

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-5401

(P2020-5401A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60L 15/20 (2006.01)	B60L 15/20 Y	3D241
B60W 30/10 (2006.01)	B60L 15/20 S	5H125
B60W 10/04 (2006.01)	B60W 30/10	
B60W 10/20 (2006.01)	B60W 10/00 134	
B60W 10/08 (2006.01)	B60W 10/08	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-122738 (P2018-122738)
 (22) 出願日 平成30年6月28日 (2018. 6. 28)

(71) 出願人 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100154380
 弁理士 西村 隆一
 (74) 代理人 100081972
 弁理士 吉田 豊
 (72) 発明者 高野 将吾
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
 本田技術研究所内
 (72) 発明者 齊藤 孝太
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
 本田技術研究所内

最終頁に続く

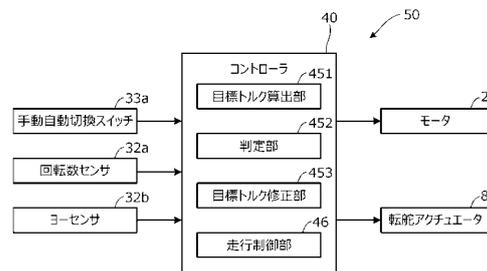
(54) 【発明の名称】 自動運転車両の制御装置

(57) 【要約】

【課題】自動運転車両のスリップ後に車体のヨー角が変化したときの車両の走行安定性を担保する。

【解決手段】自動運転車両の制御装置50は、行動計画に従い4つの駆動輪の目標トルクを算出する目標トルク算出部451と、4つの駆動輪のスリップ状態を検出する回転数センサ32aと、車体の向きを検出するヨーセンサ32bと、回転数センサ32aにより右前輪のスリップ状態が検出されると、右前輪の目標トルクを減少させ、その後、ヨーセンサ32bにより目標進行方向に対する所定値以上の車体の向きのずれが検出されると、右後輪の目標トルクを増加かつ左後輪の目標トルクを減少させるように目標トルクを修正する目標トルク修正部453と、目標トルク修正部453で修正された目標トルクに従いモータ2を制御する走行制御部46と、を備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自動運転機能を有するとともに、前後左右の 4 つの駆動輪をそれぞれ独立して駆動する駆動部を有する自動運転車両の制御装置であって、

前記 4 つの駆動輪は、第 1 駆動輪と、前記第 1 駆動輪と左右同一側かつ前後反対側に配置された第 2 駆動輪と、前記第 1 駆動輪と左右反対側かつ前後同一側に配置された第 3 駆動輪と、前記第 1 駆動輪と左右反対側かつ前後反対側に配置された第 4 駆動輪であり、

行動計画に従い前記 4 つの駆動輪の目標トルクを算出する目標トルク算出部と、

前記 4 つの駆動輪のスリップ状態を検出するスリップ検出部と、

車体の向きを検出する方向検出部と、

前記スリップ検出部により前記第 1 駆動輪のスリップ状態が検出されると、前記第 1 駆動輪の目標トルクを減少させ、その後、前記方向検出部により目標進行方向に対する所定値以上の前記車体の向きのずれが検出されると、前記第 2 駆動輪の目標トルクを増加かつ前記第 4 駆動輪の目標トルクを減少させるように、前記目標トルク算出部で算出された目標トルクを修正する目標トルク修正部と、

前記目標トルク修正部で修正された目標トルクに従い前記駆動部を制御する走行制御部と、を備えることを特徴とする自動運転車両の制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の自動運転車両の制御装置において、

前記自動運転車両は、前記 4 つの駆動輪のうちの少なくとも 2 つを転舵する転舵部をさらに有し、

前記走行制御部は、前記スリップ検出部により前記第 1 駆動輪のスリップ状態が検出された後、前記方向検出部により前記目標進行方向に対する前記所定値以上の前記車体の向きのずれが検出されると、前記方向検出部により検出された前記車体の向きに応じて、さらに前記転舵部を制御することを特徴とする自動運転車両の制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の自動運転車両の制御装置において、

前記目標トルク修正部は、前記スリップ検出部により前記第 1 駆動輪のスリップ状態が検出されると、前記第 1 駆動輪の目標トルクを 0 に減少させ、その後、前記方向検出部により前記目標進行方向に対する前記所定値以上の前記車体の向きのずれが検出されると、前記第 2 駆動輪の目標トルクを増加させるとともに、前記第 4 駆動輪の目標トルクを 0 に減少させることを特徴とする自動運転車両の制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、自動運転車両の制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、前後左右の 4 輪を駆動輪としてそれぞれ独立して 4 つのモータで駆動する電気自動車において、駆動輪がスリップしたときに、各モータのトルクを制御することで、スリップ状態からの復帰を図るようにした装置が知られている（例えば特許文献 1 参照）。この特許文献 1 記載の装置では、いずれかの駆動輪のスリップが検出されると、スリップした駆動輪のトルクを減少させるとともに、そのトルクの減少分を、スリップしていない他の駆動輪のトルクに加算する。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

特許文献 1：特開 2015 - 23691 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【0004】

ところで、スリップ後に車体のヨー角が変化すると、車両の走行安定性を損なうため、何らかの対策を施すことが好ましい。しかしながら、上記特許文献1記載の装置は、駆動輪のスリップの有無を判定し、その判定結果に基づいて各モータのトルクを制御するように構成するだけであり、上記特許文献1記載の装置では、スリップ後に車体のヨー角が変化したときの車両の走行安定性を十分に担保することはできない。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様は、自動運転機能を有するとともに、前後左右の4つの駆動輪をそれぞれ独立して駆動する駆動部を有する自動運転車両の制御装置であり、4つの駆動輪は、第1駆動輪と、第1駆動輪と左右同一側かつ前後反対側に配置された第2駆動輪と、第1駆動輪と左右反対側かつ前後同一側に配置された第3駆動輪と、第1駆動輪と左右反対側かつ前後反対側に配置された第4駆動輪であり、行動計画に従い4つの駆動輪の目標トルクを算出する目標トルク算出部と、4つの駆動輪のスリップ状態を検出するスリップ検出部と、車体の向きを検出する方向検出部と、スリップ検出部により第1駆動輪のスリップ状態が検出されると、第1駆動輪の目標トルクを減少させ、その後、方向検出部により目標進行方向に対する所定値以上の車体の向きのずれが検出されると、第2駆動輪の目標トルクを増加かつ第4駆動輪の目標トルクを減少させるように、目標トルク算出部で算出された目標トルクを修正する目標トルク修正部と、目標トルク修正部で修正された目標トルクに従い駆動部を制御する走行制御部と、を備える。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、自動運転車両のスリップ後に車体のヨー角が変化したときの車両の走行安定性を十分に担保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施形態に係る制御装置が適用される自動運転車両の走行系の概略構成を示す図。

【図2】図1の自動運転車両を制御する自動運転車両システムの全体構成を概略的に示すブロック図。

【図3】車両のスリップ時の動作の一例を示す図。

【図4】本発明の実施形態に係る制御装置の要部構成を示すブロック図。

【図5】図4のコントローラで実行される処理の一例を示すフローチャート。

【図6】本発明の実施形態に係る制御装置による動作の一例を示すタイムチャート。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図1～図6を参照して本発明の実施形態について説明する。本発明の実施形態に係る制御装置は、自動運転機能を有する自動運転車両（単に車両と呼ぶ場合もある）に適用される。まず、自動運転車両の構成について説明する。

【0009】

図1は、本実施形態に係る制御装置が適用される自動運転車両100の走行駆動系の概略構成を示す図である。車両100は、ドライバによる運転操作が不要な自動運転モードでの走行だけでなく、ドライバの運転操作による手動運転モードでの走行も可能である。図1に示すように、車両100は、前後左右の4つの車輪1、すなわち、左右の前輪1FL, 1FRおよび左右の後輪1RL, 1RRの双方が駆動輪である四輪駆動車両として構成される。以下では、4つの駆動輪1FL, 1FR, 1RL, 1RRをそれぞれ左前輪、右前輪、左後輪、右後輪と呼ぶこともある。

【0010】

各駆動輪1には、それぞれモータ（電動モータ）2が接続される。各モータ2はインバータ3を介してバッテリー4に接続され、バッテリー4から供給される電力によりそれぞれ駆

動される。一方、モータ2が外力により駆動されると、モータ2で発電され、バッテリー4に蓄電される。このように各駆動輪1に対応してモータ2を設けることで、各駆動輪1を互いに独立して駆動することができる。なお、インバータ3は、コントローラ(図2)により制御され、これによりモータ2の駆動が制御される。

【0011】

運転席には、ドライバによって回転操作されるステアリングホイール5が設けられる。ステアリングホイール5には、ステアリングホイール5と一体に回転するステアリングシャフト6の一端部が連結され、ステアリングシャフト6の他端部に、例えばラックアンドピニオン式のステアリングギヤボックス7が連結される。ステアリングギヤボックス7のラックは、ステアリングホイール5の操作に応じて左右に移動し、これにより前側の駆動輪1FL, 1FRが左右に転舵される。

10

【0012】

ステアリングギヤボックス7には、転舵アクチュエータ8が取り付けられる。転舵アクチュエータ8は例えば電動モータにより構成され、転舵アクチュエータ8の駆動により、ステアリングギヤボックス7のラックを左右に移動させることができる。これによりドライバのステアリング操作によらずに、前側の駆動輪1FL, 1FRを転舵することができる。ステアリングシャフト6には操舵アクチュエータ9が取り付けられる。操舵アクチュエータ9は例えば電動モータにより構成され、操舵アクチュエータ9の駆動によりドライバのステアリング操作に対し反力を付与することができる。操舵アクチュエータ9は、ステアリングホイール5の操作量が大きいほど、ドライバに対し大きな操作反力を付与する。

20

【0013】

図2は、本実施形態に係る車両制御システム101の全体構成を概略的に示すブロック図であり、主に自動運転に係る構成を示す。図2に示すように、車両制御システム101は、コントローラ40と、コントローラ40にそれぞれ電氣的に接続された外部センサ群31と、内部センサ群32と、入出力装置33と、GPS受信機34と、地図データベース35と、ナビゲーション装置36と、通信ユニット37と、走行用のアクチュエータACとを主に有する。

【0014】

外部センサ群31は、車両100の周辺情報である外部状況を検出する複数のセンサの総称である。例えば外部センサ群31には、車両100の全方位の照射光に対する散乱光を測定して車両100から周辺の障害物までの距離を測定するライダ、電磁波を照射し反射波を検出することで車両100の周辺の他車両や障害物等を検出するレーダ、車両100に搭載され、CCDやCMOS等の撮像素子を有して自車両の周辺(前方、後方および側方)を撮像するカメラなどが含まれる。

30

【0015】

内部センサ群32は、車両100の走行状態を検出する複数のセンサの総称である。例えば内部センサ群32には、車両100の車速を検出する車速センサ、車両100の前後方向の加速度および左右方向の加速度(横加速度)をそれぞれ検出する加速度センサ、スロットルバルブの開度(スロットル開度)を検出するスロットル開度センサなどが含まれる。手動運転モードでのドライバの運転操作、例えばアクセルペダルの操作、ブレーキペダルの操作、ステアリングホイール5の操作等を検出するセンサも内部センサ群32に含まれる。

40

【0016】

入出力装置33は、ドライバから指令が入力されたり、ドライバに対し情報が出力されたりする装置の総称である。例えば入出力装置33には、操作部材の操作によりドライバが各種指令を入力する各種スイッチ、ドライバが音声で指令を入力するマイク、ドライバに表示画像を介して情報を提供する表示部、ドライバに音声で情報を提供するスピーカなどが含まれる。各種スイッチには、自動運転モードおよび手動運転モードのいずれかを指令する手動自動切換スイッチが含まれる。

50

【 0 0 1 7 】

手動自動切換スイッチは、例えばドライバが手動操作可能なスイッチとして構成され、スイッチ操作に応じて、自動運転機能を有効化した自動運転モードまたは自動運転機能を無効化した手動運転モードへのモード切換指令を出力する。手動自動切換スイッチの操作によらずに、手動運転モードから自動運転モードへの切換、あるいは自動運転モードから手動運転モードへの切換を指令することもできる。すなわち、ドライバによる所定の操作がなされたときや所定の走行条件が成立したときに、運転モードを手動運転モードまたは自動運転モードに自動的に切り換えることもできる。

【 0 0 1 8 】

G P S 受信機 3 4 は、複数の G P S 衛星からの測位信号を受信し、これにより車両 1 0 0 の絶対位置（緯度、経度など）を測定する。

10

【 0 0 1 9 】

地図データベース 3 5 は、ナビゲーション装置 3 6 に用いられる一般的な地図情報を記憶する装置であり、例えばハードディスクにより構成される。地図情報には、道路の位置情報、道路形状（曲率など）の情報、交差点や分岐点の位置情報が含まれる。なお、地図データベース 3 5 に記憶される地図情報は、コントローラ 4 0 の記憶部 4 2 に記憶される高精度な地図情報とは異なる。

【 0 0 2 0 】

ナビゲーション装置 3 6 は、ドライバにより入力された目的地までの道路上の目標経路を探索するとともに、目標経路に沿った案内を行う装置である。目的地の入力および目標経路に沿った案内は、入出力装置 3 3 を介して行われる。入出力装置 3 3 を介さず、目的地を自動的に設定することもできる。目標経路は、G P S 受信機 3 4 により測定された自車両の現在位置と、地図データベース 3 5 に記憶された地図情報とに基づいて演算される。

20

【 0 0 2 1 】

通信ユニット 3 7 は、インターネット回線などの無線通信網を含むネットワークを介して図示しない各種サーバと通信し、地図情報および交通情報などを定期的に、あるいは任意のタイミングでサーバから取得する。取得した地図情報は、地図データベース 3 5 や記憶部 4 2 に出力され、地図情報が更新される。取得した交通情報には、渋滞情報や、信号が赤から青に変わるまでの残り時間等の信号情報が含まれる。

30

【 0 0 2 2 】

アクチュエータ A C は、車両 1 0 0 の走行動作に関する各種機器を作動させるための走行用アクチュエータである。アクチュエータ A C には、4 つの駆動輪 1 をそれぞれ駆動する 4 つのモータ 2、制動装置を作動するブレーキ用アクチュエータ、および前側の駆動輪 1 F L, 1 F R を転舵する転舵用アクチュエータ（転舵アクチュエータ 8）などが含まれる。なお、モータ 2 はインバータ 3 を介して制御されるが、図 2 ではインバータ 3 の図示を省略する。

【 0 0 2 3 】

コントローラ 4 0 は、電子制御ユニット（E C U）により構成される。なお、モータ制御用 E C U、転舵制御用 E C U 等、機能の異なる複数の E C U を別々に設けることができるが、図 2 では、便宜上、これら E C U の集合としてコントローラ 4 0 が示される。コントローラ 4 0 は、走行制御に係る処理を行う C P U 等の演算部 4 1 と、R O M, R A M, ハードディスク等の記憶部 4 2 と、図示しないその他の周辺回路とを有するコンピュータを含んで構成される。

40

【 0 0 2 4 】

記憶部 4 2 には、車線の中央位置の情報や車線位置の境界の情報等を含む高精度の詳細な地図情報が記憶される。より具体的には、地図情報として、道路情報、交通規制情報、住所情報、施設情報、電話番号情報等が記憶される。道路情報には、高速道路、有料道路、国道などの道路の種別を表す情報、道路の車線数、各車線の幅員、道路の勾配、道路の 3 次元座標位置、車線のカーブの曲率、車線の合流ポイントおよび分岐ポイントの位置、

50

道路標識等の情報が含まれる。交通規制情報には、工事等により車線の走行が制限または通行止めとされている情報などが含まれる。記憶部 4 2 には、各種制御のプログラム、プログラムで用いられる閾値等の情報も記憶される。

【 0 0 2 5 】

演算部 4 1 は、主に自動走行に関する機能的構成として、自車位置認識部 4 3 と、外界認識部 4 4 と、行動計画生成部 4 5 と、走行制御部 4 6 とを有する。

【 0 0 2 6 】

自車位置認識部 4 3 は、GPS 受信機 3 4 で受信した車両 1 0 0 の位置情報および地図データベース 3 5 の地図情報に基づいて、地図上の車両 1 0 0 の位置（自車位置）を認識する。記憶部 4 2 に記憶された地図情報（建物の形状などの情報）と、外部センサ群 3 1 が検出した車両 1 0 0 の周辺情報とを用いて自車位置を認識してもよく、これにより自車位置を高精度に認識することができる。なお、道路上や道路脇の外部に設置されたセンサで自車位置を測定可能であるとき、そのセンサと通信ユニット 3 7 を介して通信することにより、自車位置を高精度に認識することもできる。

10

【 0 0 2 7 】

外界認識部 4 4 は、ライダ、レーダ、カメラ等の外部センサ群 3 1 からの信号に基づいて車両 1 0 0 の周囲の外部状況を認識する。例えば車両 1 0 0 の周辺を走行する周辺車両（前方車両や後方車両）の位置や速度や加速度、車両 1 0 0 の周囲に停車または駐車している周辺車両の位置、および他の物体の位置や状態などを認識する。他の物体には、標識、信号機、道路の境界線や停止線、建物、ガードレール、電柱、看板、歩行者、自転車等が含まれる。他の物体の状態には、信号機の色（赤、青、黄）、歩行者や自転車の移動速度や向きなどが含まれる。

20

【 0 0 2 8 】

行動計画生成部 4 5 は、例えばナビゲーション装置 3 6 で演算された目標経路と、自車位置認識部 4 3 で認識された自車位置と、外界認識部 4 4 で認識された外部状況とに基づいて、現時点から所定時間先までの車両 1 0 0 の走行軌道（目標軌道）を生成する。目標経路上に目標軌道の候補となる複数の軌道が存在するときには、行動計画生成部 4 5 は、その中から法令を順守し、かつ効率よく安全に走行する等の基準を満たす最適な軌道を選択し、選択した軌道を目標軌道とする。そして、行動計画生成部 4 5 は、生成した目標軌道に応じた行動計画を生成する。

30

【 0 0 2 9 】

行動計画には、現時点から所定時間 T （例えば 5 秒）先までの間に単位時間 t （例えば 0.1 秒）毎に設定される走行計画データ、すなわち単位時間 t 毎の時刻に対応付けて設定される走行計画データが含まれる。走行計画データは、単位時間 t 毎の車両 1 0 0 の位置データと車両状態のデータとを含む。位置データは、例えば道路上の 2 次元座標位置を示す目標点のデータであり、車両状態のデータは、車速を表す車速データと車両 1 0 0 の向きを表す方向データなどである。走行計画は単位時間 t 毎に更新される。

【 0 0 3 0 】

行動計画生成部 4 5 は、現時点から所定時間 T 先までの単位時間 t 毎の位置データを時刻順に接続することにより、目標軌道を生成する。このとき、目標軌道上の単位時間 t 毎の各目標点の車速（目標車速）に基づいて、単位時間 t 毎の加速度（目標加速度）を算出する。すなわち、行動計画生成部 4 5 は、目標車速と目標加速度とを算出する。なお、目標加速度を走行制御部 4 6 で算出するようにしてもよい。

40

【 0 0 3 1 】

走行制御部 4 6 は、運転モード（自動運転モード、手動運転モード）に応じてアクチュエータ AC を制御する。例えば自動運転モードにおいて、走行制御部 4 6 は、行動計画生成部 4 5 で生成された目標軌道に沿って車両 1 0 0 が走行するように各アクチュエータ AC を制御する。より具体的には、走行制御部 4 6 は、自動運転モードにおいて道路勾配などにより定まる走行抵抗を考慮して、行動計画生成部 4 5 で算出された単位時間 t 毎の目標加速度を得るための要求駆動力を算出する。そして、例えば内部センサ群 3 2 により

50

検出された実加速度が目標加速度となるようにアクチュエータACをフィードバック制御する。すなわち、自車両が目標車速および目標加速度で走行するようにアクチュエータACを制御する。一方、手動運転モードでは、走行制御部46は、内部センサ群32により取得されたドライバからの走行指令（アクセル開度等）に応じて各アクチュエータACを制御する。

【0032】

ところで、例えば雪道や凍結した道路等の摩擦係数が低くかつ不均一である傾斜面を自動運転で登坂走行しているとき、いずれかの駆動輪1がスリップ（空転）すると、車体の向きが傾くおそれがある。図3は、その一例を示す図である。図中の矢印FL1, FR1, RL1, RR1は、それぞれ左前輪1FL、右前輪1FR、左後輪1RL、右後輪1RRの各モータ2の駆動トルクの大きさを示す。図3(a)に示すように、車両100が矢印A（前方）に向けて直進走行中に、例えば右前輪1FRがスリップすると、図3(b)の矢印Bに示すように、車両100が右側に傾くおそれがある。このような傾きを速やかに解消して車両100を目標軌道上の進行方向（矢印A）に向けて走行させるため、本実施形態では、以下のように自動運転車両の制御装置を構成する。

10

【0033】

図4は、本実施形態に係る制御装置50の要部構成を示すブロック図である。この制御装置50は、車両100の走行動作を制御するものであり、図2の車両制御システム101の一部を構成する。

【0034】

図4に示すように、制御装置50は、コントローラ40と、コントローラ40にそれぞれ接続された手動自動切換スイッチ33aと、4つの回転数センサ32a（1つのみ図示）と、ヨーセンサ32bと、4つのモータ2（1つのみ図示）と、転舵アクチュエータ8とを有する。なお、各モータ2はインバータ3を介して制御されるが、図4ではインバータ3の図示を省略する。

20

【0035】

手動自動切換スイッチ33aは、図2の入出力装置33の一部を構成する。回転数センサ32aは、各駆動輪1FL, 1FR, 1RL, 1RRに対応してそれぞれ設けられ、各駆動輪1FL, 1FR, 1RL, 1RRの回転数をそれぞれ検出する検出器であり、図2の内部センサ群32の一部を構成する。ヨーセンサ32bは、車両100（車体）の重心の鉛直軸回りの基準線からの回転角（ヨー角）、すなわち車両100の向きを検出する検出器であり、例えばカメラにより構成できる。基準線は、車両100の目標進行方向に一致し、ヨー角が0°であれば、車両100は目標進行方向を向いている。なお、車両100（車体）の重心の鉛直軸回りの回転角速度（ヨーレート）を検出する角速度センサからの信号によりヨー角を求めることもできる。

30

【0036】

コントローラ40は、主たる機能的構成として、目標トルク算出部451と、判定部452と、目標トルク修正部453と、走行制御部46とを有する。目標トルク算出部451と判定部452と目標トルク修正部453とは、例えば図2の行動計画生成部45の一部を構成する。

40

【0037】

目標トルク算出部451は、行動計画生成部45により算出された要求駆動力を得るための各駆動輪1FL, 1FR, 1RL, 1RRの目標トルクを算出する。すなわち、各駆動輪1FL, 1FR, 1RL, 1RRの目標トルクの総和により要求駆動力が得られるため、目標トルク算出部451は要求駆動力に応じて目標トルクを算出する。この場合、行動計画生成部45により直線上の目標軌道が生成されるとき、各駆動輪1FL, 1FR, 1RL, 1RRの目標トルクを、例えば互いに等しい値に設定する。目標トルクの設定はこれに限らず、例えば前側の駆動輪1FL, 1FRの目標トルクを後側の駆動輪1RL, 1RRの目標トルクより大きくしてもよい。行動計画生成部45により生成される目標軌道が直線ではなくカーブであるとき、目標トルク算出部451は、左右の駆動輪1（例え

50

ば左前輪 1 F L と右前輪 1 F R) のトルクに差が生じるように目標トルクを算出する。

【 0 0 3 8 】

判定部 4 5 2 は、車両 1 0 0 の向きを修正する制御（車両姿勢修正制御）の要否を判定する。具体的には、まず、回転数センサ 3 2 a からの信号に基づいてスリップしている駆動輪 1 があるか否かを判定する。すなわち、駆動輪 1 がスリップすると、その駆動輪 1 は空転によって他の駆動輪 1 よりも回転数が急激に上昇する。したがって、判定部 4 5 2 は、回転数が急激に上昇している駆動輪 1 が存在するとき、例えば他の駆動輪 1 との回転数差が所定値以上であるとき、その駆動輪 1 がスリップ状態であると判定する。

【 0 0 3 9 】

判定 4 5 2 部は、スリップ状態を検出した後、さらにヨーセンサ 3 2 b により所定値 1 以上の車体のヨー角の変化（ヨー偏差）が検出されたか否かを判定する。これは、車両 1 0 0 の向きが目標進行方向に対し単位時間あたりに所定角度（例えば 5 ° 程度）以上変化したか否かの判定であり、これを判定できるように所定値 1 が適宜設定される。ヨーセンサ 3 2 b により所定値 1 以上のヨー偏差 が検出されると、判定部 4 5 2 は、車両姿勢修正制御が必要と判定する。

【 0 0 4 0 】

目標トルク修正部 4 5 3 は、判定部 4 5 2 によりスリップしている駆動輪 1 が存在すると判定されると、その駆動輪 1（スリップ輪とも呼ぶ）の目標トルクを減少させる。例えばスリップ輪の目標トルクを 0 にする。さらに、判定部 4 5 2 により、所定値 1 以上のヨー偏差 の検出により車両姿勢修正制御が必要と判定されると、スリップ輪の対角に位置する駆動輪 1、すなわちスリップ輪と左右反対側かつ前後反対側の駆動輪 1 の目標トルクを減少、例えば 0 まで減少させる。さらに、スリップ輪と左右同一側かつ前後反対側の駆動輪 1 の目標トルクを増加させる。この場合、例えばヨー偏差 が大きいほど、目標トルクの増加の程度を大きくする。

【 0 0 4 1 】

走行制御部 4 6 は、判定部 4 5 2 により車両姿勢修正制御が不要と判定されると、各駆動輪 1 が目標トルク算出部 4 5 1 で算出された目標トルクを出力するように、各駆動輪 1 の目標トルクに応じて各モータ 2 の駆動トルクを制御する。走行制御部 4 6 は、判定部 4 5 2 により車両姿勢修正制御が必要と判定されると、各駆動輪 1 が目標トルク修正部 4 5 3 で修正された目標トルクを出力するように、各駆動輪 1 の目標トルクに応じて各モータ 2 の駆動トルクを制御する。このとき、走行制御部 4 6 は、さらに転舵アクチュエータ 8 に制御信号を出力し、ヨー偏差 が生じた方向と反対方向（図 3（b）の例では左方向）に駆動輪 1 を転舵する。この場合の転舵角は、例えばヨー偏差 が大きいほど大きくする。

【 0 0 4 2 】

走行制御部 4 6 は、判定部 4 5 2 により車両姿勢修正制御が必要と判定されると、まず、転舵アクチュエータ 8 に制御信号を出力してヨー偏差 が生じた方向と反対方向に駆動輪 1 を転舵し、その後、目標トルク修正部 4 5 3 で修正された目標トルクに応じて各モータ 2 の駆動トルクを制御する。このとき、目標車速での車両 1 0 0 の走行が可能となるように、転舵角に応じて駆動トルクを調整してもよい。例えば、転舵角に応じてコーナリング抵抗を算出するとともに、コーナリング抵抗に応じて各モータ 2 の駆動トルクを調整してもよい。

【 0 0 4 3 】

図 5 は、予め記憶部 4 2 に記憶されたプログラムに従い図 4 のコントローラ 4 0 の CPU で実行される処理の一例を示すフローチャートである。このフローチャートに示す処理は、例えば手動自動切換スイッチ 3 3 a により自動運転モードが指令されると開始され、所定周期で繰り返される。

【 0 0 4 4 】

まず、ステップ S 1 で、各駆動輪 1 F L , 1 F R , 1 R L , 1 R R の目標トルクを算出する。次いで、ステップ S 2 で、回転数センサ 3 2 a からの信号に基づいて、スリップ状

10

20

30

40

50

態の駆動輪 1 があるか否かを判定する。ステップ S 2 で肯定されるとステップ S 3 に進み、否定されるとステップ S 3 ~ ステップ S 6 をパスしてステップ S 7 に進む。ステップ S 3 では、ステップ S 2 でスリップ状態と判定された駆動輪 1 (スリップ輪) の目標トルクを 0 にする。

【 0 0 4 5 】

次いで、ステップ S 4 で、ヨーセンサ 3 2 b からの信号に基づいて、ヨー偏差 が所定値 1 以上であるか否かを判定する。ステップ S 4 で肯定されるとステップ S 5 に進み、否定されるとステップ S 5、ステップ S 6 をパスしてステップ S 7 に進む。ステップ S 5 では、転舵アクチュエータ 8 に制御信号を出力し、ヨー偏差 が生じた方向と反対方向に駆動輪 1 を転舵する。

10

【 0 0 4 6 】

次いで、ステップ S 6 で、スリップ輪の対角に位置する駆動輪 1 およびスリップ輪と左右同一側かつ前後反対側の駆動輪 1 の目標トルクを修正する。具体的には、スリップ輪の対角に位置する駆動輪 1 の目標トルクを 0 にするとともに、スリップ輪と左右同一側かつ前後反対側の駆動輪 1 の目標トルクを増加させる。次いで、ステップ S 7 で、インバータ 3 に制御信号を出力し、各モータ 2 の駆動トルクを制御する。すなわち、ステップ S 6 で目標トルクが修正された場合には修正後の目標トルクに、修正されていない場合にはステップ S 1 で算出された目標トルクに、それぞれ各モータ 2 の駆動トルクを制御する。

【 0 0 4 7 】

なお、ステップ S 6 における目標トルクの修正は、ヨー偏差 が 0 になるまで継続される。すなわち、図示は省略するが、ステップ S 4 で肯定された後は、繰り返しのルーチンにおいてステップ S 4 の処理の代わりにヨー偏差 が 0 になったか否かを判定し、これが肯定されるまで、ステップ S 5 の転舵指令の処理とステップ S 6 の目標トルク修正の処理とが行われる。

20

【 0 0 4 8 】

図 6 は、本実施形態に係る制御装置 5 0 による動作の一例を示すタイムチャートである。図 6 では、車両 1 0 0 が登板を直進走行しているときの車輪速、ヨー角、ヨー偏差、および各駆動輪 1 の駆動力の時間経過に伴う変化の一例を示す。より具体的には、図 6 の特性 f 1、f 2 は、それぞれスリップする駆動輪 1 (例えば右前輪 1 F R) およびスリップしない駆動輪 1 (例えば左前輪 1 F L、左後輪 1 R L、右後輪 1 R R) の車輪速の特性である。特性 f 3、f 4 は、それぞれ行動計画により算出できる目標ヨー角およびヨーセンサ 3 2 b で検出された実ヨー角の特性である。特性 f 5 は、目標ヨー角と実ヨー角との差、つまりヨー偏差 の特性である。特性 f 6、f 7 は、それぞれ左前輪 1 F L、右前輪 1 F R の駆動力の特性であり、特性 f 8、f 9 は、それぞれ左後輪 1 R L、右後輪 1 R R の駆動力の特性である。

30

【 0 0 4 9 】

直進走行時には目標ヨー角は 0 である。図 6 に示すように、時点 t 1 で、右前輪 1 F R がスリップすると (特性 f 1)、特性 f 7 に示すように右前輪 1 F R の駆動力が 0 になる (ステップ S 3)。右前輪 1 F R のスリップにより実ヨー角が増加し (特性 f 4)、特性 f 5 に示すように時点 t 2 でヨー偏差 が所定値 1 以上になると、特性 f 8 に示すように左後輪 1 R L の駆動力が 0 になるとともに、特性 f 9 に示すように右後輪 1 R R の駆動力が増加する (ステップ S 6)。このとき、図示は省略するが、前側の駆動輪 1 F L、1 F R が左側に転舵される (ステップ S 5)。

40

【 0 0 5 0 】

これによりヨー偏差 が減少し、車両 1 0 0 が目標進行方向を向くように車両姿勢が修正される。時点 t 3 で、ヨー偏差 が 0 になると、特性 f 7 に示すように右前輪 1 F R の駆動力が増加するとともに、特性 f 8 に示すように左後輪 1 R L の駆動力が増加、かつ、特性 f 9 に示すように右後輪 1 R R の駆動力が減少する。時点 t 4 で、各駆動輪 1 F L、1 F R、1 R L、1 R R の駆動力が元に戻り、左右の駆動力の差がなくなる。なお、ヨー偏差 が 0 になる前に、ヨー偏差 の減少に伴い左右の駆動力の差を徐々に小さ

50

くしてもよい。例えば、ヨー偏差 が 0 になる時点で、左右の駆動力の差が 0 になるようにしてもよい。

【0051】

本実施形態によれば以下のような作用効果を奏することができる。

(1) 車両 100 は、自動運転機能を有するとともに、前後左右の 4 つの駆動輪 1FL, 1FR, 1RL, 1RR をそれぞれ独立して駆動するモータ 2 を有する。この自動運転車両の制御装置 50 は、行動計画に従い 4 つの駆動輪 1FL, 1FR, 1RL, 1RR の目標トルクを算出する目標トルク算出部 451 と、4 つの駆動輪 1FL, 1FR, 1RL, 1RR のスリップ状態を検出する回転数センサ 32a と、車体のヨー角の変化を検出するヨーセンサ 32b と、回転数センサ 32a により例えば右前輪 1FR のスリップ状態が検出されると、そのスリップ輪 1FR の目標トルクを減少させ、その後、ヨーセンサ 32b により所定値 1 以上の車体のヨー角の変化 (ヨー偏差) が検出されると、スリップ輪 1FR と左右同一側かつ前後反対側に配置された右後輪 1RR の目標トルクを増加、かつ、スリップ輪 1FR と左右反対側かつ前後反対側に配置された左後輪 1RL の目標トルクを減少させるように、目標トルク算出部 451 で算出された目標トルクを修正する目標トルク修正部 453 と、目標トルク修正部 453 で修正された目標トルクに従いモータ 2 を制御する走行制御部 46 と、を備える (図 4)。

10

【0052】

これにより、例えば右前輪 1FR のスリップ後にヨー角が所定値 1 以上変化したときに他の駆動輪 1RL, 1RR の駆動トルクが修正され、直進走行時の前側の駆動輪 1FL, 1FR の左右の駆動トルクおよび後側の駆動輪 1RL, 1RR の左右の駆動トルクにそれぞれ差が生じるようになる。このため、車両 100 の姿勢 (向き) を容易に元の位置に戻すことができ、スリップ後に車体のヨー角が変化したときの車両 100 の走行安定性を十分に担保することができる。また、駆動輪 1 にスリップが生じたとしても、車両 100 の姿勢が変化しないことがあり、この場合には、ヨー偏差 が所定値 1 未満故、駆動トルクの修正は行われなため、車両 100 の挙動を安定化できる。

20

【0053】

(2) 車両 100 は、駆動輪 1FL, 1FR を転舵する転舵アクチュエータ 8 をさらに有する (図 4)。走行制御部 46 は、回転数センサ 32a により例えば右前輪 1FR のスリップ状態が検出された後、ヨーセンサ 32b により所定値 1 以上のヨー偏差 が検出されると、ヨーセンサ 32b により検出された車体のヨー角の変化に応じて、さらに転舵アクチュエータ 8 を制御する。このように転舵を併せて行うことで、車両 100 のヨー角が所定値 1 以上変化したとき、車両 100 を速やかに元の姿勢に復帰させることができる。

30

【0054】

(3) 目標トルク修正部 453 は、回転数センサ 32a により例えば右前輪 1FR のスリップ状態が検出されると、右前輪 1FR の目標トルクを 0 に減少させ、その後、ヨーセンサ 32b により所定値 1 以上のヨー偏差 が検出されると、右後輪 1RR の目標トルクを増加させるとともに、左後輪 1RL の目標トルクを 0 に減少させる。これによりスリップ輪 1FR の位置に応じて他の駆動輪 1RL, 1RR の駆動トルクの修正が適切に行われ、車両 100 を目標進行方向に向けることができる。

40

【0055】

上記実施形態は種々の形態に変更することができる。以下、変形例について説明する。上記実施形態では、右前輪 1FR がスリップした例を説明したが、第 1 駆動輪は右前輪 1FR 以外でもよい。したがって、車両姿勢修正制御が必要と判定されたときに目標トルクを増加させる第 2 駆動輪 (第 1 駆動輪と左右同一側かつ前後反対側に配置された駆動輪) は右後輪 1RR 以外でもよく、目標トルクを減少させる第 4 駆動輪 (第 1 駆動輪と左右反対側かつ前後反対側に配置された駆動輪) は左後輪 1RL 以外でもよい。また、第 3 駆動輪 (第 1 駆動輪と左右反対側かつ前後同一側に配置された駆動輪) は左前輪 1FL 以外でもよい。

50

【0056】

上記実施形態では、第1駆動輪のスリップ状態が検出されると目標トルクを0にしたが、目標トルクを減少させるのであれば、目標トルクは0より大きくまたは小さくてもよい。また、車両姿勢修正制御が必要と判定されると、第4駆動輪の目標トルクを0にしたが、目標トルクを減少させるのであれば、目標トルクは0より大きくまたは小さくてもよい。第4駆動輪については制動装置を作動させるようにしてもよい。すなわち、目標トルク算出部で算出された目標トルクを修正する目標トルク修正部の構成は上述したものに限らない。

【0057】

上記実施形態では、回転数センサ32aによりスリップ状態を検出するようにしたが、スリップ検出部の構成はこれに限らない。上記実施形態では、ヨーセンサ32bにより車両100のヨー角を検出するようにしたが、車両の向きを検出するのであれば、他の方向検出部を用いることもできる。例えば、ヨーレートセンサを方向検出部として用いることもできる。上記実施形態では、転舵アクチュエータ8により前側の左右の駆動輪1FL, 1FRを転舵するようにしたが、4つの駆動輪1FL, 1FR, 1RL, 1RRのうち少なくとも2つを転舵するのであれば、転舵部の構成はいかなるものでもよい。上記実施形態(図5)では、車両姿勢修正制御が必要と判定されると、駆動輪1FL, 1FRの転舵を行った後に目標トルクを修正するようにしたが、目標トルクを修正した後に転舵を行うようにしてもよい。転舵を行わずに目標トルクの修正のみを行うようにしてもよい。

10

【0058】

上記実施形態では、4つの駆動輪1にそれぞれ接続された4つのモータ2を駆動部として用いたが、駆動部の構成はこれに限らない。駆動部を、ホイールの内部に収容されるインホイールモータとして構成してもよい。上記実施形態では、車両の登坂走行を例にして説明したが、本発明は平地走行等にも適用できる。

20

【0059】

以上の説明はあくまで一例であり、本発明の特徴を損なわない限り、上述した実施形態および変形例により本発明が限定されるものではない。上記実施形態と変形例の1つまたは複数を任意に組み合わせることも可能であり、変形例同士を組み合わせることも可能である。

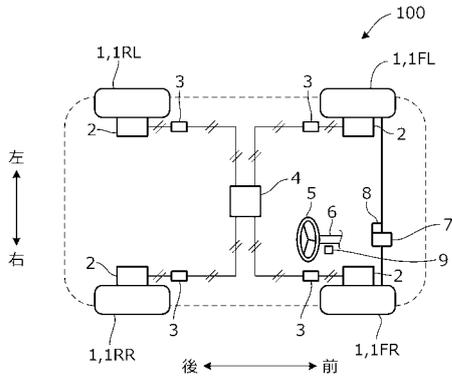
30

【符号の説明】

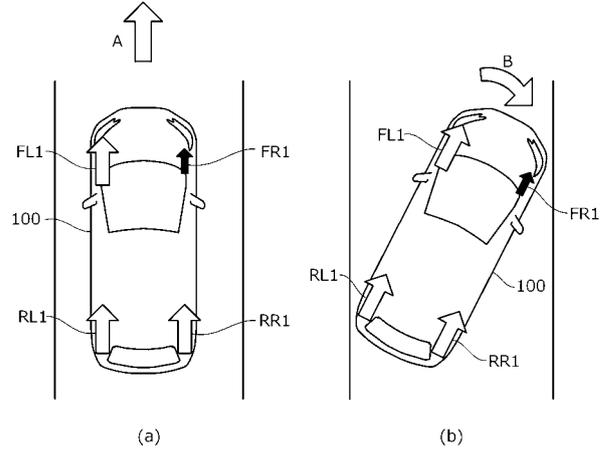
【0060】

1 駆動輪、1FL 左前輪、1FR 右前輪、1RL 左後輪、1RR 右後輪、2 モータ、8 転舵アクチュエータ、32a 回転数センサ、32b ヨーセンサ、40 コントローラ、45 行動計画生成部、46 走行制御部、50 制御装置、100 自動運転車両、451 目標トルク算出部、452 判定部、453 目標トルク修正部

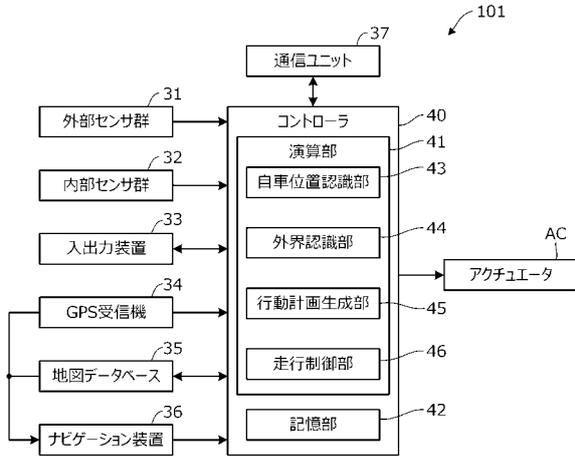
【図1】



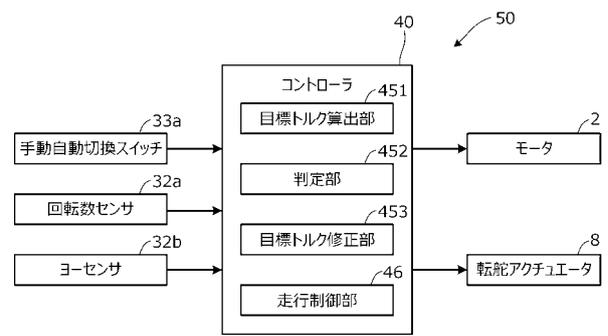
【図3】



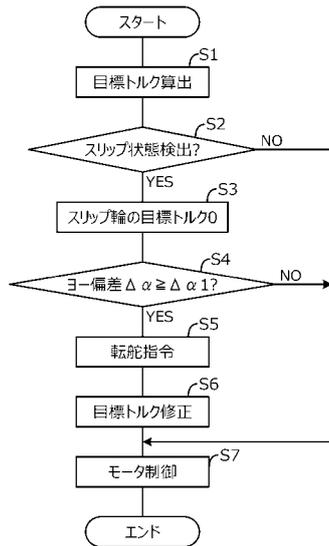
【図2】



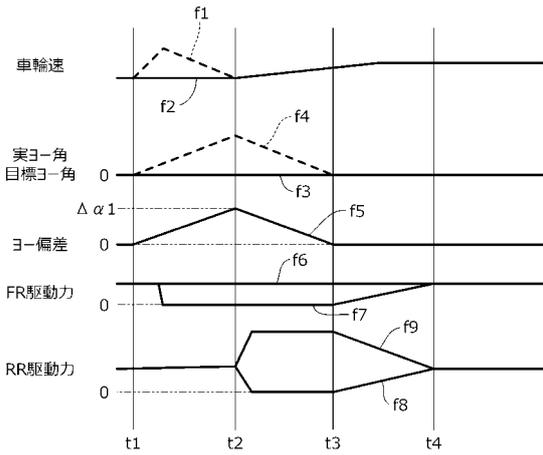
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 6 0 W 10/119 (2012.01) B 6 0 W 10/119

(72)発明者 牛 超
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 足立 崇
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3D241 AA31 AC01 AD01 BA11 BA60 BB27 CA09 CC03 CC08 CC17
CE02 CE04 CE05 DA05Z DB01Z DB02Z DB05Z DB12Z DB20Z DB32Z
DC25Z DC26Z DC31Z DC32Z DC33Z DC34Z DC39Z DC40Z DC41Z DC43Z
DC45Z DC50Z DC57Z DC58Z DC59Z DD12Z
5H125 AA01 AB01 AC12 BA07 CA02 CA15 DD16 EE41 EE51 EE58