

明 細 書

発明の名称：磁気マーカシステム

技術分野

[0001] 本発明は、車両側で検出できるように敷設された磁気マーカを含む磁気マーカシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来、道路に敷設された磁気マーカを利用する車両用の磁気マーカシステムが知られている（例えば、特許文献1参照。）。この磁気マーカシステムは、車体フロアに磁気センサが取り付けられた車両を対象として、車線に沿って敷設された磁気マーカを利用する自動操舵制御や車線逸脱警報等、各種の運転支援の提供を目的としている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-202478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、前記従来のシステムでは、次のような問題がある。すなわち、磁気マーカや磁気センサ等に起こり得るトラブルの未然の回避や、トラブルが発生した後の早急な対処等を可能にするため、定期的な点検作業や保守作業が必要となり管理コストが嵩むおそれがある。

[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、磁気マーカあるいは磁気センサの点検や保守に役立つ磁気マーカ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] 本発明は、車両に取り付けられた磁気検出部が検出可能なように走行路に配設された磁気マーカを含む磁気マーカシステムであって、
前記磁気マーカを検出したとき、該磁気マーカを一意に特定可能なマーカ

特定情報を含む検出情報を出力する車両と、

各車両が出力する前記検出情報を取得するサーバ装置と、を含み、

前記サーバ装置は、各車両による前記検出情報に基づいて、前記磁気マーカ及び前記磁気検出部のうちの少なくともいずれかの状態を推定する状態推定部を備えている磁気マーカシステムにある。

発明の効果

[0007] 本発明の磁気マーカシステムによれば、各車両による磁気マーカの検出情報を利用し、磁気マーカ及び磁気検出部の少なくともいずれかの状態を効率良く推定できる。本発明の磁気マーカシステムが推定する状態を利用すれば、磁気マーカあるいは磁気センサの点検や保守を効率良く実施でき、管理コストを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施例1における、磁気マーカシステムの構成図。

[図2]実施例1における、磁気マーカを示す斜視図。

[図3]実施例1における、RFIDタグの正面図。

[図4]実施例1における、車両が磁気マーカを検出する様子を示す説明図。

[図5]実施例1における、車両側の構成を示すブロック図。

[図6]実施例1における、サーバ装置の構成を示すブロック図。

[図7]実施例1における、磁気マーカの設置データの説明図。

[図8]実施例1における、磁気マーカの運用データの説明図。

[図9]実施例1における、磁気マーカの状態データの説明図。

[図10]実施例1における、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11]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曲線を例示する説明図。

[図12]実施例1における、磁気マーカシステムの動作の流れを示すフロー図。

。

[図13]実施例1における、未検出マーカの特定方法の説明図。

[図14]実施例1における、磁気マーカの運用データの他の例を示す説明図。

[図15]実施例2における、サーバ装置の構成を示すブロック図。

[図16]実施例2における、磁気マーカ、車両の経路Rがマッピングされた電子地図を例示する説明図。

[図17]実施例2における、センサアレイの運用データの説明図。

[図18]実施例2における、センサアレイの状態データの説明図。

[図19]実施例3における、サーバ装置の構成を示すブロック図。

[図20]実施例3における、磁気マーカの状態データの説明図。

[図21]実施例3における、磁気マーカの磁気レベルと、磁気センサによる磁気計測値（ピーク値）と、の相関を表すグラフ。

発明を実施するための形態

[0009] 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、磁気マーカ10の状態を推定する機能を備える磁気マーカシステム1に関する例である。この磁気マーカシステム1を構成するサーバ装置11は、各車両5から取得する磁気マーカ10の検出情報を利用し、磁気マーカ10の状態を推定する。この内容について、図1～図14を用いて説明する。

[0010] 磁気マーカシステム1は、図1のごとく、インターネット19などの公衆通信回線に接続可能な車両5と、各車両5から磁気マーカ10の検出情報を取得するサーバ装置11と、の組み合わせにより構成されている。この磁気マーカシステム1は、RFID（Radio Frequency IDentification）タグ15（図2）を一体的に保持する磁気マーカ10が敷設された道路を対象として運用される。

[0011] 以下、（1）磁気マーカ10を概説した後、磁気マーカシステム1を構成する（2）車両5、及び（3）サーバ装置11について説明し、続いて（4）磁気マーカシステム1の動作内容、を説明する。

[0012] （1）磁気マーカ

磁気マーカ１０は、図２のごとく、直径２０ｍｍ、高さ２８ｍｍの柱状の磁石を含み、その端面にＲＦＩＤタグ１５が取り付けられた道路マーカである。この磁気マーカ１０は、例えば路面に穿設された孔に收容されて敷設される。磁気マーカ１０は、例えば、左右のレーンマークで区分された車線（走行路の一例）の中央に沿って１０ｍ間隔で配列される。

[0013] 磁気マーカ１０では、図２のごとく、敷設時に上面となる端面に、シート状のＲＦＩＤタグ１５が貼り付けられて配設されている。無線タグの一例であるＲＦＩＤタグ１５は、無線による外部給電により動作し、マーカ特定情報の一例である識別情報としてのタグＩＤを無線通信により外部出力する。なお、磁気マーカの敷設位置を表す情報を、ＲＦＩＤタグ１５が出力するマーカ特定情報として採用しても良い。

[0014] ＲＦＩＤタグ１５は、図３のごとく、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、ループコイル１５１及びアンテナ１５３の印刷パターンが設けられている。ループコイル１５１は、外部からの電磁誘導によって励磁電流が発生する受電コイルである。アンテナ１５３は、位置データ等を無線送信するための送信アンテナである。

[0015] （２）車両

車両５は、図４のごとく、計測ユニット２、タグリーダ３４、制御ユニット３２、及び無線通信機能を備える通信ユニット（図示略）を備えている。さらに、車両５は、目的地までの経路案内を実行するナビゲーション装置６を備えている。車両５は、通信ユニットを介して公衆通信回線に接続可能である。車両５は、磁気マーカ１０の検出情報やマーカ位置情報等の情報を、例えばインターネット１９を介してサーバ装置１１との間で送受する。

[0016] 計測ユニット２は、図４及び図５のごとく、磁気マーカ１０を検出するセンサアレイ（磁気検出部の一例）２１と、慣性航法を実現するためのＩＭＵ（Inertial Measurement Unit）２２と、が一体化されたユニットである。細

長い棒状の計測ユニット2は、路面100Sと対面し、かつ、車幅方向に沿う状態で、例えば車両5のフロントバンパーの内側などに取り付けられる。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。なお、計測ユニット2に対して、タグリーダ34を一体的に組み込むことも良い。

- [0017] センサアレイ21は、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、磁気検出部の一例)と、図示しないCPU等を内蔵した検出処理回路212と、を備えている。センサアレイ21では、15個の磁気センサ C_n が10cmの等間隔で配置されている。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 (Magneto Impedance Effect) を利用して磁気を検出するセンサである。
- [0018] センサアレイ21の検出処理回路212 (図5) は、磁気マーカ10を検出するためのマーカ検出処理などの処理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CPU (central processing unit) や、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。検出処理回路212は、磁気センサ C_n が出力するセンサ信号を3kHz周期で取得してマーカ検出処理を実行し、その検出結果を制御ユニット32に入力する。
- [0019] 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の相対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、計測した加速度や角速度などを利用し、基準となる車両位置に対する相対位置を演算する。
- [0020] 車両5が備えるタグリーダ34 (図5) は、磁気マーカ10の表面に配置されたRFIDタグ15 (図3) と無線で通信するユニットである。タグリーダ34は、RFIDタグ15の動作に必要な電力を無線で送電し、RFID

Dタグ15が送信する情報を受信する。なお、RFIDタグ15の送信情報には、RFIDタグ15の識別情報であるタグIDが含まれている。

[0021] 車両5が備える制御ユニット32（図5）は、計測ユニット2やタグリーダ34を制御するユニットである。制御ユニット32は、通信ユニットを介してサーバ装置11との間で各種の情報を交換する。制御ユニット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。

[0022] 制御ユニット32は、磁気マーカ10の検出情報をサーバ装置11にアップロードする一方、検出情報のアップロードに応じてサーバ装置11からマーカ位置情報の返信を受ける。マーカ位置情報は、磁気マーカ10の位置を表すマーカ位置データを含む情報である。制御ユニット32がアップロードする検出情報には、磁気マーカ10を一意に特定可能なマーカID（マーカ特定情報、識別情報）や、車両の識別情報である車両ID等が含まれている。なお、本例の構成では、磁気マーカ10を検出した際にRFIDタグ15から読み取ったタグIDが、マーカIDとして利用される。

[0023] 制御ユニット32（図5）は、サーバ装置11から受信するマーカ位置情報を利用して自車位置を特定する。磁気マーカ10を検出したとき、サーバ装置11は、マーカ位置情報が表す位置を基準として、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自車位置として特定する。一方、磁気マーカ10を検出した後、新たな磁気マーカ10を検出するまでの間は、慣性航法を利用して新たな自車位置を特定する。具体的には、サーバ装置11は、直近の自車位置を基準として慣性航法により車両5の相対位置を推定する。そして、この相対位置の分だけ直近の自車位置からずらした位置を新たな自車位置として特定する。制御ユニット32は、例えば目的地までの経路案内等を実行するナビゲーション装置6に自車位置を入力する。なお、ナビゲーション装置6は、地図データを記憶しており、地図データに基づく電子地図上に自車位置をマッピング可能である。

[0024] （3）サーバ装置

サーバ装置 11 は、CPU が実装された図示しない電子基板等を含む主回路 110 を有する演算処理装置である。サーバ装置 11 では、ハードディスクなどの記憶装置 11M が主回路 110 に接続されている。主回路 110 には、図示しない LAN (Local Area Network) に対応する通信機を具備している。サーバ装置 11 は、LAN ポートに接続された通信ケーブルを介してインターネット 19 (図 1) 等の公衆通信回線に接続可能である。

[0025] 主回路 110 に対しては、車両 5 から磁気マーカ 10 の検出情報を取得する検出情報取得部 116 や、検出情報の送信元の車両 5 に対してマーカ位置情報を提供する位置情報提供部 118 などが接続されている。また、主回路 110 は、磁気マーカ 10 の状態を推定する状態推定部 11A や、磁気マーカ 10 に必要な保守作業を表すメンテナンス情報を生成するメンテナンス情報生成部 11B などの機能を備えている。これらの機能は、ソフトウェアプログラムを CPU 等で処理することで実現される。

[0026] サーバ装置 11 では、主回路 110 に接続された記憶装置 11M の記憶領域を利用し、磁気マーカ 10 に関するデータを格納するマーカデータベース (マーカ DB) 111 が設けられている。記憶部の一例をなすマーカ DB 111 には、磁気マーカ 10 の設置データ (図 7)、磁気マーカ 10 の運用データ (図 8)、磁気マーカ 10 の状態データ (図 9) などが格納されている。

[0027] 図 7 の設置データは、磁気マーカ 10 が設置された位置を表すマーカ位置データや、道路の種別である道路種別を表すフラグデータ等を含んでいる。各磁気マーカ 10 のマーカ位置データ等には、磁気マーカ 10 の識別情報であるマーカ ID (マーカ特定情報) がひも付けされている。なお、本例の道路種別は、交通量の度合いによる道路の分類である。例えば「道路種別 2」など、道路種別が共通している磁気マーカ 10 は、車両の通過台数が似通っている。

[0028] 図 8 の運用データは、磁気マーカ 10 の被検出回数など、磁気マーカ 10 の運用状況を表すデータであり、マーカ ID がひも付けされている。磁気マーカ 10 の運用状況を表す指標である被検出回数は、磁気マーカ 10 が車両

5によって検出された回数である。この運用データは、道路種別毎、日毎に管理されている。例えば図8は、道路種別1の日毎の運用データの一部である。運用データに基づけば、各磁気マーカ10の日毎の被検出回数を把握できる。さらに、運用データは、記憶部の一例をなすマーカDB111において、道路種別毎に管理可能に記憶されている。道路種別毎に管理されている運用データに基づけば、磁気マーカ10の被検出回数の統計処理を道路種別毎に実施できる。

[0029] 図9の状態データは、磁気マーカ10の良否レベル（状態の一例）を表すフラグデータである。この状態データには、マーカIDがひも付けされている。図9の例では、磁気マーカ10の良否レベルを表すフラグデータとして、例えば丸、三角、バツに対応する3種類のデータがある。丸は、良好な状態であって、トラブルの可能性の度合いが低いことを表すフラグデータである。バツは、トラブルの可能性が高く、保守作業を要することを表すフラグデータである。三角は、直ちに保守作業を実施する必要はないが、トラブルの可能性があり監視を要することを表すフラグデータである。図9の状態データは、各磁気マーカ10の保守作業の要否を表すメンテナンス情報の元データとして利用可能である。

[0030] (4) 磁気マーカシステムの動作

上記のような構成の磁気マーカシステム1の動作の内容を説明する。まず、図10及び図11を参照して車両5による(a)マーカ検出処理を説明する。続いて、図12のフロー図を参照し、車両5による(b)検出情報のアップロード処理、及びサーバ装置11による(c)マーカ位置情報の送信処理について説明する。さらに(d)磁気マーカのメンテナンス情報の生成処理、について説明する。

[0031] (a) マーカ検出処理

車両5が道路を走行している間、計測ユニット2のセンサアレイ21(図5)が、磁気マーカ10を検出するためのマーカ検出処理を繰り返し実行する。

上記のごとく、磁気センサC_nは、車両5の進行方向及び車幅方向の磁気成分を計測可能である。例えばこの磁気センサC_n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10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C_nが検出する進行方向の磁気について、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（図5）は、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。

[0032] 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と、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、図11の例の通り、磁気マーカ10を介してどちらの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正負が異なってくる。

[0033] 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11の分布曲線に基づけば、車幅方向の磁気正負が反転するゼロクロスZ_cを利用して磁気マーカ10の車幅方向の位置を特定可能である。隣り合う2つの磁気センサC_nの中間（中央とは限らない）にゼロクロスZ_cが位置している場合には、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の中間の位置が、磁気マーカ10の車幅方向の位置となる。あるいはいずれかの磁気センサC_nの位置にゼロクロスZ_cが一致している場合、すなわち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が存在する場合には、その磁気センサ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C₈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、磁気マーカ 10 に対する車両 5 の横ずれ量として計測する。例えば、図 11 の場合であれば、ゼロクロス Zc の位置が C9 と C10 との中間辺りの C9.5 に相当する位置となっている。上記のように磁気センサ C9 と C10 の間隔は 10 cm であるから、磁気マーカ 10 に対する車両 5 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 C8 を基準として $(9.5 - 8) \times 10 = 15 \text{ cm}$ となる。

[0034] (b) 検出情報のアップロード処理

図 12 のごとく、車両 5 のセンサレイ 21 が上記のマーカ検出処理 P1 を実行して磁気マーカ 10 を検出したとき (S101: YES)、タグリーダ 34 が、RFID タグ 15 のタグ ID を読み取るためのタグ ID 読取処理を実行する (S102)。タグリーダ 34 は、RFID タグ 15 の動作に必要な電力を無線で送電して RFID タグ 15 の動作を開始させ、RFID タグ 15 の送信データ (タグ ID など) を受信する。そして、タグリーダ 34 は、このタグ ID 読取処理により読み取ったタグ ID を制御ユニット 32 に入力する。制御ユニット 32 は、このタグ ID をマーカ特定情報であるマーカ ID として取り扱い、このマーカ ID を含む検出情報を生成する (S103)。そして、制御ユニット 32 は、車両 5 の識別情報である車両 ID をひも付けてサーバ装置 11 に検出情報を送信する。

[0035] (c) マーカ位置情報の送信処理

サーバ装置 11 は、図 12 のごとく、車両 5 側から検出情報を取得すると (S201)、各磁気マーカ 10 のマーカ位置データ等を格納するマーカ DB 111 (図 6) を参照する (S202)。そして、マーカ DB 111 の中から、検出情報に対応する磁気マーカ 10、すなわち検出情報のマーカ ID に係る磁気マーカ 10 を選択する。

[0036] サーバ装置 11 は、マーカ DB 111 の設置データ (図 7) を参照し、選択した磁気マーカ 10 のマーカ位置データ等を取得する (S203)。さらに、マーカ DB 111 の運用データ (図 8) を参照し、選択した磁気マーカ

10の被検出回数（図8参照。）を1回加算する（S204）。そして、ステップS203で取得したマーカ位置データを含むマーカ位置情報を生成し、上記のステップS201で取得した検出情報の送信元の車両5に対して、マーカ位置情報を送信する（S205）。

[0037] 車両5の制御ユニット32は、マーカ位置情報を取得すると（S104）、このマーカ位置情報が表す位置を基準として車両位置を特定する（S105）。具体的には、磁気マーカ10の位置を基準として、上記のように計測ユニット2が計測した横ずれ量（相対位置の一例）の分だけオフセットさせる演算を実行して車両位置を求める。ナビゲーション装置6は、この車両位置を自車位置として取り扱い、経路案内等を実施する。

[0038] なお、磁気マーカ10を検出した後、新たな磁気マーカ10を検出するまでの走行区間では（S101：NO）、制御ユニット32は、直近の磁気マーカ検出時の車両位置を基準位置として、慣性航法により車両5の相対位置を推定する（S112）。具体的には、計測ユニット2に組み込まれたIMU22（図5）が、2軸加速度センサ222による計測加速度を二階積分して変位量を演算し、さらに、2軸ジャイロセンサ223が計測する車両5の進行方位に沿って変位量を積算する演算を実行する。これにより、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、この相対位置の分だけ基準位置から移動させた位置を自車位置として特定する（S105）。

[0039] （d）磁気マーカのメンテナンス情報の生成処理

サーバ装置11は、各磁気マーカ10の被検出回数（図8の運用データ）について、平均値や標準偏差（統計処理の結果の一例）等を算出するための統計処理を実施する。なお、本例の構成では、交通量の度合いが同程度の道路種別毎に統計処理を実施することで、統計処理の信頼性を確保している。

[0040] サーバ装置11は、各磁気マーカ10について、被検出回数の偏差値（統計処理の結果の一例）を算出すると共に、この偏差値に関する閾値処理を実行する。サーバ装置11は、例えば、被検出回数の偏差値が所定の閾値を下回る磁気マーカ10について、トラブルのおそれが高いと判定する。このよ

うにしてサーバ装置 11 は、各磁気マーカ 10 の状態を表す状態データ（図 9）を生成する。この状態データは、各磁気マーカ 10 の良否レベルを表す良否情報である。この状態データは、各磁気マーカ 10 の保守作業の要否を表すメンテナンス情報の元データとして利用可能である。なお、本例では、図 9 のごとく、上記の被検出回数の偏差値について 2 段階の閾値を設定している。そして、2 段階の閾値により、磁気マーカ 10 の良否レベルを 3 段階（同図中の丸、三角、バツ）に区別している。

[0041] 図 9 の状態データは、そのままメンテナンス情報として利用することが可能である。状態データに基づくメンテナンス情報によれば、例えば道路の管理者等が適切なタイミングで磁気マーカ 10 のメンテナンスを実施できる。例えば、バツの磁気マーカについては、トラブルのおそれがあり、至急のメンテナンスを要する、等の判断が可能である。例えば、三角の磁気マーカについては、近日中のメンテナンスを要する、等の判断が可能である。なお、図 9 の状態データを加工しても良い。例えば、良否が丸の磁気マーカ 10 については、例えばメンテナンス情報として「良好な状態を維持しています。」等の文字情報に変換、あるいは加工しても良い。また、例えば、良否がバツの磁気マーカ 10 については、例えば「早急な点検が必要です。」等のメンテナンス情報に変換あるいは加工することも良い。

[0042] 以上の通り、本例の磁気マーカシステム 1 では、各車両 5 から取得する検出情報に基づいて、サーバ装置 11 が磁気マーカ 10 の状態を推定可能である。この磁気マーカシステム 1 によれば、各車両 5 による磁気マーカ 10 の検出情報を利用することで、磁気マーカ 10 の状態を効率良く推定できる。そして、この磁気マーカシステム 1 が推定する磁気マーカ 10 の状態（例えば良否レベル）を活用すれば、磁気マーカ 10 の点検や保守を効率良く実施できる。

[0043] なお、本例では、磁気マーカ 10 について道路種別毎の統計処理を施して磁気マーカ 10 の状態（良否）を判定している。これに代えて、あるいは加えて、磁気マーカ 1 をグループに分けて統計処理を実施することも良い。グ

ループとしては、対象の磁気マーカ10の手前及び通過後の所定区間（例えば前後20メートルずつ等）に属する磁気マーカ10のグループ、あるいは例えば半径20メートルの円内など付近の所定範囲内の磁気マーカ10のグループを例示できる。このような構成は、分岐箇所や合流箇所が多く存在する道路構造に有効である。分岐箇所や合流箇所が存在するために交通量に位置的な粗密がある場合であっても、その粗密の影響を抑制しながら精度高く磁気マーカ10の状態を推定できる。上記の所定区間としては、例えば道路の分岐箇所あるいは合流箇所を両端とする区間等を設定することも良い。あるいは、上記の所定区間として、隣り合う2つの交差点の間の区間を設定しても良い。

[0044] なお、磁気マーカ10の位置がマッピングされた電子地図上で、検出情報の送信元の車両5の位置を特定可能なようにサーバ装置11を構成することも良い。このサーバ装置11であれば、各車両5から検出情報を取得したとき、同じ車両5から取得した1回前の検出情報に対応する磁気マーカ10Bを起点とし、最新の検出情報に対応する磁気マーカ10Aに至る経路Rを特定できる。この経路R上に未検出の磁気マーカが有るか無いかを判断する判断部としての機能を、サーバ装置1の主回路に設けると良い。この判断部は、いずれか一の車両から時間的に前後して取得した2つの検出情報のうち、時間的に先行する一方の検出情報を出力した後、他方の検出情報を出力するまでの間に対応する経路Rに、他の磁気マーカ（例えば図13中の符号10Cの磁気マーカ）が有ったとき、その磁気マーカを未検出と判断できる。

[0045] 図13のごとく未検出マーカ10Cを特定できたとき、例えば図14の運用データにおいて、検出情報に対応する磁気マーカ10について通過回数及び被検出回数を1回ずつ加算する一方、未検出マーカについては通過回数のみを1回加算すると良い。同図の運用データによれば、各磁気マーカ10につき、被検出回数を通過回数で除算することで被検出率を算出可能である。被検出率に関する閾値処理を実施すれば、磁気マーカ10の良否を判断でき

る。あるいは、例えば被検出率そのものを磁気マーカ１０の状態を表す指標として取り扱うことも良い。また例えば、被検出率に閾値処理を適用した結果を、磁気マーカ１０の良否情報あるいはメンテナンス情報としても良い。

[0046] なお、本例では、磁気マーカ１０がマッピングされた電子地図の地図データを記憶しているサーバ装置１１を例示している。これに代えて、磁気マーカ１０の隣接関係を表すデータを記憶しているサーバ装置であっても良い。磁気マーカ１０の隣接関係が分かっているならば、同じ車両５が時間的に前後してアップロードした２つの検出情報に対応する磁気マーカ１０が隣り合っているか否かを判断できる。これら２つの検出情報に対応する磁気マーカ１０が隣り合っていないとき、中間に位置する磁気マーカ１０を未検出マーカ１０と判断できる。

[0047] （実施例２）

本例は、実施例１の磁気マーカシステムに基づき、車両側の磁気検出部の一例であるセンサアレイ２１の状態を推定可能に構成したシステムの例である。この内容について、図５、及び図１５～図１８を参照して説明する。

[0048] 図１５のサーバ装置１１は、実施例１の構成に加えて、各車両５による磁気マーカ１０の検出履歴を記憶する記憶部１１Ｆと、各車両５が走行した経路Ｒ（図１６参照。）を電子地図上にマッピングする経路マッピング部１１Ｃと、経路Ｒ上の磁気マーカ１０を特定するマーカ特定部１１Ｄと、車両５側のセンサアレイ２１の状態を評価する評価部１１Ｅと、センサアレイ２１の状態を表すセンサ状態情報を車両５側に提供するセンサ情報提供部１１Ｆと、を備えている。

[0049] さらに、サーバ装置１１は、マーカＤＢ１１１に加えて、各車両５のデータを格納するための車両データベース（車両ＤＢ）１１２を備えている。車両ＤＢ１１２には、各車両のセンサアレイ２１の運用状況を表す運用データ（図１７）や、各車両のセンサアレイの状態を表す状態データ（図１８）等が格納されている。なお、車両ＤＢに格納される運用データ及び状態データには、車両の識別情報である車両ＩＤがひも付けられている。

- [0050] サーバ装置 11 では、地図データに基づく電子地図上に磁気マーカ 10 の位置をマッピング可能である（図 16）。電子地図にマッピングされた各磁気マーカ 10 には、同図中に丸、三角、バツで示すように、磁気マーカ 10 の状態データの一例である良否レベルを表すフラグデータがひも付けられている。ここで、磁気マーカ 10 の良否レベルを表す丸、三角、バツの意味は、実施例 1 で参照した図 9 の例と同様である。経路マッピング部 11C は、磁気マーカ 10 がマッピングされた電子地図（図 16）に対して、各車両 5 の経路 R をマッピングする。電子地図上では、経路 R 上に位置する磁気マーカ 10 がマーカ特定部 11D によって特定される。
- [0051] 評価部 11E は、対象の車両 5 について記憶部 11F が記憶する磁気マーカ 10 の検出履歴を、その車両 5 の経路 R 上に位置する磁気マーカ 10 と照合する。評価部 11E は、この照合によって、経路 R 上の磁気マーカ 10 を、検出された磁気マーカ、及び検出されなかった磁気マーカ（未検出マーカ）のいずれかに区別する。そして、評価部 11E は、図 17 の状態データのごとく、磁気マーカ 10 の良否の各レベル（丸、三角、バツ）につき、通過回数と被検出回数を集計すると共に、被検出回数を通過回数で除して検出率を算出する。評価部 11E は、このような処理を各車両 5 について実施する。このように評価部 11E によって集計あるいは算出された車両 5 毎の運用データ（通過回数、被検出回数及び検出率）は車両 DB 112（図 15）に格納される。
- [0052] 評価部 11E は、さらに、各車両 5 が備えるセンサレイ 21 の状態を判断する。評価部 11E は、例えば磁気マーカ 10 の検出率について閾値処理を実施する。例えば良否レベルが丸と三角の磁気マーカ 10 の検出率（図 17）に閾値を設定しても良い。閾値の大きさは、例えば（良否が丸の磁気マーカの検出率の閾値）＞（良否が三角の磁気マーカの検出率の閾値）とするが良い。評価部 11E は、例えば、良否レベルが丸の磁気マーカ 10、及び三角の磁気マーカ 10 のうちの少なくともいずれかに、閾値を下回る検出率があれば、センサレイ 21 にトラブルが発生している可能性があると判断

する。そして、センサアレイ 21 が点検を要する状態にあると判断する。そして、評価部 11E は、図 18 のごとく、点検の要否を表すフラグデータを状態データとして生成する。なお、検出率に対する閾値処理は、上記に代えて、例えば良否レベルが丸の磁気マーカ 10 についてのみ実施しても良い。

[0053] センサ情報提供部 117 は、図 18 の状態データを元にして、点検を要すると判断されたセンサアレイ 21 に対応する車両 5 に対して、その旨の注意情報を送信する。センサ状態情報の一例であるこの注意情報は、例えば車両が備える液晶ディスプレイ等に表示される。このような表示により注意情報を把握した運転者は、修理・点検等のために車両販売店に車両を持ち込む等の対処が可能である。

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。

[0054] (実施例 3)

本例は、実施例 2 の磁気マーカシステムに基づいて、車両の地上高に関する車両情報を生成する機能を追加した例である。この内容について、図 19 ～図 21 を参照して説明する。

図 19 のサーバ装置 11 は、実施例 2 のサーバ装置を基にして、車両情報を生成する車両情報生成部 11G と、この車両情報を車両側に提供する車両情報提供部 119 と、が追加された装置である。また、本例の磁気マーカシステムでは、車両がアップロードする検出情報に、磁気マーカを検出した際の磁気計測値（ピーク値）が追加されている。

[0055] 本例のサーバ装置 11 は、磁気マーカの状態を推定するに当たって、磁気強度の度合いを 10 段階の磁気レベルで評価する。サーバ装置 11 は、各車両側から取得した検出情報に含まれる磁気計測値（ピーク値）の平均値を算出し、その平均値の大きさを 10 段階の磁気レベルのいずれかに割り当てる（図 20 参照。）。この磁気レベルは、磁気マーカの状態を表す指標として利用可能である。

[0056] サーバ装置 11 の評価部 11E は、各車両のセンサアレイ（磁気検出部）について実施例 2 と同様の評価を実施する一方、磁気マーカの磁気レベル（

図20)と、磁気計測値(ピーク値)と、の相関関係を表す指標値を車両毎に算出する。評価部11Eが内部的に実行する処理の内容は、例えば図21のグラフを用いて説明できる。同図のグラフは、対象の車両がアップロードした検出情報に含まれる磁気計測値(ピーク値)と、対応する磁気マーカの磁気レベル(図20)と、の関係を表している。同図のグラフの横軸は、磁気マーカの10段階の磁気レベルを示し、縦軸は、磁気計測値(ピーク値)を示している。図21のグラフ上には、対象の特定の車両がアップロードした検出情報が順次、プロットされる。評価部11Eは、プロットされた点群について、例えば最小二乗法によって近似直線を算出する。そして、この近似直線の傾き(係数)や切片が、上記の相関関係を表す指標値となり得る。なお、切片は、近似直線が縦軸と交わる点の磁気計測値である。

[0057] 評価部11Eは、例えば1時間、2時間、1日、1週間などの所定時間を設定し、所定時間毎のプロットの点群(例えばD1~D3)の近似直線(例えばAP1~AP3)を求める。例えば、所定時間が1時間であれば、1時間毎の近似直線が求められる。例えば、センサアレイの磁気センサ(磁気検出部)の感度に変化がなく、かつ、センサアレイの取付高さに変化がなければ、上記の近似直線(例えばAP1~AP3)の傾きや切片が時間的にほぼ一定となる。一方、例えば、磁気センサの感度には変化がないが、センサアレイの取付高さに変化が生じると、上記の近似直線の傾き等が時間的に変化する。

[0058] このような時間的な変化を検出すれば、評価部11Eが、車両の地上高の変化を検出できる。車両の地上高の変化を検出すれば、評価部11Eが、例えば車両の地上高の変化の要因であるタイヤのパンクや積荷の過積載等を検知できる。上記の近似直線の傾き等の時間的な変化について閾値処理を実行し、閾値を超える変化が発生したとき、サーバ装置11が車両の地上高の変化が大きい旨の車両情報を生成することも良い。この場合、サーバ装置11は、注意を促すためにこの車両情報を対応する車両に送信することも良い。例えばディスプレイ装置やスピーカなどを利用して車両情報を乗員に提示す

れば、タイヤのパンクや積荷の過積載による事故の発生を未然に防止できる。

[0059] 例えば、点群D 1→点群D 2に移行したケースは、切片の変化がほとんど生じていないが、近似直線の傾きが大きくなっているケースである。このケースでは、例えば、過積載やパンクなどによって車両の地上高が低くなっている等の要因を想定できる。車両の地上高が低くなれば、センサレイ（磁気センサ）の取付高さが低くなり、これにより、センサレイ（磁気センサ）が磁気マーカを検出する際の磁気計測値（ピーク値）が大きくなる。この場合、車両情報生成部11Gは、過積載やパンク等に起因して車両の地上高が低くなっている旨の車両情報を生成する。

[0060] 車両情報提供部119は、その車両情報を車両側に提供すると良い。提供先の車両側としては、対応する車両であっても良く、対応する車両の整備を担う車両ディーラ等であっても良い。さらに、対応する車両がタクシーやトラックなどの営業車両であれば、営業車両を管理する企業や会社の担当部署であっても良い。車両ディーラや担当部署に車両情報を提供する方法としては、車両ディーラ等に設置された端末装置に対して、インターネット等の公衆通信回線を利用して車両情報を送信する等の方法がある。

[0061] 例えば、点群D 1→点群D 3に移行したケースは、近似直線の傾きの変化は少ないが、切片が変化し、近似直線A P 1が上方に並行移動して近似直線A P 3になっているケースである。このケースでは、磁気センサの感度が変化しているおそれがあると共に、車両の地上高の変化が発生している可能性もある。点群D 1→点群D 2に移行したケースと同様、車両の地上高の変化が生じている可能性がある旨の車両情報を車両側に提供すると良い。

[0062] なお、点群の近似直線の傾きや切片の変化、あるいは点群の分布態様の変化と、発生原因との関係を機械学習等することも良い。このような機械学習によれば、人工知能的な手法によって発生原因を推定できるようになる。この場合には、発生原因を表す車両情報を車両側に提供すると良い。

なお、その他の構成及び作用効果については実施例2と同様である。

[0063] 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上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

- [0064] 1 磁気マーカシステム
- 1 0 磁気マーカ
 - 1 1 サーバ装置
 - 1 1 A 状態推定部
 - 1 1 B メンテナンス情報生成部
 - 1 1 C 経路マッピング部
 - 1 1 D マーカ特定部
 - 1 1 E 評価部
 - 1 1 F 記憶部
 - 1 1 G 車両情報生成部
 - 1 1 1 マーカデータベース（マーカDB）
 - 1 1 2 車両データベース（車両DB）
 - 1 1 6 検出情報取得部
 - 1 1 7 センサ情報提供部
 - 1 1 8 位置情報提供部
 - 1 1 9 車両情報提供部
 - 1 5 R F I D タグ（無線タグ）
 - 2 計測ユニット
 - 2 1 センサアレイ（磁気検出部）
 - 2 1 2 検出処理回路
 - 3 2 制御ユニット

34 タグリーダー

5 車両

6 ナビゲーション装置

C_n (nは1～15) 磁気センサ (磁気検出部)

請求の範囲

- [請求項1] 車両に取り付けられた磁気検出部が検出可能なように走行路に配設された磁気マーカを含む磁気マーカシステムであって、
前記磁気マーカを検出したとき、該磁気マーカを一意に特定可能なマーカ特定情報を含む検出情報を出力する車両と、
各車両が出力する前記検出情報を取得するサーバ装置と、を含み、
前記サーバ装置は、各車両による前記検出情報に基づいて、前記磁気マーカ及び前記磁気検出部のうちの少なくともいずれかの状態を推定する状態推定部を備えている磁気マーカシステム。
- [請求項2] 請求項1において、前記サーバ装置は、前記磁気マーカの状態に基づき、前記磁気マーカに必要な保守作業を表すメンテナンス情報を生成するメンテナンス情報生成部を備えている磁気マーカシステム。
- [請求項3] 請求項1または2において、前記状態推定部は、前記磁気検出部の状態を推定可能であり、前記サーバ装置は、前記磁気検出部の状態を表すセンサ状態情報を車両側に提供するセンサ情報提供部を備えている磁気マーカシステム。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1項において、前記サーバ装置は、車両の状態を表す車両情報を生成する車両情報生成部と、該車両情報を対応する車両側に提供する車両情報提供部と、を備え、
前記状態推定部は、前記磁気検出部の状態として、車両における取付高さの変化を検出可能であり、
前記車両情報生成部は、車両における前記磁気検出部の取付高さの変化に応じて車両の地上高の変化を検出し、当該車両の地上高の変化に対応する車両情報を生成する磁気マーカシステム。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項において、前記磁気マーカは、該磁気マーカを特定するためのマーカ特定情報を出力可能な無線タグを保持しており、
車両は、前記磁気マーカを検出したとき、当該磁気マーカに保持さ

れた無線タグから取得したマーカ特定情報を含む検出情報を出力するように構成されている磁気マーカシステム。

[請求項6] 請求項5において、前記無線タグはシート状をなし、前記磁気マーカの表面に配設されている磁気マーカシステム。

[請求項7] 請求項1～6のいずれか1項において、前記サーバ装置は、前記磁気マーカの運用状況を表す運用データを記憶する記憶部を有し、当該記憶部において、前記磁気マーカのグループ毎に管理可能に前記運用データを記憶している磁気マーカシステム。

[請求項8] 請求項7において、前記状態推定部は、前記磁気マーカのグループ毎に前記運用データに関する統計処理を実施し、当該統計処理の結果に基づいて前記磁気マーカの状態を推定する磁気マーカシステム。

[請求項9] 請求項1～8のいずれか1項において、前記サーバ装置は、いずれかの車両から時間的に前後して取得した2つの検出情報のうち、時間的に先行する一方の検出情報を出力した後、他方の検出情報を出力するまでの間に、当該いずれかの車両が未検出の磁気マーカが有るか無いかを判断する判断部を備えている磁気マーカシステム。