



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112722013 B

(45) 授权公告日 2022.03.25

(21) 申请号 202110089291.6

CN 109471143 A, 2019.03.15

(22) 申请日 2021.01.22

ES 2297653 T3, 2008.05.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 103770808 A, 2014.05.07

申请公布号 CN 112722013 A

CN 107402006 A, 2017.11.28

(43) 申请公布日 2021.04.30

CN 107976697 A, 2018.05.01

(73) 专利权人 北京交通大学

CN 109085631 A, 2018.12.25

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村3号

CN 109484435 A, 2019.03.19

CN 110567456 A, 2019.12.13

(72) 发明人 陆德彪 杨涛 蔡伯根 王剑

上官伟 刘江 柴琳果

徐佳佳. 基于GNSS的股道占用识别方法研究.《中国优秀博硕士学位论文全文数据库(硕士)工程科技II辑》.2016,(第7期),第2章,第3章.

(74) 专利代理机构 北京市商泰律师事务所

11255

代理人 邹芳德

吴波前等. 基于GNSS/INS的列车定位风险评估方法.《西南交通大学学报》.2020,第55卷(第6期),

(51) Int. Cl.

B61L 25/02 (2006.01)

胡永兴等. 基于贝叶斯估计的轨道占用识别方法.《铁道通信信号》.2016,第52卷(第6期),全文.

(56) 对比文件

CN 109471144 A, 2019.03.15

审查员 李雁

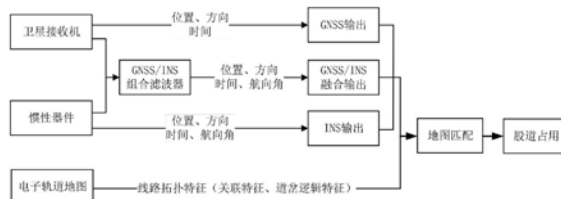
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种列车定位股道判别方法

(57) 摘要

本发明提供了一种列车定位股道判别方法,属于轨道交通运行控制技术领域,首先,提取列车定位信息;分别提取卫星接收机GNSS与惯性导航系统INS的列车运行信息,采用卡尔曼滤波算法融合GNSS和INS观测量,获取列车融合定位信息;然后,提取线路拓扑模型数据;对电子轨道地图进行格式定义,获取道岔的逻辑特征以及线路的关联特征;最后,结合列车定位信息及线路拓扑模型进行股道占用判别;包括,平行股道占用判别和岔区股道占用判别。本发明在无轨旁设备情景下,利用车载的定位接收机、惯性器件以及地图数据库列车可实现自主定位并作股道占用判别,可实时准确的获取轨道占用结果,保障了列车运行安全、提高了运营效率。



CN 112722013 B

1. 一种列车定位股道判别方法,其特征在于,包括如下流程步骤:

步骤S110:提取列车定位信息;分别提取卫星接收机GNSS与惯性导航系统INS的列车运行信息,采用卡尔曼滤波算法融合GNSS和INS观测量,获取列车融合定位信息;

步骤S120:提取线路拓扑模型数据;对电子轨道地图进行格式定义,获取道岔的逻辑特征以及线路的关联特征;

步骤S130:结合列车定位信息及线路拓扑模型进行股道占用判别;

包括,

平行股道占用判别:构建平行股道占用概率模型,应用多假设-检验方法,对列车自主定位结果进行地图匹配,确定列车当前占用的平行股道;

岔区股道占用判别:构建岔区股道占用概率模型,应用多假设-检验方法,对列车岔区定位结果进行地图匹配,确定列车当前占用的道岔股道;

所述步骤S130中,平行股道占用判别时,应用基于距离方向与线路拓扑关系的地图匹配算法进行地图匹配,确定平行股道情景下股道占用情况,包括:

基于当前定位点坐标 $P_{GNSS/INS}(X_{GNSS/INS\ t}, Y_{GNSS/INS\ t}, Z_{GNSS/INS\ t})$ 确定占用股道假设集 $H_{平\ t}$ ,其中, $X_{GNSS/INS\ t}, Y_{GNSS/INS\ t}, Z_{GNSS/INS\ t}$ 分别是坐标点在三维坐标系WGS-84中三个方向的值, $t$ 表示当前定位时刻;利用垂直投影法计算当前定位点至各假设占用股道的点线距离 $d_{point\ 2\ piece(i)}^{平}$ ;其中, $i$ 表示第 $i$ 个假设占用股道;

连接当前定位点与前一时刻定位点,计算连线与正北方向夹角 $\theta_{point}$ 、候选股道与正北方向夹角 $\theta_{piece}$ 之差, $\Delta\theta = |\theta_{point} - \theta_{piece}|$ ;

利用 $d_{point\ 2\ piece(i)}^{平}$ 与 $\Delta\theta$ 构建平行股道占用判别模型,计算匹配至各候选股道的概率

$P_{point\ 2\ piece(i)}^{平}$ ,由匹配概率得到初步匹配结果, $PieceNum = \arg \max_{piece(i)} \{P_{point\ 2\ piece(i)}^{平}\}$ ;

对初步匹配结果对应假设进行检验,为无岔区段片段;

由电子轨道地图,提取上一时刻地图匹配结果对应的拓扑关系,对初步匹配结果进行检验,获取最终平行股道占用结果;

所述步骤S130中,岔区股道占用判别时,利用道岔逻辑特征及列车运行航向角信息构建时空及方向约束关系,建立道岔股道占用概率模型,应用多假设-检验方法,对列车岔区定位结果进行地图匹配,确定平行股道情景下股道占用情况,包括:

基于当前定位点坐标 $P_{GNSS/INS}(X_{GNSS/INS\ t}, Y_{GNSS/INS\ t}, Z_{GNSS/INS\ t})$ 确定占用股道假设集 $H_{岔\ t}$ ,其中, $X_{GNSS/INS\ t}, Y_{GNSS/INS\ t}, Z_{GNSS/INS\ t}$ 分别是坐标点在三维坐标系WGS-84中三个方向的值, $t$ 表示当前定位时刻;利用垂直投影法计算定位点至各假设占用股道的点线距离 $d_{point\ 2\ piece(i)}^{岔}$ ;其中, $i$ 表示第 $i$ 个假设占用股道;

连接当前定位点与前一时刻定位点,计算连线与正北方向夹角 $\theta_{point}$ 、候选股道与正北方向夹角 $\theta_{piece}$ 之差, $\Delta\theta = |\theta_{point} - \theta_{piece}|$ ;

利用 $d_{point\ 2\ piece(i)}^{岔}$ 与 $\Delta\theta$ 构建道岔股道占用判别模型,计算匹配至各候选股道的概率

$P_{point\ 2\ piece(i)}^{岔}$ ，由匹配概率得到初步匹配结果，

$$PieceNum = \arg \max_{piece(i)} \left\{ P_{point\ 2\ piece(i)}^{岔} \right\};$$

对初步匹配结果对应假设进行检验，为道岔区段片段；

判断列车运行方向与道岔的相对方向；当列车顺向通过道岔时，依据航向角速度信息判断运动方向，即正向经过道岔或侧向经过道岔；当列车对向通过道岔时，依据线路关联关系对初步匹配结果进行检验；

由电子轨道地图，提取上一时刻地图匹配结果对应的拓扑关系，依据线路关联关系对初步匹配结果进行检验，得到最终道岔股道占用结果。

2. 根据权利要求1所述的列车定位股道判别方法，其特征在于，步骤S110具体包括：

分别对卫星接收机和惯性导航系统的输出进行信息提取，采用卡尔曼滤波算法实现GNSS/INS融合计算，输出信息融合前的列车运行信息及信息融合后的列车定位信息；其中，信息融合前的列车运行信息包括：

卫星接收机GNSS输出的列车位置信息、时间信息及运行方向；

惯性导航系统INS输出的列车位置信息、时间信息、运行方向及航向角；

融合后的列车定位信息，包括融合后的列车位置信息、时间信息、运行方向及航向角。

3. 根据权利要求2所述的列车定位股道判别方法，其特征在于，所述步骤S120具体包括：

依据轨道线路的偏转角度大小，对轨道线路进行片段分割；

完成片段分割后，将所有轨道片段归纳为两类：无岔区段片段以及道岔区段片段；

无岔区段的拓扑特征为片段的前后连接关系；

道岔区段的拓扑特征包括片段的逻辑特征和前后连接关系；其中，逻辑特征为顺向或对向通过道岔时产生占用片段序列集是否唯一。

## 一种列车定位股道判别方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通运行控制技术领域,具体涉及一种基于线路拓扑特征的多传感器的、可实时获取准确的轨道占用结果的列车定位股道判别方法。

### 背景技术

[0002] 列车定位技术是列控系统的关键技术之一,实时精确的列车定位对于列车防撞、发车间隔控制、保障列车安全等方面而言具有重要的作用。

[0003] 现有的列车定位技术主要可分为两类:(1)地面设备定位,地面设备主要指轨道电路和应答器。列车在区间行驶时通过轨道电路获取轨道占用情况。列车在车站内运行时利用地面联锁实现列车站内定位,可以通过轨道中间轨枕上铺设的应答器获取精确位置信息。(2)车载设备定位,车载设备主要指的是里程计等轮轴速度传感器。

[0004] 目前基于卫星定位的列车定位系统已成为国内外下一代列控系统的发展目标之一,利用卫星定位技术进行列车定位可以有效地提高运输效率,实现移动闭塞;减少轨旁设备,降低日常维护和管理成本。

[0005] 在列车运行控制过程中,占用轨道的精确识别是列车运行控制的重要前提,但仅依靠卫星定位系统难以实现列车的实时连续定位,因此,需要多种传感器实现信息采集与融合,实现多种运行场景下更高精度的列车定位,进一步得到准确的轨道占用情况。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种可实时获取准确的轨道占用结果以保障列车运行安全、提高运营效率的列车定位股道判别方法,以解决上述背景技术中存在的至少一项技术问题。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采取了如下技术方案:

[0008] 本发明提供一种列车定位股道判别方法,包括如下流程步骤:

[0009] 步骤S110:提取列车定位信息;分别提取卫星接收机GNSS与惯性导航系统INS的列车运行信息,采用卡尔曼滤波算法融合GNSS和INS观测量,获取列车融合定位信息;

[0010] 步骤S120:提取线路拓扑模型数据;对电子轨道地图进行格式定义,获取道岔的逻辑特征以及线路的关联特征;

[0011] 步骤S130:结合列车定位信息及线路拓扑模型进行股道占用判别;

[0012] 包括,

[0013] 平行股道占用判别:构建平行股道占用概率模型,应用多假设-检验方法,对列车自主定位结果进行地图匹配,确定列车当前占用的平行股道;

[0014] 岔区股道占用判别:构建岔区股道占用概率模型,应用多假设-检验方法,对列车岔区定位结果进行地图匹配,确定列车当前占用的道岔股道。

[0015] 优选的,步骤S110具体包括:

[0016] 分别对卫星接收机和惯性导航系统的输出进行信息提取,采用卡尔曼滤波算法实

现GNSS/INS融合计算,输出信息融合前的列车运行信息及信息融合后的列车定位信息;其中,

[0017] 信息融合前的列车运行信息包括:

[0018] 卫星接收机GNSS输出的列车位置信息、时间信息及运行方向;

[0019] 惯性导航系统INS输出的列车位置信息、时间信息、运行方向及航向角;

[0020] 融合后的列车定位信息,包括融合后的列车位置信息、时间信息、运行方向及航向角。

[0021] 优选的,所述步骤S120具体包括:

[0022] 依据轨道线路的偏转角度大小,对轨道线路进行片段分割;

[0023] 完成片段分割后,将所有轨道片段归纳为两类:无岔区段片段以及道岔区段片段;

[0024] 无岔区段的拓扑特征为片段的前后连接关系;

[0025] 道岔区段的扑特征包括片段的逻辑特征和前后连接关系;其中,逻辑特征为顺向或对向通过道岔时产生占用片段序列集是否唯一。

[0026] 优选的,所述步骤S130中,平行股道占用判别时,应用基于距离方向与线路拓扑关系的地图匹配算法进行地图匹配,确定平行股道情景下股道占用情况,包括:

[0027] 基于当前定位点坐标 $P_{GNSS/INS}(X_{GNSS/INS\ t}, Y_{GNSS/INS\ t}, Z_{GNSS/INS\ t})$ 确定占用股道假设集 $H_{\text{平}t}$ ,其中, $X_{GNSS/INS\ t}, Y_{GNSS/INS\ t}, Z_{GNSS/INS\ t}$ 分别是坐标点在三维坐标系WGS-84中三个方向的值, $t$ 表示当前定位时刻;利用垂直投影法计算当前定位点至各假设占用股道的点线距离 $d_{\text{point 2 piece}(i)}^{\text{平}}$ ;其中, $i$ 表示第 $i$ 个假设占用股道;

[0028] 连接当前定位点与前一时刻定位点,计算连线与正北方向夹角 $\theta_{\text{point}}$ 、候选股道与正北方向夹角 $\theta_{\text{piece}}$ 之差, $\Delta\theta = |\theta_{\text{point}} - \theta_{\text{piece}}|$ ;

[0029] 利用 $d_{\text{point 2 piece}(i)}^{\text{平}}$ 与 $\Delta\theta$ 构建平行股道占用判别模型,计算匹配至各候选股道的概率

$P_{\text{point 2 piece}(i)}^{\text{平}}$ ,由匹配概率得到初步匹配结果, $PieceNum = \arg \max_{\text{piece}(i)} \{P_{\text{point 2 piece}(i)}^{\text{平}}\}$ ;

[0030] 对初步匹配结果对应假设进行检验,为无岔区段片段;

[0031] 由电子轨道地图,提取上一时刻地图匹配结果对应的拓扑关系,对初步匹配结果进行检验,获取最终平行股道占用结果。

[0032] 优选的,所述步骤S130中,岔区股道占用判别时,利用道岔逻辑特征及列车运行航向角信息构建时空及方向约束关系,建立道岔股道占用概率模型,应用多假设-检验方法,对列车岔区定位结果进行地图匹配,确定平行股道情景下股道占用情况,包括:

[0033] 基于当前定位点坐标 $P_{GNSS/INS}(X_{GNSS/INS\ t}, Y_{GNSS/INS\ t}, Z_{GNSS/INS\ t})$ 确定占用股道假设集 $H_{\text{岔}t}$ ,其中, $X_{GNSS/INS\ t}, Y_{GNSS/INS\ t}, Z_{GNSS/INS\ t}$ 分别是坐标点在三维坐标系WGS-84中三个方向的值, $t$ 表示当前定位时刻;利用垂直投影法计算定位点至各假设占用股道的点线距离 $d_{\text{point 2 piece}(i)}^{\text{岔}}$ ;其中, $i$ 表示第 $i$ 个假设占用股道;

[0034] 连接当前定位点与前一时刻定位点,计算连线与正北方向夹角 $\theta_{\text{point}}$ 、候选股道与正北方向夹角 $\theta_{\text{piece}}$ 之差, $\Delta\theta = |\theta_{\text{point}} - \theta_{\text{piece}}|$ ;

[0035] 利用  $d_{point 2 piece(i)}^{岔}$  与  $\Delta \theta$  构建道岔股道占用判别模型, 计算匹配至各候选股道的概率

$P_{point 2 piece(i)}^{岔}$ , 由匹配概率得到初步匹配结果,

$$[0036] \quad PieceNum = \arg \max_{piece(i)} \left\{ P_{point 2 piece(i)}^{岔} \right\};$$

[0037] 对初步匹配结果对应假设进行检验, 为道岔区段片段;

[0038] 判断列车运行方向与道岔的相对方向; 当列车顺向通过道岔时, 依据航向角速度信息判断运动方向, 即正向经过道岔或侧向经过道岔; 当列车对向通过道岔时, 依据线路关联关系对初步匹配结果进行检验;

[0039] 由电子轨道地图, 提取上一时刻地图匹配结果对应的拓扑关系, 依据线路关联关系对初步匹配结果进行检验, 得到最终道岔股道占用结果。

[0040] 本发明有益效果: 在无轨旁设备情景下, 利用车载的定位接收机、惯性器件以及地图数据库列车可实现自主定位并作股道占用判别, 可实时准确的获取轨道占用结果, 保障了列车运行安全、提高了运营效率。

[0041] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出, 这些将从下面的描述中变得明显, 或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0042] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案, 下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0043] 图1为本发明实施例所述的列车定位股道判别原理框图。

[0044] 图2为本发明实施例所述的列车定位股道判别方法流程图。

[0045] 图3为本发明实施例所述的轨道线路拓扑关系示意图。

[0046] 图4为本发明实施例所述的对应图3中顺向通过道岔区域时, 经过的轨道片段示意图。

[0047] 图5为本发明实施例所述的对应图3中对向通过道岔区域时, 经过的轨道片段示意图。

## 具体实施方式

[0048] 下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的, 仅用于解释本发明, 而不能解释为对本发明的限制。

[0049] 本技术领域技术人员可以理解, 除非特意声明, 这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是, 本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或模块, 但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、模块和/或它们的组。

[0050] 本技术领域技术人员可以理解, 除非另外定义, 这里使用的所有术语(包括技术术

语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0051] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以具体实施例为例做进一步的解释说明,且实施例并不构成对本发明实施例的限定。

[0052] 本领域普通技术人员应当理解的是,附图只是一个实施例的示意图,附图中的部件或装置并不一定是实施本发明所必须的。

[0053] 实施例

[0054] 本发明实施例提供一种在无轨旁设备情景下,利用车载的定位接收机、惯性器件以及地图数据库等多种传感器实现列车自主定位并作股道占用判别的方法。包括如下步骤:

[0055] S1:提取定位信息,对卫星接收机与惯性导航系统解算得到的位置、航向角速度、方向等进行提取融合,得到位置、航向角、方向、时间等定位信息。

[0056] 在本发明实施例中,这里方向指的是列车的上下行方向,其决定了列车在经过道岔时为顺向或对向方向;航向角指的是以天向为轴,列车左右偏转的角度,也称偏航角。

[0057] 如图1中所示,分别对卫星接收机和惯性导航系统的输出进行信息提取、分析与融合处理,采用卡尔曼滤波算法实现GNSS/INS组合定位算法,可输出信息融合前后的定位结果,包括位置(X、Y、Z)、时间(t)、方向(d)、航向角 $\theta$ ),其中GNSS、INS以及GNSS/INS融合的输出信息分别表示为:

[0058] GNSS:  $(X_{GNSS}, Y_{GNSS}, Z_{GNSS}, t_{GNSS}, d_{GNSS})$ 、

[0059] INS:  $(X_{INS}, Y_{INS}, Z_{INS}, t_{INS}, d_{INS}, \theta_{INS})$ 、

[0060] GNSS/INS:  $(X_{GNSS/INS}, Y_{GNSS/INS}, Z_{GNSS/INS}, t_{GNSS/INS}, d_{GNSS/INS}, \theta_{GNSS/INS})$ 。

[0061] S2:进行电子轨道地图格式定义。提取线路拓扑特征,对道岔的逻辑特征以及线路的关联特征进行抽象表示。

[0062] 由于地形等复杂因素,因此在对铁路线路进行线路拓扑特征提取时首先需要进行片段分割。依据线路的偏转角度大小,对轨道进行片段分割。

[0063] 完成片段分割后,将所有轨道片段归纳为两类,无岔区段片段以及道岔区段片段。

[0064] 无岔区段拓扑特征主要指的是关联特征,即片段的前后连接关系。如图3中示意的轨道片段之间的线路拓扑关系,不妨设列车对向经过道岔区域,即图3中从右至左方向,t时刻列车股道占用结果为 $TP_{i+2}$ ,由关联特征,与 $TP_{i+2}$ 关联的轨道片段为 $TP_{i+1}$ , $TP_{i+3}$ ,同时列车运行方向确定(从右至左),那么t+1时刻列车股道占用结果只可能为 $TP_{i+2}$ 或 $TP_{i+1}$ 。

[0065] 道岔区段与无岔区段不同,其拓扑特征指的是逻辑特征和关联特征。图4、图5分别为对应图3中顺向、对向通过道岔区域时经过的轨道片段示意图,顺向经过道岔区域时由于道岔分支,直向或侧向通过道岔产生了不同的占用轨道片段序列集;对向通过道岔区域时,无论直向或侧向通过道岔,占用轨道片段序列集均唯一。这里将顺向或对向通过道岔区域时产生占用片段序列集是否唯一这一特征总结为道岔的逻辑特征。

[0066] 在对线路的关联特征以及道岔的逻辑特征进行抽象表示后,合理定义电子轨道地图格式以使电子轨道地图包含线路拓扑特征,如表1所示,电子轨道地图的相关定义,描述了电子轨道地图中每一轨道片段的结构。

[0067] 表1

片段编号	$S_i$
片段端点东向、北向坐标	$(E, N)$
片段端点经度、纬度、高程	$(B, L, H)$
片段长度	$L_{S_i}$
前片段编号	$S_j$
后片段编号	$S_k$
道岔曲线半径	R

[0068] S3:进行平行股道占用判别,利用线路关联特征及先验信息构建时空约束关系,建立相应概率模型,应用多假设-检验方法,对列车自主定位结果进行地图匹配,准确判别列车当前占用股道。

[0069] 列车运行在平行股道时,平行股道情景下无道岔,应用基于距离方向与线路拓扑关系的地图匹配算法进行地图匹配,确定平行股道情景下股道占用情况。

[0070] 首先由当前定位点坐标 $P_{GNSS/INS}(X_{GNSS/INS|t}, Y_{GNSS/INS|t}, Z_{GNSS/INS|t})$ 确定占用股道假设集 $H_t$ ,利用垂直投影法计算定位点至各假设占用股道的点线距离 $d_{point2piece(i)}$ ;

[0071] 连接当前定位点 $P_{GNSS/INS}(X_{GNSS/INS|t}, Y_{GNSS/INS|t}, Z_{GNSS/INS|t})$ 与前一时刻定位点 $P_{GNSS/INS}(X_{GNSS/INS|t-1}, Y_{GNSS/INS|t-1}, Z_{GNSS/INS|t-1})$ ,计算连线与正北方向夹角 $\theta_{point}$ 、候选股道与正北方向夹角 $\theta_{piece}$ 之差,  $\Delta\theta = |\theta_{point} - \theta_{piece}|$

[0072] 利用 $d_{point2piece(i)}$ 与 $\Delta\theta = |\theta_{point} - \theta_{piece}|$ 构建概率模型(即判别模型,该模型为现有技术中通用的最优估计算法,在此不再赘述),计算匹配至各候选股道的概率 $P_{point2piece(i)}$ ,

由匹配概率得到初步匹配结果,  $PieceNum = \underset{piece(i)}{\operatorname{argmax}} \{P_{point2piece(i)}\}$ 。

[0073] 对初步匹配结果对应假设进行检验,为非道岔区段;

[0074] 由电子轨道地图,提取上一时刻地图匹配结果 $Match(t-1)$ 对应的拓扑关系,进一步检验初步匹配结果,得到最终股道占用结果 $Match(t)$ 。

[0075] S4:进行岔区股道占用判别,利用道岔逻辑特征及列车运行航向角信息构建时空及方向约束关系,建立相应概率模型,应用多假设-检验方法,对列车岔区定位结果进行地图匹配,准确判别列车当前占用道岔股道。

[0076] 与进行平行股道占用判别相同,提取距离、方向信息并建立对应概率模型,得到初步匹配结果

$PieceNum = \underset{piece(i)}{\operatorname{argmax}} \{P_{point2piece(i)}\}$ ;

[0077] 对初步匹配结果对应假设进行检验,为道岔区段;

[0078] 判断列车运行方向与道岔的相对方向,以单开道岔为例:

[0079] 列车顺向通过道岔时,依据计算处理得到的航向角速度 $V_{yaw}(t)$ 信息判断运动方向,即正向经过道岔或侧向经过道岔;

[0080] 列车对向通过道岔时,进行下一步,依据线路关联关系对初步匹配结果进行检验。

[0081] 由电子轨道地图,提取上一时刻地图匹配结果 $Match(t-1)$ 对应的拓扑关系,依据线路关联关系对初步匹配结果进行检验,得到最终股道占用结果 $Match(t)$ 。

[0082] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

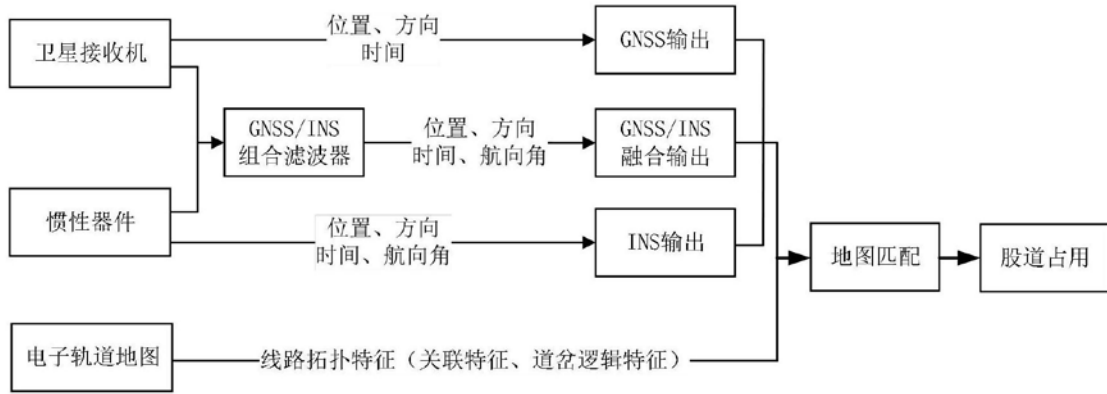


图1

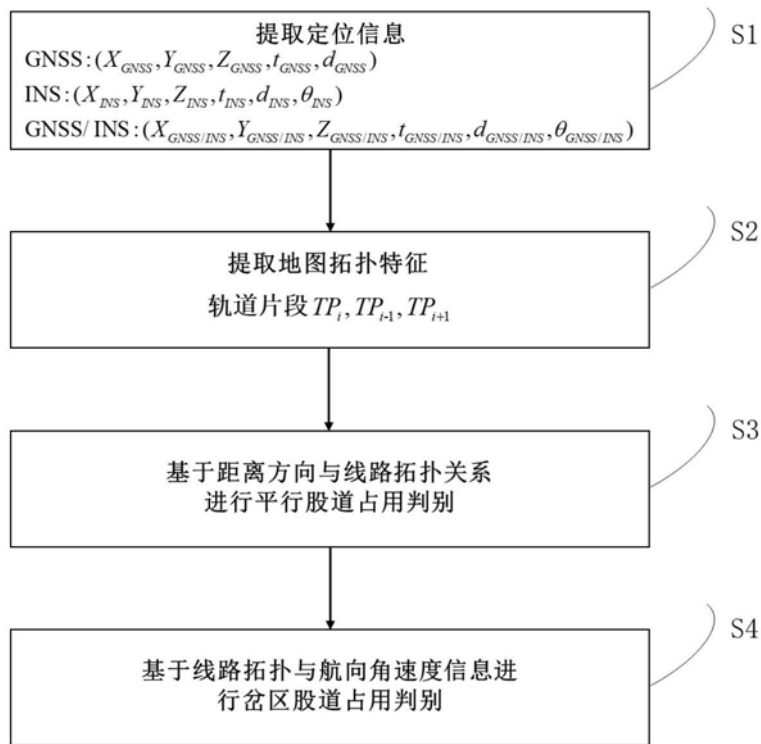


图2

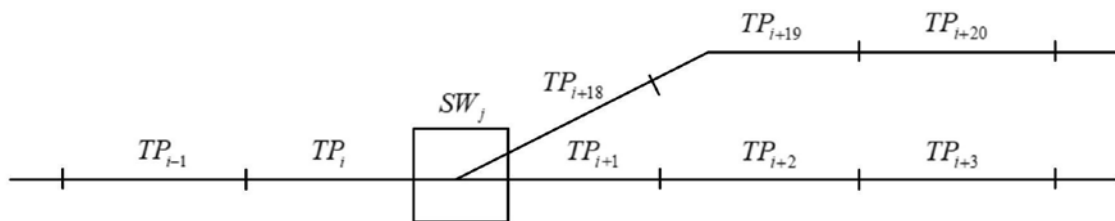


图3

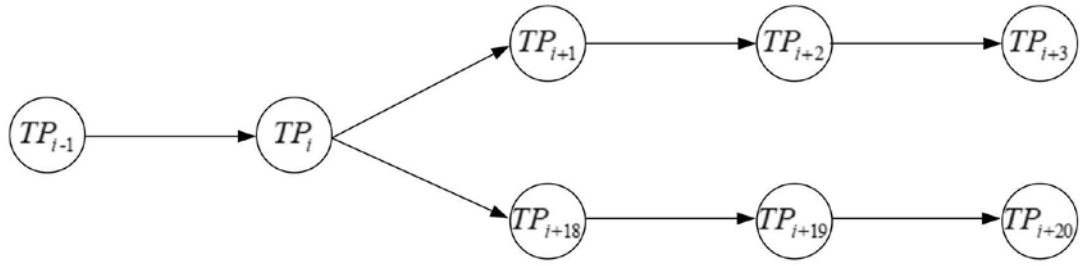


图4



图5