



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103424119 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201310182138. 3

(22) 申请日 2013. 05. 16

(30) 优先权数据

2012-112991 2012. 05. 17 JP

(71) 申请人 歌乐株式会社

地址 日本国埼玉县

(72) 发明人 青木利幸 加藤晃一 川端昭弘

刘智星

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 李逸雪

(51) Int. Cl.

G01C 21/26 (2006. 01)

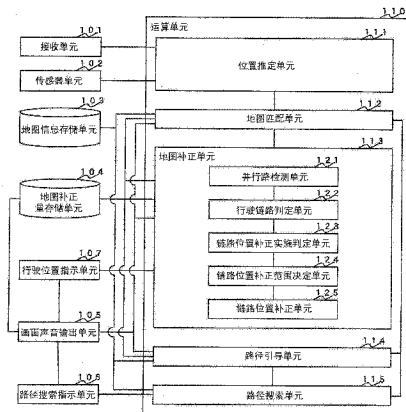
权利要求书2页 说明书25页 附图12页

(54) 发明名称

导航装置

(57) 摘要

导航装置具备:地图信息存储部,其存储与道路相关的道路信息;位置推定部,其推定移动体的位置;地图匹配部,其使用道路信息来确定与由位置推定部推定出的移动体的位置对应的多个链路候补点;并行路检测部,其基于多个链路候补点来检测彼此并行的并行路的各链路;行驶链路判定部,其对由并行路检测部检测出的并行路的各链路分别判定是移动体正在行驶的行驶链路或与行驶链路并行的并行链路的哪一者;和链路位置补正部,其基于多个链路候补点中的与行驶链路对应的链路候补点、和由位置推定部推定出的移动体的位置之间的距离,来求取行驶链路以及并行链路的各节点的位置补正量。



1. 一种导航装置,具备:

地图信息存储部,其存储与道路相关的道路信息;

位置推定部,其推定移动体的位置;

地图匹配部,其使用所述道路信息来确定与所述位置推定部所推定出的所述移动体的位置对应的多个链路候补点;

并行路检测部,其基于所述多个链路候补点来检测彼此并行的并行路的各链路;

行驶链路判定部,其对由所述并行路检测部检测出的并行路的各链路分别判定是所述移动体正行驶的行驶链路或与所述行驶链路并行的并行链路的哪一者;和

链路位置补正部,其基于所述多个链路候补点中的与所述行驶链路对应的链路候补点、和由所述位置推定部推定出的所述移动体的位置之间的距离,来求取所述行驶链路以及所述并行链路的各节点的位置补正量。

2. 根据权利要求1所述的导航装置,其中,

所述导航装置还具备:

链路位置补正实施判定部,其基于所述多个链路候补点中的与所述行驶链路对应的链路候补点、和由所述位置推定部推定出的所述移动体的位置之间的距离,来判定是否实施链路位置的补正,

在由所述链路位置补正实施判定部判定为不实施链路位置的补正的情况下,所述链路位置补正部不求取所述行驶链路以及所述并行链路的各节点的位置补正量。

3. 根据权利要求1或2所述的导航装置,其中,

所述导航装置还具备:

链路位置补正范围决定部,其基于与所述行驶链路对应的链路候补点、和由所述位置推定部推定出的所述移动体的位置之间的距离,来决定第1补正范围,

所述链路位置补正部求取包含在由多个所述行驶链路构成的行驶链路队列或由多个所述并行链路构成的并行链路队列中且处于所述第1范围内的各节点的位置补正量。

4. 根据权利要求3所述的导航装置,其中,

所述链路位置补正范围决定部基于位于所述第1补正范围的边界的节点的位置补正量除以规定的方位误差容许量的正切而得到的值,来进一步决定第2补正范围,

所述链路位置补正部,进一步对于包含在所述行驶链路队列或所述并行链路队列中且处于所述第2补正范围内的各节点的位置补正量,基于位于所述第1补正范围的边界的节点的位置补正量、和从位于所述第1补正范围的边界的节点到该节点为止的距离来进行求取。

5. 根据权利要求4所述的导航装置,其中,

所述导航装置还具备:

地图补正量存储部,其对由所述链路位置补正部求取了位置补正量的各节点存储其位置补正量,

所述地图匹配部基于存储在所述地图补正量存储部中的位置补正量来补正由所述链路位置补正部求取了位置补正量的各节点的位置,从而确定所述多个链路候补点。

6. 根据权利要求5所述的导航装置,其中,

所述地图补正量存储部对由所述链路位置补正部求取了位置补正量的各节点除了存

储其位置补正量以外,还存储表征该节点属于所述第 1 补正范围或所述第 2 补正范围的哪一者的补正范围的种类,

所述地图匹配部对所述多个链路候补点中的与补正了至少一方的节点的位置的链路对应的链路候补点,基于存储在所述地图补正量存储部中的补正范围的种类来判断该节点属于所述第 1 补正范围或所述第 2 补正范围的哪一者,

在判断为与该链路候补点对应的链路的两端的节点都属于所述第 1 补正范围的情况下,使用与补正后的节点位置相应的链路方位来算出该链路候补点的评价量,

在判断为与该链路候补点对应的链路的任意的至少一方的节点属于第 2 补正范围的情况下,使用与补正前的节点位置相应的链路方位来算出该链路候补点的评价量。

7. 根据权利要求 1~6 中任一项所述的导航装置,其中,

所述链路位置补正部对所述行驶链路以及所述并行链路的各节点中的连接有多个链路的节点,按照与该节点连接的各链路的方位变化量的平方和变得最小的方式来求取该节点的位置补正量。

8. 根据权利要求 1~7 中任一项所述的导航装置,其中,

所述导航装置还具备:

行驶位置指示部,其基于来自用户的输入来指示所述移动体的行驶道路,

所述行驶链路判定部基于来自所述行驶位置指示部的指示来判定所述行驶链路。

9. 一种导航装置,具备:

地图信息存储部,其存储与道路相关的道路信息;

画面声音输出部,其使用所述道路信息来显示道路地图;

行驶位置指示部,其基于来自用户的输入来指示移动体的行驶道路;

行驶链路判定部,其基于来自所述行驶位置指示部的指示来判定所述移动体正行驶的进行链路、和与所述行驶链路并行的并行链路;和

链路位置补正部,其补正所述行驶链路以及所述并行链路的位置,

所述画面声音输出部根据所述链路位置补正部补正后的位置来使所述行驶链路以及所述并行链路在所述道路地图上移动。

导航装置

[0001] 下面的优先权基础申请的公开内容作为引用文而被引入到本说明书。日本专利申请 2012-112991 号 (2012 年 5 月 17 日提出申请)

技术领域

[0002] 本发明涉及算出移动体的位置并将其显示在地图上的导航装置。

背景技术

[0003] 现有技术中,在基于道路数据来显示道路地图的导航装置中,已知考虑车辆的行驶轨迹来补正道路数据的技术。例如,在专利文献 1(日本特开 2000-230835 号公报)中公开的现有技术中,每当车辆在相同的道路上行驶 3 次以上,就对车辆的行驶轨迹进行平均化处理,由此作成补正用道路数据。在该补正用道路数据与原始的道路数据之间有规定的容许值以上的误差的情况下,将道路数据置换为补正用道路数据。由此,即使在道路数据中存在位置误差也能将其补正,来消除实际行驶的道路与显示的道路间的偏离,从而能进行准确的路径引导。

[0004] 另外,在专利文献 2(日本特开平 11-23300 号公报)中公开的现有技术中,基于车辆的方位变化来检测弯道、岔路的入口位置、出口位置、中央位置等,以该检测结果为基础来修正道路数据的误差。由此来补正弯道、岔路的道路数据。

[0005] 在专利文献 1 和专利文献 2 的现有技术中,在多条道路彼此相邻且并行的情况下,能对其中的车辆行驶的道路补正道路数据,但不能对此外的道路补正道路数据。由此,在补正了道路数据的道路的位置、和与该道路并行的道路之间,有时会有位置关系发生颠倒的情况。这种情况下,下一次车辆在这些道路行驶时会引起误匹配,发生不能识别正确的行驶道路的问题。

发明内容

[0006] 本发明鉴于上述那样的问题而提出,目的在于提供一种导航装置,能正确地补正彼此并行的多条道路的道路数据,能在下一次车辆行驶于这些道路时识别正确的行驶道路。

[0007] 本发明的第 1 形态的导航装置具备:地图信息存储部,其存储与道路相关的道路信息;位置推定部,其推定移动体的位置;地图匹配部,其使用道路信息来确定与位置推定部所推定出的移动体的位置对应的多个链路(link)候补点;并行路检测部,其基于多个链路候补点来检测彼此并行的并行路的各链路;行驶链路判定部,其对由并行路检测部检测出的并行路的各链路分别判定是移动体正行驶的行驶链路或与行驶链路并行的并行链路的哪一者;和链路位置补正部,其基于多个链路候补点中的与行驶链路对应的链路候补点、和由位置推定部推定出的移动体的位置之间的距离,来求取行驶链路以及并行链路的各节点的位置补正量。

[0008] 根据本发明的第 2 形态,第 1 形态的导航装置也可以还具备:链路位置补正实施判

定部,其基于多个链路候补点中的与行驶链路对应的链路候补点、和由位置推定部推定出的移动体的位置之间的距离,来判定是否实施链路位置的补正。在该导航装置中,优选在由链路位置补正实施判定部判定为不实施链路位置的补正的情况下,链路位置补正部不求取行驶链路以及并行链路的各节点的位置补正量。

[0009] 根据本发明的第3形态,第1或第2形态的导航装置也可以还具备:链路位置补正范围决定部,其基于与行驶链路对应的链路候补点、和由位置推定部推定出的移动体的位置之间的距离,来决定第1补正范围。在该导航装置中,优选链路位置补正部求取包含在由多个行驶链路构成的行驶链路队列或由多个并行链路构成的并行链路队列中且处于第1范围内的各节点的位置补正量。

[0010] 根据本发明的第4形态,在第3形态的导航装置中,优选链路位置补正范围决定部基于位于第1补正范围的边界的节点的位置补正量除以规定的方位误差容许量的正切而得到的值,来进一步决定第2补正范围。另外,优选链路位置补正部,进一步对于包含在行驶链路队列或并行链路队列中且处于第2补正范围内的各节点的位置补正量,基于位于第1补正范围的边界的节点的位置补正量、和从位于第1补正范围的边界的节点到该节点为止的距离来进行求取。

[0011] 根据本发明的第5形态,第4形态的导航装置也可以还具备:地图补正量存储部,其对由链路位置补正部求取了位置补正量的各节点存储其位置补正量。在该导航装置中,优选地图匹配部基于存储在地图补正量存储部中的位置补正量来补正由链路位置补正部求取了位置补正量的各节点的位置,从而确定多个链路候补点。

[0012] 根据本发明的第6形态,在第5形态的导航装置中,优选地图补正量存储部对由链路位置补正部求取了位置补正量的各节点除了存储其位置补正量以外,还存储表征该节点属于第1补正范围或第2补正范围的哪一者的补正范围的种类。另外,优选地图匹配部对多个链路候补点中的与补正了至少一方的节点的位置的链路对应的链路候补点,基于存储在地图补正量存储部中的补正范围的种类来判断该节点属于第1补正范围或第2补正范围的哪一者,在判断为与该链路候补点对应的链路的两端的节点都属于第1补正范围的情况下,使用与补正后的节点位置相应的链路方位来算出该链路候补点的评价量,在判断为与该链路候补点对应的链路的任意的至少一方的节点属于第2补正范围的情况下,使用与补正前的节点位置相应的链路方位来算出该链路候补点的评价量。

[0013] 根据本发明的第7形态,在第1~6的任一形态的导航装置中,优选链路位置补正部对行驶链路以及并行链路的各节点中的连接有多个链路的节点,按照与该节点连接的各链路的方位变化量的平方和变得最小的方式来求取该节点的位置补正量。

[0014] 根据本发明的第8形态,第1~7的任一形态的导航装置也可以还具备:行驶位置指示部,其基于来自用户的输入来指示移动体的行驶道路。在该导航装置中,优选行驶链路判定部基于来自行驶位置指示部的指示来判定行驶链路。

[0015] 本发明的第9形态的导航装置具备:地图信息存储部,其存储与道路相关的道路信息;画面声音输出部,其使用道路信息来显示道路地图;行驶位置指示部,其基于来自用户的输入来指示移动体的行驶道路;行驶链路判定部,其基于来自行驶位置指示部的指示来判定移动体正行驶的行驶链路、和与行驶链路并行的并行链路;和链路位置补正部,其补正行驶链路以及并行链路的位置。在该导航装置中,优选画面声音输出部根据链路位置补

正部修正后的位置来使行驶链路以及并行链路在道路地图上移动。

[0016] 根据本发明,能正确地修正彼此并行的多条道路的道路数据,在下一次车辆行驶于这些道路时,能识别正确的行驶道路。

附图说明

[0017] 图 1 是表示本发明的一个实施方式的汽车导航装置的构成的图。

[0018] 图 2 是表示汽车导航装置的动作步骤的图。

[0019] 图 3 是表示地图匹配处理的动作的图。

[0020] 图 4 是表示推定位置与过去读入的地图数据的网格区域的边缘之间的距离为阈值以下的示例的图。

[0021] 图 5 是表示链路位置的修正的动作的图。

[0022] 图 6 是表示链路位置的修正的动作的图。

[0023] 图 7 是表示并行路的判定的示例的图。

[0024] 图 8 是表示链路方位的设定方法的一例的图。

[0025] 图 9 是表示链路方位的设定方法的另一例的图。

[0026] 图 10 是表示链路位置修正后的并行路中的误匹配示例的图。

[0027] 图 11 是表示本发明的链路位置修正后的并行路中的匹配示例的图。

[0028] 图 12 是表示第 1 修正范围以及第 2 修正范围的示例的图。

[0029] 图 13 是表示修正与 3 个链路连接的节点的示例的图。

[0030] 图 14 是表示链路位置的修正的动作的一个变形例的图。

[0031] 图 15 是表示链路位置的修正的动作的另一变形例的图。

[0032] 图 16 是表示车辆的推定位置与链路候补点的距离的图。

具体实施方式

[0033] 在图 1 中示出本发明的一个实施方式的汽车导航装置的构成。图 1 所示的汽车导航装置具备:接收单元 101、传感器单元 102、地图信息存储单元 103、地图修正量存储单元 104、画面声音输出单元 105、路径搜索指示单元 106、行驶位置指示单元 107、以及运算单元 110。

[0034] 接收单元 101 例如能通过 GPS(Global Positioning System,全球定位系统)接收机等实现。接收单元 101 包含天线,用该天线接收从定位卫星发送来的信号(定位信号)。

[0035] 接收单元 101 还具备下变频(down convert)、模拟数字变换、正交检波、C/A(coarse/acquisition,粗/捕获)码生成、相关检测以及解码的各处理功能。下变频功能是用将由天线接收到的高频的定位信号变换为低频的定位信号的功能。模拟数字变换功能是用将下变频后的低频的定位信号从模拟信号变换为数字信号的功能。正交检波功能是用对变换为数字信号后的定位信号进行检波的功能。C/A 码生成功能是用生成按每个定位卫星预先确定的被称作 C/A 码的代码串的功能。相关检测功能是用检测被检波后的定位信号和生成的 C/A 码的相关值的功能。解码功能是用基于通过相关检测功能检测出的相关值来解码定位信号的功能。

[0036] 接收单元 101 基于解码后的定位信号来检测包含定位卫星的轨道信息、发报状态

的信息、电离层延迟计算参数等在内的导航消息。另外，还测定定位信号的接收时刻、定位信号所表征的虚拟距离（距卫星的距离）、多普勒频率、信号强度等的观测数据。然后，基于测定出的接收时刻和导航消息中的航道信息来算出定位卫星的位置，基于该定位卫星的位置和测定出的虚拟距离来算出设置有天线的车辆、即搭载了图 1 的汽车导航装置的车辆（以下称作本车辆）的位置（接收位置）。另外，根据接收时刻附近的定位卫星的位置算出定位卫星的速度，基于该计算结果、和定位卫星的位置以及多普勒频率来算出本车辆的速度以及方位（速度向量、接收速度以及接收方位）。

[0037] 另外，上述的说明以定位卫星为 GPS 卫星的情况为例，但也可以取代 GPS 卫星而利用 GLONASS 卫星或伪卫星等的定位卫星。这些定位卫星是从宇宙或地面发报用于定位的信号装置。

[0038] 传感器单元 102 由用于检测本车辆的速度的车速脉冲计数器等的车速传感器、用于检测本车辆的角速度的陀螺仪等的角速度传感器、以及用于检测本车辆的加速度的加速度计等的加速度传感器构成。从这些各传感器分别输出本车辆的速度（传感器速度）、角速度（传感器角速度）以及加速度（传感器加速度）。另外，速度是与本车辆的前后方向相关的值，角速度是与本车辆的滚转角 (roll angle)、俯仰角 (pitch angle) 以及偏航角 (yaw angle) 相关的值，加速度是与上下方向相关的值。

[0039] 由硬盘或存储器等构成的地图信息存储单元 103 按每个规定的网格 (mesh) 区域来保存与道路相关的道路信息和指引显示等的信息。道路信息针对各网格区域包含用于表征该网格区域内的各道路的节点编号、节点位置、链路编号、起点节点编号、终点节点编号、道路的车道数等的各信息。另外，节点是在道路上对应于交叉路口、分岔等而设定的点，链路是连结沿着道路而排列的 2 个节点间的线。

[0040] 由硬盘或存储器等构成的地图补正量存储单元 104 对存储于上述的地图信息存储单元 103 的道路信息所表征的各道路中的补正了节点位置的节点位置的道路，保存其节点位置补正量。

[0041] 各道路中的节点位置通过后述那样的地图补正单元 113 的动作被适当补正。在补正了节点位置的情况下，该节点的纬度方向以及经度方向的位置补正量与用于识别该节点的节点编号建立关联地保存在地图补正量存储单元 104 中。另外，保存于地图补正量存储单元 104 的节点位置补正量的数据，针对将网格分割为规定数后的各信息包 (parcel)，按预先设定的每个信息包编号来管理。

[0042] 画面声音输出单元 105 由监视器和扬声器等构成。画面声音输出单元 105 分别从地图信息存储单元 103 读入道路信息，从地图补正量存储单元 104 读入节点位置补正量。然后，基于读入的节点位置补正量来补正道路信息中的各节点的位置，根据补正后的各节点的位置来描绘链路，由此显示道路地图。

[0043] 另外，画面声音输出单元 105 从后述的地图匹配单元 112 接受推定位置、推定方位、第 1 链路候补点的位置、方位以及链路编号、道路脱离判定结果。另外，在后面说明这些各信息的详情。然后，在来自地图匹配单元 112 的道路脱离判定结果表征道路行驶的情况下，画面声音输出单元 105 将第 1 链路候补点的位置和方位作为汽车标志描绘在道路地图上。另一方面，在来自地图匹配单元 112 的道路脱离判定结果表征道路脱离的情况下，画面声音输出单元 105 将推定位置和推定方位作为汽车标志描绘在道路地图上。

[0044] 进而,画面声音输出单元 105 从后述的路径引导单元 114 取得引导方向信号、指引显示、道路引导信号的各信息。另外,在后面说明这些各信息的详情。然后,在来自路径引导单元 114 的道路引导信号为“有效”(ON) 的情况下,画面声音输出单元 105 输出规定的指引显示,并用声音输出引导方向。

[0045] 路径搜索指示单元 106 用于由用户输入目的地来指示路径搜索,由遥控器、触控面板、麦克风等构成。由用户使用路径搜索指示单元 106 而输入的目的地信息被发送给路径搜索单元 115。

[0046] 行驶位置指示单元 107 用于基于来自用户的输入来指示与车辆的行驶位置对应的道路,由遥控器、触控面板、麦克风等构成。由用户使用行驶位置指示单元 107 输入与车辆的行驶位置对应的道路时,将与该行驶道路对应的链路的链路编号发送给地图补正单元 113。

[0047] 运算单元 110 由 CPU(central processing unit,中央运算处理装置)、存储器等构成。运算单元 110 在功能上具备位置推定单元 111、地图匹配单元 112、地图补正单元 113、路径引导单元 114 以及路径搜索单元 115。

[0048] 位置推定单元 111 从接收单元 101 输入接收位置、接收速度以及接收方位,并从传感器单元 102 输入传感器速度、传感器角速度以及传感器加速度。然后,使用这些输入信息来算出汽车导航装置的位置(推定位置)、方位(推定方位)以及速度(推定速度),进而算出推定位置以及推定方位的误差协方差。

[0049] 地图匹配单元 112 按照距由位置推定单元 111 算出的推定位置从近到远的顺序确定规定数量(例如 4 个)的网格,分别从地图信息存储单元 103 和地图补正量存储单元 104 读入而取得该各网格的道路信息和节点位置补正量。然后,使用由位置推定单元 111 算出的推定位置、推定方位以及它们的误差协方差、和取得的道路信息以及节点位置补正量,来计算各链路候补点的评价量。另外,关于各链路候补点的评价量的计算方法,在后面详细说明。基于该评价量的计算结果来确定本车辆行驶的概率最高的链路候补点,作为第 1 链路候补点,设定该第 1 链路候补点的链路编号并算出位置以及方位。

[0050] 然后,地图匹配单元 112 建立本车辆在链路上行驶这样的虚无假设及其对立假设。基于统计学上的假设检验,使用由位置推定单元 111 算出的推定位置、推定方位以及它们的误差协方差、和取得的道路信息以及节点位置补正量,通过判定是否以规定的显著性水平(level of significance) 采纳虚无假设,来判定本车辆是否脱离了道路。

[0051] 地图补正单元 113 由并行路检测单元 121、行驶链路判定单元 122、链路位置补正实施判定单元 123、链路位置补正范围决定单元 124 以及链路位置补正单元 125 构成。

[0052] 并行路检测单元 121 从地图匹配单元 112 取得由位置推定单元 111 算出的车辆的推定位置以及推定方位、包含第 1 链路候补点的多个链路候补点的位置、方位以及链路编号、和道路脱离判定结果。基于这些信息来判定与第 1 链路候补点对应的链路、和与其它的链路候补点对应的链路是否是彼此并行的道路(并行路)。然后,存储车辆的推定位置以及推定方位、与判定为是并行路的各链路对应的链路候补点的位置、方位以及链路编号。

[0053] 行驶链路判定单元 122 通过求取将由并行路检测单元 121 判定为是并行路的各链路以道路为单位汇总而得到的链路队列,来求取与各并行路的并行区间对应的链路队列。对于如此求得的各链路队列,对由地图匹配单元 112 算出的链路候补点的评价量彼此进行

比较,基于该比较结果,将任意的链路队列判定为车辆行驶的行驶链路队列,将其它的链路队列判定为与行驶链路队列并行的并行链路队列。

[0054] 链路位置补正实施判定单元 123 每隔规定的行驶距离,算出行驶链路队列相对于车辆的推定位置的位置误差。其结果,在行驶链路队列中哪怕有一处的位置误差为规定的阈值以上的情况下,都判定为要对行驶链路队列以及并行链路队列实施链路位置的补正。另外,在该判定中使用的阈值相当于地图匹配中的链路位置误差的容许量。

[0055] 链路位置补正范围决定单元 124 以车辆的行驶轨迹为基础,将如下范围决定为补正链路位置的第 1 补正范围,所述范围包含:在行驶链路队列中由链路位置补正实施判定单元 123 算出的位置误差超过阈值的部分、和与行驶链路队列的该部分对应的并行链路队列的部分。另外,基于位于第 1 补正范围的边界的各节点的位置、和该节点的位置补正量,来决定第 2 补正范围。

[0056] 链路位置补正单元 125 针对由链路位置补正范围决定单元 124 决定的第 1 补正范围以及第 2 补正范围,来算出各个链路位置的补正量。然后,基于算出的补正量来补正包含在行驶链路队列以及并行链路队列中的各节点的位置,由此来补正并行路的各节点的位置。

[0057] 路径搜索单元 115 从路径搜索指示单元 106 接受目的地的信息,从地图匹配单元 112 接受第 1 链路候补点的链路编号。然后,基于保存在地图信息存储单元 103 中的道路信息来确定距目的地最近的链路编号,基于该链路编号以及第 1 链路候补点的链路编号,来搜索将这些链路连起来的多条路径。在如此搜索出的路径中选定满足规定的条件的路径,例如距离最短的路径作为引导路径。

[0058] 路径引导单元 114 从地图匹配单元 112 取得第 1 链路候补点的链路编号以及位置,从路径搜索单元 115 取得引导路径的链路编号,从地图信息存储单元 103 取得指引显示等的信息。若从第 1 链路候补点的位置起到引导路径中应左右转弯的分岔点为止的距离成为规定距离以下,则路径引导单元 114 使道路引导信号“有效”,在表征引导方向的引导方向信号中设定左右转弯的信息。然后,将引导方向信号、指引显示、道路引导信号等引导信息发送给画面声音输出单元 105。

[0059] 接下来,使用图 2 所示的流程图来说明以上说明的图 1 的汽车导航装置的动作步骤。

[0060] 在步骤 201 中,接收单元 101 用天线来接收从定位卫星发送来的信号(定位信号),使用前述的各功能来检测包含定位卫星的轨道信息、发报状态的信息、电离层延迟计算参数等在内的导航消息,并测定接收时刻、虚拟距离、多普勒频率、信号强度等的观测数据。然后,以接收时刻以及轨道信息为基础来算出定位卫星的位置,以定位卫星的位置以及虚拟距离为基础来算出接收位置。另外,以轨道信息为基础,根据接收时刻附近的定位卫星的位置来算出定位卫星的速度,并以定位卫星的位置以及速度、多普勒频率为基础来算出接收速度以及接收方位。将如此算出的接收位置、接收速度以及接收方位发送给位置推定单元 111。

[0061] 在步骤 202 中,传感器单元 102 计测伴随本车辆的车轴的旋转而输出的车速脉冲数,将该脉冲数与规定的速度传感器的系数相乘,算出速度(传感器速度)。另外,输出与本车辆的角速度对应的信号,从该输出值减去角速度传感器的零偏(bias)部分,并与规定的

角速度传感器的系数相乘,来算出角速度(传感器角速度)。进而,输出与本车辆的加速度对应的信号,从该输出值减去加速度传感器的零偏,来算出加速度(传感器加速度)。将如此算出的传感器速度、传感器角速度以及传感器加速度发送给位置推定单元 111。

[0062] 在步骤 203 中,位置推定单元 111 从接收单元 101 接受接收位置、接收速度以及接收方位,从传感器单元 102 接受传感器速度、传感器角速度以及传感器加速度,基于这些值,通过以下的动作步骤来进行位置推定处理。

[0063] 在位置推定处理的动作步骤中,位置推定单元 111 将本车辆的位置、行进方向的速度、行进方向的加速度、方位、方位的角速度以及俯仰角作为状态量,建立用下述的数式 1 表征的状态方程式(连续型)。另外,在数式 1 中,将加速度以及角速度设置为一阶马尔可夫过程。

[0064] 在数式 1 中, $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ 分别表征经度、纬度、高度方向的本车辆的位置, $v(t)$ 表征行进方向的速度, $a(t)$ 表征行进方向的加速度, $\theta(t)$ 表征方位, $\omega(t)$ 表征方位的角速度, $\phi(t)$ 表征俯仰角。此外, θ_p 表征方位的预测值, ϕ_p 表征俯仰角的预测值, α_a 表征加速度的时间常数的倒数, α_ω 表征角速度的时间常数的倒数, σ_a 、 σ_ω 、 σ_ϕ 分别表征加速度、方位的角速度、俯仰角的标准偏差, $w(t)$ 表征平均为 0、标准偏差为 1 的白噪声, $\eta(t)$ 表征状态量向量。

[0065] 进一步地,在位置推定处理的动作步骤中,将传感器速度、传感器角速度、传感器加速度、接收位置、接收速度、以及接收方位作为观测量,建立以下述数式 2 来表征的观测方程式(连续型)。

[0066] 在数式 2 中, $v_s(t)$ 表征传感器速度, $g_s(t)$ 表征传感器加速度, $\omega_s(t)$ 表征传感器角速度, $x_r(t)$ 、 $y_r(t)$ 、 $z_r(t)$ 分别表征经度、纬度、高度方向的接收位置, $v_r(t)$ 表征接收速度, $\theta_r(t)$ 表征接收方位, g 表征重力加速度, $\varepsilon(t)$ 表征观测噪声向量, $y(t)$ 表征观测量向量。另外, $\theta_p(t)$ 以及 $\phi_p(t)$ 是根据通过数式 5 算出的预测量向量而得到的值。

[0067]

$$\begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \\ \dot{z}(t) \\ \dot{v}(t) \\ \dot{a}(t) \\ \dot{\theta}(t) \\ \dot{\omega}(t) \\ \dot{\phi}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \cos\theta_p & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sin\theta_p & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sin\phi_p & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\alpha_a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\alpha_\omega & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \\ v(t) \\ a(t) \\ \theta(t) \\ \omega(t) \\ \phi(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_\omega & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_\phi \end{bmatrix} w(t)$$

[0068] $\dot{\eta}(t) = F\eta(t) + Gw(t)$

[0069] ... (数式 1)

$$[0070] \quad \begin{bmatrix} vs(t) \\ gs(t) \\ \omega s(t) \\ xr(t) \\ yr(t) \\ zr(t) \\ vr(t) \\ \theta r(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -g \sin \phi p \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \\ v(t) \\ a(t) \\ \theta(t) \\ \omega(t) \\ \phi(t) \end{bmatrix} + \varepsilon(t)$$

$$[0071] \quad y(t) = H \eta(t) + \varepsilon(t)$$

[0072] (数式 2)

[0073] 在从接收单元 101 有接收位置、接收速度以及接收方位的输出情况下，位置推定单元 111 使用下述的数式 3～数式 7 来算出推定位置、推定速度、推定加速度、推定方位、推定角速度以及推定俯仰角。通过使用数式 3～数式 7，能实现通过卡尔曼滤波器 (Kalman filter) 进行的计算。

[0074] 在数式 3～数式 7 中， $K(k)$ 表征增益矩阵， R 表征观测噪声矩阵。另外， $\eta(k|k)$ 表征推定量向量， $\eta(k+1|k)$ 表征预测量向量， $P(k|k)$ 、 $P(k|k-1)$ 分别表征 $\eta(k|k)$ 、 $\eta(k|k-1)$ 的推定误差协方差矩阵。 $\Phi(\Delta t, \alpha a, \alpha \omega)$ 表征状态迁移矩阵， Δt 表征采样间隔， $Q(k)$ 表征系统噪声矩阵， k 表征离散时间。

$$[0075] \quad K(k) = P(k|k-1)H^T(k) [H(k)P(k|k-1)H^T(k) + R]^{-1} \dots \text{(数式 3)}$$

$$[0076] \quad \eta(k|k) = \eta(k|k-1) + K(k) [y(k) - H \eta(k|k-1)] \dots \text{(数式 4)}$$

$$[0077] \quad \eta(k+1|k) = \Phi(\Delta t, \alpha a, \alpha \omega) \eta(k|k) \dots \text{(数式 5)}$$

$$[0078] \quad P(k|k) = P(k|k-1) - K(k)H(k)P(k|k-1) \dots \text{(数式 6)}$$

$$[0079] \quad P(k|k-1) = \Phi(\Delta t, \alpha a, \alpha \omega)P(k|k-1)\Phi^T(\Delta t, \alpha a, \alpha \omega) + Q(k) \dots \text{(数式 7)}$$

[0080] 另一方面，在从接收单元 101 没有接收位置、接收速度以及接收方位的输出情况下，位置推定单元 111 在上述的数式 3～数式 7 中分别从观测量向量 y 、矩阵 H 以及观测噪声矩阵 R 中删除与接收位置、接收速度以及接收方位关联的要素。

[0081] 位置推定单元 111 通过以上说明那样的步骤来进行位置推定处理，将由此得到的推定位置、推定方位以及推定速度、和位置以及方位的推定误差协方差发送给地图匹配单元 112。

[0082] 在步骤 204 中，地图匹配单元 112 通过以下那样的步骤来进行地图匹配处理。

[0083] 在地图匹配处理中，首先，从地图信息存储单元 103 读入节点编号、节点位置、链路编号、起点节点编号、终点节点编号、宽度等的道路信息。另外，从地图补正量存储单元 104 读入节点编号以及节点的位置补正量。然后，关于设定了位置补正量的节点，将该位置补正量与从地图信息存储单元 103 读入的节点位置相加，由此补正节点位置。

[0084] 接下来，对推定位置周围的各链路分别用前述那样的方法来求取链路候补点，基于各链路候补点的链路方位和规定的链路的位置误差来计算各链路候补点的位置误差的协方差。然后，基于计算出的各链路候补点的位置误差的协方差以及规定的方位误差的方差、链路候补点的位置以及方位、推定位置以及推定方位、它们的误差的协方差，来计算各

链路候补点的评价值。根据该计算结果,将具有在道路上行驶的概率最高的评价量的链路候补点决定为第 1 链路候补点。

[0085] 另外,基于链路的位置、方位以及它们的误差方差、宽度信息、推定位置以及推定方位以及它们的误差协方差,来判定本车辆是否脱离了道路。

[0086] 地图匹配单元 112 将推定位置、推定方位、第 1 链路候补点的位置、方位以及链路编号、道路脱离判定结果作为以上说明那样的地图匹配处理的结果发送给路径搜索单元 115、路径引导单元 114 以及画面声音输出单元 105。另外,将推定位置、推定方位、包含第 1 链路候补点在内的多个链路候补点的位置、方位、评价量以及链路编号、道路脱离判定结果发送给地图补正单元 113。

[0087] 另外,关于以上说明那样的步骤 204 的地图匹配处理,在后面使用图 3 来进行详细说明。

[0088] 在步骤 205 中,地图补正单元 113 通过以下那样的步骤来进行链路位置的补正。

[0089] 在链路位置的补正中,首先由并行路检测单元 121 从地图信息存储单元 103 读入节点编号、节点位置、链路编号、起点节点编号、终点节点编号、宽度等的道路信息。另外,从地图匹配单元 112 接受推定位置、推定方位、包含第 1 链路候补点在内的多个链路候补点的位置、方位、评价量以及链路编号、道路脱离判定结果。然后,从与各链路候补点对应的各链路中判定彼此并行的并行路的链路,检测并行区间。

[0090] 接下来,由行驶链路判定单元 122 求取与各并行路的并行区间对应的链路队列,对这些各链路队列,基于每隔规定的行驶距离的车辆的推定位置以及推定方位(行驶轨迹),来分别判定是行驶链路队列和并行链路队列的哪一者。或者,基于从行驶位置指示单元 107 得到的行驶道路的链路来分别判定是行驶链路队列和并行链路队列的哪一者。

[0091] 接下来,由链路位置补正实施判定单元 123 基于车辆的行驶轨迹算出行驶链路队列的位置误差。然后,在算出的位置误差为阈值以上的情况下,判定为实施链路位置的补正。

[0092] 在上述判定的结果判定为实施链路位置的补正的情况下,由链路位置补正范围决定单元 124 以车辆的行驶轨迹为基础,决定第 1 补正范围以及第 2 补正范围。

[0093] 接着,由链路位置补正单元 125 对行驶链路队列以及并行链路队列的各链路位置进行补正。此时,在第 1 补正范围中,算出从行驶链路队列到车辆的行驶轨迹为止的向量,通过将该向量作为行驶链路队列以及并行链路队列的各节点的位置补正量,来补正各链路位置。另外,在第 2 补正范围中,对行驶链路队列以及并行链路队列的各节点位置进行补正,以使得各链路的方位误差成为规定的容许值以下。

[0094] 另外,关于以上说明那样的步骤 205 的链路位置的补正,在后面使用图 5、6 来详细说明。

[0095] 在步骤 206 中,判定有无路径搜索的输入。在有由用户对路径搜索指示单元 106 的目的地的输入的情况下,判定为有路径搜索的输入,并前进到步骤 209。此时,路径搜索指示单元 106 将其目的地的信息发送给路径搜索单元 115。另一方面,在没有目的地的输入的情况下,前进到步骤 207。

[0096] 在步骤 207 中,判定有无引导路径。在有引导路径的情况下,前进到步骤 208。在没有引导路径的情况下,前进到步骤 211。

[0097] 在步骤 208 中,判定本车辆是否处于引导路径上。在与第 1 链路候补点对应的链路被包含在引导路径的链路中的情况下,判定为本车辆处于引导路径上,并前进到步骤 210。另一方面,在与第 1 链路候补点对应的链路未包含在引导路径的链路中的情况下,判定为本车辆未处于引导路径上,并前进到步骤 209。

[0098] 在步骤 209 中,路径搜索单元 115 中,从地图信息存储单元 103 读入目的地附近的道路信息,计算从目的地到周围各链路为止的距离,将该距离最近的链路编号设为目的地的链路。然后,从地图匹配单元 112 接受第 1 链路候补点的链路编号、位置以及方位,从第 1 链路候补点的链路朝向该方位来搜索连接到目的地的链路为止的多条路径,将其中满足规定的条件的路径、例如最短距离的路径设为引导路径。如此决定了引导路径后,路径搜索单元 115 将该引导路径上的链路编号发送给路径引导单元 114。

[0099] 在步骤 S210 中,路径引导单元 114 从路径搜索单元 115 接受引导路径上的链路编号,从地图匹配单元 112 接受第 1 链路候补点的位置、方位、链路编号以及道路脱离判定结果。另外,从地图信息存储单元 103 读入与引导路径上的链路对应的指引显示等的信息。

[0100] 在来自地图匹配单元 112 的道路脱离判定结果表示道路行驶的情况下,路径引导单元 114 在从第 1 链路候补点的位置到应左右转弯的分岔点为止的距离成为规定距离以下时,使道路引导信号“有效”,并决定表征引导方向的引导方向信号。在从第 1 链路候补点的位置到应左右转弯的分岔点为止的距离没有成为规定距离以下时,使道路引导信号为“无效”(OFF)。在使道路引导信号为“有效”时,路径引导单元 114 将引导方向信号、指引显示、引导车道等的信息发送给画面声音输出单元 105。

[0101] 在步骤 211 中,画面声音输出单元 105 从地图信息存储单元 103 读入节点编号、节点位置、链路编号、宽度等的道路信息。另外,从地图补正量存储单元 104 读入节点编号以及节点的位置补正量。然后,描绘并显示车辆周边的道路地图。此时,对于设定了位置补正量的节点,将其位置补正量与从地图信息存储单元 103 读入的节点位置相加,在补正节点位置后描绘链路,由此描绘道路地图。

[0102] 另外,画面声音输出单元 105 从地图匹配单元 112 接受推定位置、推定方位、第 1 链路候补点的位置、方位、链路编号以及道路脱离判定结果。然后,在道路脱离结果是道路行驶的情况下,将第 1 链路候补点的位置以及方位作为汽车标志描绘在道路地图上。另一方面,在道路脱离结果是道路脱离的情况下,画面声音输出单元 105 将车辆的推定位置以及推定方位作为汽车标志来描绘。

[0103] 进而,画面声音输出单元 105 从路径引导单元 114 取得引导方向信号、指引显示、道路引导信号。然后,在道路引导信号为“有效”的情况下,输出指引显示,输出用于告知引导方向的图像或声音。

[0104] 接着,使用图 3 在下面详细说明图 2 的步骤 204 的地图匹配处理。开始步骤 204 的地图匹配处理后,最初执行图 3 的步骤 301。

[0105] 在步骤 301 中,地图匹配单元 112 判定是否在过去取得过道路信息。在过去从地图信息存储单元 103 读入而取得过道路信息的情况下,前进到步骤 302。在过去未从地图信息存储单元 103 读入而取得过道路信息的情况下,前进到步骤 303。

[0106] 在步骤 302 中,地图匹配单元 112 判定在图 2 的步骤 203 从位置推定单元 111 发送来的推定位置与在过去读入的道路信息的网格区域的边缘之间的距离是否为规定的阈

值以下。例如,如图 4 所示,在推定位置 401 与过去读入了道路信息的 4 个网格区域 402 的边缘的距离比规定距离短、推定位置 401 被包含在处于 4 个网格区域 402 的边缘附近的斜线区域 403 内的情况下,前进到步骤 303。反之,前进到步骤 304。

[0107] 在步骤 303 中,地图匹配单元 112 针对包含推定位置的网格区域、离规定位置近的规定数量、例如 3 个网格区域,从地图信息存储单元 103 读入并取得道路信息。在此,从地图信息存储单元 103 取得节点编号、节点位置、链路编号、起点节点编号、终点节点编号、宽度等的道路信息。另外,从地图补正量存储单元 104 读入并取得节点编号以及节点的位置补正量。另外,对于已经取得道路信息、节点的位置补正量的网格区域,不需要再度取得。

[0108] 在步骤 304 中,地图匹配单元 112 判定是否有前次的处理中求得的链路候补点。在有前次的处理中求得的链路候补点的情况下,前进到步骤 306。在没有前次的处理中求得的链路候补点的情况下,前进到步骤 305。

[0109] 在步骤 305 中,地图匹配单元 112 从位置推定单元 111 接受图 2 的步骤 203 中求得的推定位置、推定方位、推定速度以及推定位置与推定方位的误差协方差。然后,算出包含推定位置在内的网格区域内的全部的链路和推定位置之间的距离,按照该距离从短到长的顺序选定规定数量的链路。此时,基于从地图补正量存储单元 104 取得的节点编号以及节点的位置补正量,来确定补正了位置的节点,在对该节点的位置进行补正后,算出包含该节点的链路和推定位置之间的距离。分别对如此选定的各链路生成链路候补点。在此,将从推定位置垂向选定的各链路的垂线的垂足分别设为链路候补点。

[0110] 在如上述那样生成链路候补点后,地图匹配单元 112 设定各链路候补点的方位。在此,针对各链路候补点,将表征该链路候补点所存在的链路的两个行进方向的彼此反向的 2 个链路方位中的、与从位置推定单元 111 接受的推定方位之差成为 90 度以下的一方的链路方位设为该链路候补点的方位。另外,具有包含于道路信息中的单向通行的信息的链路的情况并不限于此,将该链路候补点的方位设定为单向通行的方向。在执行步骤 305 后,前进到步骤 308。

[0111] 在步骤 306 中,地图匹配单元 112 从位置推定单元 111 接受图 2 的步骤 203 中求得的推定位置、推定方位、推定速度以及推定位置与推定方位的误差协方差。然后,通过将推定速度与规定的处理周期相乘来算出行驶距离,使前次的处理中求得的各链路候补点的位置向前方移动所算出的行驶距离的量。此时,使该位置沿着各链路候补点所存在的各链路移动。

[0112] 在步骤 307 中,地图匹配单元 112 将在步骤 306 中算出的行驶距离与前次的累积行驶距离相加来算出本次的累积行驶距离,并判定其是否为规定距离以上。在本次的累积行驶距离为规定距离以上的情况下,将累积行驶距离设定为零,前进到步骤 308。在本次的累积行驶距离不是规定距离以上的情况下,前进到步骤 310。

[0113] 在步骤 308 中,地图匹配单元 112 进行向链路的地图匹配处理。在此,通过按照以下说明的步骤来求取第 1 链路候补点,来进行向链路的地图匹配处理。

[0114] 对于步骤 305 中生成的各链路候补点、或步骤 306 中向前方移动了的各链路候补点,最初,地图匹配单元 112 对处于该各链路候补点的前方规定距离处的全部链路新追加链路候补点。在此,通过与步骤 305 相同的方法来分别设定对前方的各链路追加的链路候补点。

[0115] 接下来,地图匹配单元 112 使用下述的数式 8 到数式 11,对步骤 305 中生成的各链路候补点、或步骤 306 中向后方移动了的各链路候补点、和上述追加的各链路候补点,分别计算评价量 T。在数式 8 ~ 数式 11 中, (x_e, y_e) 表征推定位置, θ_e 表征推定方位, (x_l, y_l) 表征各链路候补点的位置, θ_l 表征各链路候补点的方位, Σ_e 表征推定位置以及推定方位的误差协方差矩阵, Σ_l 表征链路候补点的位置以及方位的误差协方差矩阵, σ_{pl} 以及 $\sigma_{\theta l}$ 表征预先设定的链路的位置误差以及方位误差的方差, n 表征距离序列数据的数量。另外,距离序列数据是本车辆行驶过的间隔一定距离的地点的推定量以及链路候补点的数据。

$$[0116] \quad T = \sum_{i=m-n+1}^m [\Delta x(i) \quad \Delta y(i) \quad \Delta \theta(i)] \Sigma_d^{-1}(i) \begin{bmatrix} \Delta x(i) \\ \Delta y(i) \\ \Delta \theta(i) \end{bmatrix} \dots \text{(数式 8)}$$

$$[0117] \quad \begin{bmatrix} \Delta x(i) \\ \Delta y(i) \\ \Delta \theta(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_e(i) \\ y_e(i) \\ \theta_e(i) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x_l(i) \\ y_l(i) \\ \theta_l(i) \end{bmatrix} \dots \text{(数式 9)}$$

$$[0118] \quad \Sigma_d(i) = \Sigma_e(i) + \Sigma_l(i) \dots \text{(数式 10)}$$

$$[0119] \quad \Sigma_l(i) = \begin{bmatrix} \sigma_{pl}^2 \sin^2 \theta_l(i) & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{pl}^2 \cos^2 \theta_l(i) & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{\theta l}^2 \end{bmatrix} \dots \text{(数式 11)}$$

[0120] 在本车辆在道路上行驶的情况下,与本车辆对应的链路候补点的位置以及方位应当与推定位置以及推定方位大致一致。因此,越是评价量 T 小的链路候补点,本车辆在与该链路候补点对应的道路上行驶的概率就越高。由此,地图匹配单元 112 在如上述那样算出各链路候补点的评价量 T 后,按评价量 T 从小(在道路上行驶的概率高)到大的顺序选定规定数量的链路候补点,除去此外的链路候补点的信息。然后,将链路候补点中的评价量 T 最小(在道路上行驶的概率最高)的链路候补点设为第 1 链路候补点。若假定推定位置以及推定方位的误差、链路位置以及方位的误差遵循正态分布,则评价量 T 遵循自由度 $2 \times n$ 的 χ^2 平方分布。由此,评价量 T 的值以上的自由度 $2 \times n$ 的 χ^2 平方分布的概率密度函数的积分值相当于在该道路上行驶的概率。

[0121] 在步骤 309 中,地图匹配单元 112 进行从道路的偏离的判定。在此,首先地图匹配单元 112 如下述那样,以与第 1 链路候补点对应的链路为对象,来建立推定位置与链路的距离中是否存在差的假设。

[0122] • 虚无假设 H_0 : 在推定位置与链路的距离中没有差。

[0123] • 对立假设 H_1 : 在推定位置与链路的距离中存在差。

[0124] 接下来,地图匹配单元 112 使用下述的数式 12 ~ 数式 15 来算出使推定位置与链路的距离无量纲化后的检验量 T_p 。在此, Σ_{pe} 表征推定位置的误差协方差, Σ_{pl} 表征链路位置的误差协方差。

$$[0125] \quad T_p = [\Delta x \quad \Delta y] \Sigma_p^{-1} \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \dots (\text{数式 } 12)$$

$$[0126] \quad \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_e \\ y_e \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x_l \\ y_l \end{bmatrix} \dots (\text{数式 } 13)$$

$$[0127] \quad \Sigma_p = \Sigma_{pe} + \Sigma_{pl} \dots (\text{数式 } 14)$$

$$[0128] \quad \Sigma_{pl} = \begin{bmatrix} \sigma_{pl} \sin \theta_l & 0 \\ 0 & \sigma_{pl} \cos \theta_l \end{bmatrix} \dots (\text{数式 } 15)$$

[0129] 若假定推定位置的误差以及链路位置的误差遵循正态分布,则如上述那样算出的检验量 T_p 遵循自由度 1 的 χ 平方分布。由此,若规定显著性水平 α ,并基于自由度 1 的 χ 平方分布来进行针对该假设的检验,则地图匹配单元 112 能够如下述那样采纳假设。即,在检验量 T_p 为自由度 1 以及显著性水平 α 的 χ 平方值以下的情况下,不能放弃虚无假设,判定为在推定位置与链路的距离中没有差。另一方面,在检验量 T_p 大于自由度 1 以及显著性水平 α 的 χ 平方值的情况下,放弃虚无假设,判定为在推定位置与链路的距离中存在差。

[0130] 进而,地图匹配单元 112 如下述那样,以与第 1 链路候补点对应的链路为对象来建立在推定方位与链路方位中是否存在差的假设。

[0131] • 虚无假设 H_0 : 在推定方位与链路方位中没有差。

[0132] • 对立假设 H_1 : 在推定方位与链路方位中存在差。

[0133] 接着,地图匹配单元 112 使用下述的数式 16 ~ 数式 18,算出使推定方位与链路方位之差无量纲化后的检验量 T_θ 。

$$[0134] \quad T_\theta = \frac{\Delta \theta}{\sigma_\theta} \dots (\text{数式 } 16)$$

$$[0135] \quad \Delta \theta = \theta_e - \theta_l \dots (\text{数式 } 17)$$

$$[0136] \quad \sigma_\theta^2 = \sigma_{\theta_e}^2 + \sigma_{\theta_l}^2 \dots (\text{数式 } 18)$$

[0137] 若假定推定方位的误差以及链路方位的误差遵循正态分布,则检验量 T_θ 遵循正态分布。因此,若规定显著性水平 α ,基于正态分布来进行针对该假设的双侧检验,则地图匹配单元 112 能够如以下那样采纳假设。即,在检验量 T_θ 的绝对值为显著性水平 $\alpha/2$ 的正态分布的值以下的情况下,不能放弃虚无假设,判定为在推定方位与链路方位中没有差。另一方面,在检验量 T_θ 的绝对值大于显著性水平 $\alpha/2$ 的正态分布的值的值的情况下,放弃虚无假设,判定为在推定方位与链路方位中存在差。

[0138] 通过以上说明的各判定,在判定为推定位置与链路的距离中没有差、且推定方位与链路方位中没有差的情况下,地图匹配单元 112 判定为道路行驶,即判定为本车辆正在道路上行驶。反之,地图匹配单元 112 判定为道路脱离,即本车辆正从道路脱离。

[0139] 在步骤 310 中,地图匹配单元 112 将从位置推定单元 111 接受到的推定位置以及推定方位、步骤 308 中求得的第 1 链路候补点的位置、方位以及链路编号、步骤 309 中进行的道路脱离的判定结果发送给路径搜索单元 115、路径引导单元 114 以及画面声音输出单

元 105。另外,将从位置推定单元 111 接受到的推定位置以及推定方位、包含步骤 308 中求得的第 1 链路候补点在内的各链路候补点的位置、方位、评价量以及链路编号、步骤 309 中进行的道路脱离判定结果发送给地图补正单元 113。

[0140] 在执行步骤 310 后,结束图 2 的步骤 204 的地图匹配处理,前进到步骤 205。在步骤 204 的地图匹配处理中,通过地图匹配单元 112 来进行以上说明那样的处理。

[0141] 接着,下面使用图 5、6 来详细说明图 2 的步骤 205 的链路位置的补正。开始步骤 205 的链路位置的补正后,最初执行图 5 的步骤 501。

[0142] 在步骤 501 中,并行路检测单元 121 在图 3 的步骤 307 中判定累积行驶距离为规定的距离以上、在步骤 308 中实施了向链路的地图匹配处理的情况下,前进到步骤 502。在未实施向链路的地图匹配处理的情况下,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正,并前进到步骤 206。

[0143] 在步骤 502 中,并行路检测单元 121 接受图 3 的步骤 310 中从地图匹配单元 112 发送来的推定位置、推定方位、包含第 1 链路候补点在内的各链路候补点的位置、方位、评价量及链路编号、以及道路脱离判定结果。然后,分别算出第 1 链路候补点与其它各链路候补点之间的距离以及方位差,并分别算出从第 1 链路候补点向其它各链路候补点的方向、与第 1 链路候补点的方位之间的角度。

[0144] 判定在如上述那样算出了相对于第 1 链路候补点的距离、方位差以及角度的其它的链路候补点中,是否存在该距离以及方位差分别在规定的阈值以内,且该角度从 90° 起处于规定的范围内的链路候补点。在存在满足这样的条件的链路候补点的情况下,判定为与第 1 链路候补点对应的链路和与该链路候补点对应的链路是彼此并行的并行路。另外,在满足条件的链路候补点存在多个的情况下,判定为与这些链路候补点对应的各链路和与第 1 链路候补点对应的链路是彼此并行的并行路。另一方面,在满足条件的链路候补点一个都没有的情况下,判定为与各链路候补点对应的任意链路彼此都不是并行路。

[0145] 例如,如图 7 所示,通过从车辆的推定位置 701 向链路 704、705 分别垂下垂线,而由地图匹配单元 112 检测到第 1 链路候补点 702 和链路候补点 703。然后,设第 1 链路候补点 702 与链路候补点 703 之间的距离 706 为规定的阈值以内,且第 1 链路候补点 702 的方位 707 与链路候补点 703 的方位 708 之间的方位差为规定的阈值以内。进而,假设从第 1 链路候补点 702 向链路候补点 703 的方向、与第 1 候补点 702 的方位 707 之间的角度 709 为大致 90 度。在这样的情况下,通过步骤 502 的处理,能够判定为链路 704 和链路 705 是并行路。

[0146] 在步骤 503 中,并行路检测单元 121 存储车辆的推定位置以及推定方位、与步骤 502 中判定为是并行路的各链路对应的链路候补点的位置、方位、评价量及链路编号、以及道路脱离判定结果。另外,每隔图 3 的步骤 307 所示的规定距离存储这些信息。

[0147] 在步骤 504 中,行驶链路判定单元 122 判定是否有用户对行驶位置指示单元 107 进行的行驶链路信息的输入。在有行驶链路信息的输入的情况下,前进到步骤 505,在没有行驶链路信息的输入的情况下,前进到步骤 506。

[0148] 在步骤 505 中,行驶链路判定单元 122 接受并存储从行驶位置指示单元 107 发送来的行驶道路的链路编号、即用户作为行驶链路而输入的道路的链路编号。

[0149] 在步骤 506 中,行驶链路判定单元 122 基于存储于并行路检测单元 121 的信息来

判定车辆的行驶链路是否是并行路。在此,根据是否在步骤 503 中检测到并行路来判定车辆的行驶链路是否是并行路。即,在步骤 503 中检测到并行路的情况下,该并行路中的任一条链路是与第 1 链路候补点对应的车辆的行驶链路。因此,在该情况下,判定为行驶链路是并行路,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正并前进到步骤 206。另一方面,在步骤 503 中未检测到并行路的情况下,判定为行驶链路不是并行路,前进到步骤 507。

[0150] 在步骤 507 中,行驶链路判定单元 122 判定是否存在未判定行驶链路队列的并行路并退出了该并行路。在此,在每隔图 3 的步骤 307 所示的规定的距离而反复执行图 5、6 的步骤 502 以后的处理时,根据是否在当前的规定处理次数前执行的步骤 502 中检测到并行路、且在前次的处理以前执行的步骤 509 中未判定行驶链路队列,来判定是否存在未判定行驶链路队列的并行路并退出了该并行路。即,在当前的规定处理次数前执行的步骤 502 中检测到并行路、且在前次的处理以前执行的步骤 509 中未判定行驶链路队列的情况下,前进到步骤 508。另一方面,在没有未判定行驶链路队列的并行路的情况下,即,在当前的规定处理次数前执行的步骤 502 中未检测到并行路、或者在检测到并行路时在前次的处理以前执行的步骤 509 中已经判定了行驶链路队列的情况下,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正,并前进到步骤 206。

[0151] 在步骤 508 中,行驶链路判定单元 122 基于存储于并行路检测单元 121 的信息,确定被判定为并行路的各链路的链路编号。然后,基于所确定的链路编号来确定与由被判定为并行路的各链路构成的链路队列的起点对应的起点节点、和与该链路队列的终点对应的终点节点,并从地图信息存储单元 103 读入各自的节点编号以及节点位置的信息。由此,检测并行路所存在的并行区间,求取与各并行路的并行区间对应的链路队列。

[0152] 在步骤 509 中,行驶链路判定单元 122 进行行驶链路队列以及并行链路队列的判定。在此,首先比较图 3 的步骤 308 中求得的第 1 链路候补点的评价量、和评价第二高的链路候补点(第 2 链路候补点)的评价量。另外,如前述那样,越是评价量小的链路候补点,车辆行驶在与该链路候补点对应的道路上的概率越高。即,第 2 链路候补点是评价量仅次于第 1 链路候补点的链路候补点。

[0153] 在比较第 1 链路候补点的评价量与第 2 链路候补点的评价量的结果是这些评价量之差为规定的阈值以上的情况下,将有第 1 链路候补点的链路判定为车辆的行驶链路。另一方面在评价量之差不足阈值、且从行驶位置指示单元 107 取得了行驶道路的链路编号的情况下,将与该链路编号对应的链路判定为车辆的行驶链路。另外,在评价量之差不足阈值、且未从行驶位置指示单元 107 取得行驶道路的链路编号的情况下,不进行行驶链路队列的判定。

[0154] 然后,将步骤 508 中求得的并行区间的各链路队列中的、与前述判定出的行驶链路相连的链路队列设为行驶链路队列,将其它的链路队列设为并行链路队列。此时,基于各链路队列的链路的终点与行驶链路的起点的节点编号是否相同来判定行驶链路与各链路队列是否相连。行驶链路判定单元 122 如以上说明那样进行行驶链路队列以及并行链路队列的判定。

[0155] 在步骤 510 中,行驶链路判定单元 122 判定是否在步骤 509 中判定出行驶链路队列以及并行链路队列。在判定出行驶链路队列以及并行链路队列的情况下前进到步骤 511。另一方面,在未判定出行驶链路队列以及并行链路队列的情况下,结束图 2 的步骤 205 的链

路位置的补正,并前进到步骤 206。

[0156] 在步骤 511 中,链路位置补正实施判定单元 123 算出行驶链路队列的位置误差。在此,针对行驶链路队列上的各链路候补点,算出和与该链路候补点对应的推定位置、即求取了该链路候补点时的推定位置之间的距离。另外,在此算出的距离相当于行驶链路队列相对于各推定位置的位置误差。

[0157] 在步骤 512 中,链路位置补正实施判定单元 123 基于步骤 511 中算出的行驶链路队列的位置误差来进行链路位置的补正实施的判定。在此,将作为行驶链路队列相对于各推定位置的位置误差而算出的各距离分别与规定的阈值进行比较,在其中哪怕有 1 个为规定阈值以上的情况下,都判定为实施链路位置的补正。另一方面,在行驶链路队列的位置误差全都不足阈值的情况下,判定为不实施链路位置的补正。另外,在该判定中使用的阈值如前述那样,相当于地图匹配中的链路位置误差的容许量。

[0158] 在步骤 513 中,链路位置补正实施判定单元 123 对步骤 512 中是否判定为实施链路位置的补正进行判断。在判定为实施链路位置的补正的情况下,前进到步骤 514,在判定为不实施链路位置的补正的情况下,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正并前进到步骤 206。

[0159] 在步骤 514 中,链路位置补正范围决定单元 124 基于车辆的行驶轨迹来决定补正链路位置的第 1 补正范围。在此,在行驶链路队列中将包含位置误差超过阈值的部分、和与此对应的并行链路队列的部分在内的范围决定为第 1 补正范围。更具体地,在行驶链路队列中包含的各链路中,确定分别与步骤 512 中判定为位置误差为阈值以上的链路候补点对应的 1 或 2 个以上的链路。然后,将包含全部这些链路、和与这些链路对应的并行链路队列的各链路在内的范围设定为第 1 补正范围。

[0160] 在步骤 515 中,链路位置补正单元 125 对在步骤 514 中决定的第 1 补正范围内所包含的行驶链路队列和并行链路队列算出节点位置的补正量。在此,首先对包含在第 1 补正范围内的行驶链路队列的各链路分别算出该链路上的各链路候补点和与其对应的各推定位置之间的距离。然后,求取算出的各距离的平均,并将其作为该链路的位置误差 e_1 。

[0161] 接下来,使用下述的数式 19 以及数式 20,算出位于第 1 补正范围内的行驶链路队列中包含的各节点的位置补正量 (Δx_{rm} , Δy_{rm})。在数式 19 中, e_{11} 、 e_{12} 分别表征与该节点连接的 2 个链路的位置误差, θ_{11} 、 θ_{12} 分别表征与该节点连接的 2 个链路的方位。在此, θ_{11} 、 θ_{12} 根据从该链路上的链路候补点向对应的推定位置的方向来设定。例如,在有链路候补点的链路 801 与包含推定位置的行驶轨迹 802 的位置关系如图 8 所示那样的情况下,链路 801 的方位根据从链路 801 向行驶轨迹 802 的方向 804,设定为如箭头 803 那样。另外,在有链路候补点的链路 901 与包含推定位置的行驶轨迹 902 的位置关系如图 9 所示那样的情况下,链路 901 的方位根据从链路 901 向行驶轨迹 902 的方向 904,设定为如箭头 903 那样。

$$[0162] \quad \begin{bmatrix} \Delta x_{rm} \\ \Delta y_{rm} \end{bmatrix} = (A_{\theta}^T A_{\theta})^{-1} A_{\theta}^T \begin{bmatrix} e_{11} \\ e_{12} \end{bmatrix} \dots (\text{数式 19})$$

$$[0163] \quad A_{\theta} = \begin{bmatrix} \cos \theta_{11} & -\sin \theta_{11} \\ \cos \theta_{12} & -\sin \theta_{12} \end{bmatrix} \dots (\text{数式 20})$$

[0164] 接着,针对包含在第 1 补正范围内的并行链路队列的各节点,在该节点的双侧求取靠近该节点的行驶链路队列内的 2 个节点。即,针对与该节点连接的 2 个链路的各方向,在行驶链路队列内分别 1 个 1 个地求取分别位于距该节点最近的位置的节点。然后,使用下述的数式 21,根据这 2 个节点的补正量来算出处于第 1 补正范围内的并行链路队列中包含的各节点的位置补正量 (Δx_{pn} , Δy_{pn})。在数式 21 中, L_{np1} 、 L_{np2} 分别表征从该节点到靠近该节点的行驶链路队列内的 2 个节点为止的距离。由此,对并行链路队列内的各节点也能求取与行驶链路队列内的各节点同等的位置补正量。

$$[0165] \quad \begin{cases} \Delta x_{pn} = \frac{L_{np2} \Delta x_{rn1} + L_{np1} \Delta x_{rn2}}{L_{np1} + L_{np2}} \\ \Delta y_{pn} = \frac{L_{np2} \Delta y_{rn1} + L_{np1} \Delta y_{rn2}}{L_{np1} + L_{np2}} \end{cases} \dots (\text{数式 21})$$

[0166] 另外,对于并行链路队列内的节点中的、处于第 1 补正范围的边界的节点,不使用上述数式 21,设定与在行驶链路队列内处于第 1 补正范围的边界的节点的位置补正量相同的位置补正量。

[0167] 在步骤 516 中,链路位置补正范围决定单元 124 在第 1 补正范围的边界附近决定第 2 补正范围。在此,首先,分别算出从分别位于第 1 补正范围的边界的行驶链路队列以及并行链路队列的各节点沿着链路到位于边界外的各节点为止的距离。将该距离为下述的数式 22 所算出距离 L_m 以内的范围设为第 2 补正范围。在数式 22 中, e_{bn} 表征在行驶链路队列中处于第 1 补正范围的边界的节点的位置补正量的 x 分量 Δx_{pnb} 与 y 分量 Δy_{pnb} 的合成值、即与该节点连接的第 1 补正范围内的链路的位置误差, θ_p 表征地图匹配中的方位误差的容许量。

$$[0168] \quad L_m = \frac{e_{bn}}{\tan \theta_p} = \frac{\sqrt{\Delta x_{pnb}^2 + \Delta y_{pnb}^2}}{\tan \theta_p} \dots (\text{数式 22})$$

[0169] 在步骤 517 中,链路位置补正单元 125 使用下述的数式 23 来算出处于第 2 补正范围内的各节点的位置补正量 (Δx_{ns} , Δy_{ns})。在数式 23 中, L_{ns} 表征从处于第 1 补正范围的边界的节点到该节点为止的沿着链路的距离, θ_{lb} 表征处于第 1 补正范围的边界的链路的方位。

$$[0170] \quad \begin{cases} \Delta x_{ns} = \frac{L_{ns} e_{bn} \cos \theta_{lb}}{L_m} \\ \Delta y_{ns} = -\frac{L_{ns} e_{bn} \sin \theta_{lb}}{L_m} \end{cases} \dots (\text{数式 23})$$

[0171] 在步骤 518 中,链路位置补正单元 125 将分别在上述步骤 515、517 中算出的各节点的位置补正量和该节点编号保存在地图补正量存储单元 104 内。此时,如前述那样,将这些信息保存在与该节点对应的信息包编号的存储区域中。

[0172] 接着说明本申请发明的作用效果。在使用车辆的行驶轨迹来补正链路的位置的现有的道路数据的补正方法中,在将多条道路彼此相邻而并行的并行路作为补正对象的情况下,仅补正车辆行驶的链路的位置。因此,在车辆下次行驶于该并行路时,存在会产生误匹配这样的问题。

[0173] 使用图 10 的示例在下面说明该状态。在图 10 中,例示了在主道 1001 和侧道 1002 并行的并行路中,分别表征主道 1001、侧道 1002 的链路 1003、1004 的位置被偏离地设定的情况。在这样的情况下,在现有的补正方法中,若车辆行驶于侧道 1002,则将链路 1004 的位置补正为补正后的链路 1005 的位置。于是,表征侧道 1002 的补正后的链路 1005、与表征主道 1001 的链路 1003 的位置关系发生了逆转。其结果,在下次车辆行驶于主道 1001 时,会出现不是匹配于链路 1003,而是误匹配在表征侧道 1002 的补正后的链路 1005 的情况。

[0174] 与此相对,根据以上说明那样的本发明的汽车导航装置的动作步骤,在将并行路作为补正对象的情况下,不仅补正车辆行驶的链路,与该链路并行的链路的位置也相应进行补正。由此,在下次车辆行驶于该并行路时,能防止发生误匹配。

[0175] 使用图 11 的示例在下面说明该状态。在图 11 中,与图 10 相同,例示了在主道 1001 与侧道 1002 并行的并行路中,分别表征主道 1001、侧道 1002 的链路 1003、1004 的位置被偏离地设定的情况。若车辆行驶于侧道 1002,则在本发明中,如前述那样,以车辆的行驶轨迹为基础来算出链路 1004 的位置误差。然后,如图 11 所示,将链路 1004 的位置补正为补正后的链路 1005 的位置,并使用与此同等的位置补正量将链路 1003 的位置也补正为补正后的链路 1006 的位置。如此,以相同的补正量来补正车辆的行驶链路以及与其并行的链路的位置。其结果,在下次车辆行驶于主道 1001 时,能正确地匹配到补正后的链路 1006 的位置,在下次车辆行驶于侧道 1002 时能正确地匹配到补正后的链路 1005 的位置。

[0176] 另外,根据本发明的汽车导航装置的动作步骤,在图 6 的步骤 516、517 中,在行驶链路阵列的位置误差为阈值以上的第 1 补正范围的外侧决定第 2 补正范围,补正处于该第 2 补正范围内的各节点的位置。由此,即使补正第 1 补正范围内的链路位置也能降低在与该链路连接的链路产生的方位误差。其结果,能降低对地图匹配处理中的评价量的不良影响,能防止向错误的链路的匹配。

[0177] 使用图 12 的示例在下面说明该状态。在图 12 中,例示了对链路队列 1203、1204 设定第 1 补正范围 1201 以及第 2 补正范围 1202,将这些链路队列分别补正为补正的链路队列 1205、1206 的位置的情况。此时,第 2 补正范围 1202 如前述的数式 22 所示那样,设定为沿着链路离开第 1 补正范围 1201 的边界上的节点位置补正量 1207 除以规定的方位误差容许量 1208 的正切而得到的距离 1209 的范围。另外,方位误差容许量 1208 是地图匹配中的方位误差的容许量。如此设定第 2 补正范围 1202,对该范围内的各节点位置进行补正。因此,能将通过补正第 1 补正范围 1201 内的各链路位置而产生的第 2 补正范围 1202 内的各链路的方位误差抑制在方位误差容许量 1208 以下。

[0178] 另外,在图 12 中,也可以不是基于地图匹配中的方位误差的容许量,而是基于存储于地图信息存储单元 103 中的道路信息中的链路的方位误差的偏差来设定方位误差容许量 1208。如此也能得到与上述相同的效果。

[0179] 根据本发明的汽车导航装置的动作步骤,在图 6 的步骤 512 中,通过将行驶链路队列的位置误差与规定的阈值进行比较来进行链路位置的补正实施的判定。然后,在步骤 514

中,基于该判定结果来决定第 1 补正范围。该阈值如前述那样,相当于地图匹配中的链路位置误差的容许量。由此,能使补正后链路的位置误差为地图匹配的容许量以下。由此,能降低对地图匹配处理中的评价量的不良影响,从而能防止向错误的链路的匹配。另外,也可以不是基于地图匹配中的链路位置误差的容许量,而是基于存储于地图信息存储单元 103 的道路信息中的链路的位置误差的偏差来设定该阈值。如此,也能得到与上述相同的效果。

[0180] 另外,由于不将行驶链路队列、并行链路队列的全部设为第 1 补正范围,而是如上述那样决定第 1 补正范围,因此能适当地设定第 1 补正范围。因此,缩短了链路位置的补正所需要的处理时间,并能降低进行位置补正的节点数。其结果,能抑制地图补正量存储单元 104 的容量从而降低汽车导航装置的产品成本。

[0181] 根据本发明的导航装置的动作步骤,在由用户通过行驶位置指示单元 107 输入了行驶链路信息的情况下,行驶链路判定单元 122 在图 5 的步骤 504 以及步骤 505 中接受与该链路对应的链路编号。然后,在步骤 509 中,将与该链路编号对应的链路判定为车辆的行驶链路。因此,能可靠地判定行驶链路来补正链路位置,并能在并行路上防止向错误的链路的匹配。

[0182] 另外,本发明的汽车导航装置并不限于上述说明那样的实施方式,能进行各种变形来应用。在下面,说明本发明的汽车导航装置的变形例。

[0183] (变形例 1)

[0184] 在上述实施方式中,在图 5 的步骤 508 中,求取由被判定为并行路的各链路构成的链路队列来决定并行区间的范围。但是,也可以根据并行路的汇流点或分岔点来决定并行区间。如此,也能分别适当地补正行驶链路队列以及并行链路队列的位置,能防止下一次车辆行驶于该并行路时发生误匹配。

[0185] (变形例 2)

[0186] 在上述实施方式中,在图 3 的步骤 308 中进行的向链路的地图匹配处理中,使用前述的数式 8 ~ 数式 11 来计算评价量 T 。但是,对于位置补正后的链路,也可以在数式 9 中使用补正前的链路方位来代替各链路候补点的方位 θ_1 来计算评价量 T 。如此,能除去由于位置补正而产生的链路方位的误差,从而能降低评价量 T 的误差。其结果,能防止向错误的链路的匹配。

[0187] (变形例 3)

[0188] 在上述实施方式中,补正链路位置时,如前述的图 12 所示那样,在处于第 2 补正范围内的各链路中发生与方位误差容许量 1208 相应的方位误差。由此,也可以如下述那样除去这样的补正引起的链路的方位误差。

[0189] 在图 6 的步骤 518 中,链路位置补正单元 125 对于补正对象的各节点,在地图补正量存储单元 104 中除了保存前述的节点编号以及节点的位置修正量以外,还进一步保存该节点所属的补正范围的种类(第 1 补正范围或第 2 补正范围)。地图匹配单元 112 在图 3 的步骤 308 中进行向链路的地图匹配处理时,基于该补正范围的种类来判断在步骤 305 中补正了其位置的节点属于第 1 补正范围或第 2 补正范围的哪一者。即,在与计算评价量 T 的链路候补点对应的链路的两端的节点中的至少一方的节点的位置在步骤 305 中被补正的情况下,判断该节点属于第 1 补正范围或第 2 补正范围的哪一者。

[0190] 在其结果是判断为至少一方的节点属于第 2 补正范围的情况下,取代该链路候补

点的方位 θ_1 , 使用与补正前的节点位置相应的链路方位来计算评价量 T。另一方面, 在判断为两端的节点都属于第 1 补正范围的情况下, 取代该链路候补点的方位 θ_1 , 使用与补正后的节点位置相应的链路方位来计算评价量 T。而且, 在除此以外的情况下, 取代该链路候补点的方位 θ_1 , 根据存储于地图信息存储单元 103 的道路信息所表征的各节点的节点位置来算出链路方位, 并使用该链路方位来计算评价量 T。如此, 能除去由于位置补正而产生的链路方位的误差, 从而能降低评价量 T 的误差。其结果, 能防止向错误的链路的匹配。

[0191] (变形例 4)

[0192] 在上述实施方式中, 也可以删除图 1 的地图补正量存储单元 104。这种情况下, 在图 6 的步骤 518 中, 链路位置补正单元 125 针对补正对象的各节点, 将保存于地图信息存储单元 103 中的节点位置变更为补正后的节点位置。如此也能得到与上述实施方式相同的作用效果。另外, 由于能删除地图补正量存储单元 104, 因此能降低汽车导航装置的产品成本。

[0193] (变形例 5)

[0194] 在上述实施方式中, 在图 6 的步骤 515、步骤 517 中算出节点的位置补正量时, 在与该节点连接的链路数为 3 个的情况下, 也可以如下那样构成。

[0195] 例如如图 13 所示, 考虑算出连接有链路 1301、1302 以及 1303 的节点 1304 的位置补正量的情况。另外, 设链路 1301 以及 1302 包含在行驶链路队列或并行链路队列中。这种情况下, 使节点 1304 沿着未包含在行驶链路队列或并行链路队列中的链路 1303 的方向移动到补正后的节点 1305 的位置。然后, 根据该补正后的节点 1305 的位置, 使链路 1301、1302 分别移动到分别补正后的链路 1306、1307 的位置, 并使链路 1303 移动。如此, 补正后的链路 1303 由于其方位不会发生变化, 因此不会产生方位误差。其结果, 能不给地图匹配带来不良影响, 能防止误匹配。

[0196] (变形例 6)

[0197] 另外, 在上述实施方式中, 在图 6 的步骤 515、步骤 517 中算出节点的位置补正量时, 在与该节点连接的链路的数量为 4 个以上的情况下, 也可以使用下述的数式 24 ~ 数式 26。具体地, 反复计算数式 24 ~ 数式 26, 算出与连接于该节点的各链路的方位变化量的平方和相当的数式 24 的 E_j 的值成为最小的位置补正量 (x_d, y_d) 。在数式 24 ~ 数式 26 中, m 表征与该节点连接的链路的数量, (x_{n0}, y_{n0}) 表征该节点的位置, (x_{ni}, y_{ni}) 分别表征在与该节点连接各链路处于与该节点相反侧的各节点的位置, j 表征反复计算的次数。

$$[0198] \quad E_j = \sum_{i=1}^m \left(\tan^{-1} \frac{y_{n0} + y_{dj} - y_{ni}}{x_{n0} + x_{dj} - x_{ni}} - \tan^{-1} \frac{y_{n0} - y_{ni}}{x_{n0} - x_{ni}} \right)^2 \dots (\text{数式 24})$$

$$[0199] \quad \begin{bmatrix} x_{dj+1} \\ y_{dj+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{dj} \\ y_{dj} \end{bmatrix} + (B^T B) B^T (E_j - E_{j-1}) \dots (\text{数式 25})$$

$$[0200] \quad B = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \left(\tan^{-1} \frac{y_{n0} + y_{dj} - y_{ni}}{x_{n0} + x_{dj} - x_{ni}} - \tan^{-1} \frac{y_{n0} - y_{ni}}{x_{n0} - x_{ni}} \right) \frac{(y_{n0} + y_{dj} - y_{ni})^2}{(x_{n0} + x_{dj} - x_{ni})^2 - (y_{n0} + y_{dj} - y_{ni})^2} \\ - \sum_{i=1}^m \left(\tan^{-1} \frac{y_{n0} + y_{dj} - y_{ni}}{x_{n0} + x_{dj} - x_{ni}} - \tan^{-1} \frac{y_{n0} - y_{ni}}{x_{n0} - x_{ni}} \right) \frac{y_{n0} + y_{dj} - y_{ni}}{(x_{n0} + x_{dj} - x_{ni})^2 - (y_{n0} + y_{dj} - y_{ni})^2} \end{bmatrix}$$

[0201] ... (数式 26)

[0202] 另外,在上述的说明中,在与节点连接的链路数量为 4 个以上的情况为例进行了说明,但在与节点连接的链路数量不足 4 个、即为 2 个或 3 个的情况下也能应用本变形例。

[0203] (变形例 7)

[0204] 在上述实施方式中,也可以删除图 1 的传感器单元 102,并删除图 2 的步骤 202 中的传感器单元 102 的处理。这种情况下,在步骤 203 的位置推定处理中,优选位置推定单元 111 在前述的数式 1 ~ 数式 7 中将与传感器单元 102 的测定值相关的要素作为不需要要素而删除。即,在数式 1 ~ 数式 7 中,从状态量向量 $\eta(t)$ 、矩阵 F 、矩阵 G 、状态迁移矩阵 $\Phi(\Delta t, \alpha a, \alpha \omega)$ 以及 $Q(k)$ 的各自中删除与俯仰角 $\varphi(t)$ 关联的要素。另外,从观测量向量 y 、矩阵 H 以及观测噪声矩阵 R 的各自中删除与传感器速度 $v_s(t)$ 、传感器角速度 $\omega_s(t)$ 、传感器加速度 $g_s(t)$ 关联的要素。由此,由于能削减传感器单元 102 以及计算处理量,因此能降低汽车导航装置的产品成本。

[0205] (变形例 8)

[0206] 在上述实施方式中,也可以将图 5 的步骤 504、步骤 505 以及步骤 506 的次序如图 14 所示那样变更为步骤 506、步骤 504、步骤 505 的顺序。这种情况下,在步骤 505 结束后前进到步骤 508。如此,行驶链路判定单元 122 在步骤 506 中判定为车辆的行驶链路是并行路的情况下,能在步骤 505 中从行驶位置指示单元 107 取得行驶道路的链路编号,并在步骤 509 判定行驶链路队列以及并行链路队列。并且,链路位置补正单元 125 能针对还包含车辆前方在内的该行驶链路队列以及并行链路队列,在图 6 的步骤 515 以及步骤 517 中算出节点位置的补正量来补正链路的位置。其结果,即使在车辆初次行驶的并行路中链路的位置误差较大的情况下,也能匹配到正确的链路。

[0207] 在本变形例中,在车辆行驶于存储在地图信息存储单元 103 的道路信息中有位置偏离的并行路上时,在用户使用行驶位置指示单元 107 指示了与车辆的行驶位置对应的道路时,能由行驶链路判定单元 122 即刻进行行驶链路队列和并行链路队列的判定。其结果,能由链路位置补正单元 125 即刻补正行驶链路队列以及并行链路队列的位置,能根据该补正后的位置来在显示于画面声音输出单元 105 的道路地图上分别移动行驶链路队列以及并行链路队列。

[0208] (变形例 9)

[0209] 在上述的实施方式中,在图 5 以及图 14 的步骤 502 中,即使考虑道路脱离判定结果,也能检测并行路。即,在图 3 的步骤 309 中判定为道路行驶,且在算出了相对于第 1 链路候补点的距离、方位差以及角度的其它的链路候补点中,存在满足该距离以及方位差分别为规定的阈值以内且该角度处于 90° 起的规定的范围内的条件的链路候补点的情况下,判定为与第 1 链路候补点对应的链路和与该链路候补点对应的链路是彼此并行的并行路。

[0210] (变形例 10)

[0211] 在上述实施方式中,在图 5 的步骤 515 中,求取从包含在第 1 补正范围内的并行链路队列的各节点向行驶链路队列垂下垂线的点,在该点的双侧求取靠近该点的行驶链路内的 2 个节点。即使 L_{mp1} 以及 L_{mp2} 分别是该点到靠近该点的行驶链路队列内的 2 个节点为止的距离,也能算出包含在并行链路队列中的该节点的位置补正量。

[0212] (变形例 11)

[0213] 在上述实施方式中,在图 5 以及图 6、图 14 以及图 6 的流程图中,在道路脱离结果是道路脱离的情况下,也可以不算出节点位置的补正量。具体地,在图 5 的步骤 503 和步骤 504 之间、步骤 504 和步骤 506 之间、或者图 14 的步骤 503 和步骤 506 之间,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正,前进到步骤 206。

[0214] (变形例 12)

[0215] 另外,在上述实施方式中,在图 5 或图 14 的步骤 507 中判定为没有未判定行驶链路队列的并行路的情况下,也可以进行图 15 的流程图所示的动作步骤。如此,能补正不是并行路的道路的链路的位置。在本实施方式中,在图 15 的步骤 1512、1513 中,在行驶链路队列的位置误差为阈值以上的第 3 补正范围的外侧决定第 4 补正范围,对处于该第 4 补正范围内的各节点的位置进行补正。由此,即使补正第 3 补正范围内的链路位置也能降低在与该链路连接的链路中产生的方位误差。其结果,能降低对地图匹配处理中的评价量的不良影响,能防止向错误的链路的匹配。

[0216] 下面说明图 15 的流程图所示的动作步骤。

[0217] 在步骤 1501 中,行驶链路判定单元 122 判定是否由用户对行驶位置指示单元 107 进行了行驶链路信息的输入。在有行驶链路信息的输入的情况下前进到步骤 1502,在没有行驶链路信息的输入的情况下前进到步骤 1503。

[0218] 在步骤 1502 中,行驶链路判定单元 122 接受并存储从行驶位置指示单元 107 发送来的行驶道路的链路编号、即由用户作为行驶链路而输入的道路的链路编号。

[0219] 在步骤 1503 中,行驶链路判定单元 122 在当前的道路脱离判定结果是道路行驶的情况下,前进到步骤 1504。在当前的道路脱离判定结果是道路脱离的情况下,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正并前进到步骤 206。

[0220] 在步骤 1504 中,行驶链路判定单元 122 在每隔图 3 的步骤 307 所示的规定的距离而反复执行图 5、图 6、图 15 的步骤 502 以后的处理时,判定从前一次的处理到当前之间是否通过了分岔。在通过了分岔的情况下,前进到步骤 1505。在未通过分岔的情况下,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正,并前进到步骤 206。

[0221] 在步骤 1505 中,行驶链路判定单元 122 进行行驶链路队列的判定。在此,判定从前次实施图 15 的步骤 1505 的第 1 链路候补点的链路到当前的第 1 链路候补点的链路是否相连。在各第 1 链路候补点的链路相连的情况下,将包含存在第 1 链路候补点的链路在内的链路队列判定为车辆的行驶链路队列。另一方面,在各第 1 链路候补点的链路未相连、且从行驶位置指示单元 107 取得了行驶道路的链路编号的情况下,将包含与该链路编号对应的链路在内的链路队列判定为车辆的行驶链路队列。另外,在各第 1 链路候补点的链路未相连、且未从行驶位置指示单元 107 取得行驶道路的链路编号的情况下,不进行行驶链路队列的判定。在此,基于某链路的起点是否与另外的链路的终点的链路编号相同来判定链路是否相连。

[0222] 在步骤 1506 中,行驶链路判定单元 122 判定在步骤 1505 是否判定出行驶链路队列。在判定出行驶链路队列的情况下,前进到步骤 1507。另一方面,在未判定出行驶链路队列的情况下,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正并前进到步骤 206。

[0223] 在步骤 1507 中,链路位置补正实施判定单元 123 算出行驶链路队列的位置误差。

在此,针对行驶链路队列上的各链路候补点算出和与该链路候补点对应的推定位置、即求取了该链路候补点时的推定位置之间的距离。另外,在此算出的距离相当于行驶链路队列相对于各推定位置的位置误差。

[0224] 在步骤 1508 中,链路位置补正实施判定单元 123 基于在步骤 1507 算出的行驶链路队列的位置误差来进行链路位置的补正实施的判定。在此,将作为行驶链路队列相对于各推定位置的位置误差而算出的各距离分别与规定的阈值进行比较,在其中哪怕有 1 个为规定的阈值以上的情况下,判定为实施链路位置的补正。另一方面,在行驶链路队列的位置误差都不足阈值的情况下,判定为不实施链路位置的补正。另外,在该判定中使用的阈值如前述那样相当于地图匹配中的链路位置误差的容许量。

[0225] 在步骤 1509 中,链路位置补正实施判定单元 123 对是否在步骤 1508 中判定为实施链路位置的补正进行判断。在判定为实施链路位置的补正的情况下前进到步骤 1510,在判定为不实施链路位置的补正的情况下,结束图 2 的步骤 205 的链路位置的补正并前进到步骤 206。

[0226] 在步骤 1510 中,链路位置补正范围决定单元 124 基于车辆的行驶轨迹来决定补正链路位置的第 3 补正范围。在此,将行驶链路队列中位置误差超过阈值的范围决定为第 3 补正范围。更具体地,在行驶链路队列中包含的各链路中确定分别与步骤 1508 中判定为位置误差为阈值以上的链路候补点对应的 1 或 2 条以上的链路。然后,将包含所有这些链路的范围设定为第 3 补正范围。

[0227] 在步骤 1511 中,链路位置补正单元 125 算出针对包含在第 3 补正范围内的行驶链路队列的节点位置的补正量。在此,对于行驶链路队列的各链路分别算出该链路上的各链路候补点和与其对应的各推定位置之间的距离,将它们的平均设为该链路的位置误差 e_1 。然后,使用前述的数式 19 以及数式 20 来算出包含在行驶链路队列中的各节点的位置补正量 ($\Delta x_m, \Delta y_m$)。

[0228] 在步骤 1512 中,链路位置补正范围决定单元 124 在第 3 补正范围的边界附近决定第 4 补正范围。在此,首先分别算出从分别位于第 3 补正范围的边界的行驶链路队列的各节点沿着链路直到位于边界外的各节点为止的距离。将该距离为数式 22 所算出的距离 L_m 以内的范围设为第 4 补正范围。在此,在数式 22 中, e_{bn} 表征在行驶链路队列中处于第 3 补正范围的边界的节点的位置补正量的 x 分量 Δx_{pnb} 与 y 分量 Δy_{pnb} 的合成值、即与该节点连接的第 3 补正范围内的链路的位置误差, θ_p 表征地图匹配中的方位误差的容许量。

[0229] 在步骤 1513 中,链路位置补正单元 125 使用数式 23 来算出处于第 4 补正范围内的各节点的位置补正量 ($\Delta x_{ns}, \Delta y_{ns}$)。在此,在数式 23 中, L_{ns} 表征从处于第 3 补正范围的边界的节点到该节点为止的沿着链路的距离, θ_{1b} 表征处于第 3 补正范围的边界的链路的方位。

[0230] 在步骤 1514 中,链路位置补正单元 125 将在步骤 1511、1513 中算出的各节点的位置补正量和其节点编号保存在地图补正量存储单元 104 内的与该节点对应的信息包编号的存储区域中。

[0231] (变形例 13)

[0232] 在变形例 12 的实施方式中,在补正链路位置时,在处于第 4 补正范围内的各链路,发生与方位误差容许量相应的方位误差。由此,也可以如下述那样除去这样的补正引起的

链路的方位误差。

[0233] 在图 15 的步骤 1514 中, 链路位置补正单元 125 对于补正对象的各节点, 在地图补正量存储单元 104 中除了保存前述的节点编号以及节点的位置修正量以外, 还进一步保存该节点所属的补正范围的种类 (第 3 补正范围或第 4 补正范围)。地图匹配单元 112 在图 3 的步骤 308 中进行向链路的地图匹配处理时, 基于该补正范围的种类来判断在步骤 305 中补正了其位置的节点属于第 3 补正范围或第 4 补正范围的哪一者。即, 在与计算评价量 T 的链路候补点对应的链路的两端的节点中的至少一方的节点的位置在步骤 305 中被补正的情况下, 判断该节点属于第 3 补正范围或第 4 补正范围的哪一者。

[0234] 在其结果是判断为至少一方的节点属于第 4 补正范围的情况下, 取代该链路候补点的方位 θ_1 , 使用与补正前的节点位置相应的链路方位来计算评价量 T。另一方面, 在判断为两端的节点都属于第 3 补正范围的情况下, 取代该链路候补点的方位 θ_1 , 使用与补正后的节点位置相应的链路方位来计算评价量 T。而且, 在除此之外的情况下, 取代该链路候补点的方位 θ_1 , 根据存储于地图信息存储单元 103 的道路信息所表征的各节点的节点位置来算出链路方位, 并使用该链路方位来计算评价量 T。如此, 能除去由于位置补正而产生的链路方位的误差, 从而能降低评价量 T 的误差。其结果, 能防止向错误的链路的匹配。

[0235] (变形例 14)

[0236] 在上述实施方式中, 地图补正量存储单元 104 除了存储节点的位置补正量及其节点编号以外, 还进一步存储该节点的补正次数。在图 6 的步骤 515、517、图 15 的步骤 1511、1513 中, 在地图补正量存储单元 104 中搜索是否存储了算出位置补正量的节点的位置补正量, 在未存储算出位置补正量的节点的位置补正量的情况下, 使用数式 19 以及数式 20、数式 21 或数式 23 来算出节点的位置补正量。在存储了算出位置补正量的节点的位置补正量的情况下, 使用数式 19 以及数式 20、数式 21、或者数式 23 来算出节点的位置补正量, 并读入该节点的位置补正量、节点编号以及补正次数, 使用数式 27 来算出节点的位置补正量 ($\Delta x_{na}, \Delta y_{na}$)。在此, ($\Delta x_{nm}, \Delta y_{nm}$) 以及 n_m 表征存储在地图补正量存储单元 104 中的节点的位置补正量以及补正次数, ($\Delta x_{nc}, \Delta y_{nc}$) 表征在图 6 的步骤 515、517、图 15 的步骤 1511、1513 中使用数式 19 以及数式 20、数式 21、或数式 23 而算出的节点的位置补正量。

$$[0237] \quad \begin{bmatrix} \Delta x_{na} \\ \Delta y_{na} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{n_m \Delta x_{nm} + \Delta x_{nc}}{n_m + 1} \\ \frac{n_m \Delta y_{nm} + \Delta y_{nc}}{n_m + 1} \end{bmatrix} \dots (\text{数式 } 27)$$

[0238] 在图 6 的步骤 518 以及图 15 的步骤 1514 中, 链路位置补正单元 125 除了在图 6 的步骤 515、517、图 15 的步骤 1511、1513 中算出的各节点的位置补正量及其节点编号之外, 还进一步将该节点的补正次数保存在地图补正量存储单元 104 内的与该节点对应的信息包编号的存储区域中。在此, 在节点的位置补正量存储于地图补正量存储单元 104 中的情况下, 保存在所存储的补正次数加上 1 的值, 在节点的位置补正量未存储于地图补正量存储单元 104 中的情况下, 将补正次数保存为 1。在本实施方式中, 由于能使用补正次数的量的节点的位置补正量来进行平均, 因此, 提高了节点的位置补正量的精度。

[0239] (变形例 15)

[0240] 在上述实施方式中,也可以取代在图 3 的步骤 308 中算出评价量 T 的数式 9、以及在步骤 309 中算出检验量 T_p 的数式 13 中使用的链路候补点的位置 (x_1, y_1) ,考虑链路 1603 的宽度以及车辆的行驶方向,如图 16 所示那样,使用配置于距推定位置 1601 最近的车道的中央的位置 1602 (x_{11}, y_{11}) 。使用本实施方式时,由于能考虑道路的宽度来算出推定位置与链路候补点的距离 1604,因此评价量 T 的精度变佳,能降低向错误的链路的误匹配。

[0241] 另外,在以上说明的实施方式以及各变形例中,说明了搭载于车辆而使用的汽车导航装置的示例,但本发明并不限于此,能应用于搭载于车辆以外的各种移动体而使用的导航装置中。另外,还能应用于搭载于移动体而使用的导航装置以外的各种的信息终端,例如便携式电话、智能手机、个人计算机等中。

[0242] 以上说明的实施方式、变形例终归只是一例,只要不损害发明的特征,本发明就不受到这些内容的限定。

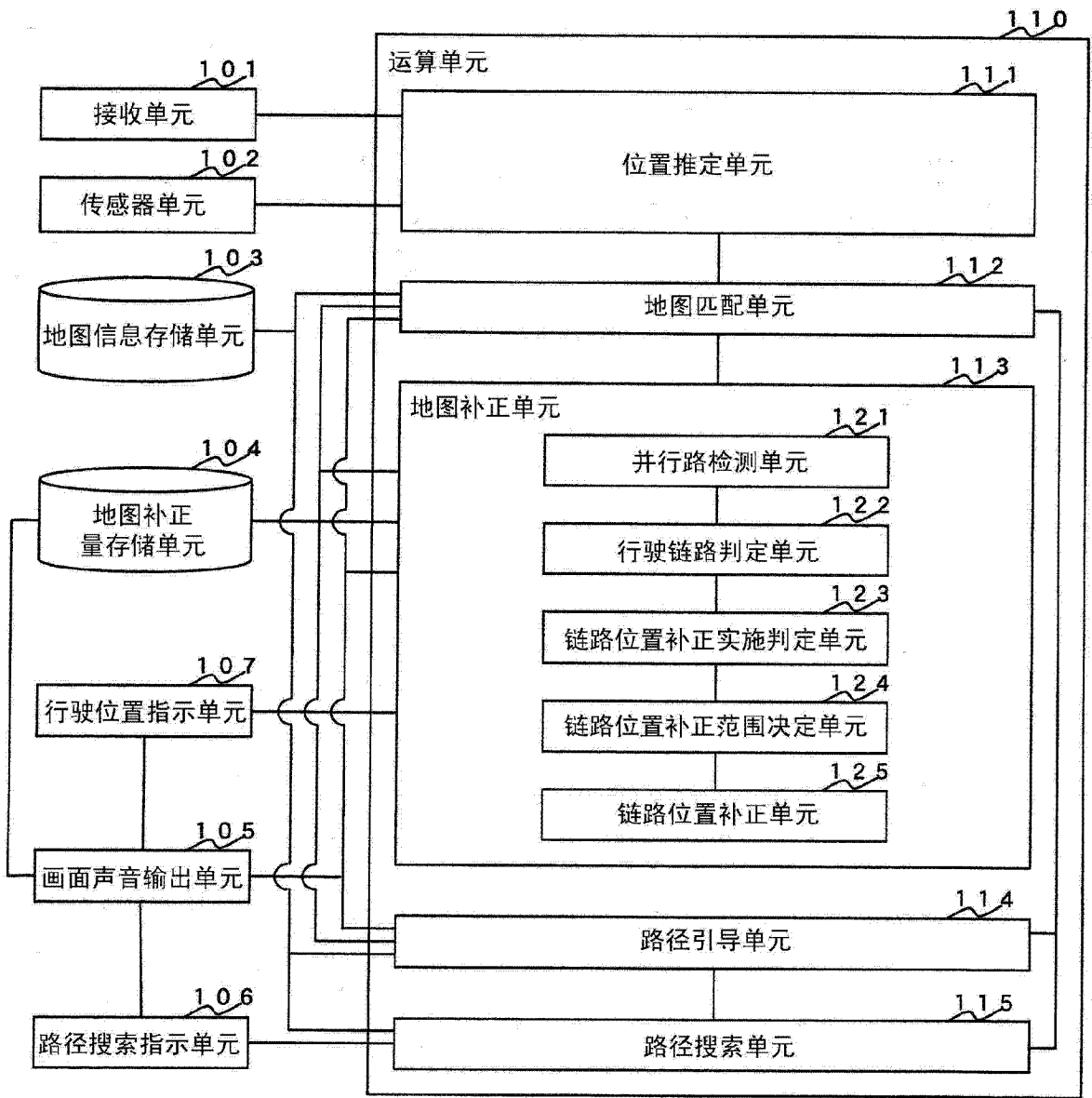


图 1

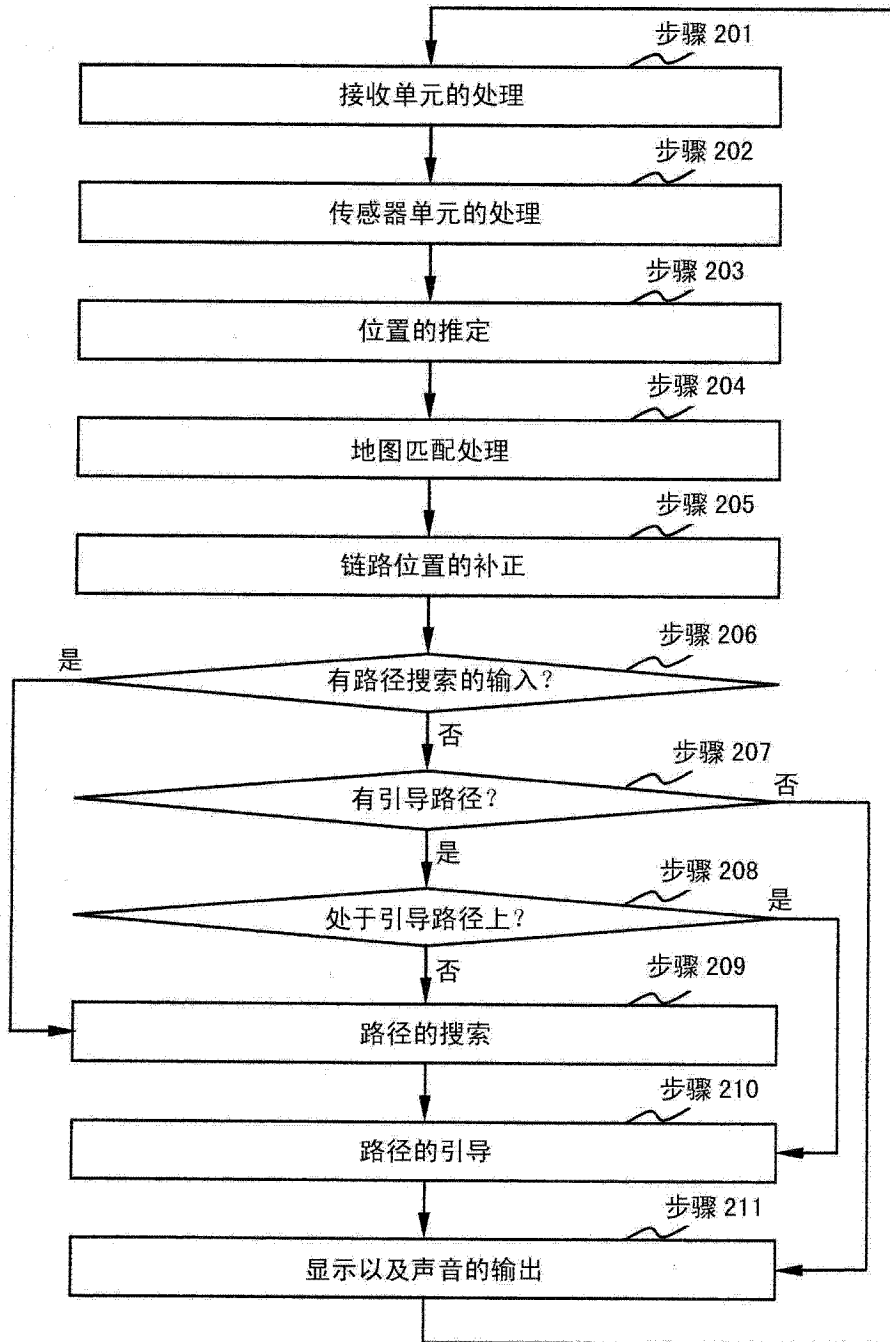


图 2

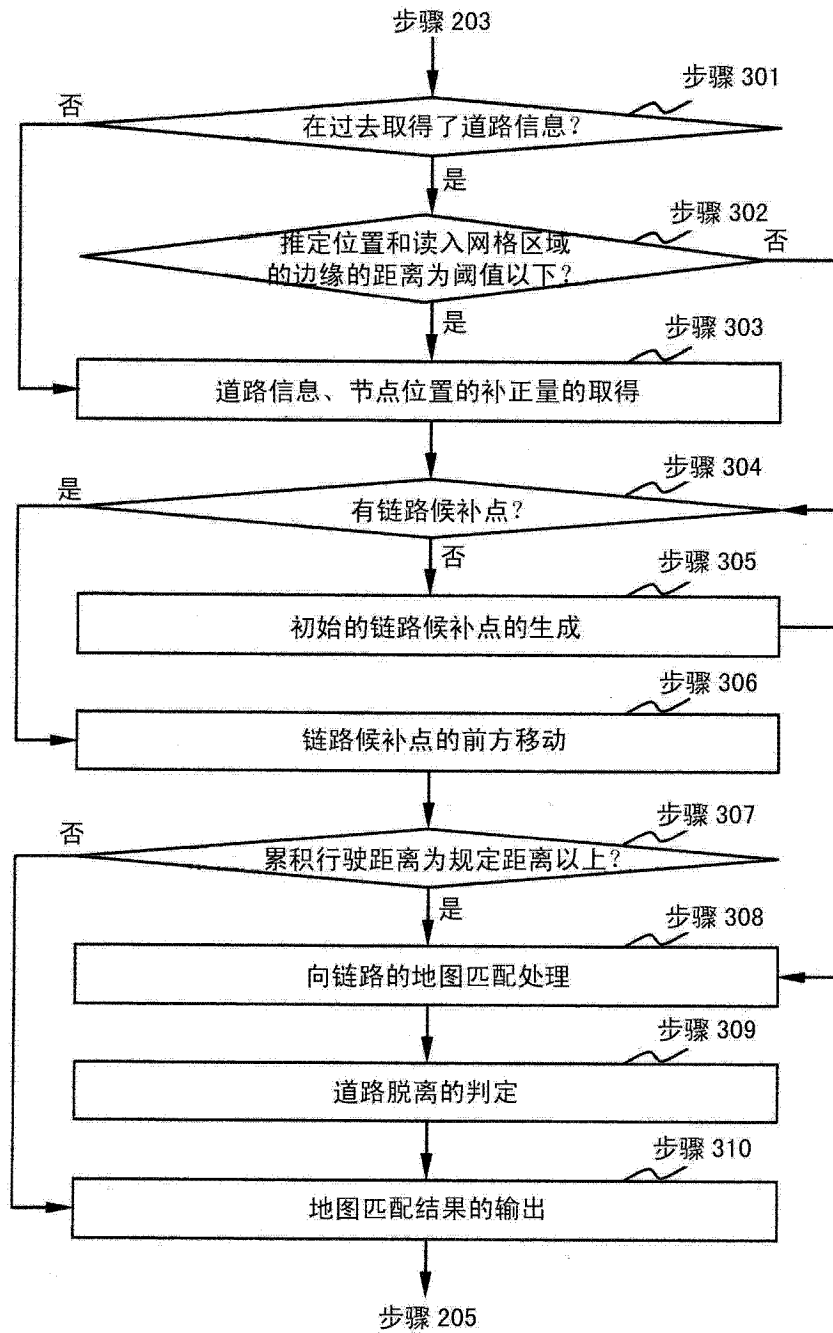


图 3

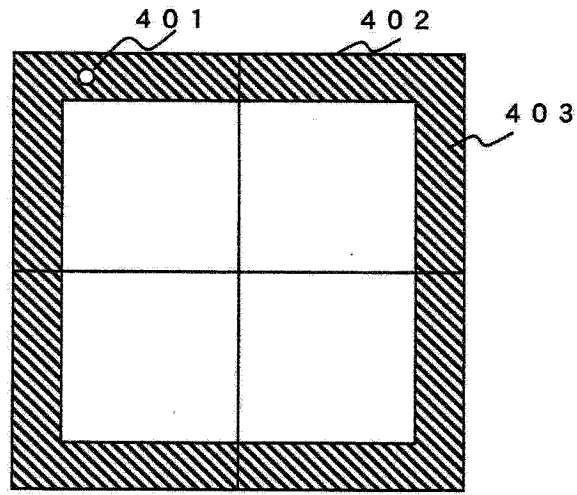


图 4

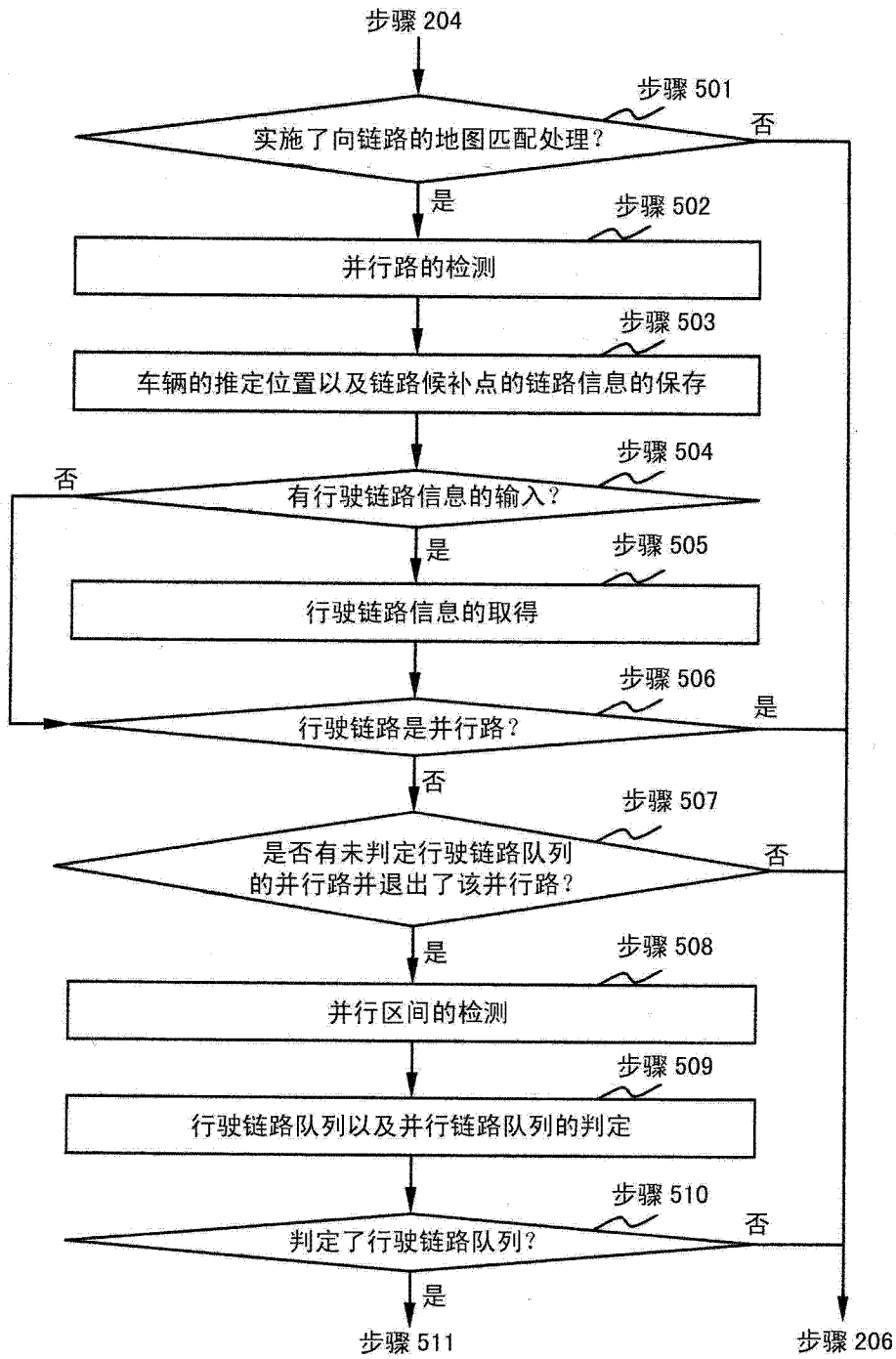


图 5

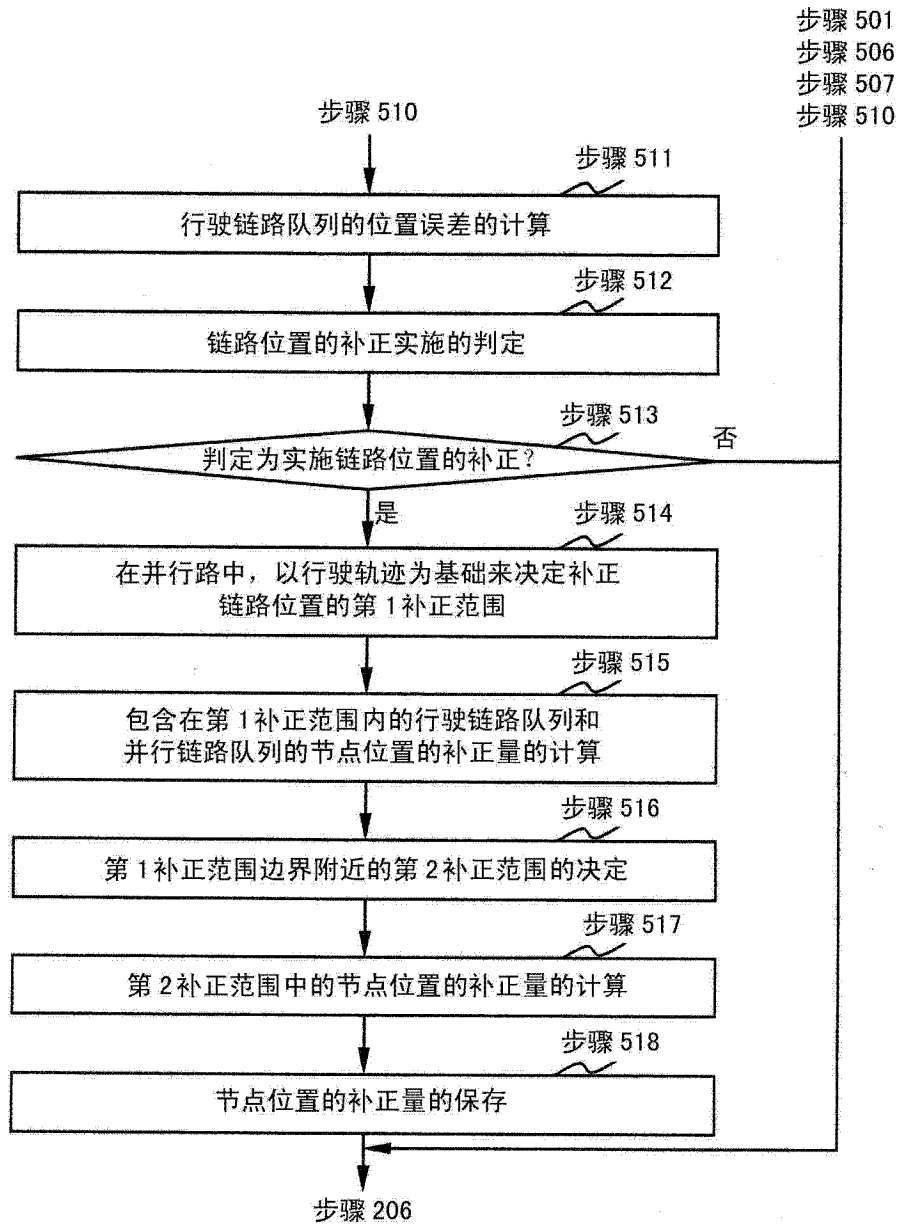


图 6

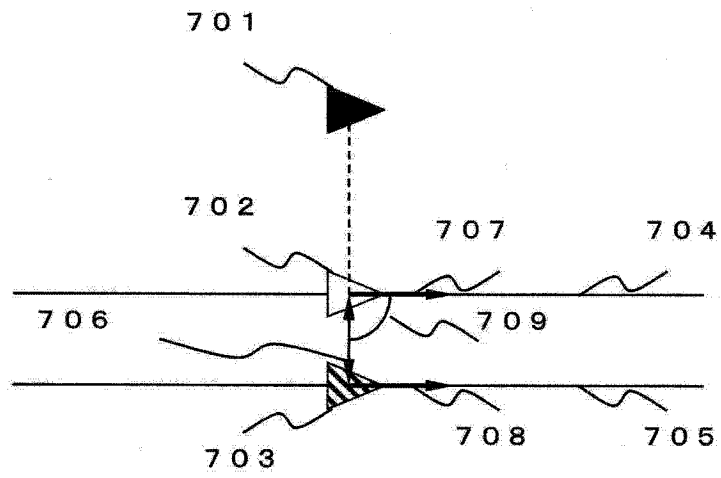


图 7

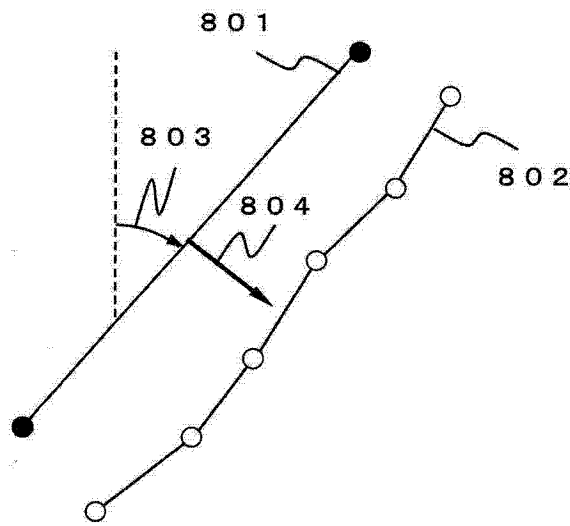


图 8

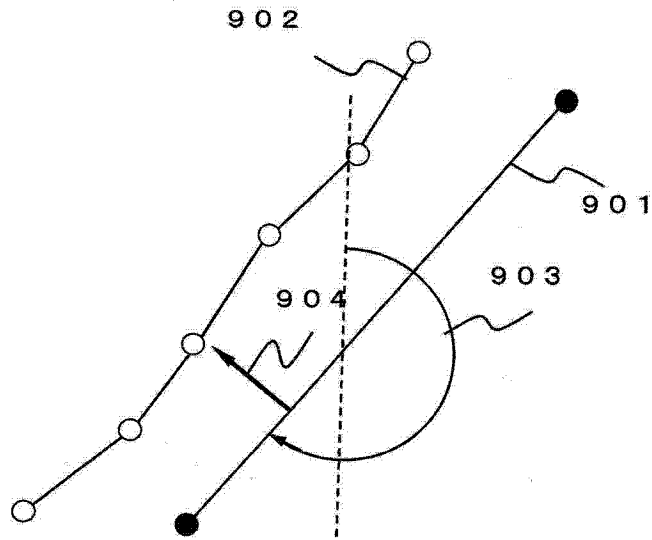


图 9

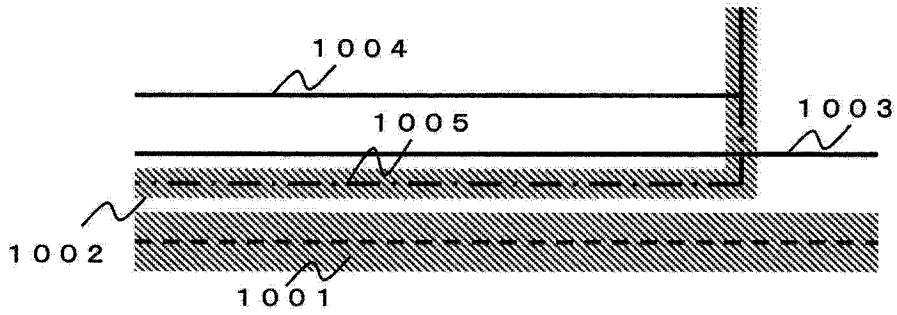


图 10

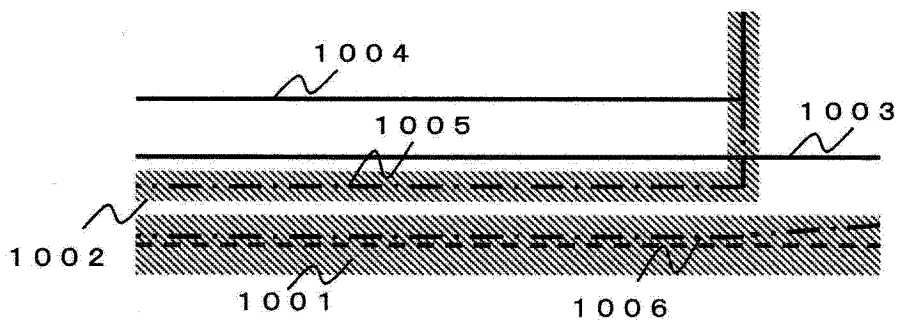


图 11

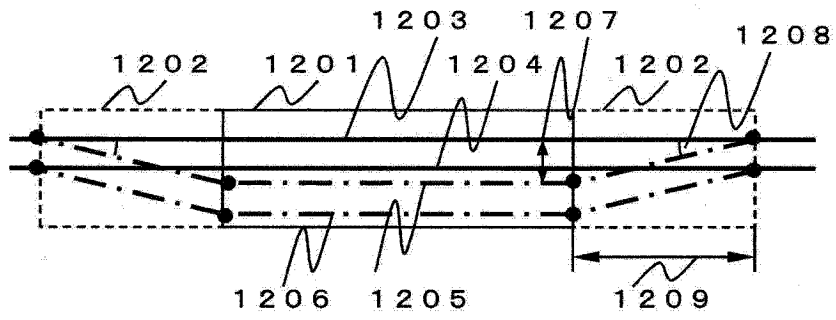


图 12

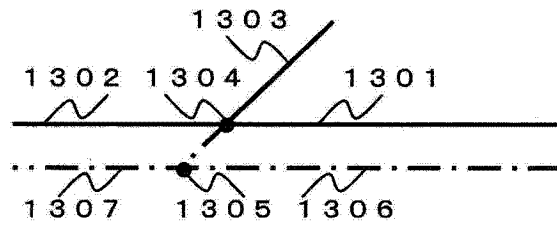


图 13

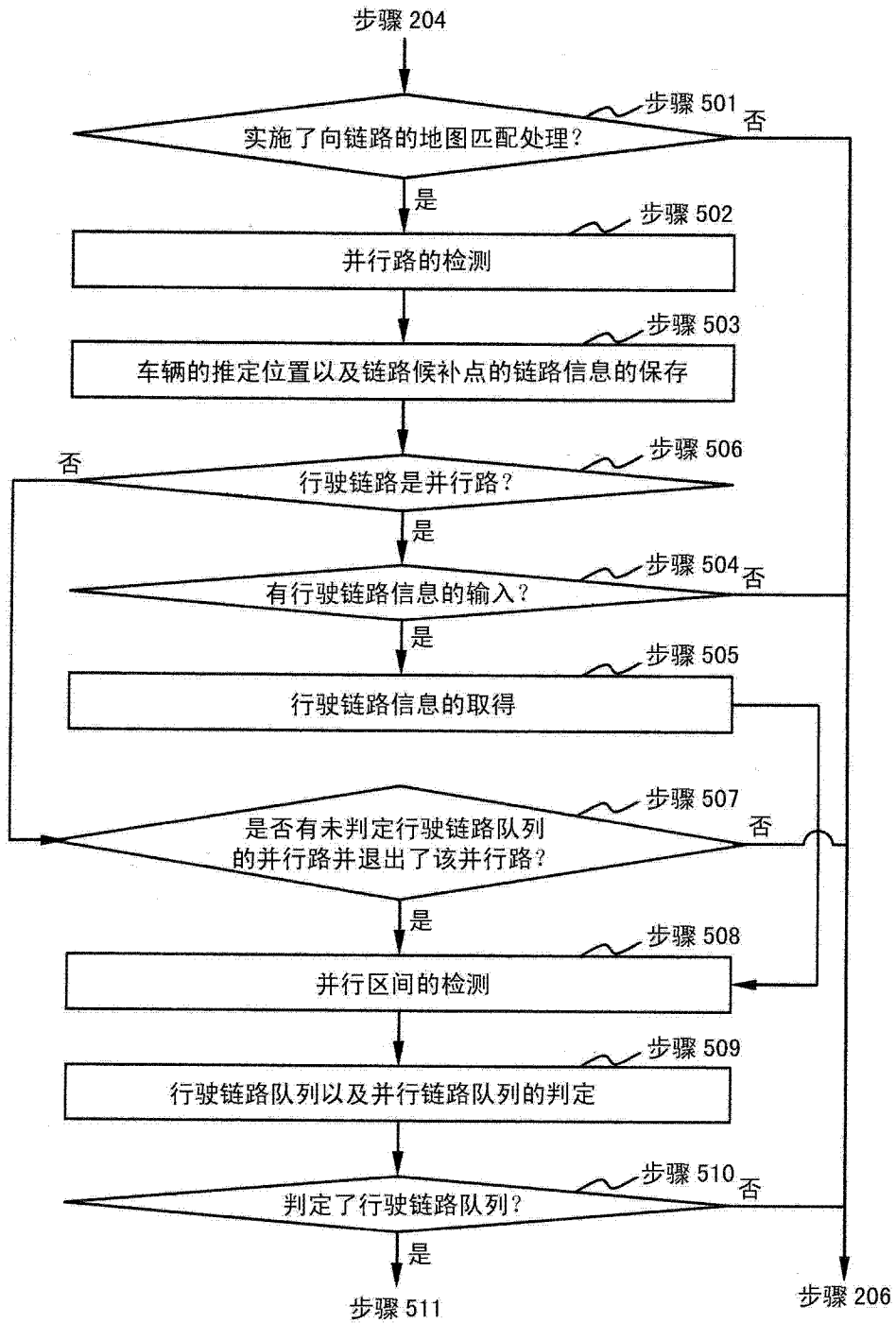


图 14

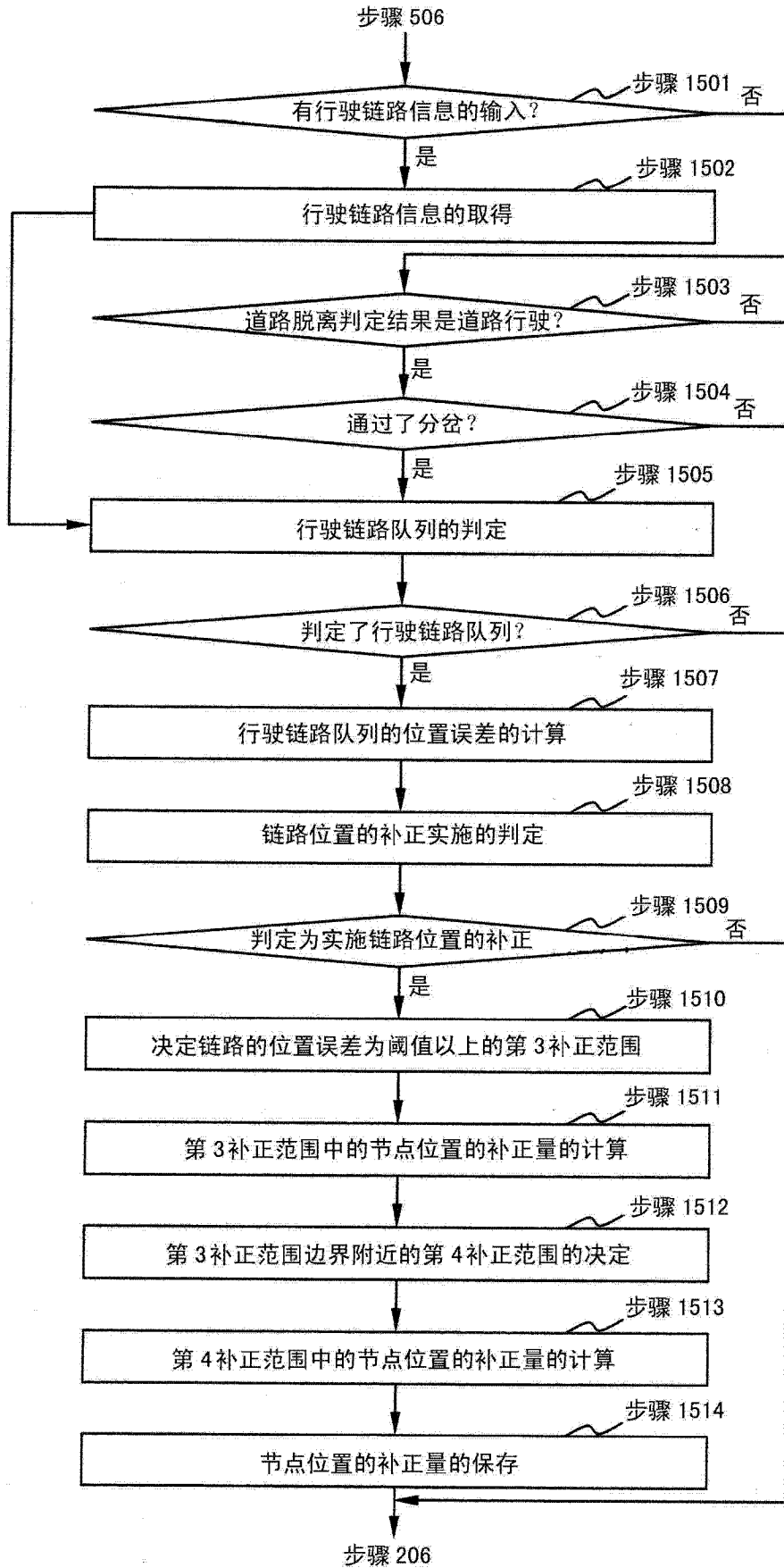


图 15

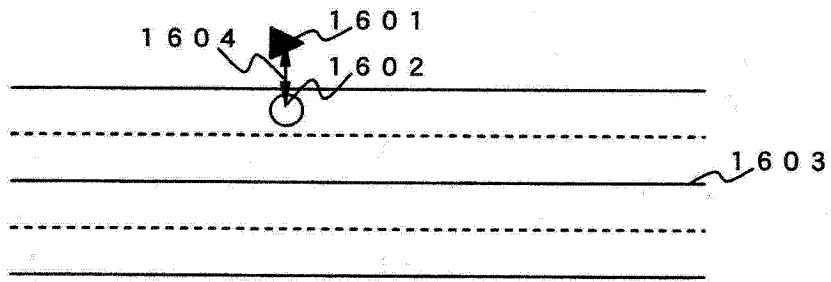


图 16