

明 細 書

発明の名称：車両用の制御方法及び制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、自動操舵により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。

背景技術

[0002] 従来より、例えばGPS電波を受信して車両位置を測位し、予め設定された目的地まで車両を誘導するカーナビゲーションシステムが知られている（例えば下記の特許文献1参照。）。経路を案内する音声出力等の運転支援制御によれば、不案内な土地を移動中であっても経路を見失うことなく、目的地に効率良く行き着くことができる。

[0003] さらに例えば、周囲の建物やガードレールや標識や縁石などの周辺環境を含めた道路環境を3次元的に表した3Dマップデータを利用する運転支援システムの提案もある。この運転支援システムによれば、例えば自車位置を3Dマップデータ上にマッピングすることにより自動運転を含む高度な運転支援を実現可能である。自動運転が可能になれば、車両の運転負担を軽減できる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-264076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、前記従来の車両用のシステムでは、次のような問題がある。すなわち、制御対象の車両の種類や走路の形状等に応じて適切な走行ルートに差異があり、汎用性の高い制御仕様の実現が容易ではないという問題がある。

[0006] 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、汎用性の高い

自動操舵の制御方法及び制御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

[0007] 本発明の一態様は、自動操舵により車両を走行させるための制御方法であって、

前記車両に対して設定された対象点が所定のルートを通過するように前記車両を制御する走行制御処理と、

前記対象点に設定される新たな対象点を選定する対象点選定処理と、

前記走行制御処理の制御対象である前記対象点を、前記対象点選定処理によって選定された前記新たな対象点に更新する対象点更新処理と、を実行する車両用の制御方法にある。

[0008] 本発明の一態様は、車両を自動操舵により走行させるための制御システムであって、

前記車両に対して設定された対象点が所定のルートを通過するように前記車両を制御する車両制御部と、

前記対象点に設定される新たな対象点を選定する対象点選定処理部と、

前記車両制御部の制御対象である前記対象点を、前記対象点選定処理部によって選定された前記新たな対象点に更新する対象点更新処理部と、を含む車両用の制御システムにある。

発明の効果

[0009] 本発明に係る車両用の制御方法および制御システムは、前記車両に対して設定された前記対象点が前記所定のルートを通過するように自動操舵により前記車両を走行させる制御方法等である。本発明は、制御対象の前記対象点に設定する前記新たな対象点を選定し、前記対象点を更新する点に技術的特徴のひとつを有している。

[0010] 本発明に係る制御方法等では、制御対象の前記対象点を更新することで、実際の車両の走行ルートを調節可能である。本発明では、実際の走行ルートを調節するに当たって、制御の仕様を変更する必要性が少ない。このように本発明に係る制御方法および制御システムは、制御の仕様を大きく変更する

ことなく前記車両の走行ルートを調節可能であって、汎用性が高い制御方法あるいは制御システムである。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]自動運転システムの説明図。

[図2]磁気マーカの説明図。

[図3]RFIDタグの正面図。

[図4]車両側のシステム構成を示すブロック図。

[図5]磁気マーカを通過する際の進行方向の磁気計測値の時間的な変化を例示する説明図。

[図6]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7]自動運転システムの動作の説明図。

[図8]自車位置の特定方法の説明図。

[図9]目標ルートに対する対象点（自車位置）の偏差 ΔD を示す説明図。

[図10]車幅方向の中央の対象点が選定された場合の制御の説明図。

[図11]左寄りの対象点が選定された場合の制御例を示す図。

[図12]曲率と補正係数D₁との関係を示すグラフ。

[図13]ホイールベースと補正係数D₂との関係を示すグラフ。

[図14]車幅方向の中央の対象点が選定された場合の内輪差の説明図。

[図15]左寄りの対象点が選定された場合の内輪差の説明図。

[図16]急カーブを通過する際の対象点選定処理の説明図。

[図17]好みの車両位置を設定するための設定画面を例示する図。

[図18]障害物を回避する際の対象点選定処理の説明図。

[図19]車線変更の際の対象点選定処理の説明図。

発明を実施するための形態

[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、予め設定された目標ルート（所定のルートの一例）に沿って車両

5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例である。この内容について、図1～図19を用いて説明する。

[0013] 制御システムの一例である自動運転システム1は、図1のごとく、磁気検出等を行うセンサユニット2、磁気マーカ30の敷設位置を表すマーカ位置情報を取得するタグリーダ13、自車位置を特定する測位ユニット12、及び車両5の走行を制御する走行制御ユニット11などを含んで構成されている。走行制御ユニット11は、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）110の記憶エリアを参照可能である。

[0014] 以下、道路に敷設される（1）磁気マーカ30を概説した後、（2）センサユニット2、（3）タグリーダ13、（4）測位ユニット12、（5）走行制御ユニット11の内容を説明する。

（1）磁気マーカ

磁気マーカ30は、図1及び図2のごとく、道路の路面300Sに敷設される道路用マーカである。磁気マーカ30は、左右のレーンマークで区分された車線（図8中の符号300、走路）の中央に沿って例えば10m間隔で配置されている。

[0015] 磁気マーカ30は、直径20mm、高さ28mmの柱状をなしている。この磁気マーカ30は、路面300Sに設けた孔に収容された状態で敷設される。磁気マーカ30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る。この磁石の最大エネルギー積（ BH_{max} ）は、6.4kJ/立方mである。

[0016] 本例の磁気マーカ30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 20mm
高さ	28mm
表面磁束密度Gs	45mT

[0017] 磁気マーカ30は、センサユニット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、8 μ T（マイクロテスラ）の磁束密度の磁気を作用する。また、この磁気マーカ30では、表面における磁気の強さを表す表面磁束密度Gsが45mTとなっている。

[0018] 本例の磁気マーカ30では、図2及び図3のごとく、無線により情報を出力するRFID（Radio Frequency Identification）タグ35が、上面となる端面に貼り付けられている。RFIDタグ35は、無線による外部給電により動作し磁気マーカ30の敷設位置を表すマーカ位置情報である位置データを送信する。

[0019] ここで、上記のように磁気マーカ30は、酸化鉄の磁粉を高分子材料中に分散させた磁石である。この磁石は、導電性が低く無線給電時に渦電流等が生じ難い。それ故、磁気マーカ30に付設されたRFIDタグ35は、無線伝送された電力を効率良く受電できる。

[0020] RFIDタグ35は、例えばPET（Polyethylene terephthalate）フィルムから切り出したタグシート350（図3）の表面にICチップ357を実装した電子部品である。タグシート350の表面には、ループコイル351の印刷パターンが設けられている。ループコイル351は、外部からの電磁誘導によって励磁電流を発生させる受電コイルとしての機能と、位置データ等を無線送信するための送信アンテナとしての機能と、を実現する。

[0021] （2）センサユニット

センサユニット2は、図1及び図4のごとく、磁気検出部である磁気センサアレイ21と、慣性航法に用いられるIMU（Inertial Measurement Unit）22と、が一体化された棒状のユニットである。センサユニット2は、車幅方向に沿う状態で、路面300Sに対面して取り付けられる。例えば車両5のフロントバンパーの内側等に取り付けられたセンサユニット2は、路面300Sを基準とした取付け高さが200mmとなっている。

[0022] 磁気センサアレイ21（図4）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）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。棒状のセンサユニット 2 では、磁気センサアレイ 21 を構成する 15 個の磁気センサ C n が、長手方向に沿って 10 cm 間隔で配列されている。車両 5 の車幅方向に沿って磁気センサアレイ 21 が取り付けられたとき、15 個の磁気センサ C n は車幅方向に沿って配列される。本例の構成では、磁気センサ C 1 が車両 5 の左側（左ハンドル車における運転席側）に位置し、磁気センサ C 15 が車両 5 の右側（同助手席側）に位置している（図 10 参照。）。

- [0023] 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 M I 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 は、アモルファスワイヤの長手方向に磁気的な感度を有している。
- [0024] 本例の磁気センサ 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ている。磁気センサ C n によれば、直交する 2 軸方向に作用する磁気を検出が可能である。なお、本例のセンサユニット 2 では、車両 5 への取付状態において、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 が組み込まれている。
- [0025] 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。本例では、車両の高速走行に対応できるよう、センサユニット 2 の各磁気センサ C n による磁気計測の周波数が 3 kHz に設定されている。
- [0026] 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	$0.02 \mu\text{T}$
サンプリング周波数	3 kHz

- [0027] 上述の通り、磁気マーカ 30 は、磁気センサ C n の取付け高さとして想定する範囲 $100 \sim 250 \text{ mm}$ において $8 \mu\text{T}$ 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 30 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。

[0028] 磁気センサアレイ 21 の検出処理回路 212 (図 4) は、磁気マーカ 30 (図 1) 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 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を利用して構成されている。

[0029] 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 3kHz の周波数で取得してマーカ検出処理を実行する。検出処理回路 212 は、マーカ検出処理の検出結果を測位ユニット 12 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 30 の検出に加えて、磁気マーカ 30 に対する車両 5 の対象点の横ずれ量の計測が実行される。

[0030] IMU 22 (図 4) 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。IMU 22 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、yaw 軸回りの角速度を計測する 2 軸ジャイロセンサ 223 と、を備えている。ここで、yaw 軸は、鉛直方向の軸である。IMU 22 は、計測加速度の二階積分により変位量を演算すると共に、計測角速度の積分により車両 5 の方位を演算する。IMU 22 が演算により求めた変位量および方位は、測位ユニット 12 に入力される。

[0031] (3) タグリーダ

タグリーダ 13 (図 4) は、磁気マーカ 30 の端面に貼り付けられた RFID タグ 35 と無線で通信する通信ユニットである。タグリーダ 13 は、RFID タグ 35 の動作に必要な電力を無線で送電し、RFID タグ 35 が送信する位置データを受信する。マーカ位置情報の一例であるこの位置データは、対応する磁気マーカ 30 の敷設位置 (絶対位置) を表すデータである。

[0032] (4) 測位ユニット

測位ユニット１２（図４）は、センサユニット２やタグリーダ１３を制御し、車両５に対して設定された対象点（適宜、車両の対象点という。）の位置である自車位置をリアルタイムで特定するユニットである。測位ユニット１２は、車両５の走行を制御する走行制御ユニット１１に自車位置を入力する。

[0033] 測位ユニット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。測位ユニット１２が自車位置を特定する方法は、磁気マーカ３０に車両５が到達したときと、隣り合う磁気マーカ３０の中間に車両５が位置するときと、で相違している。詳しくは後述するが、測位ユニット１２は、前者の場合、ＲＦＩＤタグ３５から受信した位置データ（マーカ位置情報）に基づいて自車位置を特定する。一方、後者の場合には、慣性航法により推定した車両５の相対位置を利用して自車位置を特定する。

[0034] （５）走行制御ユニット

走行制御ユニット１１（図４）は、例えばドライバーが設定した目的地までの自動運転を実現するために車両５を制御するユニットである。走行制御ユニット１１は、目標ルートを表すルートデータを生成するルートデータ生成部１１１、車両５を制御する車両制御部１１２、車両５に対して設定する対象点を選定する対象点選定処理部１１３、制御対象の対象点を更新する対象点更新処理部１１４、を含んでいる。

[0035] 走行制御ユニット１１には、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）１１０が接続されている。さらに走行制御ユニット１１には、ステアリング操舵ユニット１５１や、エンジンスロットル１５２や、ブレーキアクチュエータ１５３など、が制御可能に接続されている。

[0036] 走行制御ユニット１１は、図示しないＣＰＵ、ＲＯＭやＲＡＭなどのメモリデバイス、外部との入出力のためのＩ／Ｏチップなどが実装された電子基板を備えている。走行制御ユニット１１は、例えばＲＯＭから読み出したプ

ログラムをCPUが実行することで、上記の各部111～114としての機能を実現する。また、ROMの記憶エリアには、車両5の横幅の寸法である車幅や、前輪軸と後輪軸との軸間距離であるホイールベースなどの車両仕様のデータが格納されている。

[0037] 次に、本例の（A）マーカ検出処理、（B）走行制御処理、（C）対象点選定処理について説明する。

（A）マーカ検出処理

マーカ検出処理は、磁気センサアレイ21が実行する処理である。磁気センサアレイ21は、上記の通り、磁気センサCnを用いて3kHzの周波数でマーカ検出処理を実行する。

[0038] 上記のごとく、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計測可能である。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30の真上を通過するとき、進行方向の磁気計測値は、図5のごとく磁気マーカ30の前後で正負が反転すると共に、磁気マーカ30の真上の位置でゼロを交差するように時間的に変化する。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について、その正負が反転するゼロクロスZcが生じたとき、センサユニット2（磁気センサアレイ21）が磁気マーカ30の真上に位置すると判断できる。検出処理回路212は、このようにセンサユニット2が磁気マーカ30の真上に位置し進行方向の磁気計測値のゼロクロスが生じたとき、磁気マーカ30を検出したと判断する。

[0039] また例えば、磁気センサCnと同じ仕様の磁気センサについて、磁気マーカ30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。この場合、車幅方向の磁気計測値は、磁気マーカ30を挟んだ両側で正負が反転すると共に、磁気マーカ30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、15個の磁気センサCnを車幅方向に配列した磁気センサアレイ21では、磁気マーカ30を介してどちらの側にあるかによって磁気センサCnが検出する車幅方向の磁気の正負が異なってくる（図6）。

[0040] 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6の分布では、車幅方向の磁気の正負が反転するゼロクロスZ_cが磁気マーカ30に対応して現れる。同図の分布中のゼロクロスZ_cの位置は、磁気マーカ30の車幅方向の位置を表している。磁気マーカ30の車幅方向の位置は、例えば、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の間の中間の位置、あるいは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の正負が反転している磁気センサC_nの直下の位置として特定可能である。

[0041] 検出処理回路212は、磁気マーカ30に対する車両5の対象点の車幅方向の偏差を横ずれ量として計測する。例えば、車幅方向における車両5の中央が対象点に選定されている場合、センサユニット2の中央の磁気センサC₈の位置が対象点となる。例えば図6の場合、磁気マーカ30に対応するゼロクロスZ_cの位置がC₉とC₁₀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C₉とC₁₀の間隔は10cmであるから、磁気マーカ30に対する車両5の対象点（磁気センサC₈）の横ずれ量は $(9.5 - 8) \times 10 = 15 \text{ cm}$ となる。同図の例は、車線の中で車両5が左寄りとなった場合の例である。なお、横ずれ量の正負は、磁気マーカ30に対して車両の対象点が左に寄った場合を正、右に寄った場合を負としている。

[0042] (B) 走行制御処理

次に、図7等を参照しながら自動運転システム1の全体動作について説明する。

自動運転システム1では、例えばタッチパネル等の車載モニターや音声入力システムなどを利用して、ドライバーが目的地を設定可能である。走行制御ユニット11は、ドライバーが入力した目的地を取得すると(S101)、地図DB110に格納された3Dマップデータを参照し、ルートデータを生成する経路演算を実行する(S102)。

[0043] ここで、ルートデータは、自動運転制御の際、車両5の対象点を通過させる目標ルート1Rを表すデータである。例えば図8に例示する目標ルート1

Rのように、ルートデータは、車線300の中央の地点（絶対位置）の連なりのデータである。本例の構成では、車線300の中央に沿って磁気マーカ30が配列されている。それ故、ルートデータが表す目標ルート1Rは、磁気マーカ30の敷設ラインに一致する。

[0044] 自動運転制御では、車両5の対象点が目標ルート1R（所定のルート）を通過するように車両5が制御される。なお、車両5の対象点は、自動運転制御の実行中に随時、更新される。以下の説明における自車位置は、設定中の対象点の絶対位置を意味している。

[0045] 自動運転の制御中において、測位ユニット12は、センサユニット2を制御し、上記のマーカ検出処理を繰り返し実行させる（S201）。磁気マーカ30が検出されたとき（S202：YES）、測位ユニット12は、その磁気マーカ30に対する対象点の横ずれ量を取得すると共に、RFIDタグ35のマーカ位置情報（位置データ）を取得する（S223）。

[0046] 測位ユニット12は、位置データが表す磁気マーカ30の敷設位置を基準として横ずれ量の分だけオフセットさせた位置を自車位置（図8中の△印で例示）として特定する（S204）。ここで、上記の横ずれ量は、磁気マーカ30に対する車両5の対象点の横ずれ量である。また自車位置は、車両5の対象点の絶対位置である。

[0047] 一方、隣り合う磁気マーカ30の間に車両5が位置しており、磁気マーカ30を検出できないときには（S202：NO）、測位ユニット12は、磁気マーカ30の検出時に特定された直近の自車位置（図8中の△印の位置）に対する車両5の相対位置を推定する。具体的には、測位ユニット12は、IMU22から取り込んだ車両5の方位に沿って、同様に取り込んだ変位量を積算することで上記の相対位置を推定する。

[0048] 測位ユニット12は、図8に例示するように、磁気マーカ30の検出時に特定された直近の自車位置（図8中の△印の位置）に対して、この相対位置を足し合わせた×印の位置を自車位置として特定する。なお、同図の矢印は、この相対位置を表すベクトルの一例である。ここで上記のごとく、同図中

の△印の自車位置は、車両5の対象点の絶対位置である。そして、同図中の△印の自車位置に対して相対位置を足し合わせた×印の自車位置もまた、車両5の対象点の絶対位置になる。測位ユニット12は、特定した自車位置（図8中の△印あるいは×印の位置）を走行制御ユニット11に入力する。

[0049] 走行制御ユニット11は、自車位置を取得すると、目標ルート1R中の自車位置を特定する。そして走行制御ユニット11は、車両5の前方のルート形状を特定する（S103）。走行制御ユニット11は、車両5の前方のルートの形状的な仕様であるルート仕様として、例えば、前方のカーブの曲率などを特定する。ここで、前方のルート形状は、車両5の前方、数m先のルート形状を意味している。なお、ルート形状は、数m前方に代えて、前方数十mの地点、あるいは車両5が到達した地点（前方ゼロm）のルート形状でも良い。例えば、手前の地点でルート形状を特定したとき、その地点に到達したと推定されるとき、そのルート形状を特定しても良い。

[0050] 走行制御ユニット11は、ルート仕様、及びROMに格納された車両仕様を利用し、新たな対象点を選定する（S104、対象点選定処理）。この対象点選定処理では、例えばカーブの曲率などのルート仕様、及び車幅やホイールベースなどの車両仕様が反映された位置が、新たな対象点として選定される。なお、ルート仕様及び車両仕様のうちのいずれか一方のみを考慮して新たな対象点を選定することも良い。なお、対象点選定処理の内容については後で詳しく説明する。

[0051] 走行制御ユニット11は、ステップS104で新たに選定された対象点により制御対象の対象点を更新する（S105、対象点更新処理）。そして走行制御ユニット11は、更新された新たな対象点について、図9のごとく、目標ルート1Rからの偏差 ΔD を算出する（S106）。そして走行制御ユニット11は、この偏差 ΔD をゼロに近づけるようにステアリング制御、スロットル制御などの車両制御を実行することで、自動運転を実現する（S107）。

[0052] ここで、本例のルートデータが表す目標ルート1Rは、走行経路をなす車

線 300 の中央の位置、すなわち磁気マーカ 30 の敷設ライン上の位置を示している。例えば、車幅方向の中央に当たる磁気センサ C8 の位置が対象点 1 S に設定されていれば、図 10 のごとく、車線 300 の中央に沿って走行するように車両 5 が制御される。また例えば、左寄りの磁気センサ C3 の位置が対象点 1 S に設定されていれば、図 11 のごとく、車線 300 の中で右寄りに走行するように車両が制御される。

[0053] (C) 対象点選定処理

図 7 中のステップ S104 の対象点選定処理は、車両 5 の対象点を選定するための処理である。本例の対象点選定処理では、15 個の磁気センサ C1 ~ C15 (Cn) が配列された直線上のいずれかの位置が対象点として選定される。対象点は、例えば C9.5 など、隣り合う磁気センサ間の中間的な位置であっても良い。以下の説明では、対象点の位置を、磁気センサ C8 の位置や磁気センサ C2 の位置などと表現する。

[0054] 本例の自動運転システム 1 では、対象点選定処理に適用する補正係数 (図 12、図 13) が規定されている。図 12 の補正係数 D1 は、カーブの曲率 (ルート仕様の一例) に応じた補正係数である。図 13 の補正係数 D2 は、ホイールベース (車両仕様の一例) に応じた補正係数である。なお、図 12 及び図 13 のごとく、補正係数 D1、D2 は、車幅 W が大きいほど値が大きくなる。車幅 W が大きいほど、対象点を補正する必要性が高くなるからである。

[0055] 対象点選定処理では、例えば、次の数式 1 の演算によって新たな対象点を選定される。

[数1]

$$(\text{新たな対象点}) = (\text{初期設定の対象点}) \pm (D1 \times D2)$$

[0056] 数式 1 における初期設定の対象点は、例えば直線路に適した対象点であり、例えば、車両 5 の中央に当たる磁気センサ C8 の位置が設定される。磁気センサ C8 の位置が初期設定の対象点であるとき、数式 1 における (初期設

定の対象点)の値は8となる。また、例えば数式1によって(新たな対象点)として3の値が算出されたとき、磁気センサC3の位置が新たな対象点に選定される。

[0057] 数式1において、補正量である($D1 \times D2$)を、初期設定の対象点に加算するか差し引くかを切り換える「±」は、左カーブか右カーブかによって定まる。左カーブの場合には、内輪差を考慮し、車線の中で車両5を右側に寄せる必要がある。そこで、左カーブの場合、左寄りの対象点を選定できるよう、初期設定の対象点から補正量を差し引くと良い。この場合、上記の数式1が(初期設定の対象点) - ($D1 \times D2$)となる。一方、右カーブの場合には、内輪差を考慮し、車線の中で車両5を左側に寄せる必要がある。そこで、右カーブの場合、右寄りの対象点を選定できるよう、初期設定の対象点に補正量を加算すると良い。この場合、上記の数式1が(初期設定の対象点) + ($D1 \times D2$)となる。

[0058] 上記の数式1によれば、前方(数m先)のルートが直進かカーブかに応じて適切な対象点を演算できる。例えば前方のルートが直線の場合、曲率がほぼゼロであることから補正係数D1がほぼゼロになる。それ故、前方のルートが直線の場合には、補正係数D2の値に関わらず、補正量がほぼゼロになり、初期設定の対象点の近く位置する対象点を選定される。一方、前方のルートがカーブの場合には、補正係数D1が大きな値となって補正量が大きな量となる。これにより初期設定の対象点から離れて位置する対象点を選定される。

[0059] このように上記の数式1による対象点選定処理は、前方のルートが直線の場合には対象点の補正が実施されず、前方のカーブの曲率が大きいときに対象点の補正の度合いが強くなる処理である。なお、補正の度合いは車幅Wによっても異なる。車幅Wが大きいほど、補正係数D1、D2が大きくなるため(図12及び図13参照。)、補正の度合いが強くなる。

[0060] ここで、タイトな左カーブを車両5が通過する場合を例に、対象点を補正する意義を説明する。図14は、磁気センサC8の位置に対象点を設定した

ま、タイトな左カーブを通過する際に生じる内輪差を示している。直線路に適した磁気センサC 8の位置の対象点のまま、タイトな左カーブを走行すると、内輪差のために左後輪が内側に寄り過ぎ、カーブの内側のスペースSが十分でなくなる。一方、図15のように左寄りの磁気センサC 2の位置に対象点を設定すれば、左カーブの車線の中で右寄りの大回りで車両5が走行できる。この場合には、左後輪が内側に寄りすぎることなく、カーブの内側のスペースSを十分に確保できる。

[0061] 上記の数式1による対象点選定処理では、直線路のとき、例えば初期設定の対象点である磁気センサC 8の位置近くが対象点として選定される。一方、左カーブのときは、補正により磁気センサC 8の位置よりも左寄りの対象点を選定される。直線区間を経て左カーブ区間に進入する図16の経路を車両5が通過する際は、まず直線区間において、磁気センサC 8の位置が対象点に選定される。その後のカーブ区間においては、磁気センサC 2など左寄りの位置が対象点に選定される。直線区間において、中央の磁気センサC 8の位置を対象点に選定すれば、車線の中で車両5の位置が偏ることがない。カーブ区間において、例えば磁気センサC 2など左寄りの対象点を選定すれば、カーブ内側の左後輪が内側に寄り過ぎることもない。

[0062] このように上記の数式1の対象点選定処理によって対象点を選定すれば、直進の際の車線内の車両5の位置を適正に保持しながら、カーブ内側の左後輪の軌跡を良好にできる。車両5の左後輪の軌跡RGは、図16のごとく、対象点が磁気センサC 8の位置のときの左後輪の軌跡R 8のうちの直線区間に対応する部分と、対象点が磁気センサC 2の位置のときの左後輪の軌跡R 2のうちのカーブ区間に対応する部分と、を組み合わせた良好な軌跡となる。

[0063] また、本例の対象点選定処理では、ホイールベースが長いほど補正係数D 2（図13）が大きくなっている。この補正係数D 2によれば、ホイールベースが長い大型車について、小型車よりも対象点の補正の度合いを強くできる。これにより、小型車よりも内輪差が大きい大型車がタイトなカーブを通

過する際の走行ルートをより大回りにでき、カーブ内側の後輪の軌跡を良好にできる。

[0064] 以上のように、本例の自動運転システム 1 は、車両 5 の対象点が目標ルート 1 R を通過するように自動操舵により車両 5 を走行させるシステムである。自動運転システム 1 は、制御対象の対象点を選定し随時、更新する点に技術的特徴のひとつを有している。

[0065] 自動運転システム 1 では、制御対象の対象点を更新することで、車両 5 が実際に走行するルートを調節可能である。この自動運転システム 1 では、実際の車両 5 の走行ルートを調節するに当たって、制御の仕様や目標ルートを変更する必要性が少ない。自動運転システム 1 は、制御の仕様や目標ルートを変更することなく、実際の車両 5 の走行ルートを調節可能であり、様々な車種や走路に汎用性高く適用可能である。

[0066] なお、本例では、ルート仕様としてカーブの曲率を例示している。車線幅や車線の種別をルート仕様に含めることも良い。車線幅が狭いほど、車線における車両の位置を精度高く制御する必要があるからである。車線の種別としては、高速道路か一般道か、片側 2 車線の外側車線か内側車線か、などの種別がある。

[0067] なお、車線の中の車両 5 の位置は中央が一般的である一方、左寄りや右寄りの位置を好むドライバーも存在している。そこで、車線の中の車両位置の好みをドライバーが設定できる設定画面 50（図 17）を車載モニターに表示することも良い。この設定画面 50 では、右向き三角マーク 50 R 及び左向き三角マーク 50 L を利用して車両位置を調整でき、決定ボタン 52 への操作に応じて好みの車両位置を設定できる。設定画面 50 を利用して設定された好みのタッチ車両の位置に応じて、対象点の位置を補正すると良い。この構成における車載モニターは、走路の中で車両が占有する車幅方向の位置を調整するためにドライバーが操作する操作部の一例をなす。対象点選定処理部としての走行制御ユニット 11 は、操作部に対するドライバーの操作により例えば左寄り（右寄り）の位置が選択されたとき、対象点を左寄り（右

寄り)に調整すると良い。この調整としては、例えば、上記の対象点選定処理によって選定された対象点を所定量ずらしたり、上記の数式1における初期設定の対象点を所定量ずらす調整等を採用できる。

[0068] さらに、マニュアル運転中の車両の位置などから、ドライバーの好みの車両の位置を学習することも良い。さらには道路の種別毎に区別してドライバーの好みの車両の位置を学習することも良い。この場合には、走行制御ユニットは、道路の種別毎のドライバーの好みの学習結果を利用して対象点をきめ細かく選定できる。このようにドライバーに応じて対象点を選定すれば、自動運転による車両5の走行ルートを、ドライバーが運転したときの走行ルートに近づけることができ、自動運転中にドライバーが感じ得る違和感を低減できる。

[0069] 本例では、15個の磁気センサC_nが配列された直線上のいずれかの位置を、車両の対象点として選定する構成を例示している。この構成に代えて、路面と平行をなす水平面内で対象点を2次元的に選定することも良い。この場合、車両の内側であるか外側であるかに関わらず、対象点を選定しても良い。例えば図18のように、目標ルート1Rをなす走路に他の車両59がはみ出して駐車している場合、車両5の外側に対象点1Sを選定することも可能である。この場合には、駐車車両59を回避するための特別制御へ切り換えることなく、通常の自動運転制御により駐車車両59の回避が可能になる。例えば、対象点選定処理により車両5の外側の対象点を選定すれば、目標ルート1Rに係る車線を走行中の先行車両を追い抜くための車線変更等も可能である。

[0070] 本例の構成によれば、制御対象の対象点1Sを選定することで、目標ルート1R上の障害物を回避する制御や、車線変更を実行する制御等が可能である。その際、車両5の外側に位置する対象点1Sを選定すれば、車幅分や車幅の半分を超えるような横方向の変位量を伴うラテラル制御が可能になる。例えば図19のごとく、ルート上の先行車両591などの障害物を回避するために車線変更を実行する場合、制御対象の対象点1Sは、先行車両591

に重なって位置したり、車両5が位置する車線300に対して隣接する他の車線300に位置したりし得る。このように制御対象の対象点1Sを選定することで、車両5のラテラル制御を実現できる。

[0071] なお、補正係数D1（図12）に代えて、あるいは加えて、操舵輪の操舵角に応じて値が大きくなる補正係数D3を採用することも良い。補正係数D1に加えて補正係数D3を採用する場合、以下の数式2の演算によって新たな対象点を選定できる。

[数2]

$$(\text{新たな対象点}) = (\text{初期設定の対象点}) \pm (D1 \times D2 \times D3)$$

[0072] 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

- [0073]
- 1 自動運転システム（制御システム）
 - 1R 目標ルート（所定のルート）
 - 1S 対象点
 - 11 走行制御ユニット
 - 12 測位ユニット
 - 13 タグリーダ
 - 110 地図データベース（地図DB）
 - 111 ルートデータ生成部
 - 112 車両制御部
 - 113 対象点選定処理部
 - 114 対象点更新処理部

- 2 センサユニット
 - 2 1 磁気センサアレイ
 - 2 1 2 検出処理回路
 - 2 2 IMU
- 3 0 磁気マーカ
- 3 5 RFIDタグ
- 5 車両