

明 細 書

発明の名称： 車両位置測定装置および車両位置測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、車両位置測定装置および車両位置測定方法に関する。

本願は、２００９年５月２９日に、日本に出願された特願２００９－１３１３７６号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、ＧＰＳ（Global Positioning System）によって車両の位置を測定し、車両が課金エリア内に進入したことを検知することによって課金を行う道路課金システムが提案されている（特許文献１参照）。このようなシステムでは、ＧＰＳ衛星からの電波を受信しにくい場所に車両が位置している場合には、車両の位置の測定精度が低下し、課金を正確に行うことができないという問題があった。例えば、高層ビル街や、地下駐車場や、トンネル内や、高速道路の高架下などの場所ではこのような問題が生じていた。

[0003] このような場所では、車速信号及びジャイロセンサを用いた推測航法や、地図データを活用したマップマッチングがＧＰＳの代替手段として一般的に用いられている。これらの代替手段を用いた場合、ＧＰＳ衛星からの電波を受信できない場所に車両が位置していても車両の位置を測定することが可能である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００４－３２６２６３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の代替手段の測定精度はＧＰＳの測定精度に比べて低いため、時間経過と共に測定精度が劣化してしまうという問題があった。

上記事情に鑑み、本発明は、ＧＰＳ衛星からの電波を受信できない場所に

において、車両位置の測定精度を向上させることが可能な車両位置測定装置、車両位置測定方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の一態様は、車両位置測定装置であって、現在の車両の位置を推測する測位処理部と、前記測位処理部によって推測された車両の位置を、推測された時刻と対応付けて累積して記憶する測位情報記憶部と、固定して設置された通信装置から送信される信号を受信し、信号が受信された際の車両の位置を受信された信号に基づいて検出する通信部と、前記通信部によって信号が受信された時刻以降の時刻に対応付けて前記測位情報記憶部に記憶される車両の位置を、前記通信部によって検出された車両の位置に基づいて更新する更新部と、を有する。
- [0007] 前記更新部は、前記通信部によって前記信号が受信される際に生じるタイムラグの値を予め記憶し、前記通信部によって信号が受信された時刻から前記タイムラグの値を減算した時刻以降の時刻に対応付けて前記測位情報記憶部に記憶される車両の位置を、前記通信部によって検出された車両の位置に基づいて更新するものとしてもよい。
- [0008] 前記更新部は、前記通信部によって信号が受信された時刻から前記タイムラグの値を減算した時刻に対応付けて前記測位情報記憶部に記憶される車両の位置を、前記通信部によって検出された車両の位置に置き換えることによって更新を行うものとしてもよい。
- [0009] 本発明の一態様は、車両位置測定方法であって、測位情報記憶部を有する車両位置測定装置が、現在の車両の位置を推測する測位処理ステップと、前記車両位置測定装置が、前記測位処理ステップにおいて推測された車両の位置を、推測された時刻と対応付けて累積して前記測位情報記憶部に書き込む測位情報記憶ステップと、前記車両位置測定装置が、固定して設置された通信装置から送信される信号を受信し、信号が受信された際の車両の位置を受信された信号に基づいて検出する通信ステップと、前記車両位置測定装置が、前記通信ステップにおいて信号が受信された時刻以降の時刻に対応付けて

前記測位情報記憶部に記憶される車両の位置を、前記通信ステップにおいて検出された車両の位置に基づいて更新する更新ステップと、を有する。

発明の効果

[0010] 本発明により、GPS衛星からの電波を受信できない場所において、車両位置の測定精度を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]車両位置測定システムを搭載する車両Cが走行する環境を表す図である。

[図2]車両位置測定システムの機能構成を表す概略ブロック図である。

[図3]測位処理部がDSRC処理部によって読み出された座標値に基づいて車両Cの現在位置を測定する際の処理の概要を表す図である。

[図4]車両位置測定装置の動作を表すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、具体的な実施形態を参照しながら、本発明について説明する。当業者であれば、本発明の記載を基に、多様な異なる実施形態を採り得るし、本発明は、説明のために図示された実施形態に限定されるものではない。

[0013] 図1は、車両位置測定システム100を搭載する車両Cが走行する環境を表す図である。車両位置測定システム100を搭載する車両Cが走向する領域には、複数の通信装置Aが配置される。車両位置測定システム100は、通信可能な通信装置A（図1の場合は車両Cに最も近い場所に位置する通信装置A1）と通信を行うことによって、車両Cの位置を測定する。

[0014] 通信装置Aは、各装置に一意に付与された識別情報（アンテナID）を記憶しており、無線通信によりアンテナIDを含む信号を送信する。各通信装置Aが通信可能な範囲は数十センチメートル～十数メートルであり、各通信装置Aの通信可能範囲が重複しないように各通信装置Aが配置される。通信装置Aが用いる通信方式にはどのような既存技術が適用されても良い。以下の説明では、通信装置AがDSRC（Dedicated Short Range Communication）を用いて通信を行うように構成される場合について説明する。なお、通信

装置 A は、GPS 衛星からの電波が届きにくい又は届かない場所にも複数配置される。

[0015] 図 2 は、車両位置測定システム 100 の機能構成を表す概略ブロック図である。車両位置測定システム 100 は、車両位置測定装置 1、GPS 処理部 2、車速測定部 3、ジャイロコンパス 4 を有する。

[0016] GPS 処理部 2 は、GPS アンテナや演算装置などを有し、GPS (Global Positioning System) 衛星から電波を受信し、GPS 処理部 2 が搭載された車両 C の現在位置を測定する。

[0017] 車速測定部 3 は、車速測定部 3 が搭載された車両 C の車輪の回転数や回転速度などの値に基づいて車両 C の走行速度を算出し、車両位置測定装置 1 へ出力する。車輪の回転数及び回転速度は、車輪や車軸などに取り付けられたセンサーから出力される信号に基づいて車速測定部 3 が算出しても良いし、車速測定部 3 とは異なる回転数測定装置や回転速度測定装置が算出しても良い。また、車速測定部 3 は、上記とは異なる他の既存技術に基づいて車両 C の走行速度を測定しても良い。また、車速測定部 3 は、車両 C が後退した場合には、後退信号とともに走行速度を出力する。

ジャイロコンパス 4 は、ジャイロコンパス 4 が搭載された車両 C の進行方向（車両 C の前方が向いている方位）を検出する。

[0018] 次に、車両位置測定装置 1 について説明する。車両位置測定装置 1 は、バスで接続された CPU (Central Processing Unit) やメモリや補助記憶装置や通信装置などを有し、車両位置測定プログラムを実行することによって、入出力部 101、DSRC 処理部 102、アンテナ ID 記憶部 1021、測位処理部 103、道路位置記憶部 1031、測位情報記憶部 1032、課金場所記憶部 104、判断処理部 105、課金基礎情報記憶部 1051、課金表記憶部 106、課金制御部 107、IC カード処理部 108、広域通信処理部 109 を有する装置として機能する。

[0019] 入出力部 101 は、ユーザーからの入力を受け付け、画像表示装置に画像を表示する。入出力部 101 は、例えば課金表記憶部 106 に記憶される課

金額を表す画面（課金額表示画面）や、課金場所記憶部 104 に記憶される課金場所を表す画面（課金場所表示画面）や、測位処理部 103 によって測定された自車位置を表す画面（自車位置表示画面）や、広域通信処理部 109 によって受信された渋滞情報に基づく渋滞区域を表す画面（渋滞区域表示画面）を生成し画像表示装置に表示する。画像表示装置は、車両位置測定装置 1 の一部として同一筐体に備えられても良いし、車両位置測定装置 1 とは異なる筐体の装置として入出力部 101 に接続されても良い。

[0020] アンテナ ID 記憶部 1021 は、半導体記憶装置や磁気ハードディスク装置などの記憶装置を用いて構成され、各通信装置 A のアンテナ ID と、各通信装置 A の設置位置を表す座標値とを対応付けて記憶する。なお、アンテナ ID 記憶部 1021 は、各通信装置 A の設置位置に代えて、各通信装置 A に最も近い道路上の位置を表す座標値を記憶するように構成されても良い。

[0021] DSRC 処理部 102 は、DSRC 通信によって通信装置 A から送信された信号を受信し、受信された信号に含まれる通信装置 A のアンテナ ID を取得する。そして、DSRC 処理部 102 は、取得されたアンテナ ID に対応する座標値をアンテナ ID 記憶部 1021 から読み出す。また、DSRC 処理部 102 は、通信装置 A から信号が受信されると、受信された時刻を検出する。

[0022] 道路位置情報記憶部 1031 は、半導体記憶装置や磁気ハードディスク装置などの記憶装置を用いて構成され、道路が敷設されている位置を表す座標値を記憶する。

測位処理部 103 は、GPS 処理部 2 から入力される現在位置、車速測定部 3 から入力される走行速度、ジャイロコンパス 4 から入力される進行方向、DSRC 処理部 102 から入力される座標値に基づき、車両 C の現在位置を測定する。具体的には、測位処理部 103 は、GPS 衛星から電波を受信できている場合には、GPS 処理部 2 から入力される現在位置に基づいて車両 C の現在位置を測定し（以下、この測定処理を「GPS 測位処理」という。）、GPS 衛星から電波を受信できていない場合には、走行速度及び進行

方向に基づいて既存の推測航法を用いることによって車両Cの現在位置を測定する（以下、この測定処理を「推測航法測位処理」という。）。また、測位処理部103は、DSRC処理部102が通信装置Aから信号を受信した場合には、DSRC処理部102によって読み出された座標値に基づいて再計算処理を行うことによって、測位情報記憶部1032に書き込まれた座標値を更新する（以下、この処理を「再計算処理」という。）。

[0023] 測位情報記憶部1032は、半導体記憶装置や磁気ハードディスク装置などの記憶装置を用いて構成され、測位処理部103による測定結果のログを記憶する。具体的には、測位処理部103によって算出された車両Cの現在位置を表す座標値と、車両Cがその座標値に位置した時刻（座標値が測定された時刻）とを対応付けて記憶する。

[0024] 課金場所記憶部104は、半導体記憶装置や磁気ハードディスク装置などの記憶装置を用いて構成され、課金が行われる道路（以下、「課金対象道路」という。）を表す座標値を記憶する。課金対象道路とは、車両Cが進入した際に車両Cの所有者や運転者に対して課金が行われる道路である。

[0025] 判断処理部105は、測位処理部103によって測定された車両Cの位置と課金場所記憶部104に記憶される座標値に基づき、課金基礎情報を生成する。課金基礎情報とは、課金制御部107が課金処理を行う際に必要となる情報であり、採用される課金方法によって異なる。例えば走行距離に応じて課金が行われる場合には、判断処理部105は車両Cが課金対象道路を走行した距離の積算値を算出し、課金基礎情報として課金基礎情報記憶部1051に書き込む。また、滞在時間に応じて課金が行われる場合には、判断処理部105は車両Cが課金対象道路上に滞在した時間の積算値を算出し、課金基礎情報として課金基礎情報記憶部1051に書き込む。

[0026] 課金基礎情報記憶部1051は、半導体記憶装置や磁気ハードディスク装置などの記憶装置を用いて構成され、課金基礎情報を記憶する。

課金表記憶部106は、半導体記憶装置や磁気ハードディスク装置などの記憶装置を用いて構成され、課金を行うための情報である課金表を記憶する

。例えば走行距離に応じて課金が行われる場合には、課金表記憶部 106 は走行距離の積算値毎に課金額が対応付けられた課金表を記憶する。また、滞在時間に応じて課金が行われる場合には、課金表記憶部 106 は滞在時間の積算値毎に課金額が対応付けられた課金表を記憶する。

[0027] 課金制御部 107 は、課金基礎情報記憶部 1051 に記憶される課金基礎情報と、課金表記憶部 106 が記憶する課金表とに基づいて、車両 C に対する課金額を算出する。

IC カード処理部 108 は、課金制御部 107 によって算出された課金額を IC カード (integrated circuit card) に書き込む。

[0028] 広域通信処理部 109 は、課金制御部 107 によって算出された課金額を、広域通信網を介して課金額管理サーバーへ無線通信によって送信する。また、広域通信処理部 109 は、渋滞情報管理サーバーから広域通信網を介して渋滞情報を受信する。

[0029] 図 3 は、測位処理部 103 が DSRC 処理部 102 によって読み出された座標値に基づいて車両 C の現在位置を測定する際の処理の概要を表す図である。Pp_n は、時刻 T_n の時点で GPS 測位処理又は推測航法測位処理に基づいて測位処理部 103 によって算出された車両 C の位置を表す。RV_p は、Pp_n の座標値と車両 C の進行方向とに基づいて測位処理部 103 によって検出される道路方向を表すベクトルである。測位処理部 103 は、Pp_n の座標値に最も近い道路を検出し、検出された道路に沿って車両 C の進行方向側に伸びる単位ベクトルを RV_p として検出する。Pp_{n+1} は、時刻 T_{n+1} の時点で GPS 測位処理又は推測航法測位処理に基づいて測位処理部 103 によって算出された車両 C の位置を表す。

[0030] Pd_n は、時刻 T_n の時点で DSRC 処理部 102 によって読み出された座標値を表す。Pr_n は、時刻 T_n の時点の車両 C の位置の再計算処理の結果 (再計算値) を表す。DSRC 処理部 102 によって信号が受信された時刻 T_n では、DSRC 処理部 102 によって読み出された座標値 (Pd_n) と再計算値 (Pr_n) とは一致する。言い換えれば、測位処理部 1

03は、DSRC処理部102が信号を受信した時刻 T_n の再計算値を、同時刻 T_n に受信されたアンテナIDに基づいて読み出された座標値とする。

[0031] RV_r は、 RV_p のベクトルの始点を P_{d_n} に置換したベクトルである。 P_{p_n} の座標値と車両Cの進行方向とに基づいて測位処理部103によって検出される道路方向を表すベクトルである。 P_{t_n+1} は、以前の時刻(T_n)における再計算値に基づいて行われた推測航法測位処理による時刻 T_{n+1} の時点の車両Cの位置を表す。 P_{p_n} と P_{p_n+1} とを結ぶベクトルと、 P_{d_n} と P_{t_n+1} とを結ぶベクトルとは大きさ及び向きが一致する。 P_{r_n+1} は、 P_{t_n+1} から RV_r に対して下ろした垂線と RV_r との交点であり、時刻 T_{n+1} における再計算値を表す。

[0032] 測位処理部103は、予め設定されたタイムラグ値を記憶している。タイムラグ値は、予め実験やシミュレーションなどにより求められる値であり、一般的な走行速度（例えば時速50キロメートル）で走行中の車両Cに搭載されたDSRC処理部102と通信装置Aとが通信を行う際に、車両Cが通信装置Aに対して最も近づいてからDSRC通信が完了するまでの間のタイムラグを表す値である。測位処理部103は、DSRC処理部102によって通信装置Aから信号が受信されると、測位情報記憶部1032に記憶されている時刻のうち、信号が受信された時刻からタイムラグ値を減算した時刻に最も近い時刻（以下、「処理対象時刻」という。）を検出し、処理対象時刻に対応する座標値を P_{p_n} として読み出す。次に、測位処理部103は、処理対象時刻に対応付けて測位情報記憶部1032に記憶される座標値を、DSRC処理部102によって読み出された座標値に置き換える。そして、測位処理部103は、処理対象時刻以降の各時刻に対応付けて測位情報記憶部1032に記憶される各座標値について、再計算処理を行うことによって再計算値を算出し、書き換える。

[0033] 具体的には、測位処理部103は、処理対象時刻及び次の時刻(T_{n+1})におけるGPS測位処理又は推測航法測位処理による座標値 P_{p_n} 及び P_{p_n+1} に基づいて、両点を結ぶベクトルを算出する。次に、測位処理

部 103 は、処理対象時刻に DSRC 処理部 102 によって読み出された座標値 Pd_n (Pr_n) を始点として、算出されたベクトルと同じ大きさ及び向きを持つベクトルを設定し、このベクトルの終点を Pt_n+1 として算出する。そして、測位処理部 103 は、 RVr 及び Pt_n+1 に基づいて、時刻 $Tn+1$ における再計算値 (Pr_n+1) を算出する。この後、測位処理部 103 は、 Pt_n+1 の値を上記 Pt_n として扱い、 Pt_n+2 の値を上記 Pt_n+1 として扱うことによって、処理対象時刻以降の各時刻の再計算値を算出する。

[0034] 図 4 は、車両位置測定装置 1 の動作を表すフローチャートである。まず、測位処理部 103 が測位処理 (GPS 測位処理又は推測航法測位処理) を実行する (ステップ S101)。次に、測位処理部 103 は、座標値が測定された時刻 (測位時刻) と座標値とを対応付けて測位情報記憶部 1032 に書き込む (ステップ S102)。判断処理部 105 は、測位情報記憶部 1032 に書き込まれた情報に基づいて走行距離や滞在時間を積算し、課金基礎情報を算出する (ステップ S301)。DSRC 処理部 102 は、常にアイドリリングを行い、通信装置 A から信号が受信されるまで待機する (ステップ S201、ステップ S202-NO)。DSRC 処理部 102 は、通信装置 A から送信された信号を受信すると (ステップ S202-YES)、受信された信号からアンテナ ID を取得する (ステップ S203)。DSRC 処理部 102 は、取得されたアンテナ ID に基づいて、座標値を読み出す (ステップ S204)。そして、DSRC 処理部 102 は、読み出された座標値と、通信時刻とを測位処理部 103 に通知する (ステップ S205)。

[0035] 測位処理部 103 は、DSRC 処理部 102 から通知があるまでは、ステップ S101 及びステップ S102 の処理を繰り返し実行する (ステップ S103-NO)。一方、測位処理部 103 は、DSRC 処理部 102 から通知があると (ステップ S103-YES)、通知された通信時刻及び座標値に基づいて再計算処理を行い (ステップ S104)、再計算値を用いて測位情報記憶部 1032 の記憶内容を更新する (ステップ S105)。そして、

測位処理部 103 は、再計算処理が行われたことを判断処理部 105 に通知する（ステップ S 106）。

[0036] 判断処理部 105 は、測位処理部 103 から再計算処理が行われたことの通知があるまではステップ S 301 の処理を繰り返し実行する（ステップ S 302-NO）。一方、判断処理部 105 は、測位処理部 103 から再計算処理が行われたことの通知があると（ステップ S 302-YES）、更新された測位情報記憶部 1032 の記憶内容に基づいて、走行距離の積算や滞在時間の積算を実行し、課金基礎情報記憶部 1051 の記憶内容を更新する。

[0037] このように構成された車両位置測定装置 1 や車両位置測定システム 100 では、通信装置 A から受信された信号に基づいて測位処理部 103 が車両 C の現在位置について測定を実行する。このとき、通信装置 A の位置を表す座標値は正確であるため、通信装置 A の位置に基づいた測定処理は、従来の推測航法測位処理に比べて精度が高い。そのため、車両位置測定装置 1 や車両位置測定システム 100 によれば、GPS 衛星からの電波が受信しにくい場所に車両 C が位置している場合であっても、車両 C の現在位置の測定精度を向上させることが可能となる。

[0038] また、測位処理部 103 は、通信装置 A と DSRC 処理部 102 との通信処理におけるタイムラグに基づいて測位処理を行うため、車両 C の現在位置の測定精度をさらに向上させることが可能となる。

[0039] <変形例>

測位処理部 103 は、 RV_r を算出する際に、上述のように RV_p に基づいて RV_r を算出するのではなく、 Pd_n の座標値と車両 C の進行方向とに基づいて算出しても良い。具体的には、測位処理部 103 は、 Pd_n の座標値に最も近い道路を検出し、検出された道路に沿って車両 C の進行方向に伸びるベクトルを RV_r として検出しても良い。

[0040] 測位処理部 103 は、タイムラグ値を通信装置 A 毎に対応付けて記憶しても良い。この場合、測位処理部 103 は、DSRC 処理部 102 によって受信された信号のアンテナ ID に対応付けて記憶されるタイムラグ値を読み出

し、再計算処理を行う。

また、測位処理部 103 は、タイムラグ値を走行速度毎に対応付けて記憶しても良い。この場合、測位処理部 103 は、現在の車両 C の走行速度に応じたタイムラグ値を読み出し、再計算処理を行う。

[0041] 測位処理部 103 は、算出された座標値を測位情報記憶部 1032 に書き込む際に、その座標値が GPS 測位処理によって算出された値であるか、推測航法測位処理によって算出された値であるか、再計算値であるかを示す識別子と対応付けて書き込むように構成されても良い。そして、測位処理部 103 は、再計算処理を行う際に、GPS 測位処理によって算出された値については再計算せず、推測航法測位処理によって算出された値についてのみ再計算処理を行い更新するように構成されても良い。

[0042] 以上、図面を参照して本発明の実施形態について詳述してきたが、本発明の具体的な構成は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0043] 本発明は、例えば、GPS 衛星からの電波を受信できない場所における車両位置の測定に適用できる。

符号の説明

- [0044]
- 1 車両位置測定装置
 - 2 GPS 処理部
 - 3 車速測定部
 - 101 入出力部
 - 102 DSRC 処理部
 - 103 測位処理部（測位処理部、更新部）
 - 104 課金場所記憶部
 - 105 判断処理部
 - 106 課金表記憶部
 - 107 課金制御部

108 ICカード処理部

109 広域通信処理部

A…通信装置

C…車両

請求の範囲

- [請求項1] 現在の車両の位置を推測する測位処理部と、
 前記測位処理部によって推測された車両の位置を、推測された時刻と対応付けて累積して記憶する測位情報記憶部と、
 固定して設置された通信装置から送信される信号を受信し、信号が受信された際の車両の位置を受信された信号に基づいて検出する通信部と、
 前記通信部によって信号が受信された時刻以降の時刻に対応付けて前記測位情報記憶部に記憶される車両の位置を、前記通信部によって検出された車両の位置に基づいて更新する更新部と、
 を有する車両位置測定装置。
- [請求項2] 前記更新部は、前記通信部によって前記信号が受信される際に生じるタイムラグの値を予め記憶し、前記通信部によって信号が受信された時刻から前記タイムラグの値を減算した時刻以降の時刻に対応付けて前記測位情報記憶部に記憶される車両の位置を、前記通信部によって検出された車両の位置に基づいて更新する請求項1に記載の車両位置測定装置。
- [請求項3] 前記更新部は、前記通信部によって信号が受信された時刻から前記タイムラグの値を減算した時刻に対応付けて前記測位情報記憶部に記憶される車両の位置を、前記通信部によって検出された車両の位置に置き換えることによって更新を行う請求項2に記載の車両位置測定装置。
- [請求項4] 測位情報記憶部を有する車両位置測定装置が、現在の車両の位置を推測する測位処理ステップと、
 前記車両位置測定装置が、前記測位処理ステップにおいて推測された車両の位置を、推測された時刻と対応付けて累積して前記測位情報記憶部に書き込む測位情報記憶ステップと、
 前記車両位置測定装置が、固定して設置された通信装置から送信さ

れる信号を受信し、信号が受信された際の車両の位置を受信された信号に基づいて検出する通信ステップと、

前記車両位置測定装置が、前記通信ステップにおいて信号が受信された時刻以降の時刻に対応付けて前記測位情報記憶部に記憶される車両の位置を、前記通信ステップにおいて検出された車両の位置に基づいて更新する更新ステップと、

を有する車両位置測定方法。