和陀螺仪,因此选用移动终端在车辆行驶的过程中进行加速度和方向信息的测量,因地制宜地利用车辆中用户所携带的移动终端,不需要其它的额外设备,提高了便捷性。
- [0038] 进一步的,在优选的实施例中,移动终端中的加速度计数量为 3 个,用于分别测量车辆在导航坐标系三个方向上进行平移运动的加速度;陀螺仪的数量相应为 3 个,用于测量车辆的 3 个转动运动,并形成导航坐标系,进而将加速度计的测量轴稳定于导航坐标系

中,以得到车辆的方向信息,即航向和姿态角。

[0039] 步骤 S30,对加速度进行运算得到车辆的行驶距离,并与方向信息形成车辆的导航信息。

[0040] 本实施例中,使加速度对时间进行一次积分得到速度,然后使用得到的速度再次对时间进行积分即可得到车辆当前的行驶距离。在运算得到车辆的行驶距离之后将与移动终端所测量得到的方向信息构成该车辆的导航信息,用于为车辆的行驶进行定位,进而依据导航信息提供行驶路径的指引。

[0041] 步骤 S50,通过车辆在室内环境的减速带产生的震动校正导航信息。

[0042] 本实施例中,应用车辆行驶至减速带时产生的震动来进行导航信息的校正,以保证较高的导航精度。由于导航信息中记录的行驶距离是加速度经由积分产生的,误差将随着时间的推移而增大,造成识别的累积,因此,需要通过一定的校正手段来提高导航精度。

[0043] 传统的校正手段是通过用户的特定行为实现的,例如,为用户的步行过程进行导航时,若检测到用户上下楼梯的行为,则将此时用户所处的位置直接定位至最近的楼梯处。另外,用户的特定行为还可以是上下斜坡的行为或者进入电梯的行为,在此不一一进行列举。

[0044] 但是,这一传统的校正手段在应用于车辆导航时必须额外地安装其它硬件设备,进而为用户的使用提供了极大的麻烦,安装使用较为不便,并且也提高了车辆导航的成本,因此,传统的校正手段并不适用于上述室内环境的车辆导航中。

[0045] 而通过感知车辆在减速带中产生的震动只需通过用户的任一移动终端即可以实现,进而较为便捷地提高了室内环境中车辆导航的精度。

[0046] 如图 2 所示,在一个实施例中,上述步骤 S50 包括:

[0047] 步骤 S510,获取通过移动终端测量车辆发生震动事件得到的震动位置信息。

[0048] 本实施例中,震动事件为车辆在室内环境中发生的震动,通过移动终端测量车辆发生震动事件时对应的震动位置信息,在优选的实施例中,该震动位置信息为导航坐标系中的坐标形式,以方便进行后续的运算。

[0049] 感知得到的车辆所发生的震动事件包括了车辆经过减速带是发生的震动以及车辆行驶于室内环境时所发生的其它震动。

[0050] 步骤 S530,根据震动位置信息和减速带的位置信息构建减速带观察混合矩阵。

[0051] 本实施例中,利用震动位置信息和减速带的位置信息进行运算以得到减速带混合矩阵,其中,减速带混合矩阵中每一元素的大小将表征了减速带与发生带动事件的位置之间的匹配程度。

[0052] 步骤 S550,通过减速带观察混合矩阵求解预先构建的减速带状态转移概率矩阵得到所述车辆行驶的减速带序列。

[0053] 本实施例中,对每一室内环境均预先构建了相应的减速带状态转移概率矩阵,用于表征减速带之间在地理上实现状态转移的可能性,即车辆从某一减速带转移至另一减速带的可能性。

[0054] 通过构建的减速带观察混合矩阵来进行减速带状态转移概率矩阵的求解,得到减速带状态转移概率矩阵中每一元素所对应的数值,进而根据每一元素所对应的数值得到车辆行驶的减速带序列,该减速带序列包括一系列减速带,并根据车辆经过减速带的先后顺

序进行排列,通过该减速带序列即可预测得到车辆所行驶的路径。

[0055] 步骤 S570,从减速带序列中提取末位减速带,并按照末位减速带的位置信息校正车辆的导航信息。

[0056] 本实施例中,末位减速带将被认为是车辆行驶过程中最后经过的减速带,因此,将末位减速带的位置信息作为室内环境车辆导航的校正坐标,以更新到车辆的导航信息中。

[0057] 上述通过车辆在室内环境的减速带产生的震动校正导航信息是利用隐马尔可夫模型(Hidden Markov Model,简称 HMM)找出车辆最可能经过的减速带来实现的。

[0058] 隐马尔可夫模型用来描述一个含有隐含未知参数的马尔可夫过程。在正常的马尔可夫模型中,状态对于观察者来说是直接可见的。而在隐马尔可夫模型中,状态并不是直接可见的,但受到状态影响的某此变量则是可见的,每一个关头在可能输出的符号上都有一概率分布,因此输出的符号序列能够透露出状态状态序列的信息。

[0059] 如图 3 所示, $x_1$ 、 $x_2$  和  $x_3$  代表着隐藏状态,并且  $x_1$ 、 $x_2$  和  $x_3$  之间存在着状态转换概率,因为他们是隐藏的,对于观察者而言是无法直接可见的,观察者只能看见  $y_1$ 、 $y_2$  和  $y_3$  这样的三个变量,而  $y_1$ 、 $y_2$  和  $y_3$  这样的三个变量也有相应的三个观察概率,因此,为实现导航信息的校正,需要解决的问题即为如何通过三个观察概率推出隐藏状态的变化。

[0060] 隐马尔可夫模型可以用五个元素来进行描述,包括两个状态集合和三个概率矩阵:

[0061] (1) 隐藏状态 S

[0062] 这些状态之间将满足马尔可夫性质,是马尔可夫模型中实际所隐含的状态,但是这些状态无法通过直接观测得到,例如,隐藏状态 S 包括  $S_1$ 、 $S_2$  和  $S_3$  等。

[0063] (2) 可观察状态 O

[0064] 在马尔可夫模型中可观察状态是与隐藏状态相关联的,可通过直接观测得到,其中,可观察状态的数量不一定要和隐藏状态的数量一致,例如,可观察状态 O 包括  $O_1$ 、 $O_2$  和  $O_3$  等。

[0065] (3) 初始状态概率矩阵  $\pi$

[0066] 表示隐藏状态在初始时刻  $t=1$  的概率矩阵,例如,  $t=1$  时,  $P(S_1)=P_1$ ,  $P(S_2)=P_2$ ,  $P(S_3)=P_3$ ,则初始状态概率矩阵  $\pi=[P_1, P_2, P_3]$ 。

[0067] (4) 隐藏状态转移概率矩阵 A(Transitions Matrix)

[0068] 描述了马尔可夫模型中各个状态之间的转移概率。

[0069] 其中,  $A_{ij} = P(S_j|S_i)$ ,  $1 \leq i, j \leq N$ ,表示在  $t$  时刻、隐藏状态为  $S_i$  的条件下,在  $t+1$  时刻隐藏状态为  $S_j$  的概率。

[0070] (5) 观察状态混合概率矩阵 B(Confusion Matrix)

[0071] 令  $N$  代表隐藏状态数目,  $M$  代表可观察状态数量,则:

[0072]  $B_{ij}=P(O_i|S_j)$ ,  $1 \leq i \leq M$ ,  $1 \leq j \leq N$ ,用于表示  $t$  时刻,隐藏状态为  $S_j$  的条件下,观察状态为  $O_i$  的概率。

[0073] 基于此,可以用  $\lambda=(A, B, \pi)$  三元组来简洁地表示一个隐马尔可夫模型。隐马尔可夫模型实际上是标准马尔可夫模型的扩展,添加了可观察状态集合以及可观察状态与隐藏状态之间的概率关系。

[0074] 上述通过车辆在室内环境的减速带产生的震动校正导航信息的过程中,将减速带



之间的转移状态作为隐藏状态,可观察状态为一系列发生车辆发生震动所对应的震动位置信息,因此通过一系列震动位置信息和减速带的位置信息构建减速带观察混合矩阵,进而利用减速带观察混合矩阵计算出概率最大的一组隐藏状态序列,即减速带序列,从而通过减速带序列实现车辆导航的校正。

[0075] 在一个实施例中,通过移动终端测量车辆发生震动事件得到的震动位置信息的过程中,还将获取通过移动终端测量得到的车辆前后轮通过减速带时耗费的时间,并提取车辆前后轮经过末位减速带对应的时间,进而根据前后轮的轴距计算得到车辆的校正速度,并更新到车辆的导航信息中。

[0076] 如图 4 所示,在另一个实施例中,上述步骤 S550 之前还包括:

[0077] 步骤 S501,获取室内环境中的减速带布局。

[0078] 本实施例中,根据室内环境的拓扑结构得到相应的减速带布局,通过获取的减速带布局可以获知两个减速带之间是否存在地理上状态转移的可能性。

[0079] 步骤 S503,判断减速带之间的状态转移是否为错检,若是,则进入步骤 S505,若否,则进入步骤 S507。

[0080] 本实施例中,获取减速带检测的漏检概率和误检概率,根据减速带布局、漏检率和误检率构建减速带状态转移概率矩阵。

[0081] 在判断到减速带之间的状态转移为错检时,直接将减速带之间的状态转移概率设置为减速带错检概率,若判断到减速带之间的状态转移为正确检测时,将进入步骤 S507 进行状态转移概率的运算。

[0082] 步骤 S505,将减速带之间的状态转移概率置为减速带错检概率。

[0083] 步骤 S507,根据减速带布局得到减速带之间相隔的减速带数量,并通过所述减速带数量、减速带错检概率和减速带漏检概率运算得到减速带之间的状态转移概率。

[0084] 本实施例中,状态转移概率  $A_{ij}$  可通过公式  $A_{ij} = (1-FP) * FN^k * (1-FN)$  计算得到,其中,  $k$  为减速带数量,  $FP$  为减速带漏检概率,  $FN$  为减速带错检概率。

[0085] 通过上述状态转移概率的运算公式可以获知,若两个减速带相隔很远,则不可能发生状态与状态之间的转移,此时,减速带之间相隔的减速带数量  $k$  所对应的数值较大,进而得到的状态转移概率将是非常小的,因此,在一个实施例中,可直接将减速带数量大于数量阈值的状态转移概率设置为零,以提高运算速度。

[0086] 步骤 S509,将减速带之间的状态转移概率建立成减速带状态转移概率矩阵。

[0087] 本实施例中,将运算得到的状态转移概率  $A_{ij}$  构建成减速带状态转移概率矩阵,即

[0088] State (k)

[0089] BUMP1 BUMP2... BUMPn

[0090]  $State(k-1) \begin{cases} BUMP1 \\ BUMP2 \\ \dots \\ BUMPn \end{cases} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nn} \end{bmatrix}$

[0091] 其中, State (k-1) 为状态转移之前的对应的状态, State (k) 为状态转移之后的状

态, BUMP1、.....、BUMPn 为室内环境中的减速带,例如, A<sub>21</sub> 为车辆从减速带 BUMP2 转移到减速带 BUMP1 的概率,用于表征如图 5 所示的减速带之间的状态转移。

[0092] 如图 6 所示,在一个实施例中,上述步骤 530 的具体过程为:

[0093] 步骤 S531,根据震动位置和减速带的位置信息分别计算得到震动位置与减速带之间的距离以及车辆的导航方向与减速带之间的方向差。

[0094] 本实施例中,导航信息中包括了车辆的行驶距离以及导航方向,该导航方向通过导航信息中记录的方向信息得到;通过车辆的震动位置和每一减速带的位置信息得到震动位置与每一减速带之间的距离。

[0095] 在优选的实施例中,车辆当前所处的位置和减速带的位置信息均以坐标的形式表示。

[0096] 步骤 S532,判断方向差是否大于阈值,若是,则进入步骤 S533,若否,则进入步骤 S534。

[0097] 本实施例中,若判断到方向差大于一定的阈值,则说明车辆当前所处的位置,即震动位置不可能匹配到该减速带,因此直接将震动位置与减速带的匹配概率设置为零,而不必进行相对复杂的运算,以节省系统资源,提高运算效率。

[0098] 在优选的实施例中,阈值的取值为 45°。

[0099] 步骤 S533,将震动位置与减速带的匹配概率设置为零。

[0100] 步骤 S534,根据车辆与减速带之间的距离进行运算得到震动位置与减速带的匹配概率。

[0101] 本实施例中,在判断到方向差在阈值所设定的范围之内时,则说明震动位置与减速带之间是存在着匹配的可能性的,因此需要进行进一步的运算,以确认震动位置与减速带之间的匹配程度。

[0102] 进一步的,保证车辆与减速带之间的距离 Δ 是符合高斯分布 N(μ<sub>ins</sub>, σ<sub>ins</sub>),其中, μ<sub>ins</sub> 为平均误差,σ<sub>ins</sub> 为误差标准差,根据震动位置到各减速带的一系列 Δ 值运算得到一系列的匹配概率值 B<sub>ij</sub>,即

[0103] 
$$B_{ij}(\Delta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{ins}} e^{-\frac{(\Delta-\mu_{ins})^2}{2\sigma_{ins}^2}}$$

[0104] 步骤 S535,通过匹配概率构建减速带观察混合概率矩阵。

[0105] 本实施例中,将运算得到的一系列匹配概率构建减速带观察混合概率矩阵,即:

[0106] Observable\_State

[0107] (x1, y1) (x2, y2) ... (xm, ym)

[0108] 
$$Hidden\_State \begin{cases} BUMP1 \\ BUMP2 \\ \dots \\ BUMPn \end{cases} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \dots & B_{1m} \\ B_{21} & B_{22} & \dots & B_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{n1} & B_{n2} & \dots & B_{nm} \end{bmatrix}$$

[0109] 其中,隐藏状态为减速带 BUMP1、.....、BUMPn,观察状态为震动位置(xm, ym),如图 7 所示,减速带观察混合概率矩阵表征了隐藏状态与观察状态之间的连接,例如,B<sub>21</sub> 即为

隐藏状态减速带 BUMP2 与观察状态震动位置之间的匹配概率,匹配概率的数值大小将确定了震动位置与减速带 BUMP2 的接近程度。

[0110] 如图 8 所示,在一个实施例中,上述步骤 S550 的具体过程为:

[0111] 步骤 S551,通过减速带观察混合矩阵对预先构建的减速带状态转移概率矩阵进行求解得到减速带之间的状态转移概率。

[0112] 本实施例中,在得到减速带观察混合矩阵之后,通过减速带观察混合矩阵和减速带状态转移概率矩阵即可得到一个完整的隐马尔可夫模型,此时需要对预先构建的减速带状态转移概率矩阵进行求解以得到减速带之间的状态转移概率。

[0113] 在优选的实施例中,从减速带观察混合矩阵中的一系列观察状态利用 Viterbi 算法运算得到状态转移概率。

[0114] 步骤 S553,从求解得到的减速带之间的状态转移概率提取每一减速带所对应的最大状态转移概率,并根据提取得到的最大状态转移概率形成车辆行驶的减速带序列。

[0115] 本实施例中,从运算得到的状态转移概率中提取出概率最大的一组状态转移概率,进而根据这一组状态转移概率得到车辆所行驶的减速带序列,该减速带序列是与车辆的行驶路径相一致的。

[0116] 如图 9 所示,在一个实施例中,一种室内环境的车辆导航装置,包括测量获取模块 10、信息生成模块 30 和校正模块 50。

[0117] 测量获取模块 10,用于获取移动终端测量得到的车辆行驶的加速度和方向信息。

[0118] 本实施例中,移动终端可以是智能手机等、平板电脑等设备。由于移动终端中通常设置了加速度计和陀螺仪,因此选用移动终端在车辆行驶的过程中进行加速度和方向信息的测量,因地制宜地利用车辆中用户所携带的移动终端,不需要其它的额外设备,提高了便捷性。

[0119] 进一步的,在优选的实施例中,移动终端中的加速度计数量为 3 个,用于分别测量车辆在导航坐标系三个方向上进行平移运动的加速度;陀螺仪的数量相应为 3 个,用于测量车辆的 3 个转动运动,并形成导航坐标系,进而将加速度计的测量轴稳定于导航坐标系中,以得到车辆的方向信息,即航向和姿态角。

[0120] 信息生成模块 30,用于对加速度进行运算得到车辆的行驶距离,并与方向信息形成车辆的导航信息。

[0121] 本实施例中,信息生成模块 30 使加速度对时间进行一次积分得到速度,然后使用得到的速度再次对时间进行积分即可得到车辆当前的行驶距离。在运算得到车辆的行驶距离之后信息生成模块 30 将与移动终端所测量得到的方向信息构成该车辆的导航信息,用于为车辆的行驶进行定位,进而依据导航信息提供行驶路径的指引。

[0122] 校正模块 50,用于通过车辆在室内环境的减速带产生的震动校正导航信息。

[0123] 本实施例中,校正模块 50 应用车辆行驶至减速带时产生的震动来进行导航信息的校正,以保证较高的导航精度。由于导航信息中记录的行驶距离是加速度经由积分产生的,误差将随着时间的推移而增大,造成识别的累积,因此,需要通过一定的校正手段来提高导航精度。

[0124] 如图 10 所示,在一个实施例中,上述校正模块 50 包括位置获取单元 510、矩阵构建单元 530、序列求解单元 550 和提取校正单元 570。

[0125] 位置获取单元 510,用于获取通过移动终端测量车辆发生震动事件得到的震动位置信息。

[0126] 本实施例中,震动事件为车辆在室内环境中发生的震动,通过移动终端测量车辆发生震动事件时对应的震动位置信息,在优选的实施例中,该震动位置信息为导航坐标系中的坐标形式,以方便进行后续的运算。

[0127] 感知得到的车辆所发生的震动事件包括了车辆经过减速带是发生的震动以及车辆行驶于室内环境时所发生的其它震动。

[0128] 矩阵构建单元 530,用于根据震动位置信息和减速带的位置信息构建减速带观察混合矩阵。

[0129] 本实施例中,矩阵构建单元 530 利用震动位置信息和减速带的位置信息进行运算以得到减速带混合矩阵,其中,减速带混合矩阵中每一元素的大小将表征了减速带与发生带动事件的位置之间的匹配程度。

[0130] 序列求解单元 550,用于通过减速带观察混合矩阵求解得到预先构建的减速带状态转移概率矩阵得到车辆行驶的减速带序列。

[0131] 本实施例中,对每一室内环境均预先构建了相应的减速带状态转移概率矩阵,用于表征减速带之间在地理上实现状态转移的可能性,即车辆从某一减速带转移至另一减速带的可能性。

[0132] 序列求解单元 550 通过构建的减速带观察混合矩阵来进行减速带状态转移概率矩阵的求解,得到减速带状态转移概率矩阵中每一元素所对应的数值,进而根据每一元素所对应的数值得到车辆行驶的减速带序列,该减速带序列包括一系列减速带,并根据车辆经过减速带的先后顺序进行排列,通过该减速带序列即可预测得到车辆所行驶的路径。

[0133] 提取校正单元 570,用于从减速带序列中提取末位减速带,并按照末位减速带的位置信息校正车辆的导航信息。

[0134] 本实施例中,末位减速带将被认为是车辆行驶过程中最后经过的减速带,因此,提取校正单元 570 将末位减速带的位置信息作为室内环境车辆导航的校正坐标,以更新到车辆的导航信息中。

[0135] 上述通过车辆在室内环境的减速带产生的震动校正导航信息是利用隐马尔可夫模型(Hidden Markov Model,简称 HMM)找出车辆最可能经过的减速带来实现的。

[0136] 在一个实施例中,通过移动终端测量车辆发生震动事件得到的震动位置信息的过程中,校正模块 50 还将获取通过移动终端测量得到的车辆前后轮通过减速带时耗费的时间,并提取车辆前后轮经过末位减速带对应的时间,进而根据前后轮的轴距计算得到车辆的校正速度,并更新到车辆的导航信息中。

[0137] 如图 11 所示,在一个实施例中,上述校正模块 50 还包括布局获取单元 501、错检判断单元 503、概率运算单元 505 和转移矩阵建立单元 507。

[0138] 布局获取单元 501,用于获取室内环境的减速带布局。

[0139] 本实施例中,布局获取单元 501 根据室内环境的拓扑结构得到相应的减速带布局,通过获取的减速带布局可以获知两个减速带之间是否存在地理上状态转移的可能性。

[0140] 错检判断单元 503,用于判断减速带之间的状态转移是否为错检,若是,则将减速带之间的状态转移概率置为减速带错检概率,若否,则通知概率运算单元 505。

[0141] 本实施例中,获取减速带检测的漏检概率和误检概率,根据减速带布局、漏检率和误检率构建减速带状态转移概率矩阵。

[0142] 在判断到减速带之间的状态转移为错检时,错检判断单元 503 直接将减速带之间的状态转移概率设置为减速带错检概率,若判断到减速带之间的状态转移为正确检测时,将通知概率运算单元 505 进行状态转移概率的运算。

[0143] 概率运算单元 505,用于根据减速带布局得到减速带之间相隔的减速带数量,并通过减速带数量、减速带错检概率和减速带漏检概率运算得到减速带之间的状态转移概率。

[0144] 本实施例中,状态转移概率  $A_{ij}$  可通过公式  $A_{ij} = (1-FP) * FN^k * (1-FN)$  计算得到,其中,  $k$  为减速带数量,  $FP$  为减速带漏检概率,  $FN$  为减速带错检概率。

[0145] 通过上述状态转移概率的运算公式可以获知,若两个减速带相隔很远,则不可能发生状态与状态之间的转移,此时,减速带之间相隔的减速带数量  $k$  所对应的数值较大,进而得到的状态转移概率将是非常小的,因此,在一个实施例中,概率运算单元 505 可直接将减速带数量大于数量阈值的状态转移概率设置为零,以提高运算速度。

[0146] 转移矩阵建立单元 507,用于将减速带之间的状态转移概率建立成减速带状态转移概率矩阵。

[0147] 本实施例中,转移矩阵建立单元 507 将运算得到的状态转移概率  $A_{ij}$  构建成减速带状态转移概率矩阵,即

[0148] State ( $k$ )

[0149] BUMP1 BUMP2...BUMPn

[0150]  $State(k-1) \left\{ \begin{matrix} BUMP1 \\ BUMP2 \\ \dots \\ BUMPn \end{matrix} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nm} \end{bmatrix} \right.$

[0151] 其中, State ( $k-1$ ) 为状态转移之前的对应的状态, State ( $k$ ) 为状态转移之后的状态, BUMP1、.....、BUMPn 为室内环境中的减速带,例如,  $A_{21}$  为车辆从减速带 BUMP2 转移到减速带 BUMP1 的概率,用于表征减速带之间的状态转移。

[0152] 如图 12 所示,在一个实施例中,上述矩阵构建单元 530 包括位置运算单元 531、阈值判断单元 533、匹配运算单元 535 和矩阵构建单元 537。

[0153] 位置运算单元 531,用于根据震动位置和减速带的位置信息分别计算得到震动位置与减速带之间的距离以及车辆的导航方向与减速带之间的方向差。

[0154] 本实施例中,导航信息中包括了车辆的行驶距离以及导航方向,该导航方向通过导航信息中记录的方向信息得到;位置运算单元 531 通过车辆的震动位置和每一减速带的位置信息得到震动位置与每一减速带之间的距离。

[0155] 在优选的实施例中,车辆当前所处的位置和减速带的位置信息均以坐标的形式表示。

[0156] 阈值判断单元 533,用于判断方向差是否大于阈值,若是,则将震动位置与减速带的匹配概率设置为零,若否,则通知匹配运算单元 535。

[0157] 本实施例中,若判断到方向差大于一定的阈值,则说明车辆当前所处的位置,即震

动位置不可能匹配到该减速带,因此阈值判断单元 533 直接将震动位置与减速带的匹配概率设置为零,而不必进行相对复杂的运算,以节省系统资源,提高运算效率。

[0158] 在优选的实施例中,阈值的取值为  $45^\circ$ 。

[0159] 匹配运算单元 535,用于根据震动位置与减速带之间的距离进行运算得到震动位置与减速带的匹配概率。

[0160] 本实施例中,在判断到方向差在阈值所设定的范围之内时,则说明震动位置与减速带之间是存在着匹配的可能性的,因此需要匹配运算单元 535 进行进一步的运算,以确认震动位置与减速带之间的匹配程度。

[0161] 进一步的,保证车辆与减速带之间的距离  $\Delta$  是符合高斯分布  $N(\mu_{ins}, \sigma_{ins})$ ,其中,  $\mu_{ins}$  为平均误差,  $\sigma_{ins}$  为误差标准差,匹配运算单元 535 根据震动位置到各减速带的一系列  $\Delta$  值运算得到一系列的匹配概率值  $B_{ij}$ ,即

$$[0162] \quad B_{ij}(\Delta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{ins}} e^{-\frac{(\Delta-\mu_{ins})^2}{2\sigma_{ins}^2}}。$$

[0163] 矩阵构建单元 537,用于通过匹配概率构建减速带观察混合概率矩阵。

[0164] 本实施例中,矩阵构建单元 537 将运算得到的一系列匹配概率构建减速带观察混合概率矩阵,即:

[0165] Observable\_State

[0166]  $(x_1, y_1) (x_2, y_2) \cdots (x_m, y_m)$

$$[0167] \quad Hidden\_State \begin{cases} BUMP1 \\ BUMP2 \\ \cdots \\ BUMPn \end{cases} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \cdots & B_{1m} \\ B_{21} & B_{22} & \cdots & B_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ B_{n1} & B_{n2} & \cdots & B_{nm} \end{bmatrix}$$

[0168] 其中,隐藏状态为减速带 BUMP1、.....、BUMPn,观察状态为震动位置  $(x_m, y_m)$ ,减速带观察混合概率矩阵表征了隐藏状态与观察状态之间的连接,例如,  $B_{21}$  即为隐藏状态减速带 BUMP2 与观察状态震动位置之间的匹配概率,匹配概率的数值大小将确定了震动位置与减速带 BUMP2 的接近程度。

[0169] 如图 13 所示,在一个实施例中,上述序列求解单元 550 包括概率求解单元 551 和提取单元 553。

[0170] 概率求解单元 551,用于通过减速带观察混合矩阵对预先构建的减速带状态转移概率矩阵进行求解得到减速带之间的状态转移概率。

[0171] 本实施例中,在得到减速带观察混合矩阵之后,通过减速带观察混合矩阵和减速带状态转移概率矩阵即可得到一个完整的隐马尔可夫模型,此时需要概率求解单元 551 对预先构建的减速带状态转移概率矩阵进行求解以得到减速带之间的状态转移概率。

[0172] 在优选的实施例中,概率求解单元 551 从减速带观察混合矩阵中的一系列观察状态利用 Viterbi 算法运算得到状态转移概率。

[0173] 提取单元 553,用于从求解得到的减速带之间的状态转移概率提取每一减速带所对应的最大状态转移概率,并根据提取得到的最大状态转移概率形成车辆行驶的减速带序

列。

[0174] 本实施例中,提取单元 553 从运算得到的状态转移概率中提取出概率最大的一组状态转移概率,进而根据这一组状态转移概率得到车辆所行驶的减速带序列,该减速带序列是与车辆的行驶路径相一致的。

[0175] 下面结合一个具体的实验来说明上述室内环境中的车辆导航方法和装置。该实验中,对实验车辆部署一个带有加速度计和陀螺仪的智能手机,以实现实验车辆行驶过程中加速度,角速度的采集,加速度传感器和陀螺仪传感器的采样频率均为 50Hz。

[0176] 实验在三个不同大小的室内地下停车场进行,分别是 A 地下停车场、B 地下停车场和 C 地下停车场,每一室内地下停车场的地图分别如图 14、图 15 和图 16 所示。实验中,在每个室内地下停车场均按固定路线进行实验,其中在 A 地下停车场中共进行 6 次实验,每次实验距离长度为 320 米,每次试验平均时间为 75 秒,每次实验过程中有 8 个震动事件;在 B 地下停车场中共进行 4 次实验,每次实验距离长度为 494 米,每次试验平均时间为 115 秒,每次实验过程中有 9 个震动事件;在 C 地下停车场中共进行 8 次实验,每次实验距离长度为 760 米,每次试验平均时间为 170 秒,每次实验过程中有 14 个震动事件。

[0177] 从四个方面对导航效果进行评估:定位精度、初始定位、检测减速带上产发生的震动事件漏检率、错检率对定位精度影响和车轴长度参数对定位精度影响。通过智能手机上的加速度计和陀螺仪采集数据,在 MATLAB 仿真软件上对采集数据进行分析,得到结果如下:

[0178] 因为在实验过程中很难得到真实的位置坐标,但是我们确切知道实验过程中发生减速带震动事件时的位置坐标,所以实验中评价的定位精度只是在各发生减速带震动事件处。因为在每个停车场进行了多次实验,所以取多次发生减速带震动事件时的平均误差作为评价定位精度指标,实验中选用了无累积误差校正的方法进行定位精度比较,

[0179] 实验结果如图 17 至 19 所示,横坐标 Detection event 代表减速带上发生的震动事件,纵坐标 Average error(m) 代表发生震动事件处的平均误差。

[0180] 从三个停车场定位精度实验结果可以看出,利用减速带匹配的方法可以有效降低导航误差,未校正时在三个场景下的平均误差为 14.3 米、36.35 米和 39.52 米,校正后的平均误差变为 4.84 米、4.24 米和 4.79 米。

[0181] 上述室内环境中的车辆导航方法和装置,在车辆行驶的过程中获取通过移动终端测量得到的加速度和方向信息,对得到的加速度进行运算得到当前的行驶距离,并与方向信息形成导航信息,进而通过车辆在减速带上产生的震动实现导航信息的校正,不需要安装额外的设定,仅通过用户的移动终端即可实现,提高了操作上的方便性,并且提高了车辆导航的精确度。

[0182] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

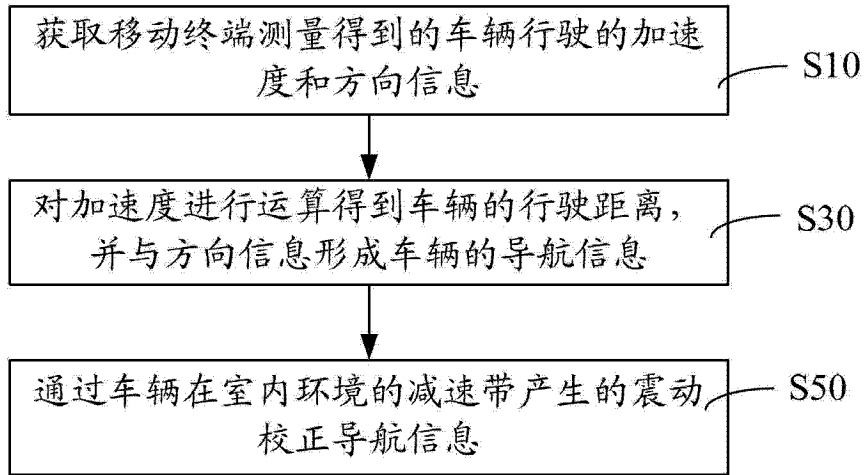


图 1

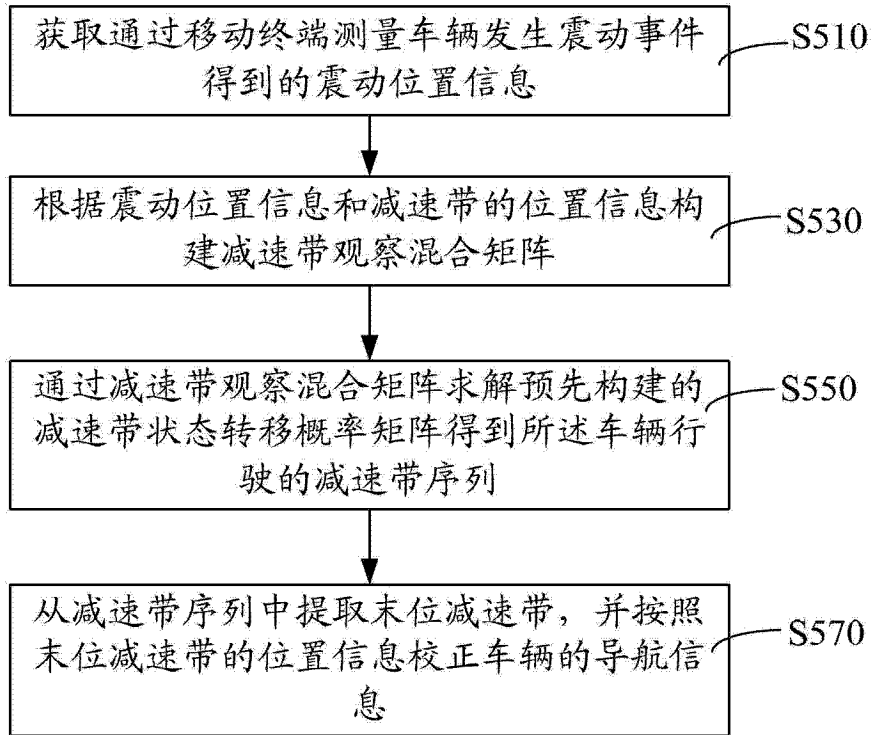


图 2



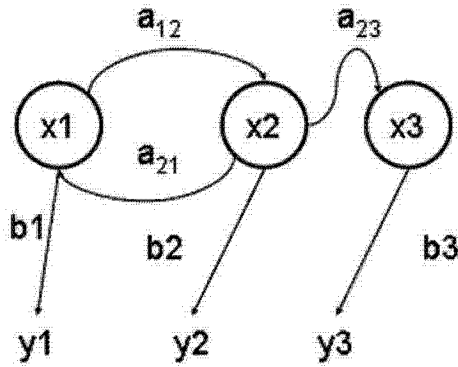


图 3

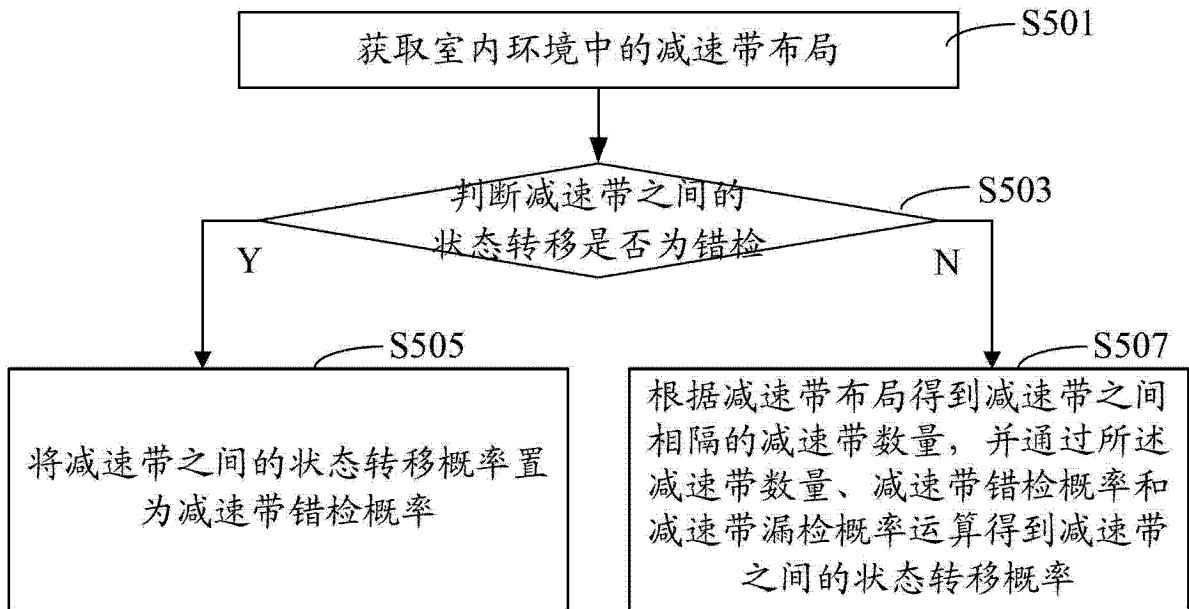


图 4

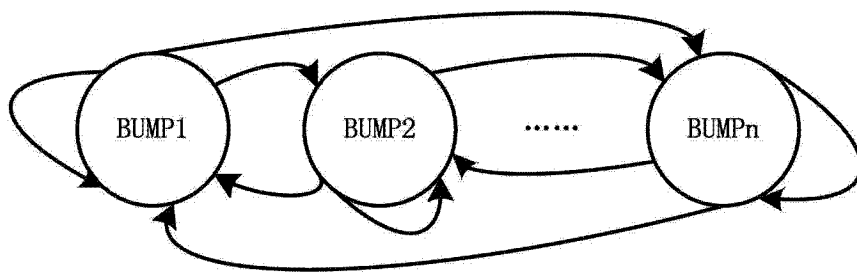


图 5

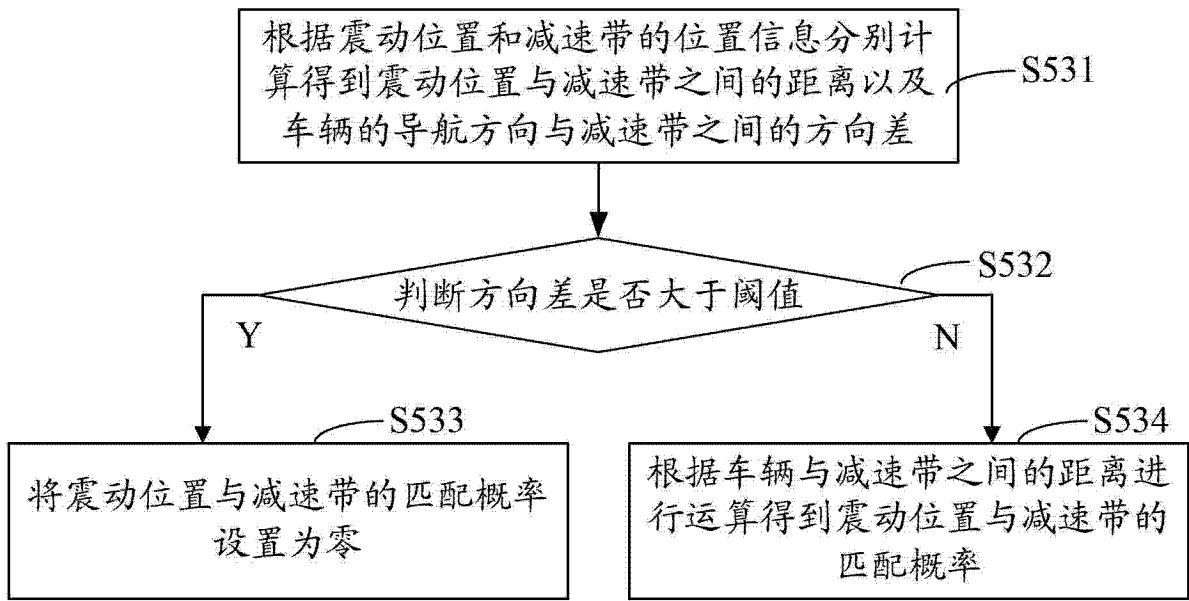


图 6

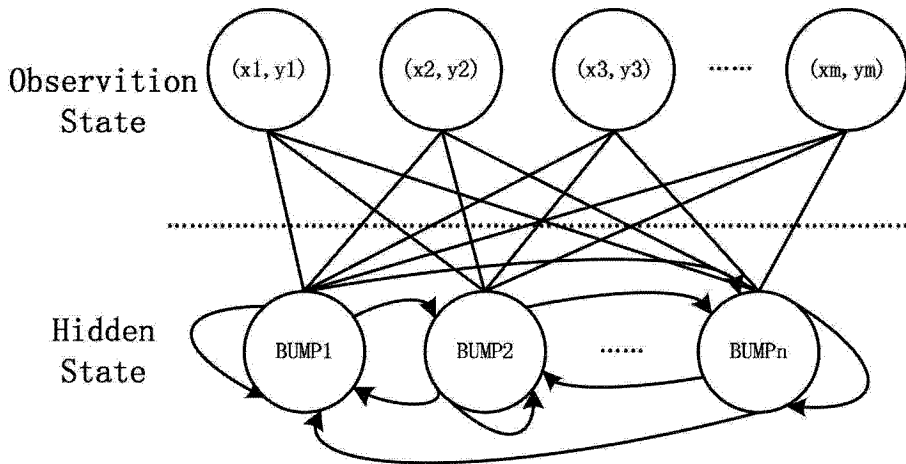


图 7

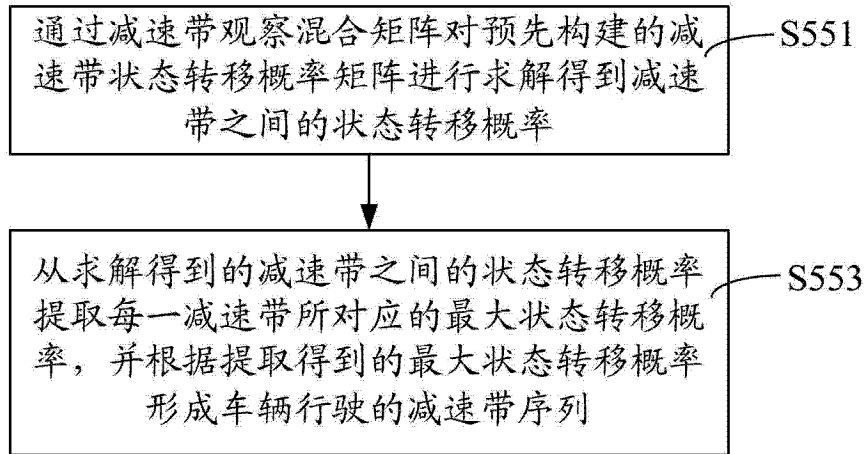


图 8

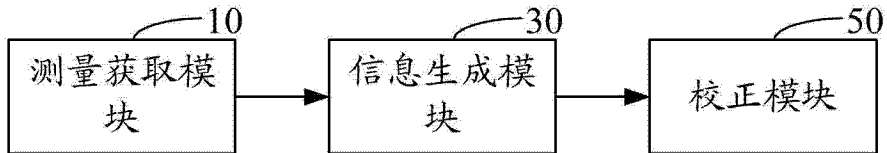


图 9

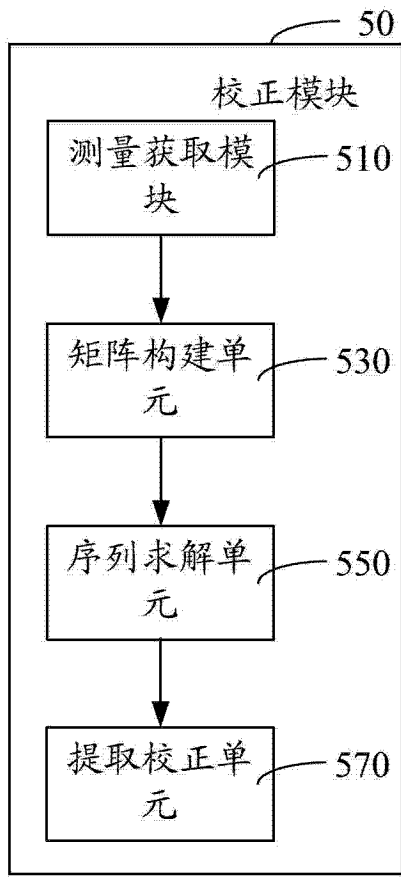


图 10

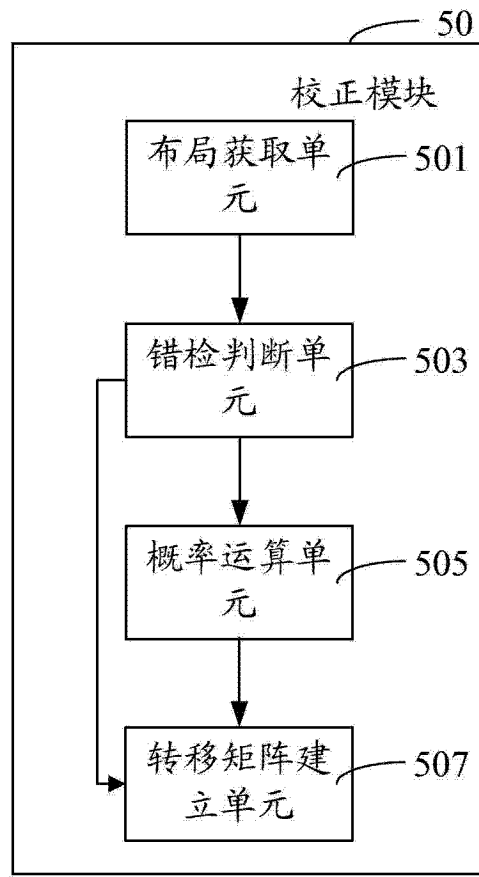


图 11

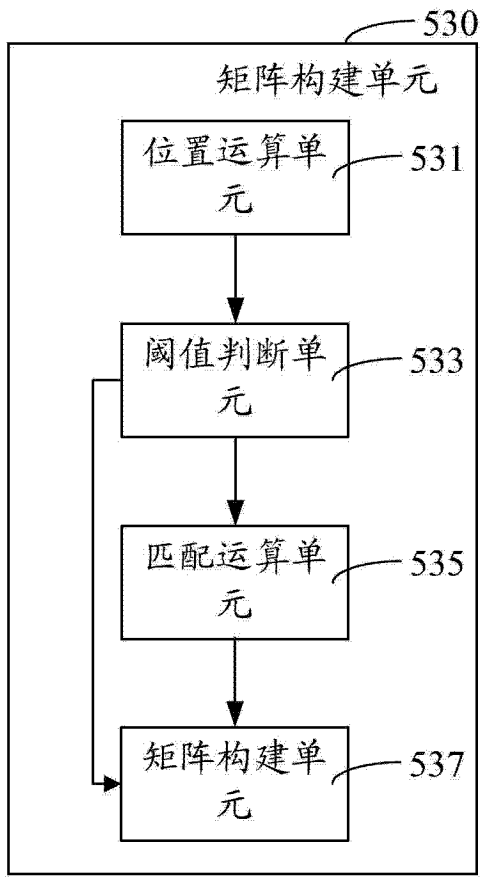


图 12

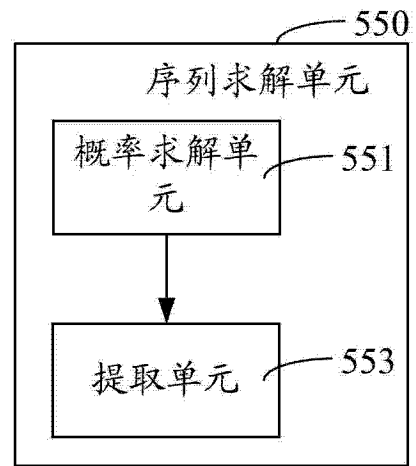


图 13

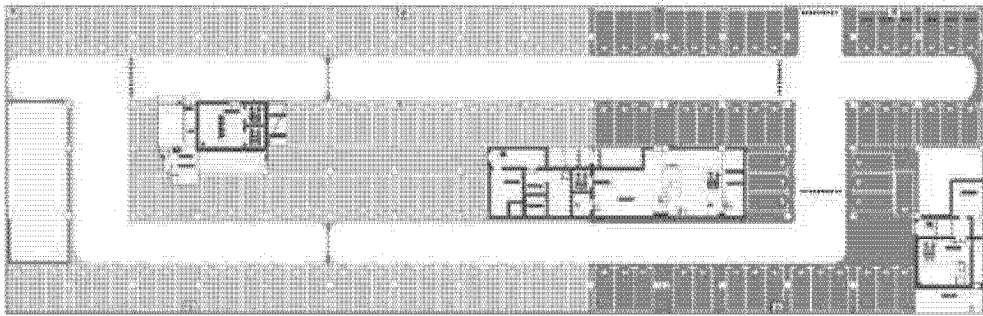


图 14

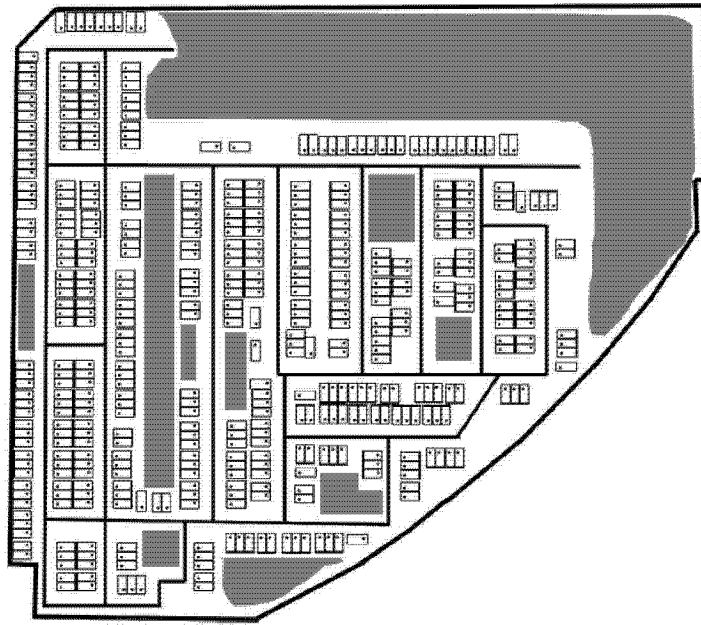


图 15

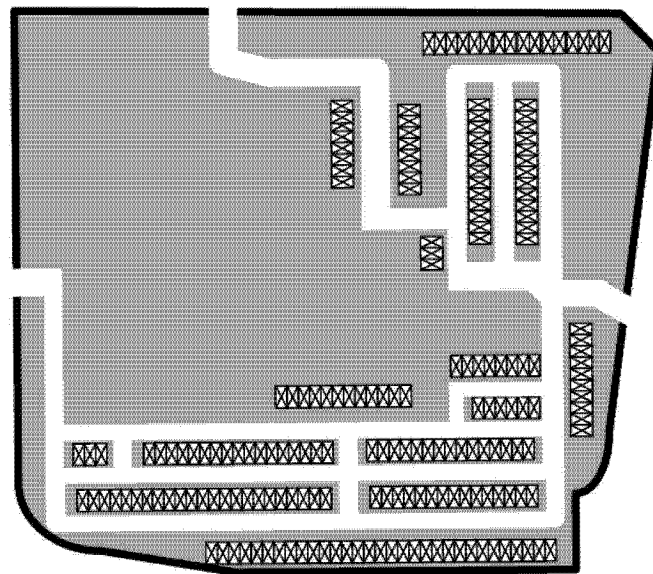


图 16

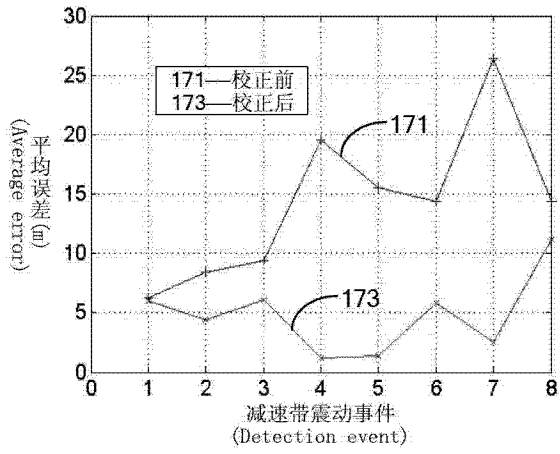


图 17

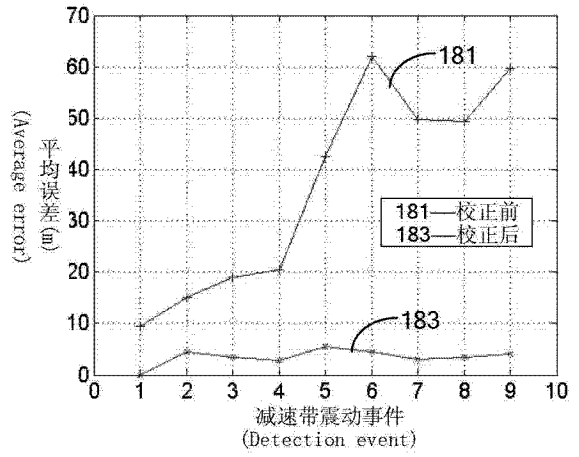


图 18

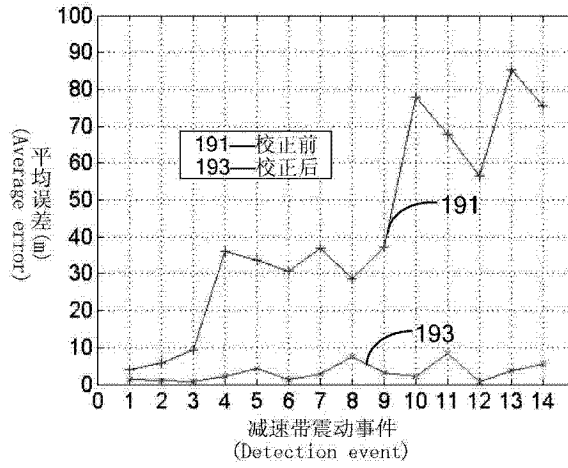


图 19