

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4981601号
(P4981601)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)

(51) Int. Cl.	F I
G O 1 C 21/30 (2006.01)	G O 1 C 21/00 E
G O 8 G 1/0969 (2006.01)	G O 8 G 1/0969
G O 9 B 29/10 (2006.01)	G O 9 B 29/10 A

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-245316 (P2007-245316)	(73) 特許権者	000001487
(22) 出願日	平成19年9月21日 (2007. 9. 21)		クラリオン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-74986 (P2009-74986A)		埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2
(43) 公開日	平成21年4月9日 (2009. 4. 9)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成21年3月18日 (2009. 3. 18)		弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	土屋 和利
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内
		(72) 発明者	今井 正人
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自転車位置演算装置、自転車位置演算方法、および、自転車位置演算プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ナビゲーション画面に表示する自転車位置を補正する自転車位置演算装置であって、
道路を示すリンクについて、リンクの方位を含む地図情報を、記憶手段から取得する地図情報取得部と、

通信手段により自転車位置を検出する自転車位置検出部と、

前記自転車位置検出部で検出した自転車位置を、前記地図情報取得部で取得した地図情報上に対応づけて補正前自転車位置とする補正前自転車位置演算部と、

自転車への操舵操作を検知することで、自転車の進行方向における方位を演算する方位演算部と、

自転車周辺の各リンクについて、前記自転車の方位と、前記リンクの方位との差分が最小となるリンクを、補正先の道路を示すリンクとして選択する補正先道路選択部と、

前記補正先道路選択部で選択されたリンク上の位置を補正後自転車位置として決定する補正後自転車位置演算部と、

前記補正後自転車位置演算部が決定した前記補正後自転車位置を、前記地図情報取得部で取得した地図情報上に対応づけて表示し、前記補正前自転車位置から前記補正後自転車位置までの距離がばらつくときに、自転車がふらついている旨の警告を表示する自転車位置表示部と、
を有することを特徴とする

自転車位置演算装置。

【請求項 2】

前記補正後自車位置演算部は、前記補正先道路選択部が選択したリンク上の位置の内、前記自車位置検出部で検出した自車位置に最も近い位置を、前記補正後自車位置として決定することを特徴とする

請求項 1 に記載の自車位置演算装置。

【請求項 3】

前記自車位置表示部は、前記補正前自車位置、または、前記補正後自車位置のうち、いずれか一方の自車位置を指定されると、その指定された自車位置を地図上に表示することを特徴とする

請求項 1 または請求項 2 に記載の自車位置演算装置。

【請求項 4】

ナビゲーション画面に表示する自車位置を補正する自車位置演算方法であって、コンピュータが、道路を示すリンクについて、リンクの方位を含む地図情報を、記憶手段から取得し、通信手段により自車位置を検出し、前記検出した自車位置を、前記地図情報取得部で取得した地図情報上に対応づけて補正前自車位置とし、自車への操舵操作を検知することで、自車の進行方向における方位を演算し、自車周辺の各リンクについて、前記自車の方位と、前記リンクの方位との差分が最小となるリンクを、補正先の道路を示すリンクとして選択し、前記選択されたリンク上の位置を補正後自車位置として決定し、前記決定した前記補正後自車位置を、前記地図情報取得部で取得した地図情報上に対応づけて表示し、前記補正前自車位置から前記補正後自車位置までの距離がばらつくときに、自車がふらついている旨の警告を表示することを特徴とする

自車位置演算方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載された自車位置演算方法を、コンピュータに実行させるための自車位置演算プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車位置演算装置、自車位置演算方法、および、自車位置演算プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

カーナビゲーションなどに搭載される自車位置演算装置において、GPS などにより検出される自車位置は、電波障害などにより、必ずしも実際に走行している自車位置を示していないこともある。そのとき、地図情報としてあらかじめ与えられている道路を示すリンク上の位置に、自車位置をマッチングする、マップマッチングが知られている。

【0003】

例えば、自車位置を演算する手段として、自車の車速などから走行距離を演算し、その走行距離分だけ進んだ地図のリンク上の位置に自車をマッチングする。また、曲線路などを通過する際に発生する自車位置の誤差を補正する方法として、右左折時の車両の走行距離（円弧長）分を、右左折前後の道路中心線の交点（交差点のノード）から加算した地点に自車位置を補正する方法が知られている。

【0004】

特許文献 1 に記載の自車位置決定方法では、自車が交差点などで右左折する場合に、まず地図上で右左折前後の道路中心線の交点まで直線的に自車を移動させる。次に、その交点にて右左折前後の道路中心線の交差角度分だけ自車の方向を変化させる。その後、右左折後の道路の中心線上で方向転換した自車を直線的に移動させて、地図上の自車位置を決定する方法が開示されている。

10

20

30

40

50

【0005】

また、特許文献2に記載の車両走行位置表示装置では、車両の現在位置と検定点（ノード：右左折前後の道路中心線の交点）とを比較して、車両の現在位置を補正する方法が開示されており、例えば車両の右左折が検出された場合に、右左折前後の道路の幅、車両の屈曲角、円弧状の走行軌跡の旋回半径に基づいて補正量を演算して自車位置を補正することにより自車位置精度の向上が図られている。

【特許文献1】特開平4-67300号公報

【特許文献2】特開平8-61969号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

カーナビゲーションなどの自車位置演算装置の画面などに正確な自車位置を表示して運転者に正確な自車位置を報知することにより、運転時の快適性やカーナビゲーションなどに対する信頼性を向上することができる。そのため、マップマッチングの精度を高める必要がある。

【0007】

高精度なマップマッチングをするために、自車がどの道路上を走っているのかを選択する必要がある。もし、自車の周辺に道路が1本しかないときには、その道路をそのまま選択すればよい。しかし、自車の周辺に複数の道路が存在するときには、その中から1つの道路を選択する必要がある。この補正先の道路の表示は、交差点での左折や、速度制限による減速など、自車の制御のための、運転者にとってきわめて重要な情報である。

20

【0008】

例えば、補正前の自車位置に最も近い位置に存在する道路を選択する手法を挙げる。この手法は、GPSなどにより検出した補正前の自車位置と、地図情報上に設定されたリンクの位置とが、共に高精度であることが前提となる。もし、いずれかの情報の精度が低いときには、道路の選択精度が低くなってしまい、不便である。

【0009】

地図情報上に設定されたリンクの位置は、高精度でない場合がある。例えば、カーナビゲーションに表示する地図を構成するノードが正確な地点（道路中心線の交点）に配置されていないときには、それらのノードを端点とするリンクの位置も不正確となる。このとき、補正先の道路として、自車から遠い道路を選択してしまうこともある。

30

【0010】

そこで、本発明は、前記した問題を解決し、測定した自車位置を地図の道路上にマップマッチングするときに、自車が走行している道路を高精度に選択することを、主な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記課題を解決するため、本発明は、
__ナビゲーション画面に表示する自車位置を補正する自車位置演算装置であって、
__道路を示すリンクについて、リンクの方位を含む地図情報を、記憶手段から取得する地図情報取得部と、
__通信手段により自車位置を検出する自車位置検出部と、
__前記自車位置検出部で検出した自車位置を、前記地図情報取得部で取得した地図情報上に対応づけて補正前自車位置とする補正前自車位置演算部と、
__自車への操舵操作を検知することで、自車の進行方向における方位を演算する方位演算部と、
__自車周辺の各リンクについて、前記自車の方位と、前記リンクの方位との差分が最小となるリンクを、補正先の道路を示すリンクとして選択する補正先道路選択部と、
__前記補正先道路選択部で選択されたリンク上の位置を補正後自車位置として決定する補正後自車位置演算部と、

40

50

前記補正後自車位置演算部が決定した前記補正後自車位置を、前記地図情報取得部で取得した地図情報上に対応づけて表示し、前記補正前自車位置から前記補正後自車位置までの距離がばらつくときに、自車がふらついている旨の警告を表示する自車位置表示部と、を有することを特徴とする。

その他の手段は、後記する。

【発明の効果】

【0012】

本発明により、測定した自車位置を地図の道路上にマップマッチングするときに、自車が走行している道路を高精度に選択することが可能になった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、図面を用いて本発明に関わる実施形態について説明する。

【0014】

図1は、本発明の一実施形態を示す自車位置演算装置の構成図である。自車位置演算装置1は、自動車内に設置され、例えば、カーナビゲーション装置などのコンピュータに組み込まれる。なお、自車位置演算装置1は、演算処理を行う際に用いられる記憶手段としてのメモリと、前記演算処理を行う演算処理装置とを少なくとも備えるコンピュータとして構成される。なお、メモリは、RAM (Random Access Memory) などにより構成される。演算処理は、CPU (Central Processing Unit) によって構成される演算処理装置が、メモリ上のプログラムを実行することで、実現される。

【0015】

自車位置演算装置1は、自車位置演算部10と、自車位置補正部20と、自車位置表示部30とを有する。自車位置演算部10は、補正前自車位置を計算する。自車位置演算部10は、地図情報取得部11と、自車位置検出部12と、補正前自車位置演算部13と、パラメータ検出部14と、自車情報取得部15と、を有する。

【0016】

地図情報取得部11は、記憶手段から地図情報を取得する。自車位置検出部12は、自車位置情報を検出する。補正前自車位置演算部13は、自車位置検出部12で検出した自車位置を、地図情報取得部11で取得した地図上に配置し、補正前自車位置とする。パラメータ検出部14は、各種センサからの出力により、自車の走行情報に関するパラメータを検出する。自車情報取得部15は、記憶手段から自車情報のカタログスペックを取得する。

【0017】

自車位置補正部20は、自車位置演算部10で計算した補正前自車位置を補正して補正後自車位置を計算する。自車位置補正部20は、進行方向演算部21と、補正先道路選択部22と、補正後自車位置演算部23と、を有する。進行方向演算部21は、方位演算部21aと、勾配演算部21bとのうち、少なくとも1つの演算部から構成される。

【0018】

進行方向演算部21は、地図情報取得部11で取得した地図情報と、パラメータ検出部14で検出した走行情報と、自車情報取得部15で取得した自車情報とを用いて、自車の進行方向ベクトルを演算する。方位演算部21aは、自車の進行方向ベクトルのうち、方位ベクトル（例えば、北を0度、東を90度、南を180度、西を270度とする。方角とも呼ばれる。自車の左折右折などにより変更される。）を演算する。勾配演算部21bは、自車の進行方向ベクトルのうち、勾配ベクトル（自車が走行する道路の上り下りを示す。傾斜とも呼ばれる。）を演算する。

【0019】

補正先道路選択部22は、地図情報取得部11で取得した地図情報において自車の近傍に存在する複数の道路から、進行方向演算部21で計算した自車の進行方向ベクトルに基づいて、補正先の道路を選択する。補正後自車位置演算部23は、補正先道路選択部22で選択した補正先の道路上に、補正前自車位置を補正して、補正後自車位置とする。

【0020】

自車位置表示部30は、自車位置演算部10が計算した補正前自車位置と、自車位置補正部20が計算した補正後自車位置とを、地図情報で示される地図上の位置に表示する。

【0021】

以下、図1の自車位置演算装置1が補正後自車位置を計算する実施形態について、進行方向演算部21として方位演算部21aを用いる第1実施形態と、進行方向演算部21として勾配演算部21bを用いる第2実施形態と、を順に説明する。これらの第1実施形態と第2実施形態とは、同一の自車位置演算装置1での併用が可能である。

【0022】

図2は、第1実施形態における自車位置演算装置1の動作を示すフローチャートである。このフローチャートは、自車が走行することにより、自車位置が耐えず変動するので、所定周期で繰り返して実行される。自車がカーブを曲がっているときだけでなく、直線路を走行中にもこのフローチャートを実行してもよく、走行中の微小なふらつきなどにより積算される位置誤差を低減することが可能である。

【0023】

まず、自車位置演算部10（地図情報取得部11、パラメータ検出部14、自車情報取得部15）は、自車位置の計算に必要なデータを取得する（S11）。以下、自車位置演算部10の処理部ごとに、必要なデータを具体的に説明する。

【0024】

S11において、地図情報取得部11は、記憶手段または通信手段から地図情報を取得する。記憶手段は、例えば、コンピュータが読み取り可能なCD-ROM、DVD-ROM、ハードディスクなどが挙げられる。通信手段は、例えば、所定の情報センタから地図情報を取得するために用いられる。なお、地図情報は、一般的にデータ量が多いので、自車位置の近傍に絞って取得した方が処理効率がよい。

【0025】

地図情報は、道路の主要地点（交差点など）を示すノード、道路を構成するリンク、カーナビゲーションに表示する地形や店舗の情報、道路周辺の物体の位置（緯度・経度・高度・道路との位置関係など）により構成される。

$N_n(x_n, y_n)$ は、ノードを示す。 N_n の添字 n は、 n 番目のノードを示す。 x_n は、経度を示し、 y_n は、緯度を示す。

$L_n(r_L, \theta_L, W_L)$ は、リンクを示す。 L_n の添字 n は、 n 番目のリンクを示す。 r_L は道路の長さ（リンク長）を、 θ_L は東西南北などの道路の方位（方位におけるリンク角度）を、 W_L は道路における車線の幅を、それぞれ示す。なお、1つのリンクは、2つのノード（リンクの始点・終点）と対応することで、リンクの地図上の位置が確定する。なお、前記した以外のリンクの情報として、例えば、道路の曲率半径を含めてもよい。

【0026】

【表1】

記号	内容
VSP	車速
A_v	車両の加速度
A_D	減速度
G_y	横加速度
G	ステアリング比（ギア比）
α	運転者の操舵操作量
Y	車両のヨーレート
T_n	車両にかかる入力トルク

【0027】

S11において、パラメータ検出部14は、各種センサからの出力により、自車の走行情報に関するパラメータを検出する。検出するパラメータは、表1に例示される。

なお、入力トルク T_n は、エンジンに関する値を元に、計算式「ポンプ容量係数 $\times$ (エンジン回転数) 2 」によって求められる。エンジン回転数は、カタログスペック値または計測値である。ポンプ容量係数は、カタログスペック値である。

表1に例示されるパラメータの内、方位演算部21aが方位ベクトルの計算のために主に使用するパラメータは、車速 VSP 、運転者の操舵操作量 α 、車両のヨーレート γ である。また、前記パラメータの他に、運転者のアクセル操作量やブレーキ操作量などを検出してもよい。

【0028】

S11において、自転車情報取得部15は、記憶手段から自転車情報のカタログスペックを取得する。カタログスペックのパラメータは、例えば、車両重量 W と、タイヤ半径 R_T とが挙げられる。なお、車両重量 W は、搭載する人員や荷物などにより変動するので、自転車内に重量計を設置して(サスペンションの変位量を計測して)、補正することが望ましい。

10

【0029】

次に、自転車位置演算部10は、補正前自転車位置を計算する(S12)。具体的には、まず、自転車位置検出部12は、GPS(Global Positioning System: 衛星航法システム)との通信や、自転車周辺のインフラストラクチャからの通信(路車間通信や車々間通信)により、自転車位置の情報(緯度・経度・高度など)を検出する。自転車位置は、自転車の重心がある位置である。次に、補正前自転車位置演算部13は、自転車位置検出部12が検出した自転車位置を、地図情報取得部11が取得した地図上に配置し、補正前自転車位置とする。

20

【0030】

そして、進行方向演算部21(方位演算部21a)は、自転車の進行方向ベクトル(方位ベクトル)を演算する(S13)。以下、S13の詳細について、S13aからS13dの処理を説明する。

【0031】

方位演算部21aは、自転車が直進しているか否かを判定する(S13a)。そのため、計算式「 $\theta_s = \alpha / G$ 」(α は操舵操作量、 G はステアリング比)により操舵角 θ_s を求める。次に、直進判定式「 $|\theta_s| \leq \theta_{th}$ 」(θ_{th} は判定用の閾値)を所定時間満たし続けているとき、自転車が直進していると判定し(S13a, Yes)、処理をS13bへ進める。一方、その直進判定式を所定時間の間に1回でも満たしていなければ、自転車はカーブを曲がっていると判定し(S13a, No)、処理をS13cへ進める。

30

【0032】

方位演算部21aは、1周期前に演算した操舵角 θ_{s_z} をもとに、計算式「 $\theta_{s_t} = (\theta_s + \theta_{s_z} \times \text{積分係数}) / N$ 」により、基準姿勢パラメータ θ_{s_t} を計算する(S13b)。なお、 θ_{s_z} は演算周期の1周期前に演算した操舵角 θ_s 、 N は θ_{s_t} を計算した演算周期ごとの繰り返し回数、積分係数は演算周期に応じて決定される値である。

【0033】

方位演算部21aは、自転車の最も近傍の直線路のリンク角 θ_L を、基準姿勢パラメータ θ_{s_t} とする(S13c)。

【0034】

方位演算部21aは、S13aで計算した操舵角 θ_s と、S13bまたはS13cで計算した基準姿勢パラメータ θ_{s_t} とを用いて、計算式「 $\theta_p = \theta_s - \theta_{s_t}$ 」により、方位ベクトル θ_p を計算する(S13d)。なお、 θ_p の代わりに、自転車の移動した距離比 $\tan \theta_p$ を方位ベクトルとしてもよい。

40

【0035】

以上、S13の方位ベクトルの演算方法として、S13a～S13dを説明した。S13の別の実現方法として、車両前部に取り付けたフロントカメラあるいは車両後部に取り付けたリアカメラを用いて、自転車が走行する道路の白線を認識することにより、左右方向の車両運動から演算してもよい。さらに、車両のヨーレート γ や横加速度 G_y を利用して、方位ベクトル θ_p や基準姿勢パラメータ θ_{s_t} を演算してもよい。または、ジャイロセ

50

ンサが計算するヨー軸の速度または加速度から、方位ベクトル θ_P を求めてもよい。ただし、以上のようにした計算された方位ベクトル θ_P は、少なくとも測定誤差などを含むため、補正後自車位置 P_3 （詳細は後記）を中心に少なくとも $\pm 1 \sim 5$ m の範囲内にマッチングされる。

【0036】

ここで、補正先道路選択部 22 は、S12 で求めた補正前自車位置の近傍に存在する複数の道路から、計算した自車の進行方向ベクトルに基づいて、補正先の道路を選択する（S14）。具体的には、複数の道路それぞれのリンク角度 θ_L と、S13 で計算した方位ベクトル θ_P とのベクトル差分を計算式「 $|\theta_P - \theta_L|$ 」により計算し、その差分が最小となるリンクを、補正先の道路として選択する。

10

【0037】

なお、補正先の道路を選択する（S14）ための別の手法として、補正前自車位置の最も近傍にある道路を、補正先の道路として選択する比較例がある。しかし、精度の低い位置情報を用いる比較例に比べ、精度の高い進行方向ベクトルを用いる方式は、実際には自車位置が走行していない道路を選択する誤った選択を抑制することができる。

【0038】

補正後自車位置演算部 23 は、S14 で選択した補正先の道路上に、補正前自車位置を補正して、補正後自車位置とする（S15）。

【0039】

図3は、補正前自車位置および補正後自車位置を示す説明図である。図3（a）は、直線路から曲線路に向かって自車が進行していく旨を示す図である。図3（b）は、図3（a）の一部を拡大した図である。

20

【0040】

図3（a）のノード N_n 、 N_{n+1} 、 N_{n+2} 、 N_{n+3} は、リンク L_{n-1} 、 L_n 、 L_{n+1} 、 L_{n+2} 上に存在する。そして、自車は、各補正前自車位置 P_1 において、各進行方向（方位ベクトル θ_P ）に向かって進行している。自車位置演算装置1は、補正前自車位置 P_1 と、方位ベクトル θ_P とを参照して、リンク上の補正後自車位置 P_3 を求める。

【0041】

図2の補正後自車位置の計算（S15）は、例えば、（1）最短距離方式、または、（2）走行距離方式のいずれかにより、実現できる。

30

【0042】

（1）最短距離方式を説明する。この方式は、補正前自車位置 $P_1 (x_1, y_1)$ から最短距離に位置する補正先の道路上の地点 $P_3 (x_3, y_3)$ を、補正後自車位置とする。つまり、補正前自車位置 $P_1 (x_1, y_1)$ から補正先の道路に向かって引いた垂線と、補正先の道路との交点を、補正後自車位置とする。

【0043】

$C(r_C, \theta_C)$ は、補正前自車位置から補正後自車位置までの自車位置補正量を示す。

【0044】

r_C は、補正前自車位置から補正後自車位置までの距離を示す。 $\theta_P < \theta_L$ のときには「 $r_C = D_C \sin(\theta_L - \theta_P)$ 」で求め、 $\theta_P > \theta_L$ のときには「 $r_C = D_C \sin(\theta_P - \theta_L)$ 」で求める。 D_C は、直前に通過したノード N_n を基点とした自車の走行距離であり、直線路上の車速の積分値によって求める。 θ_L は、補正先の道路のリンク角度を示す。

40

Δr_C は、 r_C の変化量であり、前回計算した r_C と、今回計算した r_C との差分である。 Δr_C がばらつくときには、車線内における自車がふらついていると判断する。

【0045】

θ_C は、補正前自車位置から補正後自車位置に向かう角度を示す。 $\theta_P < \theta_L$ のときには「 $\theta_C = \pi/2 + \theta_L$ 」で求め、 $\theta_P > \theta_L$ のときには「 $\theta_C = \pi/2 - \theta_L$ 」で求め

50

る。

【0046】

$P_3(x_3, y_3)$ は、補正後自車位置であり、補正前自車位置 $P_1(x_1, y_1)$ と、自車位置補正量 $C(r_c, \theta_c)$ とのベクトル和により求める。 x_1 、 x_3 は、経度であり、 y_1 、 y_3 は、緯度である。

【0047】

(2) 走行距離方式を説明する。この方式は、補正前自車位置 $P_1(x_1, y_1)$ に至る直前に通過した、補正先の道路上のノード N_n から、走行距離 D_c 分だけなぞった位置を、補正後自車位置 $P_2(X_2, Y_2)$ とする。

【0048】

以上説明した、(1) 最短距離方式、および、(2) 走行距離方式の例について、図3(b)を参照しながら、説明する。図3(b)は、補正前自車位置 P_1 から、補正後自車位置 P_2 または補正後自車位置 P_3 へと補正される旨を示す。

【0049】

(2) 走行距離方式では、補正後自車位置 P_2 は、自車が補正前自車位置 P_1 まで走行した走行距離分を、リンク L_n 上でなぞることにより、計算される。これにより、補正前自車位置 P_1 を起点とせずに補正後自車位置 P_2 が求まるので、ビルの谷間などの電波遮蔽により、補正前自車位置 P_1 が取得困難な時期についても、自車位置を出力することが可能である。

【0050】

(1) 最短距離方式では、補正後自車位置 P_3 は、補正前自車位置 P_1 を起点とした自車位置補正量 C を求め、補正前自車位置 P_1 と、自車位置補正量 C とのベクトル和により、計算される。これにより、補正後自車位置 P_3 は、自車の走行距離に影響を受けないので、蛇行運転や、カーブ時に外側に流れてしまうなどのリンク L の位置と多少異なる経路で運転しても、高精度な自車位置を出力することが可能である。

例えば、カーブの外側を走行したことで余分な走行距離が発生してしまったとき、補正後自車位置 P_2 はその余分な走行距離分だけ先行してしまっているが、補正後自車位置 P_3 は補正前自車位置 P_1 から最短距離に位置するので、余分な走行距離の影響を受けずに済む。

つまり、カーブにおいて、リンク L が地図データ上の道路中央に配置されているとき、自車が道路中央より外側を走行していると、道路中央を走行したときよりも走行距離が長いので、補正後自車位置 P_3 よりも補正後自車位置 P_2 が先行する。一方、自車が道路中央より内側を走行していると道路中央を走行したときよりも走行距離が短いので、補正後自車位置 P_3 よりも補正後自車位置 P_2 が後退する。

【0051】

自車位置表示部30は、計算した自車位置を地図上に表示する(S16)。なお、表示画面に関しては、カーナビゲーションの表示画面のほかにインナーパネルにある速度計表示画面、ヘッドアップディスプレイなどでもよい。

【0052】

図4(a)は、高速道路などの分岐路において、自車が分岐路に進入する場合の概要図である。車両が分岐路などにさしかかった場合に、図3のS14で示した手法により補正先の道路を特定する。このとき、車両の進行方向ベクトル θ_p と、分岐路へ伸びるリンク L_{n+2} のリンク角度 θ_L と、の差分が閾値 θ_{Lth} 以下である状態が、所定時間に途切れることなく続いたときに、分岐路へ進入すると判定する。または、方向指示器の操作により、分岐路へ進入すると判定してもよい。

【0053】

分岐路へ進入すると判定された場合には、分岐路へ自車をマッチングする。一方、分岐路へ進入しないと判定された場合には、現状の速度あるいは運転者のアクセル操作量に応じた速度で走行する。

【0054】

10

20

30

40

50

さらに、自車が分岐路に進入すると判定されたときには、分岐路先の曲線路の形状に応じて必要な速度まで減速することで、適切な速度制御を実現する。つまり、そのカーブの入口において、カーブの曲率半径に応じた目標速度となるように、車両を適切なタイミングおよび減速度で減速させる。なお、目標速度は、車両のフロント部に搭載したカメラなどでカーブの手前にある速度制限の標識などを数字認識して取得してもよいし、地図情報からあらかじめ設定された目標速度を読み込んでもよい。

【0055】

図4(b)は、自車が車線変更する場合の概要図である。まず、S11において、地図情報取得部11が取得する地図情報は、車線毎のノードおよびリンク情報(車線の区別、車線幅などを含む)が記載されている高精度地図である。

10

【0056】

片側2車線(走行車線、追い越し車線)の道路において、自車が追い越し車線から走行車線へと車線変更する場合を説明する。図3のS14で示した手法を使用すると、2車線を示す各リンクが平行であるため、角度のベクトル差分では、どちらのリンクを選択するか、特定が困難である。

【0057】

そこで、自車位置補正量 $C(r_c, \theta_c)$ における自車位置補正距離 r_c (S15の(1)最短距離方式で計算される)と、車線の幅 W_R とをもとに、車線変更判定式「 $|r_c| \geq |W_R/2|$ 」にて比較することにより、車線変更するか否かを判定する。車線変更判定式を満たすときには、車線変更すると判定する。または、車線変更の検出時には方向指示器などによる信号を用いてもよい。

20

【0058】

さらに、車線内における車両のふらつき(Δr_c)が大きいときには、運転者への警報(画面、音声など)あるいはステア操作などにより車線逸脱防止を図ることが可能である。

【0059】

以上、方位演算部21aを用いる第1実施形態を説明した。以下、勾配演算部21bを用いる第2実施形態を説明する。

【0060】

図5は、第2実施形態における自車位置演算装置1の動作を示すフローチャートである。以下、第1実施形態(図2)との違いに着目しつつ、説明を行う。

30

【0061】

図5のS21では、図2のS11で示したように、表1に例示されるパラメータを検出する。ここで、地図情報には、高さ軸の情報が含まれる。

$N_n(x_n, y_n, z_n)$ は、ノードを示す。 z_n は、ノードの標高を示す。

$L_n(r_L, \theta_L, \sigma_L, W_L)$ は、リンクを示す。 σ_L は上り坂などの道路勾配(勾配におけるリンク角度)を示す。

ここで、表1に例示されるパラメータの内、勾配演算部21bが勾配ベクトルの計算のために主に使用するパラメータは、車速 V_{SP} 、加速度 A_v および減速度 A_D 、入力トルク T_n である。S22は、S12と同じである。

40

【0062】

そして、進行方向演算部21(勾配演算部21b)は、自車の進行方向ベクトル(ピッチベクトル)を演算する(S23)。以下、S23の詳細について、S23aからS23dの処理を説明する。

【0063】

まず、自車に作用する各トルクを計算する(S23a)。以下、計算する各トルクの詳細について、図6を参照して説明する。

【0064】

図6は、上下2つの道路から構成される高架道路において、高架上の道路を自車が走行する一例を示す説明図である。図6(a)の一部を拡大し、視点を横にした図が、図6(

50

b)である。図6(a)では、高架路の下側を走行している自車が、登坂道路の勾配を上り、高架路の上側を走行する。図6(b)では、登坂道路の勾配を上っている自車に対して作用する各トルクを示す。

【0065】

λ は、減速比を示す。減速比(変速比とも言う)とは、トランスミッションのギア等により減速(または加速)されるエンジン回転数の比率である。つまり、同一のエンジン回転数の場合、減速比(変速比)が大きいほど、パワー(力)は大きい、スピード(速度)は小さい。一方、減速比(変速比)が小さいほど、パワー(力)は小さい、スピード(速度)は大きい。

T_{TB} は、タービントルクを示す。 T_{TB} は、「入力トルク $T_n \times$ トルク比」で求める。トルク比は、カタログスペック値、または、センサによる計測値である。

T_D は、駆動トルクを示す。 T_D は、計算式「 $T_D = (T_{TB} \times g) \times \lambda / 2 R_T$ 」により、計算される。ここで、 g は重力加速度を、 R_T はタイヤ半径を示す。

R_{FV} は、抵抗(摩擦)力を示す。 R_{FV} は、計算式「 $R_{FV} = k \times W$ 」により、計算される。ここで、 k は道路種別(アスファルトなど)や路面状態(ウェットや積雪など)によって規定される摩擦係数を、 W は車両重量を示す。

R_{AR} は、空気抵抗を示す。 R_{AR} は、計算式「 $R_{AR} = K \times VSP^2$ 」により、計算される。ここで、 K は、比例係数を示す。

T_{FR} は、平地走行抵抗トルクを示す。 T_{FR} は、計算式「 $T_{FR} = R_{FV} + R_{AR}$ 」により、計算される。

T_{AR} は、加速抵抗トルクを示す。 T_{AR} は、計算式「 $T_{AR} = (W + \Delta W) \times A_v \times R_T$ 」により、計算される。ここで、 A_v は、車両加速度を示す。

T_σ は、勾配抵抗トルクを示す。 T_σ は、計算式「 $T_\sigma = T_D - (T_{FR} + T_{AR})$ 」により、計算される。

【0066】

次に、S23aで計算した各トルクから、自車の走行する道路の勾配を勾配ベクトルとして求める(S23b)。 σ_p は、進行方向ベクトル(勾配ベクトル)を示す。 σ_p は、計算式「 $\sigma_p = \sin^{-1} \{ T_\sigma / (W \cdot g \cdot R_T) \}$ 」により、計算される。ここで、 g は重力加速度を示す。なお、勾配ベクトル σ_p の表記としては、道路構造令に基づくパーセント(%)表示あるいは度数(角度)表示である。また、勾配ベクトル σ_p は、地図情報取得部11により取得されるリンクの道路勾配 σ_L の値を設定してもよい。

【0067】

そして、自車が平坦な道路を走行しているか否かを判定する(S23c)。具体的には、S23bで計算した勾配ベクトル σ_p と、予め設定するしきい値 σ_{th} と、を勾配判定式「 $|\sigma_{th}| \leq |\sigma|$ 」にて比較する。所定時間連続で勾配判定式を満たすときには、勾配が急な道路を走行しており、少なくとも1回以上不成立となった場合は、比較的平坦な道路を自車が走行している。しきい値 σ_{th} としては、例えば、2%~5%の数値を設定する。

【0068】

自車が勾配の急な道路を走行しているとき(S23c, Yes)、S23bで更新された勾配ベクトル σ_p を、コンピュータなどに内蔵されたハードディスクドライブ、CD-R、DVD-RAMなどに記憶することで、更新する(S23d)。

【0069】

以上、S23の詳細を説明した。S23の別の実現方法として、車両前部に取り付けたフロントカメラあるいは車両後部に取り付けたリアカメラを用いて、自車が走行する道路などの周辺景色を撮影し、その撮影画像に含まれる道路標識などのオブジェクトに着目し、その上下方向の変化度合いを認識することにより、演算してもよい。または、ジャイロセンサが計算するピッチ軸の速度または加速度から、勾配ベクトル σ_p を求めてもよい。

【0070】

そして、S23で計算した勾配ベクトル σ_p をもとに、補正先の道路を選択する(S2

10

20

30

40

50

4)。補正後自転車位置の計算（S 2 3）は、例えば、（A）勾配有無方式、または、（B）高さ測定方式のいずれかにより、実現できる。

【0071】

（A）勾配有無方式は、大まかに自転車が走行している道路を特定する。例えば、自転車が高架下の道路を走行していたとする。その後、自転車が急な道路を走行している（S 2 3 c, No）と判定されたとき、補正先の道路を高架上の道路に変更する。これにより、道路の高さ情報の詳細な値を必要とせずに、道路を選択することができるため、詳細な地図情報が不要であり、低コストで実現できる。

【0072】

（B）高さ測定方式は、勾配 σ のある道路における自転車の走行距離と、走行した道路の勾配 σ から高低差を演算し、地図情報と前記高低差に応じて、一番高さが近い道路を選択する方式である。これにより、同じ緯度経度地点において高さが多段階存在するような複雑な道路（高速道路のランプなど）に対しても、高精度で道路を選択することができる。

【0073】

また、前記（A）、（B）の方式の他に、GPS精度が低下する場所や起伏の多い山間部などの道路を車両が走行する場合には、平面的な移動距離（2次元走行距離と称する）と道路勾配に応じて、起伏を考慮した走行距離（3次元走行距離と称する）を演算することにより、地図上の適切な位置に自転車をマッチングすることが可能となる。また、前記した3次元走行距離を用いて、標高を含む地図情報に更新してもよい。

【0074】

図5のS 2 5は、図2のS 1 5と同じである。図5のS 2 6は、図2のS 1 6と同じである。

【0075】

図7は、S 1 6およびS 1 7で表示する画面の一例を示す画面図である。自転車位置表示欄701は、地図上の自転車の位置をアイコンで示す。進行方向表示欄702は、進行方向演算部21により計算された各ベクトルを、道路構造令に則った%表示または角度表示（度）で示す。さらに、地図上に表示される地図情報としては建物および建物の種類・業種など、実景観に対応する地図情報である。前記した建物の種類・業種としては、ガソリンスタンド、コンビニエンスストア、駅、学校などの記号、名前などの表示がある。

【0076】

補正オンオフ表示欄703は、S 1 5またはS 2 5で自転車位置を補正するか（ON）、否か（OFF）を表示する。このオンオフは、所定操作により切替が可能である。ONのときには、補正後自転車位置が自転車位置表示欄701に表示され、OFFのときには、補正前自転車位置が自転車位置表示欄701に表示される。または、ONのときに、自転車位置表示欄701の点滅あるいは音声により、画面上の自転車位置を補正してマッチングしていることを運転者および同乗者に報知してもよい。

【0077】

なお、道路形状の進行方向と、運転者の操舵操作に基づく車両の進行方向（方位、勾配）とを比較して、車両の進行方位が道路形状の進行方向に対して適切でない場合（ハンドルの切りすぎなど）には、進行方向表示欄702の点滅や「ピピピピピ」などの音声により、操舵操作が適切でない旨を運転者に警告してもよい。

【0078】

また、道路勾配と自転車の速度を比較して、自転車の速度が適切でない場合（くだり坂での速度の出しすぎなど）には、進行方向表示欄702の点滅や「ピピピピピ」などの音声により、道路に対して速度が適切でないむねを運転者に警告してもよい。

【0079】

さらに、補正オンオフ表示欄703に表示される自転車位置の補正は、方位演算部21aで演算される車両の方位と、勾配演算部21bで演算される車両の勾配と、をそれぞれ個別に補正のオンオフを指定してもよい。例えば、周囲に高架道路が存在しない地域では、勾配演算部21bによる補正処理をオフにすることで、計算量を減らすことができる。

【0080】

以上説明したように、車載端末装置の画面上に、運転者の操舵操作に応じた車両の進行方向や、走行中の道路の勾配などの車両の姿勢をもとに、補正後自車位置を計算することで、地図上の高精度な自車位置を表示して運手者および同乗者に正確な自車位置や車両状態を報知することができる。その結果、補正後自車位置を表示するための車載端末装置の信頼性向上および運転時の快適性向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の一実施形態に関する自車位置演算装置を示す構成図である。

【図2】本発明の第1実施形態に関する自車位置演算装置の動作を示すフローチャートである。 10

【図3】本発明の第1実施形態に関する補正前自車位置および補正後自車位置を示す説明図である。

【図4】本発明の第1実施形態に関する分岐路および車線変更の場合を示す概要図である。

【図5】本発明の第2実施形態に関する自車位置演算装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明の第2実施形態に関する上下2つの道路から構成される高架道路において、高架上の道路を自車が走行する一例を示す説明図である。

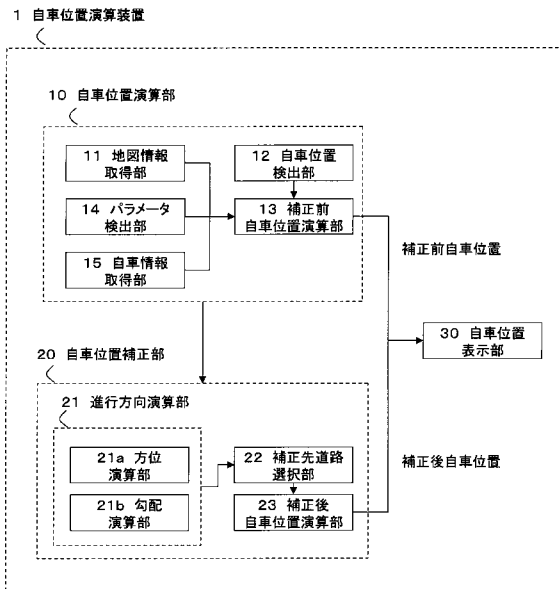
【図7】本発明の一実施形態に関する表示する画面の一例を示す画面図である。 20

【符号の説明】

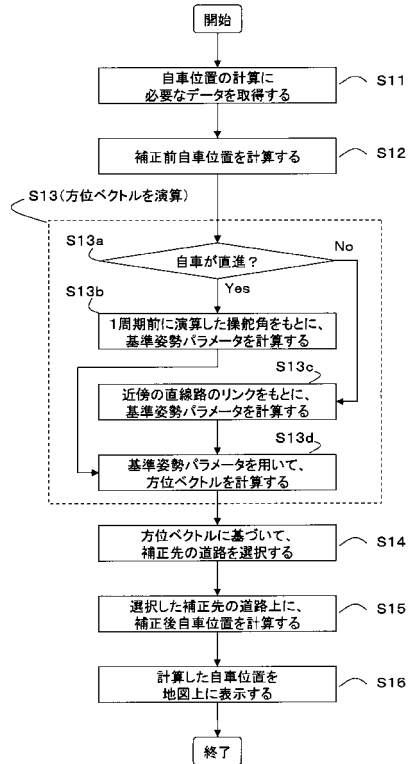
【0082】

- 1 自車位置演算装置
- 10 自車位置演算部
- 11 地図情報取得部
- 12 自車位置検出部
- 13 補正前自車位置演算部
- 14 パラメータ検出部
- 15 自車情報取得部
- 20 自車位置補正部
- 21 進行方向演算部
- 21a 方位演算部
- 21b 勾配演算部
- 22 補正先道路選択部
- 23 補正後自車位置演算部
- 30 自車位置表示部

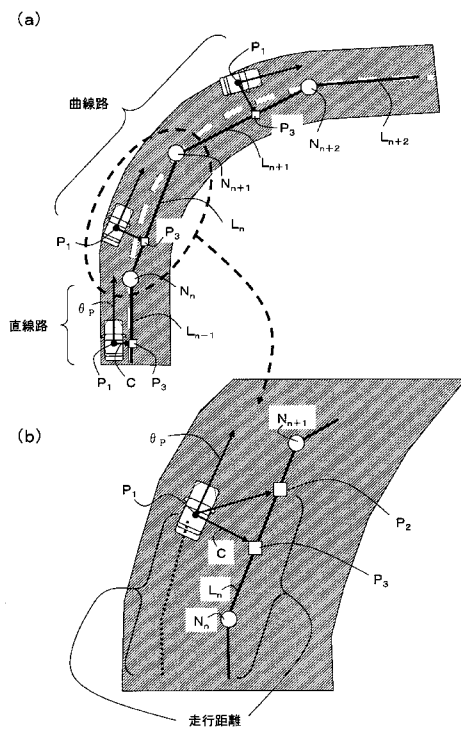
【図 1】



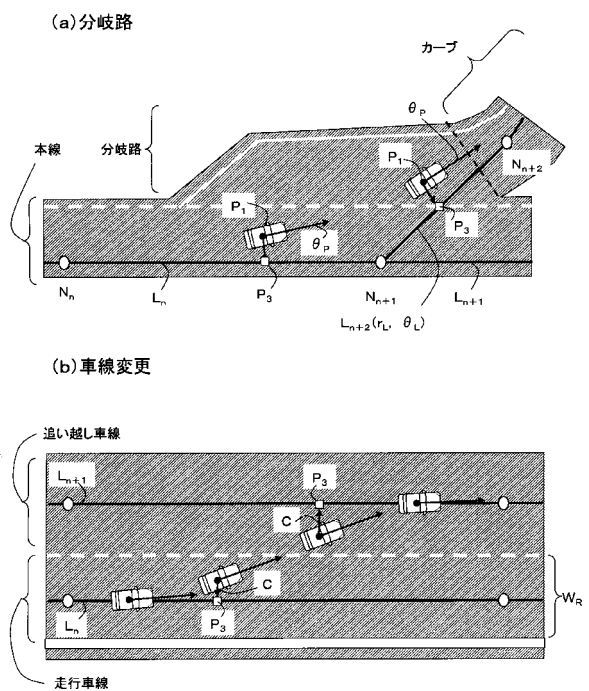
【図 2】



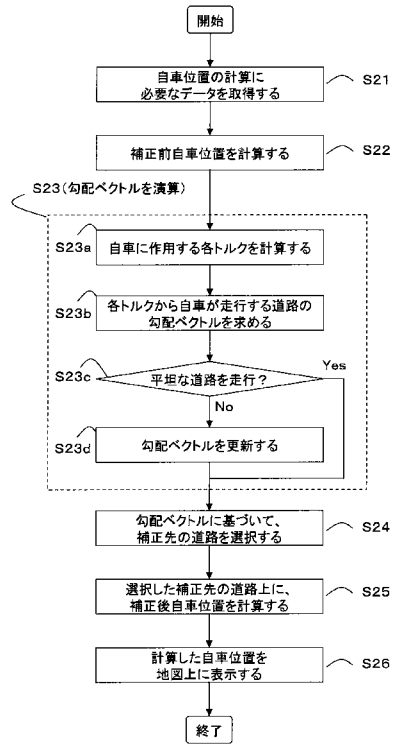
【図 3】



【図 4】



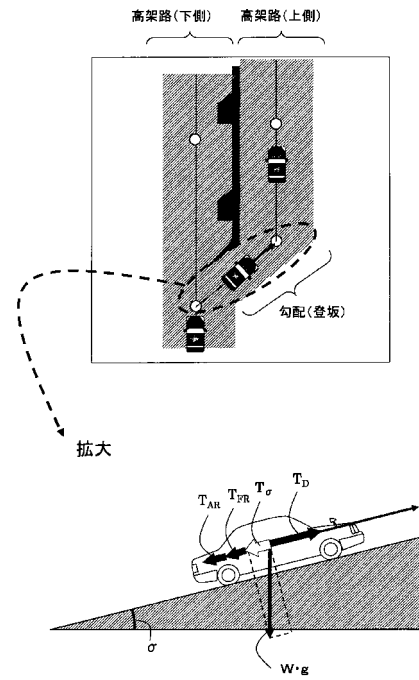
【図 5】



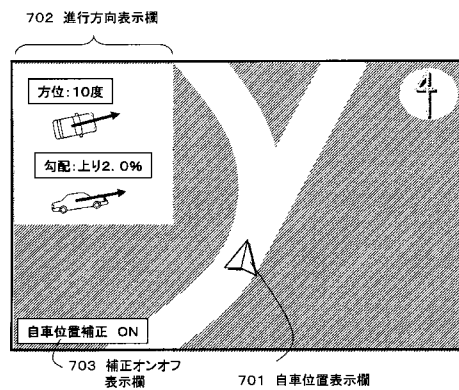
【図 6】

(a)

(b)



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 坂本 博史
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
- (72)発明者 井上 健士
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
- (72)発明者 西垣戸 貴臣
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
- (72)発明者 坂田 雅男
神奈川県座間市広野台二丁目6番35号 株式会社ザナヴィ・インフォマティクス内

審査官 奥隅 隆

- (56)参考文献 特開平09-152345 (JP, A)
特開平07-035566 (JP, A)
特開平08-178677 (JP, A)
特開平07-318363 (JP, A)
特開平01-134209 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------------|
| G01C | 21/00-25/00 |
| G08G | 1/00-99/00 |
| G09B | 29/00-29/14 |