



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101819042 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201010121785. X

JP 2006284499 A, 2006. 10. 19,

(22) 申请日 2010. 02. 11

JP 2008032500 A, 2008. 02. 14,

(30) 优先权数据

审查员 马丽

2009-043791 2009. 02. 26 JP

(73) 专利权人 爱信艾达株式会社

地址 日本爱知县安城市

(72) 发明人 大桥裕介 榎大介 安藤洋平

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 向勇 浦柏明

(51) Int. Cl.

G01C 21/26 (2006. 01)

G01C 21/30 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009287410 A1, 2009. 11. 19,

CN 101017200 A, 2007. 08. 15,

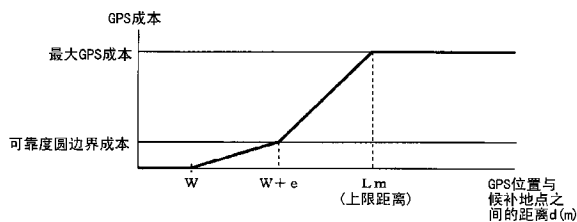
权利要求书2页 说明书16页 附图10页

(54) 发明名称

导航装置及导航方法

(57) 摘要

提供一种导航装置及导航方法,减少错误匹配,并且使错误匹配尽早得以修正。由于在通过狭小角度分岔路口时,仅通过推算航法难以可靠地匹配修正至正确的道路,所以在各候补地点的成本计算中,在通过通常的成本计算而得出的通常成本上加上对应于与GPS坐标相距的距离的GPS成本,来快速地向正确道路进行匹配处理。此时,由于可以想到GPS坐标存在误差,另外,还可以想到车辆在宽度宽的道路上,在离开DB道路链的位置上行驶,所以考虑GPS的可靠度以及宽度算出成本。



1. 一种导航装置,通过对设定在道路上的候补地点进行成本计算,确定可能性最高的候补地点,并将车辆位置匹配修正至所确定的可能性最高的候补地点,其特征在于,具有:

推算位置取得单元,通过推算航法取得车辆的推算位置;

GPS 位置取得单元,通过 GPS 取得车辆的 GPS 位置;

候补地点设定单元,在存在于所述推算位置的周边的道路上,设定车辆位置的候补地点;

通常成本算出单元,对于各所述候补地点,根据所述推算位置与各候补地点之间的位置关系,算出与所述推算位置相对应的候补地点的通常成本;

修正成本算出单元,对于各所述候补地点,算出修正成本,所述修正成本与从所述 GPS 位置和候补地点之间的距离(d)减去设定有所述候补地点的道路的宽度(W)所得出的第一值(L1)相对应;

可能性最高的候补地点确定单元,根据各所述候补地点的所述通常成本和所述修正成本的合计成本,确定可能性最高的候补地点。

2. 如权利要求 1 所述的导航装置,其特征在于,具有:

假想最大误差算出单元,取得假想最大误差(e),其中,所述假想最大误差(e)表示相对于所述 GPS 位置的误差范围的距离,

算出单元,算出从所述第一值(L1)减去所述假想最大误差(e)所得出的第二值(L2);

所述修正成本算出单元在所述第二值(L2)是负值的情况下,将所述第一值(L1)乘以第一比例常数所得出的值作为修正成本,

在所述第二值(L2)是正值的情况下,将所述第二值(L2)乘以比所述第一比例常数大的第二比例常数所得出的值,与所述假想最大误差(e)乘以第一比例常数所得出的值相加而得到的值作为修正成本。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的导航装置,其特征在于,

所述修正成本算出单元在所述第一值(L1)是负值的情况下,将修正成本设为零。

4. 如权利要求 2 所述的导航装置,其特征在于,

所述假想最大误差(e)是基于所述 GPS 的精度衰减因子得出的误差圆的半径。

5. 如权利要求 2 所述的导航装置,其特征在于,

所述假想最大误差(e)是与可靠度相对应的距离,其中,所述可靠度是基于精度衰减因子、所述推算位置与 GPS 位置间的距离、根据推算位置的轨迹所得出的方位和根据 GPS 位置的轨迹所得出的方位之差来算出的。

6. 一种导航方法,通过对设定在道路上的候补地点进行成本计算,确定可能性最高的候补地点,并将车辆位置匹配修正至所确定的可能性最高的候补地点,其特征在于,通过计算机执行如下步骤:

推算位置取得步骤,通过推算航法取得车辆的推算位置;

GPS 位置取得步骤,通过 GPS 取得车辆的 GPS 位置;

候补地点设定步骤,在存在于所述推算位置的周边的道路上,设定车辆位置的候补地点;

通常成本算出步骤,对于各所述候补地点,根据所述推算位置与各候补地点之间的位置关系,算出与所述推算位置相对应的候补地点的通常成本;

修正成本算出步骤,对于各所述候补地点,算出修正成本,所述修正成本与从所述 GPS 位置和候补地点之间的距离(d)减去设定有所述候补地点的道路的宽度(W)所得出的第一值(L1)相对应;

可能性最高的候补地点确定步骤,根据各所述候补地点的所述通常成本和所述修正成本的合计成本,确定可能性最高的候补地点。

## 导航装置及导航方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及导航装置及导航方法,详细地说涉及导航中的地图匹配。

[0002] 背景技术

[0003] 装载在车辆上并且用于搜索到达目的地的行驶路径来引导车辆的导航装置已广泛普及。

[0004] 在该导航装置中,确定车辆的当前位置,并在地图上显示车辆的当前位置或进行行驶引导。

[0005] 为了确定当前位置,使用陀螺传感器、车速脉冲传感器、加速度传感器等传感器类,并通过推算航法,根据这些传感器的信息制作推算轨迹。根据推算轨迹和储存在 DB 中的道路信息,进行形状匹配处理,将一致的位置确定为当前位置,并在确定的当前位置上显示用于表示自身车辆位置的当前位置标记。

[0006] 作为匹配处理的方法,根据各种信息,对各个匹配候补赋予用于表示正确几率的成本值,并通过对成本值进行比较,来匹配修正至成本值最小的匹配候补位置。

[0007] 另一方面,为了测定车辆的绝对位置(纬度、经度),使用 GPS,但 GPS 信息用于在 GPS 精度高时进行的上述传感器的学习,在通常的进行当前位置更新时的位置修正等处理中并不始终使用上述 GPS 信息。这是因为,由于多路径(multi path)等的干扰,有时使精度恶化,这是 GPS 的弱点。

[0008] 在这样的通过推算航法来确定当前位置的处理中,例如,在多条道路所成的角度为规定角以下即以狭小角度分岔(狭小角度分岔)等情况下,由于如下理由,易于发生当前位置的错误匹配处理。

[0009] 由于在进行匹配处理时优选根据道路类别和道路链形状等判断出的顺道的道路,所以自身车辆在与顺道的道路不同的其他道路上前进的时,结果会导致错误匹配。

[0010] 另外,有时由于推算轨迹的方位误差而错误地匹配修正至错误的道路。

[0011] 而且,由于在 DB 中实际上用线(道路链)表示有宽度的道路,所以有时实际的行驶路径与道路链形状不一致,即使将推算轨迹与道路链形状进行比较,也有时不能够匹配修正为正确的道路。

[0012] 而且,如果在狭小角度分岔路口处进行了错误匹配处理,则由于如下理由,有时恢复(匹配修正至正确的道路上)比较慢。

[0013] 即,在通过狭小角度分岔路口后的两道路大致平行时,即使将推算轨迹和道路链形状进行比较也没有差异,所以难于恢复至正确的道路上。

[0014] 另外,有时修正为显示用推算轨迹与进行了错误匹配的道路链重叠,此时,更加难于恢复至正确的道路上。

[0015] 为了避免这样的通过狭小角度分岔路口后的错误匹配处理,在专利文献 1 中提出了使用 GPS 的定位点的技术。

[0016] 在该专利文献 1 中,设定误差圆,所述误差圆以 GPS 定位点为中心,误差半径与 DOP(定位精度降低率)相对应,如果在误差圆的范围内存在检测出的自身车辆位置,则认

为自身车辆位置正确。

[0017] 而且,在通过了分岔路口的情况下,从分岔路口起,使该误差圆阶梯性地变小,从而使进行了错误匹配处理时的候补地点尽早脱离误差圆,由此恢复至正确的道路上。

[0018] 但是,在专利文献 1 中记载的技术中,没有考虑实际道路的宽度,将道路数据的道路链形状是否包含在误差圆内作为判断对象。

[0019] 因此,存在如下问题,即,在实际车辆脱离了道路链但在实际道路宽度的范围内行驶时,在道路链位于误差圆外的情况下也判断为进行了错误的匹配处理。

[0020] 专利文献 1 :JP 特开 2006-284499 号公报

## 发明内容

[0021] 本发明的目的在于进一步减少错误匹配,并且使错误匹配尽早得以修正。

[0022] (1) 本发明的第一技术方案是一种导航装置,通过对设定在道路上的候补地点进行成本计算,确定可能性最高的候补地点,并将车辆位置匹配修正至所确定的可能性最高的候补地点,其具有:推算位置取得单元,通过推算航法取得车辆的推算位置;GPS 位置取得单元,通过 GPS 取得车辆的 GPS 位置;候补地点设定单元,在存在于所述推算位置的周边的道路上,设定车辆位置的候补地点;通常成本算出单元,对于各所述候补地点,算出与所述推算位置相对应的候补地点的通常成本;修正成本算出单元,对于各所述候补地点,算出修正成本,所述修正成本与从所述 GPS 位置和候补地点之间的距离 (d) 减去设定有所述候补地点的道路的宽度 (W) 所得出的第一值 (L1) 相对应;可能性最高的候补地点确定单元,根据各所述候补地点的所述通常成本和所述修正成本的合计成本,确定可能性最高的候补地点。

[0023] (2) 本发明的第二技术方案是上述第一技术方案中的导航装置,其具有:假想最大误差算出单元,取得假想最大误差 (e),其中,所述假想最大误差 (e) 表示相对于所述 GPS 位置的误差范围的距离;算出单元,算出从所述第一值 (L1) 减去所述假想最大误差 (e) 所得出的第二值 (L2);所述修正成本算出单元在所述第二值 (L2) 是负值的情况下,将所述第一值 (L1) 乘以第一比例常数所得出的值作为修正成本;在所述第二值 (L2) 是正值的情况下,将所述第二值 (L2) 乘以比所述第一比例常数大的第二比例常数所得出的值,与所述假想最大误差 (e) 乘以第一比例常数所得出的值相加而得到的值作为修正成本。

[0024] (3) 本发明的第三技术方案是上述第一或第二技术方案中的导航装置,其中,所述修正成本算出单元在所述第一值 (L1) 是负值的情况下,将修正成本设为零。

[0025] (4) 本发明的第四技术方案是上述第二技术方案中的导航装置,其中,所述假想最大误差 (e) 是基于所述 GPS 的精度衰减因子得出的误差圆的半径。

[0026] (5) 本发明的第五技术方案是上述第二技术方案中的导航装置,其中,所述假想最大误差 (e) 是与可靠度相对应的距离,其中,所述可靠度是基于精度衰减因子、所述推算位置与 GPS 位置间的距离、根据推算位置的轨迹所得出的方位和根据 GPS 位置的轨迹所得出的方位之差来算出的。

[0027] (6) 本发明的第六技术方案是一种导航用程序,通过对设定在道路上的候补地点进行成本计算,确定可能性最高的候补地点,并将车辆位置匹配修正至所确定的可能性最高的候补地点,其通过计算机实现如下功能:推算位置取得功能,通过推算航法取得车辆

的推算位置；GPS 位置取得功能，通过 GPS 取得车辆的 GPS 位置；候补地点设定功能，在存在于所述推算位置的周边的道路上，设定车辆位置的候补地点；通常成本算出功能，对于各所述候补地点，算出与所述推算位置相对应的候补地点的通常成本；修正成本算出功能，对于各所述候补地点，算出修正成本，所述修正成本与从所述 GPS 位置和候补地点之间的距离 (d) 减去设定有所述候补地点的道路的宽度 (W) 所得出的第一值 (L1) 相对应；可能性最高的候补地点确定功能，根据各所述候补地点的所述通常成本和所述修正成本的合计成本，确定可能性最高的候补地点。

[0028] 根据本发明，在通过对设定在道路上的候补地点进行成本计算，来确定可能性最高的候补地点时，考虑 GPS 位置与各候补地点之间的距离 d 和道路宽度 W 来计算成本，由此确定可能性最高的候补地点，因此减少错误匹配，并且在进行了错误匹配处理的情况下也能够尽早得以修正。

### 附图说明

[0029] 图 1 是本实施方式的导航装置的系统结构图。

[0030] 图 2 是示意性地表示可靠度的定义和要素的说明图。

[0031] 图 3 是表示用于决定推算方位和距离的可靠度的各要素的说明图。

[0032] 图 4 是表示用于决定 GPS 方位和距离的可靠度的各要素的说明图。

[0033] 图 5 是表示考虑了 GPS 可靠度和道路宽度时以及不考虑时的地图匹配的状态的说明图。

[0034] 图 6 是表示地图匹配处理的详细内容的流程图。

[0035] 图 7 是表示根据与 GPS 位置相距的距离来取得 GPS 成本的处理的流程图。

[0036] 图 8 是 GPS 位置 G、宽度 W 与候补地点的关系的说明图。

[0037] 图 9 是表示与 GPS 位置和候补地点之间的距离 d 相对应的 GPS 成本的值的说明图。

[0038] 图 10 是表示正确地匹配修正至狭小角度分岔后的道路时的各候补地点的成本与可能性最高的候补地点的关系的说明图。

[0039] 图 11 是与各候补点的前进方向前后的偏差相对应的修正的概要说明图。

[0040] 图 12 是表示进行前后方向的修正处理的候补地点更新处理的内容的流程图。

### 具体实施方式

[0041] 下面，参照图 1 至图 12 详细说明本发明的导航装置及导航用程序的优选的实施方式。

[0042] (1) 实施方式的概要

[0043] 在本实施方式的导航装置中，在通过狭小角度分岔路口时，仅通过推算航法难以可靠地匹配修正至正确的道路上，所以在计算各候补地点的成本时，在通过通常的成本计算而得到的通常成本上，加上 GPS 成本（修正成本），来能够快速恢复，使得与正确的道路相匹配，其中，上述 GPS 成本对应于与 GPS 坐标相距的距离。

[0044] 此时，GPS 坐标存在误差，另外，考虑到在宽度宽的道路车辆行驶在偏离 DB 道路链的位置上的情况，在计算成本时考虑 GPS 的可靠度以及宽度。

[0045] 如下计算地图匹配中的通常成本。

[0046] 即,通过距离传感器和相对方位传感器来检测车辆的移动距离和行驶的方位,从而推定地图数据上的当前位置(推算位置)(推算航法),并使上一次的候补地点按照车辆的移动距离进行移动,其中,该上一次的候补地点设定在从推定位置起规定距离范围内存在的各道路上。然后,将推定位置至各候补地点的距离和方位等作为参数,对各候补地点计算通常成本。

[0047] 另一方面,对于 GPS 的可靠度而言,可以使用基于 DOP 而得到的误差圆,但在本实施方式中,使用 GPS 的可靠度来进一步提高精度。即,在 DOP 之上,还考虑根据推算轨迹而得到的车辆位置和 GPS 位置间的距离(距离的一致度)、根据推算轨迹而得到的方位和 GPS 方位的一致度,从而进一步高精度地求得误差的范围,使用误差范围更小的可靠度圆(半径=假想最大误差  $e$ )。

[0048] 对于到达 GPS 位置的距离  $d$  在宽度  $W$  以下的候补地点,由于在设定有该候补地点的道路上行驶的可能性高,因此将 GPS 成本(修正成本)设为 0,对于距离  $d$  大于宽度  $W$  的候补地点,加上随着距离  $d$  而变大的 GPS 成本。

[0049] 在 GPS 成本的计算处理中,在与候补地点相距该道路宽度  $W$  的点(宽度点)  $w$  在可靠度圆内时,加上与 GPS 位置和宽度点  $w$  之间的距离  $L1$  相对应的 GPS 成本  $k1$ 。

[0050] 另外,在宽度点  $w$  不在可靠度圆内的情况下,在距离  $L1 =$  假想最大误差  $e$  时的 GPS 成本  $k1$ (候补地点位于可靠度圆上时的成本  $k1$ )的基础上,再加上与宽度点  $w$  至可靠度圆的距离  $L2$  相对应的 GPS 成本  $k2$ 。其中,为了防止 GPS 成本极端上升,对 GPS 成本  $k2$  设定了上限。由此,在从候补对象中除去成本超过规定值的候补地点,但能够避免由于累加极端大的 GPS 成本而立即从候补对象中除去的情形。

[0051] 另外,在变形例中,如果到达分岔路口的时机(timing)与实际时机不同时,则不能够恰当地比较道路链和显示用推算轨迹,因此为了对前后位置进行修正,在比较 GPS 坐标和匹配候补的重心结果存在差量时,改变匹配候补的更新间隔,来缓缓地地进行位置修正。

[0052] (2) 实施方式的详细内容

[0053] 图 1 是应用本实施方式的导航装置的系统结构图。

[0054] 本导航装置装载在车辆上,如该图 1 所示,具有当前位置检测装置 10、信息处理控制装置 20、输入输出装置 40 以及信息存储装置 50。

[0055] 当前位置检测装置 10 具有如下的结构。

[0056] 方位传感器 12 是用于检测相对于基准角度(绝对方位)变化了的角度的装置,在本实施方式中,使用利用角速度来检测角度变化的陀螺传感器。此外,也可以是安装在方向盘的旋转部上的光学旋转传感器或旋转型的电阻调节器,或者是安装在车轮部上的角度传感器。另外,作为方位传感器 12,可以是用于检测绝对方位的装置,例如可以是地磁传感器,所述地磁传感器基于磁铁来检测 N 极方向,由此检测车辆位于哪一个方向。

[0057] 距离传感器 13 是能够测量车辆的移动距离的装置,例如,可以使用用于检测车轮的旋转并进行计数的传感器,或者使用用于检测加速度并对其进行 2 次积分的传感器。

[0058] GPS(全球定位系统)接收装置 14 是用于接收来自人造卫星的信号的装置,其能够得到信号的发送时刻、接收装置的位置信息、接收装置的移动速度、接收装置的前进方向等各种信息。

[0059] 接着,信息处理控制装置 20 是如下装置,即,基于从当前位置检测装置 10、输入输出装置 40 输入的信息以及存储在信息存储装置 50 中的信息,进行运算以及控制,并且将运算结果输出至显示器 42、打印机 43 或扬声器 44 等输出装置。

[0060] 该信息处理控制装置 20 具有以下结构。

[0061] 中央处理装置 (CPU) 21 进行整个导航装置的总体的运算以及控制。

[0062] ROM22 存储各种程序,包括与到达目的地的路径搜索、显示引导或语音引导等导航相关的程序以及本实施方式的地图匹配处理程序等,在地图匹配处理中,考虑 GPS 可靠度和宽度来进行成本计算,由此进行地图匹配处理。此外,ROM22 可以分为第一 ROM 和第二 ROM,在第二 ROM 中存储与语音引导相关的导航程序,在第一 ROM 中存储其他程序。

[0063] 在本实施方式的地图匹配程序中,定义了后述的可靠度数据,但也可以设置相对于程序独立的可靠度数据的参照表,并在程序的执行过程中参照可靠度数据,另外,也可以在后述的信息存储装置 50 中保存可靠度数据文件。

[0064] RAM24 是存储装置,用于存储由输入装置 41 输入的目的地信息、通过地点信息等用户输入的信息,并且用于存储利用 CPU21 基于用户的输入信息而运算出的结果、进行路径搜索而得出的结果、或从信息存储装置 50 读取的地图信息。

[0065] 另外,在 RAM24 中暂时保存在本实施方式的地图匹配中使用的推算位置以及候补地点。

[0066] 通信接口 25 是经由传送路径 45 进行各种信息的输入输出的装置。具体地说,经由传送路径 45,连接有 GPS 接收装置 14、输入装置 41、打印机 43、信息存储装置 50。

[0067] 时钟 28 进行计时。

[0068] 另外,可以配设图像处理专用的图像处理器、图像存储器、语音处理专用的语音处理器,所述图像处理器用于将由 CPU21 处理了的矢量信息处理为图像信息,所述图像存储器用于存储图像处理器处理的图像信息,所述语音处理器处理从信息存储装置 50 读取的语音信息,并将其输出至扬声器 44。

[0069] 输入输出装置 40 具有:输入装置 41,由用户输入目的地、通过地点、搜索条件等数据;显示器 42,用于显示图像;打印机 43,用于印刷信息;扬声器 44,用于输出语音。

[0070] 输入装置 41 例如由触摸面板、触摸开关、操纵杆、键开关等构成。

[0071] 在显示器 42 上显示当前位置周边的地图和到达目的地的行驶路径。

[0072] 此外,输入输出装置 40 可以不具有打印机 43。

[0073] 信息存储装置 50 经由传送路径 45 与信息处理控制装置 20 连接。

[0074] 信息存储装置 50 存储地图数据文件 51 和其他数据文件 52。

[0075] 该信息存储装置 50 通常由作为光学存储介质的 DVD-ROM、CD-ROM,或作为磁性存储介质的硬盘等构成,但是,也可以由光磁盘、各种半导体存储器等各种信息存储介质构成。

[0076] 此外,对于需要擦写的信息,可以使用可擦写硬盘、闪存器等,对于其他的固定的信息,可以使用 CD-ROM、DVD-ROM 等 ROM。

[0077] 在地图数据文件 51 中存储有地图数据、道路数据、目的地数据、引导地点数据、其他数据,这些作为导航中的地图显示、路径搜索、路径引导所需要的各种数据。

[0078] 作为地图数据,存储有全国道路地图、各地区的道路地图或住宅地图等。道路地图

由主要干线道路、高速公路、次要道路等各道路和地上目标物（设施等）构成。住宅地图是显示有用于表示地上建筑物等的外形的图形以及道路名称等的市街道地图。次要道路是指，例如国道、省道以下的、道路宽度在规定值以下的比较窄的道路。

[0079] 作为地图数据，在显示器 42 上显示包括车辆当前位置和用户指定的地点的、根据规定比例尺而形成的一定范围的地图。在该地图上，显示车辆的当前位置和被指定的地点。

[0080] 道路数据是各道路的位置和种类、车道数以及各道路之间的连接关系、在本实施方式中使用的道路的宽度、表示分岔的道路是狭小角度分岔道路的情况的狭小角度分岔信息等与道路相关的数据，道路数据由节点数据和道路链数据构成。该道路数据用于路径搜索和地图匹配，并且还在将搜索得到的行驶路径重叠在地图数据上来进行显示时进行使用。

[0081] 节点数据表示在地图上进行路径搜索时所使用的各节点的地理坐标数据等。

[0082] 例如，通过节点来表示交叉路口等道路的连接点，通过道路链来表示连接点间的道路（即，道路中不分岔的区域）。这样，发挥表示节点数据路径的连接关系的路径数据的功能。

[0083] 此外，关于因交通管制而限制行驶的禁止进入和单向通行等，将表示这些的属性赋予给各道路链，但是关于这些属性，也可以赋予给交叉路口节点。

[0084] 节点数据包括始终设定在各交叉路口上的交叉路口节点，和有时辅助设定在各交叉路口间的特征点（例如，转弯的开始、中间、结束的各地点，或高度发生变化的地点等）上的辅助节点。交叉路口节点包括交叉路口的地理位置坐标、名称等与交叉路口相关的信息。

[0085] 目的地数据是如下数据，即，主要观光地、建筑物、电话簿中记载的企业及工作地点等很有可能成为目的地的地点及设施等的位置和名称等数据。

[0086] 引导地点数据是在道路上设置的引导显示板的内容、分岔路口的引导等需要引导的地点的引导数据。

[0087] 在其他数据文件 52 中，例如，存储有照片的图像数据、通过语音对设定的行驶路径进行引导时的语音数据等，其中，上述照片是对各种设施、观光地、主要的交叉路口等要求视觉显示的位置进行拍摄而得的照片。

[0088] 接着，说明在本实施方式的地图匹配程序中定义的可信度数据。

[0089] 图 2 是示意性地表示可信度的定义和要素的图。

[0090] 图 2 的 (a) 部分规定了与本实施方式的可信度相对应的方位和距离的假想误差。即，关于方位，将假想方位误差在 1 度以内的情况规定为可信度 5，将假想方位误差在 3 度以内的情况规定为可信度 4，将假想方位误差在 10 度以内的情况规定为可信度 3，将假想方位误差在 45 度以内的情况规定为可信度 2，将假想方位误差不明的情况规定为可信度 1。

[0091] 另外，关于距离，将假想距离误差在 5m 以内的情况规定为可信度 5，将假想距离误差在 10m 以内的情况规定为可信度 4，将假想距离误差在 25m 以内的情况规定为可信度 3，将假想距离误差在 50m 以内的情况规定为可信度 2，将假想距离误差不明的情况规定为可信度 1。

[0092] 该假想距离误差的值就是本实施方式的假想最大误差  $e$ （可信度圆的半径）。

[0093] 这样，在本实施方式中，对于方位和距离，都将可信度规定为 5 个等级，但可以更详细的进行规定（例如，10 个等级）。

[0094] 此外,通过实际测量后述的可靠度的各要素的值和那时的误差,预先规定假想误差(方位、距离)。

[0095] 图2的(b)部分表示用于决定推算方位和推算距离的可靠度的要素、用于决定通过GPS而得出的方位和距离的可靠度的要素。

[0096] 如该图所示,作为决定推算可靠度(方位、距离)的要素,有上一次可靠度、假想累积方位误差、陀螺仪灵敏度学习状态、推算方位可靠度、距离系数学习状态,作为决定GPS可靠度(方位、距离)的要素,有GPS/推算轨迹方位一致度、速度、DOP、根据坐标间距离而得出的GPS/推算轨迹位置一致度、根据坐标间方位而得出的GPS/推算轨迹位置一致度。

[0097] 而且,如图2的(b)部分所示,推算方位的可靠度由上一次可靠度、假想累积方位误差、陀螺仪灵敏度学习状态来决定。

[0098] 推算距离的可靠度由上一次可靠度、推算方位可靠度、距离系数学习状态来决定。

[0099] 另外,GPS方位可靠度由GPS/推算轨迹方位一致度、速度、DOP来决定。

[0100] GPS距离的可靠度由DOP、根据坐标间距离而得出的GPS/推算轨迹位置一致度、根据坐标间方位而得出的GPS/推算轨迹位置一致度来决定。

[0101] 图3是规定了用于决定推算方位和距离的可靠度的各要素的图。

[0102] 如图3所示,作为上一次可靠度,直接使用在上一次的地图匹配中算出的推算方位的可靠度和推算距离的可靠度。

[0103] 由于考虑到除了发生陀螺仪的故障的情况以外,通过推算航法而求出的推算方位的可靠度不会剧烈地变化,所以直接使用上一次的可靠度来作为通过推算航法而求出的推算方位的可靠度。

[0104] 通常,如果左右两侧水平地安装导航装置,则陀螺传感器的左右灵敏度大致相同。因此,在陀螺传感器的左右灵敏度出现偏差的情况下,可以想到很有可能左右灵敏度的学习出现错误,从而在方位变化时出现误差。

[0105] 因此,可以想到对于假想累积方位误差而言,对于在规定区间(例如,10m)行驶时的方位变化,方位误差被累积,从而使该方位误差变大,因此,规定为累积方位误差(度)越大可靠度越小。

[0106] 在本实施方式中,以如下比例设定方位误差率,即,左右灵敏度差为 $1^\circ$ 时,方位误差率为0.1%。因此,每行驶规定区间,累积陀螺传感器的左右灵敏度差 $\alpha^\circ$ 乘以0.001而得到的值。

[0107] 此外,左右灵敏度差使用通过以下说明的陀螺仪灵敏度学习而进行修正后的左右灵敏度差。

[0108] 陀螺仪灵敏度学习状态表示对陀螺传感器的灵敏度学习的次数,可以想到在灵敏度学习的次数少时推算方位的精度低,在学习次数多时精度高,因此设定为随着学习次数的增加而可靠度变高。

[0109] 此外,对于本实施方式中的陀螺传感器的灵敏度学习的次数,将左转的学习和右转的学习作为一组,进行一次计数。

[0110] 在此,陀螺仪的灵敏度学习用于修正陀螺传感器对于右转以及左转的灵敏度,利用公知的各种方法进行陀螺仪的灵敏度学习。

[0111] 例如,利用基于GPS行驶轨迹来求出的角度,修正在左右转弯时通过陀螺传感器

求出的角度,其中,上述 GPS 行驶轨迹是通过 GPS 定位而得出的。如果在 GPS 定位的精度低的情况下进行修正,则灵敏度可能恶化,所以在 GPS 定位的精度高的情况下进行左右转弯时,进行上述学习。

[0112] 例如,在如下学习开始条件下进行学习,即, GPS 速度在 30km/h 以上,根据 DOP 求出的误差圆的直径在 100m 以内。此外,作为学习开始条件,进一步,在条件中可以追加在车辆当前位置的周边不存在规定高度以上的高楼的条件。

[0113] 推算方位可靠度用于求出推算距离的可靠度,可以想到推算方位的可靠度越高,推算距离的精度也越高,所以直接使用推算方位可靠度(根据各要素求出的最终值)。

[0114] 距离系数学习状态表示对距离的学习次数,可以想到学习次数越多,距离系数的精度越高(推算距离的精度高),所以规定为学习次数越多推算距离的可靠度也越高。

[0115] 在此,与陀螺仪的灵敏度学习相同,对距离的学习也能够使用公知的各种方法。

[0116] 例如,将对于与一次距离脉冲对应的移动距离的计算次数作为学习次数,其中,上述移动距离的计算是通过如下处理来进行的,即以通过 GPS 定位算出的车辆的移动距离为基准,对测量车辆行驶距离的距离传感器所输出的距离脉冲的次数进行计数。基于通过各学习来求出的移动距离的分布中的最多的值,通过统计学的方法,决定每次距离脉冲的移动距离。

[0117] 此外,与陀螺仪的学习相同,对距离的学习也在 GPS 的精度高的情况下进行,在车辆移动规定距离的期间内,需要满足学习开始条件。

[0118] 图 4 规定了用于决定 GPS 方位和距离的可靠度的各要素。

[0119] GPS/推算轨迹方位一致度用于判定通过 GPS 而得到的轨迹的形状与推算轨迹的形状的一致度。由于推算方位的变化量与 GPS 方位的变化量越接近(差越小),GPS 方位的精度越高,所以如图 4 所示,规定为两方位的一致度越高, GPS 方位的可靠度越高。

[0120] 在此, GPS/推算轨迹方位一致度是通过如下方式算出的。

[0121] (a) 以 GPS 可靠度算出位置(最新 GPS 定位点)为基点。

[0122] 同样,推算轨迹以与 GPS 的基点同步的位置为基点。

[0123] (b) 从基点起以定位点间隔取得最多 20 个 GPS 定位点,并按各个定位点取得相对于基点方位的方位变化量。此时, GPS 的连续性(定位间隔)在 5 秒以内(即使 2、3 秒没有定位,也进行处理)。

[0124] 同样,推算轨迹也按与各定位点对应的各点分别取得相对于基点方位的方位变化量(推算轨迹坐标与 GPS 定位位置同步)。

[0125] (c) 对于取得的 GPS 和推算轨迹的各方位变化量,算出相对应的定位点间的差量,并对这些差量求和,然后算出平均值(相关值)。该相关值为图 4 的平均方位差[°]。

[0126] 此外,仅取得 GPS 方位可靠度在 2 以上的 GPS 方位。

[0127] 由于可以想到 GPS 速度越快, GPS 方位的精度越高,所以如图 4 所示,规定为 GPS 速度越快可靠度越高。

[0128] DOP(Dilution Of Precision:精度衰减因子)是表示根据 GPS 卫星的配置而计算的定位精度(精度降低率)的值,由于可以想到 DOP 越小 GPS 距离、GPS 方位越高,所以如图 4 所示,规定为 DOP 越小可靠度越高。此外,最好的 DOP 值为 1.0。

[0129] 作为 DOP,有几何精度降低率 HDOP、水平精度降低率 PDOP、位置精度降低率 RDOP

等,在本实施方式中使用 HDOP,但可以使用其他精度降低率,另外,也可以并用它们。

[0130] DOP 由 GPS 接收装置 14 算出。

[0131] 在图 4 中规定了根据坐标间距离而得出的 GPS/ 推算轨迹位置一致度。由于可以想到 GPS 与推算轨迹的距离一致度越高,GPS 距离的精度也越高,所以规定为 GPS 与推算轨迹的距离一致度越高,根据坐标间距离而得出的 GPS/ 推算轨迹位置一致度的可靠度越高。

[0132] 该根据坐标间距离而得出的 GPS/ 推算轨迹位置一致度是通过如下方式算出的。

[0133] (a) 以 GPS 可靠度算出位置 (最新 GPS 定位点) 为基点。

[0134] 同样,推算轨迹将对应于 GPS 基点而测定的推算轨迹位置作为基点。

[0135] (b) 从 GPS 基点位置起以 10m 以上的间隔取得 10 个 GPS 定位点,并算出与基点相距的坐标间距离。

[0136] 同样,对于推算轨迹,算出从推算轨迹位置的基点至与 GPS 的各定位点对应的各位置的坐标间距离。

[0137] (c) 按各个定位点算出如下的差量,该差量是在 (b) 中算出的到达 GPS 位置 (定位点) 的坐标间距离与到达相对应的推算位置的坐标间距离的差,并求出该差量的平方的和,然后算出平均值 (相关值)。

[0138] 根据该相关值决定可靠度。

[0139] 在图 4 中规定了根据坐标间方位而得出的 GPS/ 推算轨迹位置一致度。即,由于可以想到 GPS 与推算轨迹的坐标间的方位的一致度越高,GPS 方位的精度越高,所以规定为 GPS 方位与推算轨迹的坐标间的方位的一致度越高,根据坐标间方位而得出的 GPS/ 推算轨迹位置一致度的可靠度也越高。

[0140] 该根据坐标间方位而得出的 GPS/ 推算轨迹位置一致度是通过如下方式算出的。

[0141] (a) 从 GPS 可靠度算出位置 (最新 GPS 定位点),以 10m 以上的间隔,取得最多 10 个 GPS 定位点,并根据彼此相邻的 2 点间的坐标,算出该 2 点间的方位。此外,在本实施方式中,如果进行比较的点间的间隔小,则即使微小地错开,方位也变得很大,所以以 10m 以上的间隔进行设定。

[0142] 同样,关于推算轨迹,对于与 GPS 定位点对应的各位置,根据彼此相邻的 2 点间的坐标,算出该 2 点间的方位。

[0143] (b) 对于基于 GPS 定位点来算出的各方位,算出彼此相邻的方位的差量,并算出推算方位变化量。

[0144] 同样,关于推算轨迹,对于基于各点来算出的各方位,算出彼此相邻的方位的差量,并算出方位变化量。

[0145] (c) 按各个点算出在 (b) 中算出的对应的 GPS 方位变化量和推算方位变化量的差量,并求出该差量的平方的和,然后算出平均值 (相关值)。

[0146] 根据该相关值决定可靠度。

[0147] 如上所述,按各个要素求出可靠度,并算出各个要素的可靠度的平均值来作为最终的推算方位和距离、GPS 方位和距离的各可靠度。

[0148] 例如,如果根据 DOP 而得出的可靠度为 4、基于根据坐标间距离而得出的 GPS/ 推算轨迹位置一致度来确定的可靠度为 3、基于根据坐标间方位而得出的 GPS/ 推算轨迹位置一致度来确定的可靠度为 3,则 GPS 距离的可靠度是这 3 个要素的可靠度的平均值 3.33。

[0149] 在求图 2 的 (a) 部分所示的假想距离误差 (假想最大误差  $e$ ) 的情况下, 将求得平均值 3.33 四舍五入而得到的值 3 作为可靠度。由此, 与可靠度 3 对应的假想方位误差在 10 度以内。

[0150] 此外, 为了进一步提高精度, 可以将求得平均值进行五舍六入、六舍七入……, 另外, 可以舍去小数点以下的数字。

[0151] 另外, 可以对各要素的可靠度进行加权。

[0152] 此时, 使上一次可靠度的加权高于其他要素的加权。

[0153] 例如, 使上一次可靠度为 1.5 倍, 假想累积方位误差的可靠度为 0.8 倍, 陀螺仪灵敏度学习状态的可靠度为 0.7 倍。

[0154] 而且, 可以基于按照各个要素算出的可靠度, 通过模糊控制, 决定最终的可靠度。

[0155] 在这样构成的导航装置中, 如下进行路径引导。

[0156] 导航装置通过当前位置检测装置 10 检测当前位置, 从信息存储装置 50 的地图数据文件 51 读取当前位置周边的地图信息, 并将其显示在显示器 42 上。

[0157] 然后, 在从输入装置 41 输入目的地时, 信息处理控制装置 20 搜索 (运算) 多个从当前位置至目的地的行驶路径的候补, 并将其显示在地图上, 该地图显示在显示器 42 上, 在驾驶员选择某个行驶路径时, 将选择的行驶路径存储在 RAM24 中, 由此取得行驶路径 (行驶路径取得装置)。

[0158] 此外, 信息处理控制装置 20 也可以向信息处理中心发送车辆当前位置 (或输入的出发地) 和目的地, 并接收在信息处理中心搜索出的到达目的地的行驶路径, 由此, 取得行驶路径。此时, 经由通信接口 25, 通过无线通信来进行目的地和行驶路径的通信。

[0159] 另外, 也可以使用自家等的个人计算机等信息处理装置, 搜索从出发地至目的地的行驶路径, 将其存储在 USB 存储器等存储介质中, 并经由该存储介质读取装置取得行驶路径。此时的存储介质读取装置经由传送路径 45 与信息处理控制装置 20 连接。

[0160] 在车辆进行行驶时, 通过追踪当前位置检测装置 10 检测出的当前位置, 进行路径引导。

[0161] 在路径引导中, 通过与搜索出的行驶路径对应的道路数据和当前位置检测装置 10 检测出的当前位置的地图匹配, 确定地图上的车辆位置, 并将车辆当前位置周边的地图显示在显示器 42 上, 将搜索出的行驶路径显示在地图上, 并且将表示车辆当前位置的当前位置标记显示在地图上。

[0162] 另外, 根据搜索出的行驶路径与当前位置的关系, 判断引导的必要性, 即在直线前进持续了规定距离以上的情况下, 判断是否需要规定的前进道路变更地点等的行驶路径的引导以及方向引导, 在需要的情况下, 通过显示器 42 的显示以及语音来进行引导。

[0163] 接着, 说明这样构成的导航装置所进行的地图匹配处理。

[0164] 图 5 表示考虑 GPS 可靠度和道路宽度时和不考虑 GPS 可靠度和道路宽度时 (现有) 的、利用通过分岔路口以后的地图匹配处理来确定当前位置 (可能性最高的候补的决定) 的状态。

[0165] 在现有的地图匹配处理中, 如图 5 的 (a) 部分所示, 在实际上在图面上侧的道路上行驶的情况下, 如果在通过分岔路口后进行一次错误匹配处理从而匹配修正至下侧的道路, 则当前位置和行驶轨迹会被修正至该匹配修正的道路链 (道路) 上。因此, 在通常成本

计算中,直到实际的行驶道路的方向等较大变化为止,错误匹配状态很难得以修正。

[0166] 相对于此,在本实施方式的地图匹配处理中,如图 5 的 (b) 部分所示,即使在通过狭小角度分岔路口后出现错误匹配,由于对错误匹配的道路上的候补地点 B 来说,到达 GPS 位置的距离  $d$  不在宽度  $W$  以下,而且,与候补地点 B 相距宽度  $W$  的点也不在可靠度圆内,所以在通过分岔路口后,大的 GPS 成本累积相加在通常成本上。

[0167] 另一方面,对于设定在实际行驶的一侧(图面上侧)的道路上的候补地点 A 来说,由于到达 GPS 位置的距离  $d$  在宽度  $W$  以下,所以不加上 GPS 成本。

[0168] 这样,由于在通过分岔路口后,在通过各次的成本计算而得到的通常成本上,累积相加 GPS 成本,所以如图 5 的 (b) 部分所示,可能性最高的候补地点从候补地点 B 变更为候补地点 A,即使分岔后的两道路并行,也能够向正确的道路进行匹配处理。

[0169] 另外,由于累积相加 GPS 成本,所以在匹配修正至正确的道路上的情况下,即使 GPS 位置出现暂时的较大的错位,在通常成本上加上 GPS 成本而得出的成本也不急剧变化(没有大的变化),因此难于发生错误匹配处理或摆动(hunting)(匹配对象反复变更)。

[0170] 另外,在本实施方式中,即使到达 GPS 位置的距离  $d$  大于宽度  $W$ ,在与候补地点相距道路的宽度  $W$  的宽度点  $w$  在可靠度圆内的情况下,也可能在设定有该候补地点的道路上行驶,因此,与宽度点  $w$  不在可靠度圆内的情况相比,使将要相加的 GPS 成本变小。

[0171] 这样,通过考虑各道路的宽度,能够提高地图匹配处理的精度。

[0172] 而且,在本实施方式中,由于使用比基于 GPS 的 DOP 而得到的误差圆精度更高的可靠度圆,即,使用半径小于误差圆半径的圆,所以错误匹配能够尽早得以修正。

[0173] 图 6 是表示本实施方式的地图匹配处理的详细内容的流程图。

[0174] 信息处理控制装置 20 取得当前位置检测装置 10 等检测出的各种传感器信息(步骤 1)。

[0175] 然后,信息处理控制装置 20 按照如下顺序,使根据推算航法而得出的车辆的推算位置  $P$  和各候补地点的位置向前移动(步骤 2)。

[0176] (i) 以上一次的推算位置(设为  $P_0$ )为基准,基于车辆的移动距离和方位来求出推算位置(设为  $P_1$ ),而且,基于推算轨迹求出推算位置  $P_1$  处的推算方位(前进方向)。

[0177] (ii) 确定与推算位置  $P_1$  对应的各候补地点。

[0178] 在从推算位置  $P_1$  起的规定距离  $L_m$  以内的道路上,确定该候补地点,并将如下地点作为与推算位置  $P_1$  相对应的候补地点,即,是使与上一次的推算位置  $P_0$  相匹配的各候补地点沿着道路移动车辆的移动距离的地点。

[0179] 此外,使上一次的候补地点  $P_0$  沿着道路移动车辆的移动距离的结果,不在从推算位置  $P_1$  起的规定距离  $L_m$  以内的情况下,不将该候补地点作为候补对象。

[0180] 另外,在从推算位置  $P_1$  起的规定距离的范围内,在与上一次地图匹配处理时的各候补地点所在的道路相连接的道路上存在因分岔路口或交叉路口等而形成的新的道路的情况下,对于各道路,将从上一次推算位置  $P_0$  移动与车辆移动距离相当的距离而得的地点作为候补地点。

[0181] 进一步,在从推算位置  $P_1$  起规定距离的范围内,在存在与上一次地图匹配处理时的各候补地点所在的任何道路都不连接的新的道路的情况下,将从推算位置  $P_1$  向该道路引出的垂线与该道路相交的点作为新的候补地点。

[0182] 接着,信息处理控制装置 20 判断车辆是否通过狭小角度分岔路口(步骤 3)。由于在通过该狭小角度分岔路口起行驶规定距离的期间内,进行本实施方式的考虑了宽度  $W$  和 GPS 可靠度的地图匹配处理,因此,在通过分岔路口后的规定距离(例如,1km)以内,判断为通过狭小角度分岔路口。

[0183] 基于道路数据文件 54 的狭小角度分岔信息来判断分岔是否是狭小角度分岔,所述狭小角度分岔信息表示分岔的道路是狭小角度分岔。

[0184] 在没有通过狭小角度分岔路口的情况下(步骤 3,否),信息处理控制装置 20 移动至步骤 5,对于在步骤 2 中移动的各候补地点,进行通常的成本计算(后述)(步骤 5)。

[0185] 另一方面,在通过狭小角度分岔的情况下(步骤 3,是),信息处理控制装置 20 取得根据与 GPS 位置相距的距离而得出的 GPS 成本(步骤 4)。

[0186] 图 7 是表示根据与 GPS 位置相距的距离来取得 GPS 成本的处理的流程图。

[0187] 信息处理控制装置 20 取得 GPS 数据(步骤 40),取得与 GPS 可靠度对应的假想最大误差  $e$ (步骤 41)。

[0188] 即,如图 4 说明的那样,信息处理控制装置 20 基于 GPS 距离的各要素(DOP、根据坐标间距离而得出的 GPS/推算轨迹位置一致度、根据坐标间方位而得出的 GPS/推算轨迹位置一致度)来算出各可靠度,并求出对它们的平均值进行四舍五入后的可靠度,从而取得与该可靠度相对应的假想最大误差  $e$ (与图 2 的(a)部分的可靠度相对应的距离)。

[0189] 另外,信息处理控制装置 20 从 DB(道路数据文件 54)中取得设定有各候补地点的道路的宽度  $W$ (步骤 42)。

[0190] 然后,对于各候补地点,基于与 GPS 位置相距的距离  $d$  和宽度  $W$  来算出 GPS 成本(步骤 43)。

[0191] 图 8 是表示 GPS 位置  $G$ 、宽度  $W$  与候补地点的关系的图。

[0192] 在图 8 中,可靠度圆是以 GPS 位置  $G$  为中心,以在步骤 41 中取得的假想最大误差  $e$ (m) 为半径的圆。宽度圆是以候补地点为中心,以宽度  $W$ (m) 为半径的圆。此外,连接 GPS 位置  $G$  和候补点的线段与宽度圆的交点为宽度点  $w$ 。

[0193] 另外,将 GPS 位置  $G$  与候补地点之间的距离设为  $d$ ,如图 8 的(b)部分所示,将 GPS 位置  $G$  与宽度点  $w$  之间的距离设为  $L1(=d-W)$ ,将宽度点  $w$  至可靠度圆的距离设为  $L2(=L1-e=d-W-e)$ 。

[0194] 然后,按照图 8 的(a)~(c)部分所示的 GPS 位置  $G$ 、候补地点  $A$ 、宽度  $W$  的各关系,如下所述地决定 GPS 成本。

[0195] 图 8 的(a)部分是 GPS 位置  $G$  与候补地点  $A1$  之间的距离  $d$  小于宽度  $W$  的情况( $d \leq W$ )。即,在宽度圆内存在 GPS 位置  $G$  的情况。

[0196] 此时,车辆位于候补地点  $A1$  附近的可能性高,所以 GPS 成本为 0。即,在候补地点  $A1$  处不加上 GPS 成本。

[0197] 另一方面,图 8 的(b)部分是距离  $d >$  宽度  $W$  且距离  $d \leq$  宽度  $W +$  假想最大误差  $e$  的情况( $L1-e \leq 0$ )。即,在宽度圆内不存在 GPS 位置  $G$ ,但宽度点  $w$  在可靠度圆内的情况。

[0198] 此时,在候补地点  $A2$  处,加上与距离  $L1$  成比例的 GPS 成本  $k1$ ,该距离  $L1$  是 GPS 位置  $G$  与宽度点  $w$  之间的距离。其中,由于车辆位于宽度  $W$  的范围内的可能性仍然存在,所以将比例常数设定为较小的值。

[0199] 具体地说,通过如下的算式 (1) 算出 GPS 成本  $k_1$ 。

[0200]  $\text{GPS 成本 } k_1 = \text{距离 } L_1 \times \text{比例常数 } H_1 \cdots \cdots (1)$

[0201] 在此,比例常数  $H_1 = K_d / \text{假想最大误差 } e$ 。

[0202]  $K_d$  是可靠度圆边界成本 (固定值),是距离  $L_1 = \text{假想最大误差 } e$  时的 GPS 成本  $k_1$  (候补地点位于可靠度圆上时的成本  $k_1$ )。

[0203] 另外,图 8 的 (c) 部分是距离  $d > \text{宽度 } W$  且距离  $d > \text{宽度 } W + \text{假想最大误差 } e$  的情况 ( $L_2 = L_1 - e > 0$ )。即,在宽度圆内不存在 GPS 位置  $G$ ,并且宽度点  $w$  也不存在于可靠度圆内的情况。

[0204] 此时,在候补地点  $A_3$  处,加上与宽度点  $w$  至可靠度圆的距离  $L_2$  成比例的 GPS 成本  $k_2$ 。其中,由于 GPS 位置  $G$  远离至宽度点  $w$  也不存在于可靠度圆内的程度,所以将比例常数  $H_2$  设定得大于图 8 的 (b) 部分的比例常数  $H_1$ 。

[0205] 具体地说,根据如下算式 (2) 算出 GPS 成本  $k_2$ 。

[0206]  $\text{GPS 成本 } k_2 = L_2 \times \text{比例常数 } H_2 + \text{可靠度圆边界成本 } K_d \cdots \cdots (2)$

[0207] 在此,比例常数  $H_2 > \text{比例常数 } H_1$ 。

[0208] 此外,对于 GPS 成本  $k_2$  设有上限,在  $L_2$  在上限距离  $L_m$  以上的情况下,使  $L_2 = L_m$ ,并通过算式 (2) 来算出 GPS 成本  $k_2$ 。

[0209] 图 9 表示与 GPS 位置和候补地点之间的距离  $d$  相对应的 GPS 成本的值的图。

[0210] 如该图 9 所示,当距离  $d$  在宽度  $W$  以下时, GPS 成本为 0,在距离  $d$  在宽度  $W \sim \text{宽度 } W + \text{假想最大误差 } e$  之间时, GPS 成本为  $k_1$ ,其随着距离  $L_1$  以小的斜率增加,在距离  $d$  在宽度  $W + \text{假想最大误差 } e \sim \text{上限距离 } L_m$  之间时, GPS 成本为  $k_2$ ,其随着距离  $L_2$  以大的斜率增加,在距离  $d$  大于上限距离  $L_m$  的情况下,一律为最大的 GPS 成本。

[0211] 此外,在接收 GPS 后,车辆仅行驶距离  $dr$  (m) 的情况下,可以将算式 (1)、(2) 中的宽度  $W$  替换为换算后的宽度  $W'$ ,并算出 GPS 成本  $k_1$ 、 $k_2$ 。

[0212] 基于实际的宽度  $W$  和距离  $dr$ ,根据如下的算式 (3) 算出换算后的宽度  $W'$ 。

[0213]  $W' = \sqrt{(d \times d + W \times W)} \cdots \cdots (3)$

[0214] 如上所述,在基于 GPS 位置与各候补地点之间的距离  $d$  和宽度  $W$  的关系,来算出各候补地点的 GPS 成本 (步骤 43) 时,信息处理控制装置 20 返回图 6 的主程序,计算各候补地点的成本 (步骤 5)。

[0215] 即,信息处理控制装置 20 计算与在步骤 2 中求出的车辆的推算位置  $P_1$  对应的各候补地点的成本。

[0216] 在该成本计算中,算出推算位置  $P_1$  的通常成本,在已算出 GPS 成本时 (步骤 4),加上 GPS 成本。

[0217] 此外,就各候补的 GPS 成本而言,在通过分岔路口后行驶规定距离的期间,累积加上在各地图匹配处理中算出的 GPS 成本。因此,对各候补地点算出的、各个推算位置  $P$  处的 GPS 成本 (或者,累计的 GPS 成本) 已保存在 RAM24 中。

[0218] 如下是通常成本的计算思想。

[0219] 可以想到越是与推算位置  $p$  相距的距离、方位差都小的候补地点,是最佳的候补地点的可能性越高。

[0220] 另外,作为车速等行驶状态,可以想到如果是高速 (例如,100km/h) 行驶,则在高

速公路上行驶的可能性高。

[0221] 对于过去的状态,可以想到如果不久前在一般道路(或高速)上行驶,则在一般道路(或高速)上行驶的可能性高。

[0222] 作为过去的候补地点的状态,使用前一个候补地点的成本的 1/2。

[0223] 用分数表示上述各状态(将距离差、方位差的值作为分数),并算出它们的合计值来作为各候补地点的通常成本。

[0224] 例如,假设车辆以 100km/h 的时速行驶,并对于设定在一般道路上的候补地点 X,设定距离差为 5m,方位差为 5 度,行驶状态为 10(由于车速为 100km/h,所以在一般道路上行驶的可能性低),上一次的通常成本为 50。

[0225] 此时,候补地点 X 的通常成本合计为  $5+5+10+(50 \times 1/2) = 45$ 。

[0226] 另一方面,对于设定在高速公路上的候补地点 Y,设定距离差为 10m,方位差为 3 度,行驶状态为 0(由于车速为 100km/h,所以在高速公路上行驶的可能性高),上一次的通常成本为 40。

[0227] 此时,候补地点 Y 的通常成本合计为  $10+3+0+(40 \times 1/2) = 33$ 。

[0228] 此外,上述的计算例子示出了关于通常成本的思想,实际的系数和相加的方法采用最佳的方案。

[0229] 信息处理控制装置 20 在算出各候补地点的成本(通常成本+GPS 成本)时,将成本最小的候补地点决定为可能性最高的候补地点,并且将车辆位置决定为可能性最高的候补地点(步骤 6),然后返回主程序。

[0230] 图 10 表示正确地匹配修正至狭小角度分岔后的道路时的各候补地点的成本(通常成本+GPS 成本)与可能性最高的候补地点的关系。

[0231] 如该图 10 所示,通过本实施方式还能够得到如下效果。

[0232] 此外,关于在图 10 中显示的各候补点的成本,最初的数值为该地点的通常成本,第二个以后的数值为累积相加而得的 GPS 成本。

[0233] (a) 考虑与 GPS 的可靠度相对应的 GPS 位置 G 的误差(假想最大误差 e)来算出成本,由此能够将相加的错误的 GPS 成本控制到最小程度。

[0234] (b) 由于在各地点的通常成本上累积相加通过分岔路口后的各候补地点处的 GPS 成本,所以即使 GPS 位置 G 暂时错位,整体的成本也不剧烈变化,从而难于发生错误匹配或摆动。

[0235] (c) 考虑 GPS 的可靠度来计算成本,从而在 GPS 的精度高时假想最大误差 e 变小,而且距离 L2 也变大,因此加上大的 GPS 成本 k2,错误匹配容易得以修正。

[0236] 以上,说明了本实施方式的基于成本计算的地图匹配处理,其中,考虑宽度 W 和 GPS 可靠度来计算成本。

[0237] 在本实施方式中,在各候补地点的前后方向的位置精度较高且各候补地点没有在前进方向的前后发生较大偏差的情况下,对于各候补地点累积相加与距离 GPS 位置的距离相对应的不同的 GPS 成本,因此错误匹配容易得以修正,并且难于脱离正确的匹配。

[0238] 但是,在各候补地点的前后方向的位置精度较差且各候补地点在前进方向的前后发生较大偏差的情况下,对于所有的候补地点,加上上限值(最大 GPS 成本),因此,GPS 成本的相加没有带来效果。

[0239] 因此,作为本实施方式的变形例,说明如下情况,即,在各候补地点在前进方向的前后发生较大偏差的情况下,一边修正各候补地点的位置一边前进,由此缓缓提高前后方向的精度。

[0240] 图 11 是与各候补点的前进方向前后的偏差相对应的修正的概要说明图。

[0241] 如图 11 的 (a) 部分所示,在 n 条道路上设定有多个候补地点 A1 ~ An。在图的例子中,在 2 条道路上设定有 4 个候补地点 A1 ~ A4。如图所示,有时对同一道路设定多个候补地点。

[0242] 例如,由于在从推算位置 P 起的规定距离内包含新的道路,并且该新的道路弯曲,所以存在从推算位置 P 引出 2 条垂线的情况或者设定有候补地点的 2 条道路汇合的情况等。

[0243] 信息处理控制装置 20 根据各候补的坐标值来算出这些候补地点群的重心点 Q。即,将各候补地点的坐标值的算术平均值作为重心点 Q 的坐标值。

[0244] 然后,在重心点 Q 与从 GPS 位置起的假想最大误差 e 的范围相比位于前方或后方的情况下,在接下来的用于移动候补地点的步骤 2 的处理中,对移动量进行修正。

[0245] 即,如图 11 的 (b) 部分所示,信息处理控制装置 20 按照如下的算式 (4) 算出相对于 GPS 位置的重心点 Q 的前后方向上的偏差 R (推算轨迹的方位 S 方向上的偏差),在偏差 R 大于假想最大误差 e 时进行修正。

$$[0246] \quad R = d' \times \cos(\theta_g - \theta_t) \cdots \cdots (4)$$

[0247] 在算式 (4) 中,  $d'$  是候补地点群的重心点 Q 至 GPS 位置 G 的距离 (m),  $\theta_t$  是推算轨迹的方位 ( $^\circ$ ),  $\theta_g$  是从候补地点的重心观察的 GPS 位置 G 的方位 ( $^\circ$ )。

[0248] 按照候补更新时机,在重心点 Q 位于 GPS 位置的后方的情况下,使前进距离比通常的前进距离长规定距离 t (例如, 1m), 在重心点 Q 位于 GPS 位置的前方的情况下,使前进距离比通常的前进距离短规定距离 t, 由此缓缓进行修正。

[0249] 图 12 是表示在步骤 2 中进行本变形例的前后方向的修正处理的候补地点更新处理的内容的流程图。

[0250] 信息处理控制装置 20 取得 GPS 数据 (步骤 21), 并与在步骤 40 中说明的那样, 取得与 GPS 可靠度相对应的假想最大误差 e (步骤 22)。此外,将在本变形例的步骤 22 中取得的假想最大误差 e 存储在 RAM24 中,在步骤 41 中,从 RAM24 读取假想最大误差 e, 由此取得假想最大误差 e。

[0251] 接着,信息处理控制装置 20 取得推算轨迹的方位 S (步骤 23)。即,以通过推算航法来得到的上一次的推算位置为基准,根据本次的推算位置来取得方位 S。

[0252] 然后,信息处理控制装置 20 算出候补地点群的重心点 Q (步骤 24)。即,将以上一次的推算位置 P0 为基准的车辆的移动距离作为通常移动量,使各候补地点沿着各自的道路向前进方向移动,并根据移动后的各候补地点坐标来算出重心点 Q。

[0253] 信息处理控制装置 20 算出得到的重心点 Q 和 GPS 位置在前后方向上的偏差 R (步骤 25), 然后决定各候补地点的移动量 (步骤 26)。

[0254] 即,在发生偏差 R 后的位置在重心点 Q 的前方,并且偏差 R 大于假想最大误差 e 的情况下,信息处理控制装置 20 将移动量设定为移动量 = 通常移动量 - 1 (m)。

[0255] 另外,如果偏差 R 在假想最大误差 e 以内,则设定为移动量 = 通常移动量 (m)。

[0256] 而且,在发生偏差  $R$  后的位置在重心点  $Q$  的后方,并且偏差  $R$  大于假想最大误差  $e$  的情况下,设定为移动量=通常移动量 +1(m)。

[0257] 信息处理控制装置 20 使各候补地点的位置在各个道路上向前进方向移动,其移动距离为分别在步骤 26 中决定的各移动量(步骤 27),然后返回主程序。

[0258] 此外,在上述变形例的说明中,对于下一个候补地点求出重心点  $Q$ ,并判断偏差  $R$  是否在假想最大误差  $e$  以内,但也可以求出与上一次推算位置  $P_0$  相对应的各候补地点(移动前的候补地点)的重心点  $Q'$ ,并基于相对上一次的 GPS 位置错位的偏差  $R'$  是否在假想最大误差  $e$  以内,在本次的候补点移动时进行修正。

[0259] 以上,说明本发明的导航装置及导航用程序的一个实施方式以及变形例,但本发明不限于说明的实施方式,在各权利要求记载的范围内能够进一步进行各种变形。

[0260] 例如,在上述的实施方式以及变形例中,基于 GPS 可靠度来决定作为可靠度圆半径的假想最大误差  $e$ ,但也可以使用基于 GPS 的 DOP 而得出的误差圆。此时的假想最大误差使用误差圆的半径。

[0261] 进一步,在算出 GPS 成本时可以不使用误差圆的半径。

[0262] 就此时的 GPS 成本而言,求出从 GPS 位置与候补地点之间的距离  $d$  减去设定有候补地点的道路的宽度  $W$  而得到的值  $L_1$ ,该值  $L_1$  越大,使 GPS 成本越高。

[0263] 此外,在这样的情况下也可以将距离  $d$ -宽度  $W$  为负值的候补地点的 GPS 成本设为零。

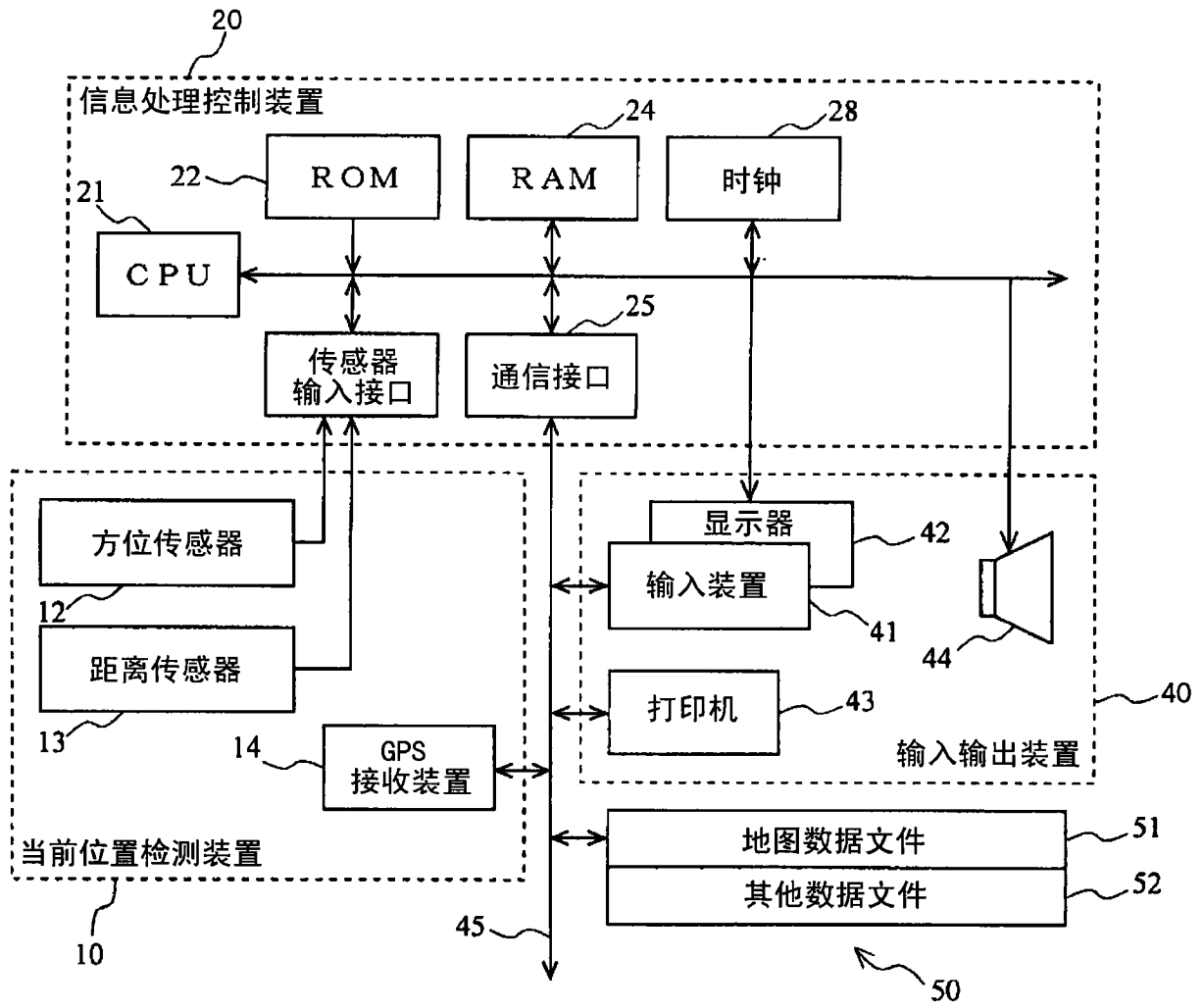


图 1

(a)

可靠度	方位	距离
5	约1[°]以内	约5[m]以内
4	约3[°]以内	约10[m]以内
3	约10[°]以内	约20[m]以内
2	约45[°]以内	约50[m]以内
1	不明	不明

(b)

序号	项目	推算可靠度		GPS可靠度	
		方位	距离	方位	距离
1	上一次可靠度	○	○		
2	假想累积方位误差	○			
3	陀螺仪灵敏度学习状态	○			
4	推算方位可靠度		○		
5	距离系数学习状态		○		
6	GPS/推算轨迹方位一致度			○	
7	速度			○	
8	HDOP			○	○
9	根据坐标间距离而得出的GPS/推算轨迹位置一致度				○
10	根据坐标间方位而得出的GPS/推算轨迹位置一致度				○

图 2

可靠度	上一次可靠度	累积方位误差 [1度]	陀螺仪灵敏度学习状态	推算方位可靠度	距离系数学习状态
1	1	45~	未学习	1	未学习
2	2	10~45	1~10	2	1~10
3	3	3~10	11~20	3	11~20
4	4	1~3	21~30	4	21~30
5	5	0~1	31以上	5	31以上

图 3

可靠度	GPS/推算轨迹方位一致度 (平均方位差 [°])	速度 [km/h]	HDOP	根据坐标间距离而得出的GPS/推算轨迹位置一致度(相关值)	根据坐标间方位而得出的GPS/推算轨迹位置一致度(相关值)
1	20以上	0	4.1~	41以上	41以上
2	11~20	1~10	3.1~4.0	31~40	31~40
3	6~10	11~20	2.1~3.0	21~30	21~30
4	1~5	21~30	1.1~2.0	11~20	11~20
5	0	31~	1.0	0~10	0~10

图 4

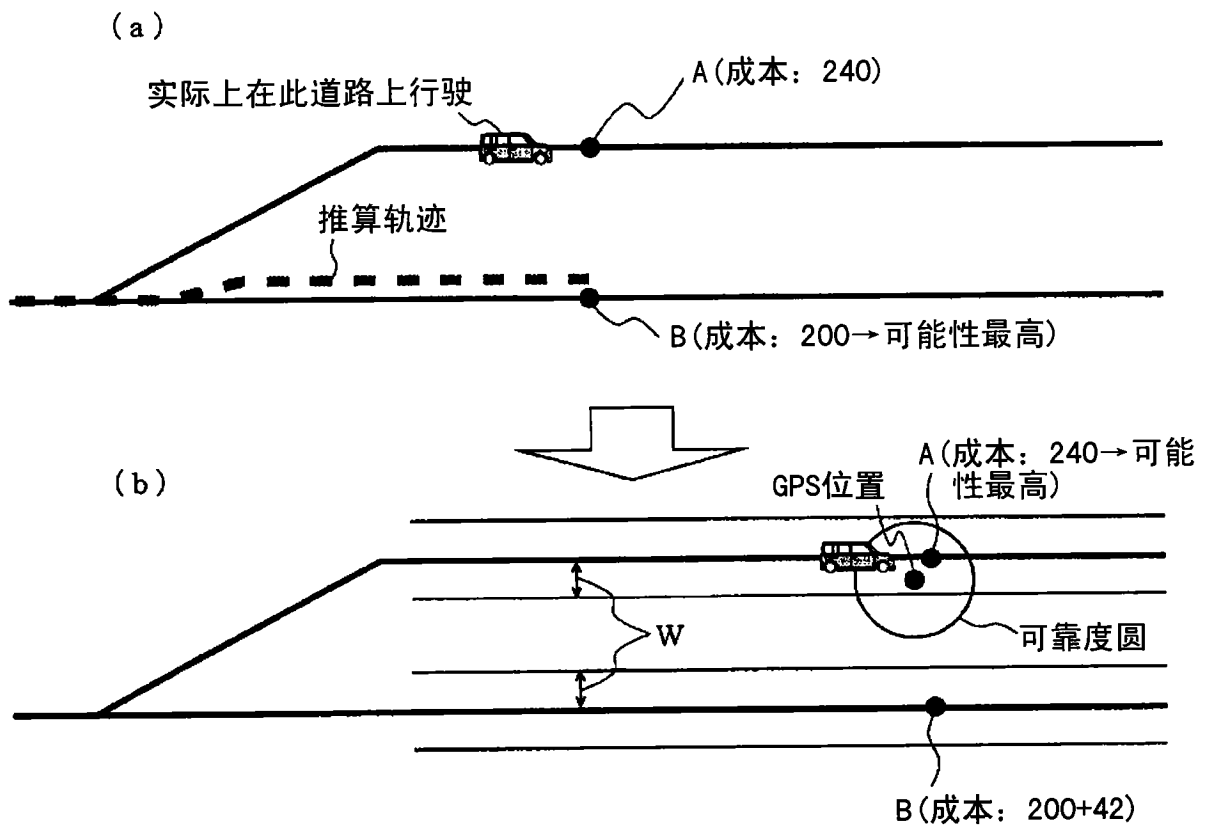


图 5

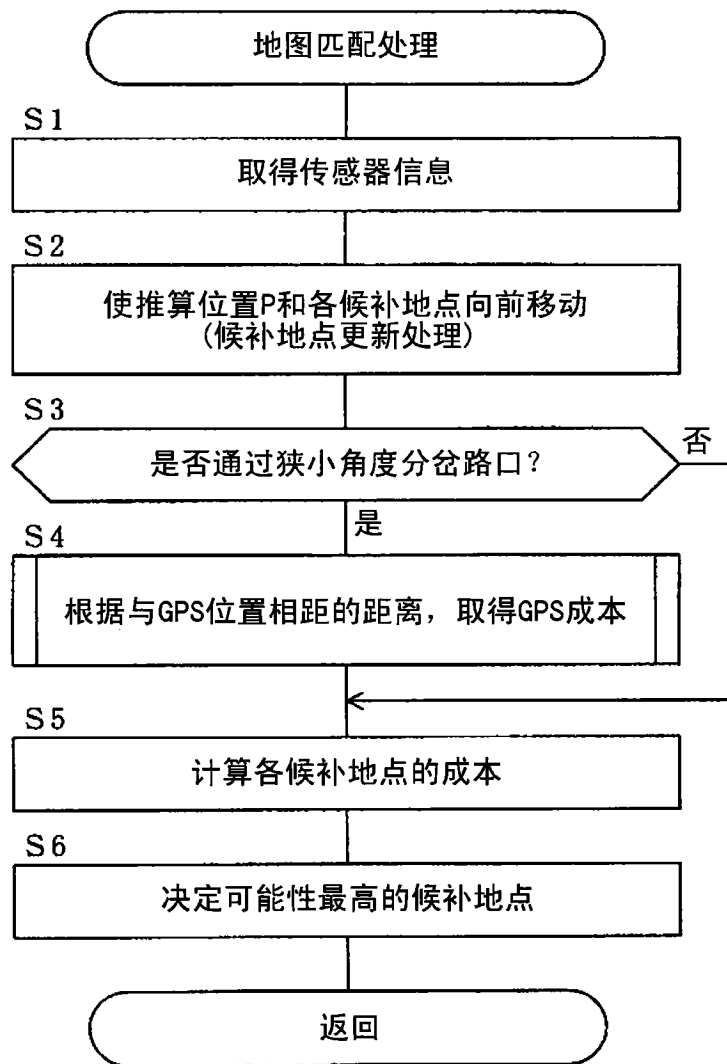


图 6

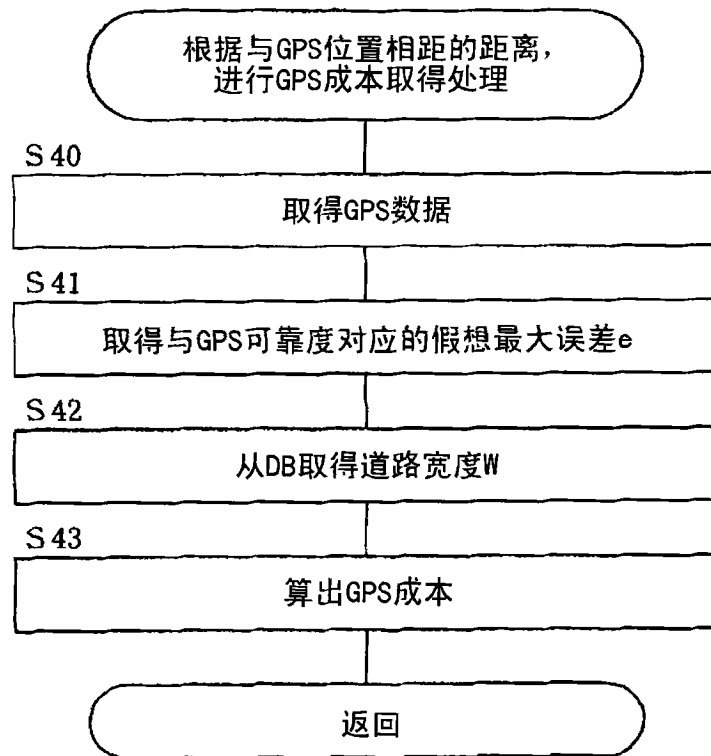


图 7

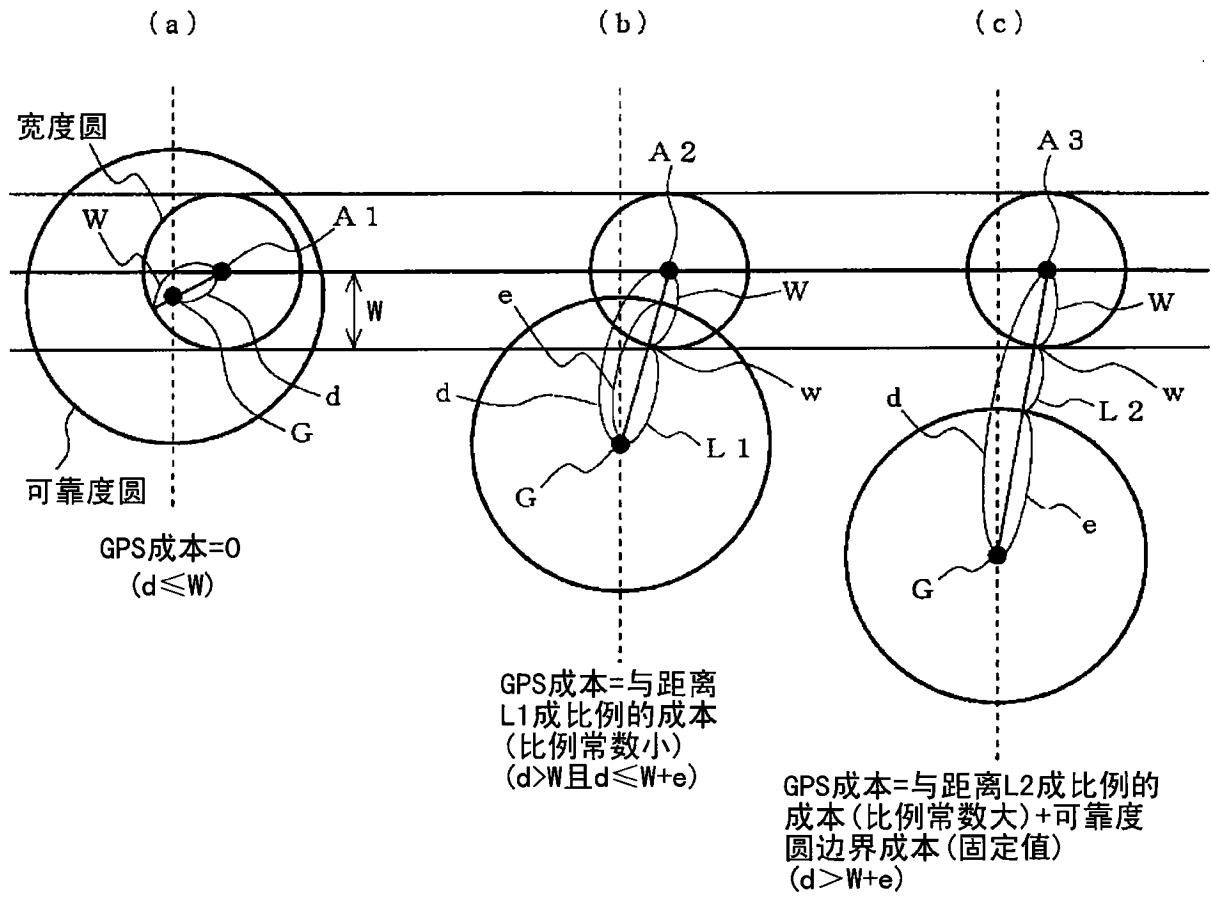


图 8

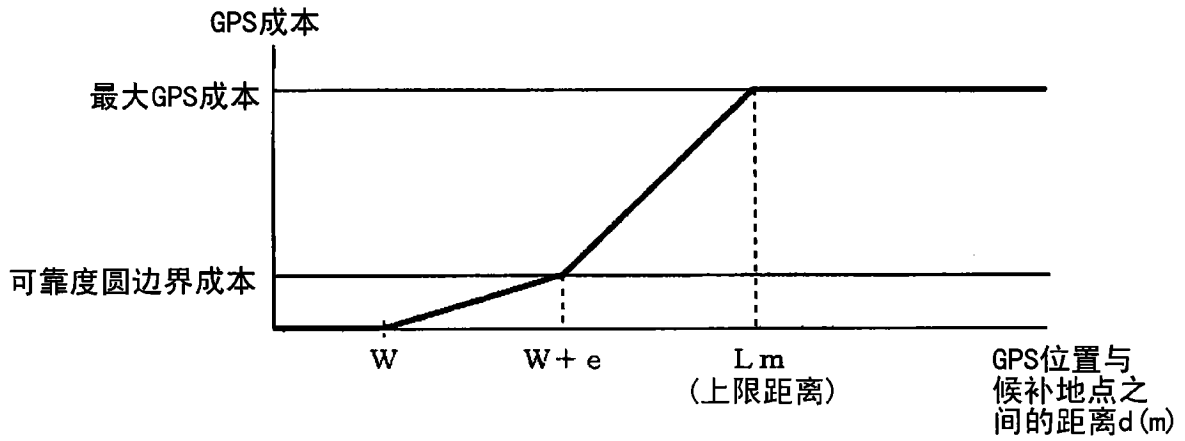


图 9

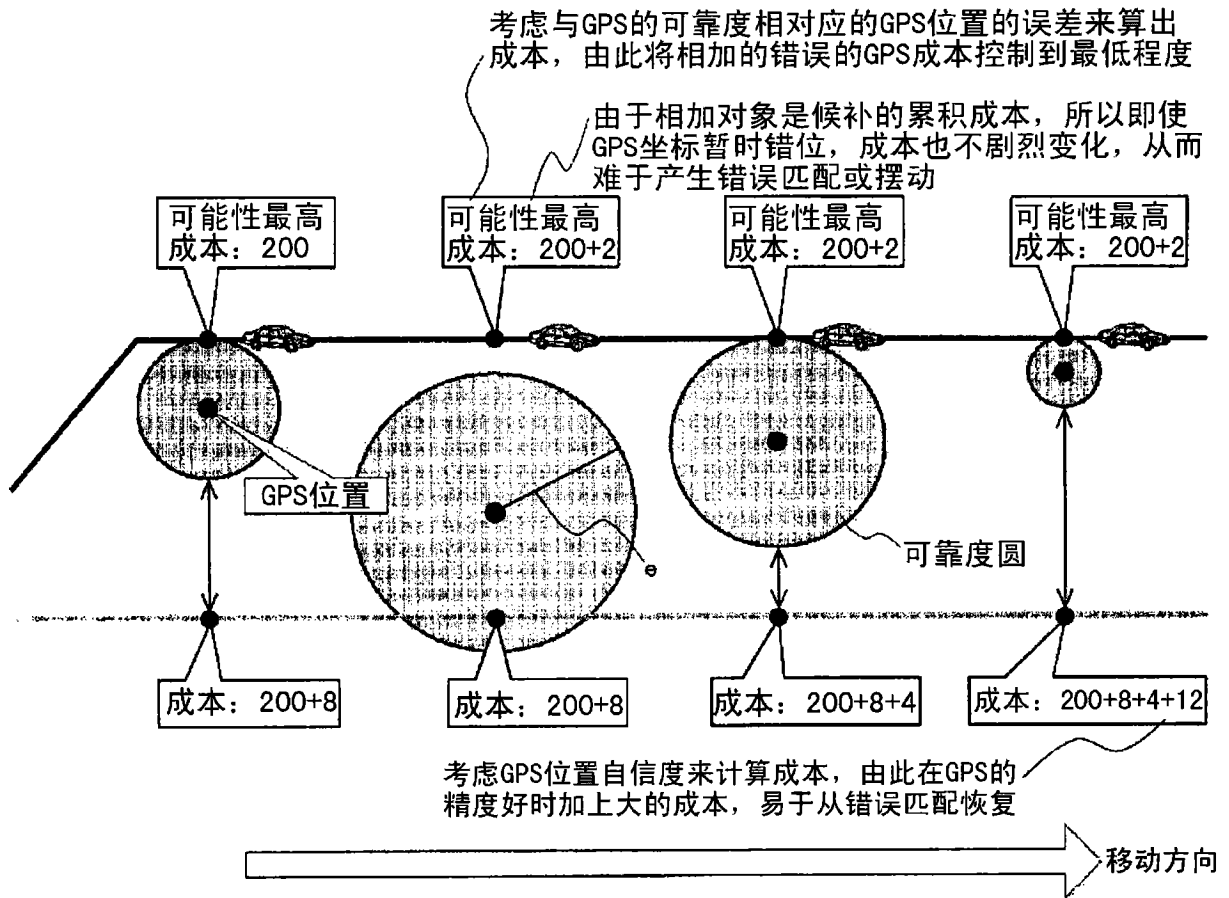


图 10

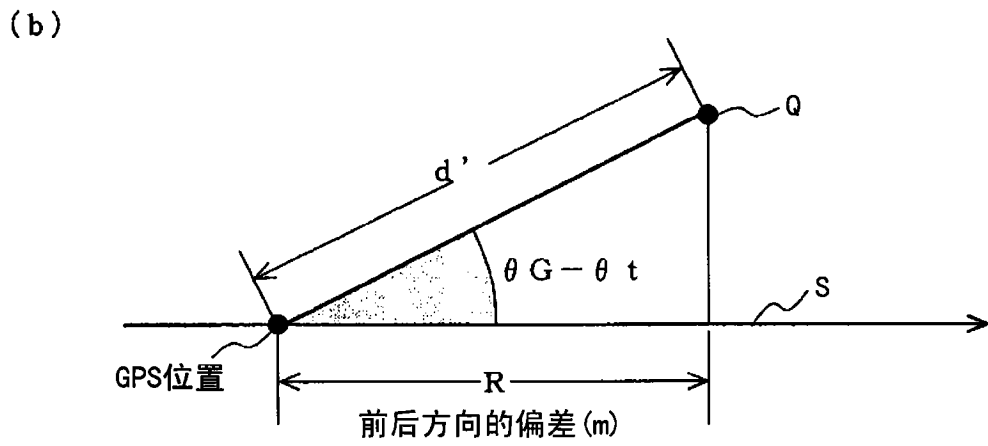
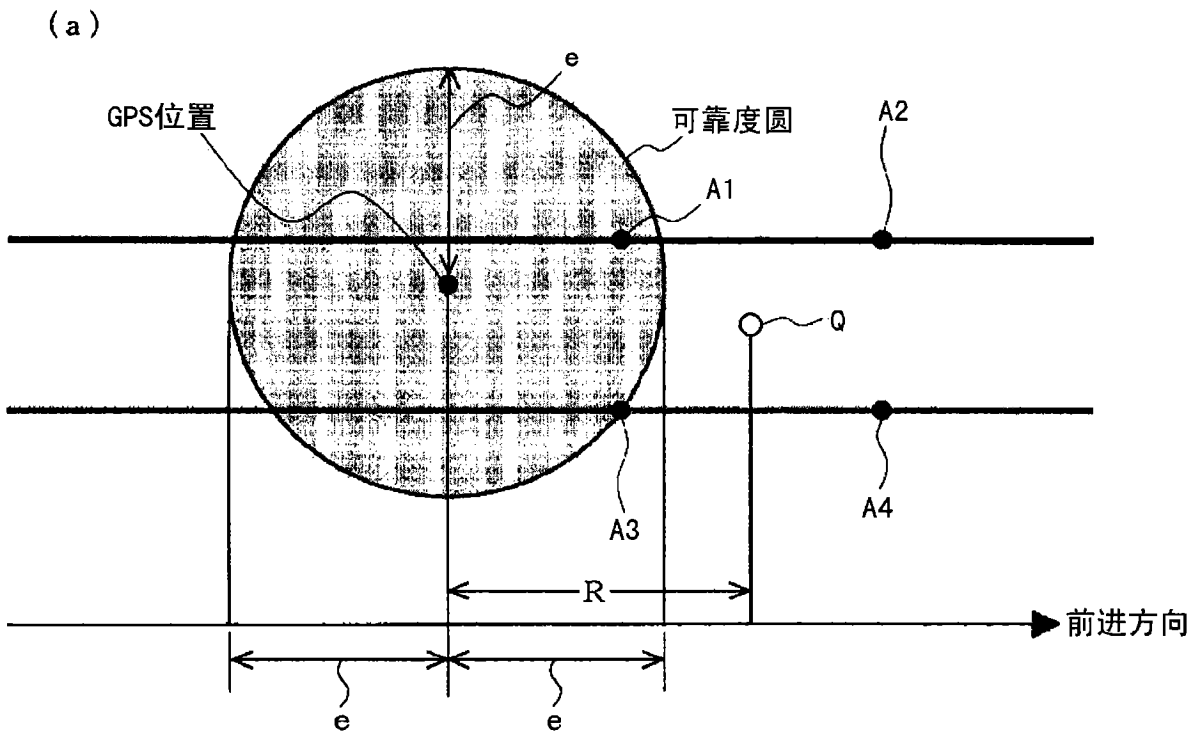


图 11

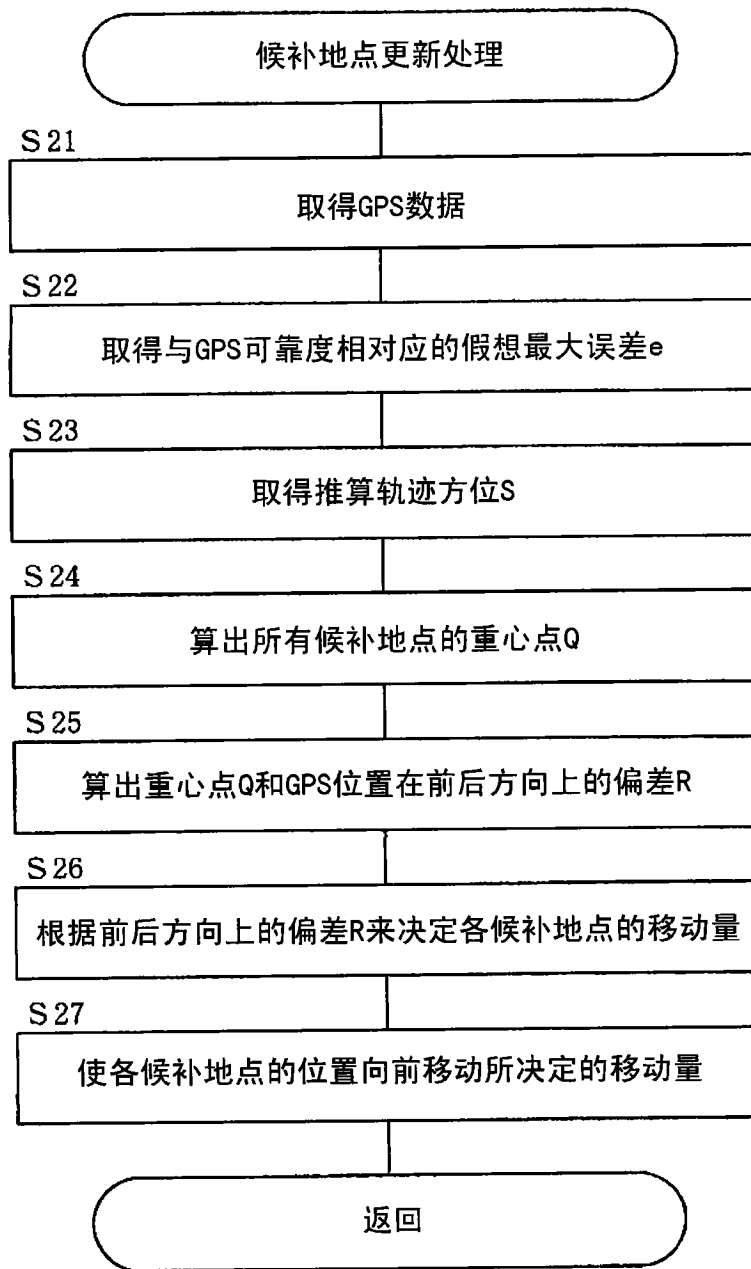


图 12