

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年1月28日(28.01.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/014741 A1

(51) 国際特許分類:

B60T 7/12 (2006.01) B60W 30/02 (2012.01)
B62D 6/00 (2006.01) B60W 30/10 (2006.01)
B60T 8/17 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/020455

(22) 国際出願日: 2020年5月25日(25.05.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-136815 2019年7月25日(25.07.2019) JP

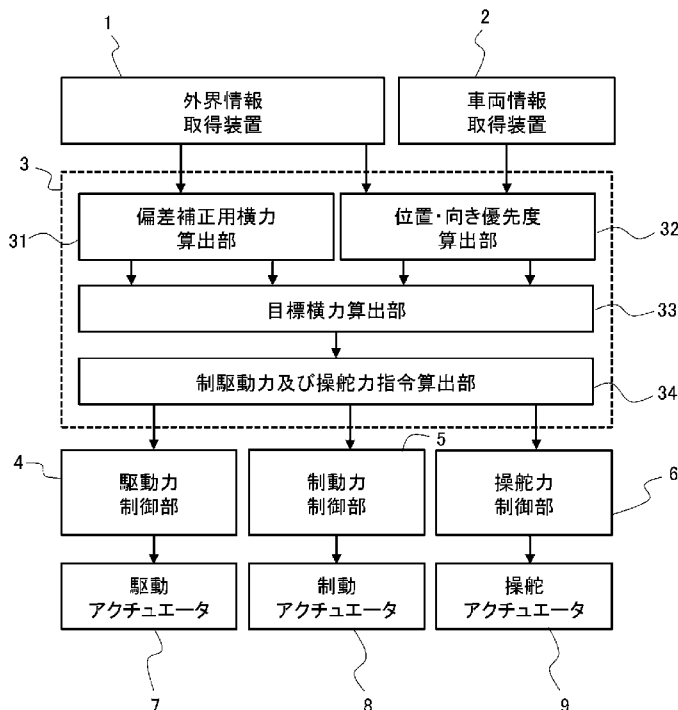
(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS,

LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 有馬 秀俊 (ARIMA, Hidetoshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 西浦 力(NISHIURA, Chikara); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 柏村 聡(KASHIWAMURA, Satoshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(54) Title: VEHICLE MOTION CONTROL DEVICE, VEHICLE MOTION CONTROL METHOD, AND VEHICLE MOTION CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 車両運動制御装置、車両運動制御方法、及び車両運動制御システム



- 1 Ambient information acquisition device
- 2 Vehicle information acquisition device
- 4 Drive force control unit
- 5 Braking force control unit
- 6 Steering force control unit
- 7 Driving actuator
- 8 Braking actuator
- 9 Steering actuator
- 31 Deviation-corrective lateral force calculation unit
- 32 Position/orientation priority calculation unit
- 33 Target lateral force calculation unit
- 34 Braking/driving force and steering force command calculation unit

(57) Abstract: A vehicle motion control device, a vehicle motion control method, and a vehicle motion control system according to the present invention: determine a translation force for causing a vehicle position to trace a target travel route, on the basis of a lateral displacement amount which is the amount of displacement of the vehicle in a lateral direction with respect to a target movement point on the target travel route; determine a rotational force for correcting the orientation of the vehicle with respect to the target travel route on the basis of the orientation displacement amount, which is the amount

(74) 代理人: 小川 護晃, 外(OGAWA, Moriaki et al.);
〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目 1 3 番
5号赤坂エイトワンビル7階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of displacement of the vehicle in the yaw direction with respect to the target movement point; and, on the basis of various factors relating to vehicle travel, weight the translation force and the rotational force and output a control command for achieving the target lateral force obtained by adding together the weighted translation force and the weighted rotational force.

(57) 要約: 本発明に係る車両運動制御装置、車両運動制御方法、及び車両運動制御システムは、目標走行経路における目標移動点に対する車両の横方向のズレ量である横ズレ量に基づいて、目標走行経路に車両の位置をトレースさせるための併進力を求め、目標移動点に対する車両のヨー方向のズレ量である向きズレ量に基づいて、目標走行経路に対する車両の向きを補正するための回転力を求め、車両の走行に関する諸元に基づいて、併進力と回転力に対して重み付けをし、重み付け処理後の併進力と重み付け処理後の回転力とを加算した目標横力を達成するための制御指令を出力する。

明 細 書

発明の名称：

車両運動制御装置、車両運動制御方法、及び車両運動制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、車両を目標走行経路に追従させる、車両運動制御装置、車両運動制御方法、及び車両運動制御システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1の走行制御装置は、設定した目標コースと自車進行路の車幅方向のズレ量 ΔY 、自車進行路と目標コースのヨー方向のズレ量 θ_y 等を検出し、ズレ量 ΔY に基づいて自車両を目標コースに復帰させる目標横加速度 $\Delta d d y$ を算出し、ズレ量 θ_y に基づいて自車両を目標コースに沿って走行させる目標ヨーレート $\Delta \gamma$ を算出する。

そして、特許文献1の前記走行制御装置は、目標横加速度 $\Delta d d y$ に基づいて目標舵角 ΔA_{steer} を算出して操舵制御し、目標ヨーレート $\Delta \gamma$ と実行される操舵制御とに基づいて車両に付加するヨーモーメント ΔM_z を算出して制駆動力配分制御する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018-002096号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、目標走行経路における目標移動点に対する車両の横方向のズレ量に基づく位置制御量と、前記目標移動点に対する車両のヨー方向のズレ量に基づく姿勢制御量とを個別に設定する車両運動制御では、目標走行経路に対する位置と姿勢とを走行状況に応じてバランスよく調整できず、走行状況に適したコーストレース性と挙動安定性とのバランスがとれないおそれがあった。

[0005] 本発明は、従来の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、走行状況に応じてコーストレース性と挙動安定性とのバランスを向上させることができる、車両運動制御装置、車両運動制御方法、及び車両運動制御システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明によれば、その1つの態様において、目標走行経路における目標移動点に対する車両の横方向のズレ量である横ズレ量に基づいて、前記目標走行経路に前記車両の位置をトレースさせるための併進力を求め、前記目標移動点に対する前記車両のヨー方向のズレ量である向きズレ量に基づいて、前記目標走行経路に対する前記車両の向きを補正するための回転力を求め、前記車両の走行に関する諸元に基づいて、前記併進力と前記回転力に対して重み付けをした重み付け後併進力と重み付け後回転力を求め、前記重み付け後併進力と前記重み付け後回転力とを加算した目標横力を達成するための制御指令を制動アクチュエータ、駆動アクチュエータ、及び操舵アクチュエータへ出力する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、走行状況に応じてコーストレース性と挙動安定性とのバランスを向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]車両運動制御システムの構成ブロック図である。

[図2]車両運動制御装置としての制御ユニットの機能ブロック図である。

[図3]目標横力の算出処理のメインルーチンを示すフローチャートである。

[図4]位置／向き偏差補正用の横力の算出処理を示すフローチャートである。

[図5]車両の現在位置、移動予測点、及び目標移動点を地上座標系で示す図である。

[図6]優先度の算出処理を示すフローチャートである。

[図7]目標横力の算出処理を示すフローチャートである。

[図8]アンダーステア度合い及びオーバーステア度合いと優先度W1との相関

を示す線図である。

[図9]目標走行経路の曲率の変化率と優先度W1との相関を示す線図である。

[図10]指標値（指標値＝車幅／車線幅）と優先度W1との相関を示す線図である。

[図11]車両の減速度と優先度W1との相関を示す線図である。

[図12]求心力による横ズレ量及び向きズレ量を地上座標系で示す図である。

[図13]車両運動制御装置としての制御ユニットの機能ブロック図である。

[図14]目標横力の算出処理のメインルーチンを示すフローチャートである。

[図15]求心力による横ズレ量及び向きズレ量の算出処理を示すフローチャートである。

[図16]求心力による横ズレ量及び向きズレ量を加味して横ズレ量及び向きズレ量を算出する処理を示すフローチャートである。

[図17]位置／向き偏差補正用の横力の算出処理を示すフローチャートである。

[図18]優先度の算出処理を示すフローチャートである。

[図19]目標横力の算出処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明に係る車両運動制御装置、車両運動制御方法、及び車両運動制御システムの実施形態を、図面に基づいて説明する。

図1は、車両10に備えられた車両運動制御システム11の構成図である。

[0010] 車両運動制御システム11は、目標走行経路に車両10を追従させるために、車両10の制駆動力及び操舵力を制御するシステムである。

車両運動制御システム11は、外界情報取得装置1、車両情報取得装置2、制御ユニット3、駆動力制御部4、制動力制御部5、操舵力制御部6、駆動アクチュエータ7、制動アクチュエータ8、操舵アクチュエータ9を備える。

[0011] 外界認識部としての外界情報取得装置1は、車両10が走行する位置や走

行環境の情報などの外界情報を取得する装置であり、ステレオカメラ、単眼カメラ、アラウンドビューカメラなどのカメラ装置、レーザレーダ、ミリ波レーダなどのレーダ装置、ソナー、高精度地図データなどで構成される。

そして、制御ユニット3は、外界情報取得装置1により取得された外界情報に基づいて車両10が走行する目標走行経路を求める。

車両情報取得装置2は、車両10の各種情報を取得する装置であり、車両10の走行速度（以下、車速という）を検出するセンサ、車両10の前後方向の加速度及び左右方向の加速度を検出するセンサ、車両10の荷重を検出するセンサ、車両10のアンダーステア傾向／オーバーステア傾向を捉えるセンサなどで構成される。

[0012] 車両運動制御装置としての制御ユニット3は、プロセッサ、メモリ、I/O、これらを接続するバスを備えるマイクロコンピュータを主体とする電子制御装置である。

制御ユニット3は、外界情報取得装置1で取得された外界情報、及び、車両情報取得装置2で取得された車両10の情報に基づいて、目標駆動力、目標制動力、目標操舵力を演算し、目標駆動力に関する信号を駆動力制御部4に出力し、目標制動力に関する信号を制動力制御部5に出力し、目標操舵力に関する信号を操舵力制御部6に出力する。

[0013] ここで、制御ユニット3は、車両10を目標走行経路に追従させるために、外界情報取得装置1及び車両情報取得装置2からの情報に基づき、車両10の横方向に発生させる横力の目標値を算出し、算出した目標横力を、駆動力、制動力、操舵力に任意に配分する。

なお、本実施形態では、横力の方向を正負で表し、例えば、左向きを正、右向きを負とする。

そして、駆動力制御部4は、目標駆動力に関する信号に基づきエンジンやモータなどの駆動アクチュエータ7を制御し、制動力制御部5は、目標制動力に関する信号に基づき油圧式制動装置などの制動アクチュエータ8を制御し、操舵力制御部6は、目標操舵力に関する信号に基づき電動パワーステア

リング装置などの操舵アクチュエータ 9 を制御する。

[0014] 図 2 は、制御ユニット 3 の機能ブロック図である。

制御ユニット 3 は、目標走行経路に車両 10 を追従させるための目標横力を求め、この目標横力を達成するための制御指令を各アクチュエータ 7-9 に出力するコントロール部としての機能を有する。

制御ユニット 3 は、偏差補正用横力算出部 31、位置・向き優先度算出部 32、目標横力算出部 33、及び、制駆動力及び操舵力指令算出部 34 を備える。

[0015] 偏差補正用横力算出部 31 は、外界情報取得装置 1 で取得された外界情報に基づいて求められた車両 10 が走行する目標走行経路を取得する。

そして、偏差補正用横力算出部 31 は、目標走行経路における目標移動点に対する車両 10 の横方向のズレ量である横ズレ量に基づいて、目標走行経路に車両 10 の位置をトレースさせるための併進力を求める。

[0016] また、偏差補正用横力算出部 31 は、目標移動点に対する車両 10 のヨ一方向のズレ量である向きズレ量に基づいて、目標走行経路に対する車両 10 の向きを補正するための回転力を求める。

位置・向き優先度算出部 32 は、外界情報取得装置 1 で取得された外界情報、及び、車両情報取得装置 2 で取得された車両 10 の情報、換言すれば、車両 10 の走行に関する諸元に基づき、併進力及び回転力についての重み付け処理に用いる重み付け変数としての優先度を算出する。

[0017] 位置・向き優先度算出部 32 における車両 10 の走行に関する諸元は、車両 10 のアンダーステア傾向及びオーバーステア傾向、目標走行経路の曲率の変化率、目標走行経路を含む車両 10 が走行する道路幅、車両 10 の減速度などを含む。

なお、上記の車両 10 の走行に関する諸元と優先度との相関については、後で詳細に説明する。

[0018] 目標横力算出部 33 は、偏差補正用横力算出部 31 で求められた併進力及び回転力、及び、位置・向き優先度算出部 32 で求められた優先度を入力し

、併進力と回転力に対して重み付けをした重み付け後併進力と重み付け後回転力を求め、重み付け後併進力と重み付け後回転力とを加算して目標横力を求める。

制駆動及び操舵力指令算出部 34 は、目標横力算出部 33 で求められた目標横力を駆動力、制動力、操舵力に任意に配分して、目標横力を達成するための制御指令である目標駆動力、目標制動力、目標操舵力を求め、駆動アクチュエータ 7、制動アクチュエータ 8、操舵アクチュエータ 9 に各目標に応じた制御指令を出力する。

[0019] 図 3 は、制御ユニット 3 による目標横力の算出処理のメインルーチンを示すフローチャートである。

制御ユニット 3 は、ステップ S 100（偏差補正用横力算出部 31）で、目標移動点に対する車両 10 の横ズレ量に基づき、目標走行経路に車両 10 の位置をトレースさせるための併進力を求め、また、目標移動点に対する車両 10 のヨー方向の向きズレ量に基づき、目標走行経路に対する車両 10 の向きを補正するための回転力を求める。

[0020] 次いで、制御ユニット 3 は、ステップ S 200（位置・向き優先度算出部 32）で、車両 10 のアンダーステア傾向／オーバーステア傾向などの車両 10 の走行に関する諸元に基づき、ステップ S 100 で求められた併進力及び回転力に対して重み付けをするための優先度を求める。

そして、制御ユニット 3 は、ステップ S 300（目標横力算出部 33）で、ステップ S 100 で求められた併進力及び回転力とステップ S 200 で求められた優先度とに基づき、併進力と回転力に対して重み付けをした重み付け後併進力と重み付け後回転力を求め、重み付け後併進力と重み付け後回転力とを加算して目標横力を求める。

[0021] ここで、ステップ S 100 の偏差補正用横力算出部 31 による併進力及び回転力の算出処理を、図 4 のフローチャートにしたがって詳細に説明する。

まず、制御ユニット 3 は、ステップ S 101 で、外界情報取得装置 1 から得た、目標移動点に対する車両 10 の横方向のズレ量である横ズレ量 ERTp を

算出し、その横ズレ量ERTP、換言すれば、位置偏差に基づき、数式1にしたがって位置偏差補正用の横力FY_ERTPを算出する。

[数1]

$$FY_ERTP = m \frac{2}{TP^2} \times ERTP$$

数式1において、mは車両10の重量、TPは現在位置から目標走行経路上の目標移動点に到達したい時間である。

[0022] ここで、車両10の運動を、重心とともに行う併進運動と重心のまわりの回転運動とに分解したときに、横力FY_ERTPは併進運動のための横力、つまり、併進力に相当する。

そして、横力FY_ERTPは、横ズレ量ERTPを解消して目標走行経路に車両10の位置をトレースさせるための併進力として算出される。

[0023] 図5は、横ズレ量ERTPの算出処理の一態様を示す。なお、図5は、車両10の現在位置、移動予測点、及び目標移動点を地上座標系で示す。

制御ユニット3は、現在位置と時間TP後の移動予測点とを結ぶ直線L1に直交し前記移動予測点を通る直線L2を求め、直線L2が目標走行経路に交わる点を目標移動点として求め、移動予測点と目標移動点との距離を横ズレ量ERTPとして求める。

[0024] 以下で横ズレ量ERTPの求め方をより詳細に説明する。

まず、制御ユニット3は、外界情報取得装置1から得た車両10の現在位置の座標(x_0 , y_0)及び現在の車両10の向き θ_{ap} から時間TP後の移動予測点の座標(x_{tp} , y_{tp})を、数式2にしたがって算出する。

[数2]

$$\begin{aligned} x_{tp} &= x_0 + V \cdot TP \cdot \cos \theta_{ap} \\ y_{tp} &= y_0 + V \cdot TP \cdot \sin \theta_{ap} \end{aligned}$$

数式2において、Vは車速である。

[0025] 次に、制御ユニット3は、移動予測点の座標(x_{tp} , y_{tp})を通り、現在位

置の座標（ x_0 , y_0 ）と移動予測点の座標（ x_{tp} , y_{tp} ）とを結ぶ直線L1に直交する関数 $f(x)_{ort}$ を、数式3のように定める。

[数3]

$$f(x)_{ort} = -\frac{1}{\tan \theta_{ap}} \cdot x + y_{tp} + \frac{1}{\tan \theta_{ap}} \cdot x_{tp}$$

[0026] 次いで、制御ユニット3は、移動予測点の座標（ x_{tp} , y_{tp} ）を通る関数 $f(x)_{ort}$ と、目標走行経路（目標走行軌跡）を表す関数 $f(x)$ とから、目標移動点の座標（ x_{tgt} , y_{tgt} ）を数式4にしたがって算出する。

[数4]

$$\begin{aligned} x_{tgt} &= x_{tp} + \tan \theta_{ap} \cdot (y_{tp} - f(x_{tgt})) \\ y_{tgt} &= f(x_{tgt}) \end{aligned}$$

[0027] 次に、制御ユニット3は、移動予測点の座標（ x_{tp} , y_{tp} ）及び目標移動点の座標（ x_{tgt} , y_{tgt} ）から、移動予測点と目標移動点との距離である横ズレ量ERTPを、数式5にしたがって算出する。

[数5]

$$ERTP = \sqrt{(x_{tgt} - x_{tp})^2 + (y_{tgt} - y_{tp})^2}$$

[0028] 制御ユニット3は、図4のフローチャートのステップS101で位置偏差補正用の横力FY_ERTPを算出した後、ステップS102で、目標移動点に対する車両10のヨー方向のズレ量である向きズレ量 θ_{de} に基づき、数式6にしたがって向き偏差補正用の横力FY_θを算出する。

[数6]

$$FY_{\theta} = m \frac{\theta_{de}}{TP} \times V$$

[0029] ここで、向きズレ量 θ_{de} は、目標走行経路を車両10がトレースするとき

の目標移動点における車両 10 の向き θ_{tgt} と、現時点での車両 10 の向き θ_{ap} との偏差であり、数式 7 にしたがって算出される。

[数7]

$$\theta_{de} = \theta_{tgt} - \theta_{ap}$$

[0030] 図 5 に示した地上座標系においては、目標移動点における目標移動経路の接線と x 軸とがなす角度が向き θ_{tgt} であり、直線 L1 と x 軸とがなす角度が向き θ_{ap} である。

また、図 5 の地上座標系において、y 座標の値が減少する方向への傾き角をプラスで示し、y 座標の値が増大する方向への傾き角をマイナスで表すものとする。したがって、図 5 の例では、向き θ_{tgt} はプラスの角度で表され、向き θ_{ap} はマイナスの角度で表され、向きズレ量 θ_{de} は、向き θ_{tgt} の絶対値と向き θ_{ap} の絶対値の加算値となる。

[0031] なお、車両 10 の運動を、重心とともに行う併進運動と重心のまわりの回転運動とに分解したときに、横力 FY_{θ} は回転運動のための横力、つまり、回転力に相当する。

そして、横力 FY_{θ} は、目標走行経路に対する車両 10 の向きを補正するための回転力として算出される。

[0032] 次に、ステップ S 200 の位置・向き優先度算出部 32 による優先度の算出処理を、図 6 のフローチャートにしたがって詳細に説明する。

まず、制御ユニット 3 は、ステップ S 201 で、外界情報取得装置 1 または車両情報取得装置 2 で取得された情報である車両 10 の走行に関する諸元に関する情報に基づき、位置偏差補正の重み付け変数としての優先度 $W1$ ($0 \leq W1 \leq 1$) を算出する。

[0033] 制御ユニット 3 が優先度 $W1$ の算出に用いる車両 10 の走行に関する諸元とは、例えば、車両 10 のアンダーステア傾向／オーバーステア傾向、目標走行経路の曲率の変化率、車両 10 が走行する道路幅、車両 10 の減速度などの車両挙動安定性やコーストレース性に関与する走行状況の情報である。

なお、車両 10 の走行に関する諸元と優先度 $W1$ との相関については、後で詳細に説明する。

[0034] 次いで、制御ユニット 3 は、ステップ S 202 で、向き偏差補正の重み付け変数としての優先度 $W2$ ($0 \leq W2 \leq 1$) を、ステップ S 201 で求めた位置偏差補正の優先度 $W1$ に基づき求める。

ここで、数式 8 の関係が成り立つことから、制御ユニット 3 は、数式 9 にしたがって、向き偏差補正の優先度 $W2$ を求める。

[数8]

$$W1 + W2 = 1$$

[数9]

$$W2 = 1 - W1$$

[0035] 次に、ステップ S 300 の目標横力算出部 33 による目標横力の算出処理を、図 7 のフローチャートにしたがって詳細に説明する。

制御ユニット 3 は、ステップ S 301 において、ステップ S 101 で求めた位置偏差補正用の横力 FY_ERTP と、ステップ S 201 で求めた位置偏差補正の優先度 $W1$ とに基づき、重み付け後併進力に相当する位置偏差補正用の横力 $FY1$ を数式 10 にしたがって算出する。

[数10]

$$FY1 = FY_ERTP \times W1$$

[0036] 次いで、制御ユニット 3 は、ステップ S 302 において、ステップ S 102 で求めた向き偏差補正用の横力 $FY_θ$ と、ステップ S 202 で求めた向き偏差補正の優先度 $W2$ とに基づき、重み付け後回転力に相当する向き偏差補正用の横力 $FY2$ を数式 11 にしたがって算出する。

[数11]

$$FY2 = FY_θ \times W2$$

[0037] 次に、制御ユニット3は、ステップS303で、ステップS301で求めた位置偏差補正用の横力FY1と、ステップS302で求めた向き偏差補正用の横力FY2とに基づき、数式12にしたがって最終的な目標横力FYを算出する。

[数12]

$$FY = FY1 + FY2$$

[0038] つまり、制御ユニット3は、位置偏差補正用の横力FY_ERTPに優先度W1を乗算して求めた位置偏差補正用の横力FY1（重み付け後併進力）と、向き偏差補正用の横力FY_θに優先度W2を乗算して求めた向き偏差補正用の横力FY2（重み付け後回転力）との加算値を、最終的な目標横力FYに設定する。

したがって、例えば、優先度W1が0.5で優先度W2も0.5であるときは、位置偏差補正用の横力FY_ERTPと向き偏差補正用の横力FY_θとが同じ割合で目標横力FYに反映され、向き偏差補正と位置偏差補正とが同レベルで実施される。

[0039] 一方、優先度W1が0.5よりも大きくなるほど目標横力FYに占める位置偏差補正用の横力FY_ERTPの割合が増え、向き偏差補正よりも位置偏差補正が優先して実施され、逆に、優先度W1が0.5よりも小さくなるほど目標横力FYに占める向き偏差補正用の横力FY_θの割合が増え、位置偏差補正よりも向き偏差補正が優先して実施される。

ここで、制御ユニット3は、優先度W1，W2を、車両10のアンダーステア傾向／オーバーステア傾向などの車両10の走行に関する諸元に応じて可変に設定するから、車両10の走行に関する諸元に応じてコーストレース性と挙動安定性とのバランスの最適化を図ることができる。

[0040] 以下では、制御ユニット3によるステップS200での車両10の走行に関する諸元に基づく優先度W1，W2の設定処理を詳細に説明する。

優先度W1，W2の設定処理の一態様として、制御ユニット3は、車両10の走行に関する諸元としてのアンダーステア傾向及びオーバーステア傾向に基づき、優先度W1，W2を設定する。

[0041] 図8は、制御ユニット3がステップS201で参照する、アンダーステア傾向及びオーバーステア傾向に基づき位置偏差補正の優先度W1を求めるマップ（変換テーブル）の一態様を示す。

図8のマップは、アンダーステア度合い及びオーバーステア度合いをx軸とし、位置偏差補正の優先度W1をy軸として、アンダーステア度合い及びオーバーステア度合いに基づき位置偏差補正の優先度W1を求める。

[0042] 図8において、x軸の原点はニュートラルステアに相当し、また、原点から正方向はオーバーステア傾向、原点から負の方向はアンダーステア傾向であることを示す。

また、原点から離れるほどオーバーステア度合い及びアンダーステア度合いが高い、換言すれば、オーバーステア傾向及びアンダーステア傾向が強いことを示す。

[0043] そして、ニュートラルステアであるときに優先度W1は中央値である0.5に設定され、オーバーステア度合いが高くなるにしたがって優先度W1は0.5から漸減して零に達し、また、アンダーステア度合いが高くなるにしたがって優先度W1は0.5から漸増して1に達する。

ここで、車両10がニュートラルステア傾向であるときは、優先度W1及び優先度W2は中央値としての0.5に設定され、位相偏差補正と向き偏差補正とは同レベルの優先度になり、位置偏差補正用の横力FY_ERTPの半分と向き偏差補正用の横力FY_θの半分との合計が最終的な目標横力FYに設定される。

[0044] そして、車両10がオーバーステア傾向であるときは、オーバーステア傾向が強くなるほど優先度W1が小さくなって、目標横力FYに占める向き偏差補正用の横力FY_θの割合が高くなる。

換言すれば、オーバーステア傾向が強くなるにつれて、位置偏差補正用の横力FY1（重み付け後併進力）に対する向き偏差補正用の横力FY2（重み付け後回転力）の割合を高くする。

[0045] 一方、車両10がアンダーステア傾向であるときは、アンダーステア傾向が強くなるほど優先度W1が高くなって、目標横力FYに占める位置偏差補正

用の横力FY_ERTPの割合が高くなる。

換言すれば、アンダーステア傾向が強くなるにつれて、向き偏差補正用の横力FY2（重み付け後回転力）に対する位置偏差補正用の横力FY1（重み付け後併進力）の割合を高くする。

[0046] なお、アンダーステア度合い及びオーバーステア度合いと優先度W1との相関を、図8に示した特性に限定するものではなく、オーバーステア度合いが高いときほど優先度W1が優先度W2よりも小さくなり、アンダーステア度合いが高いときほど優先度W1が優先度W2よりも大きくなる傾向であればよい。

[0047] 図8に示した位置偏差補正の優先度W1の特性によると、制御ユニット3は、車両10がオーバーステア傾向であるときに、オーバーステア度合いが高いほど位置偏差補正の優先度W1を低く抑え、相対的に向き偏差補正の優先度W2を高く設定する。

つまり、車両10がオーバーステア傾向であるときは車両10の挙動が不安定になり易いため、制御ユニット3は、位置偏差補正よりも向き偏差補正を優先して車両10の不安定な挙動の安定化を図ることで、車両挙動の安定性を確保する。

[0048] 一方、制御ユニット3は、車両10がアンダーステアであるときに、アンダーステア度合いが高いほど位置偏差補正の優先度W1を高く設定して、相対的に向き偏差補正の優先度W2を低く抑える。

つまり、車両10がアンダーステア傾向であるときは車両挙動の安定性は比較的高いもののコーストレース性が低下するおそれがある。

[0049] このため、制御ユニット3は、向き偏差補正よりも位置偏差補正を優先して目標走行経路に対して車両10の進路を寄せることで、コーストレース性を確保する。

このように、制御ユニット3は、アンダーステア傾向／オーバーステア傾向に応じて優先度W1，W2を設定することで、コーストレース性と挙動安定性とのバランスを、車両10のアンダーステア傾向／オーバーステア傾向

に応じた適切なバランスに調整する。

[0050] また、優先度W1、W2の設定処理の別の態様として、制御ユニット3は、車両10の走行に関する諸元としての目標走行経路の曲率の変化率、換言すれば、旋回半径の変化に基づき優先度W1、W2を設定する。

図9は、制御ユニット3がステップS201で参照する、目標走行経路の曲率の変化率に基づき位置偏差補正の優先度W1を求めるマップ（変換テーブル）の一態様を示す。

図9のマップは、目標走行経路の曲率の変化率をx軸とし、位置偏差補正の優先度W1をy軸として、目標走行経路の曲率の変化率に基づき位置偏差補正の優先度W1を求める。

[0051] なお、曲率の変化率が零であるときは、目標走行経路の曲率が一定である状態を示し、曲率の変化率が正の値をとるときは、曲率が増大方向に変化していて曲がり具合がきつくなる方向に変化している状態を示し、逆に、曲率の変化率が負の値をとるときは、曲率が減少方向に変化していて曲がり具合が緩くなる方向に変化している状態を示す。

そして、曲がり具合がきつくなる方向に変化する状態は、車両10がカーブの入口付近を走行している状態であり、曲がり具合が緩くなる方向に変化する状態は、車両10がカーブの出口付近を走行している状態である。

[0052] 図9に示した、曲率の変化率と優先度W1との相関において、曲率の変化率が零で曲率が一定であるときに優先度W1は中央値である0.5程度に設定され、曲率の変化率が正の方向に大きくなるにしたがって優先度W1は0.5から漸増して1に達し、また、曲率の変化率が負の方向に大きくなるにしたがって優先度W1は0.5から漸減して零に達する。

なお、目標走行経路の曲率の変化率と優先度W1との相関を、図9に示した特性に限定するものではなく、曲率が増大方向に変化しているときに優先度W1が優先度W2よりも大きくなり、曲率が減少方向に変化しているときに優先度W1が優先度W2よりも小さくなる傾向であればよい。

[0053] 図9に示した位置偏差補正の優先度W1の特性によると、制御ユニット3

は、車両10がカーブの入口付近を走行しているときに、向き偏差補正の優先度W2よりも位置偏差補正の優先度W1を高くすることで、カーブに対して設定された目標走行経路へのコーストレース性を高め、カーブ走行中における車両10の走行安定性を確保する。

換言すれば、制御ユニット3は、曲率の変化率が正に大きくなるにつれて、向き偏差補正用の横力FY2（重み付け後回転力）に対する位置偏差補正用の横力FY1（重み付け後併進力）の割合を高くして、カーブである目標走行経路へのコーストレース性を高める。

[0054] 一方、制御ユニット3は、車両10がカーブの出口付近を走行しているときに、位置偏差補正の優先度W1よりも向き偏差補正の優先度W2を高くすることで、カーブを抜けた後の直線部での車両挙動の安定性を確保する。

換言すれば、制御ユニット3は、曲率の変化率が負に大きくなるにつれて、位置偏差補正用の横力FY1（重み付け後併進力）に対する向き偏差補正用の横力FY2（重み付け後回転力）の割合を高くして、カーブを抜けたときの車両挙動の安定性を確保する。

したがって、制御ユニット3は、目標走行経路の曲率の変化率に応じて優先度W1、W2を設定することで、コーストレース性と挙動安定性とのバランスを、目標走行経路の曲率の変化に応じた適切なバランスに調整できる。

[0055] また、優先度W1、W2の設定処理の別の態様として、制御ユニット3は、車両10の走行に関する諸元としての道路幅、詳細には、目標走行経路を含む車両10が走行する道路幅に基づき優先度W1、W2を設定する。

図10は、制御ユニット3がステップS201で参照する、道路幅に基づき位置偏差補正の優先度W1を求めるマップ（変換テーブル）の一態様を示す。

[0056] 図10のマップは、車幅を車線幅で除算した値を道路幅の指標値RWI（指標値RWI>0）とし、係る指標値RWIをx軸とし、位置偏差補正の優先度W1をy軸として、道路幅に関する指標値RWIから位置偏差補正の優先度W1を求める。

ここで、上記の指標値 $RW I$ は、指標値 $RW I = \text{車幅} / \text{車線幅}$ として求められるので、指標値 $RW I$ ($0 < RW I \leq 1$) は、車幅に対して車線幅が広いほど小さい値になり、車幅に対する車線幅の余裕率を示す。

[0057] つまり、指標値 $RW I$ が小さいほど、車線幅が広く車幅に対する車線幅の余裕率は高いことになり、逆に、指標値 $RW I$ が大きいほど、車線幅が狭く車幅に対する車線幅の余裕率は低いことになる。

そして、指標値 $RW I$ が小さい状態、換言すれば、余裕率が高い状態は、車線幅内での走行が容易でかつ周囲環境に対する衝突のリスクが小さい状態で、指標値 $RW I$ が大きい状態、換言すれば、余裕率が低い状態は、コースアウトや衝突のリスクが増す状態である。

[0058] 図 10 では、車幅と車線幅とが一致していて指標値 $RW I$ が 1 であるときに位置偏差補正の優先度 $W 1$ ($W 1 > 0$) を 1 とし、指標値 $RW I$ が 1 より小さくなるにしたがって、換言すれば、車線幅が広くなるにしたがって、優先度 $W 1$ を漸減させる。

なお、指標値 $RW I$ と優先度 $W 1$ との相関を、図 10 に示した特性に限定するものではなく、車幅に対して車線幅が狭くなるほど優先度 $W 1$ をより高い値に変更する特性であればよい。

[0059] また、車幅は車両 10 毎に固定であるので、優先度 $W 1$ を求めるためのマップを道路幅又は車線幅から優先度 $W 1$ を求めるマップとし、係るマップの特性を、適用する車両 10 の車幅に合わせて変更することができる。

図 10 に示した位置偏差補正の優先度 $W 1$ の特性によると、制御ユニット 3 は、道路幅が狭く指標値 $RW I$ が 1 に近くなるほど位置偏差補正の優先度 $W 1$ をより高く設定し、相対的に向き偏差補正の優先度 $W 2$ を低く抑える。

[0060] 指標値 $RW I$ が 1 に近い状態とは、道路幅が自車両の幅に対して狭く、コースアウトや衝突のリスクが増す状態であるから、制御ユニット 3 は、位置偏差補正の優先度 $W 1$ を高く設定することで、コーストレース性を高めて走行安定性を確保する。

換言すれば、制御ユニット 3 は、道路幅に対する車両の幅方向の余裕が小

さくなるにつれて、向き偏差補正用の横力FY2（重み付け後回転力）に対する位置偏差補正用の横力FY1（重み付け後併進力）の割合を高くして、コーストレース性を高める。

したがって、制御ユニット3は、道路幅に応じて優先度W1，W2を設定することで、コーストレース性と挙動安定性とのバランスを、道路幅に応じた適切なバランスに調整できる。

[0061] また、優先度W1，W2の設定処理の別の態様として、制御ユニット3は、車両10の走行に関する諸元としての減速度DEに基づき優先度W1，W2を設定する。

図11は、制御ユニット3がステップS201で参照する、車両10の減速度DEに基づき位置偏差補正の優先度W1を求めるマップ（変換テーブル）の一態様を示す。

[0062] 図11のマップは、減速度DEをx軸とし、位置偏差補正の優先度W1をy軸として、減速度DEから位置偏差補正の優先度W1（ $W1 > 0$ ）を求める。

なお、車両10の減速度DEは、負の加速度であり、単位時間当たりの車速の減少量である。

[0063] ここで、x軸の原点は減速度DEが零で、原点から正方向が車両10の減速運転状態であって、原点から正方向に離れるほど減速度DE（単位時間当たりの車速の減少量）が大きいことを示す。

そして、図11に示す特性では、減速度DEが零であるときの優先度W1（ $0 < W1 < 1$ ）から、減速度DEが大きくなるにつれて優先度W1は漸増して1に達する。

[0064] 換言すれば、車両10の減速度DEが高くなるにつれて、向き偏差補正用の横力FY2（重み付け後回転力）に対する位置偏差補正用の横力FY1（重み付け後併進力）の割合を高くして、コーストレース性を高める。

なお、減速度DEと優先度W1との相関を、図11に示した特性に限定するものではなく、減速度DEが大きくなるほど、つまり、急減速時ほど優先

度 $W1$ をより高い値に変更する特性であればよい。

[0065] 図11に示した位置偏差補正の優先度 $W1$ の特性によると、制御ユニット3は、例えば、危険回避のための急制動したときなどの緊急性が高いときに、位置偏差補正の優先度 $W1$ を高く設定することでコーストレース性を高めて、車両10の安全性を確保する。

したがって、制御ユニット3は、減速度 DE に応じて優先度 $W1$ 、 $W2$ を設定することで、コーストレース性と挙動安定性とのバランスを、減速度 DE に応じた適切なバランスに調整できる。

[0066] ところで、制御ユニット3は、目標横力の算出処理において、目標移動点での目標走行経路の曲率に応じた求心力による横ズレ量及び向きズレ量を加味して横ズレ量及び向きズレ量を求めることができ、係る構成とした実施形態を以下で説明する。

図12は、地上座標系において、目標移動点での目標走行経路の曲率に応じた求心力による横ズレ量及び向きズレ量を示す図である。

[0067] また、図13は、目標移動点での目標走行経路の曲率に応じた求心力を加味して横ズレ量及び向きズレ量を求める制御ユニット3の機能ブロック図である。

図13において、コントロール部としての機能を有する制御ユニット3は、位置・向き優先度算出部32、目標横力算出部33、及び、制駆動力及び操舵力指令算出部34を備えるとともに、求心力による偏差算出部35、位置／向き偏差算出部36、偏差補正用横力算出部37を備える。

なお、図13に示した、位置・向き優先度算出部32、目標横力算出部33、及び、制駆動力及び操舵力指令算出部34は、図2の機能ブロック図に示したものと同様の機能を奏するので、詳細な説明は省略する。

[0068] 求心力による偏差算出部35は、目標移動点(x_{tgt} , y_{tgt})での目標走行経路の曲率 κ に応じた求心力 FY_{κ} を算出する。

また、求心力による偏差算出部35は、求心力 FY_{κ} に基づいて生じる移動予測点に対する車両10の横方向の移動成分である横ズレ量 $ERTP_{\kappa}$ 、及び、

求心力 FY_{κ} に基づいて生じる移動予測点に対する車両10のヨー方向のズレ量である向きズレ量 θ_{κ} を算出する。

[0069] 位置／向き偏差算出部36は、求心力 FY_{κ} に基づく横ズレ量 $ERTP_{\kappa}$ を考慮して目標移動点における横ズレ量 ER を求め、求心力 FY_{κ} に基づく向きズレ量 θ_{κ} を考慮して目標移動点における向きズレ量 θ_{mp} を求める。

偏差補正用横力算出部37は、横ズレ量 ER に基づき位置偏差補正用の横力 FY_{ER} を求め、向きズレ量 θ_{mp} に基づき向き偏差補正用の横力 $FY_{\theta_{mp}}$ を求める。

[0070] 位置・向き優先度算出部32は、前述したように、アンダーステア傾向／オーバーステア傾向などの車両10の走行に関する諸元に基づき、優先度 $W1$ 、 $W2$ を算出する。

目標横力算出部33は、優先度 $W1$ 、 $W2$ によって位置偏差補正用の横力 FY_{ER} 、向き偏差補正用の横力 $FY_{\theta_{mp}}$ それぞれに重み付けし、位置偏差補正用の横力 $FY1$ （重み付け後併進力）及び向き偏差補正用の横力 $FY2$ （重み付け後回転力）を算出する。

[0071] そして、目標横力算出部33は、位置偏差補正用の横力 $FY1$ と向き偏差補正用の横力 $FY2$ と前記目標移動点での曲率 κ に応じた求心力 FY_{κ} を加算して最終的な目標横力 FY を求める。

制駆動力及び操舵力指令算出部34は、目標横力算出部33で求められた目標横力 FY を入力し、入力した目標横力 FY を駆動力、制動力、操舵力に任意に配分して、目標横力 FY を達成するための制御指令である目標駆動力、目標制動力、目標操舵力を求めて、駆動アクチュエータ7、制動アクチュエータ8、操舵アクチュエータ9に各目標に応じた制御指令を出力する。

[0072] 図14は、制御ユニット3による目標横力 FY の算出処理のメインルーチンを示すフローチャートである。

制御ユニット3は、ステップS500（求心力による偏差算出部35）で、求心力 FY_{κ} による横ズレ量 $ERTP_{\kappa}$ 及び向きズレ量 θ_{κ} を算出する。

[0073] 次いで、制御ユニット3は、ステップS600（位置／向き偏差算出部3

6) で、横ズレ量 $ERTP_{\kappa}$ 及び向きズレ量 θ_{κ} を考慮して、横ズレ量 ER 及び向きズレ量 θ_{mp} を求める。

そして、制御ユニット3は、ステップS700（偏差補正用横力算出部37）で、横ズレ量 ER に基づき、目標走行経路に車両10の位置をトレースさせるための併進力である位置偏差補正用の横力 FY_{ER} を求め、向きズレ量 θ_{mp} に基づき、目標走行経路に対する車両10の向きを補正するための回転力である向き偏差補正用の横力 $FY_{\theta mp}$ を求める。

[0074] 制御ユニット3は、次のステップS800（位置・向き優先度算出部32）で、車両10のアンダーステア傾向／オーバーステア傾向などの車両10の走行に関する諸元に基づき、位置偏差補正用の横力 FY_{ER} の優先度 $W1$ 、及び、向き偏差補正用の横力 $FY_{\theta mp}$ の優先度 $W2$ を設定する。

そして、制御ユニット3は、ステップS900（目標横力算出部33）で、位置偏差補正用の横力 FY_{ER} を優先度 $W1$ で重み付けした結果である位置偏差補正用の横力 $FY1$ と、向き偏差補正用の横力 $FY_{\theta mp}$ の優先度 $W2$ で重み付けした結果である向き偏差補正用の横力 $FY2$ と前記目標移動点での曲率 κ に応じた求心力 FY_{κ} を加算して目標横力 FY を求める。

[0075] ここで、制御ユニット3によるステップS500での処理内容を、図15のフローチャートにしたがって詳細に説明する。

制御ユニット3は、ステップS501で、目標移動点での目標走行経路の曲率 κ に基づき、数式13にしたがって求心力 FY_{κ} を算出する。

[数13]

$$FY_{\kappa} = m \cdot \kappa \cdot V^2$$

つまり、制御ユニット3は、目標移動点の曲率 κ に関する物理量と、車両10の速度 V に関する物理量とに基づいて、求心力 FY_{κ} を求める。

[0076] 次に、制御ユニット3は、ステップS502で、求心力 FY_{κ} によって生じる移動予測点に対する車両10の横方向の移動成分である横ズレ量 $ERTP_{\kappa}$ を、数式14にしたがって算出する。

[数14]

$$ERTP_{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot \kappa \cdot V^2 \cdot TP^2$$

[0077] また、制御ユニット3は、ステップS503で、求心力FY_κによって生じる移動予測点に対する車両10のヨー方向の変化成分である向きズレ量θ_κを、数式15にしたがって算出する。

[数15]

$$\theta_{\kappa} = \kappa \cdot V \cdot TP$$

[0078] 次に、制御ユニット3によるステップS600での処理内容を、図16のフローチャートにしたがって詳細に説明する。

制御ユニット3は、ステップS601で、前述した数式2にしたがって、車両10の現在位置の座標(x₀, y₀)及び現在の車両10の向きθ_{ap}に基づき、時間TP後の移動予測点の座標(x_{tp}, y_{tp})を算出する。

[0079] 次いで、制御ユニット3は、ステップS602で、前述した数式3にしたがって、移動予測点の座標(x_{tp}, y_{tp})を通り、現在位置の座標(x₀, y₀)と移動予測点の座標(x_{tp}, y_{tp})とを結ぶ線に直交する関数f(x)_{ort}を求める。

更に、制御ユニット3は、ステップS602で、移動予測点の座標(x_{tp}, y_{tp})を通る関数f(x)_{ort}と、目標走行経路(目標走行軌跡)を表す関数f(x)とから、目標移動点の座標(x_{tgt}, y_{tgt})を、前述の数式4にしたがって算出する。

[0080] そして、制御ユニット3は、ステップS603で、移動予測点の座標(x_{tp}, y_{tp})及び目標移動点の座標(x_{tgt}, y_{tgt})から、目標移動点に対する車両10の横方向のズレ量である横ズレ量ERTPを、前述した数式5にしたがって算出する。

次いで、制御ユニット3は、ステップS604で、ステップS502で求めた第1横ズレ量としての横ズレ量ERTP_κと、ステップS603で求めた第

2 横ズレ量としての横ズレ量ERTPとに基づき、最終的な横ズレ量ERを数式 16 にしたがって算出する（図 12 参照）。

[数16]

$$ER = ERT_P - ERT_{P_κ}$$

[0081] また、制御ユニット3は、ステップS605で、現時点での車両10の向き θ_{ap} と、目標移動点における車両10の向き θ_{tgt} と、ステップS503で求めた向きズレ量 $\theta_{κ}$ とに基づき、最終的な向きズレ量 θ_{mp} を数式17にしたがって算出する（図12参照）。

[数17]

$$\theta_{mp} = \theta_{tgt} - \theta_{ap} - \theta_{κ}$$

換言すれば、制御ユニット3は、数式17によって、第1向きズレ量としての向きズレ量 $\theta_{κ}$ と、第2向きズレ量としての向きズレ量 θ_{de} （ $\theta_{de} = \theta_{tgt} - \theta_{ap}$ ）とに基づき、最終的な向きズレ量 θ_{mp} を算出する。

[0082] 次に、制御ユニット3によるステップS700での処理内容を、図17のフローチャートにしたがって詳細に説明する。

まず、制御ユニット3は、ステップS701で、ステップS604で求めた横ズレ量ERに基づき、位置偏差補正用の横力FY_ERを数式18にしたがって算出する。

[数18]

$$FY_ER = m \cdot \frac{2}{TP^2} \cdot ER$$

[0083] 次いで、制御ユニット3は、ステップS702で、ステップS605で求めた向きズレ量 θ_{mp} に基づき、向き偏差補正用の横力FY_ θ_{mp} を数式19にしたがって算出する。

[数19]

$$FY_{\theta_{mp}} = m \cdot \frac{\theta_{mp}}{TP} \cdot V$$

[0084] 次に、制御ユニット3によるステップS800での優先度W1, W2の設定処理を、図18のフローチャートにしたがって説明する。

まず、制御ユニット3は、アンダーステア傾向／オーバーステア傾向、目標走行経路の曲率の変化率、道路幅、車両10の減速度などの車両10の走行に関する諸元に基づき、位置偏差補正の優先度W1（位置偏差補正の重み付け変数）を求める。

[0085] なお、制御ユニット3は、ステップS801で、前述したステップS201と同様に、車両10の走行に関する諸元に基づき優先度W1を算出する。

つまり、アンダーステア傾向／オーバーステア傾向、目標走行経路の曲率の変化率、道路幅、車両10の減速度に対する優先度W1の特性は、図8－図11に示した通りである。

[0086] 次に、制御ユニット3は、ステップS802で、向き偏差補正の優先度W2（向き偏差補正の重み付け変数）を、ステップS801で求めた位置偏差補正の優先度W1に基づき求める。

ステップS802で、制御ユニット3は、前述したステップS202と同様に、数式9にしたがって、向き偏差補正の優先度W2を求める。

[0087] 次に、制御ユニット3によるステップS900での処理内容を、図19のフローチャートにしたがって詳細に説明する。

制御ユニット3は、ステップS901で、ステップS801で求めた位置偏差補正の優先度W1と、ステップS701で求めた位置偏差補正用の横力FY_ERとから、位置偏差補正用の横力FY1を数式20にしたがって算出する。

つまり、制御ユニット3は、位置偏差補正用の横力FY_ERについて優先度W1に基づく重み付けを行って、重み付け後併進力に相当する位置偏差補正用の横力FY1を求める。

[数20]

$$FY1 = FY_ER \times W1$$

[0088] また、制御ユニット3は、ステップS902で、ステップS802で求めた向き偏差補正の優先度W2と、ステップS702で求めた向き偏差補正用の横力FY_{θmp}とから、向き偏差補正用の横力FY2を数式21にしたがって算出する。

つまり、制御ユニット3は、向き偏差補正用の横力FY_{θmp}について優先度W2に基づく重み付けを行って、重み付け後回転力に相当する向き偏差補正用の横力FY2を求める。

[数21]

$$FY2 = FY_{\theta mp} \times W2$$

[0089] そして、制御ユニット3は、ステップS903で、ステップS901で求めた位置偏差補正用の横力FY1と、ステップS902で求めた向き偏差補正用の横力FY2と、ステップS501で求めた目標移動点での曲率κに応じた求心力FY_κに基づき、最終的な目標横力FYを数式22にしたがって算出する。

[数22]

$$FY = FY1 + FY2 + FY_{\kappa}$$

[0090] 上記実施形態によると、制御ユニット3は、求心力FY_κによって生じる横ズレ量及び向きズレ量を加味して位置偏差補正用の横力及び向き偏差補正用の横力を求めるので、目標走行経路に車両10をトレースさせるための横力（併進力）及び目標走行経路に対する車両10の向きを補正するための横力（回転力）を精度よく求めることができる。

また、制御ユニット3は、アンダーステア傾向／オーバーステア傾向、目標走行経路の曲率の変化率、道路幅、減速度に基づき優先度W1, W2を設

定することで、コーストレース性（位置偏差補償）と挙動安定性（向き偏差補償）とのバランスを、車両１０の走行に関する諸元（走行状況）に応じた適切なバランスに調整することができる。

[0091] 上記実施形態で説明した各技術的思想は、矛盾が生じない限りにおいて、適宜組み合わせで使用することができる。

また、好ましい実施形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様を採り得ることは自明である。

[0092] 上記実施形態では、優先度W１，W２の設定に用いる車両１０の走行に関する諸元を、アンダーステア傾向及びオーバーステア傾向、目標走行経路の曲率の変化率、道路幅、減速度とするが、これらに限定するものではない。

例えば、制御ユニット３は、路面の摩擦係数、横風の強さ、積載荷重、タイヤの摩耗度合い、タイヤの空気圧、路面勾配、路面の横方向の傾斜角（換言すれば、旋回傾斜角）などの車両１０のコーストレース性や挙動安定性に影響する車両１０の走行に関する諸元に基づき、優先度W１，W２の設定処理を行うことができる。

[0093] また、制御ユニット３は、前述した車両１０の走行に関する諸元を複数組み合わせ、優先度W１，W２を設定することができる。

更に、制御ユニット３は、車両１０の走行に関する諸元を複数用いて優先度W１，W２を設定するときに、諸元毎に求めた優先度W１，W２を重み付けして最終的な優先度W１，W２を求めることができる。

[0094] また、制御ユニット３は、アンダーステア傾向とオーバーステア傾向とのいずれか一方のとき、例えば、車両１０がオーバーステア傾向のときに、優先度W１，W２の変更を実施することができる。

また、制御ユニット３は、車両１０の走行に関する諸元に応じて向き偏差補正の優先度W２を算出し、算出した向き偏差補正の優先度W２から位置偏差補正の優先度W１を求めることができ、更に、車両１０の走行に関する諸元に応じて優先度W１及び優先度W２が一緒に求まるマップを用いることが

できる。

[0095] また、上記実施形態では、数式 8 に示したように、位置偏差補正の優先度 $W1$ と向き偏差補正の優先度 $W2$ との総和を 1 とするが、前記総和を 1 に限定するものではなく、前記総和の値は任意に設定できる。

例えば、制御ユニット 3 は、車両 10 が自動走行する場合の総和に比べて、運転支援制御が実施される場合の総和をより低く設定するなど、自動運転のレベルに応じて総和を切り替えることができる。

符号の説明

[0096] 1…外界情報取得装置（外界認識部）、2…車両情報取得装置、3…制御ユニット（車両運動制御装置、コントロール部）、4…駆動力制御部、5…制動力制御部、6…操舵力制御部、7…駆動アクチュエータ、8…制動アクチュエータ、9…操舵アクチュエータ、10…車両、11…車両運動制御システム

請求の範囲

[請求項1]

車両に設けられた制動アクチュエータ、駆動アクチュエータ、及び操舵アクチュエータを制御するコントロール部を備える車両運動制御装置であって、

前記コントロール部は、

外界認識部より取得された外界情報に基づいて求められた車両が走行する目標走行経路を取得し、

前記目標走行経路における目標移動点に対する前記車両の横方向のズレ量である横ズレ量に基づいて、前記目標走行経路に前記車両の位置をトレースさせるための併進力を求め、

前記目標移動点に対する前記車両のヨー方向のズレ量である向きズレ量に基づいて、前記目標走行経路に対する前記車両の向きを補正するための回転力を求め、

取得された前記車両の走行に関する諸元に基づいて、前記併進力と前記回転力に対して重み付けをした重み付け後併進力と重み付け後回転力を求め、

前記重み付け後併進力と前記重み付け後回転力とを加算した目標横力を達成するための制御指令を前記制動アクチュエータ、前記駆動アクチュエータ、及び前記操舵アクチュエータへ出力する、

車両運動制御装置。

[請求項2]

請求項1に記載の車両運動制御装置であって、

前記コントロール部は、

前記目標移動点の曲率に関する物理量と、前記車両の速度に関する物理量と、に基づいて求心力を求め、

前記求心力に基づいて生じる前記目標移動点に対する前記車両の横方向の移動成分である第1横ズレ量と、前記目標移動点に対する前記車両の横方向のズレ量である第2横ズレ量と、に基づいて前記横ズレ量を求め、

前記求心力に基づいて生じる前記目標移動点に対する前記車両のヨー方向の変化成分である第1向きズレ量と、前記目標移動点に対する前記ヨー方向のズレ量である第2向きズレ量と、に基づいて前記向きズレ量を求める、

車両運動制御装置。

[請求項3]

請求項2に記載の車両運動制御装置であって、

前記コントロール部は、

前記重み付け後併進力と前記重み付け後回転力とに更に前記求心力を加算して前記目標横力を求め、

前記目標横力を達成するための制御指令を前記制動アクチュエータ、前記駆動アクチュエータ、及び前記操舵アクチュエータへ出力する、

車両運動制御装置。

[請求項4]

請求項1に記載の車両運動制御装置であって、

前記車両の走行に関する諸元は、前記車両のアンダーステア傾向及びオーバーステア傾向を含む、

車両運動制御装置。

[請求項5]

請求項4に記載の車両運動制御装置であって、

前記コントロール部は、

前記アンダーステア傾向が高くなるにつれて、前記重み付け後回転力に対する前記重み付け後併進力の割合を高くし、

前記オーバーステア傾向が高くなるにつれて、前記重み付け後併進力に対する前記重み付け後回転力の割合を高くする、

車両運動制御装置。

[請求項6]

請求項1に記載の車両運動制御装置であって、

前記車両の走行に関する諸元は、前記目標走行経路の曲率の変化率を含む、

車両運動制御装置。

- [請求項7] 請求項6に記載の車両運動制御装置であって、
 前記コントロール部は、
 前記曲率の変化率が正に大きくなるにつれて、前記重み付け後回転力に対する前記重み付け後併進力の割合を高くし、
 前記曲率の変化率が負に大きくなるにつれて、前記重み付け後併進力に対する前記重み付け後回転力の割合を高くする、
 車両運動制御装置。
- [請求項8] 請求項1に記載の車両運動制御装置であって、
 前記車両の走行に関する諸元は、前記目標走行経路を含む前記車両が走行する道路幅を含む、
 車両運動制御装置。
- [請求項9] 請求項8に記載の車両運動制御装置であって、
 前記コントロール部は、
 前記道路幅に対する前記車両の幅方向の余裕率が小さくなるにつれて、前記重み付け後回転力に対する前記重み付け後併進力の割合を高くする、
 車両運動制御装置。
- [請求項10] 請求項1に記載の車両運動制御装置であって、
 前記車両の走行に関する諸元は、前記車両の減速度を含む、
 車両運動制御装置。
- [請求項11] 請求項10に記載の車両運動制御装置であって、
 前記コントロール部は、
 前記車両の減速度が高くなるにつれて、前記重み付け後回転力に対する前記重み付け後併進力の割合を高くする、
 車両運動制御装置。
- [請求項12] 車両に設けられた制動アクチュエータ、駆動アクチュエータ、及び操舵アクチュエータを制御する車両運動制御方法であって、
 外界認識部より取得された外界情報に基づいて求められた車両が走

行する目標走行経路を取得し、

前記目標走行経路における目標移動点に対する前記車両の横方向のズレ量である横ズレ量に基づいて、前記目標走行経路に前記車両の位置をトレースさせるための併進力を求め、

前記目標移動点に対する前記車両のヨー方向のズレ量である向きズレ量に基づいて、前記目標走行経路に対する前記車両の向きを補正するための回転力を求め、

取得された前記車両の走行に関する諸元に基づいて、前記併進力と前記回転力に対して重み付けをした重み付け後併進力と重み付け後回転力を求め、

前記重み付け後併進力と前記重み付け後回転力とを加算した目標横力を達成するための制御指令を前記制動アクチュエータ、前記駆動アクチュエータ、及び前記操舵アクチュエータへ出力する、

車両運動制御方法。

[請求項13]

車両の外界情報を取得する外界認識部と、

コントロール部であって、

前記外界認識部より取得された外界情報に基づいて求められた車両が走行する目標走行経路を取得し、

前記目標走行経路における目標移動点に対する前記車両の横方向のズレ量である横ズレ量に基づいて、前記目標走行経路に前記車両の位置をトレースさせるための併進力を求め、

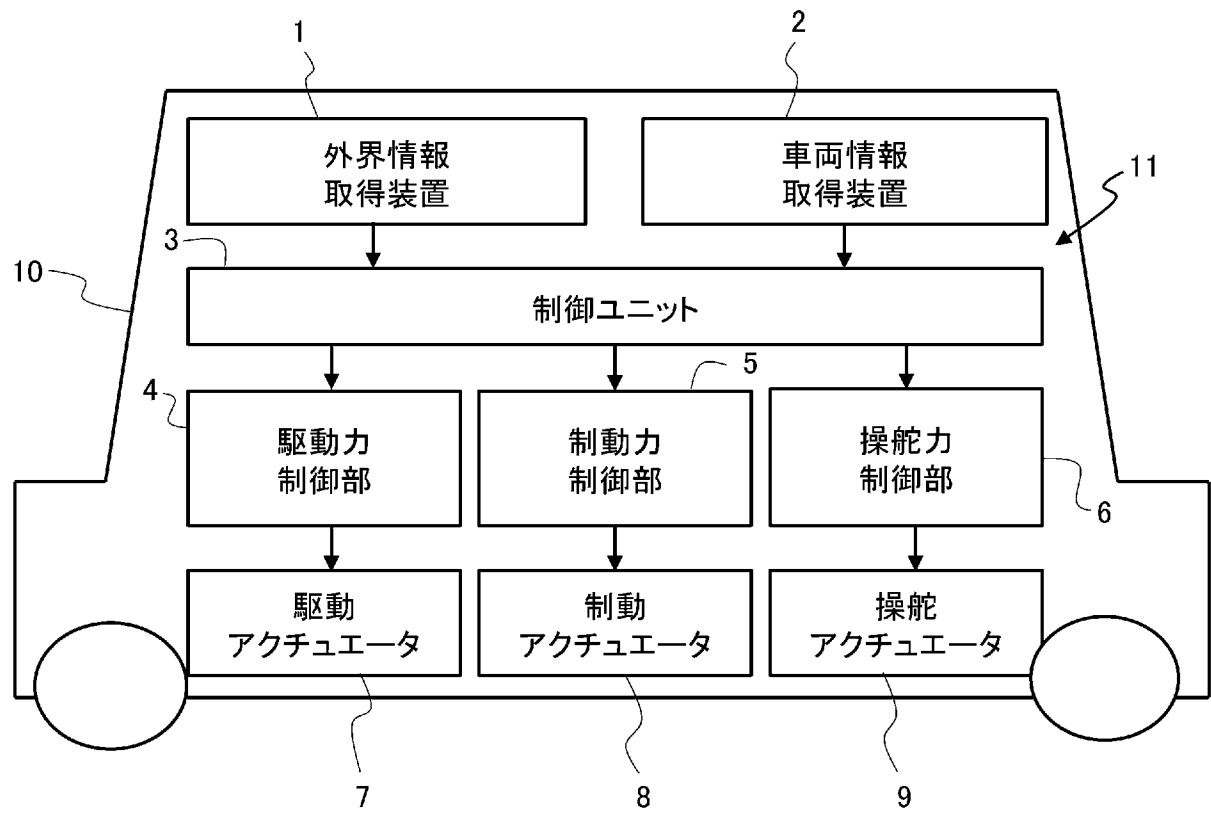
前記目標移動点に対する前記車両のヨー方向のズレ量である向きズレ量に基づいて、前記目標走行経路に対する前記車両の向きを補正するための回転力を求め、

取得された前記車両の走行に関する諸元に基づいて、前記併進力と前記回転力に対して重み付けをした重み付け後併進力と重み付け後回転力を求め、

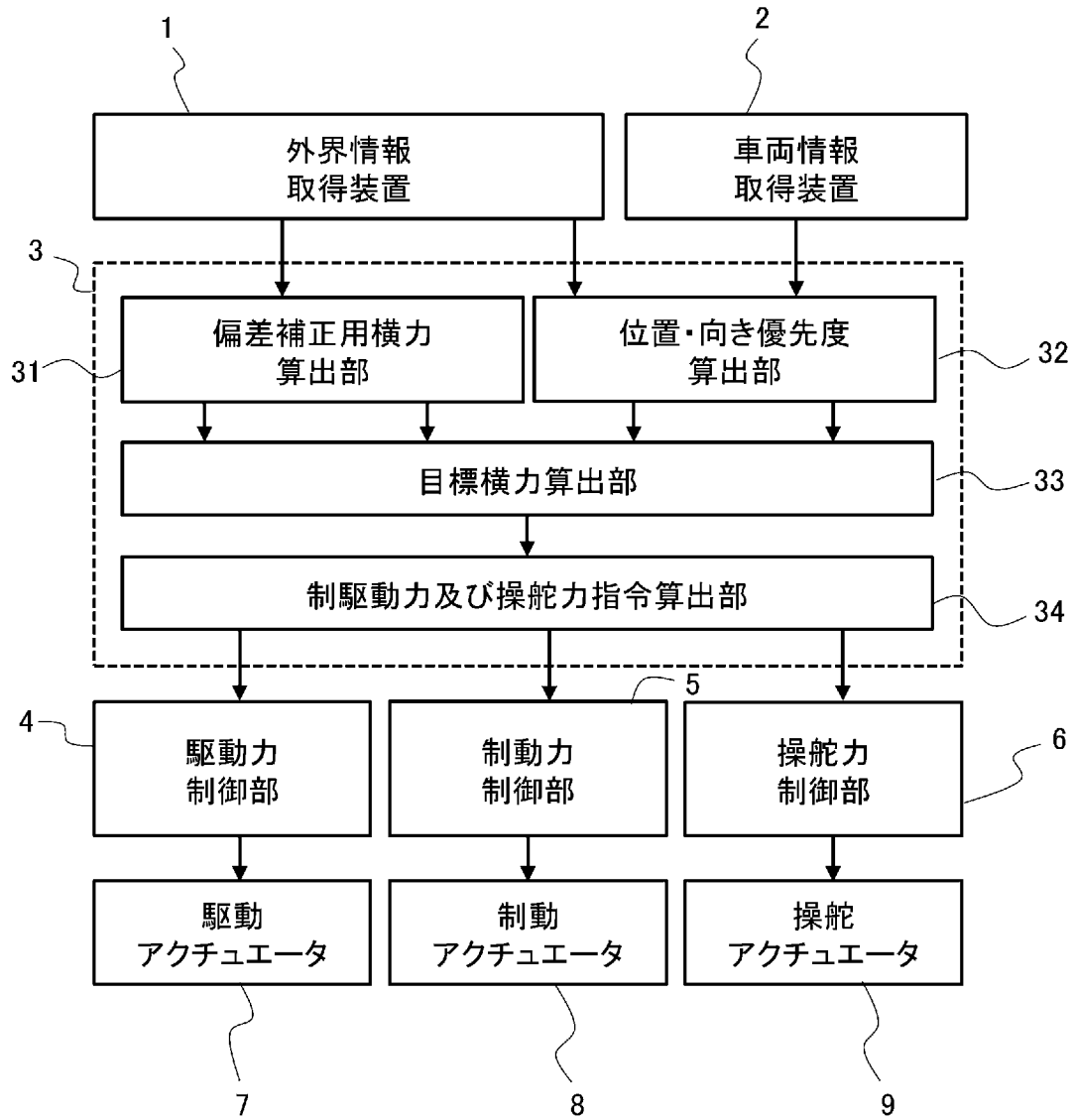
前記重み付け後併進力と前記重み付け後回転力とを加算した目標横

力を達成するための制御指令を求め、
前記制御指令を出力するコントロール部と、
前記コントロール部から出力された前記制御指令を取得する前記車両の制動アクチュエータ、駆動アクチュエータ、及び操舵アクチュエータと、
を備える車両運動制御システム。

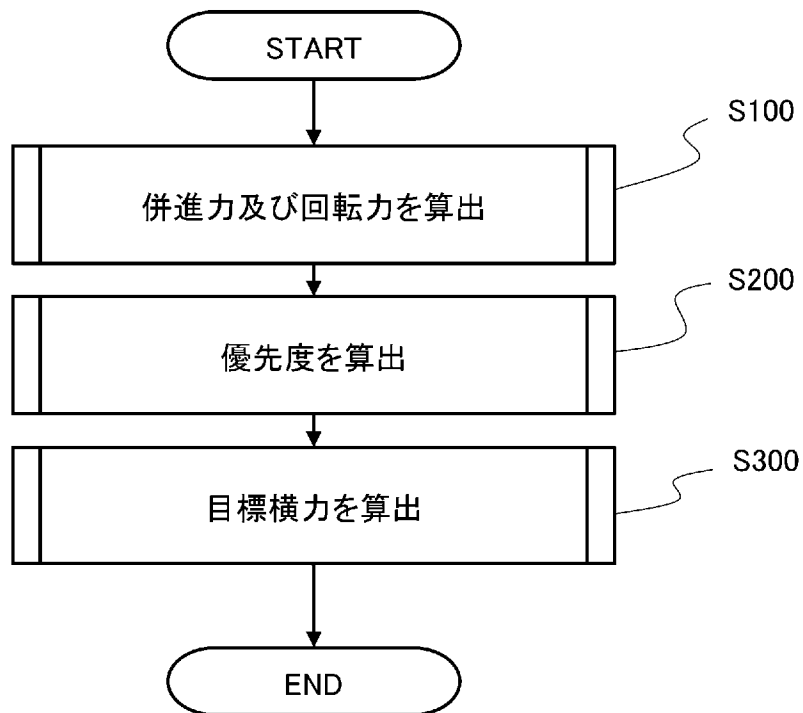
[図1]



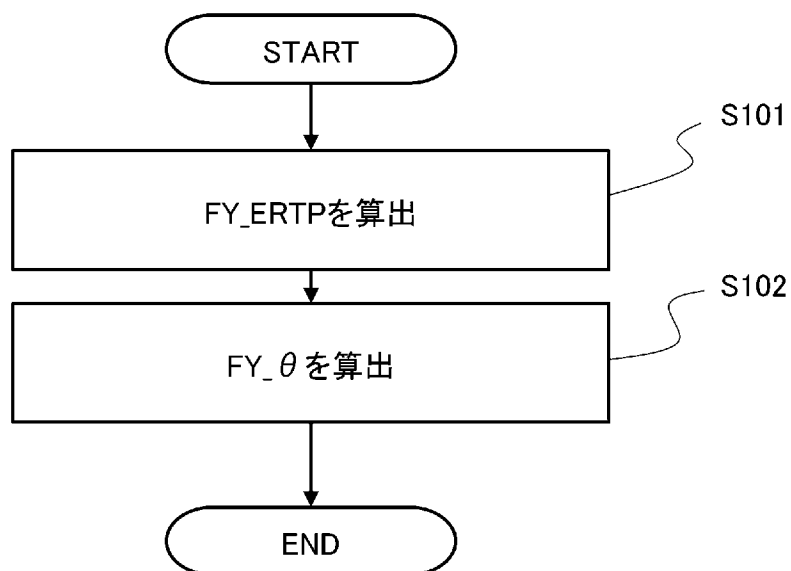
[図2]



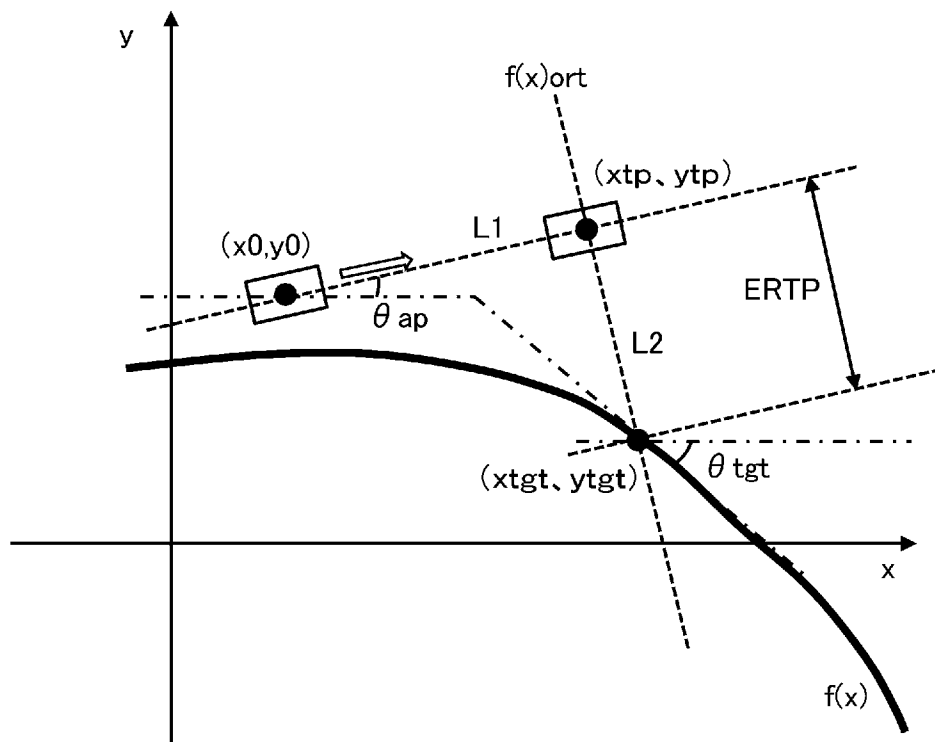
[図3]



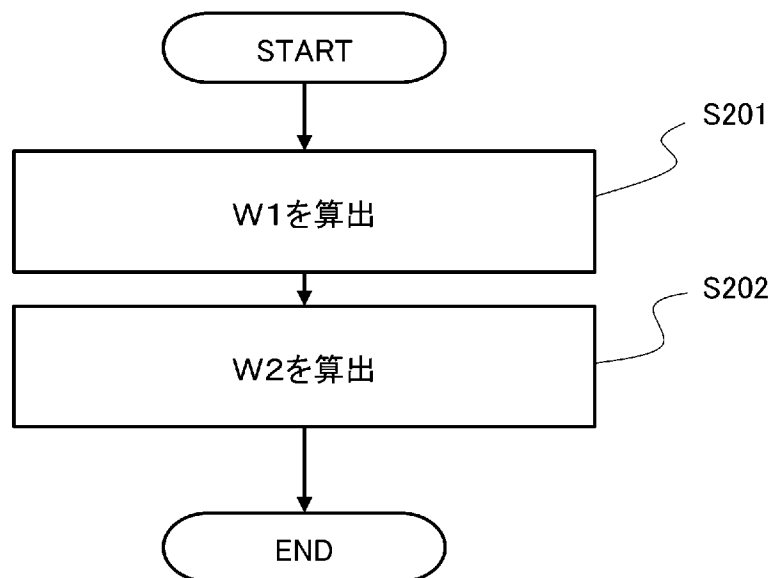
[図4]



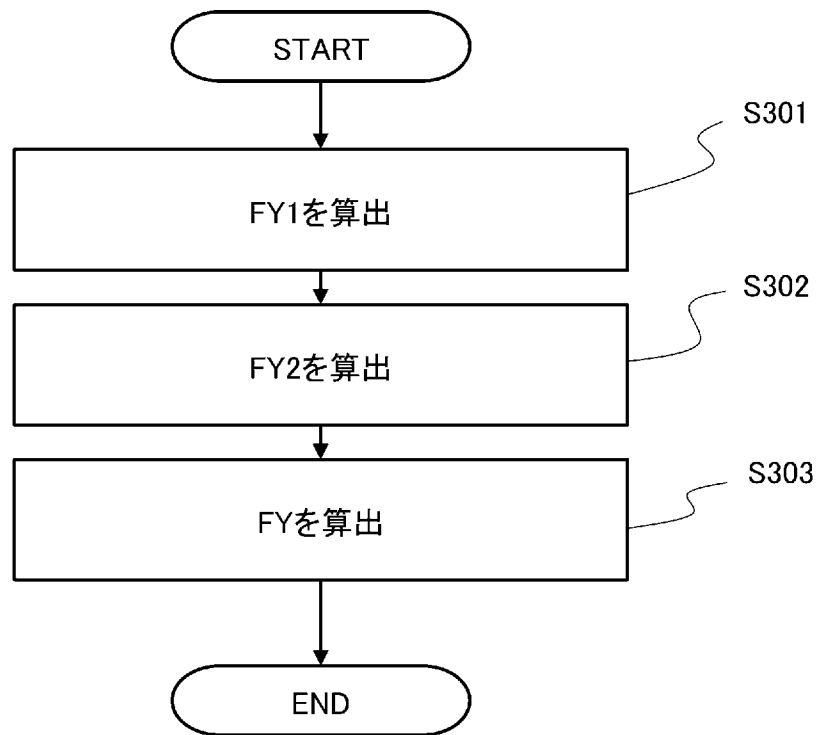
[図5]



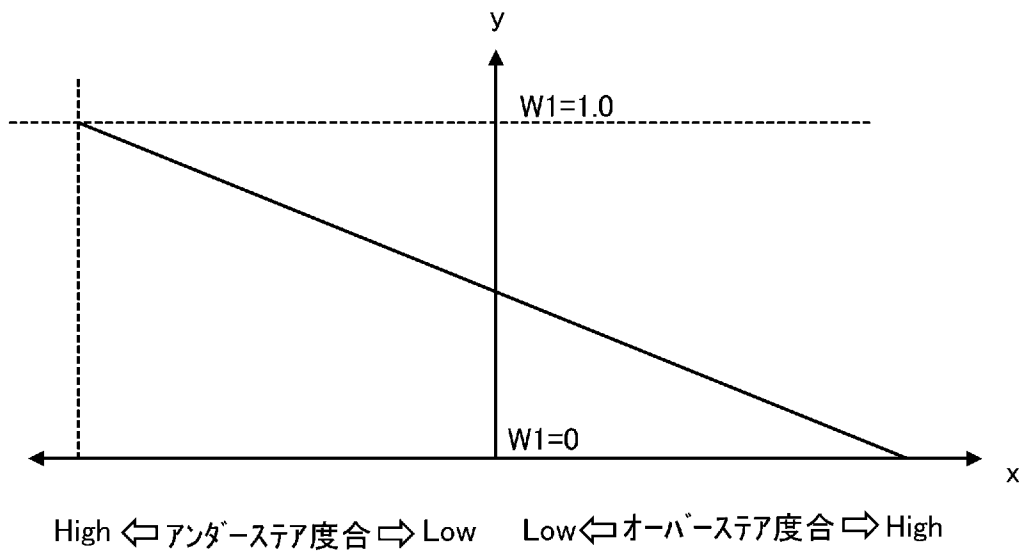
[図6]



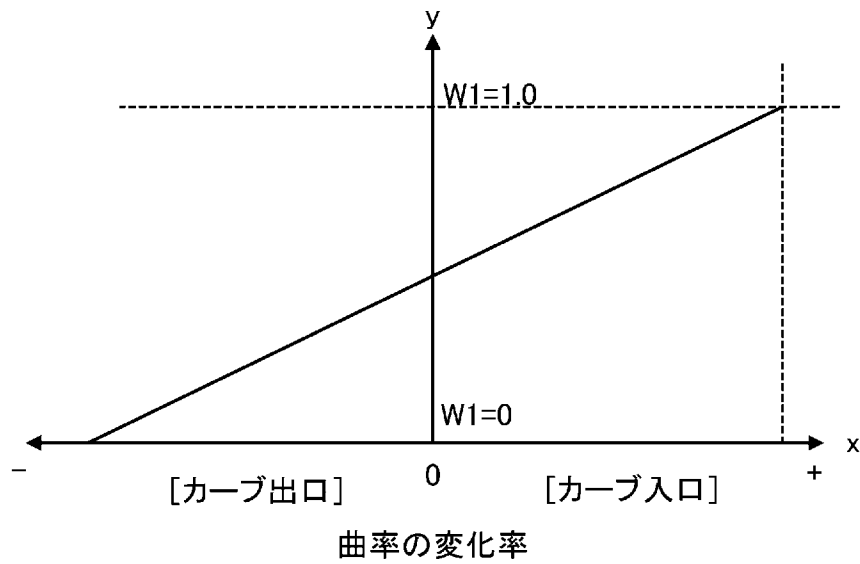
[図7]



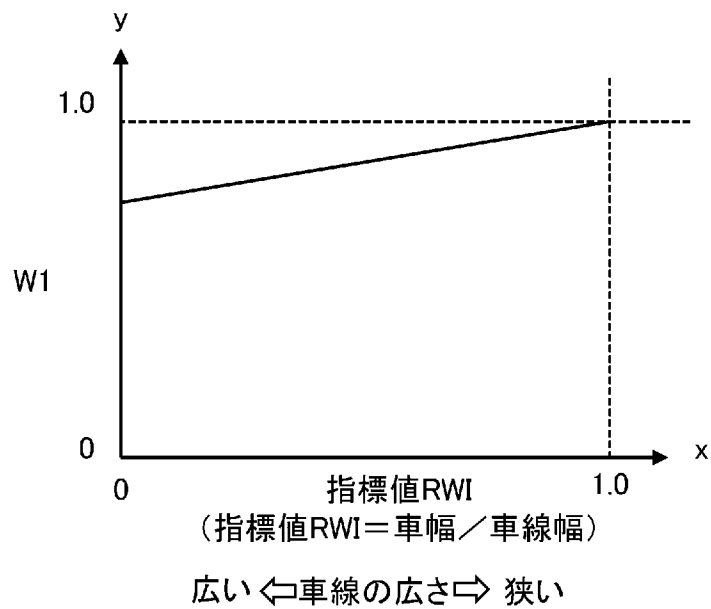
[図8]



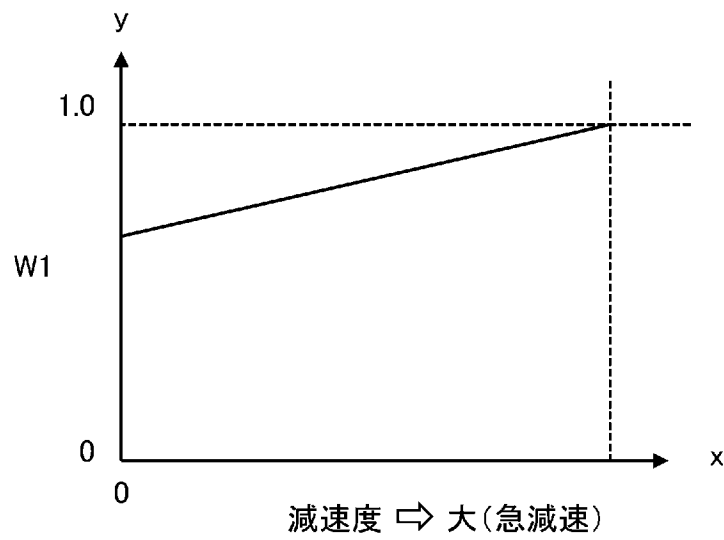
[図9]



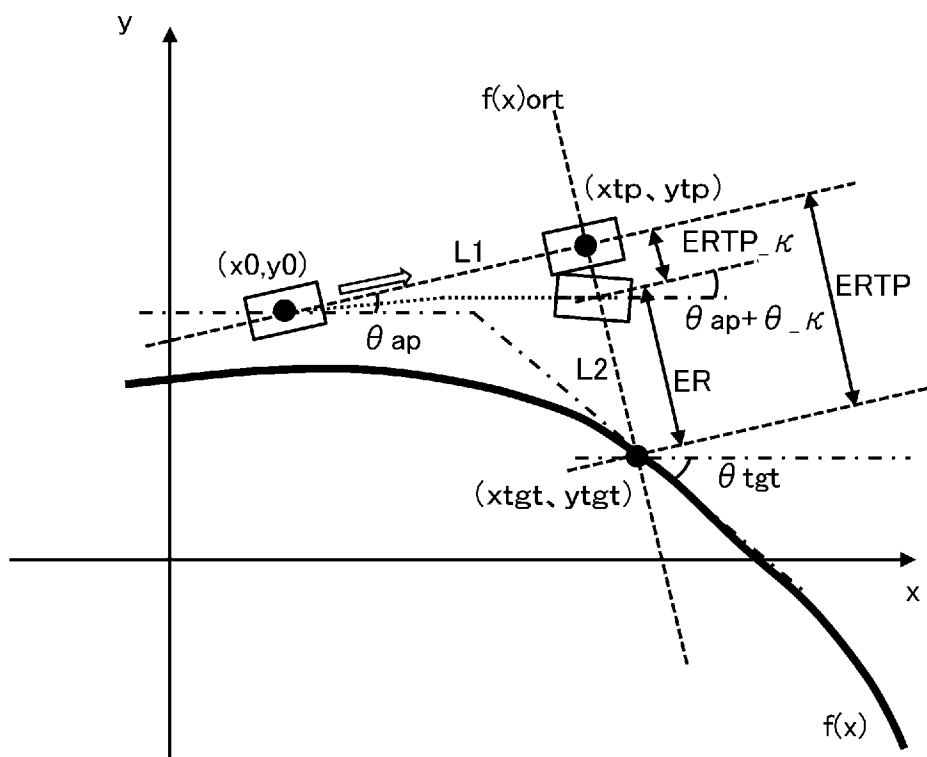
[図10]



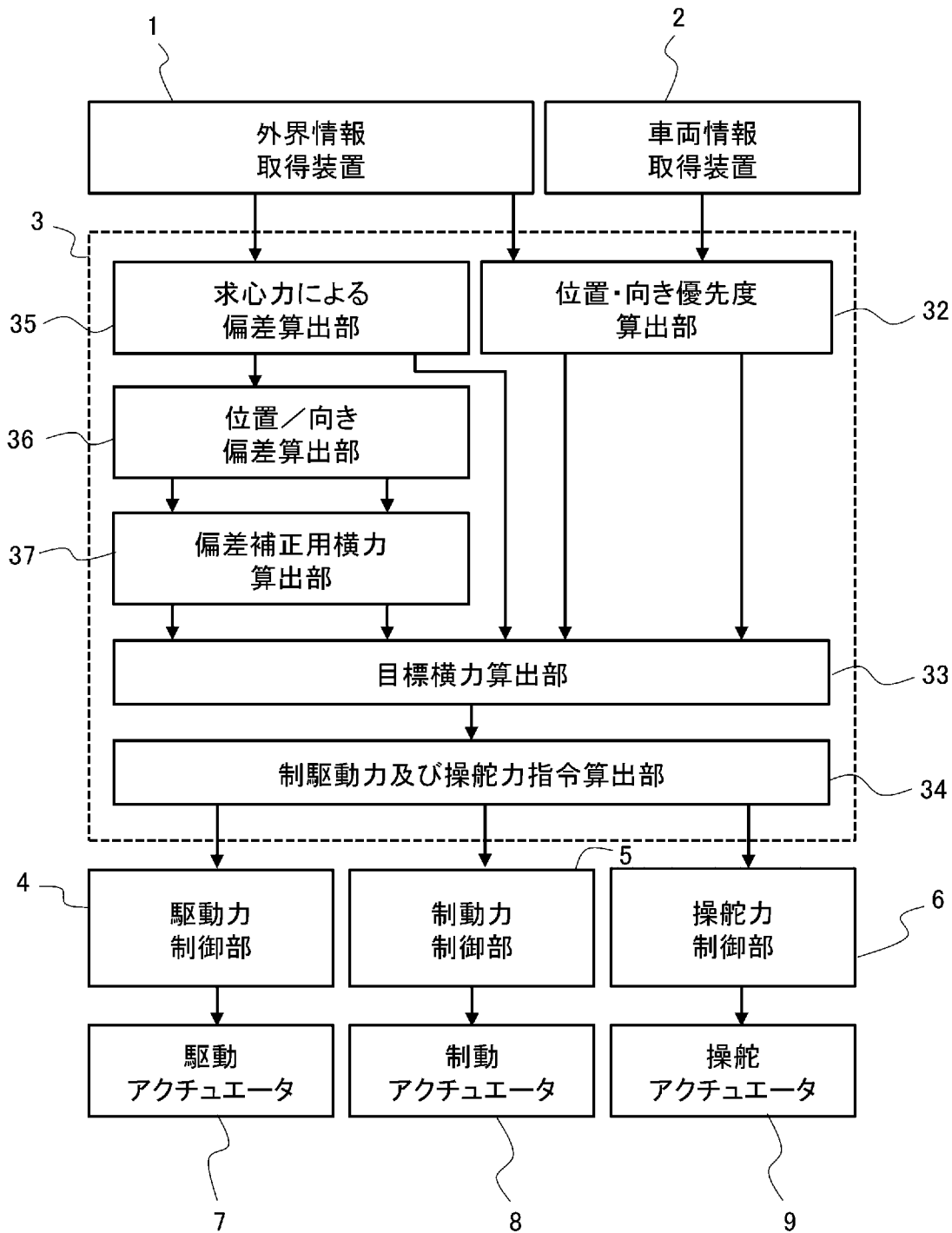
[図11]



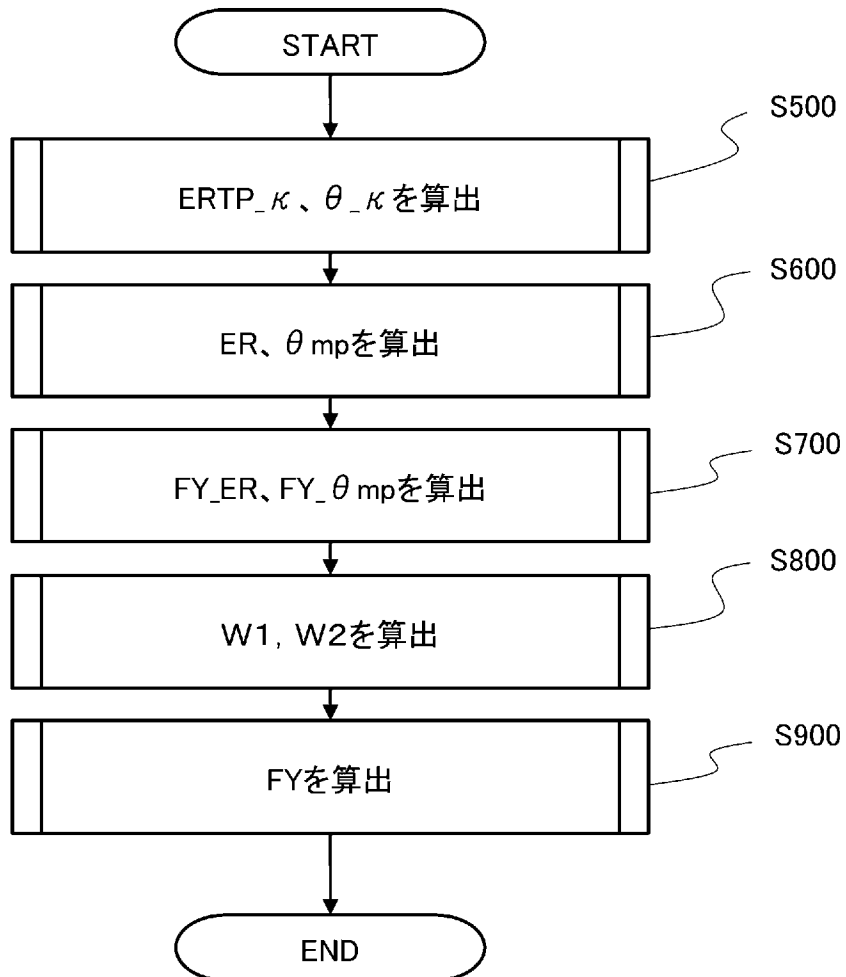
[図12]



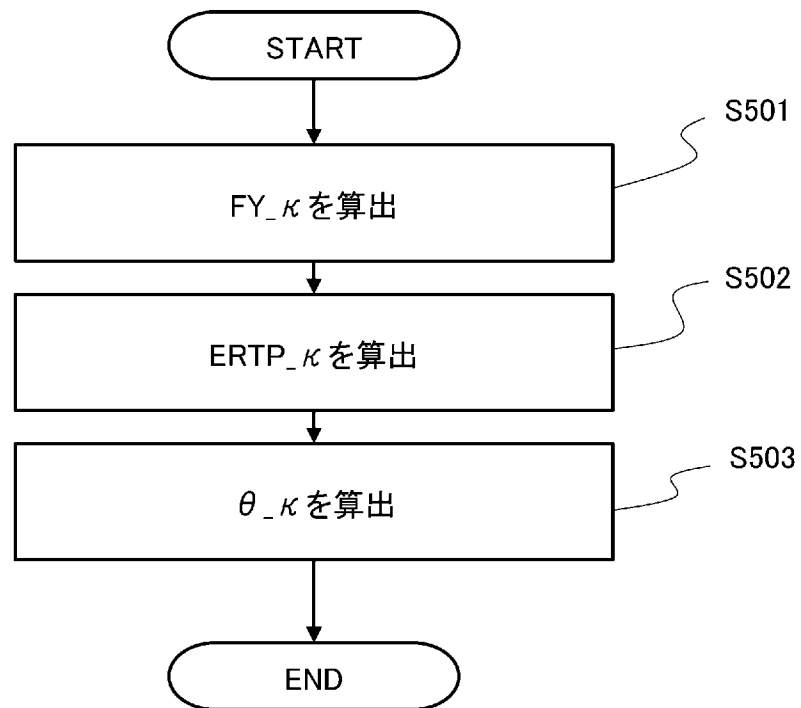
[図13]



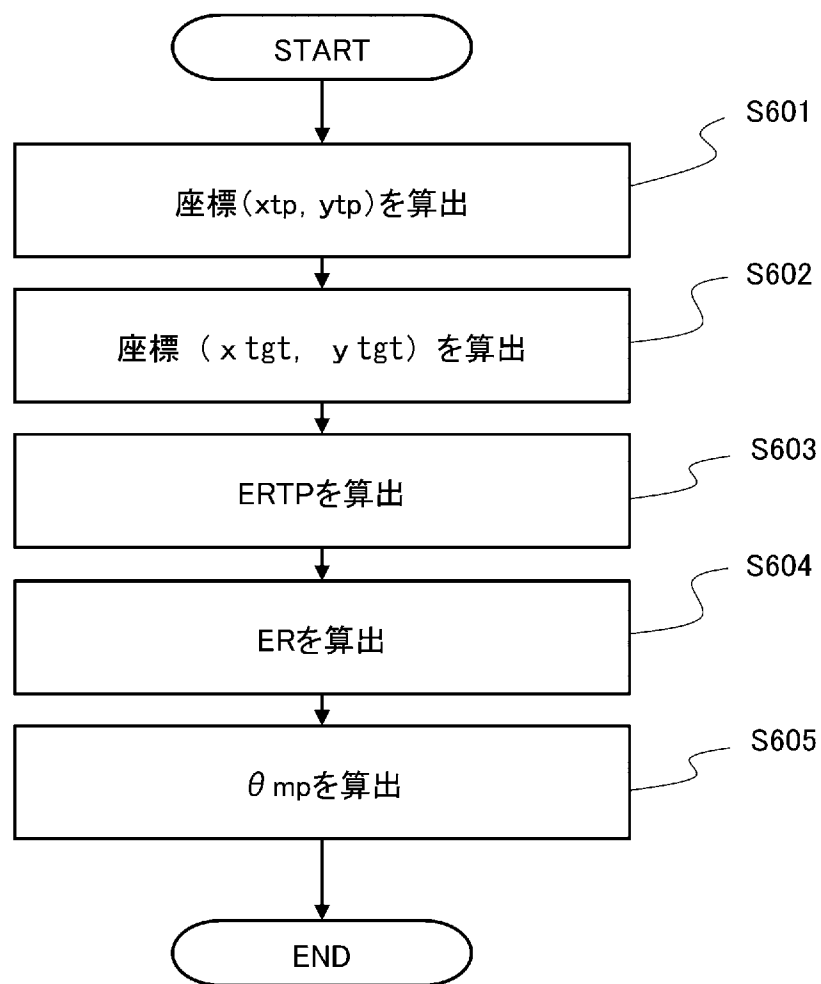
[図14]



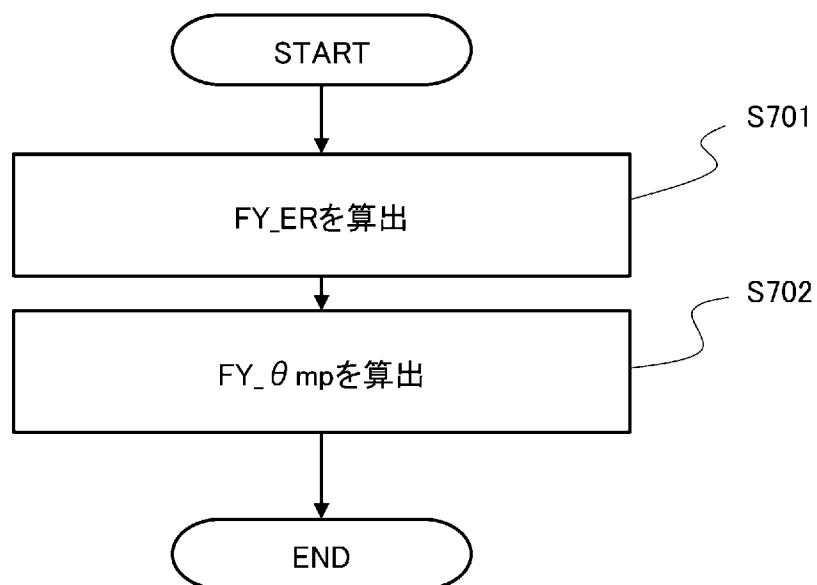
[図15]



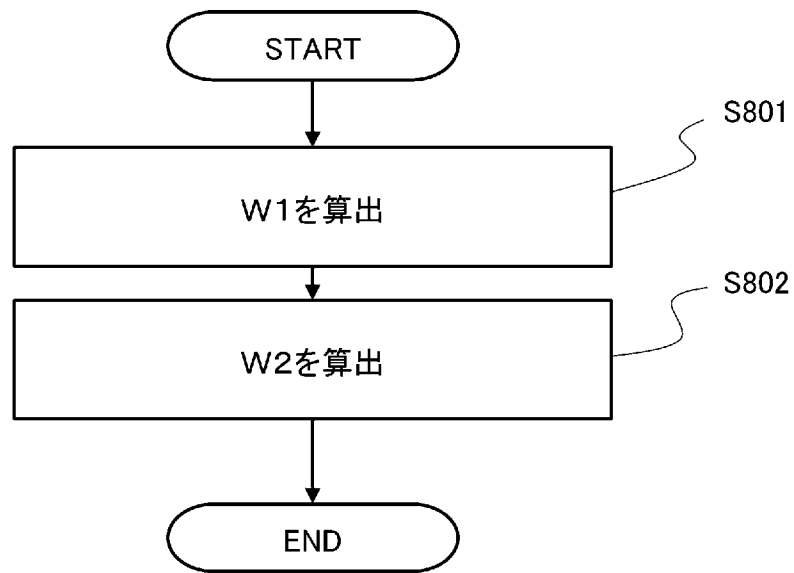
[図16]



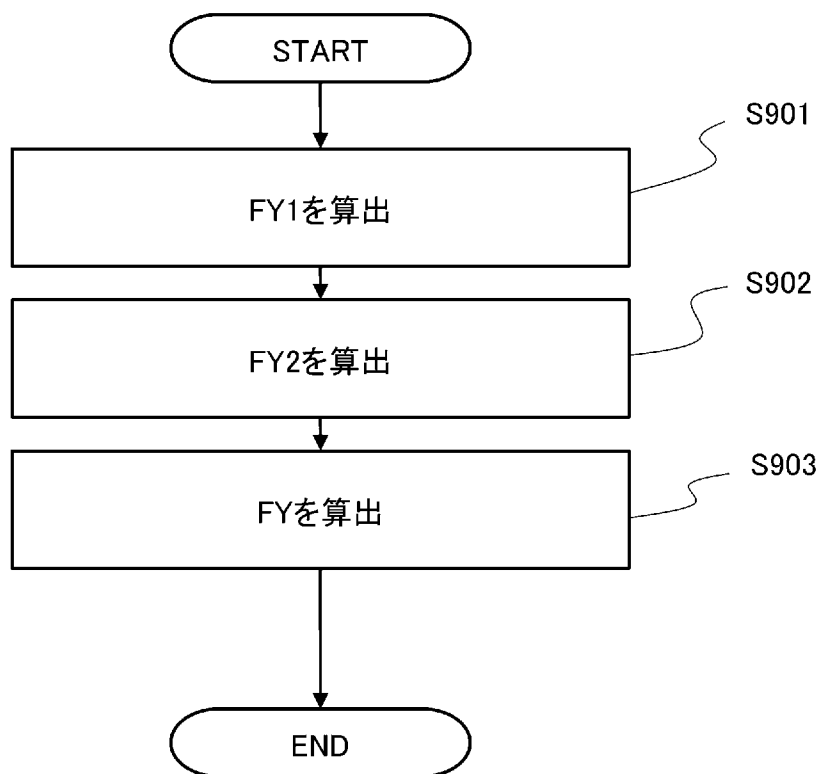
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/020455

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B60T7/12 (2006.01) i, B62D6/00 (2006.01) i, B60T8/17 (2006.01) i,
B60W30/02 (2012.01) i, B60W30/10 (2006.01) i

FI: B60W30/02, B60W30/10, B62D6/00, B60T7/12 F, B60T8/17 D

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B60T7/12, B62D6/00, B60T8/17, B60W30/02, B60W30/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2014/115262 A1 (TOYOTA MOTOR CORP.) 31 July 2014, paragraphs [0020]-[0111], paragraphs [0020]- [0111]	1, 4, 6, 8, 10, 12-13 2-3, 5, 7, 9, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06.08.2020

Date of mailing of the international search report
18.08.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/020455

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2014/115262 A1	31.07.2014	US 2015/0336607 A1 paragraph [0029] - [0119] CN 104955701 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60T 7/12(2006.01)i; B62D 6/00(2006.01)i; B60T 8/17(2006.01)i; B60W 30/02(2012.01)i; B60W 30/10(2006.01)i FI: B60W30/02; B60W30/10; B62D6/00; B60T7/12 F; B60T8/17 D														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B60T7/12; B62D6/00; B60T8/17; B60W30/02; B60W30/10 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	WO 2014/115262 A1（トヨタ自動車株式会社）31.07.2014（2014-07-31） 段落 [0020] - [0111]	1, 4, 6, 8, 10, 12-13												
A	段落 [0020] - [0111]	2-3, 5, 7, 9, 11												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 06.08.2020		国際調査報告の発送日 18.08.2020												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 佐々木 佳祐 3Z 5270 電話番号 03-3581-1101 内線 3395												

国際出願番号
PCT/JP2020/020455

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2014/115262	A1	31.07.2014	US 2015/0336607 A1 段落 [0 0 2 9] - [0 1 1 9] CN 104955701 A	