

明 細 書

発明の名称：車両用の姿勢検出システム

技術分野

[0001] 本発明は、走行中の車両の姿勢を検出するための姿勢検出システムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、車両の走行を安定させるために各種の制御技術が提案されている（例えば下記の特許文献1参照。）。このような制御技術では、走行中の車両の姿勢等を検出して走行状況を精度高く把握することが、より良い車両制御のために必須となっている。走行中の車両の姿勢等を検出するために、ヨーレートセンサや加速度センサなどの各種のセンサが活用されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-117176号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ヨーレートセンサや加速度センサなどのセンサは、センサに作用する力を計測することで車両の相対的な姿勢変化を特定できるのみであり、路面に対する車両の姿勢を把握することは困難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、路面に対する車両の姿勢を検出する車両用の姿勢検出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、磁気マーカが敷設された路面を走行中の車両の姿勢を検出するための車両用の姿勢検出システムであって、

磁気マーカに対する横ずれ量を計測する横ずれ量計測部と、

車両の前後方向に離隔する少なくとも2箇所に位置する複数の横ずれ量計

測部がいずれか一の磁気マーカについて計測した横ずれ量の差分を求める横ずれ量差分取得部と、を備える車両用の姿勢検出システムにある。

[0007] 本発明の車両用の姿勢検出システムは、路面に敷設された磁気マーカを利用して車両の姿勢を検出するシステムである。この姿勢検出システムは、車両の前後方向に離隔する複数の横ずれ量計測部を用い、同じ磁気マーカについてそれぞれ横ずれ量を計測する。そして、車両の姿勢を表す指標として、車両の前後方向の位置が異なる横ずれ量計測部が計測した横ずれ量の差分を求める。

[0008] 以上のように本発明の姿勢検出システムによれば、磁気マーカを利用して路面に対する車両の姿勢の検出が可能である。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]実施例1における、姿勢検出システムを構成する車両を見込む正面図。
[図2]実施例1における、姿勢検出システムの構成図。
[図3]実施例1における、姿勢検出システムを構成する車載装置の電氣的な構成を示すブロック図。
[図4]実施例1における、磁気センサの構成を示すブロック図。
[図5]実施例1における、磁気マーカを通過する際の車幅方向の磁気分布の時間的な変化を例示する説明図。
[図6]実施例1における、磁気マーカを通過する際の磁気計測値のピーク値の時間的な変化を例示する説明図。
[図7]実施例1における、横ずれ量の計測方法の説明図。
[図8]実施例1における、姿勢検出システムによる処理の流れを示すフロー図。
。
[図9]実施例1における、後ろ側のセンサユニットによる検出期間の説明図。
[図10]実施例1における、車両姿勢検出処理の流れを示すフロー図。
[図11]実施例1における、前側のセンサユニットによる横ずれ量と、後ろ側のセンサユニットによる横ずれ量と、の説明図。
[図12]実施例1における、前後のセンサユニットによる横ずれ量の差分 O_{fd}

、及び車体ずれ角 A_f の説明図。

[図13]実施例1における、ニュートラルステアの走行状況の説明図。

[図14]実施例1における、オーバーステアの走行状況の説明図。

[図15]実施例1における、アンダーステアの走行状況の説明図。

[図16]実施例2における、磁気マーカが敷設された走行路に沿って車両が走行する状況の説明図。

[図17]実施例2における、走行路の経路方向と、車両の操舵方向と、の関係の説明図。

発明を実施するための形態

[0010] 本発明の好適な態様について説明する。

前記横ずれ量の差分に対応する車両の旋回方向の角度を取得する姿勢角取得部を備えると良い。

車両の前後方向の位置が異なる複数の横ずれ量計測部が同じ磁気マーカについて計測した横ずれ量の差分は、車両姿勢を表す指標として取り扱い可能である。ただし、この横ずれ量の差分は、対応する横ずれ量計測部の前後方向の距離の影響を受け、この距離が長くなれば値が大きくなる。これに対して、上記の旋回方向の角度は、2つの横ずれ量計測部の前後方向の距離の長短に無関係な正規化された指標となっている。

[0011] 走行路の経路方向に離隔して位置する2つの磁気マーカについていずれか一の横ずれ量計測部が計測した横ずれ量の差分が所定の閾値未満のときに姿勢の検出を実行すると良い。

走行路の経路方向に沿わない走行状況としては、車線変更等の状況を想定できる。このように走行路の経路方向に沿わず、車両の進路変更を伴う走行状況では、前記複数の横ずれ量計測部が同じ磁気マーカについて計測した横ずれ量の差分（の絶対値）が、車両姿勢に関わらず大きくなる可能性がある。2つの磁気マーカについて同じ横ずれ量計測部が計測した横ずれ量の差分について閾値判断を実施すれば、走行路の経路方向に沿う走行状況か否かを精度高く判別できる。走行路の経路方向に沿う走行状況のときに車両姿勢の

検出を実行すれば、検出の精度を高く確保できる。

- [0012] 車両が備える操舵輪の操舵方向である操舵角を計測する操舵角計測部を備え、単位時間当たりの操舵角の変化量が所定の閾値未満のときに姿勢の検出を実行すると良い。

操舵輪が急激に操舵された走行状況では、前記複数の横ずれ量計測部が同じ磁気マーカについて計測した横ずれ量の差分（の絶対値）が、車両姿勢に関わらず大きくなる可能性がある。そこで、単位時間当たりの操舵角の変化量が所定の閾値未満のときに姿勢の検出を実行すれば、検出の精度を確保し易くなる。

- [0013] 単位時間当たりの車両の進行方向の変化量が所定の閾値未満のときに姿勢の検出を実行すると良い。

車両の進行方向が急激に変動するような走行状況では、前記複数の横ずれ量計測部が同じ磁気マーカについて計測した横ずれ量の差分（の絶対値）が大きくなる可能性があり、この差分に基づく姿勢の検出が適切ではなくなる。そこで、単位時間当たりの車両の進行方向の変化量が所定の閾値未満のときに姿勢の検出を実行すると良い。

- [0014] 走行路の経路方向を表す経路データを取得する経路データ取得部、車両が備える操舵輪の操舵方向である操舵角を計測する操舵角計測部、及び経路データが表す経路方向と操舵角の計測値に対応する操舵方向との一致度を演算する方向比較部、を備え、該一致度が所定の閾値以上のときに姿勢の検出を実行すると良い。

- [0015] 走行路の経路方向と操舵方向との一致度が所定の閾値以上のときに走行路に沿う走行状況であると判断し、姿勢の検出を実行すると良い。経路方向と操舵方向との一致度としては、例えば、経路方向における100m先の位置と操舵方向における100m先の位置との偏差の逆数や、経路方向が表す曲線と操舵方向が表す曲線との相関係数等を採用できる。

実施例

- [0016] 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、路面に敷設された磁気マーカ 10 を利用して車両の姿勢（車両姿勢）を検出するための姿勢検出システム 1 に関する例である。この内容について、図 1 ～図 15 を用いて説明する。

[0017] 姿勢検出システム 1 は、図 1 ～図 3 のごとく、路面 100 S に敷設された磁気マーカ 10 を利用して車両姿勢を検出するための車両用のシステムである。姿勢検出システム 1 は、磁気センサ C n（n は 1 ～ 15 の整数）を含む前側及び後ろ側のセンサユニット 11 と、センサユニット 11 を制御する制御ユニット 12 と、の組み合わせを含む車載装置を含めて構成されている。以下、姿勢検出システム 1 を構成する磁気マーカ 10 を概説した後、センサユニット 11 及び制御ユニット 12 を含む車載装置の構成を説明する。

[0018] 磁気マーカ 10（図 1 及び図 2）は、車両 5 が走行する車線 100 の中央に沿うように路面 100 S に敷設される道路マーカである。この磁気マーカ 10 は、直径 20 mm、高さ 28 mm の柱状をなし、路面 100 S に設けた孔への収容が可能である。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/m³ という特性を備えている。この磁気マーカ 10 は、路面 100 S に穿設された孔に収容された状態で敷設される。

[0019] 本例の磁気マーカ 10 の仕様の一部を表 1 に示す。

[表1]

磁石種類	フェライトプラスチックマグネット
直径	φ 20 mm
高さ	28 mm
表面磁束密度Gs	45 mT

この磁気マーカ 10 は、磁気センサ C n の取付け高さとして想定する範囲 100 ～ 250 mm の上限の 250 mm 高さにおいて、8 μT（ 8×10^{-6} T、T：テスラ）の磁束密度の磁気を作用できる。

[0020] 次に、姿勢検出システム1を構成するセンサユニット11及び制御ユニット12について説明する。

センサユニット11は、図1及び図2のごとく、車両5の底面に当たる車体フロア50に取り付けられるユニットである。センサユニット11は、磁気マーカ10に対する車両5の横ずれ量を計測するための横ずれ量計測部の一例をなしている。姿勢検出システム1では、車両5の前後方向における離隔して位置する2箇所にセンサユニット11が配置されている。なお、以下の説明では、車両の前後方向における前側のセンサユニット11と後ろ側のセンサユニット11との間隔をセンサスパンSとする。

[0021] 前側のセンサユニット11は、フロントバンパーの内側付近に取り付けられ、後ろ側のセンサユニット11は、リアバンパーの内側付近に取り付けられている。本例の車両5の場合、路面100Sを基準とした取付け高さがいずれも200mmとなっている。

各センサユニット11は、図2及び図3のごとく、車幅方向に沿って一直線上に配列された15個の磁気センサC_nと、図示しないCPU等を内蔵した検出処理回路110と、を備えている。磁気センサC_nは、0.1mの等間隔で15個配列され、両端の磁気センサC₁及びC₁₅の間隔が1.4mとなっている。

[0022] 検出処理回路110（図3）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各種の演算処理を実行する演算回路である。この検出処理回路110は、各種の演算を実行するCPU（central processing unit）のほか、ROM（read only memory）やRAM（random access memory）などのメモリ素子等の素子を利用して構成されている。

[0023] 検出処理回路110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等を実行する。検出処理回路110が演算した磁気マーカ10の検出結果は、全て制御ユニット12に入力される。検出結果としては、磁気マーカ10を検出したか否かに加えて、磁気マーカ10に対する横ずれ量がある。なお、前側及び後ろ側のセンサユニット11は、いずれも3k

H z 周期でマーカ検出処理を実行可能である。

[0024] ここで、磁気センサC nの構成を説明しておく。本例では、図4のごとく、磁気センサC nとして、M I素子2 1と駆動回路とが一体化された1チップのM Iセンサを採用している。M I素子2 1は、C o F e S i B系合金製のほぼ零磁歪であるアモルファスワイヤ2 1 1と、このアモルファスワイヤ2 1 1の周囲に巻回されたピックアップコイル2 1 3と、を含む素子である。磁気センサC nは、アモルファスワイヤ2 1 1にパルス電流を印加したときにピックアップコイル2 1 3に発生する電圧を計測することで、アモルファスワイヤ2 1 1に作用する磁気を検出する。M I素子2 1は、感磁体であるアモルファスワイヤ2 1 1の軸方向に検出感度を有している。本例のセンサユニット1 1の各磁気センサC nでは、鉛直方向に沿ってアモルファスワイヤ2 1 1が配設されている。

[0025] 駆動回路は、アモルファスワイヤ2 1 1にパルス電流を供給するパルス回路2 3と、ピックアップコイル2 1 3で生じた電圧を所定タイミングでサンプリングして出力する信号処理回路2 5と、を含む電子回路である。パルス回路2 3は、パルス電流の元となるパルス信号を生成するパルス発生器2 3 1を含む回路である。信号処理回路2 5は、パルス信号に連動して開閉される同期検波2 5 1を介してピックアップコイル2 1 3の誘起電圧を取り出し、増幅器2 5 3により所定の増幅率で増幅する回路である。この信号処理回路2 5で増幅された信号がセンサ信号として外部に出力される。

[0026] 磁気センサC nは、磁束密度の測定レンジが $\pm 0.6 \text{ mT}$ であって、測定レンジ内の磁束分解能が $0.02 \mu\text{T}$ という高感度のセンサである。このような高感度は、アモルファスワイヤ2 1 1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M I効果を利用するM I素子2 1により実現されている。さらに、この磁気センサC nは、3 k H z 周期での高速サンプリングが可能で、車両の高速走行にも対応している。磁気センサC nは、磁気計測を実施する毎に検出処理回路1 1 0にセンサ信号を入力する。なお本例では、磁気センサC nによる磁気計測の周期が3 k H z に設定されている。

[0027] 磁気センサC nの仕様の一部を表2に示す。

[表2]

測定レンジ	$\pm 0.6 \text{ mT}$
磁束分解能	$0.02 \mu \text{ T}$
サンプリング周期	3 kHz

[0028] 上記のように、磁気マーカ10は、磁気センサC nの取付け高さとして想定する範囲100～250 mmにおいて $8 \mu \text{ T}$ ($8 \times 10^{-6} \text{ T}$)以上の磁束密度の磁気を作用できる。磁束密度 $8 \mu \text{ T}$ 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 $0.02 \mu \text{ T}$ の磁気センサC nを用いて確実性高く検出可能である。

[0029] 次に、制御ユニット12は、図1～図3のごとく、前側及び後ろ側のセンサユニット11を制御すると共に、各センサユニット11の検出結果を利用して車両姿勢を検出するユニットである。制御ユニット12による車両姿勢の検出結果は、図示しない車両ECUに入力され、スロットル制御やブレーキ制御や各輪のトルク制御など走行安全性を高めるための各種の車両制御に利用される。

[0030] 制御ユニット12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。制御ユニット12は、前側のセンサユニット11、後ろ側のセンサユニット11の動作を制御すると共に、各センサユニット11の検出結果を利用して車両姿勢を検出する。

[0031] 制御ユニット12は、以下の各機能を備えている。

(a) 期間設定部：前側のセンサユニット11が磁気マーカ10を検出したとき、後ろ側のセンサユニット11が同じ磁気マーカ10を検出できる時点を予測し、その検出できる時点を含む時間的な期間を検出期間として設定する。

(b) 横ずれ量差分取得部：前側のセンサユニット11が計測した磁気マー

カ 10 に対する横ずれ量と、後ろ側のセンサユニット 11 が計測した横ずれ量と、の差分を演算する。

(c) 姿勢角取得部：前側及び後ろ側のセンサユニット 11 の横ずれ量の差分から車両姿勢を検出する。検出する車両姿勢の内容については、後で詳しく説明する。

[0032] 次に、各センサユニット 11 が磁気マーカ 10 を検出するための (1) マーカ検出処理、(2) 姿勢検出システム 1 の全体動作の流れ、(3) 車両姿勢検出処理、についてそれぞれ説明する。

(1) マーカ検出処理

前側及び後ろ側のセンサユニット 11 は、制御ユニット 12 の制御により 3 kHz の周期でマーカ検出処理を実行する。センサユニット 11 は、マーカ検出処理の実行周期 (p1 ~ p7) 毎に、15 個の磁気センサ Cn のセンサ信号が表す磁気計測値をサンプリングして車幅方向の磁気分布を得る (図 5 参照。)。この車幅方向の磁気分布のうちのピーク値は、同図のごとく、磁気マーカ 10 を通過するとき最大となる (図 5 中の p4 の周期)。

[0033] 磁気マーカ 10 が敷設された車線 100 に沿って車両 5 が走行する際には、上記の車幅方向の磁気分布のピーク値が、図 6 のように磁気マーカ 10 を通過する毎に大きくなる。マーカ検出処理では、このピーク値に関する閾値判断が実行され、所定の閾値以上であったときに磁気マーカ 10 を検出したと判断される。

[0034] センサユニット 11 は、磁気マーカ 10 を検出したとき、磁気センサ Cn の磁気計測値の分布である車幅方向の磁気分布のうちのピーク値の車幅方向の位置を特定する。このピーク値の車幅方向の位置を利用すれば、磁気マーカ 10 に対する車両 5 の横ずれ量を演算できる。車両 5 では中央の磁気センサ C8 が車両 5 の中心線上に位置するようにセンサユニット 11 が取り付けられているため、磁気センサ C8 に対する上記のピーク値の車幅方向の位置の偏差が、磁気マーカ 10 に対する車両 5 の横ずれ量となる。

[0035] 特に、本例のセンサユニット 11 は、図 7 のごとく、磁気センサ Cn の磁

気計測値の分布である車幅方向の磁気分布について曲線近似（２次近似）を実行し、近似曲線のピーク値の車幅方向の位置を特定している。近似曲線を利用すれば、１５個の磁気センサの間隔よりも細かい精度でピーク値の位置を特定でき、磁気マーカ１０に対する車両５の横ずれ量を精度高く計測できる。

[0036] （２）姿勢検出システム１の全体動作

姿勢検出システム１の全体動作について、主に制御ユニット１２を主体として、図８のフロー図を用いて説明する。

制御ユニット１２は、前側のセンサユニット１１に上記のマーカ検出処理を実行させ（Ｓ１０１、第１の検出ステップ）、磁気マーカ１０を検出するまで繰り返しこのマーカ検出処理を実行させる（Ｓ１０２：ＮＯ）。制御ユニット１２は、前側のセンサユニット１１から磁気マーカ１０を検出した旨の入力を受けたとき（Ｓ１０２：ＹＥＳ）、後ろ側のセンサユニット１１にマーカ検出処理を実行させる時間的な期間である検出期間を設定する（Ｓ１０３、期間設定ステップ）。

[0037] 具体的には、制御ユニット１２は、図９のごとく、まず、車速センサで計測した車速（車両の速度） V （ $m/秒$ ）により上記のセンサスパン S （ m ）を除算した所要時間 δt_a を、前側のセンサユニット１１による磁気マーカ１０の検出の時点である時刻 t_1 に加算する。このように時刻 t_1 に所要時間 δt_a を加算すれば、後ろ側のセンサユニット１１が磁気マーカ１０を検出できる時点の時刻 t_2 を予測できる。そして、制御ユニット１２は、基準距離である l （ m ）を車速 V （ $m/秒$ ）で除算した区間時間 δt_b を時刻 t_2 から差し引いた時刻（ $t_2 - \delta t_b$ ）を始期とし、区間時間 δt_b を時刻 t_2 に加算した時刻（ $t_2 + \delta t_b$ ）を終期とした時間的な区間を検出期間として設定する。なお、基準距離については、センサユニット１１の検出範囲等を考慮して適宜変更可能である。

[0038] 制御ユニット１２は、上記のステップＳ１０３で設定した検出期間（図９）内において、後ろ側のセンサユニット１１にマーカ検出処理を繰り返し実

行させる（S104：NO→S114、第2の検出ステップ）。このマーカ検出処理の内容については、ステップS101の前側のセンサユニット11によるマーカ検出処理と同様である。

[0039] 制御ユニット12は、検出期間（図9）において後ろ側のセンサユニット11で磁気マーカ10を検出できれば（S104：YES→S105：YES）、車両姿勢を検出するための次に説明する車両姿勢検出処理を実行する（S106）。一方、前側のセンサユニット11で磁気マーカ10を検出できたが（S102：YES）、上記の検出期間（図9）において、後ろ側のセンサユニット11で磁気マーカ10を検出できなかった場合には（S104：YES→S105：NO）、制御ユニット12は、前側のセンサユニット11によるマーカ検出処理（S101）に戻って上記の一連の処理を繰り返し実行する。

[0040] （3）車両姿勢検出処理

制御ユニット12が実行する車両姿勢検出処理（図8中のステップS106）は、図10のごとく、前後のセンサユニット11が計測した横ずれ量の差分を演算するステップ（S201）と、進行方向に対する車体のずれを表す車体ずれ角を演算するステップ（S202）と、を含む処理である。

[0041] ステップS201では、図11のごとく、車両5が磁気マーカ10を通過したとき、前側のセンサユニット11が計測した横ずれ量Of1と、後ろ側のセンサユニット11が計測した横ずれ量Of2と、の差分Ofd（図12参照。）を次式により演算する。

[数1]

$$Ofd = (Of1 - Of2)$$

[0042] ステップS202では、図12のごとく、車両5の前後方向の車体の軸Axに対する車両5の進行方向Dirのなす角（旋回方向の角度）である車体ずれ角Afを演算する。この車体ずれ角Afは、横ずれ量の差分Ofd及びセンサスパンSを含む次式により算出される。

[数2]

$$A_f = \arctan (O_{fd} / S)$$

- [0043] 曲率半径が無限大の走行路として把握可能な直線路を含めて、一定曲率の経路に沿って車両が走行している最中では、理想的には、前輪の軌跡に対して、いわゆる内輪差の分だけ後輪の軌跡が内周側となる。例えば交差点の角を直角に曲がる際には内輪差が顕在化する一方、高速道路等の曲率半径が大きなカーブを走行する状況では、内輪差を無視できることから、前輪及び後輪の軌跡はほぼ一致する。
- [0044] 一定曲率の経路に沿って車両5が走行している最中において、オーバーステアもアンダーステアも発生していない安定性の高いニュートラルステアの走行状況であれば、前側及び後ろ側のセンサユニット11が計測する横ずれ量 O_{f1} （図12参照。）及び O_{f2} が一致し差分 O_{fd} がほぼゼロとなる。前後のセンサユニット11が計測する横ずれ量の差分 O_{fd} がゼロになれば、この差分 O_{fd} に基づく車体ずれ角 A_f がゼロになる。
- [0045] 図13のように右カーブを走行中の場合、オーバーステアもアンダーステアも発生していない安定性の高い走行状況下では、車体ずれ角 A_f がゼロとなり、右カーブをなす円弧の接線方向をなす車両5の進行方向 Dir に対して車体の軸 A_x が一致する。一方、一定曲率の経路に沿って車両5が走行している最中にも関わらず、差分 O_{fd} 及び車体ずれ角 A_f の絶対値が大きくなっている走行状況では、前輪あるいは後輪に車幅方向の滑り等が生じてアンダーステアやオーバーステアが発生している可能性がある。
- [0046] 例えば、右カーブの走行路に沿って走行している状況において、図14のごとく、時計回りを正とした車体ずれ角 A_f がゼロよりも大きければ、後輪が右カーブの外側に逃げたり、前輪が内側に巻き込むオーバーステアの状況が想定される。また例えば、右カーブの走行路に沿って走行している状況において、図15のごとく、車体ずれ角 A_f がゼロよりも小さい負値であれば、前輪が左カーブの外側に逃げるアンダーステアの状況が想定される。
- [0047] このように車体ずれ角 A_f は、車両5の進行方向 Dir に対する車体の向きの

旋回方向の角度的なずれを表す指標であり、前後のセンサユニット 11 のセンサスパン S の大小に依らない正規化された指標となっている。

- [0048] なお、横ずれ量の差分 O_{fd} (図 1 2 参照。) についても車両 5 の姿勢を表す指標として利用可能である。前後のセンサユニット 11 が計測する横ずれ量の差分 O_{fd} がゼロの状況は、図 1 3 のように、車両 5 の進行方向 Dir に対して車体の軸 A_x が一致する走行状況である。一方、横ずれ量の差分 O_{fd} の絶対値が大きい状況は、図 1 4 や図 1 5 のように、車両 5 の進行方向 Dir に対して車体の軸 A_x が一致しない走行状況である。
- [0049] 以上のように、姿勢検出システム 1 は、走行路に敷設された磁気マーカ 10 を利用して車両姿勢を検出するシステムである。この姿勢検出システム 1 によれば、路面に対する車両姿勢を確実性高く検出できる。
- [0050] 姿勢検出システム 1 は、車両 5 の前後方向に離隔して位置する 2 つのセンサユニット 11 で磁気マーカ 10 に対する横ずれ量をそれぞれ計測し、その差分 O_{fd} を求めている。横ずれ量の差分 O_{fd} は、そのままでも車両姿勢を表す指標となり得るが、本例では、さらに、横ずれ量の差分 O_{fd} に対応する車体ずれ角 A_f を算出している。横ずれ量の差分 O_{fd} は、車両 5 の旋回方向の角度に依存すると共に、センサスパン S が長くなるほど値が大きくなる指標である。一方、車体ずれ角 A_f は、前後のセンサユニット 11 のセンサスパン S の長短に依らない正規化された指標となっている。
- [0051] 本例では、センサユニット 11 を車両 5 の前後方向における 2 箇所に設けている。これに代えて、車両 5 の前後方向における 3 箇所以上にセンサユニット 11 を設けることも良い。前後方向の位置が異なる任意の 2 箇所の組み合わせについて、それぞれ差分 O_{fd} や車体ずれ角 A_f などの指標を求めることで、車両姿勢を検出しても良い。
- [0052] 前側のセンサユニット 11 あるいは後ろ側のセンサユニット 11 によるマーカ検出処理において、前側のセンサユニット 11 の磁気センサと後ろ側のセンサユニット 11 の磁気センサとの間で磁気計測値の差分を演算し、この演算値を利用して磁気マーカ 10 を検出することも良い。この差分演算によ

れば、前側の磁気センサが検出する磁気成分を後ろ側の磁気センサが検出する磁気成分から差し引いた差分の磁気成分を生成でき、地磁気等のコモンノイズ等の抑制に効果がある。なお、差分演算に当たっては、車幅方向の位置が同じ磁気センサ同士で差分を求めることも良い。

[0053] 本例では、鉛直方向に感度を持つ磁気センサ C_n を採用したが、進行方向に感度を持つ磁気センサであっても良く、車幅方向に感度を持つ磁気センサであっても良い。さらに、例えば車幅方向と進行方向の2軸方向や、車幅方向と鉛直方向の2軸方向や、進行方向と鉛直方向の2軸方向に感度を持つ磁気センサを採用しても良く、例えば車幅方向と進行方向と鉛直方向の3軸方向に感度を持つ磁気センサを採用しても良い。複数の軸方向に感度を持つ磁気センサを利用すれば、磁気の大きさと共に磁気的作用方向を計測でき、磁気ベクトルを生成できる。磁気ベクトルの差分や、その差分の進行方向の変化率を利用して、磁気マーカ10の磁気と外乱磁気との区別を行なうことも良い。

なお、本例では、フェライトプラスチックマグネットの磁気マーカを例示したが、フェライトラバーマグネットの磁気マーカであっても良い。

[0054] (実施例2)

本例は、実施例1の姿勢検出システムに基づき、検出対象の走行状況を限定することで車両姿勢の検出精度の向上を図る例である。この内容について、図16及び図17を参照して説明する。

[0055] 車両5の走行軌跡が一定曲率ではなく、曲率の変動区間に磁気マーカ10が位置している場合には、前後のセンサユニット11が計測する横ずれ量に差が生じて差分 O_{fd} が大きくなる可能性がある。このような状況では、前後のセンサユニット11がいずれかの磁気マーカ10について計測した横ずれ量の差分 O_{fd} や車体ずれ角 A_f 等が、車両5の姿勢を精度高く反映していない可能性がある。

[0056] そこで、本例の姿勢検出システムでは、下記の(1)～(4)の走行状況の場合に車両姿勢の検出を実行し、これにより検出精度を確保している。

(1) 走行路の経路方向に離隔して位置する2つの磁気マーカ10についていずれかのセンサユニット11が計測した横ずれ量の差分が所定の閾値未満の場合。

この場合には、図16のように磁気マーカ10が経路方向に沿って敷設された走行路に沿って車両5が走行している状況と考えられる。一般的に、走行路における曲率が異なるカーブの接続区間は、曲率の変化が滑らかになるように設計されている。それ故、走行路に沿って車両5が安定して走行している状況であれば、前後のセンサユニット11がいずれかの磁気マーカ10について計測する横ずれ量の差分等が過大になるおそれが少ない。上記の接続区間において、曲率の変化が非常に滑らかに設定された高速道路の場合であれば、このような傾向が特に顕著である。

[0057] (2) 車両5が備える操舵輪の操舵方向である操舵角を計測する操舵角センサ等の操舵角計測部を備えていることを前提として、単位時間当たりの操舵角の変化量が所定の閾値未満の場合。

単位時間当たりの操舵角の変化量、すなわち操舵角の変化速度が速く所定の閾値以上である場合には、車両5の進行方向が急激に変化する。このように車両5の進行方向が急激に変化する区間に磁気マーカ10が位置していれば、前後のセンサユニット11がいずれかの磁気マーカ10について計測する横ずれ量の差分が大きくなる可能性が高い。このような場合には、この横ずれ量の差分によって車両5の姿勢を精度高く検出できないおそれがある。

[0058] (3) 単位時間当たりの車両5の進行方向の変化量が所定の閾値未満の場合。

単位時間当たりの車両5の進行方向の変化量、すなわち車両5の旋回方向の角度の変化速度が速く所定の閾値以上である場合には、上記の(2)の場合と同様、前後のセンサユニット11が計測する横ずれ量の差分によって車両5の姿勢を精度高く検出できない可能性が高くなる。なお、車両5の旋回方向の角度の変化速度は、例えばヨーレートセンサによって計測しても良く

、前方カメラが撮像した連続画像において遠景や構造物等が横に移動して流れる速度の変化から計測しても良い。

[0059] (4) 走行路の経路方向を表す経路データを取得する経路データ取得部、車両5が備える操舵輪の操舵方向である操舵角を計測する操舵角計測部、及び経路データが表す経路方向と操舵角の計測値に対応する操舵方向との一致度を演算する方向比較部、を備えることを前提として、この一致度が所定の閾値以上の場合。

[0060] 車両5が走行路に沿って走行している状況であれば、前後のセンサユニット11がいずれかの磁気マーカ10について計測する横ずれ量の差分等を指標として車両5の姿勢を精度高く検出できることは上記の(1)の場合の通りである。経路方向と操舵方向との一致度が高い場合には、車両5が走行路に沿って走行している状況と判断できる。

[0061] 経路方向 D_r と操舵方向 D_s の一致度としては、例えば、図17のごとく、経路方向 D_r における100m前方の位置と、操舵方向 D_s における100m前方の位置と、の偏差(距離)の逆数を採用しても良い。さらには、同図のごとく、車両5を原点とした車体の軸 A_x の方向及び車幅方向により規定される2次元座標において、経路方向 D_r を表す曲線と、操舵方向 D_s を表す曲線と、の相関係数を上記の一致度として採用しても良い。なお、経路データは、ナビゲーションシステムや自動運転システムが利用する地図データ等から取得可能である。

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。

[0062] 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

- [0063] 1 姿勢検出システム
 - 1 0 磁気マーカ
 - 1 0 0 車線
 - 1 0 0 S 路面
 - 1 1 センサユニット（横ずれ量計測部）
 - 1 1 0 検出処理回路
 - 1 2 制御ユニット（期間設定部、横ずれ量差分取得部、姿勢角取得部）
 - 2 1 M I 素子
- 5 車両