

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4453728号
(P4453728)

(45) 発行日 平成22年4月21日 (2010. 4. 21)

(24) 登録日 平成22年2月12日 (2010. 2. 12)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 C 21/00 (2006. 01)

G O 1 C 21/00 D

G O 1 S 5/14 (2006. 01)

G O 1 S 5/14

G O 8 G 1/0969 (2006. 01)

G O 8 G 1/0969

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2007-205487 (P2007-205487)
 (22) 出願日 平成19年8月7日 (2007. 8. 7)
 (65) 公開番号 特開2009-41988 (P2009-41988A)
 (43) 公開日 平成21年2月26日 (2009. 2. 26)
 審査請求日 平成20年12月8日 (2008. 12. 8)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
 (74) 代理人 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 服部 陽介
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 岡田 稔
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 後藤 真広
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置補正装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

G P S 受信機により計測された位置座標を取得する位置情報取得手段と、
 敷設された道路の位置座標を表す道路データを記憶する道路データ記憶手段と、
 前記位置情報取得手段が取得した位置座標を基に、過去所定期間における前記 G P S 受
 信機の位置座標を複数地点表した軌跡データを生成する軌跡データ生成手段と、
 前記道路データ記憶手段が記憶する道路データと、前記軌跡データ生成手段が生成した
 軌跡データと、に基づき、前記過去所定期間に前記 G P S 受信機が移動した道路区間を推
 定する道路推定手段と、

前記道路推定手段により推定された道路区間における複数地点の位置座標と、前記軌跡
 データが示す前記 G P S 受信機の複数地点の位置座標と、に基づき、前記 G P S 受信機が
 計測する位置座標のバイアス誤差を推定するバイアス誤差推定手段と、

前記バイアス誤差推定手段により推定されたバイアス誤差に基づき、前記 G P S 受信機
 により計測された位置座標を補正し、当該補正後の位置座標を出力する補正出力手段と、
 を備え、

前記道路推定手段は、前記軌跡データが示す各地点の位置座標の内、特定地点の位置座
 標を、前記バイアス誤差推定手段が過去に推定したバイアス誤差に基づき補正し、補正後
 の位置座標に基づき、当該補正後の位置座標から最も近い道路を探索して、前記探索によ
 り得られた前記最も近い道路上で、前記過去所定期間に前記 G P S 受信機が移動した道路
 区間を推定する構成にされ、

10

20

前記バイアス誤差推定手段は、前記道路推定手段により探索された前記最も近い道路と補正後の前記特定地点の位置座標との距離が、所定の上限値を超える場合に、前記軌跡データに基づいたバイアス誤差の推定動作を停止可能な構成にされ、

前記補正出力手段は、前記バイアス誤差推定手段によりバイアス誤差が推定されない期間、その期間前に前記バイアス誤差推定手段により推定されたバイアス誤差に基づき、前記GPS受信機により計測された位置座標を補正し、当該補正後の位置座標を出力する構成にされている

ことを特徴とする位置補正装置。

【請求項2】

前記道路推定手段は、前記軌跡データが示す各地点の位置座標毎に、この位置座標に対応する前記道路区間上の位置座標を、推定する構成にされ、

前記バイアス誤差推定手段は、前記軌跡データが示す各地点の位置座標毎に、前記軌跡データが示す位置座標と、当該位置座標に対応する前記推定された道路区間上の位置座標と、の誤差を算出し、算出した前記各地点の誤差の平均を、前記バイアス誤差として推定する構成にされていること

を特徴とする請求項1記載の位置補正装置。

【請求項3】

前記バイアス誤差推定手段は、前記各地点の誤差の内、前記GPS受信機が測位した時期が新しい地域の誤差ほど、重み付けを大きくして、前記各地点の誤差の重み付け平均を算出し、当該重み付け平均を、前記バイアス誤差として推定可能な構成にされていること

を特徴とする請求項2記載の位置補正装置。

【請求項4】

前記GPS受信機は、車両に搭載され、

前記位置補正装置は、

前記車両に搭載された自律航法センサの出力に基づき、前記車両の変位量を算出して、当該変位量に基づき、前記位置情報取得手段が取得した位置座標を補正する前処理手段を備え、

前記軌跡データ生成手段は、前記前処理手段による補正後の位置座標に基づき、前記過去所定期間における前記GPS受信機の位置座標を複数地点表した前記軌跡データを生成する構成にされていること

を特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の位置補正装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置補正装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、GPS (Global Positioning System) 測位では、測位結果に、伝播遅延によるバイアス誤差、マルチパスによる測位誤差、その他、種々の要因によるランダム誤差が生じることが知られている。

【0003】

バイアス誤差は、GPS衛星と地上との間に介在する電離層をGPS信号が通過する際に、伝播遅延が生じることを主な原因として発生するものである。このバイアス誤差は、電離層を主な原因として生じるものであるため、常時発生するが、誤差の程度は、電離層の状態によって時々刻々と変化する。

【0004】

このため、従来装置（カーナビゲーション装置等）では、バイアス誤差の情報を、FM放送局（所謂DGPS局）から、FM放送波の形態で受信し、受信したバイアス誤差情報に従って、GPS受信機により計測された位置座標を、補正することが行われている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平10-185600号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、FM放送局からバイアス誤差情報を受信して、GPS受信機により計測された位置座標を補正する方法では、装置にFM受信機を搭載する必要があるため、製品コストが高くなるといった問題があった。

【0006】

また、この方法では、測位地点がFM放送局から離れた地点にある場合、周辺環境の相違から、測位地点でのバイアス誤差がFM放送局でのバイアス誤差と異なるため、FM放送局からバイアス誤差情報を受信しても、受信先装置（ナビゲーション装置）では、バイアス誤差を、GPS受信機の測位結果から精度よく取り除くことができず、精度よく現在地点の位置座標を検出することができないといった問題があった。また、従来方法では、FM放送局から受信した確度の低いバイアス誤差情報に基づいて、GPS受信機の測位結果を補正することで、むしろ位置精度が悪化する可能性があった。

【0007】

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、GPS受信機の測位結果からバイアス誤差を従来よりも適切に取り除くことが可能な位置補正装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

かかる目的を達成するためになされた本発明（請求項1記載）の位置補正装置は、バイアス誤差推定手段を備え、次のようにして、GPS受信機が計測する位置座標のバイアス誤差を推定し、推定したバイアス誤差に基づき、GPS受信機が計測した位置座標を補正するものである。

【0009】

本発明の位置補正装置は、位置情報取得手段によって、GPS受信機が計測した位置座標を取得し、位置情報取得手段が取得した位置座標を基に、過去所定期間におけるGPS受信機の位置座標を複数地点表した軌跡データを、軌跡データ生成手段によって生成する。

【0010】

また、位置補正装置は、敷設された道路の位置座標を表す道路データを記憶する道路データ記憶手段を備え、この道路データと、軌跡データ生成手段によって生成された軌跡データと、に基づき、道路推定手段にて、過去所定期間にGPS受信機が移動した道路区間を推定する。

【0011】

そして、バイアス誤差推定手段は、上記道路推定手段により推定された道路区間における複数地点の位置座標と、上記軌跡データが示すGPS受信機の複数地点の位置座標と、に基づき、バイアス誤差を推定する。

【0012】

本発明の位置補正装置は、このようにして推定したバイアス誤差に基づき、GPS受信機により計測された位置座標を補正し、補正後の位置座標を出力する（補正出力手段）。

この位置補正装置は、道路を移動する移動体（車両等）に搭載されたGPS受信機の測位結果を補正するために用いられるものであり、移動体が道路に沿って移動しているという仮定の下で、バイアス誤差を推定するものである。そして、本発明の特徴は、計測された複数地点の位置座標と、道路の複数地点の位置座標と、に基づいて、バイアス誤差を推定する点にある。

【0013】

即ち、本発明では、計測された複数地点の位置座標と、道路の複数地点の位置座標と、に基づいて、バイアス誤差を推定することにより、GPS受信機の移動軌跡と道路形状と

10

20

30

40

50

を複数地点に渡って比較できるようにし、正確にバイアス誤差を推定することができるようにした。

【0014】

従来技術では、FM放送局から受信したバイアス誤差情報に基づき、測位結果を補正しているため、受信情報が示すバイアス誤差が、測位地点でのバイアス誤差の真値から大きくずれている場合、測位結果からバイアス誤差を適切に除去して、測位結果を精度よく補正できないといった問題があったが、本発明によれば、上述した方法で、測位地点でのバイアス誤差を精度よく推定することができるので、従来よりも、計測された位置座標から適切にバイアス誤差を除去でき、測位結果を正確に補正することができる。また、この位置補正装置によれば、FM受信機を装置内に搭載する必要がないので、製品を安価に製造することができる。

10

【0015】

尚、道路データに基づき測位結果を補正する技術としては、マップマッチング技術が知られているが、周知のマップマッチング技術は、測位結果と道路位置とを比較して、測位結果を、道路上の位置座標に強制的に補正するものである。従って、この技術では、必ず道路を示す線路上に移動体の位置座標が乗ってしまい、道に対する相対的な移動体の軌跡、つまり道に対する移動体の運動を正確に表現することができない。

【0016】

これに対し、本発明によれば、上述の方法により、バイアス誤差を適切に求めることができ、求めたバイアス誤差を使って測位結果を適切に補正することができるので、移動体の運動を正確に表現したまま位置座標を補正することができる。従って、この技術を、車両制御に応用すれば、道路に対する車両運動を検出することができ、危険な運転の判定や、それに応じてドライバ操作をアシストする制御を正確に実行することができる。

20

【0017】

例えば、従来技術では、GPS受信機の測位結果を補正して、カーブを通過する車両の正確な移動軌跡を求めようとしても、測位結果と道路位置とを比較して、測位結果を、道路上の位置座標に補正するため、図9上段に示すように、適切に補正を行うことができず、補正により道路に対する相対的な運動情報が失われて、車両の運動を正確に表現することができないといった問題があった。このため、GPS受信機による測位結果と道路形状から危険な運転を判定することや、それに応じてドライバ操作をアシストする制御を実行しようとしても、当該制御を、適切に実行することができないといった問題があった。

30

【0018】

これに対し、本発明の位置補正装置を用いれば、図9下段に示すように、正確にバイアス誤差を推定して測位結果を補正することができるので、補正により位置座標の連続的な変化に関する情報が失われることがなく、正確な車両運動を表現することができ、ドライバ操作をアシストする制御を正確に実行することができる。

【0019】

この他、本発明の道路推定手段は、軌跡データが示す各地点の位置座標の内、特定地点の位置座標を、バイアス誤差推定手段が過去に推定したバイアス誤差に基づき補正し、補正後の位置座標から最も近い道路を探索して、探索により得られた最も近い道路を、GPS受信機が移動した道路に推定し、この道路上で、過去所定期間にGPS受信機が移動した道路区間を推定する。

40

【0020】

従って、簡単な手順で正確に、GPS受信機が移動した道路区間を推定することができる。尚、道路区間の推定方法としては、軌跡データが示す各地点の位置座標の内、特定地点の位置座標を、バイアス誤差推定手段が過去に推定したバイアス誤差に基づき補正し、補正後の位置座標から最も近い道路上の地点を基点にして、基点からの道路に沿う距離（道路長）が、軌跡データが示す特定地点からの移動軌跡に沿う距離（経路長）に一致するように、上記軌跡データが示す各地点の位置座標に対応する道路上の位置座標を推定することで、軌跡データが示す位置座標に対応する道路上の位置座標を、各地点間の位置関係

50

に従って推定し、推定した道路上の位置座標の両端を結ぶ区間を、道路区間に推定する方法を挙げることができる。

【0021】

また、本発明の位置補正装置は、道路推定手段により上記探索された道路と上記補正後の特定地点の位置座標との距離が、所定の上限值を超えている場合に、バイアス誤差推定手段での軌跡データに基づいたバイアス誤差の推定動作を停止可能な構成にされている。

また、補正出力手段は、バイアス誤差推定手段によりバイアス誤差が推定されない期間、その期間前にバイアス誤差推定手段により推定されたバイアス誤差に基づき、GPS受信機により計測された位置座標を補正し、当該補正後の位置座標を出力する。

【0022】

従って、本発明の位置補正装置によれば、GPS受信機が移動した道路として、誤った道路が推定され、結果として、誤ったバイアス誤差が推定されてしまうのを防止することができる。

【0023】

ところで、上記位置補正装置において、道路推定手段は、軌跡データが示す各地点の位置座標に対応する道路区間上の位置座標を、推定する構成にすることができ、バイアス誤差推定手段は、軌跡データが示す各地点の位置座標毎に、軌跡データが示す位置座標と、当該位置座標に対応する上記推定された道路区間上の位置座標との誤差を算出し、算出した各地点の誤差の平均を、バイアス誤差として推定する構成にすることができる（請求項2）。

【0024】

バイアス誤差は、ランダム誤差よりも時間的に緩やかに変化するものであるので、短い期間において、GPS受信機の位置座標は、バイアス誤差の影響により、真の位置座標よりも一定方向に一定距離ずれて、計測される。従って、各地点での軌跡データが示す位置座標と、道路上の位置座標との誤差の平均を、バイアス誤差として推定するようにすれば、正確にバイアス誤差を推定することができる。

【0025】

また、バイアス誤差推定手段は、各地点の誤差の単純平均を、バイアス誤差の推定値として算出する構成にされてもよいが、各地点の誤差の重み付け平均を、バイアス誤差の推定値として算出する構成にされてもよい。

【0026】

具体的に、バイアス誤差の推定値として、重み付け平均を求める場合には、GPS受信機が測位した時期が新しい地域の誤差ほど、重み付けを大きくして、重み付け平均を算出するように、バイアス誤差推定手段を構成するとよい（請求項3）。このように、バイアス誤差を推定すれば、電離層の変化（バイアス誤差の時間変化）にも適切に対応して、正確にバイアス誤差を推定することができる。

【0029】

また、車両に搭載されたGPS受信機を対象に位置補正装置を構成する場合には、当該位置補正装置に、車両に搭載された自律航法センサの出力に基づき、車両の変位量を算出して、当該変位量に基づき、位置情報取得手段が取得した位置座標を補正する前処理手段を設けて、軌跡データ生成手段は、前処理手段による補正後の位置座標に基づき、過去所定期間におけるGPS受信機の位置座標を複数地点表した軌跡データを生成する構成にされるとよい（請求項4）。

【0030】

このように位置補正装置を構成すれば、より一層高精度にバイアス誤差を求めることができ、GPS受信機により計測された位置座標を適切に補正することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下に本発明の実施例について、図面と共に説明する。図1は、車両に搭載された位置検出装置1の構成を表す説明図である。

10

20

30

40

50

図1に示すように、本実施例の位置検出装置1は、GPS受信機10と、自律航法センサ群20と、位置補正部30と、道路データベース40と、インタフェース部50と、を備える。

【0032】

GPS受信機10は、周知のGPS受信機と同様の構成にされており、GPS衛星から送信されてくるGPS信号を、アンテナ11を通じて受信して、GPS信号からGPSメッセージを抽出し、複数（4以上）のGPS衛星に関して得られた擬似距離及び衛星軌道情報に基づいて、幾何学的な演算により自装置の位置座標Pを算出する。位置座標Pは、例えば、ENU座標系やECF座標系などの3次元座標系で算出される。

【0033】

また、本実施例のGPS受信機10は、GPS信号のドップラーシフト量に基づいて、自装置の速度ベクトルVを算出する機能を有する。GPS信号のドップラーシフト量に基づいた速度ベクトルVの算出方法は、周知であるので、ここでは、速度ベクトルVの算出方法について、簡単に述べるが、速度ベクトルVの算出に当たっては、複数（4以上）のGPS衛星について、受信したメッセージからGPS衛星の速度ベクトルを算出し、更に、GPS受信機からGPS衛星への単位方向ベクトルを算出する。そして、これらのベクトル情報と、各GPS衛星から受信したGPS信号のキャリア周波数と、各GPS衛星から送出されるGPS信号のキャリア周波数と、に基づいて、自装置の速度ベクトルVを算出する。

【0034】

GPS受信機10は、このようにして算出した速度ベクトルVを、自装置の位置座標Pと共に、位置補正部30に向けて出力する。また、GPS受信機10は、位置座標P及び速度ベクトルVと同時に、DOP値に基づいて求めた位置座標Pの測定精度 ε_p 及び速度ベクトルVの測定精度 ε_v を表す測定精度情報を出力する。

【0035】

尚、本実施例では、測定精度 ε_p 、 ε_v についての高精度な情報は、必要ないので、測定精度の算出方法については、ここでは問わない。例えば、位置座標Pの測定精度 ε_p は、各GPS衛星からGPS受信機までの距離の測定値と推定値との差の平均値と、DOP値との積で求めることができる。同様に、速度ベクトルVの測定精度 ε_v も、GPS受信機の速度の測定値と推定値との差と、DOP値との積で求めることができる。

【0036】

また、自律航法センサ群20は、車輪速センサ、加速度センサ、ヨーレートセンサ等の車両の変位量を計測するのに必要な複数の自律航法センサで構成される。この自律航法センサ群20を構成する各センサの出力は、位置補正部30に入力される。

【0037】

この他、道路データベース40は、所定地域（例えば、日本全域）に敷設された各道路の位置座標を表す道路データを記憶するものである。尚、道路データとしては、周知のカーナビゲーション装置が地図データベースに備える、道路位置及び道路の接続関係を表すリンクデータ及びノードデータを流用することができる。従って、位置検出装置1には、経路案内機能を付加し、位置検出装置1は、カーナビゲーション装置として構成されてもよい。

【0038】

また、インタフェース部50は、エンジン制御を行うエンジンECUやブレーキ制御を行うブレーキECU、ステアリング制御を行うステアリングECUなどの車両に搭載された各種の制御系ECUと通信して、当該位置検出装置1にて検出された車両の位置座標Poを、制御系ECUに入力するためのものである。このインタフェース部50は、リアルタイムインタフェース又はLAN（CAN通信）インタフェースとして構成され、車内の制御系ECUに対し、検出された位置座標Poを入力する。

【0039】

また、位置補正部30は、GPS受信機10により計測されたGPS受信機10の位置

10

20

30

40

50

座標 P からバイアス誤差を取り除き、補正後の位置座標 P_o を、インタフェース部 50 を通じて外部に出力するものである。具体的に、位置補正部 30 は、図 2 に示す構成にされている。尚、図 2 は、位置補正部 30 の詳細構成を表すブロック図である。

【0040】

図 2 に示すように、位置補正部 30 は、自律速度ベクトル算出部 31 と、前処理部 33 と、バイアス誤差推定部 35 と、バイアス誤差除去部 37 と、を備える。

自律速度ベクトル算出部 31 は、自律航法センサ群 20 を構成する各センサに接続され、各センサの出力に基づき、単位時間当たりの車両の変位量、即ち、車両の速度ベクトル V_s を算出するものである。自律速度ベクトル算出部 31 は、算出した車両の速度ベクトル V_s を、前処理部 33 に出力する。

10

【0041】

一方、前処理部 33 は、GPS 受信機 10 及び自律速度ベクトル算出部 31 に接続され、GPS 受信機 10 から取得した位置座標 P、速度ベクトル V、測定精度 ε_p 、 ε_v の情報、及び、自律速度ベクトル算出部 31 から取得した速度ベクトル V_s の情報に基づいて、位置座標 P を補正し、補正後の位置座標 P_c を、バイアス誤差推定部 35 及びバイアス誤差除去部 37 に出力するものである。

【0042】

具体的に、前処理部 33 は、図 3 に示す位置精度向上処理を実行して、位置座標 P を補正する。図 3 は、前処理部 33 が繰返し実行する位置精度向上処理を表すフローチャートである。具体的に、前処理部 33 は、GPS 受信機 10 の計測周期 T 及び自律速度ベクトル算出部 31 のベクトル算出周期 T に合わせて、周期 T 毎に繰返し、この位置精度向上処理を実行する。

20

【0043】

位置精度向上処理を開始すると、前処理部 33 は、GPS 受信機 10 から現時点で計測された最新の位置座標 $P(n)$ 、速度ベクトル $V(n)$ 、及び、測定精度 $\varepsilon_p(n)$ 、 $\varepsilon_v(n)$ の情報を取得し (S110)、更に、自律速度ベクトル算出部 31 から現時点で計測された最新の速度ベクトル $V_s(n)$ の情報を取得する (S120)。

【0044】

尚、パラメータ P、V、 ε_p 、 ε_v 、 V_s に付すサフィックス (n) は、パラメータ P、V、 ε_p 、 ε_v 、 V_s の値が、最新サイクルで、取得された値であることを示し、サフィックス (n-1) は、パラメータ P、V、 ε_p 、 ε_v 、 V_s の値が、最新サイクルより 1 つ前のサイクルで、取得された値であることを示す。

30

【0045】

S120 での処理を終えると、前処理部 33 は、GPS 受信機 10 から取得した位置座標 $P(n)$ 及び速度ベクトル $V(n)$ について、位置座標 $P(n)$ の前回取得値 $P(n-1)$ 及び速度ベクトル $V(n)$ の前回取得値 $V(n-1)$ からの変化量 δp 、 δv を算出する (S130)。

【0046】

$$\delta p = |P(n) - P(n-1)|$$

$$\delta v = |V(n) - V(n-1)|$$

40

このようにして、変化量 δp 、 δv を算出すると、前処理部 33 は、S140 に移行し、変化量 δp が、上限値 M_p よりも大きいか否かを判断する。尚、上限値 M_p は、時間 T が経過するまでの期間に、車両が理論上移動しえる距離の最大値に、設計段階で予め定められる。

【0047】

そして、変化量 δp が上限値 M_p より大きいと判断すると (S140 で Yes)、GPS 受信機 10 から取得した位置座標 $P(n)$ を、 $\delta p = M_p$ となるように補正する (S145)。具体的には、位置座標 $P(n)$ を、前回値 $P(n-1)$ にベクトル $M_p \cdot (P(n) - P(n-1)) / \delta p$ を加算した値に、更新する。その後、S150 に移行する。

【0048】

50

$$P(n) \leftarrow P(n-1) + M_p \cdot (P(n) - P(n-1)) / \delta p$$

一方、変化量 δp が、上限値 M_p 以下であると判断すると (S140でNo)、前処理部33は、S145の処理を実行せずに、S150に移行する。そして、変化量 δv が、上限値 M_v よりも大きいかな否かを判断する (S150)。尚、上限値 M_v は、時間 T が経過するまでの期間に、理論上ありうる車両速度の変化量の最大値に、設計段階で予め定められる。

【0049】

そして、変化量 δv が上限値 M_v より大きいと判断すると (S150でYes)、GPS受信機10から取得した速度ベクトル $V(n)$ を、 $\delta v = M_v$ となるように補正する (S155)。具体的には、速度ベクトル $V(n)$ を、前回値 $V(n-1)$ にベクトル $M_v \cdot (V(n) - V(n-1)) / \delta v$ を加算した値に、更新する。その後、S160に移行する。

10

【0050】

$$V(n) \leftarrow V(n-1) + M_v \cdot (V(n) - V(n-1)) / \delta v$$

これに対し、変化量 δv が、上限値 M_v 以下であると判断すると (S150でNo)、前処理部33は、S155の処理を実行せずに、S160に移行する。

【0051】

また、S160に移行すると、前処理部33は、内蔵の係数設定マップに従い、係数 A_1 , A_2 , A_3 の値を、測定精度 $\varepsilon_p(n)$, $\varepsilon_v(n)$ に対応した値に設定する。その後、位置座標 $P_c(n)$ を、前回算出した位置座標 $P_c(n-1)$ に基づき、次式に従って算出する (S170)。

20

【0052】

$$P_c(n) = A_1 \cdot P(n) + A_2 \cdot (P_c(n-1) + V(n) \cdot T) + A_3 \cdot (P_c(n-1) + V_s(n) \cdot T)$$

但し、パラメータ T は、位置精度向上処理の実行周期 T である。また、パラメータ $P_c(n)$ は、最新サイクルの位置座標 P_c を表し、パラメータ $P_c(n-k)$ は、最新サイクルより k 回前のサイクルで算出された位置座標 P_c を表す。

【0053】

即ち、S170において、前処理部33は、GPS受信機10から得られた位置座標 $P(n)$ と、速度ベクトル $V(n)$ に基づいて求められる位置座標 $P(n-1) + V(n) \cdot T$ と、自律航法センサ群20の出力に基づいて求められる位置座標 $P(n-1) + V_s(n) \cdot T$ との重み付け平均を、係数 A_1 , A_2 , A_3 に従って算出する。

30

【0054】

そして、位置座標 $P_c(n)$ を算出し終わると、前処理部33は、この位置座標 $P_c(n)$ をバイアス誤差推定部35及びバイアス誤差除去部37に出力する (S180)。その後、位置精度向上処理を終了する。

【0055】

尚、本実施例において、係数 A_1 , A_2 , A_3 の値は、S160で、係数設定マップから動的に設定されるが、係数 A_1 , A_2 , A_3 の値は、予め決められた算出式から動的に設定されてもよい。但し、具体的な係数の算出式については、測定精度 ε_p , ε_v の算出方法に依存するため、ここでの説明は割愛し、本実施例では、係数設定マップを用いて、係数 A_1 , A_2 , A_3 を設定するものとして、その具体例を、図4を用いて説明する。図4(a)は、係数設定マップの構成を表す説明図であり、図4(b)は、係数 A_1 , A_2 , A_3 の大小関係を示した係数 A_1 , A_2 , A_3 の設定方法に関する説明図である。

40

【0056】

図4(a)に示すように、係数設定マップは、予め定められた測定精度 ε_p , ε_v の領域毎に、 $A_1 + A_2 + A_3 = 1$, $A_1 \geq 0$, $A_2 \geq 0$, $A_3 \geq 0$ を満足する係数 A_1 , A_2 , A_3 の値が記述された構成にされている。前処理部33は、この係数設定マップに従って、GPS受信機10から取得した測定精度情報 $\varepsilon_p(n)$, $\varepsilon_v(n)$ が属する領域を判定し、判定した領域に関連付けられて係数設定マップに記述された係数 A_1 , A_2 ,

50

A 3 の値の組合せに従って、係数 A 1, A 2, A 3 の値を設定する。

【0057】

具体的に、本実施例では、測定精度 ε_p 及び測定精度 ε_v に、境界値 $Th1$, $Th2$ を定め、測定精度 ε_p 及び測定精度 ε_v の座標空間に、4つの領域を定めている。即ち、 $\varepsilon_p < Th1$ 且つ $\varepsilon_v < Th2$ の領域を、第一領域とし、 $\varepsilon_p \geq Th1$ 且つ $\varepsilon_v < Th2$ の領域を、第二領域とし、 $\varepsilon_p < Th1$ 且つ $\varepsilon_v \geq Th2$ の領域を、第三領域とし、 $\varepsilon_p \geq Th1$ 且つ $\varepsilon_v \geq Th2$ の領域を、第四領域として定めている。尚、本実施例において、測定精度 ε_p , ε_v は、値が小さいほど高精度であるものとする。つまり、測定精度 ε_p , ε_v は、値が大きいほど、GPS受信機10で測定した位置、速度の誤差が大きい可能性があることを示す。

10

【0058】

そして、第一領域に対しては、係数 A 3 が、係数 A 1, A 2 よりも小さくなるように、係数 A 1, A 2, A 3 の値を定めている。即ち、本実施例では、GPS受信機10から得られた位置座標 $P(n)$ 及び速度ベクトル $V(n)$ の測定精度が高い場合、GPS受信機10から得られた位置座標 $P(n)$ 、及び、速度ベクトル $V(n)$ に基づいて求められる位置座標 $P_c(n-1) + V(n) \cdot T$ の重み付けが大きくなるように、係数 A 1, A 2, A 3 の値を設定して、位置座標 $P(n)$ を補正し、位置座標 $P_c(n)$ を求める。

【0059】

また、第二領域に対しては、係数 A 2 が、係数 A 1, A 3 よりも大きくなるように、係数 A 1, A 2, A 3 の値を定めている。このようにして、本実施例では、位置座標 $P(n)$ の測定精度が低く速度ベクトル $V(n)$ の測定精度が高い場合、速度ベクトル $V(n)$ に基づいて求められる位置座標 $P_c(n-1) + V(n) \cdot T$ の重み付けが大きくなるように、係数 A 1, A 2, A 3 の値を設定して、位置座標 $P(n)$ を補正し、位置座標 $P_c(n)$ を求める。

20

【0060】

また、第三領域に対しては、係数 A 1 が、係数 A 2, A 3 よりも大きくなるように、係数 A 1, A 2, A 3 の値を定めている。即ち、本実施例では、位置座標 $P(n)$ の測定精度が高く速度ベクトル $V(n)$ の測定精度が低い場合、GPS受信機10から得られた位置座標 $P(n)$ の重み付けが大きくなるように、係数 A 1, A 2, A 3 の値を設定して、位置座標 $P(n)$ を補正し、位置座標 $P_c(n)$ を求める。

30

【0061】

この他、第四領域に対しては、係数 A 3 が、係数 A 1, A 2 よりも大きくなるように、係数 A 1, A 2, A 3 の値を定めている。即ち、本実施例では、GPS受信機10から得られる位置座標 $P(n)$ 及び速度ベクトル $V(n)$ の測定精度が低い場合、自律航法センサ群20の出力から得られる位置座標 $P_c(n-1) + V_s(n) \cdot T$ の重み付けが大きくなるように、係数 A 1, A 2, A 3 の値を設定して、位置座標 $P(n)$ を補正し、位置座標 $P_c(n)$ を求める。

【0062】

このようにして、前処理部33は、GPS受信機10から取得した位置座標 $P(n)$ を補正し、位置精度の高い位置座標 $P_c(n)$ を得る。そして、この位置座標 $P_c(n)$ を、バイアス誤差推定部35及びバイアス誤差除去部37に出力する。

40

【0063】

続いては、バイアス誤差推定部35の動作について説明する。バイアス誤差推定部35は、前処理部33から出力される位置座標 P_c を取得し、この取得情報と、道路データベース40が記憶する道路データとから、GPS受信機10が移動した道路区間を推定し、バイアス誤差を推定する。

【0064】

図5は、バイアス誤差推定部35が実行するバイアス誤差推定処理を表すフローチャートである。バイアス誤差推定部35は、前処理部33と連動して、周期Tで繰返し図5に示すバイアス誤差推定処理を実行し、バイアス誤差推定値Yを求める。

50

【0065】

バイアス誤差推定処理を開始すると、バイアス誤差推定部35は、前処理部33から、位置座標 $P_c(n)$ を取得し、これを内蔵のバッファに記録する(S210)。

また、この処理を終えると、バイアス誤差推定部35は、現在から $t = K \cdot T$ 時間前までの期間に取得した複数の位置座標 $\{P_c(n-k) \mid k=0, 1, 2, \dots, K\}$ に基づき、現在地点 $P_c(n)$ から $t = k \cdot T$ 時間前に測位された地点 $P_c(n-k)$ までの経路長 $L(k)$ を、線形補間の手法を用いて、 $k=0, 1, \dots, K$ の各地点 $P_c(n-k)$ 毎に、算出する(S220)。

【0066】

【数1】

10

$$L(k) = \begin{cases} 0 & (k=0) \\ \sum_{j=0}^{k-1} |P_c(n-(j+1)) - P_c(n-j)| & (k=1, 2, \dots, K) \end{cases}$$

そして、経路長 $L(k)$ と位置座標 $P_c(n-k)$ との関係に基づき、GPS受信機10の移動軌跡を表す軌跡データD1を生成する。

【0067】

具体的に、バイアス誤差推定部35は、線形補間の手法を用いて、地点 $P_c(n)$ から地点 $P_c(n-K)$ までの経路を、等しい経路長 dL 間隔で M 個に分割してできる、分割地点の位置座標 $Q(1), Q(2), \dots, Q(M-1)$ を求め、これらの位置座標 $Q(1), Q(2), \dots, Q(M-1)$ と、両端地点の位置座標 $Q(0) = P_c(n), Q(M) = P_c(n-K)$ と、を記述して、軌跡データ $D1 = \{Q(0), Q(1), Q(2), \dots, Q(M-1), Q(M)\}$ を生成する。尚、位置座標 $Q(m)$ (但し、 $m=0, 1, 2, \dots, M$) は、現在地点 $Q(0) = P_c(n)$ から経路(GPS受信機10の移動軌跡)に沿って長さ $m \cdot dL$ 遡った地点の位置座標を表す。

20

【0068】

また、このようにして軌跡データD1を生成し終わると、バイアス誤差推定部35は、S240に移行し、位置座標 $Q(0)$ と、道路データベース40が記憶する道路データとに基づき、車両の走行道路を推定する。即ち、GPS受信機10が移動した道路を推定する。具体的に、バイアス誤差推定部35は、図6に示す道路推定処理を実行することにより、車両の走行道路を推定する。図6は、バイアス誤差推定部35が実行する道路推定処理を表すフローチャートである。

30

【0069】

道路推定処理を開始すると、バイアス誤差推定部35は、最後に推定したバイアス誤差推定値 Y を用いて、位置座標 $Q(0)$ を補正し、推定現在位置座標 X を算出する(S310)。具体的には、位置座標 X を、次式に従って算出する。

【0070】

$$X = Q(0) - Y$$

40

例えば、位置座標系として、ENU座標系が採用されているものとし、位置座標 $Q(0)$ がENU座標系のベクトル $Q(0) = (Q_E(0), Q_N(0), Q_U(0))$ で表され、バイアス誤差推定値 Y が $Y = (Y_E, Y_N, Y_U)$ で表されるものとする、位置座標 $X = (X_E, X_N, X_U)$ として、 $X = (Q_E(0) - Y_E, Q_N(0) - Y_N, Q_U(0) - Y_U)$ を算出する。

【0071】

但し、バイアス誤差推定値 Y は、S290にて、バイアス誤差推定部35により更新されるものである。従って、初回のS240実行時、バイアス誤差推定部35は、現在のバイアス誤差推定値 Y として、予め定められた初期値 Y_0 を用いる。

【0072】

50

また、この処理を終えると、バイアス誤差推定部35は、道路データベース40が有する道路データに基づき、位置座標Xから最も近い道路（位置座標Xからの距離（直線距離）が最も短い道路）を探索し、位置座標Xから最も近い道路上の地点の位置座標 $R(0) = (R_E(0), R_N(0), R_U(0))$ を求める（S320）。但し、位置座標Xが既に道路上の座標である場合には、座標 $R(0) = X$ に設定する。

【0073】

このようにして、位置座標 $R(0)$ を求めると、バイアス誤差推定部35は、座標Xから座標 $R(0)$ までの距離 $\delta = |X - R(0)|$ を算出し、距離 δ が、予め定められた上限値以下であるか否かを判断する（S330）。そして、距離 δ が上限値以下であると判断すると（S330でYes）、S340に移行し、距離 δ が上限値を超えていると判断

10

【0074】

また、S340に移行すると、バイアス誤差推定部35は、上記探索の結果、特定された位置座標Xから最も近い道路が、形状的に、軌跡データD1が示すGPS受信機10の移動軌跡と相関のある道路であるか否かを判断する。

【0075】

S340では、具体的に、S320で特定された位置座標Xから最も近い道路上の地点であって、座標 $R(0)$ から道路に沿って、軌跡データD1と同一の距離 d_L 離れた地点の位置座標 $R(1)$ を求める。

【0076】

20

尚、道路は、行き止まりとなっていない限り、座標 $R(0)$ から2方向に延びているので、特定された道路が座標 $R(0)$ から2方向に延びている場合には、座標 $R(0)$ から道路に沿って各方向に距離 d_L 離れた地点の位置座標 $R_a(1)$ 、 $R_b(1)$ を、位置座標 $R(1)$ として、求める。ちなみに、図7(a)は、位置座標 $R(1)$ と位置座標 $R(0)$ との関係を表した説明図である。

【0077】

また、この処理を終えると、バイアス誤差推定部35は、ベクトル $Z_1 = Q(1) - Q(0)$ を算出すると共に、ベクトル $Z_2 = R(1) - R(0)$ を算出する。尚、上記特定された道路が座標 $R(0)$ から2方向に延びている場合には、ベクトル Z_2 として、ベクトル $Z_a = R_a(1) - R(0)$ 及びベクトル $Z_b = R_b(1) - R(0)$ を算出する。

30

【0078】

また、ベクトル Z_1 、 Z_2 を算出すると、バイアス誤差推定部35は、ベクトル Z_1 とベクトル Z_2 とのなす角度 θ を算出する。

$$\theta = \arccos(Z_1 \cdot Z_2 / (|Z_1| \cdot |Z_2|))$$

尚、図7(b)は、ベクトル Z_1 及びベクトル Z_2 の設定方法、及び、ベクトル Z_1 とベクトル Z_2 とのなす角度 θ を示した説明図である。

【0079】

そして、角度 θ が、予め定められた閾値 θ_{th} 以下である場合（ $\theta \leq \theta_{th}$ である場合）には、上記特定された道路の形状がGPS受信機10の移動軌跡と類似しているとして、この道路が、GPS受信機10の移動軌跡と相関のある道路であると判断する（S340でYes）。

40

【0080】

一方、角度 θ が、予め定められた閾値 θ_{th} を超える場合（ $\theta > \theta_{th}$ である場合）には、上記特定された道路の形状がGPS受信機10の移動軌跡と類似していないとして、この道路が、GPS受信機10の移動軌跡と相関のない道路であると判断する（S340でNo）。

【0081】

但し、ベクトル Z_2 として、ベクトル Z_a 及びベクトル Z_b を算出した場合には、ベクトル Z_1 とベクトル Z_a とのなす角度 θ_a 、ベクトル Z_1 とベクトル Z_b とのなす角度 θ_b を算出し、角度 θ_a 、 θ_b のいずれか一方が、閾値 θ_{th} 以下である場合、S340で

50

Yesと判断し、角度 θa 、 θb の両者が閾値 θth を超える場合に限って、S340でNoと判断する。また、角度 θa 、 θb のいずれか一方が、閾値 θth 以下である場合には、座標 $R a(1)$ 及び座標 $R b(1)$ の内、角度 θ として大きい角度が求められた側の位置座標を破棄し、角度 θ として小さい角度が求められた側の位置座標を、位置座標 $R(1)$ に決定する。

【0082】

このようにして、上記特定された道路が、GPS受信機10の移動軌跡と相関のある道路であるか否かを判断し(S340)、上記特定された道路が、GPS受信機10の移動軌跡と相関のある道路であると判断すると(S340でYes)、バイアス誤差推定部35は、S350に移行して、上記特定された道路を、車両の走行道路に推定する。その後、当該道路推定処理を終了する。

10

【0083】

一方、上記特定された道路が、GPS受信機10の移動軌跡と相関のない道路であると判断すると(S340でNo)、バイアス誤差推定部35は、S360に移行し、車両の走行道路として正確な走行道路が推定できないとして、エラー判定を行う。その後、当該道路推定処理を終了する。

【0084】

尚、本実施例のバイアス誤差推定処理では、GPS受信機10が車両と共に道路上を移動しているものと仮定して、車両の走行道路を推定し、車両の走行道路と、GPS受信機10の移動軌跡との比較により、バイアス誤差を推定する。従って、S240では、車両の走行道路を正しく推定する必要がある。

20

【0085】

このため、上記閾値 θth としては、例えば、 $\pi/4$ よりも十分小さい値を設定する。このように、閾値 θth を設定すると、交差点付近で、真に車両が走行した道路とは直交する道路を、車両の走行道路と推定してしまうのを防止することができ、道路推定処理にて、車両の走行道路(GPS受信機10が移動した道路)を正しく推定することができる。

【0086】

また、本実施例では、距離 δ が上限値を超える場合、上記特定された道路が、車両の走行道路である可能性が低いので、エラー判定を行うようにした。従って、本実施例の道路推定処理によれば、上記道路を車両の走行道路に推定してしまうことによる不都合を解消することができる。

30

【0087】

このような内容の道路推定処理をS240で実行し終わると、バイアス誤差推定部35は、S250に移行し、道路推定処理で車両の走行道路を推定できたか否かを判断する。具体的に、道路推定処理でエラー判定がなされた場合、バイアス誤差推定部35は、車両の走行道路を推定することができなかったとして、S250でNoと判断する。一方、道路推定処理にてエラー判定がなされず車両の走行道路が推定された場合、S250でYesと判断する。

【0088】

そして、車両の走行道路を推定できなかったと判断すると(S250でNo)、バイアス誤差推定部35は、S295に移行し、最後に更新したバイアス誤差推定値 Y を出力する。その後、当該バイアス誤差推定処理を終了する。尚、S290の処理を一度も実行したことがない場合には、ここで、バイアス誤差推定値 Y として、予め定められた初期値 Y_0 を出力する。

40

【0089】

これに対し、車両の走行道路を推定できたと判断すると(S250でYes)、バイアス誤差推定部35は、S260に移行して、車両が走行したと推定される道路区間の複数地点の位置座標を表す道路区間データ $D2 = \{R(0), R(1), \dots, R(M)\}$ を生成する。

【0090】

50

尚、道路区間データ D 2 を構成する位置座標 R (0) , R (1) は、先の道路推定処理 (S 2 4 0) で求められた位置座標 R (0) , R (1) である。また、位置座標 R (m) (m = 0 , 1 , 2 , … , M) は、地点 R (0) を基点として、地点 R (0) から地点 R (1) 方向に、道路に沿って長さ m ・ d L 遡った地点の位置座標を表すものである。

【 0 0 9 1 】

即ち、S 2 6 0 では、軌跡データ D 1 と同じように、地点 R (0) を基点として、距離 d L 毎に配置される道路上の各地点に関し、既に求めた位置座標 R (0) , R (1) を除く、各地点の位置座標 R (2) , … , R (M) を求め、これら各地点の位置座標 R (0) , R (1) , … , R (M) を記して、道路区間データを生成する。

【 0 0 9 2 】

また、この処理を終えると、バイアス誤差推定部 3 5 は、S 2 7 0 に移行し、軌跡データ D 1 と道路区間データ D 2 とに基づいて、図 8 に示すように、軌跡データ D 1 が示す各地点の位置座標 Q (m) と、位置座標 Q (m) に対応する道路上の位置座標 R (m) との誤差 $\Delta (m) = Q (m) - R (m)$ を算出し、更に、その重み付け平均 ε を算出する。

【 0 0 9 3 】

【数 2】

$$\varepsilon = \frac{1}{(M+1)} \cdot \sum_{m=0}^M \alpha(m) \{Q(m) - R(m)\}$$

10

20

尚、図 8 は、重み付け平均 ε の算出方法に関する説明図である。この他、上式に示すパラメータ $\alpha = \{ \alpha (0) , \alpha (1) , \dots , \alpha (M) \}$ は、次の関係を満足する重み付け係数である。

【 0 0 9 4 】

【数 3】

$$\sum_{m=0}^M \alpha(m) = 1$$

$$\alpha(0) > \alpha(1) > \alpha(2) > \dots > \alpha(m) > \dots > \alpha(M)$$

30

即ち、本実施例では、各地点の誤差 $\Delta (m) = Q (m) - R (m)$ (m = 0 , 1 , … , M) の内、GPS 受信機 1 0 が測位した時期が新しい地域の誤差ほど、重み付けを大きくして、重み付け平均 ε を算出する。尚、誤差 $\Delta (m)$ は、図 8 に示すように、各方向 E , N , U での、位置座標 $Q (m) = (Q E (m) , Q N (m) , Q U (m))$ と、位置座標 $Q (m)$ に対応する道路上の位置座標 $R (m) = (R E (m) , R N (m) , R U (m))$ との誤差を表すものであり ($\Delta (m) = (Q E (m) - R E (m) , Q N (m) - R N (m) , Q U (m) - R U (m))$) 、重み付け平均 ε は、各方向成分の誤差の重み付け平均を、ベクトル表現してなるものである。

40

【 0 0 9 5 】

このようにして、重み付け平均 ε を算出すると、バイアス誤差推定部 3 5 は、S 2 8 0 に移行して、算出した重み付け平均 ε が、予め定められた上限値以下であるか否かを判断し、重み付け平均 ε が、上限値以下であると判断すると (S 2 8 0 で Y e s) 、S 2 9 0 に移行して、バイアス誤差推定値 Y を、S 2 7 0 で算出した重み付け平均 ε に更新する ($Y \leftarrow \varepsilon$) 。そして、更新後のバイアス誤差推定値 Y を、バイアス誤差除去部 3 7 に出力する (S 2 9 5) 。その後、当該バイアス誤差推定処理を終了する。

【 0 0 9 6 】

一方、重み付け平均 ε が上限値を超えていると判断すると (S 2 8 0 で N o) 、バイア

50

ス誤差推定部 35 は、S 290 の処理を実行することなく、S 295 に移行して、バイアス誤差推定値 Y をバイアス誤差除去部 37 に出力し、その後、バイアス誤差推定処理を終了する。このようにして、バイアス誤差推定部 35 は、重み付け平均 ε が大きく、推定した車両の走行道路に誤りがある可能性が高い場合には、バイアス誤差推定値 Y を更新せずに、バイアス誤差推定値 Y として、最後に更新した値を出力する。

【0097】

この他、本実施例では、前処理部 33 及びバイアス誤差推定部 35 と連動して、バイアス誤差除去部 37 が動作し、バイアス誤差除去部 37 は、バイアス誤差推定部 35 から出力されたバイアス誤差推定値 Y に基づき、前処理部 33 から入力された測位結果 $P_c(n)$ からバイアス誤差を除去して、補正後の位置座標 $P_o = P_c(n) - Y$ を、インタフェース部 50 を通じて外部に出力する。

10

【0098】

以上、本実施例の位置検出装置 1 について説明したが、この位置検出装置 1 では、計測した複数地点の位置座標 $Q(0)$, $Q(1)$, ..., $Q(M)$ と、道路の複数地点の位置座標 $R(0)$, $R(1)$, ..., $R(M)$ とから、バイアス誤差推定値 Y を算出することで、GPS 受信機 10 の移動軌跡と道路形状とを複数地点に渡って比較して、バイアス誤差を推定するようにした。

【0099】

具体的に、本実施例では、位置座標 $R(0)$ から等距離間隔 d_L に地点を設定して、設定した地点の位置座標 $R(1)$, ..., $R(M)$ を求めることで、軌跡データ D1 が示す各地点の位置関係に従い、軌跡データ D1 が示す各地点の位置座標 $Q(m)$ に対応する道路上の位置座標 $R(m)$ を求め、各地点の誤差 $\Delta(m)$ の平均 ε を、バイアス誤差推定値 Y として算出するようにした。

20

【0100】

従って、この位置検出装置 1 によれば、精度良くバイアス誤差を推定することができ、精度よく、GPS 受信機 10 の測位結果からバイアス誤差成分を除去して位置を補正することができる。

【0101】

従来技術では、FM 放送局から受信したバイアス誤差情報に基づき、測位結果を補正するので、FM 放送局と測位地点とが遠く離れている場合など、受信情報が示すバイアス誤差が、測位地点でのバイアス誤差の真値から大きくずれている場合、測位結果からバイアス誤差を適切に除去して、測位結果を精度よく補正できないといった問題があったが、本実施例によれば、上述した方法で、測位地点でのバイアス誤差を精度よく推定することができるので、従来よりも、GPS 受信機 10 の測位結果を適切に補正することができる。また、この位置検出装置 1 によれば、FM 受信機を装置内に搭載する必要がないので、製品を安価に製造することができる。

30

【0102】

また、従来のマップマッチング技術では、測位結果と道路位置とを比較して、測位結果を、道路上の位置座標に強制的に補正するので、図 9 上段に示すように、道に対する相対的な車両の軌跡、つまり道に対する車両の運動を正確に表現することができなかったが、本実施例によれば、上述した方法で、適切に位置座標を補正することができるので、このような問題を解消することができ、図 9 下段に示すように、車両の運動を正確に表現することができる。

40

【0103】

この他、本実施例では、重み付け平均 ε を求める際、GPS 受信機 10 が測位した時期が新しい地域の誤差ほど、重み付けを大きくして、重み付け平均 ε を算出するようにした。従って、本実施例の位置検出装置 1 によれば、電離層の変化にも適切に対応して、正確にバイアス誤差を推定することができる。

【0104】

また、本実施例では、車両の走行道路を推定する際、GPS 受信機 10 により計測され

50

た前処理後の位置座標 $Q(0) = P_c(n)$ を、前回推定したバイアス誤差に基づいて補正し、補正後の値 $X = Q(0) - Y$ を用いて、この地点 X から最も近い道路を車両の走行道路と推定するようにした。この他、上記最も近い道路の形状が、計測された位置座標の軌跡と相関があるか否かを、ベクトル Z_1 及びベクトル Z_2 のなす角度 θ に基づいて判断し、相関がない場合には、車両の走行道路の推定を止めるようにした。従って、本実施例の位置検出装置 1 によれば、簡単な手順で正確に、車両の走行道路（GPS 受信機 10 が移動した道路）を推定することができる。

【0105】

また、本実施例では、位置座標 X から最も近い道路までの距離が、離れている場合、対応する軌跡データに基づいたバイアス誤差の推定動作を、実行しないようにした（S250 で No）。そして、このとき計測された位置座標 $P_c(n)$ を、それまでに算出されたバイアス誤差推定値 Y を用いて、補正して、補正後の位置座標 P_o を出力するようにした。従って、本実施例によれば、車両の走行道路として誤った道路を推定してしまうことにより、誤った位置座標 P_o が算出・出力されてしまうのを防止することができる。

【0106】

この他、本実施例では、車両に搭載された自律航法センサに出力に基づき、車両の変位量 V_s を算出して、当該変位量 V_s に基づき、GPS 受信機 10 により計測された位置座標 P を補正するようにした。そして、補正後の位置座標 P_c に基づき、軌跡データを生成するようにした。従って、本実施例によれば、ランダム誤差の影響を抑え、適切にバイアス誤差を推定することができる。

【0107】

尚、本発明の道路データ記憶手段は、本実施例の道路データベース 40 に相当する。また、本発明の位置座標取得手段は、前処理部 33 が実行する S110 の処理にて実現され、軌跡データ生成手段は、バイアス誤差推定部 35 が実行する S210～S230 の処理にて実現されている。

【0108】

この他、道路推定手段は、バイアス誤差推定部 35 が実行する S240, S260 の処理にて実現され、バイアス誤差推定手段は、バイアス誤差推定部 35 が実行する S270, S290 の処理にて実現されている。また、補正出力手段は、バイアス誤差除去部 37 が位置座標 $P_o = P_c(n) - Y$ を算出し、出力する動作にて実現され、前処理手段は、自律速度ベクトル算出部 31 及び前処理部 33 が実行する S120～S180 の処理により実現されている。

【0109】

また、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、種々の態様を採ることができる。

例えば、上記実施例では、誤差 $\Delta(m)$ の重み付け平均 ε を、バイアス誤差推定値 Y として算出するようにしたが、バイアス誤差推定値 Y については、誤差 $\Delta(m)$ の単純平均で、算出されてもよい。即ち、全ての m について $\alpha(m) = 1 / (M + 1)$ に設定して、バイアス誤差推定値 Y を求めるようにしてもよい。

【0110】

その他、本実施例では、GPS 受信機 10 にて計測された位置座標 $P(n)$ を、位置座標 $P_c(n)$ に補正して、位置精度を向上させた補正後の位置座標 $P_c(n)$ を、バイアス誤差推定部 35 及びバイアス誤差除去部 37 に入力するようにしたが、位置座標 $P_c(n)$ に代えて、GPS 受信機 10 にて計測された位置座標 $P(n)$ を、そのまま、バイアス誤差推定部 35 及びバイアス誤差除去部 37 に入力するように、位置検出装置 1 を構成してもよい。

【0111】

また、上記実施例では、GPS 受信機 10 から前処理部 33 を介して得られる位置座標 P_c に基づき、線形補間の手法により、車両の走行軌跡を等距離間隔で表した軌跡データを生成し、軌跡データが示す各地点の位置座標 $Q(m)$ に対応する道路上の地点の位置座

10

20

30

40

50

標として、等距離間隔に道路の位置座標 R (m) を表した道路区間データを生成し、これらのデータに基づいて、バイアス誤差を求めるようにしたが、線形補間せずに、車両の走行軌跡を、前処理部 33 から得られる位置座標 $P_c(n)$, ..., $P_c(n-K)$ で表して軌跡データを生成し、軌跡データが示す各地点の位置座標 P_c に基づき、各地点の位置座標 P_c に対応する道路上の位置座標を、地点間の距離が、軌跡データが示す地点間の距離と等しくなるように求めて、道路区間データを生成し、これらのデータに基づいて、バイアス誤差を求めるようにしてもよい。このようにすれば、演算処理負荷を軽減することができ、データ量を削減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0112】

10

【図1】位置検出装置1の構成を表すブロック図である。

【図2】位置補正部30の構成を表すブロック図である。

【図3】前処理部33が実行する位置精度向上処理を表すフローチャートである。

【図4】係数設定マップの構成を表す説明図(a)、及び、係数 A_1 , A_2 , A_3 の大小関係を示した係数 A_1 , A_2 , A_3 の設定方法に関する説明図(b)である。

【図5】バイアス誤差推定部35が実行するバイアス誤差推定処理を表すフローチャートである。

【図6】バイアス誤差推定部35が実行する道路推定処理を表すフローチャートである。

【図7】座標 $R(1)$, $R(0)$ の位置関係を表す説明図(a)及びベクトル Z_1 , Z_2 のなす角度 θ を示した説明図(b)である。

20

【図8】重み付け平均 ε の算出方法に関する説明図である。

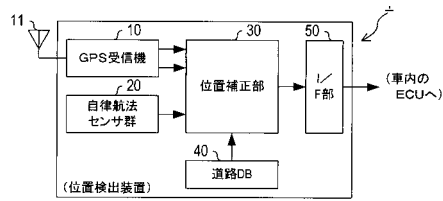
【図9】測位結果の従来型補正方法及び本発明の補正方法を記した説明図である。

【符号の説明】

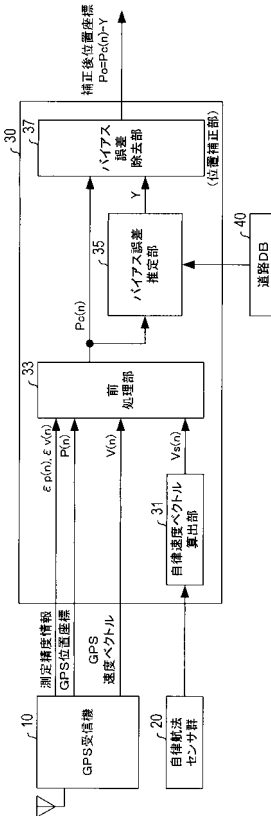
【0113】

1…位置検出装置、10…GPS受信機、11…アンテナ、20…自律航法センサ群、30…位置補正部、31…自律速度ベクトル算出部、33…前処理部、35…バイアス誤差推定部、37…バイアス誤差除去部、40…道路データベース、50…インタフェース部

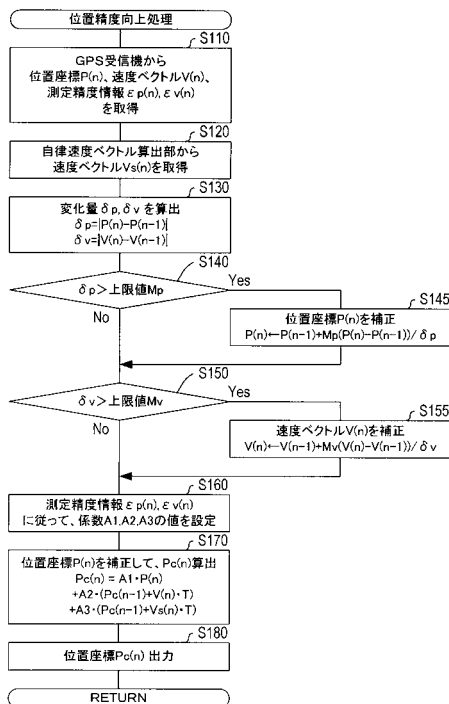
【図 1】



【図 2】



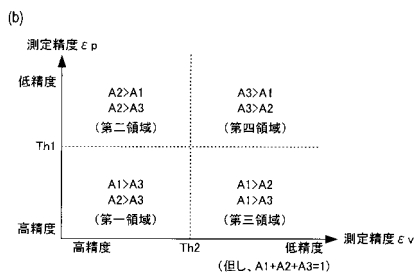
【図 3】



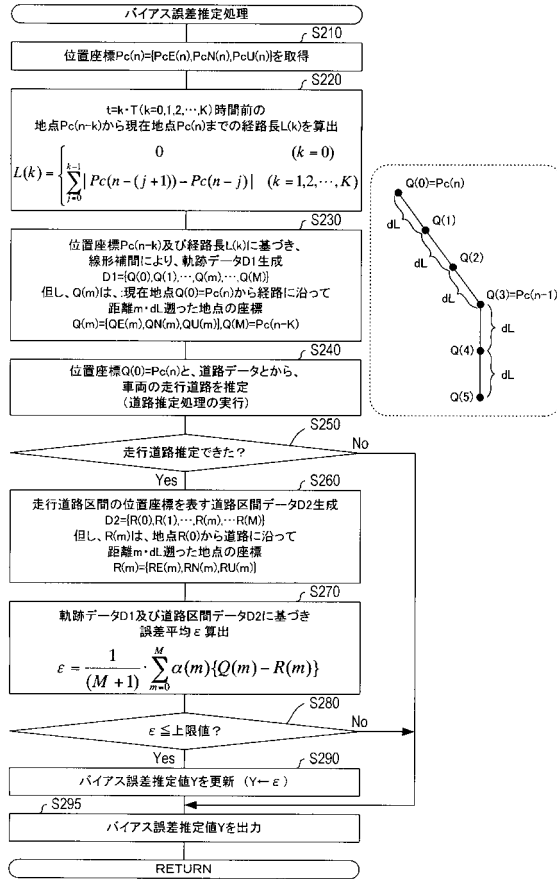
【図 4】

(a)

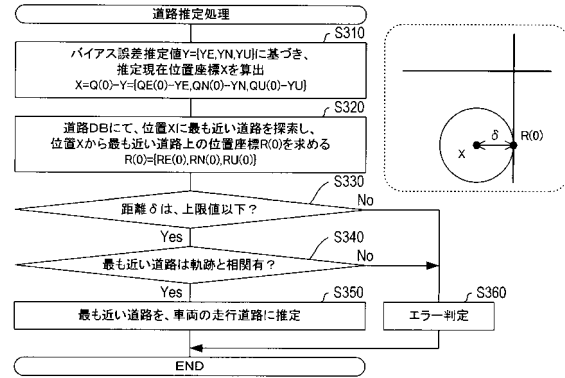
(係数設定マップ)	
測定精度($\varepsilon p, \varepsilon v$)	係数A1,A2,A3
...	...
...	...
...	...
...	...



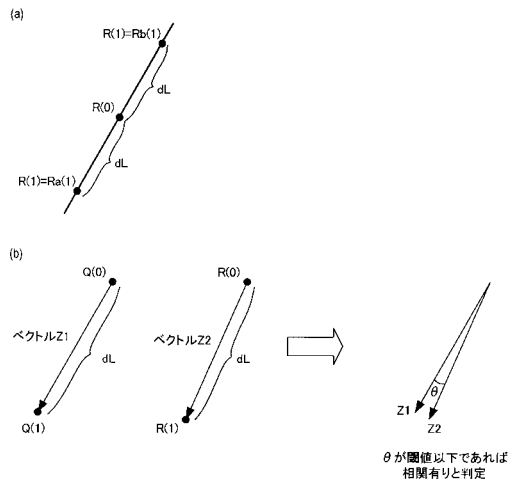
【図 5】



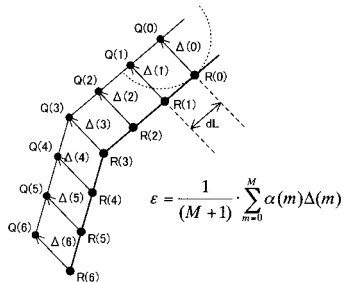
【図 6】



【図 7】

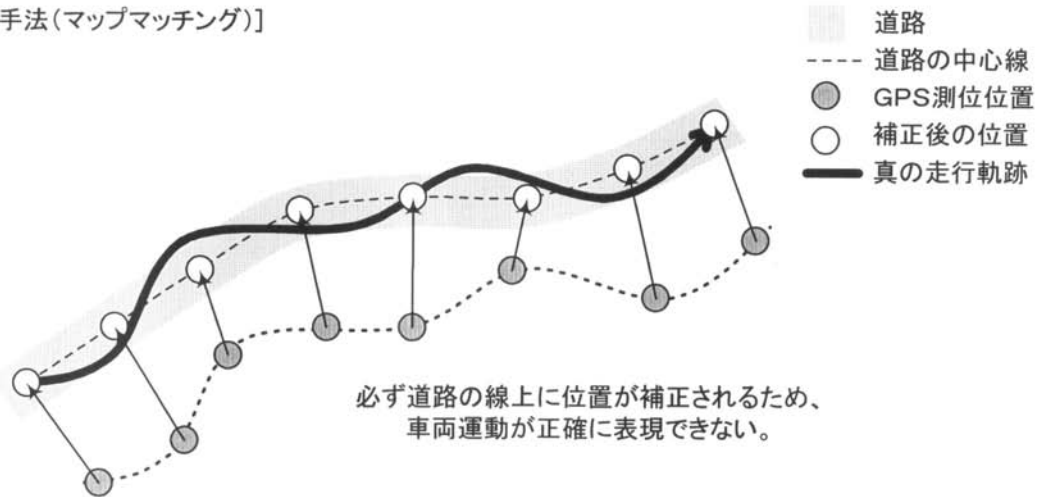


【図 8】

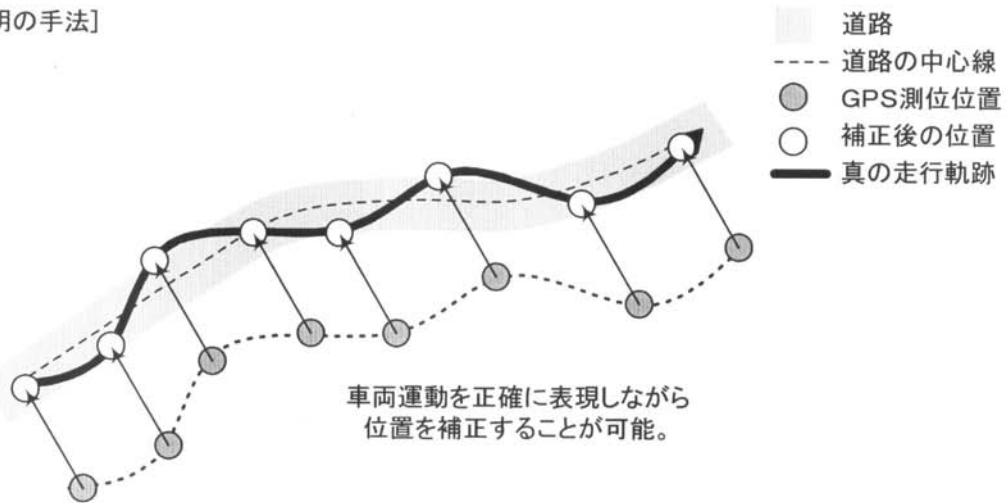


【図 9】

[従来手法(マップマッチング)]



[本発明の手法]



フロントページの続き

- (72)発明者 伊能 寛
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 加藤 良文
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 東 勝之

- (56)参考文献 特開平01-109276 (JP, A)
特開2004-295165 (JP, A)
特開平02-187899 (JP, A)
特開2002-040128 (JP, A)
特開平06-004024 (JP, A)
特許第2734195 (JP, B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|-------|---|-------|
| G01C | 21/00 | — | 21/36 |
| | 23/00 | — | 25/00 |
| G09B | 29/00 | — | 29/14 |
| G08G | 1/00 | — | 99/00 |