

## 明 細 書

**発明の名称：制御方法及び制御システム**

### 技術分野

[0001] 本発明は、走路に配設された磁気マーカを利用して車両を走行させるための制御方法及び制御システムに関する発明である。

### 背景技術

[0002] 従来より、走路に配列された磁気マーカに対する車両の横ずれ量をゼロに近づけるためのラテラル制御により走路に沿って車両を走行させるシステムが知られている（例えば特許文献1参照。）。磁気マーカを検出するための磁気センサに加えて、電波や光の反射を利用して先行車両を検出し車間距離を計測するためのミリ波レーダやライダーを備える車両であれば、先行車追従を含め、磁気マーカが配設された走路を自動走行することが可能である。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-334400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、上記従来のシステムでは、車両による移動を開始した後、最初に磁気マーカを検出できるまでの期間における自動運転の難易度が高く、マニュアル運転が不可避で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、磁気マーカを利用した運転支援制御によって高レベルの自動運転を実現するための制御方法及び制御システムを提供するための発明である。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、周辺に磁気を作用する磁気マーカが配設された走路を含む走路を、磁気センサを備える車両が走行するための制御方法であって、車両の走行を制御する機能が停止された駐車期間を経て当該機能が再始動

された後、車両が移動して最初に磁気マーカを検出するまでの再始動期間と、

該再始動期間を経て車両が磁気マーカを検出した後の通常走行期間とで、制御を切り替え、

前記再始動期間では、直前の駐車期間への移行時の車両の位置、あるいは当該再始動期間において測位された位置、に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御を実行する一方、

前記通常走行期間では、検出された磁気マーカの位置に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御を実行する制御方法にある。

[0007] 本発明の一態様は、周辺に磁気を作用する磁気マーカが配設された走路を含む走路を、磁気センサを備える車両が走行するための制御システムであって、

車両の走行を制御する機能が停止された駐車期間を経て当該機能が再始動された後、車両が移動して最初に磁気マーカを検出するまでの再始動期間において、直前の駐車期間への移行時の車両の位置、あるいは当該再始動期間において測位された位置、に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御を実行する回路と、

前記再始動期間を経て車両が最初に磁気マーカを検出した後の通常走行期間において、検出されたいずれかの磁気マーカの位置に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御を実行する回路と、

前記再始動期間から前記通常走行期間へ移行したときに制御の切替を実行する回路と、を備える制御システムにある。

## 発明の効果

[0008] 本発明は、磁気マーカが配設された走路を車両が走行するための制御方法あるいは制御システムの発明である。本発明の制御方法及び制御システムでは、車両の走行を制御する機能が停止された駐車期間を経て当該機能が再始動された後、車両が移動して最初に磁気マーカを検出するまでの再始動期間と、車両が磁気マーカを検出した後の通常走行期間とで、制御が切り替えら

れる。

[0009] 前記再始動期間では、直前の駐車期間への移行時の車両の位置、あるいは当該再始動期間において測位された位置、に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御が実行される。前記通常走行期間では、検出された磁気マーカの位置に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御が実行される。

[0010] 本発明の制御方法及び制御システムでは、前記駐車期間と前記通常走行期間との間に、前記再始動期間が設定される。この再始動期間における車両の制御は、磁気マーカの検出を前提としない制御である。前記通常走行期間と前記再始動期間とで制御を切り替えることで、駐車期間の後、磁気マーカを検出できるまでの走行が可能になる。本発明の制御方法及び制御システムによれば、車両の走行を制御可能な領域を拡大でき、汎用性を向上できる。

[0011] このように本発明の制御方法及び制御システムによれば、走路に配設された磁気マーカを利用して、よりレベルの高い自動運転を実現可能である。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]幹線道路で行き来可能な2つの地域の説明図。

[図2]地域内の道路の説明図。

[図3]磁気マーカを示す斜視図。

[図4]磁気マーカが配設された道路を走行する車両の説明図。

[図5]RFIDタグの正面図。

[図6]車両を示す上面図。

[図7]車両システムの構成を示すブロック図。

[図8]基本処理の流れを示すフロー図。

[図9]リスタート制御の流れを示すフロー図。

[図10]制御対象のルートを示す説明図。

[図11]通常走行制御の流れを示すフロー図。

[図12]慣性航法により推定される相対位置の説明図。

[図13]ルートに対する偏差 $\Delta D$ の説明図。

[図14]他のリスタート制御の流れを示すフロー図。

[図15]他のリスタート制御の流れを示すフロー図。

### 発明を実施するための形態

[0013] 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、車両 5 の制御システムの一例をなす車両システム 1、及び車両 5 の制御方法の例である。この制御方法及び車両システム 1 によれば、自宅から勤務先に向かって車両 5 で移動する際、自動運転により自宅の車庫を出発可能である。この内容について、図 1 ～図 1 4 を参照して説明する。

[0014] 本例では、幹線道路 6 1 で接続された地域 6 0 間を車両 5 が移動するルートを例示する。地域 6 0 内では、生活道路 6 2 を利用して移動可能である（図 2）。幹線道路 6 1 の多くは、例えば 2 m などの間隔で磁気マーカ 1 0 が配設されている道路である。一方、生活道路 6 2 の多くは、磁気マーカ 1 0 が配設されていない道路である。このように車両 5 が走行する走路は、磁気マーカ 1 0 が配設された走路を含む走路である。

[0015] 図 2 は、地域 6 0 の例示であり、地域 6 0 における車両 5 の位置を示している。同図は、出発地点の地域 6 0 D および目的地点の地域 6 0 A を兼用している。出発地点の地域 6 0 D である場合の符号 6 2 2 は例えば出発地点である自宅を表し、目的地点の地域 6 0 A である場合の符号 6 2 2 は例えば目的地点である勤務先を表している。

[0016] 磁気マーカ 1 0 が配設された幹線道路 6 1 のみならず、図 2 に例示する生活道路 6 2 を制御の対象に含めれば、例えば、出発地点が所在する地域 6 0 D から目的地点が所在する地域 6 0 A への車両の運転を自動化できる（図 1 参照。）。例えば、自宅 6 2 2 と勤務先が異なる地域 6 0 に所在するような場合には、地域 6 0 D の自宅 6 2 2 から出発した後、幹線道路 6 1 を利用して勤務先の会社が所在する地域 6 0 A に移動し、勤務先に至るまでのルートを車両 5 が自動走行可能である。

[0017] 以下、走路に配設される（１）磁気マーカ 1 0、及び（２）車両システム

1、の構成を説明した後、（3）車両システム1の動作、について説明する。

（1）磁気マーカ

磁気マーカ10（図3）は、直径20mm、高さ28mmの柱状をなす磁石10Mに対して、RFIDタグ15（Radio Frequency Identification Tag、無線タグ）が一体化されたマーカである。磁気マーカ10は、図4のごとく、路面100Sに穿設された孔に収容された状態で配設される。磁気マーカ10をなす磁石10M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る。高分子材料は、例えば、塩素化ポリエチレン（Chlorinated Polyethylene）、ポリフェニレンスルファイド（Poly Phenylene Sulfide - PPS）等である。

[0018] 磁気マーカ10では、柱状の磁石10Mの端面に、シート状のRFIDタグ15が配置されている。RFIDタグ15は、無線によりタグ情報を出力する電子部品である。なお、磁石10Mの端面にRFIDタグ15を配置した後、樹脂材料によるコーティング層を表面に設けることも良い。コーティング層としては、繊維に樹脂材料を含浸させた複合材料よりなる層であっても良い。あるいは、コーティング層が形成された磁石10Mの端面に、RFIDタグ15を配設しても良い。磁石10Mの外表面の全部あるいは一部に、コーティング層を設けることも良い。

[0019] さらに、磁石10Mの内部に、RFIDタグ15の全部又は一部を埋設することも良い。柱状の磁気マーカ10に代えて、磁石シートよりなるシート状の磁気マーカを採用しても良い。この場合、磁石シートの表面にシート状のRFIDタグ15を積層しても良い。さらに、2枚の磁石シートを貼り合わせた磁気マーカであっても良い。この場合、2枚の磁石シートによってシート状のRFIDタグ15を挟み込むことも良い。

[0020] RFIDタグ15（図5）は、例えばPET（Polyethylene terephthalate）フィルムから切り出したタグシート150の表面にICチップ157が実装された電子部品である。タグシート150の表面には、アンテナ153の

印刷パターンが設けられている。アンテナ１５３は、外部からの電磁誘導によって励磁電流が発生する給電用のアンテナ機能と、情報を無線送信する通信用のアンテナ機能と、を併せ持っている。ＲＦＩＤタグ１５は、無線による外部給電により動作し、識別情報であるタグＩＤなどのタグ情報を外部出力する。ＲＦＩＤタグ１５が外部出力するタグＩＤは、磁気マーカ１０の識別情報の一例である。

[0021] なお、上記のように磁気マーカ１０を構成する磁石１０Ｍは、磁粉を高分子材料中に分散させた磁石である。このような磁石１０Ｍは、電気的な内部抵抗が大きいため、ＲＦＩＤタグ１５に対する無線による電力供給に応じて渦電流が発生するおそれが少ない。それ故、この磁石１０Ｍを採用する場合、ＲＦＩＤタグ１５に対して外部から効率良く電力を供給できる。この磁石１０Ｍは、ＲＦＩＤタグ１５を保持する磁石として好適である。

[0022] （２）車両システム

車両システム１（図６及び図７）は、車両５の走行を制御する制御ユニット１８、外部制御が可能な各種の走行制御用のアクチュエータ、ミリ波レーダ１７や画像センサ１９などの物体検知センサ、ＲＦＩＤタグ１５と通信するタグリーダユニット１４、及び絶対位置あるいは相対位置を特定するための測位ユニット１６を含めて構成されている。

[0023] 制御ユニット１８は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＲＯＭ（Read Only Memory）やＲＡＭ（Random Access Memory）などの電子部品が実装された電子基板（図示略）を中心にして構成された回路のユニットである。制御ユニット１８では、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）あるいはソリッドステートドライブ（ＳＳＤ）等の記憶装置（記憶媒体）や無線通信回路等が、Ｉ／Ｏ（Input/Output）を介して電子基板に接続されている。

[0024] 制御ユニット１８では、記憶装置の記憶領域を利用して、各磁気マーカ１０に関するマーカ情報を記憶するマーカデータベース（マーカＤＢ）１８Ｍ、３次元地図データを記憶する地図データベース（地図ＤＢ）１８Ｔ等が設けられている。３次元地図データは、道路の形状・構造のほか、縁石やガー

ドレールや中央分離帯や標識などの道路の付帯物の３次元構造や、建物や陸橋などの周囲環境などの３次元構造等を表す地図データである。

[0025] マーカＤＢ１８Ｍで記憶されるマーカ情報には、付設されたＲＦＩＤタグ１５の識別情報であるタグＩＤ（タグ情報）がひも付け（対応付け）されている。本例の構成では、タグＩＤを利用してマーカＤＢ１８Ｍを参照することで、対応する磁気マーカ１０の特定が可能である。

[0026] マーカ情報には、磁気マーカ１０の敷設位置を表す位置データ（位置情報）や、その敷設位置の属性（道路種別など）を表す情報や、制限速度などの規制情報などが含まれている。上記の通り、このマーカ情報には、タグＩＤがひも付けられている。タグＩＤを利用してマーカＤＢ１８Ｍを参照すれば、磁気マーカ１０の敷設位置を特定できる。つまり、タグＩＤは、磁気マーカ１０の位置を特定可能な情報の一例をなしている。

[0027] 地図ＤＢ１８Ｔに格納される地図データは、道路の構造や周囲環境などを表すベクターデータによって構成されている。この地図データでは、各磁気マーカ１０の敷設位置等がマッピングされている。例えば、車両５がいずれかの磁気マーカ１０を検出した場合、その磁気マーカ１０を特定することにより地図データ中の位置を特定できる。そして、地図データ中の車両５の位置を特定すれば、地図データが表す前方の道路形状、道路構造を把握できる。

[0028] なお、工事箇所や信号の点灯状態などのリアルタイムの交通状況を外部サーバから随時、受信可能な制御ユニット１８であっても良い。この場合には、リアルタイムの交通状況が反映されたダイナミックマップを構築でき、ダイナミックマップを利用した車両制御が可能になる。

[0029] 制御ユニット１８が制御する各種のアクチュエータとしては、エンジン出力を調節するためのスロットルアクチュエータ１８１（図７）、操舵方向を変更するためのステアリングアクチュエータ１８３、制動力を調節するためのブレーキアクチュエータ１８５などがある。制御ユニット１８が、これらのアクチュエータを適宜、制御することで、車両５を走行させることができ

る。

[0030] 制御ユニット18に接続されたセンサとしては、磁気センサC<sub>n</sub>、ミリ波レーダ17、画像センサ19等がある。磁気センサC<sub>n</sub>は、磁気を検出するためのセンサである。車両5には、15個の磁気センサC<sub>n</sub>が直線上に配列されたセンサアレイ21が組み込まれている。センサアレイ21は、車幅方向に長い棒状のユニットであり、路面100Sと対面する状態で車両5の底面に取り付けられる。

[0031] センサアレイ21は、磁気マーカ10の検出処理等を実行する検出処理回路212を備えている。検出処理回路212は、15個の磁気マーカC<sub>n</sub>を制御して各磁気マーカC<sub>n</sub>の磁気計測値を取得する。そして、検出処理回路212は、各磁気マーカC<sub>n</sub>の磁気計測値を処理することで磁気マーカ10の検出処理等を実行する。

[0032] センサアレイ21（図7）では、15個の磁気センサC<sub>n</sub>が10cm間隔で配置されている。磁気センサC<sub>1</sub>～C<sub>15</sub>が出力する磁気計測値は、車幅方向の離散的な磁気分布を形成する。センサアレイ21（検出処理回路212）は、磁気マーカ10を検出したとき、その旨を表す検出信号を出力すると共に、磁気マーカ10に対する車両5の横ずれ量を計測する。センサアレイ21が磁気マーカ10の真上に位置したとき、各磁気センサC<sub>n</sub>が出力する磁気計測値の分布（車幅方向の磁気分布）に基づけば、車幅方向における磁気マーカ10の位置を特定可能である。そして、センサアレイ21は、車幅方向における磁気マーカの位置に基づいて、磁気マーカ10に対する車両の横ずれ量を特定する。

[0033] 磁気センサC<sub>n</sub>としては、例えば、公知のMI効果（Magneto Impedance Effect）を利用して磁気を検出するMIセンサなどが好適である。MI効果とは、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磁気的な効果である。MIセンサは、一直線状で組み込まれる感磁体の方向に磁気的な感度を有する。磁気センサC<sub>n</sub>は、例えば、車幅方向あるいは鉛直方向など一方向の磁気成分を検出可能な磁気センサ

であっても良い。進行方向の磁気成分および車幅方向の磁気成分など、2方向の磁気成分を検出可能な磁気センサであっても良い。進行方向および車幅方向に加えて鉛直方向の磁気成分を検出可能など、3方向の磁気成分を検出可能な磁気センサであっても良い。

[0034] ミリ波レーダ17は、波長1～10mm、周波数30～300GHzのミリ波を利用する物体検出センサである。ミリ波レーダ17は、ミリ波を送信したときの反射電波を利用して対象物を検出すると共に、対象物までの距離を計測する。ミリ波レーダ17によれば、他の車両、ガードレールや縁石などの道路構造物に加えて、人の検出も可能である。車両5では、周囲を監視できるように、車体の前後左右の隅部にミリ波レーダ17が配置されている。

[0035] 画像センサ19は、前方の環境を撮影するための前方カメラを含むセンサである。画像センサ19は、画像処理を実行する処理回路（図示略）等を含んで構成されている。画像センサ19は、撮影画像に画像処理を施して、車線を区画する白線、道路標識、信号、人、自転車、先行車両、対向車両などを検出する。なお、歩行者などの検出に当たっては、ミリ波センサ17によって特定された注視領域に対して重点的に画像処理を施す等、複数のセンサを利用して検出精度を高めるセンサフュージョンの技術が活用される。

[0036] 測位ユニット16は、GPS（Global Positioning System）ユニットや慣性計測ユニット等を含んでいる。GPSユニットは、GNSS（Global Navigation Satellite System、衛星測位システム）の一種であるGPSを利用して車両位置（車両の位置）を計測するユニットである。慣性計測ユニットは、車両のヨー角の変化速度（角速度）や進行方向及び横方向の加速度を計測するユニットである。慣性計測ユニットが計測する角速度や加速度を利用すれば、基準位置からの相対位置（車両の移動による変位量の一例）や車両の向きを特定可能である。慣性計測ユニットを採用すれば、磁気マーカ10の敷設位置などの基準位置を通過した後の相対位置や回頭角（ヨー角の変化量）を精度高く特定できる。慣性計測ユニットを採用すれば、衛星電波を受信できないトンネル内などでの車両位置の特定が可能になる。

[0037] タグリーダユニット 14 は、磁気マーカ 10（図 4）に保持された R F I D タグ 15 と無線で通信する通信ユニットである。タグリーダユニット 14 は、R F I D タグ 15 の動作に必要な電力を無線で送電して R F I D タグ 15 を動作させ、R F I D タグ 15 の識別情報であるタグ I D（タグ情報）を読み取る。なお、図 6 では、磁気センサアレイ 21 及びタグリーダユニット 14 を別体で図示しているが、これらが一体化されたユニットを採用することも良い。

[0038] （3）車両システムの動作

次に、上記のように構成された車両システム 1 の動作について、図 8～図 13 を参照して説明する。図 8 は、車両 5 が移動する際の（3. 1）基本処理の流れを示している。図 9 は、駐車期間に後続する再始動期間中の（3. 2）リスタート制御の流れを示している。図 11 は、磁気マーカ 10 を検出しながら走行する（3. 3）通常走行制御、の流れを示している。なお、図 10 は、リスタート制御の説明中の参照図である。図 12 及び図 13 は、通常走行制御の説明中の説明図である。

[0039] （3. 1）基本処理

基本処理（図 8）は、車両 5 の主電源であるイグニッションのオンへの切替（I G オン）の後、目的地点に到着してイグニッションをオフに切り替える（I G オフ）までの処理である。この基本処理の流れについて、図 8 のフロー図に沿って説明する。

[0040] 車両 5 のイグニッションがオフ状態に保持された駐車期間を経て、オン状態に切り替えられると（I G オン、S 101 : Y e s）、制御ユニット 18 は、例えば車両 5 の利用者によって入力された目的地点を取得する（S 102）。なお、目的地点の入力方法としては、例えばブルートゥース（R）機能によって通信可能に接続された携帯端末（図示略）を利用して入力する方法や、車両 5 に設けられたタッチパネルディスプレイ（図示略）上で入力する方法等がある。

[0041] 制御ユニット 18 は、地図 D B 18 T に格納された 3 次元地図データを参

照し、目的地点に至るルートを演算により特定し、そのルートを制御目標に設定する（S 1 0 3）。なお、目的地点に至るルートを特定する際、制御ユニット 1 8 は、後述するリスタート制御により車両 5 が最初に到達する磁気マーカ 1 0 を併せて決定する。このように制御ユニット 1 8 が決定する磁気マーカ 1 0 は、車両が目的地点に到達する際、最初に検出されるべき最適な磁気マーカである。制御ユニット 1 9 は、ルートを特定する際に併せて決定した磁気マーカ 1 0 の識別情報を記憶する。詳しくは後述するが、この磁気マーカ 1 0 の識別情報は、下記のステップ S 1 0 5 のリスタート制御からステップ S 1 0 7 の通常走行制御に切り替えるための契機となる情報である。

[0042] そして、制御ユニット 1 8 は、3次元地図データ上でそのルートを表すルートデータを地図 DB 1 8 T から読み出し（S 1 0 4）、対応するルートに沿って車両 5 を走行させるように制御を開始する。

[0043] 制御ユニット 1 8 は、まず、測位ユニット 1 6 により測位された車両位置に基づく自動走行により車両 5 を走行させるリスタート制御（図 9 を参照して後述する。）を実行する（S 1 0 5）。このリスタート制御は、磁気マーカ 1 0 を前提としない制御であり、磁気マーカ 1 0 を検出できるまでの再始動期間において実行される（S 1 0 6 : N o → S 1 0 5）。

[0044] 上記のごとく目的地点に至るルートを特定する際に併せて決定された磁気マーカ 1 0 を、リスタート制御による車両 5 の走行中に検出できた場合（S 1 0 6 : Y e s）、すなわち、上記のごとく制御ユニット 1 8 が記憶した磁気マーカ 1 0 の識別情報と一致するタグ ID を、対応する R F I D タグ 1 5 から取得できた場合、制御ユニット 1 8 は、車両 5 に適用する制御を、上記ステップ S 1 0 5 のリスタート制御からステップ S 1 0 7 の通常走行制御に切り替える。通常走行制御は、幹線道路 6 1 など、磁気マーカ 1 0 が配設された道路向けの制御である。この通常走行制御は、磁気マーカ 1 0 が連続的に検出されることを前提としている。なお、通常走行制御の内容について、図 1 1 ～図 1 3 を参照して後述する。

[0045] 制御ユニット 1 8 は、出発地点から車両 5 が移動を開始して最初に磁気マ

一カ 10 を検出した後、目的地点に到着するまでの通常走行期間において、通常走行制御を実行する（S 108 : No → S 107）。目的地点に到着すると、制御ユニット 18 は、車両 5 のイグニッションのオフ状態への切り替え（IG オフ）に応じて処理を終了させる（S 109 : Yes）。なお、IG オフの際、制御ユニット 18 では、車両位置、及び車両 5 の向き（絶対方位）を表す車両方位が記憶領域に格納（保存、記憶、記録）される。

[0046] なお、例えば幹線道路 61（図 2）から分岐し、目的地点に至る生活道路 62（図 2 参照。）に進入した後では、磁気マーカ 10 を継続的に検出できなくなる可能性がある。この場合には、制御ユニット 18 は、最後に検出された磁気マーカ 10 を基準とする慣性航法により車両 5 を自動走行させる（自動走行制御）。詳しくは後述するが、制御ユニット 18 によるこの自動走行制御は、通常走行制御の一環として実行される。

[0047] （3. 2）リスタート制御

リスタート制御（図 8、図 9）は、上記のごとく、車両 5 のイグニッションがオン状態に切り替えられた後、磁気マーカ 10 を検出できるまでの制御である。このリスタート制御は、磁気マーカ 10 を前提とせず、車両 5 を自律的に走行させるための制御である。リスタート制御が適用される状況としては、例えば、図 10のごとく、自宅 622 に駐車した車両 5 が移動を開始した後、矢印 R 1 に沿って移動し、磁気マーカ 10 が配設された幹線道路 61 に進入するまでの状況が想定される。なお、幹線道路 61 に進入した後は、図 11 を参照して詳しく説明する通常走行制御に切り替わる。なお、矢印 R 1 は、上述の基本処理におけるステップ S 103 で決定された制御対象のルートの一部である。

[0048] 図 9 のリスタート制御では、制御ユニット 18 は、まず、測位ユニット 16 による測位データを取得する（S 201）。制御ユニット 18 は、この測位データを利用して、車両位置及び車両方位を特定する（S 202）。上記のごとく、測位ユニット 16 は、絶対位置を表す位置データを出力する GPS ユニット、角速度及び加速度を出力する慣性計測ユニット等を含んでいる

。

[0049] 制御ユニット18は、GPSユニットが測位可能な状況である場合、GPSユニットによる位置データを利用し、上記のステップS103で設定されたルート上の車両位置を特定する。また、制御ユニット18は、3次元地図が表す車両位置周辺の3次元構造に対して、車両5が備える画像センサ19及びミリ波レーダ17によって特定される周囲の3次元構造を照合する。制御ユニット18は、この照合により、車両位置の精度を高めると共に、車両5の向きを表す車両方位を特定する。

[0050] なお、制御ユニット18は、リスタート制御による車両5の走行中に、衛星電波を受信できない等、GPSが利用不可能な状況に陥った場合、慣性航法により車両位置および車両方位を特定する。制御ユニット18は、車両位置及び車両方位を特定できた直近の時点を基準とし、その後の車両5の走行による相対位置を推定する。そして、基準の時点における車両位置に、推定した相対位置を足し合わせることで、最新の車両位置を特定する。なお、車両5の相対位置は、慣性計測ユニットが計測した加速度及び角速度の履歴に基づいて求められる。

[0051] また、制御ユニット18は、上記の基準の時点の後、慣性計測ユニットによる角速度の計測履歴を利用して回頭角を推定する。具体的には、角速度の積分によりヨー角の変位置量である回頭角を求めることができる。制御ユニット18は、基準の時点における車両方位に、推定した回頭角（ヨー角の変位置量）を足し合わせることで、最新の車両方位を特定する。このとき、画像センサ19及びミリ波レーダ17などのセンサを用いて周囲の3次元構造を把握し、3次元地図が表す3次元構造と照合することで、車両位置および車両方位の精度を高めることが可能である。なお、センサを利用して把握される周囲の3次元構造と、3次元地図が表す3次元構造と、の照合による車両位置あるいは車両方位の推定を主としても良い。

[0052] 制御ユニット18は、上記のステップS104で読み出したルートデータに対して、上記のステップS202で特定した車両位置及び車両方位を組み

合わせることで、ルート上の車両5の位置及び向きを特定する。これにより制御ユニット18は、車両5の前方を含む周囲の3次元構造を特定し、ルートに沿って移動するための車両5の進路の方向を特定する（S203）。

[0053] 制御ユニット18は、このステップS203で特定した進路の方向に向かって走行できるように車両5を制御する（S204）。この制御中では、ミリ波レーダ17や画像センサ19による検出データ等が随時、制御ユニット18に取り込まれ、安全を確保しながら車両5が制御される。例えば、ミリ波レーダ17によれば、先行車両や対向車両等の周囲の車両や、ガードレールや、自転車や、歩行者などを検出可能である。画像センサ19によれば、標識や横断歩道などの道路標示を検出可能であると共に、信号の状態を認識可能である。

[0054] 図9のリスタート制御は、図8の基本処理のフロー図を参照して上述した通り、磁気マーカ10が検出されるまで継続される（図8中のS106：No→S105）。磁気マーカ10が検出されたとき、リスタート制御（図9）から通常走行制御（図11）に切り替わる（図8中のS106：Yes→S107）。

[0055] （3.3）通常走行制御

制御ユニット18は、図11の通常走行制御の実行中では、磁気マーカ10が検出されたか否かに応じて車両位置等の特定方法を切り替える（S301）。磁気マーカ10が検出された場合（S301：検出有）、制御ユニット18は、その磁気マーカ10に保持されたRFIDタグ15からタグID（マーカ情報）を取得する（S312）。制御ユニット18は、取得したタグIDを利用してマーカDB18Mを参照し、検出した磁気マーカ10の位置（敷設位置）等を特定する。そして、制御ユニット18は、検出した磁気マーカ10の位置に基づいて車両位置を特定する（S313）。具体的には、制御ユニット18は、磁気マーカ10の敷設位置を基準として、磁気マーカ10に対する車両5の横ずれ量の分だけずらした位置を車両位置として特定する。

- [0056] 一方、隣り合う磁気マーカ 10 の中間に車両 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 (S 301 : 検出無)、制御ユニット 18 は、直近で検出された磁気マーカ 10 の敷設位置に基づいて特定された車両位置 (図 12 中の  $\Delta$  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 (S 302)。具体的には、制御ユニット 18 は、慣性計測ユニットによる角速度、加速度に基づいて相対位置等を推定する。そして、制御ユニット 18 は、図 12 に例示するように、ステップ S 302 で推定した相対位置の分だけ基準位置から移動させた  $\times$  印の位置を車両位置として特定する (S 313)。なお、同図では、この相対位置を表すベクトルの一例を矢印で示している。
- [0057] 制御ユニット 18 は、車両位置を特定すると、図 13 において破線で示す制御目標のルートを基準として、自車位置の偏差  $\Delta D$  を算出する。そして制御ユニット 18 は、この偏差  $\Delta D$  に基づいて進路の方向を演算により求める (S 314)。制御ユニット 18 は、このステップ S 314 で求められた進路の方向に向けて車両 5 を走行させるように制御する (S 315)。なお、上記のステップ S 204 と同様、通常走行制御の実行中では、ミリ波レーダ 17 や画像センサ 19 による検出データ等が随時、制御ユニット 18 に取り込まれ、安全を確保しながら車両 5 が制御される。
- [0058] なお、目的地点が所在する地域 60A (図 2 参照。) において、磁気マーカ 10 が配設されていない生活道路 62 に面して目的地点が位置している場合、図 9 のリスタート制御と同様の慣性航法による自動走行制御が必要になる場合がある。この場合、制御ユニット 18 は、ステップ S 301 : 検出無  $\rightarrow$  S 302 の流れで慣性航法により車両位置及び車両方位を特定する (S 313)。これにより制御ユニット 18 は、車両 5 の前方を含めて周囲の 3 次元構造を特定し、ルートに沿って移動するための車両 5 の進路の方向を求める (S 314)。
- [0059] ここで、磁気マーカ 10 が配設された幹線道路 61 と、生活道路 62 など磁気マーカ 10 が配設されていない道路と、の制御の違いは、磁気マーカ 1

0に対する車両5の横ずれ量を所定の値に近づけるラテラル制御の有無にある。磁気マーカ10が配設されていない道路では、画像処理等による車線認識や、GPSユニットが計測する車両位置や、慣性計測ユニットの計測値に基づく車両方位（ヨー角）等が参照され、操舵角の制御目標が決定される。一方、磁気マーカ10が配設された道路では、上記に加えて、磁気マーカ10に対する横ずれ量を利用して操舵角の制御目標が決定される。

[0060] 以上の通り、本例の制御方法は、磁気マーカ10が配設された道路（走路）を、磁気センサCnを備える車両5が走行するための制御方法である。この制御方法では、車両5の走行を制御する機能が停止された駐車期間を経てその機能が再始動された後、車両5が移動して最初に磁気マーカ10を検出するまでの再始動期間と、磁気マーカ10を検出した後の通常走行期間とで、制御が切り替わる。

[0061] 再始動期間では、駐車期間に後続する再始動期間において測位された位置、に基づいて車両位置を特定して車両5を走行させるリスタート制御が実行される。通常走行期間では、検出された磁気マーカ10の位置に基づいて車両位置を特定して車両5を走行させる通常走行制御が実行される。

[0062] 本例の制御では、駐車期間と通常走行期間との間に、リスタート制御が適用される再始動期間が設定される。この再始動期間における車両5の制御は、磁気マーカ10の検出を前提としない制御である。通常走行期間と再始動期間とで制御を切り替えれば、駐車期間を経て車両5が移動を開始してから磁気マーカ10を検出するまでの自動走行が可能になる。このような制御方法によれば、車両5の走行を制御可能な領域を拡大でき、汎用性を向上できる。本例の制御方法によれば、道路に配設された磁気マーカ10を利用して高レベルの自動運転を実現可能である。

[0063] なお、本例では、上記のステップS101（図8）でのIGオンへの切替に応じてリスタート制御が開始されたとき、直ちにステップS201（図9）が実行される構成を説明した。これに代えて、図14のごとく、リスタート制御が開始された直後で、車両位置の特定前であるときには（S210：

YES)、まず、GPSによる測位精度を評価し(S211)、GPSの測位データに基づいて車両位置を特定するか否かを決定することも良い。

[0064] ここで、GPSによる測位精度の評価としては、例えば、衛星電波を受信可能な衛星数を利用する評価がある。例えば、衛星電波を受信可能な衛星数に基づいて期待できるGPSによる測位精度と、直前のIGオフの際、すなわち直前の駐車期間への移行時に記憶領域に格納された車両位置の推定精度と、を比較する評価が考えられる。例えば、GPSによる測位精度の指標としては、誤差円の大きさがある。例えば、IGオフ時の車両位置の精度の指標としては、慣性航法による車両位置の推定誤差の範囲がある。

[0065] 例えば、GPSによる誤差円の大きさが、IGオフ時の車両位置の推定誤差の範囲よりも小さく、GPSによる測位精度が十分である場合(S211:OK)、GPSによる測位データに基づき車両位置を特定すると良い(S212)。すなわち、再始動期間の開始時に、GPSにより測位された車両位置の精度と、直前の駐車期間への移行時の車両位置の推定精度と、の比較を実行し、GPSによる測位精度の方が高い場合には、GPSにより測位された車両位置を、再始動期間の開始時の車両位置として特定すると良い。一方、例えば、GPSによる誤差円の大きさが、IGオフ時の車両位置の推定誤差の範囲よりも大きく、GPSによる測位精度が十分でない場合(S211:NG)、IGオフ時に記録された車両位置を読み出すと良い(S222)。すなわち、再始動期間の開始時に、GPSにより測位された車両位置の精度と、直前の駐車期間への移行時の車両位置の推定精度と、の比較を実行し、直前の駐車期間への移行時の車両位置の推定精度の方が高い場合には、直前の駐車期間への移行時の車両位置の推定精度を、再始動期間の開始時の車両位置として特定すると良い。なお、ステップS212あるいはS222にて車両位置が特定された後の処理については、図9を参照して説明した処理と同様である。

[0066] このように、IGオンへの切替後(図8中のステップS101:YESに相当。)、車両位置が未特定であるときには(S210:YES)、GPS

の測位精度を評価した結果がOKかNGかを判断し（S211）、その判断結果に応じてGPSユニットによる測位データに基づいて車両位置を特定するか（S212）、IGオフ時の車両位置を読み出すか（S222）、を切り替えることも良い。当然ながら、地下の駐車場など、衛星電波を受信できないなどGPSを利用出来ない状況の場合には、ステップS211においてNGと判断し、IGオフ時の車両位置を読み出すと良い（S222）。

[0067] 本例では、磁気マーカ10の上面に、シート状のRFIDタグ15を取り付けた構成を例示しているが、磁気マーカ10とRFIDタグ15とが一体をなしている構成は必須ではない。磁気マーカ10とRFIDタグ15とが同じ位置に配置されていれば良く、磁気マーカ10の鉛直方向上方、あるいは下方にRFIDタグ15が配置されていても良い。

[0068] なお、本例の磁気マーカ10は、RFIDタグ15が一体化されたマーカである。これに代えて、RFIDタグ15が付設されない磁気マーカを含めても良い。例えば、交差点に位置する磁気マーカ10にRFIDタグ15を設ける一方、それ以外の箇所にはタグなしの磁気マーカを配置することも良い。あるいは、5か所毎、10か所毎等の間隔で、RFIDタグ15を備える磁気マーカ10を配置する一方、他をタグなしの磁気マーカとしても良い。

[0069] なお、本例では、磁気マーカ10が配設された幹線道路61を例示する一方、地域60内を移動するための生活道路62には磁気マーカ10が配設されていない構成を例示している。これに代えて、全ての道路に磁気マーカ10を配設することも良い。この場合には、道路に面する駐車場から出発した後、道路に進入して最初に磁気マーカを検出するまでの期間、あるいは路肩に駐車した車両の走行を再開してから最初に磁気マーカを検出するまでの期間、などが再始動期間となる。

[0070] また、少なくともいずれかの磁気マーカ10に対して、補助的な磁気マーカを付設することも良い。例えば、磁気マーカ10を基準として、道路の方向に沿うように補助的な磁気マーカを配置することも良い。磁気マーカ10

に対する横ずれ量と、補助的な磁気マーカに対する横ずれ量と、がわかれば、磁気マーカ 10 と補助的な磁気マーカとを結ぶ方向である道路の方向と、車両の進行方向と、のなす角を演算等により求めることができる。磁気マーカ 10 と補助的な磁気マーカとの間隔は、車両側の操舵量の変化が少ないと期待できる間隔が良い。例えば、0.2～3.0 m 程度の間隔、より好ましくは約 1.0 m の間隔とすると良い。法律等によって定められた道路の制限速度に応じて、間隔を変更することも良い。例えば、制限速度が高い道路では、1.5～3.0 m の間隔を設定し、制限速度が時速 10～20 km 程度の道路では 0.2～0.4 m の間隔を設定することも良い。

[0071] (実施例 2)

本例は実施例 1 の車両 5 の制御方法に基づき、リスタート制御の内容を変更した例である。この内容について、図 15 を参照しながら説明する。同図は、実施例 1 の説明にて参照された図 9 の置き換え図である。本例のリスタート制御は、GPS による測位を主体とする実施例 1 のリスタート制御に代わるものであり、自律航法（デッドレコニング）による測位を主体としている。

[0072] 本例の制御ユニット（図 6、図 7 中の符号 18 に相当。）は、測位ユニット（図 6、図 7 中の符号 16 に相当。）が出力する角速度（車両のヨー角の変化速度）に加えて、車輪の回転に応じて出力される車速パルスを取り込み可能である。制御ユニットは、角速度や車速パルスを利用し、自律航法による測位を実行可能である。

[0073] 本例のリスタート制御（図 15）は、IG オンへの切替（図 8 中のステップ S101：YES に相当。）に応じて、制御ユニットが実行する制御である。リスタート制御の開始時には、制御ユニットは、まず、車両位置の特定前か否か、すなわちリスタート制御の開始直後に車両位置が未特定の状態であるか否か、を判断する（S320）。制御ユニットは、車両位置の特定前であれば（S320：YES）、直近の IG オフ時、すなわち車両が駐車された時に記録した車両位置及び車両方位を読み出す（S321）。

[0074] 制御ユニットは、上記のように車両位置が特定された後は（S 3 2 0 : N O）、測位ユニット 1 6 による角速度や車速パルス等を取得し（S 3 2 2）、自律航法により車両位置及び車両方位を特定する（S 2 0 2）。具体的には、制御ユニット 1 8 は、車両位置及び車両方位を特定できた直近の時点の後の角速度の計測履歴や車速パルスの出力履歴等に基づき、車両 5 の相対位置あるいは相対方位を推定する。そして、制御ユニットは、基準の時点における車両方位に対して、推定した相対方位を足し合わせることで、最新の車両方位を特定する。さらに、制御ユニットは、基準の時点における車両位置を基準として、最新の車両方位に沿って、推定した相対位置の分だけ移動した位置を、最新の車両位置として特定する。なお、上記のステップ S 2 0 2 において車両位置及び車両方位が特定された後の処理については、実施例 1 において図 9 を参照して説明した処理と同様である。

[0075] 自律航法による測位の方法としては、上記の角速度や車速パルスを利用する方法に代えて、あるいは加えて、時間的に連続して取得された路面画像から変位を検出して車両位置や車両方位を推定する方法を採用することも良い。この方法は、十分に短い時間間隔で撮影された路面画像中の模様等の動きを、パターンマッチング等の画像的な手法により特定し、模様等の動きに基づいて車両の変位を推定する方法である。

[0076] この方法は、例えば光学式マウスにおける動きの検出方法に似通っている。光学式マウスでは、並進の動きのみが検出対象となっているが、並進の動きに加えて、回転の動きを検出することも良い。路面の撮像画像である路面画像から回転の動きを検出できれば、路面画像に基づく自律航法によって車両方位の推定が可能になる。路面画像は、例えば、車両に搭載された撮像カメラを用い、車両の直下の路面を撮影した撮像画像であると良い。例えば、路面画像を撮像する際、赤外線やレーザ光など特定波長の光を照射する一方、路面画像の撮影の際には、その特定波長を透過するフィルタレンズを利用することも良い。例えば、車両の変位を路面画像に基づいて推定する一方、車両方位の変動量を前方画像に基づいて推定することも良い。時間的に連続

して取得された前方画像に含まれる例えば、電柱などの横方向の動きを検出すれば、車両方位の変動量を推定可能である。前方画像は、前方を撮影可能なように車両に搭載された撮像カメラを用いて取得できる

[0077] 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。

[0078] 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

- [0079] 1 車両システム
  - 10 磁気マーカ
  - 14 タグリーダユニット
  - 15 R F I D タグ（無線タグ）
  - 16 測位ユニット
  - 17 ミリ波レーダ
  - 18 制御ユニット（回路）
  - 19 画像センサ
  - 18 M マーカデータベース（マーカ D B、データベース）
  - 18 T 地図データベース（地図 D B）
  - 21 センサアレイ
  - 212 検出処理回路
- 5 車両
  - 60 地域
  - 61 幹線道路
  - 62 生活道路

### 請求の範囲

- [請求項1] 周辺に磁気を作用する磁気マーカが配設された走路を含む走路を、磁気センサを備える車両が走行するための制御方法であって、
- 車両の走行を制御する機能が停止された駐車期間を経て当該機能が再始動された後、車両が移動して最初に磁気マーカを検出するまでの再始動期間と、
- 該再始動期間を経て車両が磁気マーカを検出した後の通常走行期間とで、制御を切り替え、
- 前記再始動期間では、直前の駐車期間への移行時の車両の位置、あるいは当該再始動期間において測位された位置、に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御を実行する一方、
- 前記通常走行期間では、検出された磁気マーカの位置に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御を実行する制御方法。
- [請求項2] 請求項1において、前記再始動期間では、衛星測位システムを利用して車両の位置を測位する制御方法。
- [請求項3] 請求項1または2において、前記再始動期間の開始時に、衛星測位システムにより測位された車両位置の精度と、直前の駐車期間への移行時の車両位置の推定精度と、の比較を実行し、精度が高い方の車両位置を、当該再始動期間の開始時の車両位置として特定する制御方法。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1項において、前記再始動期間において、車両に搭載されたセンサを用いて周囲の3次元構造を把握し、3次元地図が表す3次元構造と照合することにより車両位置を特定する制御方法。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項において、車両の走行による変位量を推定可能であって、基準となる位置と、当該基準となる位置を通過後の走行について推定された変位量と、に基づいて、車両の位置を特定可能である制御方法。

- [請求項6]           請求項5において、車両に搭載された撮像カメラを用いて路面の撮像画像を時間的に連続して取得し、取得時点の異なる路面の撮像画像を比較することにより前記変位量を推定する制御方法。
- [請求項7]           請求項1～6のいずれか1項において、前記磁気マーカの敷設位置を表す位置情報のデータベースが設けられ、  
                        車両によっていずれかの磁気マーカが検出されたとき、前記データベースの記憶領域を参照して当該磁気マーカの位置情報を取得し、当該磁気マーカの敷設位置を基準として車両の位置を特定する制御方法。  
                        。
- [請求項8]           請求項1～7のいずれか1項において、いずれかの磁気マーカには、  
                        、該いずれかの磁気マーカの敷設位置を特定可能な情報を無線出力する無線タグが付設されており、  
                        車両によって前記いずれかの磁気マーカが検出されたとき、対応する無線タグが出力する情報によって特定される当該いずれかの磁気マーカの敷設位置を基準として車両の位置を特定する制御方法。
- [請求項9]           請求項1～8のいずれか1項において、前記磁気マーカが配設された走路では、車両の進行方向を特定するための補助的な磁気マーカが少なくともいずれかの磁気マーカに隣り合わせて配置されており、  
                        当該補助的な磁気マーカと当該いずれかの磁気マーカとを結ぶ方向に対する車両の進行方向のなす角を、演算により求める制御方法。
- [請求項10]           周辺に磁気を作用する磁気マーカが配設された走路を含む走路を、  
                        磁気センサを備える車両が走行するための制御システムであって、  
                        車両の走行を制御する機能が停止された駐車期間を経て当該機能が再始動された後、車両が移動して最初に磁気マーカを検出するまでの再始動期間において、直前の駐車期間への移行時の車両の位置、あるいは当該再始動期間において測位された位置、に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御を実行する回路と、  
                        前記再始動期間を経て車両が最初に磁気マーカを検出した後の通常

走行期間において、検出されたいずれかの磁気マーカの位置に基づいて車両の位置を特定して車両を走行させる制御を実行する回路と、  
前記再始動期間から前記通常走行期間へ移行したときに制御の切替を実行する回路と、を備える制御システム。