

明 細 書

発明の名称：位置捕捉システム及び位置捕捉方法

技術分野

[0001] 本発明は、車両の位置を捕捉するための位置捕捉方法及び位置捕捉システムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、全地球測位システム（GPS、Global Positioning System）を利用する位置捕捉システムが知られている。GPSユニットを備える車両であれば、GPS電波を利用して自車両の絶対位置を測位可能であり、例えば絶対位置との対応付けがなされた地図上で現在地を表示できる（例えば特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平10-47983号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の位置捕捉システムでは次のような問題がある。すなわち、GPS電波の受信状態によっては位置の捕捉が出来なくなったり、捕捉する位置の精度が不足する状態に陥るおそれがあるという問題がある。

[0005] 本発明は、前記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、精度の高い位置捕捉方法及び位置捕捉システムを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、道路に敷設された磁気マーカを磁気的に検出すると共に該磁気マーカの極性を判別するマーカ検出部、及び位置を測位する測位部を備える車両と、

磁気マーカの極性を表す極性情報をひも付けて各磁気マーカの敷設位置を記憶する位置情報記憶部と、

いずれかの磁気マーカが検出されたとき、前記位置情報記憶部が記憶する敷設位置の中から該いずれかの磁気マーカに対応する敷設位置を選択し、該敷設位置あるいは該敷設位置を基準とした補正位置を前記車両の位置として捕捉する位置捕捉部と、を含み、

該位置捕捉部は、前記いずれかの磁気マーカが検出された時点における前記測位部による測位位置を基準とした所定範囲に位置する敷設位置であって、かつ、ひも付けられた極性情報が前記マーカ検出部により検出された磁気マーカの極性に適合する敷設位置を選択する位置捕捉システムにある。

[0007] 本発明の一態様は、位置を測位する測位部を備える車両が、道路に敷設された磁気マーカを利用して自車位置を捕捉する位置捕捉方法であって、いずれかの磁気マーカが検出されたとき、

該いずれかの磁気マーカが検出された時点における前記測位部による測位位置を基準として所定範囲を設定する手順と、

磁気マーカの極性を表す極性情報がひも付けて記憶された各磁気マーカの敷設位置のデータベースを参照し、前記所定範囲に位置する敷設位置であって、かつ、ひも付けられた極性情報が検出された磁気マーカの極性に適合する敷設位置を選択する手順と、を含み、

該選択された敷設位置あるいは該選択された敷設位置を基準とした補正位置を前記車両の位置として捕捉する位置捕捉方法にある。

発明の効果

[0008] 本発明では、測位部による測位位置を利用して磁気マーカの敷設位置を選択し、この敷設位置を利用して車両の位置を捕捉する。磁気マーカは道路に固定されているため、その敷設位置が変動等することがなく、位置的な精度の確保が比較的容易である。磁気マーカを検出した際、その敷設位置を利用して自車位置を捕捉すれば、高精度な位置捕捉が可能となる。

[0009] 特に本発明では、磁気マーカの敷設位置を選択する際、検出された磁気マーカの極性を利用している。そのため、検出された磁気マーカに対応する敷設位置を確実性高く選択でき、これにより、精度の高い位置捕捉が可能にな

っている。

図面の簡単な説明

- [図1]実施例1における、位置捕捉システムの説明図。
- [図2]実施例1における、磁気マーカの説明図。
- [図3]実施例1における、磁気マーカの敷設仕様を示す説明図。
- [図4]実施例1における、車両側のシステム構成を示すブロック図。
- [図5]実施例1における、S極の磁気マーカを通過する際の進行方向の磁気計測値の変化を例示する説明図。
- [図6]実施例1における、N極の磁気マーカを通過する際の進行方向の磁気計測値の変化を例示する説明図。
- [図7]実施例1における、車幅方向に配列された磁気センサC_nによる車幅方向の磁気計測値の分布を例示する説明図。
- [図8]実施例1における、システム動作の説明図。
- [図9]実施例1における、磁気マーカの選択方法の説明図。
- [図10]実施例1における、位置捕捉システムによる自転車位置の捕捉方法の説明図。
- [図11]実施例1における、走行ルートに対する自転車位置の偏差を示す説明図。
- [図12]実施例2における、磁気マーカの敷設仕様を示す説明図。

発明を実施するための形態

- [0011] 本発明における測位部としては、GPSを利用して位置を測位するユニットや、基準となる位置からの相対位置を慣性航法により測位するユニット等であっても良い。

前記所定範囲としては、測位位置が所定の確率以上で含まれる誤差円等を設定すると良い。

- [0012] 本発明の実施の形態につき、以下の実施例を用いて具体的に説明する。

(実施例1)

本例は、周囲の環境に依らず確実性高く自転車位置（車両の位置）を捕捉で

きる位置捕捉システム１に関する例である。この内容について、図１～図１１を用いて説明する。

[0013] 位置捕捉システム１は、図１のごとく、道路に敷設された磁気マーカ１０の検出等を行う計測ユニット２、磁気マーカ１０の敷設位置と極性（極性情報）とがひも付けて格納（記録）されたデータベース３４、位置を測位する測位部の一例をなすＧＰＳユニット３５、及び自車位置を捕捉する位置捕捉部をなす位置捕捉ユニット３２、を含んで構成されている。本例では、この位置捕捉システム１を自動運転システム６に組み合わせている。なお、図１では、自動運転システム６の図示を省略している。

[0014] 以下、磁気マーカ１０を概説した後、計測ユニット２、位置捕捉ユニット３２、ＧＰＳユニット３５、及びデータベース３４の内容を説明し、続いて位置捕捉システム１を利用する自動運転システム６の構成例について説明する。

[0015] 磁気マーカ１０は、図１及び図２のごとく、車両５が走行する道路の路面１００Ｓに敷設される道路マーカである。磁気マーカ１０は、左右のレーンマークで区分された車線（図３中の符号１００）の中央に沿って例えば１０ｍ間隔で配置されている。

[0016] 磁気マーカ１０は、図２のごとく、直径２０ｍｍ、高さ２８ｍｍの柱状をなし、路面１００Ｓ（図１参照）に設けた収容穴に収容された状態で敷設される。磁気マーカ１０をなす磁石は、磁性材料である酸化鉄の磁粉を基材である高分子材料中に分散させたフェライトプラスチックマグネットであり、最大エネルギー積（ BH_{max} ）＝ 6.4 kJ/m^3 という特性を備えている。

[0017] 柱状の磁気マーカ１０は、一方の端面側がＮ極であり、他方の端面側がＳ極である。この磁気マーカ１０を収容穴に収容する際、いずれの端面を上方にするかに応じて、車両５側で判別される極性が異なってくる。一方、磁気の強さは、いずれの端面を上方にするかに依らず一定である。計測ユニット２の取付け高さとして想定する範囲１００～２５０ｍｍの上限の２５０ｍｍ

高さにおいて、磁気マーカ10が作用する磁気の磁束密度は極性に依らず8 μ T（マイクロテスラ）である。なお、以下の説明では、車両5側にN極の磁気を作用する磁気マーカ10をN極の磁気マーカ10といい、S極の磁気を作用するものをS極の磁気マーカ10という。

[0018] 本例では、片側3車線の道路を例示する図3のごとく、車線100毎に磁気マーカ10の極性を切り替えている。同図中の黒丸はN極の磁気マーカ10を示し、白丸はS極の磁気マーカ10を示している。同図の道路を車両5が走行するとき、例えば、自車線の磁気マーカ10がS極であれば、隣接する他車線の磁気マーカ10はN極である。また例えば、自車線の磁気マーカ10がN極であれば、隣接する他車線の磁気マーカ10はS極である。なお、道路の長手方向に当たる車線方向の磁気マーカ10の間隔が10mである一方、車幅方向に隣り合う磁気マーカ10の間隔は、車線幅と同じ3.5mとなっている。

[0019] 次に、車両5が備える計測ユニット2、位置捕捉ユニット32、GPSユニット35、データベース34について説明する。

計測ユニット2は、図1及び図4のごとく、マーカ検出部であるセンサアレイ21と、慣性航法により相対位置を推定するIMU（Inertial Measurement Unit）22と、が一体化されたユニットである。計測ユニット2は、車幅方向に長い棒状のユニットであり、例えば車両5のフロントバンパーの内側に路面100Sと対面する状態で取り付けられる。本例の車両5の場合、路面100Sを基準とした計測ユニット2の取付け高さが200mmとなっている。

[0020] センサアレイ21は、10cmの等間隔で一直線上に配列された15個の磁気センサC_n（nは1～15の整数）と、図示しないCPU（central processing unit）等を内蔵した検出処理回路212と、を備えている（図4参照。）。このセンサアレイ21は、15個の磁気センサの配列方向が車幅方向に沿っていると共に、車両5の中心に磁気センサC₈が位置するように車両5に取り付けられている。

- [0021] 磁気センサC_nは、アモルファスワイヤなどの感磁体のインピーダンスが外部磁界に応じて敏感に変化するという公知のMI効果（Magnet Impedance Effect）を利用して磁気を検出するセンサである。磁気センサC_nでは、アモルファスワイヤなどの図示しない感磁体が直交する2軸方向に沿って配置され、これにより直交する2軸方向に作用する磁気を検出が可能である。本例では、車両5の進行方向及び車幅方向の磁気成分を検出できるように磁気センサC_nがセンサアレイ21に組み込まれている。
- [0022] 磁気センサC_nは、磁束密度の測定レンジが±0.6mTであって、測定レンジ内の磁束分解能が0.02μTという高感度のセンサである。上記のように、磁気マーカ10は、磁気センサC_nの取付高さとして想定する範囲100～250mmにおいて8μT以上の磁束密度の磁気を作用できる。磁束密度8μT以上の磁気を作用する磁気マーカ10であれば、磁束分解能が0.02μTの磁気センサC_nを用いて確実性高く検出可能である。
- [0023] センサアレイ21の検出処理回路212（図4）は、磁気マーカ10を検出するためのマーカ検出処理などを実行する演算回路である。この検出処理回路212は、各種の演算を実行する図示しないCPU（Central Processing Unit）のほか、図示しないROM（read only memory）やRAM（random access memory）などのメモリ素子等を利用して構成されている。
- [0024] 検出処理回路212は、各磁気センサC_nが出力するセンサ信号を取得してマーカ検出処理を実行する。そして、マーカ検出処理を実行する毎に、検出結果を位置捕捉ユニット32に入力する。詳しくは後述するが、このマーカ検出処理では、磁気マーカ10の検出に加えて、検出した磁気マーカ10の極性の判別、及び磁気マーカ10に対する車両5の横ずれ量の計測が行われる。
- [0025] 計測ユニット2に組み込まれたIMU22は、慣性航法により車両5の相對位置を推定する慣性航法ユニットである。IMU22は、方位を計測する電子コンパスである2軸磁気センサ221と、加速度を計測する2軸加速度センサ222と、角速度を計測する2軸ジャイロセンサ223と、を備えて

いる。IMU22は、加速度の二階積分により変位量を演算し、2軸ジャイロセンサ223により検出された車両5の進行方向変化や計測された方位に沿って変位量を積算することで基準位置に対する相対位置を演算する。IMU22が推定する相対位置を利用すれば、隣り合う磁気マーカ10の中間に車両5が位置するときにも自車位置の捕捉が可能になる。

[0026] 前記位置捕捉ユニット32（図4）は、計測ユニット2を制御すると共に、車両5の位置である自車位置をリアルタイムで捕捉するユニットである。位置捕捉ユニット32は、捕捉した自車位置を自動運転システム6に入力する。なお、車両5の高速走行に対応できるよう、上記のマーカ検出処理が3kHz周期で実行されるように計測ユニット2を制御する。

[0027] 位置捕捉ユニット32は、各種の演算を実行するCPUのほか、ROMやRAMなどのメモリ素子等が実装された電子基板（図示略）を備えている。位置捕捉ユニット32が自車位置を捕捉する方法は、磁気マーカ10に車両5が到達した場合と、車線方向に隣り合う磁気マーカ10の中間に車両5が位置する場合と、で相違している。詳しくは後述するが、位置捕捉ユニット32は、前者の場合、データベース34から選択的に取得する磁気マーカ10の敷設位置に基づいて自車位置を捕捉する。一方、後者の場合には、IMU22において慣性航法により相対位置を推定して自車位置を捕捉する。

[0028] 前記GPSユニット35（図4）は、GPS電波を受信して車両5の位置を測位するユニットである。GPSユニット35は、センサアレイ21が磁気マーカ10を検出したときに位置を測位し、その測位位置を位置捕捉ユニット32に入力する。GPSユニット35による測位誤差は、真値を基準とする半径3mの誤差円に測位位置が96%（ 2σ ）以上の確率で含まれるという誤差になっている。

[0029] なお、GPSユニット35による測位位置は、GPSによる測位の契機となった磁気マーカ10の位置である。GPSユニット35は、予め設定されたセンサアレイ21に対するGPSユニット35のオフセット量や、センサアレイ21により計測された磁気マーカ10に対する横ずれ量等、の分だけ

測位位置を位置的にずらすことで、測位の契機となった磁気マーカ10の位置を算出する。GPSユニット35は、この磁気マーカ10の位置を測位位置として位置捕捉ユニット32に入力する。

[0030] 前記データベース34（図4）は、磁気マーカ10の敷設位置が格納されたデータベースである。データベース34は、例えば、位置情報記憶部としての機能を備えるSSD（Solid State Drive）や、HDD（Hard Disk Drive）等を利用して構築される。このデータベース34では、磁気マーカ10の極性を表す極性情報がひも付けされた状態で敷設位置が格納されている。敷設位置は、磁気マーカ10の絶対位置を表す位置情報である。

[0031] 自動運転システム6は、以上のような位置捕捉システム1が捕捉する自車位置を利用するシステムである。この自動運転システム6は、図4のごとく、自動運転制御を実行する車両ECU61と、詳細な3次元地図データ（3Dマップデータ）を格納する地図データベース（地図DB）65と、を含んで構成されている。車両ECU61は、位置捕捉システム1が捕捉した自車位置を制御入力値のひとつとして、図示しないステアリング操舵ユニットやエンジンロットルやブレーキなどを制御して車両5を自動走行させる。

[0032] 次に、本例の（1）位置捕捉システム1によるマーカ検出処理、及び（2）位置捕捉システム1を含む車両5の全体動作の流れを説明する。

（1）マーカ検出処理

マーカ検出処理は、計測ユニット2のセンサアレイ21が実行する処理である。センサアレイ21は、磁気センサCnを用いて3kHzの周期でマーカ検出処理を実行する。

[0033] 上記のごとく、センサアレイ21が備える磁気センサCnは、車両5の進行方向及び車幅方向の磁気成分を検出する。例えばこの磁気センサCnが、進行方向に移動して磁気マーカ10の真上を通過するとき、進行方向の磁気計測値は、図5及び図6のごとく磁気マーカ10の前後で正負が反転すると共に、磁気マーカ10の真上の位置でゼロを交差するように変化する。したがって、車両5の走行中では、いずれかの磁気センサCnが検出する進行方

向の磁気計測値について、その正負が反転するゼロクロス Z_c が生じたとき、計測ユニット2が磁気マーカ10の真上に位置すると判断できる。検出処理回路212は、このように計測ユニット2が磁気マーカ10の真上に位置し進行方向の磁気計測値のゼロクロス Z_c が生じたときに磁気マーカ10を検出したと判断する。

[0034] さらに、進行方向の磁気計測値の図5及び図6の経時変化について、ゼロクロス Z_c における勾配の正負は、磁気マーカ10の極性に依拠して相違する。本例の磁気センサ C_n の構成では、図5の負の勾配のときがS極、図6の正の勾配のときがN極となっている。センサアレイ21は、磁気マーカ10を検出したとき、ゼロクロス Z_c の勾配の正負から極性を判別する。

[0035] また、例えば、磁気センサ C_n と同じ仕様の磁気センサについて、磁気マーカ10の真上を通過する車幅方向の仮想線に沿う移動を想定する。このように想定した場合、車幅方向の磁気計測値は、磁気マーカ10を挟んだ両側で正負が反転すると共に、磁気マーカ10の真上の位置でゼロを交差するように変化する。15個の磁気センサ C_n を車幅方向に配列した計測ユニット2の場合には、磁気マーカ10を基準としてどちら側にあるかによって磁気センサ C_n が検出する車幅方向の磁気計測値の正負が異なってくる（図7）。

[0036] 計測ユニット2の各磁気センサ C_n の車幅方向の磁気計測値を例示する図7の分布に基づけば、車幅方向の磁気計測値の正負が反転するゼロクロス Z_c を挟んで隣り合う2つの磁気センサ C_n の中間の位置、あるいは検出する車幅方向の磁気計測値がゼロであって両外側の磁気センサ C_n の磁気計測値の正負が反転している磁気センサ C_n の直下の位置が、磁気マーカ10の車幅方向の位置となる。検出処理回路212は、計測ユニット2の中央の位置（磁気センサ C_8 の位置）に対する磁気マーカ10の車幅方向の位置の偏差を上記の横ずれ量として計測する。例えば、図7の場合であれば、ゼロクロス Z_c の位置が C_9 と C_{10} との中間辺りの $C_{9.5}$ に相当する位置となっている。上記のように磁気センサ C_9 と C_{10} の間隔は10cmであるから

、磁気マーカ 10 の横ずれ量は、車幅方向において計測ユニット 2 の中央に位置する C 8 を基準として $(C 9. 5 - C 8) \times 10 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$ となる。

[0037] (2) 車両 5 の全体動作

次に、位置捕捉システム 1 と自動運転システム 6 とを備える車両 5 の全体動作について図 8 のフローチャートに沿って、図 9 ～図 11 を参照しながら説明する。

自動運転システム 6 に走行ルートが設定されると (S 101)、3D マップデータを記憶する地図 DB 65 から対応するデータが読み出されて自動運転の制御目標となる詳細なルートデータが設定される (S 102)。ルートデータは、例えば図 10 中の破線で示すように、少なくとも絶対位置の位置データで表される地点の連なりを含むデータである。

[0038] 一方、自動運転で車両 5 が走行する制御モード下における位置捕捉システム 1 は、上記のセンサアレイ 21 によるマーカ検出処理を繰り返し実行する (S 201)。センサアレイ 21 が磁気マーカ 10 を検出したときには (S 202: YES)、磁気マーカ 10 の極性の判別が実行されると共に (S 223)、GPS ユニット 35 による測位位置が取得される (S 224)。

[0039] 位置捕捉ユニット 32 は、GPS ユニット 35 による測位位置を取得すると、データベース 34 を参照し、センサアレイ 21 が検出した磁気マーカ 10 に対応する敷設位置を選択的に取得する (S 225)。具体的には、位置捕捉ユニット 32 は、磁気マーカ 10 が検出されたとき、GPS ユニット 35 による測位位置を取得すると共に、この測位位置を基準として GPS の上記の誤差円 GM と同じ大きさの半径 3 m の所定範囲 GC (図 9 参照。) を設定する。そして、データベース 34 に格納された敷設位置の中から、この所定範囲 GC に位置し、かつ、ひも付けられた極性情報が上記のステップ S 223 で判別された極性と一致する敷設位置を選択する。

[0040] ここで、上記の通り、車線方向の磁気マーカ 10 の間隔は 10 m となっている一方、車幅方向に隣り合う磁気マーカ 10 の間隔は 3.5 m と狭くなっ

ている。上記の通りGPSの誤差円GMが半径3mの場合、その誤差円GM内の測位位置MPを基準とした半径3mの所定範囲GCに、磁気マーカ10の敷設位置が複数含まれるおそれがある。なお、図9中の誤差円GMは、磁気マーカ10(T)が検出されたときのGPSによる測位位置が96%以上の確率で包含される範囲を示している。

[0041] 例えばこの誤差円GM内の図9中のMP1の×印が実際の測位位置の場合、この測位位置MP1を基準とした半径3mの所定範囲GC1には、磁気マーカ10(T)の敷設位置以外の他の磁気マーカ10の敷設位置が含まれない。この場合であれば、所定範囲GC1の中から磁気マーカ10(T)の敷設位置を確実性高く選択できる。

[0042] 一方、例えば、誤差円GM内の図9中のMP2の×印が実際の測位位置の場合、この測位位置MP2を基準とした半径3mの所定範囲GC2に、隣接する他車線に位置し磁気マーカ10(T)に対して車幅方向に隣り合う他の磁気マーカ10(U)が含まれる。ここで、上述した通り、図9の道路では、隣接する他車線の磁気マーカ10(U)は自車線の磁気マーカ10(T)とは極性が相違している。データベース34を参照して敷設位置を選択的に取得する際、各敷設位置にひも付けられた極性情報を利用すれば、磁気マーカ10(U)の敷設位置の排除が可能となり、磁気マーカ10(T)に対応する敷設位置を確実性高く選択できる。

[0043] 位置捕捉ユニット32は、上記のように検出された磁気マーカ10に対応する敷設位置を選択的に取得すると、この敷設位置に基づいて自車位置を捕捉する(S206)。具体的には、マーカ検出処理で計測ユニット2が計測した横ずれ量のみでこの敷設位置を位置的にずらした補正位置を求め、自車位置(図10中の△印の位置)として捕捉する。

[0044] 一方、隣り合う磁気マーカ10の間に車両5が位置しており、磁気マーカ10を検出できないときには(S202:NO)、直近で検出された磁気マーカ10の敷設位置に基づいて捕捉された自車位置(図10中の△印の位置)を基準位置とし、慣性航法により車両5の相対位置を推定する(S21

3)。具体的には、上記の通り、計測ユニット2に組み込まれたIMU22による計測加速度の二階積分により変位量を演算すると共に、2軸ジャイロセンサ223により検出された車両5の進行方向変化や計測方位に沿ってこの変位量を積算することで、上記の基準位置に対する車両5の相対位置を推定する。そして、図10に例示するように、この相対位置の分だけ基準位置から移動させた×印の位置を自車位置として捕捉する。なお、図10では、この相対位置を表すベクトルの一例を示している。

[0045] 位置捕捉システム1が捕捉した自車位置（図10中の△印及び×印の位置）は、自動運転システム6の車両ECU61に入力される。車両ECU61は、図11で破線で示す制御目標のルートデータに対する偏差 ΔD を算出する（S103）。そして、車両ECU61は、この偏差 ΔD に基づいてステアリング制御、スロットル制御などの車両制御を実行し（S104）、自動走行を実現する。

[0046] 以上のように、本例の位置捕捉システム1では、磁気マーカ10が検出されたとき、データベース34を参照して対応する敷設位置が選択され、選択された敷設位置を利用して自車位置が捕捉される。この位置捕捉システム1では、GPSによる測位位置が直接、自車位置として捕捉されることがない。GPSによる測位位置を基準として、データベース34から敷設位置を選択するための所定範囲が設定されるのみである。それ故、位置捕捉システム1では、GPSの測位誤差の影響を回避でき、精度高く自車位置を捕捉可能である。

[0047] 本例では、GPSの誤差円（半径3m）と同じ大きさの所定範囲（図9中の符号GCで示す範囲）を設定している。一方、道路の車線幅が3.5mであるため、GPSの誤差円の中のいずれかの測位位置を基準にした半径3mの所定範囲には、自車線の磁気マーカ10の敷設位置のほか、隣接する他車線の磁気マーカ10の敷設位置が含まれてくる可能性がある。そこで、本例では、車幅方向に隣り合う磁気マーカ10の組み合わせについて、同じ極性にならないように車線100毎に磁気マーカ10の極性が切り替えられてい

る（図9参照。）。そして、位置捕捉システム1では、このように敷設された磁気マーカ10の極性を表す極性情報が敷設位置にひも付けられてデータベース34に格納されている。

[0048] 敷設位置にひも付けられた極性情報を利用すれば、自車線の磁気マーカ10の敷設位置であるか、隣接する他車線の磁気マーカ10の敷設位置であるか、の区別が可能になる。磁気マーカ10の検出時にデータベース34から敷設位置を選択する際、検出された磁気マーカ10の極性情報を利用すれば、隣接する他車線の磁気マーカ10の敷設位置を確実性高く排除できる。そして、検出された磁気マーカ10の敷設位置を取得できれば、自車位置を精度高く捕捉できる。

[0049] なお、GPSユニット35による測位に代えて、交差点名称の交通看板や信号など道路環境の構成物を画像認識等することで交差点を特定して現在地を比較的低精度で取得（測位の一態様）することも良い。磁気マーカ10を検出したとき、この低精度の現在地を用いて敷設位置のデータベース34を参照し、対応する敷設位置を選択しても良い。

[0050] 本例では、磁気マーカ10を通過後、次の磁気マーカ10を検出するまでの期間において、直近の磁気マーカ10の検出時に捕捉された自車位置を基準位置として、慣性航法によって相対位置を推定して新たな自車位置を捕捉する構成を例示している。次の磁気マーカ10が検出された際、慣性航法を利用して捕捉された自車位置を測位位置として利用し、データベース34から敷設位置を選択する構成を採用することも良い。この構成は、例えばトンネルの中など、GPSによる測位が不可能になる環境で有効となる。

[0051] 本例では、自動運転システム6と組み合わせる位置捕捉システム1を例示したが、自動運転システム6に代えて、車線100からの逸脱を警報する逸脱警報システムや、車線100に沿ってハンドルを自動操舵したり車線100からの逸脱を回避するための操舵アシスト力を発生させるレーンキープシステムや、経路案内等を実施するナビゲーションシステム等に適用することも良い。

[0052] なお、本例では、位置捕捉ユニット 3 2 とは別体の S S D や H D D を利用してデータベース 3 4 を構築しているが、これに代えて、位置捕捉ユニット 3 2 の R A M 等のメモリ素子を利用してデータベース 3 4 を構築することもできる。

さらに、インターネット等の通信回線に接続可能な車両 5 であれば、敷設位置を格納したデータベースをサーバ装置に持たせることも良い。この場合、磁気マーカ 1 0 を検出した車両 5 が、G P S による測位位置と共に極性をサーバ装置に送信し、サーバ装置がその磁気マーカ 1 0 の敷設位置を返信する構成を採用しても良い。さらに、車両 5 が横ずれ量についてもサーバ装置に送信し、サーバ装置が横ずれ量で補正した車両 5 の位置を返信するように構成しても良い。

[0053] (実施例 2)

本例は、実施例 1 の位置捕捉システムに基づき、G P S による測位精度が低い道路環境に対応できるように位置捕捉システムの構成を変更した例である。この内容について、図 1 2 を参照して説明する。

[0054] 例示する道路環境は、例えば道路に沿って高層のビルが建っているため、G P S 電波の受信状態が良好とは言えない道路環境である。例えばこの道路環境では、G P S の測位誤差が実施例 1 の約 2 倍であり、測位位置が 9 6 % の確率で属する誤差円の大きさが半径 6 m である。G P S の測位位置を基準として設定する所定範囲としては、G P S の誤差円の大きさと同じ半径 6 m の所定範囲が設定される。

[0055] 半径 6 m の誤差円に対応できるよう、本例の位置捕捉システム 1 では、磁気マーカ 1 0 の敷設仕様が実施例 1 とは相違している。車線方向の配置間隔については実施例 1 と同様、1 0 m 間隔である一方、磁気マーカ 1 0 の極性が実施例 1 とは相違している。図 1 2 の通り、磁気マーカ 1 0 の極性が車線 1 0 0 毎に一定ではなく、車線方向に極性がランダムに近く切り替わっている。同図中、N 極の磁気マーカ 1 0 を黒丸で示し、S 極の磁気マーカ 1 0 を白丸で示している。

- [0056] GPSの誤差が半径6mの誤差円GMの場合、この誤差円GM内のいずれかの測位位置を基準とする半径6mの所定範囲GCの中に最大4か所～5か所程度の磁気マーカ10の敷設位置が包含される可能性がある。例えば、磁気マーカ10(c)の検出時のGPSの測位位置が図12中の符号MPの×印にある場合、この測位位置MPを基準として半径6mの所定範囲GCが設定される。この所定範囲GCの中には、4か所の磁気マーカ10の敷設位置が含まれる。このとき、磁気マーカ10(c)の極性のみによって、磁気マーカ10(c)～(f)に対応する各敷設位置の中から磁気マーカ10(c)の敷設位置を選択することは困難である。
- [0057] そこで、本例では、データベース34において敷設位置にひも付けされる極性情報の構成が変更されている。この極性情報は、敷設位置に対応する磁気マーカ10、及びこの磁気マーカ10に対して車両5の進行方向上流側に隣り合って位置する2つの磁気マーカ10の極性を組み合わせた情報である。例えば磁気マーカ10(c)については、その極性がN極であり、進行方向上流側に隣り合う2つの磁気マーカ10(a)、10(b)の極性がN極、N極である。したがって、磁気マーカ10(c)の敷設位置にひも付けられる極性情報はNNNとなる。また、車線100に沿って進行方向に走行する車両が磁気マーカ10(c)を検出したとき、この磁気マーカ10(c)を含めて直近に検出された3つの磁気マーカ10は、磁気マーカ10(a)～(c)の3つとなる。そして、これら3つの磁気マーカ10(a)～(c)の極性の組み合わせはNNNとなる。
- [0058] 例えば、車両が位置する車線100とは進行方向が異なる車線100の磁気マーカ10(e)にひも付けられる極性情報は、SSNである。また、例えば、進行方向が同じ車線100の磁気マーカ10(d)にひも付けられる極性情報は、NNSである。このように磁気マーカ10(c)が検出されたとき、GPSによる測位位置MPを基準として設定される半径6mの所定範囲GCにおいて、NNNなる極性情報がひも付けられた敷設位置は磁気マーカ10(c)に対応する敷設位置のみである。したがって、車両5が磁気マ

ーカ 10 (c) を検出したとき、直近に検出した磁気マーカ 10 の極性の組み合わせである NNN がひも付けられた敷設位置として、磁気マーカ 10 (c) の敷設位置を確実性高く選択可能である。

[0059] 上記のように 3 つの磁気マーカ 10 の極性の組み合わせの極性情報であれば、 $2 \times 2 \times 2 = 8$ 値を表現できる。8 値の極性情報であれば、所定範囲 GC に含まれる最大 4 か所～5 か所程度の磁気マーカ 10 の敷設位置の中から正しい敷設位置を選択可能である。なお、4 つ以上の磁気マーカ 10 の極性の組み合わせの極性情報を採用しても良く、2 つの磁気マーカの極性の組み合わせの極性情報を採用しても良い。定性的には、GPS の誤差円が大きくなるほど、測位位置を基準とした所定範囲を大きく設定する必要があり、所定範囲に含まれる敷設位置の数が多くなる。そこで、GPS の誤差が大きくなる場合には、GPS の誤差円が大きくなる場合には、極性情報を構成する磁気マーカ 10 の数を増やすと良い。

[0060] なお、極性情報は、車線 100 に沿って走行中の車両側で判別できる磁気マーカ 10 の極性の履歴の情報となっている。車両が車線 100 を変更する場合等には、極性情報の利用が難しくなる。そこで、ウィンカーの作動信号を取り込み、この作動信号を取得したときには、極性情報の利用をキャンセルする構成や、閾値以上のヨーレートや横加速度が生じたとき、車線 100 に沿って走行する状態ではないと判断して極性情報の利用をキャンセルする構成等を採用することも良い。

なお、その他の構成及び作用効果については実施例 1 と同様である。

[0061] 以上、実施例のごとく本発明の具体例を詳細に説明したが、これらの具体例は、特許請求の範囲に包含される技術の一例を開示しているにすぎない。言うまでもなく、具体例の構成や数値等によって、特許請求の範囲が限定的に解釈されるべきではない。特許請求の範囲は、公知技術や当業者の知識等を利用して前記具体例を多様に変形、変更あるいは適宜組み合わせた技術を包含している。

符号の説明

- [0062]
- 1 位置捕捉システム
 - 1 0 磁気マーカ
 - 2 計測ユニット
 - 2 1 センサアレイ (マーカ検出部)
 - 2 1 2 検出処理回路
 - 2 2 I M U
 - 3 2 位置捕捉ユニット (位置捕捉部)
 - 3 4 データベース (位置情報記憶部)
 - 3 5 G P S ユニット (測位部)
 - 5 車両
 - 6 自動運転システム
 - 6 1 車両 E C U
 - 6 5 地図データベース (地図 D B)

請求の範囲

- [請求項1] 道路に敷設された磁気マーカを磁氣的に検出すると共に該磁気マーカの極性を判別するマーカ検出部、及び位置を測位する測位部を備える車両と、
- 磁気マーカの極性を表す極性情報をひも付けて各磁気マーカの敷設位置を記憶する位置情報記憶部と、
- いずれかの磁気マーカが検出されたとき、前記位置情報記憶部が記憶する敷設位置の中から該いずれかの磁気マーカに対応する敷設位置を選択し、該敷設位置あるいは該敷設位置を基準とした補正位置を前記車両の位置として捕捉する位置捕捉部と、を含み、
- 該位置捕捉部は、前記いずれかの磁気マーカが検出された時点における前記測位部による測位位置を基準とした所定範囲に位置する敷設位置であって、かつ、ひも付けられた極性情報が前記マーカ検出部により検出された磁気マーカの極性に適合する敷設位置を選択する位置捕捉システム。
- [請求項2] 請求項1において、前記マーカ検出部は、磁気マーカに対する車幅方向の偏差である車両の横ずれ量を計測可能であり、前記位置捕捉部は、選択した敷設位置を前記横ずれ量により補正した補正位置を前記車両の位置として捕捉する位置捕捉システム。
- [請求項3] 請求項1又は2において、前記極性情報はいずれかひとつの磁気マーカの極性を表す情報であり、前記位置捕捉部は、ひも付けされた極性情報が表す極性が前記マーカ検出部により検出された磁気マーカの極性と一致する敷設位置を選択する位置捕捉システム。
- [請求項4] 請求項1又は2において、前記極性情報は道路の長手方向に沿って敷設された複数の磁気マーカの極性を組み合わせた情報であり、
- 前記位置捕捉部は、ひも付けされた極性情報が表す複数の磁気マーカの極性の組み合わせが、前記マーカ検出部により直近に検出された複数の磁気マーカの極性の組み合わせと一致している敷設位置を選択

する位置捕捉システム。

[請求項5]

位置を測位する測位部を備える車両が、道路に敷設された磁気マーカを利用して自車位置を捕捉する位置捕捉方法であって、いずれかの磁気マーカが検出されたとき、

該いずれかの磁気マーカが検出された時点における前記測位部による測位位置を基準として所定範囲を設定する手順と、

磁気マーカの極性を表す極性情報がひも付けて記憶された各磁気マーカの敷設位置のデータベースを参照し、前記所定範囲に位置する敷設位置であって、かつ、ひも付けられた極性情報が検出された磁気マーカの極性に適合する敷設位置を選択する手順と、を含み、

該選択された敷設位置あるいは該選択された敷設位置を基準とした補正位置を前記車両の位置として捕捉する位置捕捉方法。