

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5359085号  
(P5359085)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int. Cl.	F I	
<b>B60W 30/12 (2006.01)</b>	B60W 30/12	
<b>B62D 6/00 (2006.01)</b>	B62D 6/00	
<b>B62D 5/04 (2006.01)</b>	B62D 5/04	
<b>B60T 8/17 (2006.01)</b>	B60T 8/17	D
<b>B60W 10/00 (2006.01)</b>	B60W 10/00	148
請求項の数 14 (全 45 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2008-190120 (P2008-190120)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成20年7月23日(2008.7.23)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2009-234560 (P2009-234560A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成21年10月15日(2009.10.15)	(74) 代理人	100066980
審査請求日	平成23年6月28日(2011.6.28)		弁理士 森 哲也
(31) 優先権主張番号	特願2008-53397 (P2008-53397)	(74) 代理人	100103850
(32) 優先日	平成20年3月4日(2008.3.4)		弁理士 田中 秀▲てつ▼
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100116012
			弁理士 宮坂 徹
		(72) 発明者	田家 智
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(72) 発明者	木村 健
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 車線維持支援装置及び車線維持支援方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行車線に対する自車両の横方向変位に関する情報を取得する横方向変位取得手段と、  
自車両が走行する走行車線に横方向変位閾値を設ける横方向変位閾値設定手段と、

上記横方向変位に関する情報と上記横方向変位閾値とに基づいて、走行車線中央に対する自車両の横変位を小さくする第1の制御量を算出する第1制御量算出手段と、

上記走行車線に対する自車両の進行方向の角度偏差を小さくする第2の制御量を算出する第2制御量算出手段と、

上記横方向変位閾値より上記走行車線幅方向中央側を自車両が走行している場合、第2の制御量に基づき、車輪の転舵角若しくは転舵トルク又は制駆動量若しくは制駆動力を制御することで自車両進行方向を走行車線に沿った方向に向ける制御を行い、上記横方向変位閾値より上記走行車線幅方向外側に自車両が逸脱する場合、第1の制御量に基づき、車輪の転舵角若しくは転舵トルク又は制駆動量若しくは制駆動力を制御することで自車両を走行車線中央側に戻す制御を行う進行方向制御手段と、

を備えることを特徴とする車線維持支援装置。

【請求項2】

上記進行方向制御手段は、上記横方向変位閾値より上記走行車線の幅方向中央側を自車両が走行している場合、第1の制御量よりも第2の制御量の重み付けを大きくしつつ、第2の制御量に第1の制御量を付加して車輪の転舵角若しくは転舵トルク又は制駆動量若しくは制駆動力を制御することを特徴とする請求項1に記載の車線維持支援装置。

## 【請求項 3】

上記進行方向制御手段は、上記横方向変位閾値より上記走行車線幅方向外側に自車両が逸脱する場合、第2の制御量よりも第1の制御量の重み付けを大きくしつつ、第1の制御量に第2の制御量を付加して車輪の転舵角若しくは転舵トルク又は制駆動量若しくは制駆動力を制御することを特徴とする請求項1または2に記載の車線維持支援装置。

## 【請求項 4】

上記第2の制御量を、上記第1の制御量を低減するための予備制御の制御量として、自車両が車線中央側からいずれか一方の横方向変位閾値へ到達する前に算出することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載した車線維持支援装置。

## 【請求項 5】

上記進行方向制御手段は、横方向変位閾値よりも車線端部側の範囲における少なくとも一部の領域において、第1の制御量及び第2の制御量の両方の制御量に基づいて制御することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1項に記載した車線維持支援装置。

## 【請求項 6】

第1制御量算出手段は、上記横変位偏差を小さくするために走行車線の端部側から中央部側に向けて自車両に仮想的に加える第1の目標仮想反発力を算出し、その第1の目標仮想反発力に基づき上記第1の制御量を算出し、

第2制御量算出手段は、上記角度偏差を小さくするために走行車線の左右幅方向から自車両に仮想的に加える第2の目標仮想反発力を算出し、その第2の目標仮想反発力に基づき上記第2の制御量を算出することを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載した車線維持支援装置。

## 【請求項 7】

走行車線の幅方向中央からそれぞれ幅方向左右に個別にオフセットした2箇所の位置であってそれぞれ上記左右の横方向変位閾値以内に横変位基準位置を設定し、

上記制御量算出手段は、左右の横変位基準位置のうち、自車両が近い側の横変位基準位置からの横変位偏差を使用して第1の制御量を算出すると共に、自車両が上記左右の横方向変位閾値の間に位置すると判定した場合には、上記横変位偏差をゼロとみなす、もしくは当該横変位偏差に対する制御ゲインを小さくすることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれか1項に記載した車線維持支援装置。

## 【請求項 8】

上記進行方向制御手段は、上記第1の制御量に第1重み付け係数を掛けた値と、第2の制御量に第2重み付け係数を掛けた値との和から最終的な制御量を算出し、

上記第1重み付け係数及び第2重み付け係数は、上記横変位偏差によって変更し、横変位偏差が大きいほど、第2重み付け係数に対し第1重み付け係数を大きく設定することを特徴とする請求項1～請求項7のいずれか1項に記載した車線維持支援装置。

## 【請求項 9】

上記進行方向制御手段は、上記第1の制御量と第2の制御量のうち値が大きい方を、最終的な制御量とすることを特徴とする請求項1～請求項7のいずれか1項に記載した車線維持支援装置。

## 【請求項 10】

上記第1の制御量を、自車両の横変位速度によって補正することを特徴とする請求項8又は請求項9に記載した車線維持支援装置。

## 【請求項 11】

左右の走行車線端部のうち、自車両の進行方向側に位置する走行車線端部に対する自車両の距離によって上記第2の制御量の制御ゲインを補正し、上記走行車線端部に対する自車両の距離が短いほど上記制御ゲインが大きくなるように補正することを特徴とする請求項8～請求項10のいずれか1項に記載した車線維持支援装置。

## 【請求項 12】

走行車線の曲率が所定以上の場合に、走行車線の中央に対する自車両の位置及び走行車線の曲率に基づき上記制御量算出手段が算出する制御量に対する制御ゲインを補正する力

10

20

30

40

50

ープ路補正手段を備え、

その制御ゲインの補正は、走行車線の幅方向中央に対し走行車線のカーブ内側に自車両が位置する場合には、上記曲率が小さい場合よりも曲率が大きい場合に制御ゲインを小さく補正し、走行車線の幅方向中央に対し走行車線のカーブ外側に自車両が位置する場合には、上記曲率が小さい場合よりも曲率が大きい場合に制御ゲインを大きく補正する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 11 のいずれか 1 項に記載した車線維持支援装置。

【請求項 13】

横方向変位閾値から車線中央部側にオフセットした位置と当該横方向変位閾値との間を逸脱側遷移領域とし、

逸脱遷移領域よりも車線中央部側の領域では、第 2 の制御量をゼロとすることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 12 のいずれか 1 項に記載した車線維持支援装置。

10

【請求項 14】

自車両が走行する走行車線に横方向変位閾値を設けると共に、走行車線に対する自車両の横方向変位に関する情報を取得し、

上記横方向変位に関する情報と上記横方向変位閾値とに基づいて、走行車線中央に対する自車両の横変位を小さくする第 1 の制御量を算出し、

上記走行車線に対する自車両の進行方向の角度偏差を小さくする第 2 の制御量を算出し

、  
上記横方向変位閾値より上記走行車線幅方向中央側を自車両が走行している場合、第 2 の制御量に基づき、車輪の転舵角若しくは転舵トルク又は制駆動量若しくは制駆動力を制御することで自車両進行方向を走行車線に沿った方向に向ける制御を行い、上記横方向変位閾値より上記走行車線幅方向外側に自車両が逸脱する場合、第 1 の制御量に基づき、車輪の転舵角若しくは転舵トルク又は制駆動量若しくは制駆動力を制御することで自車両を走行車線中央側に戻す制御を行うことを特徴とする車線維持支援方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両が走行車線に沿って走行し且つ走行車線から逸脱することを防止するための車線維持支援装置及び車線維持支援方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

車線維持支援装置としては、例えば特許文献 1 に記載する発明がある。

この特許文献 1 に記載の技術では、自車両の進行方向と走行車線との角度偏差が小さくなるように車輪の転舵角を制御する技術である。これによって、自車両が走行車線を逸脱することを防止することを目的としている。

【特許文献 1】特許第 3729494 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

特許文献 1 に記載のように、単純に、上記走行車線に対する角度偏差がゼロとなるように自車両の進行方向を制御すると、逸脱側へ角度偏差がついている場合と、逸脱回避側へ角度偏差がついている場合とで、同様な制御が介入することになる。

40

ここで、以下の説明では、自車両が走行車線の一方の端部側に近づいた位置にいる場合を例に説明する。

【0004】

例えば、逸脱防止効果を確保するために制御ゲインを大きく設定するとする。この場合、逸脱側（自車両の進行方向が上記一方の端部側）へ角度偏差がついている場合には逸脱回避側への制御量が大きくなって、より有効に逸脱を防止することができる。しかし、逸脱回避側（自車両の進行方向が上記一方の端部から離れる方向）へ角度偏差がついている場合には、逸脱側への制御が強く介入することになる。つまり、逸脱側へ制御が介入して

50

いるかのような違和感を乗員に与える可能性がある。

【 0 0 0 5 】

逆に、逸脱回避側へ角度偏差がついている場合の制御介入の違和感を低減するために、制御ゲインを小さく設定すると、逸脱側へ角度偏差がついている場合の制御介入が弱くなり、逸脱防止効果が小さくなる。

このように、上記従来技術では、逸脱側への角度偏差発生時の逸脱防止効果と、逸脱回避側への角度偏差発生時の制御介入違和感とがトレードオフの関係にある。

【 0 0 0 6 】

また、上記従来技術は、角度偏差がゼロとなるように自車両の進行方向を制御するだけであるので、自車両の進行方向が走行車線と平行になった時点で制御が終了する。このため、例えば、自車両の走行車線に対する角度偏差や走行車線に対する横速度が大きいことなどによって、上記制御により自車両の走行車線からの逸脱を防止しきれなかった場合に、次のような課題がある。

【 0 0 0 7 】

すなわち、自車両が走行車線を逸脱しているにも関わらず、自車両が走行車線と平行になった時点で制御が終了してしまい、走行車線内に自車両を戻す、もしくは走行車線内に自車両を留めるといった効果が不足するという課題がある。

本発明は、上記のような点に着目したもので、運転者の意図する走行ラインとのずれからくる違和感を低減しつつ、走行車線逸脱を有効に防止することが可能な車線維持支援装置を提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明は、自車両が走行する走行車線に横方向変位閾値を設ける。そして、走行車線に対する自車両の横方向変位に関する情報と上記横方向変位閾値とに基づき、走行車線中央に対する自車両の横変位を小さくする第1の制御量と、上記走行車線に対する自車両の進行方向の角度偏差を小さくする第2の制御量とによって、上記横方向変位閾値より上記走行車線幅方向中央側を自車両が走行している場合、第2の制御量に基づき、車輪の転舵角若しくは転舵トルク又は制駆動量若しくは制駆動力を制御することで自車両進行方向を走行車線に沿った方向に向ける制御を行い、上記横方向変位閾値より上記走行車線幅方向外側に自車両が逸脱する場合、第1の制御量に基づき、車輪の転舵角若しくは転舵トルク又は制駆動量若しくは制駆動力を制御することで自車両を走行車線中央側に戻す制御を行う。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、自車両が走行車線中央側に位置する場合には、角度偏差が小さくなるように制御することで、運転者の意図する走行ラインに応じて、自車両は走行車線に沿って走行する。

一方、自車両が走行車線の端部側に位置する場合には、走行車線中央部側に戻す制御が介入することで、適切に走行車線内に留めることができる。

以上のように、本発明によれば、運転者の意図する走行ラインとのずれからくる違和感を低減しつつ、有効に走行車線逸脱を防止することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

次に、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。

図1は、本実施形態の車線維持支援装置を適用した自車両のシステム概要構成図である。

この実施形態の自車両は、ステアバイワイヤシステムを採用している。

(構成)

まず構成について図1を参照しながら説明する。

運転者が操作するステアリングホイール12にステアリング入力軸30が連結する。そ

10

20

30

40

50

のステアリング入力軸 30 には、ステアリングホイール 12 の操舵角を検出するハンドル角度センサ 1 を設ける。そのハンドル角度センサ 1 は、検出した操舵角度信号を操舵用コントローラ 11 に出力する。

【 0 0 1 1 】

上記ステアリング入力軸 30 に、操舵トルクセンサ 2 を介して第 1 中間軸 31 が連結する。操舵トルクセンサ 2 は、ステアリング入力軸 30 に入力した操舵トルクを検出し、そのトルク信号を操舵用コントローラ 11 に出力する。

上記第 1 中間軸 31 に、操舵反力アクチュエータ 3 が連結する。操舵反力アクチュエータ 3 は、操舵用コントローラ 11 からの指令に基づき操舵反力を第 1 中間軸 31 に付加する。その操舵反力アクチュエータ 3 の操舵反力モータに操舵反力モータ角度センサ 4 を設ける。操舵反力モータ角度センサ 4 は、操舵反力モータの回転角度位置を検出し、その検出信号を操舵用コントローラ 11 に出力する。

10

【 0 0 1 2 】

上記第 1 中間軸 31 に、メカニカルバックアップ装置 10 を介して第 2 中間軸 32 が連結する。メカニカルバックアップ装置 10 は、通常状態では、第 1 中間軸 31 と第 2 中間軸 32 との間のトルク伝達を切った状態とする。また、メカニカルバックアップ装置 10 は、操舵用コントローラ 11 からの指令に基づき、第 1 中間軸 31 と第 2 中間軸 32 とを接続してトルク伝達を可能な状態とする。

【 0 0 1 3 】

上記第 2 中間軸 32 は、転舵トルクセンサ 7 を介してステアリング出力軸 33 に連結している。また、上記第 2 中間軸 32 に、転舵アクチュエータ 5 が連結する。転舵アクチュエータ 5 は、操舵用コントローラ 11 からの指令に基づき第 2 中間軸 32 を回動変位する。その転舵アクチュエータ 5 の転舵用モータに転舵アクチュエータ角度センサ 6 を設ける。転舵アクチュエータ角度センサ 6 は、転舵アクチュエータ 5 のモータの回転角度位置を検出し、その検出信号を操舵用コントローラ 11 に出力する。

20

【 0 0 1 4 】

上記ステアリング出力軸 33 は、ラックアンドピニオン機構を介してラック軸 34 に連結する。すなわち、ステアリング出力軸 33 に連結するピニオンがラック軸 34 のラックに噛み合う。ラック軸 34 は、車幅方向に軸を向けて配置してある。そして、ステアリング出力軸 33 を回動変位させることで、ラック軸 34 は車幅方向に向けて軸方向変位する。符号 8 は、ピニオン角度センサ 8 を示し、ピニオンの回転角度を検出して操舵用コントローラ 11 に出力する。

30

【 0 0 1 5 】

上記ラック軸 34 の左右端部は、それぞれ左右のタイロッド 35 を介してナックルに連結する。符号 36 はナックルから突出するナックルアームを示す。ナックルは、操向輪である前輪 13 を回転自在に支持する。上記タイロッド 35 にタイロッド軸力センサ 9 を設ける。タイロッド軸力センサ 9 は、タイロッド 35 の軸力を検出し、その検出信号を操舵用コントローラ 11 に出力する。

また、自車両状態パラメータ 14 が操舵用コントローラ 11 に入力する。自車両状態パラメータ 14 は、例えば車速検出手段が検出した車速や、路面摩擦係数推定手段が検出した走行路面の摩擦係数推定値である。

40

【 0 0 1 6 】

操舵用コントローラ 11 は、ハンドル角度センサ 1 が検出した操舵角に相当する転舵角とする転舵指令値を転舵アクチュエータ 5 に出力すると共に、操舵反力を付与するための指令値を操舵反力アクチュエータ 3 に出力する。ここで、操舵用コントローラ 11 は、後述の車線維持支援コントローラ 15 から補正分の転舵指令を入力すると、その補正転舵指令を上記転舵指令値に付加（加算）することで、転舵指令値を補正する。

【 0 0 1 7 】

また、前輪 13 及び後輪 40 の各車輪にブレーキユニットを備える。各ブレーキユニットは、ブレーキディスク 22 と、液圧の供給によりブレーキディスク 22 を摩擦挟持して

50

ブレーキ力（制動力）を与えるホイールシリンダ 2 3 とを備える。これらブレーキユニットの各ホイールシリンダ 2 3 に、圧力制御ユニット 2 4 が連結し、圧力制御ユニット 2 4 から供給した液圧によって、ブレーキユニットは各車輪に対し個別に制動を付加する。

【 0 0 1 8 】

また、駆動輪を駆動するエンジン若しくはモータからなる原動機 4 3 とその原動機 4 3 を駆動制御する駆動制御装置 4 2 を備える。駆動制御装置 4 2 は、上記車線維持支援コントローラ 1 5 からの補正指令分だけ駆動量を補正する。

また、符号 4 4 は、運転席前方のメータクラスター内のランプを示す。また、符号 4 5 は、車室内に設けた警報装置を示す。

上記システム構成を備えた自車両に対し、車線維持支援装置を設ける。

10

【 0 0 1 9 】

その構成について次に説明する。

自車両に、画像処理機能付き単眼カメラを搭載する。この画像処理機能付き単眼カメラは、自車両の位置を検出するための外界認識手段 1 6 である。画像処理機能付き単眼カメラは、自車両前方の路面を撮像する。その撮像したカメラ画像から路面の状態を判断し、自車が走行する走行車線内の自車両の位置に関する信号を、車線維持支援コントローラ 1 5 に出力する。走行車線内の自車両の位置に関する信号は、走行車線に対する自車両の進行方向の角度偏差であるヨー角、走行車線中央からの横変位 X、及び走行車線の曲率に関する情報である。

【 0 0 2 0 】

20

また、方向指示スイッチ 1 7 を備える。方向指示スイッチ 1 7 の信号は、運転者が走行車線を変更するか否かの判断情報として、車線維持支援コントローラ 1 5 に出力する。

また、車線維持支援コントローラ 1 5 は、操舵用コントローラ 1 1 から、現在のステアの状態やタイヤの操舵状態などの信号が入力する。

車線維持支援コントローラ 1 5 は、入力した信号に基づき自車両を走行車線に維持させるための制御量を算出して、少なくとも上記操舵用コントローラ 1 1 に出力する。

【 0 0 2 1 】

次に、その車線維持支援コントローラ 1 5 の処理について、図 2 を参照しつつ説明する。

この車線維持支援コントローラ 1 5 は、所定サンプリング周期毎に繰り返し実行する。まず作動すると、ステップ S 1 0 0 にて、各センサ及び操舵用コントローラ 1 1 などからの各種データを読み込む。車輪速センサ 1 8 ~ 2 1 から各車輪速 V w を読み込む。また、操舵角、操舵角速度、方向指示スイッチ 1 7 の信号を読み込む。外界認識手段 1 6 のカメラコントローラからは、自車両の走行車線 L に対する自車両のヨー角、走行車線中央 L s からの横変位 X、及び走行車線 L の曲率をそれぞれ読み込む。ここで、走行車線中央 L s からの横変位 X は、例えば図 3 及び図 4 に示すように、自車両 C の重心位置 G を基準とすれば良い。もっとも自車両 C の重心位置 G を基準としなくても良い。例えば、自車両 C の前端部中央を基準にして、走行車線中央 L s からの横変位 X を求めても良い。すなわち、図 4 のように、ヨー角に応じて自車両 C の前端部から先に逸脱方向に変位するので、その部分を基準として横変位 X を求めて、より早期に横変位偏差を小さくするようにしても良い。

30

40

【 0 0 2 2 】

続いてステップ S 1 1 0 にて、下記 ( 1 ) 式および ( 2 ) 式に基づき、左右の横変位基準閾値 X L t、X R t の設定を行う。

ここで、図 3 に示すように、右側の横変位基準閾値 X R t は、右逸脱に対して設定する横変位 X の偏差の基準である横変位基準位置 L X R の位置を特定するものである。左側の横変位基準位置 X L t は、左逸脱に対して設定する横変位 X の偏差の基準である横変位基準位置 L X L の位置を特定するものである。

$$X R t = ( W l a n e / 2 ) - ( W c a r / 2 ) - X o f f s e t \quad \dots ( 1 )$$

50

$$X_{Lt} = - \left( \left( W_{lane} / 2 \right) - \left( W_{car} / 2 \right) - X_{offset} \right) \cdots (2)$$

ここで、走行車線中央  $L_s$  からの横変位  $X$  は、走行車線  $L$  に対して自車両  $C$  が中心よりも右側にいる場合を正とし、左側に位置する場合を負とする。このため、右側の横変位基準位置  $X_{Rt}$  側を正としている。

【0023】

また、図3に示すように、 $W_{lane}$  は走行車線幅であり、 $W_{car}$  は自車両  $C$  の車幅である。

また、 $X_{offset}$  は走行車線端部  $L_e$  (白線や路肩) の位置に対する余裕代である。この余裕代  $X_{offset}$  は、走行車線幅  $W_{lane}$  や車速などに応じて変更しても良い。例えば、走行車線幅  $W_{lane}$  が狭い程、余裕代  $X_{offset}$  を小さくする。また、左右の横変位基準位置  $L_{XL}$ 、 $L_{XR}$  毎に異なる余裕代  $X_{offset}$  を使用しても良い。また、この左右の横変位基準位置  $L_{XL}$ 、 $L_{XR}$  は固定値であっても良い。

10

【0024】

続いて、ステップ  $S120$  にて、下記(3)式に基づき、右逸脱に対する横変位偏差  $X_R$  を算出する。

$$X_R = X - X_{Rt} \cdots (3)$$

ただし、 $X_R < 0$  の場合、 $X_R = 0$  とする(正の値のみをとるようにする)。

上記(3)式によって、横変位  $X$  と、右逸脱に対する横変位偏差  $X_R$  とは、図5(a)に示す関係となる。

20

すなわち、上記(3)式を使用することで、「 $X - X_{Rt} < 0$ 」となると、自車両  $C$  が、走行車線中央  $L_s$  に対し右の横変位基準位置  $L_{XR}$  よりも外に出たと判定する。そして、自車両  $C$  が右側の走行車線端部  $L_e$  側に寄った場合であるので、自車両  $C$  に近い横変位基準位置として右側の横変位基準位置  $L_{XR}$  を横変位偏差の基準として、右逸脱に対する横変位偏差  $X_R$  を求めることになる。

【0025】

続いて、ステップ  $S130$  にて、下記(4)式に基づき、左逸脱に対する横変位偏差  $X_L$  を算出する。

$$X_L = X - X_{Lt} \cdots (4)$$

ただし、 $X_L < 0$  の場合、 $X_L = 0$  とする(負の値のみをとるようにする)。

30

上記式によって、横変位  $X$  と、左逸脱に対する横変位偏差  $X_L$  とは、図5(b)に示す関係となる。

すなわち、上記(4)式を使用することで、「 $X - X_{Lt} < 0$ 」となると、自車両  $C$  が、走行車線中央  $L_s$  に対し左の横変位基準位置  $L_{XL}$  よりも外に出たと判定する。そして、自車両  $C$  が左側の走行車線端部  $L_e$  側に寄った場合であるので、自車両  $C$  に近い横変位基準位置として左側の横変位基準位置  $L_{XL}$  を横変位偏差の基準として、左逸脱に対する横変位偏差  $X_L$  を求めることになる。

【0026】

続いて、ステップ  $S140$  にて、下記(5)式に基づき、右逸脱に対するヨー角偏差

$R$  を算出する。ここで、走行車線  $L$  に対する自車両  $C$  のヨー角  $\theta$  は、右側へヨー角  $\theta$  がついている場合(図4のような状態)を正とし、左側へヨー角  $\theta$  がついている場合を負とする。

40

$$\begin{aligned} R &= \theta && (\theta > 0 \text{ の場合}) \\ R &= 0 && (\theta = 0 \text{ の場合}) \end{aligned} \cdots (5)$$

上記(5)式によって、ヨー角  $\theta$  と、右逸脱に対してのみ設定するヨー角偏差  $R$  とは、図6(a)に示す関係となる。

【0027】

続いて、ステップ  $S150$  にて、下記(6)式に基づいて、左逸脱に対するヨー角偏差  $L$  を算出する。

50

$$L = \quad (\quad < 0 \text{ の場合})$$

$$L = 0 \quad (\quad 0 \text{ の場合})$$

・・・ (6)

上記(6)式によって、ヨー角  $\delta$  と、左逸脱に対してのみ設定するヨー角偏差  $L$  とは、図6(b)に示す関係となる。

【0028】

続いて、ステップS160にて、走行車線Lのカーブ方向、曲率  $\kappa$ 、及びヨー角  $\delta$  (逸脱)の方向に応じて、右逸脱に対する走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_R}$ 、及び左逸脱に対する走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_L}$  を、それぞれ求める。

10

すなわち、曲率  $\kappa$  の向き(走行車線Lのカーブ方向)に応じて3種類に分けて、下記のように、個別のマップを使用して、右逸脱に対する走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_R}$ 、及び左逸脱に対する走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_L}$  を設定する。

【0029】

曲率  $\kappa < 0$  (右カーブ)と判定した場合：

$K_{L\_R}$ ：図7に示すような、カーブIN側補正ゲインマップから読み込む。

$K_{L\_L}$ ：図8に示すような、カーブOUT側補正ゲインマップから読み込む。

曲率  $\kappa > 0$  (左カーブ)と判定した場合

$K_{L\_R}$ ：図8に示すような、カーブOUT側補正ゲインマップから読み込む。

20

$K_{L\_L}$ ：図7に示すような、カーブIN側補正ゲインマップから読み込む。

曲率  $\kappa = 0$  (直線路)と判定した場合

$K_{L\_R} = 1.0$  (補正なし)

$K_{L\_L} = 1.0$  (補正なし)

【0030】

ここで、走行車線Lの曲率  $\kappa$  は、旋回半径の逆数であり、直線路で  $\kappa = 0$  となり、カーブがきつくなる(旋回半径が小さくなる)につれて、曲率  $\kappa$  の絶対値が大きくなる値となる。また、左カーブを正とし、右カーブを負とする。

上記カーブIN側補正ゲインマップは、図7のように、曲率  $\kappa$  の絶対値が所定以上となると、曲率  $\kappa$  の絶対値が大きくなるにつれて、補正のゲインが小さくなるマップである。そして、左右の走行車線端部  $L_e$  のうち、カーブ路の内側に位置する走行車線端部  $L_e$  に対する制御のゲインを、曲率  $\kappa$  の絶対値の増大に応じて低減するように補正するものである。

30

【0031】

また、上記カーブOUT側補正ゲインマップは、図8のように、曲率  $\kappa$  の絶対値が所定以上となると、曲率  $\kappa$  の絶対値が大きくなるにつれて、補正のゲインが大きくなるマップである。そして、左右の走行車線端部  $L_e$  のうち、カーブ路の外側に位置する走行車線端部  $L_e$  に対する制御のゲインを、曲率  $\kappa$  の絶対値の増大に応じて増加するように補正するものである。

【0032】

40

続いてステップS170では、走行車線Lのカーブ方向、曲率  $\kappa$ 、及び横変位  $X$  (逸脱)の方向に応じて、右逸脱に対する走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{Y\_R}$ 、左逸脱に対する走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{Y\_L}$  をそれぞれ求める。

すなわち、曲率  $\kappa$  の向き(走行車線Lのカーブ方向)に応じて3種類に分けて、下記のように、マップを使用して、右逸脱に対する走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{Y\_R}$ 、及び左逸脱に対する走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{Y\_L}$  をそれぞれ設定する。

【0033】

曲率  $\kappa < 0$  (右カーブ)と判定した場合

50



$K_{Y\_R}$  : 図7に示すような、カーブIN側補正ゲインマップから読み込む。  
 $K_{Y\_L}$  : 図8に示すような、カーブOUT側補正ゲインマップから読み込む。  
 曲率  $> 0$  (左カーブ)と判定した場合  
 $K_{Y\_R}$  : 図8に示すような、カーブOUT側補正ゲインマップから読み込む。  
 $K_{Y\_L}$  : 図7に示すような、カーブIN側補正ゲインマップから読み込む。  
 曲率  $= 0$  (直線路)と判定した場合  
 $K_{Y\_R} = 1.0$  (補正なし)  
 $K_{Y\_L} = 1.0$  (補正なし)

## 【0034】

ここで、カーブIN側補正ゲインマップ及びカーブOUT側補正ゲインマップを、走行車線端部制御フィードバック補正ゲインを求める場合と、走行車線中央部制御フィードバック補正ゲインを求める場合とで同じ傾向のマップを使用している。ただし、マップ上の勾配を走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン $K_{L\_R}$ 、 $K_{L\_L}$ を求める場合と、走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン $K_{Y\_R}$ 、 $K_{Y\_L}$ を求める場合とで異なるマップを使用するようにしている。すなわち、走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン $K_{L\_R}$ 、 $K_{L\_L}$ を求める際に使用するカーブIN側補正ゲインマップ及びカーブOUT側補正ゲインマップの方が、曲率の絶対値の変化に対する勾配を大きく設定する。これは、走行車線端部L側の方がカーブの内側及び外側での曲率に対する補正量を大きくして、その分だけ敏感にするためである。

## 【0035】

続いてステップS180では、下記(7)式、(8)式に基づいて、右逸脱に対する走行車線端部制御による目標転舵角 $L\_Rt$ 、及び左逸脱に対する走行車線端部制御による目標転舵角 $L\_Lt$ を算出する。

$$\begin{aligned}
 L\_Rt = - & \left( (K_{c\_L1} \times K_{v\_L1} \times X_R) \right. \\
 & + (K_{c\_L2} \times K_{v\_L2} \times X_R) \\
 & \left. + (K_{c\_L3} \times K_{v\_L3} \times X_R) \right) \\
 & \times K_{L\_R} \quad \dots (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L\_Lt = - & \left( (K_{c\_L1} \times K_{v\_L1} \times X_L) \right. \\
 & + (K_{c\_L2} \times K_{v\_L2} \times X_L) \\
 & \left. + (K_{c\_L3} \times K_{v\_L3} \times X_L) \right) \\
 & \times K_{L\_R} \quad \dots (8)
 \end{aligned}$$

ここで、 $K_{c\_L1}$ 、 $K_{c\_L2}$ 、 $K_{c\_L3}$ は、車両諸元により定まるフィードバックゲインである。

## 【0036】

$K_{v\_L1}$ 、 $K_{v\_L2}$ 、 $K_{v\_L3}$ は、車速に応じた補正ゲインである。例えば、 $K_{v\_L1}$ 、 $K_{v\_L2}$ 、 $K_{v\_L3}$ は、車速に応じて大きくなる。

ここで、上記(7)式及び(8)式の2項目及び3項目は、横変位偏差に対する補正項(収束項)である。このため、補正ゲイン $K_{c\_L1}$ よりも、補正ゲイン $K_{c\_L2}$ 、 $K_{c\_L3}$ を小さく設定してある。同様に、補正ゲイン $K_{v\_L1}$ よりも、補正ゲイン $K_{c\_L2}$ 、 $K_{c\_L3}$ を小さく設定してある。

## 【0037】

すなわち、右逸脱若しくは左逸脱に対する走行車線端部制御による目標転舵角 $L\_Lt$ 、 $L\_Rt$ は、各横変位基準位置 $LXL$ 、 $LXR$ からの横変位偏差が小さくなる制御量を求めるものである。そして、その際に、自車両Cのヨー角 $\gamma$ 及び道路曲率 $R$ でその制御量を補正している。このとき、上記式の第2項の自車両Cのヨー角 $\gamma$ 分は、横速度に対するフィードバック制御量として作用する。このため、第2項の自車両Cのヨー角 $\gamma$ 分として、ヨー角偏差 $\Delta\gamma$ 若しくは $\Delta L$ を使用することなく、ヨー角 $\gamma$ を使用している。

## 【0038】

以上から、後述のステップS200のように、最終の目標転舵角 $t$ を算出する際に、右逸脱に対する走行車線端部制御による目標転舵角 $L\_Rt$ と左逸脱に対する走行車線

10

20

30

40

50

端部制御による目標転舵角  $L\_L t$  の和として算出する。すなわち、上記目標転舵角  $L\_R t$  と目標転舵角  $L\_L t$  の和を、走行車線端部制御分の目標転舵角としている。

このとき、走行車線中央  $L s$  側である左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間に自車両  $C$  が位置する場合には、図 5 のように横変位偏差  $X R$ 、 $X L$  の両方の値が 0 となる。すなわち、上記目標転舵角  $L\_R t$  と目標転舵角  $L\_L t$  の値は、小さな値となる。この結果、走行車線端部制御分の目標転舵角は小さなものとなり、後述の走行車線中央部制御分の目標転舵角  $Y\_L t$ 、 $Y\_R t$  が支配的となる。

【 0 0 3 9 】

また、走行車線中央  $L s$  側である左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間の外に自車両  $C$  が位置する場合には、図 5 のように横変位偏差  $X R$ 、 $X L$  の一方の値だけが 0 となる。すなわち、目標転舵角  $L\_R t$  と目標転舵角  $L\_L t$  のうち、自車両  $C$  から離れた側の走行車線端部制御用の目標転舵角  $L\_L t$  若しくは  $L\_R t$  の一方は小さくなり、自車両  $C$  に近い側の走行車線端部制御用の目標転舵角  $L\_L t$  若しくは  $L\_R t$  の他方が、走行車線端部制御分の目標転舵角としては支配的となる。

10

【 0 0 4 0 】

そして、走行車線  $L$  に対する自車両  $C$  のヨー角  $\psi$  を横変位  $X$  に対する微分項（横速度）として第 2 項に設けてそのままフィードバックして制御し、さらに道路曲率  $\kappa$  に対する補正項として第 3 項を設けてフィードバックして制御する。この結果、第 1 項によって、横変位基準位置を基準として走行車線  $L$  外側へ自車両  $C$  の位置を制御しようとする動きを無くしつつ適切に走行車線  $L$  内に留め、第 2 項及び第 3 項を設けることで、走行車線端部  $L e$  からの自車両  $C$  ののはじき返され感を低減することができる。すなわち、収束項として第 2 項（横方向変位の微分値）及び第 3 項（路面のカーブに対する収束項）を設けることで、横変位基準位置への収束が良くなる。

20

更に、走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K\_L\_R$ 、 $K\_L\_L$  を乗算して制御ゲインを補正する。すなわち、走行車線  $L$  のカーブ方向、曲率  $\kappa$ 、及び横位置に応じて補正することにより、カーブ路においても違和感なく、適切に、制御を行うことができる。

なお、上記第 3 項をゼロとしても良い。

【 0 0 4 1 】

続いてステップ  $S 1 9 0$  において、下記 ( 9 ) 式及び ( 1 0 ) 式に基づき、右逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$ 、左逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_L t$  を算出する。

30

$$Y\_R t = - ( K c\_Y \times K v\_Y \times K y\_R \times K\_Y\_R \times R ) \dots ( 9 )$$

$$Y\_L t = - ( K c\_Y \times K v\_Y \times K y\_L \times K\_Y\_L \times L ) \dots ( 1 0 )$$

ここで、 $K c\_Y$  は車両諸元により定まるフィードバックゲインである。また、 $K v\_Y$  は車速に応じた補正ゲインである。例えば、 $K v\_Y$  は車速が高いほど大きな値とする。

【 0 0 4 2 】

40

また、 $K y\_R$ 、 $K y\_L$  は、図 9 に示すような、走行車線  $L$  に対する横変位  $X$  に応じてそれぞれ個別に設定するフィードバックゲインである。

すなわち、右逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  は、自車両  $C$  の進行方向が、右側を向いている場合である。このため、右逸脱に対するフィードバックゲイン  $K y\_R$  は、左側の走行車線端部  $L e$  側を基準として右側の走行車線端部  $L e$  に近づくにつれて大きくなるように設定してある。

【 0 0 4 3 】

また、左逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_L t$  は、自車両  $C$  の進行方向が、左側を向いている場合である。このため、左逸脱に対するフィードバックゲイン  $K y\_L$  は、右側の走行車線端部  $L e$  側を基準として左側走行車線端部  $L e$  に近づく

50

につれて大きくなるように設定してある。なお、目標転舵角  $Y\_R t$ 、及び  $Y\_L t$  は、右方向への転舵を正とし、左方向への転舵を負とする。

【0044】

ここで、後述のステップS200のように、走行車線中央部制御分の最終目標転舵角を、右逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  と左逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_L t$  の和として算出する。このとき、右側へヨー角  $\delta$  がついている場合には、図6のように  $L = 0$  となるため、左逸脱に対する目標転舵角  $Y\_L t$  は0となる。すなわち、右逸脱に対する目標転舵角  $Y\_R t$  のみを採用することになる。同様に、左側へヨー角  $\delta$  がついている場合には、図6のように  $R = 0$  となるため、右逸脱に対する目標転舵角  $Y\_R t$  は0となる。すなわち、左逸脱に対する目標転舵角  $Y\_L t$  のみを採用することになる。

10

【0045】

このとき、前述の通り、制御ゲイン  $K y\_R$ 、 $K y\_L$  を、図9に示すように、自車両Cのヨー角  $\delta$  の向き側の走行車線端部  $L e$  を基準として、その走行車線端部  $L e$  に近づくほど大きくなるように設定している。このことから、逸脱側へヨー角  $\delta$  が発生している場合には積極的に逸脱を防止するよう制御量が大きく介入して制御する。また、逸脱回避側へヨー角  $\delta$  が発生している場合には、制御量が小さくなることで、違和感なく、穏やかに、走行車線  $L$  に沿った方向に、自車両Cの進行方向の向きを合わせることができる。

【0046】

また、上記制御ゲイン  $K y\_R$ 、 $K y\_L$  は、一方の走行車線端部  $L e$  を基準として、その走行車線端部  $L e$  に近づくほど大きくなるように設定している。これによって、自車両Cが走行車線中央  $L s$  を跨るよう走行しても、連続して制御量が変化して、走行車線中央  $L s$  を跨る際の違和感を抑えることが可能となっている。

20

更に、カーブ路における走行車線中央  $L s$  に対して内側若しくは外側に変位している場合には、ステップS170において算出するように、走行車線  $L$  のカーブ方向、及び曲率に応じて補正することにより、カーブ路においても違和感なく、適切に、制御を行うことができる。

【0047】

続いてステップS200では、車線維持支援のための最終目標転舵角  $t$  を算出する。

本実施例では、下記(11)式のように、ステップS180において算出した走行車線端部制御による左右の目標転舵角  $L\_L t$ 、 $L\_R t$  と、ステップS190において算出した走行車線中央部制御による左右目標転舵角  $Y\_L t$ 、 $Y\_R t$  との和として算出する。

30

$$t = ( \_R \times L\_R t + \_R \times Y\_R t ) \\ + ( \_L \times L\_L t + \_L \times Y\_L t ) \\ \dots (11)$$

【0048】

ここで、 $\_R$ 、 $\_R$  は、それぞれ、右逸脱に対する走行車線端部制御、及び走行車線中央部制御に対する重み付け係数である。また、 $\_L$ 、 $\_L$  は、それぞれ、左逸脱に対する走行車線端部制御、及び走行車線中央部制御に対する重み付け係数である。

40

上記重み付け係数  $\_R$ 、 $\_L$ 、 $\_R$ 、 $\_L$  は、図10に示す関係となっていて、自車両Cの横位置に応じて、 $\_R$ 、 $\_L$  に対する  $\_R$ 、 $\_L$  の相対的な大きさが変化するようになっている。

また、下記式の関係となっている。

$$\_R + \_R = 1.0 \\ \_L + \_L = 1.0$$

【0049】

この重み付け係数について説明する。

(7)式及び(8)式にあるように、走行車線端部制御による目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$  の第2項としてヨー角要素(横速度)のフィードバックがある。このフィード

50

バックは、走行車線端部  $L_e$  からののはじき返され感を低減するための、横変位要素の微分項として設定してある。このために、横変位要素のフィードバックと併せて、横変位基準位置への収束性を向上させることが可能となる。

一方、(9)式及び(10)式にあるように、走行車線中央部制御におけるヨー角要素のフィードバックは、走行車線  $L$  に対して自車両  $C$  の進行方向を合わせることを目的として設定する。

#### 【0050】

このため、例えば、走行車線  $L$  の左端部において、左側(逸脱側)へのヨー角  $\theta$  がついている場合、走行車線端部制御における横変位フィードバック要素に加えて、走行車線中央部制御におけるヨー角フィードバックを行うと、制御過多となるおそれがある。また、走行車線  $L$  左端部において、右側(逸脱回避側)へヨー角  $\theta$  がついている場合、走行車線中央部制御におけるヨー角フィードバックは弱く設定しており、横変位基準位置への収束性が悪く、走行車線端部  $L_e$  からののはじき返され感が生じてしまう可能性がある。

10

#### 【0051】

このため、本実施形態では、例えば、図10に示すように、横変位基準閾値よりも走行車線端部  $L_e$  側に寄るにつれて走行車線端部制御側の重みを大きくする。一方、走行車線中央  $L_s$  側に寄るにつれて走行車線中央部制御側の重みを大きくする。このように、自車両  $C$  の走行車線  $L$  に対する横位置に応じてこれらの重みを設定する。このように設定することで、走行車線中央  $L_s$  では、拘束感のない自由なライン取りが実現しつつ、走行車線端部  $L_e$  では、適切に走行車線  $L$  内に留め、かつ走行車線端部  $L_e$  からののはじき返され感を低減することができる。

20

#### 【0052】

上述のように重み付けを行う事で、横変位基準閾値よりも走行車線端部  $L_e$  側において、横変位フィードバックとヨー角フィードバックの両方の制御を行う重複制御領域を有することになる。

続いて、ステップ  $S_{210}$  において、運転者の走行車線変更の意思を判定する。具体的には、上記ステップ  $S_{100}$  で得た方向スイッチ信号及び自車両  $C$  の進行方向に基づき、運転者の走行車線  $L$  を変更するか否かの意思を判定する。

#### 【0053】

すなわち、方向スイッチ信号が示す方向(ウインカ点灯側)と自車両  $C$  の進行方向と同方向の場合には、運転者が意識的に走行車線  $L$  を変更しようとしていると判定する。この場合には、ステップ  $S_{220}$  における転舵角の補正を行うこと無く、復帰する。なお、ステアリングホイール12の操舵が、方向スイッチ信号が示す方向(ウインカ点灯側)と同方向の場合に運転者が意識的に走行車線  $L$  を変更しようとしていると判定しても良い。

30

#### 【0054】

続いてステップ  $S_{220}$  にて、ステップ  $S_{200}$  において算出した最終目標転舵角  $\theta_t$  の補正転舵角指令値を操舵用コントローラ11に出力する。

ここで、操舵用コントローラ11では、前述の通り、車線維持支援コントローラ15から最終目標転舵角  $\theta_t$  の補正転舵角指令値を入力すると、運転者の操舵操作に応じて算出した目標転舵角に当該最終目標転舵角  $\theta_t$  を付加して、最終的な目標転舵角とし、その目標転舵角に応じた転舵角となるように、転舵アクチュエータ5を駆動する。

40

#### 【0055】

ここで、本実施形態の車線維持支援装置を提供する自車両  $C$  として、ステアバイワイヤシステムの自車両  $C$  を例示している。電動若しくは油圧を使用したパワーステアリングシステムを搭載した自車両  $C$  の場合には、上記最終目標転舵角  $\theta_t$  をアシストトルク量の補正量に変換して、アシストトルクに付加することで転舵角分の補正を行うようにしても良い。

また、ステアリング軸を回転変位して転舵角を変更可能な自車両  $C$  にあっては、その回転変位量を上記最終目標転舵角  $\theta_t$  の分だけ補正するようにすればよい。

#### 【0056】

ここで、左右の横変位基準位置  $L_{XL}$ 、 $L_{XR}$  は、横方向変位閾値及び横変位基準位置

50

の両方を構成する。ステップ S 1 8 0、S 1 9 0 は、制御量算出手段を構成する。ステップ S 2 0 0 及び操舵用コントローラ 1 1 は、進行方向制御手段を構成する。(4)式及び(5)式は、左右の横方向変位閾値間に位置する場合における、横変位偏差をゼロ、若しくは制御ゲインを小さくする構成に対応する。(9)式及び(10)式が、第2制御量算出手段、第3制御量算出手段、第4制御量算出手段を構成し、その目標転舵角  $Y\_R t$ 、 $Y\_L t$  が第2の制御量、第3の制御量、及び第4の制御量となる。(7)式及び(8)式が、第1制御量算出手段を構成し、その目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$  が第1の制御量となる。また、(11)式は、最終制御量算出手段を構成する。また、最終目標転舵角  $t$  が、最終的な制御量を構成する。また、補正ゲイン  $K\_L\_R$ 、 $K\_L\_L$ 、 $K\_Y\_R$ 、 $K\_Y\_L$  がカーブ路補正手段を構成する。左右の走行車線端部  $L e$  が横端部基準位置を構成する。重み付け係数  $\_R$ 、 $\_L$  が第2重み付け係数及び第3重み付け係数を構成する。重み付け係数  $\_R$ 、 $\_L$  が第1重み付け係数を構成する。ヨー角偏差  $R$  若しくは  $L$  が、角度偏差を構成する。(7)式及び(8)式の第2項が、第5の制御量を構成する。

【0057】

(動作)

「左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間」

まず自車両 C が、左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間を走行している場合について説明する。

この場合には、 $X R$  及び  $X L$  は共にゼロとなる。このため、(7)式及び(8)式で示す、走行車線端部制御による左右の目標転舵角  $L\_R t$  及び  $L\_L t$  の第1項はゼロとなる。つまり、走行車線端部制御による左右の目標転舵角  $L\_R t$  及び  $L\_L t$  は、小さな値となる。

ここで、走行車線端部制御による左右の目標転舵角  $L\_R t$  及び  $L\_L t$  の2項は、自車両 C の横速度分をゼロとする制御量となる。また、走行車線端部制御による左右の目標転舵角  $L\_R t$  及び  $L\_L t$  の2項は、直進路であればゼロの値を取る。

【0058】

更に、自車両 C が、左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間を走行している場合には、走行車線端部制御による左右の目標転舵角  $L\_R t$  及び  $L\_L t$  に対する重み付け係数  $\_R$ 、 $\_L$  は図10のように小さな値に設定してある。

これによって、自車両 C が、左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間を走行している場合には、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  及び  $Y\_L t$  が支配的となる。特に、図10のように、走行車線端部制御による左右の目標転舵角  $L\_R t$  及び  $L\_L t$  に対する重み付け係数  $\_R$ 、 $\_L$  よりも、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  及び  $Y\_L t$  の  $\_R$ 、 $\_L$  の方が大きくなるように設定してある。このことから、自車両 C が、左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間を走行している場合には、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  及び  $Y\_L t$  が支配的となる。

【0059】

このため、自車両 C が、左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間を走行している場合には、角度偏差が小さくなるように制御されて、自車両 C は、運転者の意図する走行ラインに沿って、走行車線 L と平行な方向に走行する。

以上のことから、自車両 C が走行車線中央  $L s$  側に位置する場合には、角度偏差が小さくなるように制御する。また、横方向変位に対するフィードバックが無い小さい。つまり走行車線中央  $L s$  側に戻す制御介入は無い小さい。この結果、運転者の意図する走行ラインに応じて、自車両 C は走行車線 L に沿って走行する。

【0060】

またこのとき、目標転舵角  $Y\_R t$  及び  $Y\_L t$  を算出する際に、(9)式及び(10)式に示すように、制御ゲインとして  $K y\_R$ 、 $K y\_L$  を乗算して補正している。この制御ゲイン  $K y\_R$ 、 $K y\_L$  は、自車両 C の進行方向側の走行方向端部に対して自

10

20

30

40

50

車両Cの距離が近づくほど大きくなって、上記目標転舵角  $Y\_R t$  及び  $Y\_L t$  は大きな値となる。

【0061】

このため、自車両Cの進行方向が逸脱側の場合には、目標転舵角  $Y\_R t$  及び  $Y\_L t$  は大きくなって逸脱防止効果が大きくなる。また、自車両Cの進行方向が逸脱回避側の場合には、目標転舵角  $Y\_R t$  及び  $Y\_L t$  は小さくなって、制御過多とならずに違和感を低減する。

例えば、自車両Cの進行方向が、走行車線Lに対し右側にヨー角  $\theta$  がついている場合には、自車両Cが走行車線中央Lsに対し右側に横変位Xして位置（逸脱側）しているほど、目標転舵角  $Y\_R t$  は大きくなる。つまり、逸脱回避効果が大きくなる。一方、自車両Cが走行車線中央Lsに対し左側に横変位Xして位置（逸脱回避側）しているほど、目標転舵角  $Y\_R t$  は小さくなる。

10

【0062】

また、上記制御ゲイン  $K y\_R$ 、 $K y\_L$  は、自車両Cの進行方向側の走行方向端部からの距離に応じて変化させる。このため、自車両Cの進行方向が走行車線Lに対し右側に傾いて、つまり右側にヨー角  $\theta$  がついている場合に、自車両Cが走行車線中央Lsに対して左側から右側に当該走行車線中央Lsを跨るように走行する場合であっても、運転者に違和感を与えにくくなっている。

【0063】

「横変位基準位置LXL、LXRよりも外側に進入する移行期」

20

次に、自車両Cが、走行車線中央Ls側から、左右の横変位基準位置LXL、LXRよりも外側に移行する場合について説明する。

ここで、横変位基準位置LXL、LXRよりも走行車線端部側の領域を逸脱領域と呼ぶ。

上述のように、自車両Cが、左右の横変位基準位置LXL、LXRの間を走行している場合には、角度偏差が小さくなるように制御する。このため、自車両が逸脱領域に進入する際における、自車両の逸脱方向へのヨー角（角度偏差）を小さく抑制することに繋がる。

すなわち、自車両が逸脱領域に進入する過程における、上記逸脱側への角度偏差を小さくする第2の制御量による制御が、横変位偏差を小さくする第1の制御量を低減するための予備制御として作用する。

30

【0064】

「逸脱領域に位置する場合」

次に、自車両Cが、走行車線中央Lsに対し、左右の横変位基準位置LXL、LXRよりも外側に位置した場合（逸脱領域に位置する場合）について説明する。

この場合には、(7)式及び(8)式によって示す、走行車線端部制御による目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$  によって、自車両Cが近い側の横変位基準位置との偏差が小さくなるように制御が介入する。すなわち、走行車線中央Lsに対し左右の横変位基準位置LXL、LXR内に向けて、つまり走行車線中央Ls側に戻す制御が介入する。これによって、走行車線L外側へ自車両Cの位置を制御しようとする動きを無くしつつ、適切に走行車線L内に留めることができる。

40

【0065】

このとき、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$ 、 $Y\_L t$  によって角度偏差が小さくする制御も介入している。

このため、図11の下側部分のように、逸脱側（自車両Cに近い走行車線Lの端部側）へ角度偏差（ヨー角  $\theta$ ）がついている場合には、その角度偏差を解消する制御量と共に、横方向変位を解消する方向の制御量が同方向に発生する。この結果、逸脱回避側への制御量が大きくなって、より有効に逸脱を防止することができる。またこのとき、上述のようにヨー角フィードバックの制御ゲイン  $K y\_R$ 、 $K y\_L$  は大きい値となっている。つまり、角度偏差を解消する制御量は大きくなっているため、その効果が大きい。

50

## 【 0 0 6 6 】

また、図 1 1 の上側部分のように、逸脱回避側（自車両 C に近い走行車線 L の端部側から離れる方向）へ角度偏差（ヨー角）がついている場合には、角度偏差を解消する逸脱側へ制御量によって、横方向変位を解消する方向の制御量が低減若しくは解消する。この結果、逸脱側へ制御が介入しているかのような違和感を低減出来る。またこのとき、上述のようにヨー角フィードバックの制御ゲイン  $K_{y\_R}$ 、 $K_{y\_L}$  は小さい値となっている。つまり、角度偏差を解消する制御量は小さくなっているため、その違和感低減の効果が大きい。

## 【 0 0 6 7 】

また、(7) 式及び (8) 式によって示すように、走行車線端部制御による目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$  は、第 2 項で横速度が小さくする制御量、及び、第 3 項で道路曲率を加味した制御量によって、横変位基準位置に沿った方向への収束性が良くなり、走行車線端部  $L_e$  からののはじき返され感を低減することが出来る。

更に、制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_R}$ 、 $K_{L\_L}$ 、 $K_{Y\_R}$ 、 $K_{Y\_L}$  で制御量を補正することで、カーブ路においては、カーブ内側とカーブ外側とで、目標転舵角  $t$  が変わる。

## 【 0 0 6 8 】

すなわち、図 1 2 の下側部分のように、走行車線中央  $L_s$  に対しカーブ内側に自車両 C が位置する場合には、走行車線 L の曲率が大きくなるほど、つまりカーブがきつくなるほど、制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_R}$ 、 $K_{L\_L}$ 、 $K_{Y\_R}$ 、 $K_{Y\_L}$  を小さくしている。すなわち、目標転舵角を小さく補正している。これによって制御過多となることを防止して、運転者への違和感を低減する。

一方、図 1 2 の上側部分のように、走行車線中央  $L_s$  に対しカーブ外側に自車両 C が位置する場合には、走行車線 L の曲率が大きくなるほど、つまりカーブがきつくなるほど、制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_R}$ 、 $K_{L\_L}$ 、 $K_{Y\_R}$ 、 $K_{Y\_L}$  を大きくしている。すなわち、目標転舵角を大きく補正している。これによって、走行車線逸脱効果を大きくしている。

## 【 0 0 6 9 】

「横方向変位閾値外への逸脱の際の複合的な作用」

横方向変位閾値外への逸脱の際の、自車両の軌跡を図 1 3 に示す。

上述のように、ヨー角制御によって、自車両が逸脱領域に進入する際における、自車両の逸脱方向へのヨー角（進入角度）を小さくすることが出来る。

このため、自車両が逸脱領域に進入した後における、横方向変位閾値の外側への逸脱量が小さくなる。この結果、横変位偏差を小さくするための制御量（横位置制御）が小さくなる。この制御量が小さいことから、その分、走行車線端部からののはじき返され感が小さくなる。また、逸脱回避能力の向上に繋がる。

また、自車両の角度偏差が逸脱回避方向に向いて、横方向変位閾値に接近するシーンでは、ヨー角と横位置制御の相乗効果で、上述のようにはじき返され感が小さくなる。

## 【 0 0 7 0 】

（本実施形態の効果）

(1) 第 2 制御量算出手段によって第 2 の制御量を算出する。すなわち、自車両 C が左右の横方向変位閾値内、つまり横方向変位閾値よりも走行車線中央部側では、角度偏差を小さくする制御である、ヨー角フィードバック制御を行う。これによって、走行車線中央  $L_s$  側では、走行車線 L に沿った方向に車両の進行方向を制御する。この結果、走行車線中央  $L_s$  側では、拘束感のない自由なライン取りができる。

## 【 0 0 7 1 】

(2) 第 1 制御量算出手段によって第 1 の制御量を算出する。すなわち、自車両 C が左右の横方向変位閾値外、つまり横方向変位閾値よりも走行車線端部側では、横変位偏差を小さくする制御である、横位置フィードバック制御（横位置制御）を行う。

これによって、自車両 C が横方向変位閾値外の逸脱領域に進入すると、横方向変位閾値

10

20

30

40

50

内に戻す効果が発生する。

【 0 0 7 2 】

( 3 ) このとき、上記自車両 C が左右の横方向変位閾値内では、第 2 の制御量によってヨー角フィードバック制御を行う結果、自車両が、走行車線中央側から横方向変位閾値を越えて逸脱領域に進入する際における、その進入角度を小さく抑えることが可能となる。これによって、第 2 の制御量による上記ヨー角フィードバック制御が、逸脱防止のための予備制御としての効果を奏する。

すなわち、上記進入角が小さい場合には、続く自車両が逸脱領域に進入した後における、横方向変位閾値の外側への逸脱量が小さくなる。そして、自車両が逸脱領域に進入すると、横変位偏差を小さくするフィードバック制御で使用する第 1 の制御量が小さくなる。

10

この結果、走行車線端部側からののはじき返され感が低減出来る。すなわち、乗員が感じる拘束感を低減することが可能となる。

【 0 0 7 3 】

( 4 ) 横方向変位閾値よりも車線端部側の範囲における少なくとも一部の領域（重複制御領域）において、第 1 の制御量及び第 2 の制御量の両方の制御量に基づいて制御する。

これによって、自車両 C が、走行車線中央 L s に対し左右の横方向変位閾値の外であれば、横変位 X とヨー角 の両方のフィードバック制御を行う。この結果、走行車線端部 L e 側では、自車両 C を適切に走行車線 L 内に留め、かつ走行車線端部 L e からののはじき返され感を低減した車線維持支援を行うことができる。

【 0 0 7 4 】

20

すなわち、逸脱領域における横方向変位閾値側の重複制御領域において、横位置制御の制御量とヨー角制御の制御量の両方を使用する。両方の制御量を使用する相乗効果として、次の効果を奏する。

すなわち、逸脱領域に進入する際に、逸脱側への角度偏差となって車両が進行する場合には、横位置制御の制御量とヨー角制御の制御量の向きが同じ方向（逸脱回避方向）への制御量となる。この結果、車両の転舵半径を大きくすることができる。

【 0 0 7 5 】

一方、逸脱領域で横方向変位閾値に向かう際に、逸脱回避側への角度偏差となって車両が進行する場合には、横位置制御の制御量とヨー角制御の制御量の向きが反対方向への制御量となっている。この結果、車両の軌跡が横方向変位閾値に漸近するようになる、つまり、車両の転舵半径を大きくすることができる。

30

このように、横位置制御にヨー角制御を加えることにより、逸脱回避のための車両の転舵半径を大きくすることが出来る。このことは、ヨー方向の加減速度を小さくできて、より確実に、はじき返され感を小さくできる。

【 0 0 7 6 】

( 5 ) 走行車線端部制御による目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$  と、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$ 、 $Y\_L t$  とから、最終目標転舵角  $t$  を算出している。このとき、上記第 1 重み付け係数及び第 2 重み付け係数（第 3 重み付け係数、第 4 重み付け係数）は、横変位偏差によって変更し、横変位偏差が大きいほど、第 1 重み付け係数に対し第 2 重み付け係数（第 3 重み付け係数、第 4 重み付け係数）を大きく設定する。すなわち、走行車線端部 L e 側に寄るにつれて走行車線端部制御の重みを大きくする。一方、走行車線中央 L s 側に寄るにつれて走行車線中央部制御の重みを大きくする。このように、自車両 C の走行車線 L に対する横位置に応じてこれらの重みを設定する。

40

【 0 0 7 7 】

この結果、走行車線中央 L s 側では、ヨー角フィードバックが支配的となって拘束感のない自由なライン取りを実現する。一方、走行車線端部 L e 側では、横変位 X によるフィードバック制御が支配的となって、適切に走行車線 L 内に留め、かつ走行車線端部 L e からののはじき返され感を低減することができる。

特に、本実施形態では、走行車線端部制御による目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$  において収束項（第 2 項）としてのヨー角フィードバック分があるが、上記重み付けによ

50



て、ヨー角フィードバックが制御過多となることを低減することが可能となる。

【0078】

(6) 第1の制御量を横変位速度によって補正する。すなわち、走行車線端部制御による目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$ 、つまり横変位  $X$  によるフィードバック制御の制御量の第2項として横変位速度の制御量を付加している。

この結果、横変位基準位置に対する横変位  $X$  に対する収束性が良くなる。これによって、走行車線端部  $L e$  からはじき返され感をさらに低減することが出来る。

また、逸脱側から逸脱回避方向への方向転回の際の車両の転舵半径を大きくする効果もある。

【0079】

(7) 左右の走行車線端部  $L e$  のうち、自車両  $C$  の進行方向側に位置する走行車線端部  $L e$  に対する自車両  $C$  の距離によって、走行車線中央部制御による第2の制御量(第3の制御量、第4の制御量)の制御ゲインを補正する。そして、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$ 、 $Y\_L t$  を求めている。

すなわち、走行車線  $L$  に対する車両の横位置に応じて、ヨー角フィードバック制御の制御ゲインを変更している。このとき、上記走行車線端部  $L e$  に対する自車両  $C$  の距離が短いほど上記制御ゲインが大きくなるように補正する。

例えば、右側へヨー角  $\delta$  がついている場合には、左側の走行車線端部  $L e$  から右側の走行車線端部  $L e$  に近づくにつれて大きくする。また、左側へヨー角  $\delta$  がついている場合には、右側の走行車線端部  $L e$  から左側の走行車線端部  $L e$  に近づくにつれて大きく設定する。

【0080】

その結果、仮に横変位  $X$  によるフィードバック制御を行わなくても、車両の進行方向(ヨー角  $\delta$ ) を制御することにより、運転者の意図する走行ラインとのずれからくる違和感(拘束感)のない車線維持支援を行うことができる。

また、逸脱側へヨー角  $\delta$  がついている場合には制御ゲイン(制御量)を大きくし、逸脱防止効果を確保する。一方、逸脱回避側へヨー角  $\delta$  がついている場合には制御ゲイン(制御量)を小さくし、制御過多という違和感も低減することができる。

このとき、逸脱回避側へヨー角  $\delta$  がついている場合の制御ゲイン(制御量)を小さくすることにより、逸脱側へヨー角  $\delta$  がついている場合の制御ゲイン(制御量)を大きく設定しても振動(ハンチング)が起こりにくく、より逸脱防止効果の大きいものとする事ができる。

【0081】

(8) 走行車線端部制御による目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$ 、つまり横変位  $X$  によるフィードバック制御の制御量の第3項として走行車線  $L$  の曲率に応じた制御量を付加している。

この結果、走行車線  $L$  がカーブ路であっても、横変位基準位置に対する横変位  $X$  に対する収束性が良くなる。

【0082】

(9) カーブ路補正手段を備える。

走行車線  $L$  の曲率  $\kappa$  が所定以上、つまりカーブ路である場合には、走行車線  $L$  の幅方向中央に対してカーブ内側とカーブ外側とで異なる制御ゲインで補正している。すなわち、走行車線  $L$  の幅方向中央に対し走行車線  $L$  のカーブ内側に自車両  $C$  が位置する場合には、上記曲率が小さい場合よりも曲率が大きい場合に制御ゲインを小さく補正する。一方、走行車線  $L$  の幅方向中央に対し走行車線  $L$  のカーブ外側に自車両  $C$  が位置する場合には、上記曲率が小さい場合よりも曲率が大きい場合に制御ゲインを大きく補正する。

【0083】

この結果、カーブ内側での制御過多を防止出来る。すなわち、制御量が大きい場合に発生する、カーブ外側へはじき返すかのような違和感を低減出来る。

また、カーブ外側での制御不足を防止することが出来る。すなわち、カーブ外側へのヨ

10

20

30

40

50

一角 発生時の制御介入が強くなり、逸脱防止効果が大きくなる。

【 0 0 8 4 】

( 1 0 ) 横変位偏差を小さくする第 1 の制御量を算出する第 1 制御量算出手段と、自車両が車線中央部側から横方向変位閾値を通過する際における走行車線に対する自車両の進行方向の角度偏差を小さくする第 3 の制御量を算出する第 3 制御量算出手段とを備える。

この第 3 制御量算出手段によって、自車両が横方向変位閾値外の逸脱領域に進入する際の進入角度を小さくすることが出来る。

この第 3 の制御量に基づくヨー角フィードバック制御を行う結果、自車両が、走行車線中央側から横方向変位閾値を越えて逸脱領域に進入する際における、その進入角度を小さく抑えることが可能となる。これによって、第 2 の制御量による上記ヨー角フィードバック制御が、逸脱防止のための予備制御としての効果を奏する。

10

【 0 0 8 5 】

すなわち、上記進入角が小さい場合には、続く自車両が逸脱領域に進入した後における、横方向変位閾値の外側への逸脱量が小さくなる。そして、自車両が逸脱領域に進入すると、横変位偏差を小さくするフィードバック制御で使用する第 1 の制御量が小さくなる。

この結果、走行車線端部側からののはじき返され感が低減し、逸脱側へ制御が介入しているかのような違和感を低減出来る。すなわち、乗員が感じる拘束感を低減することが可能となる。

【 0 0 8 6 】

( 1 1 ) 横方向変位閾値よりも車線中央部側の逸脱側遷移領域に自車両が位置する場合に、第 3 制御量算出手段は、自車両の進行方向の上記角度偏差を小さくする制御量を算出する。

20

自車両の進行方向の上記角度偏差を小さくする制御量によってヨーフィードバックを行う事で、走行車線中央側から横方向変位閾値に近づくように進行するにつれて、自車両の進行方向の角度偏差（逸脱方向）が小さくなる。この結果、中央側から横方向変位閾値を越えて逸脱領域に進入する際における、その進入角度を小さくすることが可能となる。

【 0 0 8 7 】

( 1 2 ) このとき、横方向変位閾値よりも車線端部側の範囲における少なくとも一部の領域（重複制御領域）において、第 1 の制御量及び第 2 の制御量の両方の制御量に基づいて制御する。

30

これによって、自車両 C が、走行車線中央 L s に対し左右の横方向変位閾値の外であれば、横変位 X とヨー角 の両方のフィードバック制御を行う。この結果、走行車線端部 L e 側では、自車両 C を適切に走行車線 L 内に留め、かつ走行車線端部 L e からののはじき返され感を低減した車線維持支援を行うことができる。

すなわち、逸脱領域における横方向変位閾値側の重複制御領域において、横位置制御の制御量とヨー角制御の制御量の両方を使用する。両方の制御量を使用する相乗効果として、次の効果を奏する。

【 0 0 8 8 】

すなわち、逸脱領域に進入する際に、逸脱側への角度偏差となって車両が進行する場合には、横位置制御の制御量とヨー角制御の制御量の向きが同じ方向（逸脱回避方向）への制御量となる。この結果、車両の転舵半径を大きくすることができる。

40

一方、逸脱領域で横方向変位閾値に向かう際に、逸脱回避側への角度偏差となって車両が進行する場合には、横位置制御の制御量とヨー角制御の制御量の向きが反対方向への制御量となっている。この結果、車両の軌跡が横方向変位閾値に漸近するようになる、つまり、車両の転舵半径を大きくすることができる。

このように、横位置制御にヨー角制御を加えることにより、逸脱回避のための車両の転舵半径を大きくすることが出来る。このことは、ヨー方向の加減速度を小さくできて、より確実に、はじき返され感を小さくできる。

【 0 0 8 9 】

( 1 3 ) 上記角度偏差に対する制御ゲインを、車線中央部側が車線端部側よりも大きい。

50

これによって、逸脱領域におけるヨー角制御の制御量が過多になることを防止しつつ、走行車線中央 L s 側では、走行車線 L に沿った方向に車両の進行方向を制御する。

【 0 0 9 0 】

( 1 4 ) 上記横方向変位閾値からの自車両の横変位偏差を小さくする第 1 の制御量を算出する第 1 制御量算出手段、及び、自車両が車輪中央部側から上記横方向変位閾値に近づく過程の走行軌跡を、走行車線に対する自車両の進行方向の角度が小さくなる向きに補正するための第 4 の制御量を算出する第 4 制御量算出手段を備える。

第 4 制御量算出手段によって、自車両が車輪中央部側から上記横方向変位閾値に近づく過程の走行軌跡を、走行車線に対する自車両の進行方向の角度が小さくなる向きに補正する。この結果、自車両が横方向変位閾値よりも外側の逸脱領域に進入する進入角度を小さくすることが出来る。

10

【 0 0 9 1 】

上記進入角が小さい場合には、続く自車両が逸脱領域に進入した後における、横方向変位閾値から外側への逸脱量が小さくなる。そして、自車両が逸脱領域に進入すると、横変位偏差を小さくするフィードバック制御で使用する第 1 の制御量が小さくなる。

この結果、走行車線端部側からのはじき返され感が低減し、逸脱側へ制御が介入しているかのような違和感を低減出来る。すなわち、乗員が感じる拘束感を低減することが可能となる。

【 0 0 9 2 】

( 1 5 ) 第 1 の制御量による自車両の走行軌跡を、自車両が横方向変位閾値に接近する際に、走行車線に対する自車両の進行方向の角度を小さくする向きに補正する第 5 の制御量を算出する。

20

これによって、逸脱領域において、逸脱回避方向に向けて自車両が横方向変位閾値に接近する際に、逸脱回避のための自車両の転舵半径を大きくすることが出来る。このことは、ヨー方向の加減速度を小さくすることに繋がり、より確実に、はじき返され感を小さく出来る。

【 0 0 9 3 】

( 1 6 ) 第 4 制御量算出手段は、自車両が逸脱側遷移領域に位置する場合に、上記走行車線に対する自車両の進行方向の角度偏差を小さくする制御量を算出する。

これによって、自車両が車輪中央部側から上記横方向変位閾値に近づく過程の走行軌跡を、走行車線に対する自車両の進行方向の角度が小さくなる向きにする制御量を算出可能となる。

30

【 0 0 9 4 】

( 変形例 )

( 1 ) 上記実施形態では、横方向変位閾値と横変位基準位置とが、一致している場合を例示した。図 1 4 に示すように、横変位基準位置 L X L 、 L X R を、横方向変位閾値 L A L 、 L A R よりも内側に設定しても良い。

この場合には、自車両 C が、走行車線中央 L s に対し横方向変位閾値よりも外側に位置すると、横方向変位閾値 L A L 、 L A R よりも内側に位置する横変位基準位置 L X L 、 L X R に向けて横変位 X が小さくなるようにフィードバック制御が行われる。

40

横方向フィードバック制御の制御ゲインを調整することが可能となる。

【 0 0 9 5 】

( 2 ) また、横変位基準位置 L X L 、 L X R を、横方向変位閾値 L A L 、 L A R よりも内側に設定する場合には、自車両 C が、横変位基準位置 L X L 、 L X R と横方向変位閾値 L A L 、 L A R との間に位置する場合においても、横変位 X が小さくなるようにフィードバック制御を行っても良い。ただし、自車両 C が横方向変位閾値 L A L 、 L A R よりも外側にいる場合と比較して制御ゲインを小さく抑える。

( 3 ) 上記実施形態では、走行車線端部 L e を横方向端部位置とした。これに替えて、横方向端部位置を走行車線端部 L e よりも所定量だけ内側に設定しても良い。例えば、上記横変位基準位置 L X L 、 L X R と等しくしても良い。

50

## 【 0 0 9 6 】

( 4 ) 上記実施形態では、上記重み付け係数  $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ 、 $\beta_R$ 、 $\beta_L$  は、図 1 0 に示す関係となっていて、自車両 C の横位置に応じて、 $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$  に対する  $\beta_R$ 、 $\beta_L$  の相対的な大きさが変化するようにした。

上記重み付け係数  $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ 、 $\beta_R$ 、 $\beta_L$  の関係は、これに限定しない。

例えば、

$$\alpha_R : \beta_R = 1 : 1$$

$$\alpha_L : \beta_L = 1 : 1$$

と一定に設定しても良い。このように設定しても効果を得ることができたことを確認している。

10

## 【 0 0 9 7 】

( 5 ) 横方向変位閾値から車線中央部側にオフセットした位置と当該横方向変位閾値との間を逸脱側遷移領域として設定する。そして、逸脱遷移領域よりも車線中央部側の領域では、第 2 の制御量をゼロとする。

例えば、図 1 5 に示すように、重み付け係数  $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$  について、逸脱遷移領域よりも車線中央部側の領域でゼロに設定する。

この結果、逸脱遷移領域よりも車線中央部側の領域では、より拘束感を減らすことが可能となる。

## 【 0 0 9 8 】

( 6 ) 横方向変位閾値から車線中央部側にオフセットした位置と当該横方向変位閾値との間を逸脱側遷移領域として設定する。そして、逸脱遷移領域よりも車線中央部側の領域では、第 3 の制御量をゼロとする。

20

例えば、図 1 5 に示すように、重み付け係数  $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$  について、逸脱遷移領域よりも車線中央部側の領域でゼロに設定する。

この結果、逸脱遷移領域よりも車線中央部側の領域では、より拘束感を減らすことが可能となる。

## 【 0 0 9 9 】

( 7 ) 逸脱遷移領域において、角度偏差に対する制御ゲインを、車線中央部側が車線端部側よりも大きくする。また、横方向変位偏差に対する制御ゲインを、車線中央部側が車線端部側に対して小さくする。

30

例えば、図 1 5 に示すように、重み付け係数  $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$  について、逸脱遷移領域では、横方向変位閾値  $X_{Rt}$ 、 $X_{Lt}$  に近づくほど、大きく設定する。

これによって、自車両 C が横方向変位閾値  $X_{Rt}$ 、 $X_{Lt}$  に近づくほど、逸脱方向への角度偏差を小さくする効果が発生する。この結果、中央側から横方向変位閾値を越えて逸脱領域に進入する際における、その進入角度を小さくすることができる。

## 【 0 1 0 0 】

( 8 ) 上記実施形態では、制御量に基づき、車輪の転舵角もしくは転舵トルクを補正することで自車両の進行方向を制御する場合を例示した。転舵角もしくは転舵トルクを補正する代わりに、制御量に基づき、制駆動量もしくは制駆動力を補正するようにしても良い。この場合には、横変位偏差を小さくする、若しくは角度偏差を小さくするためのヨーモーメントの量で上記各制御量を算出する。そして、その制御量に対応するヨーモーメントを発生するように各制駆動力を補正する。

40

( 9 ) 横方向変位閾値は、左右幅方向一方だけでもよい。または、左右の横方向変位閾値の一方だけを走行車線端部位置に設定しても良い。

( 1 0 ) 操舵輪は、後輪でも良いし、前後輪両方でも良い。

## 【 0 1 0 1 】

( 第 2 実施形態 )

次に、第 2 実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、上記第 1 実施形態と同様な装置などについては同一の符号を付して説明する。

( 構成 )

50

本実施形態の基本構成は、上記第1実施形態と同様である。ただし、車線維持支援コントローラ15におけるステップS200の処理が異なる。

その他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

#### 【0102】

第2実施形態におけるステップS200の処理について説明する。

このステップS200は、最終目標転舵角  $t$  を算出する処理部である。第1実施形態では、ステップS180において算出した走行車線端部制御による左右目標転舵角  $L\_L t$ 、 $L\_R t$  と、ステップS190において算出した走行車線中央部制御による左右目標転舵角に対して、それぞれ重み付けをした状態で和をとって最終目標転舵角  $t$  を算出している。

10

これに対し、本実施形態では、ステップS180において算出した走行車線端部制御による左右目標転舵角と、ステップS190において算出した走行車線中央部制御による左右目標転舵角を選択的に用いて  $t_L$ 、 $t_R$  を算出し、その和を取ることで最終目標転舵角  $t$  を算出する。

#### 【0103】

次に、その処理例について説明する。

まず、左右それぞれに対する制御量を選択的に算出する。

すなわち、右側の制御量である  $L\_R t$  と  $Y\_R t$  とを比較して、大きい値の方を  $t_R$  とする。すなわち、 $L\_R t$  と  $Y\_R t$  とのセレクトハイをとって、 $t_R$  とする。

20

同様に、左側の制御量である  $L\_L t$  と  $Y\_L t$  とを比較して、大きい値の方を  $t_L$  とする。すなわち、 $L\_L t$  と  $Y\_L t$  とのセレクトハイをとって、 $t_L$  とする。

そして、下記式によって、最終目標転舵角  $t$  を算出する。

$$t = t_R + t_L$$

#### 【0104】

(作用及び動作)

最終目標転舵角  $t$  を算出する際に、単純に横位置フィードバック制御量とヨー角フィードバック制御量とを加算すると、大きくヨー角  $\gamma$  がついている場合などにおいて、走行車線Lの端部側で制御量が過大となる可能性があるという問題がある。この問題を解決するためには制御ゲインを一時的に落とすという手法も考えることができる。しかし、ヨー角フィードバックの制御ゲインを下げると走行車線中央Lsでの制御性能が低くなり、また横位置フィードバックの制御ゲインを下げると、走行車線端部Leでの制御性能が低くなってしまふ。

30

#### 【0105】

このため、第1実施形態では、横位置フィードバック制御量とヨー角フィードバック制御量に対して重み付けを実施し、重み付けを横位置によって変化させた。

本実施形態では、これに代えてセレクトハイによって対応するものである。

すなわち、右側の制御量(目標転舵角  $L\_R t$ 、目標転舵角  $Y\_R t$ )のセレクトハイを行う。同様に、左側の制御量(目標転舵角  $L\_L t$ 、目標転舵角  $Y\_L t$ )のセレクトハイを行う。その後、左右の制御量の和をとって最終目標転舵角  $t$  を算出する。

40

#### 【0106】

これによって、自車両Cが左右の横方向変位閾値LXL、LXR内に位置する場合には、通常、ヨー角  $\gamma$  の向きによって、最終目標転舵角  $t$  は、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  若しくは目標転舵角  $Y\_L t$  の一方の値となる。この結果、自車両Cが走行車線中央Ls側に位置する場合には、ヨー角フィードバック制御が行われる。

#### 【0107】

以下の説明では、自車両Cが右側の横方向変位閾値LXL、LXRの外に位置する場合を例に説明する。

50

まず、自車両Cの進行方向の向きが逸脱側（右側）に向いている場合とする。

このとき、右側の制御量では、次のようになる。

すなわち、横位置フィードバック制御量である、走行車線端部側制御による目標転舵角  $L\_R t$  と、ヨー角フィードバック制御量である走行車線中央側制御による目標転舵角  $Y\_R t$  とを比較する。そして、ヨー角  $\delta$  と横変位  $X$  量に基づき、走行車線端部側制御による目標転舵角  $L\_R t$  の方が大きければ、 $t R$  は目標転舵角  $L\_R t$  となる。一方、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  の方が大きければ、 $t R$  は目標転舵角  $Y\_R t$  となる。

【0108】

一方、左側の制御量では、次のようになる。

$L$  がゼロとなるため、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t = 0$  となる。また、 $X L$  もゼロとなるため、(8)式に基づき第1項がゼロとなる。このため、 $t L$  は、走行車線中央側制御による目標転舵角  $Y\_L t$  となるが、小さな値となる。

このため、最終目標転舵角  $t$  は、右側の制御量の大きい方の値  $t R$  が支配的な制御量となる。

これによって、走行車線端部  $L e$  側における制御量が過剰となることが防止できる。

次に、自車両Cの進行方向の向きが逸脱回避側（左側）に向いている場合とする。

このとき、右側の制御量では、次のようになる。

すなわち、ヨー角フィードバック制御量である走行車線中央  $L s$  側制御による目標転舵角  $Y\_R t$  はゼロとなる。このため、横位置フィードバック制御量である、走行車線端部  $L e$  側制御による目標転舵角  $L\_R t$  が、 $t R$  となる。

【0109】

一方、左側の制御量では、次のようになる。

$X L$  もゼロとなるため、(8)式に基づき第1項がゼロとなる。このため、 $t L$  は、走行車線中央  $L s$  側制御による目標転舵角  $Y\_L t$  となるが、小さな値となる。

このため左側へのヨー角  $\delta$  である  $L$  が所定量以上であれば、走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  が  $t L$  となる。また、左側へのヨー角  $\delta$  である  $L$  が小さければ、 $t L$  は小さな値となる。

このため、最終目標転舵角  $t$  は、右側の走行車線端部  $L e$  からののはじき返され感を低減することが出来る。

【0110】

(本実施形態の効果)

(1) 上記第1の制御量と第2の制御量(第3の制御量、第4の制御量)のうち値が大きい方を、最終的な制御量とする。

すなわち、左右別々に、横位置フィードバック制御量とヨー角フィードバック制御量のセレクトハイを行った後に、左右の制御量を加算して最終目標転舵角  $t$  を算出している。

この結果、最終目標転舵角  $t$  の制御量を大きくしすぎることなく、走行車線中央  $L s$  側での制御性能を確保しつつ、走行車線端部  $L e$  側での制御性能を確保できる。

(2) その他の効果は上記第1実施形態と同様である。

【0111】

(変形例)

(1) 左右個別にセレクトハイを行う上記選択加算処理に対し、次のような閾値処理を追加しても良い。

すなわち、右側の制御量のセレクトハイを取る際に、

$$L\_R t > Y\_R t \text{ であるならば、上述のように、} \\ t R = L\_R t \text{ とする。}$$

このとき、 $Y\_R t > t h\_Y$  であるならば、つまり走行車線中央部制御による目標転舵角  $Y\_R t$  が所定閾値以上の場合には、下記式のように、補正する。

$$t R = t R + K1 \times (Y\_R t - t h\_Y)$$

10

20

30

40

50

逆に、 $L\_R t > Y\_R t$  であるならば、上述のように、  
 $t R = Y\_R t$  とする。

## 【0112】

このとき、 $L\_R t > t h\_L$  であるならば、つまり走行車線端部制御による目標  
 転舵角  $L\_R t$  が所定閾値以上の場合には、下記式のように、補正する。

$$t R = t R + K 2 \times ( L\_R t - t h\_L ) \text{ とする。}$$

同様に、左側の制御量のセレクトハイを取る際に、

$$L\_L t > Y\_L t \text{ であるならば、上述のように、}$$

$$t L = L\_L t \text{ とする。}$$

このとき、 $Y\_L t < - t h\_Y$  であるならば、つまり走行車線中央部制御による  
 目標転舵角  $Y\_L t$  が所定閾値以上の場合には、下記式のように、補正する。

$$t L = t L + K 3 \times ( Y\_L t + t h\_Y ) \text{ とする。}$$

逆に、 $L\_L t > Y\_L t$  であるならば、上述のように、

$$t L = L\_L \times Y\_L t \text{ とする。}$$

## 【0113】

このとき、 $L\_L t < - t h\_L$  であるならば、つまり走行車線端部制御による目  
 標転舵角  $L\_L t$  が所定閾値以上の場合には、下記式のように、補正する。

$$t L = t L + K 4 \times ( L\_L t + t h\_L ) \text{ とする。}$$

そして、下記式によって最終目標転舵角  $t$  を算出する。

$$t = t R + t L \text{ とする。}$$

このように、左右のセレクトロー側が所定量よりも大きい場合には、その分の補正を行  
 う。

このようにすると、最終目標転舵角  $t$  の制御量を大きくしすぎることなく、走行車線  
 端部  $L e$  側で横変位  $X$  もヨー角  $\theta$  も大きくついた場合などにおいても、制御性能を確保で  
 きる。

## 【0114】

(2) また、数種の演算に夫々重み係数を乗じた上で、夫々最も制御量が大きいものを選  
 択し、左方向の制御量、右方向の制御量とし、それらを加算して車線維持制御量としても  
 良い。このようにすると、走行状態、道路情報などにより夫々の制御量の選ばれ易さを調  
 整することで、より走行シーンに適した制御が行えるようになる。

その処理の例を次に示す。

比較選択する際にヨー角  $\theta$ 、横位置、曲率、ナビゲーション情報等の走行自車両  $C$  の情  
 報、道路情報から決まるゲイン  $\_y a w$ 、 $\_l a t$  を用い、選択量に重み付けする。

ここで、 $\_y a w$  は、カーブ外側へ逸脱するヨー角  $\theta$  が発生していた場合など、ヨー  
 角  $\theta$  がついていることに対し逸脱リスクが大きいシーンにおいて大きくなるゲインとする。  
 $\_l a t$  は、カーブ外側をヨー角  $\theta$  で走行している場合など、現在の横位置を走行し  
 ていることに対し逸脱リスクが大きいシーンにおいて大きくなるゲインである。

## 【0115】

そして、

$$\_l a t \times L\_R t > \_y a w \times Y\_R t \text{ であるならば、}$$

$$t R = L\_R t \text{ とする}$$

一方、 $\_l a t \times L\_R t < \_y a w \times Y\_R t$  であるならば、  
 $t R = Y\_R t$  とする。

同様に、 $\_l a t \times L\_L t > \_y a w \times Y\_L t$  であるならば、  
 $t L = L\_L t$  とする

一方、 $\_l a t \times L\_L t < \_y a w \times Y\_L t$  であるならば、  
 $t L = Y\_L t$  とする。

そして、下記式によって最終目標転舵角  $t$  を算出する。

$$t = t R + t L \text{ とする。}$$

## 【0116】

10

20

30

40

50

(3) また、走行車線 L の曲率からカーブを判断し、カーブ外側から内側に対する制御量は夫々の演算量の加算とし、カーブ内側から外側に対する制御量は最も制御量大きいものを選択し、それらを加算して車線維持制御量とするようにしても良い。

このようにすると、カーブ外側への逸脱に対する制御量は夫々の制御量を加算し、カーブ内側への逸脱に対する制御量はセレクトハイを行う。この結果、リスクの大きい(大きい制御量が必要な)カーブ外側への逸脱に対する制御量のみ大きくすることができる。その他のシーンでは最終目標転舵角  $t$  の制御量を大きくしすぎることなく、走行車線中央 L s での制御性能を確保しつつ、走行車線 L 端での制御性能を確保できる。

【0117】

その処理の例を次に示す。

道路曲率  $\kappa$  を用い、以下のようにカーブ外側への逸脱に対しては制御量を加算し、カーブ内側への逸脱に対しては選択的に処理する。

$\kappa < 0$  (右カーブ) の場合には次のように算出する。

すなわち、右の制御量については、 $L_{Rt} > Y_{Rt}$  であるならば、

$$t_R = L_{Rt} \text{ とする。}$$

一方、 $L_{Rt} < Y_{Rt}$  であるならば、 $t_R = Y_{Rt}$  とする。

【0118】

また、左の制御量については、下記式のように加算値を取る。

$$t_L = L_{Lt} + Y_{Lt}$$

逆に、 $\kappa > 0$  (左カーブ) の場合には次のように算出する。

すなわち、右に制御量については、下記式のように加算値を取る。

$$t_R = L_{Rt} + Y_{Rt}$$

左の制御量については、 $L_{Lt} > Y_{Lt}$  であるならば、

$$t_L = \frac{L_{Lt}}{L_{Lt} + Y_{Lt}} \times L_{Lt} \text{ とする。}$$

一方、 $L_{Lt} < Y_{Lt}$  であるならば、

$$t_L = \frac{L_{Lt}}{L_{Lt} + Y_{Lt}} \times Y_{Lt} \text{ とする。}$$

【0119】

さらに、 $\kappa = 0$  の場合には、下記のように左右個別にセレクトハイを行う。

右側の制御量に対しては、

$$L_{Rt} > Y_{Rt} \text{ であるならば、 } t_R = L_{Rt} \text{ とする。}$$

$$L_{Rt} < Y_{Rt} \text{ であるならば、 } t_R = Y_{Rt} \text{ とする。}$$

左側の制御量に対しては、

$$L_{Lt} > Y_{Lt} \text{ であるならば、 } t_L = L_{Lt} \text{ とする。}$$

$$L_{Lt} < Y_{Lt} \text{ であるならば、 } t_L = Y_{Lt} \text{ とする。}$$

そして、下記式によって最終目標転舵角  $t$  を算出する。

$$t = t_R + t_L \text{ とする。}$$

【0120】

(第3実施形態)

次に、第3実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、上記各実施形態と同様な構成については同一の符号を付して説明する。

本実施形態の車線維持支援装置を適用する自車両の車両構成は、上記第1実施形態と同様である。従って、その車両構成の説明は省略する。

そして、上述のようなシステム構成を備えた自車両に対し、車線維持支援装置を設ける。

【0121】

その構成について次に説明する。

自車両に、画像処理機能付き単眼カメラを搭載する。この画像処理機能付き単眼カメラは、自車両の位置を検出するための外界認識手段16である。画像処理機能付き単眼カメラは、自車両前方の路面を撮像する。その撮像したカメラ画像から路面の状態を判断し、自車が走行する走行車線内の自車両の位置に関する信号を、車線維持支援コントローラ1

10

20

30

40

50



5 5 に出力する。走行車線内の自車両の位置に関する信号は、走行車線に対する自車両の進行方向の角度偏差であるヨー角、走行車線中央からの横変位  $X$ 、及び走行車線の曲率である。

【 0 1 2 2 】

また、方向指示スイッチ 17 を備える。方向指示スイッチ 17 の信号は、運転者が走行車線を変更するか否かの判断情報として、車線維持支援コントローラ 15 に出力する。

また、車線維持支援コントローラ 15 は、操舵用コントローラ 11 から、現在のステアの状態やタイヤの操舵状態などの信号が入力する。車線維持支援コントローラ 15 は、入力した信号に基づき自車両を走行車線に維持させるための制御量を算出して、少なくとも上記操舵用コントローラ 11 に出力する。

10

【 0 1 2 3 】

次に、その車線維持支援コントローラ 15 の処理について、図 16 を参照しつつ説明する。

この車線維持支援コントローラ 15 は、所定サンプリング周期毎に繰り返し実行する。

まず作動すると、ステップ S 1100 にて、各センサ及び操舵用コントローラ 11 などの各種データを読み込む。車線センサ 18 ~ 21 から各車輪速  $V_w$  を読み込む。また、操舵角、操舵角速度、方向指示スイッチ 17 の信号を読み込む。外界認識手段 16 のカメラコントローラからは、自車両の走行車線  $L$  に対する自車両のヨー角、走行車線中央  $L_s$  からの横変位  $X$ 、及び走行車線  $L$  の曲率をそれぞれ読み込む。ここで、走行車線中央  $L_s$  からの横変位  $X$  は、例えば図 3 及び図 4 に示すように、自車両  $C$  の重心位置  $G$  を基準とすれば良い。もっとも自車両  $C$  の重心位置  $G$  を基準としなくても良い。例えば、自車両  $C$  の前端部中央を基準にして、走行車線中央  $L_s$  からの横変位  $X$  を求めても良い。すなわち、図 4 のように、ヨー角に応じて自車両  $C$  の前端部から先に逸脱方向に変位するので、その部分を基準として横変位  $X$  を求めて、より早期に横変位偏差を小さくするようにしても良い。

20

【 0 1 2 4 】

続いてステップ S 1110 にて、下記 (1) 式及び (2) 式に基づき、左右の横変位基準閾値  $X_{L t}$ 、 $X_{R t}$  の設定を行う。

ここで、図 3 に示すように、右側の横変位基準閾値  $X_{R t}$  は、右逸脱に対して設定する横変位  $X$  の偏差の基準である横変位基準位置  $L_{X R}$  の位置を特定するものである。左側の横変位基準位置  $X_{L t}$  は、左逸脱に対して設定する横変位  $X$  の偏差の基準である横変位基準位置  $L_{X L}$  の位置を特定するものである。

30

$$X_{R t} = (W_{lane} / 2) - (W_{car} / 2) - X_{offset} \dots (1)$$

$$X_{L t} = -((W_{lane} / 2) - (W_{car} / 2) - X_{offset}) \dots (2)$$

ここで、走行車線中央  $L_s$  からの横変位  $X$  は、走行車線  $L$  に対して自車両  $C$  が中心より右側にいる場合を正とし、左側に位置する場合を負とする。このため、右側の横変位基準位置  $X_{R t}$  側を正としている。

【 0 1 2 5 】

また、図 3 に示すように、 $W_{lane}$  は走行車線幅であり、 $W_{car}$  は自車両  $C$  の車幅である。

40

また、 $X_{offset}$  は走行車線端部  $L_e$  (白線) 位置に対する余裕代である。この余裕代  $X_{offset}$  は、走行車線幅  $W_{lane}$  や車速などに応じて変更しても良い。例えば、走行車線幅  $W_{lane}$  が狭い程、余裕代  $X_{offset}$  を小さくする。また、左右の横変位基準位置  $L_{X L}$ 、 $L_{X R}$  毎に異なる余裕代  $X_{offset}$  を使用しても良い。また、この左右の横変位基準位置  $L_{X L}$ 、 $L_{X R}$  は固定値であっても良い。

【 0 1 2 6 】

続いて、ステップ S 1120 にて、下記 (3) 式に基づき、右逸脱に対する横変位偏差  $X_R$  を算出する。

50

$$X_R = X - X_{Rt} \dots (3)$$

ただし、 $X_R = 0$  の場合、 $X_R = 0$  とする（正の値のみをとるようにする）。

上記（3）式によって、横変位  $X$  と、右逸脱に対する横変位偏差  $X_R$  とは、図5（a）に示す関係となる。

すなわち、上記（3）式を使用することで、「 $X - X_{Rt} = 0$ 」となると、自車両Cが、走行車線中央  $L_s$  に対し右の横変位基準位置  $L_{XR}$  よりも外に出たと判定する。そして、自車両Cが右側の走行車線端部  $L_e$  側に寄った場合であるので、自車両Cに近い横変位基準位置として右側の横変位基準位置  $L_{XR}$  を横変位偏差の基準として、右逸脱に対する横変位偏差  $X_R$  を求めることになる。

【0127】

続いて、ステップS1130にて、下記（4）式に基づき、左逸脱に対する横変位偏差  $X_L$  を算出する。

$$X_L = X - X_{Lt} \dots (4)$$

ただし、 $X_L = 0$  の場合、 $X_L = 0$  とする（負の値のみをとるようにする）。

上記式によって、横変位  $X$  と、左逸脱に対する横変位偏差  $X_L$  とは、図5（b）に示す関係となる。

すなわち、上記（4）式を使用することで、「 $X - X_{Lt} = 0$ 」となると、自車両Cが、走行車線中央  $L_s$  に対し左の横変位基準位置  $L_{XL}$  よりも外に出たと判定する。そして、自車両Cが左側の走行車線端部  $L_e$  側に寄った場合であるので、自車両Cに近い横変位基準位置として左側の横変位基準位置  $L_{XL}$  を横変位偏差の基準として、左逸脱に対する横変位偏差  $X_L$  を求めることになる。

【0128】

続いて、ステップS140にて、下記（5）式に基づき、右逸脱に対するヨー角偏差  $R$  を算出する。ここで、走行車線  $L$  に対する自車両Cのヨー角  $\theta$  は、右側へヨー角  $\theta$  がついている場合（図4のような状態）を正とし、左側へヨー角  $\theta$  がついている場合を負とする。

$$R = \begin{cases} \theta & (\theta > 0 \text{ の場合}) \\ 0 & (\theta = 0 \text{ の場合}) \end{cases} \dots (5)$$

上記（5）式によって、ヨー角  $\theta$  と、右逸脱に対してのみ設定するヨー角偏差  $R$  とは、図6（a）に示す関係となる。

続いて、ステップS150にて、下記（6）式に基づいて、左逸脱に対するヨー角偏差  $L$  を算出する。

$$L = \begin{cases} -\theta & (\theta < 0 \text{ の場合}) \\ 0 & (\theta = 0 \text{ の場合}) \end{cases} \dots (6)$$

上記（6）式によって、ヨー角  $\theta$  と、左逸脱に対してのみ設定するヨー角偏差  $L$  とは、図6（b）に示す関係となる。

【0129】

続いて、ステップS1160にて、走行車線  $L$  のカーブ方向、曲率  $\kappa$ 、及びヨー角  $\theta$ （逸脱）の方向に応じて、右逸脱に対する走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_R}$ 、及び左逸脱に対する走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_L}$  を、それぞれ求める。

すなわち、曲率  $\kappa$  の向き（走行車線  $L$  のカーブ方向）に応じて3種類に分けて、下記のように、個別のマップを使用して、右逸脱に対する走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_R}$ 、及び左逸脱に対する走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン  $K_{L\_L}$  を設定する。

【0130】

曲率  $\kappa < 0$ （右カーブ）と判定した場合：

$K_{L\_R}$ ：図7に示すような、カーブIN側補正ゲインマップから読み込む。

$K_{L\_L}$ ：図8に示すような、カーブOUT側補正ゲインマップから読み込む。

曲率  $\kappa > 0$ （左カーブ）と判定した場合

10

20

30

40

50

K L\_\_R : 図 8 に示すような、カーブ O U T 側補正ゲインマップから読み込む。

K L\_\_L : 図 7 に示すような、カーブ I N 側補正ゲインマップから読み込む。

曲率 = 0 (直線路) と判定した場合

K L\_\_R = 1 . 0 (補正なし)

K L\_\_L = 1 . 0 (補正なし)

#### 【 0 1 3 1 】

ここで、走行車線 L の曲率 は、旋回半径の逆数であり、直線路で = 0 となり、カーブがきつくなる (旋回半径が小さくなる) につれて、曲率 の絶対値が大きくなる値となる。また、左カーブを正とし、右カーブを負とする。

上記カーブ I N 側補正ゲインマップは、図 7 のように、曲率 の絶対値が所定以上となると、曲率 の絶対値が大きくなるにつれて、補正のゲインが小さくなるマップである。そして、左右の走行車線端部 L e のうちカーブ路の内側に位置する走行車線端部 L e に対する制御のゲインを、曲率 の絶対値の増大に応じて低減するように補正するものである。

10

#### 【 0 1 3 2 】

また、上記カーブ O U T 側補正ゲインマップは、図 8 のように、曲率 の絶対値が所定以上となると、曲率 の絶対値が大きくなるにつれて、補正のゲインが大きくなるマップである。そして、左右の走行車線端部 L e のうちカーブ路の外側に位置する走行車線端部 L e に対する制御のゲインを、曲率 の絶対値の増大に応じて増加するように補正するものである。

20

#### 【 0 1 3 3 】

続いてステップ S 1 1 7 0 では、走行車線 L のカーブ方向、曲率 、及び横変位 X (逸脱) の方向に応じて、右逸脱に対する走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン K Y\_\_R、左逸脱に対する走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン K Y\_\_L をそれぞれ求める。

すなわち、曲率 の向き (走行車線 L のカーブ方向) に応じて 3 種類に分けて、下記のように、マップを使用して、右逸脱に対する走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン K Y\_\_R、及び左逸脱に対する走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン K Y\_\_L をそれぞれ設定する。

#### 【 0 1 3 4 】

曲率 < 0 (右カーブ) と判定した場合

K Y\_\_R : 図 7 に示すような、カーブ I N 側補正ゲインマップから読み込む。

K Y\_\_L : 図 8 に示すような、カーブ O U T 側補正ゲインマップから読み込む。

曲率 > 0 (左カーブ) と判定した場合

K Y\_\_R : 図 8 に示すような、カーブ O U T 側補正ゲインマップから読み込む。

K Y\_\_L : 図 7 に示すような、カーブ I N 側補正ゲインマップから読み込む。

曲率 = 0 (直線路) と判定した場合

K Y\_\_R = 1 . 0 (補正なし)

K Y\_\_L = 1 . 0 (補正なし)

#### 【 0 1 3 5 】

ここで、カーブ I N 側補正ゲインマップ及びカーブ O U T 側補正ゲインマップを、走行車線端部制御フィードバック補正ゲインを求める場合と、走行車線中央部制御フィードバック補正ゲインを求める場合とで同じ傾向のマップを使用している。ただし、マップ上の勾配を走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン K L\_\_R、K L\_\_L を求める場合と、走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン K Y\_\_R、K Y\_\_L を求める場合とで異なるマップを使用するようにしている。すなわち、走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン K L\_\_R、K L\_\_L を求める際に使用するカーブ I N 側補正ゲインマップ及びカーブ O U T 側補正ゲインマップの方が、曲率 の絶対値の変化に対する勾配を大きく設定する。これは、走行車線端部 L e 側の方がカーブの内側及び外側での曲率 に対する補正量を大きくして、その分だけ敏感にするためである。

40

50

## 【 0 1 3 6 】

続いてステップ S 1 1 8 0 では、下記 ( 1 0 7 ) 式、( 1 0 8 ) 式に基づいて、右逸脱に対する走行車線端部制御による目標仮想反発力  $F L\_R t$ 、及び左逸脱に対する走行車線端部制御による目標仮想反発力  $F L\_L t$  を算出する。

$$F L\_R t = - ( ( K\_L 1 \times X R ) + ( K\_L 2 \times ) + ( K\_L 3 \times ) ) \cdots ( 1 0 7 )$$

$$F L\_L t = - ( ( K\_L 1 \times X L ) + ( K\_L 2 \times ) + ( K\_L 3 \times ) ) \cdots ( 1 0 8 )$$

ここで、 $K\_L 1$ 、 $K\_L 2$ 、 $K\_L 3$  は、車両諸元や車速により定まるフィードバックゲインである。ここで、上記 ( 1 0 7 ) 式及び ( 1 0 8 ) 式の 2 項目及び 3 項目は、横変位偏差に対する補正項 ( 収束項 ) である。このため、補正ゲイン  $K\_L 1$  よりも補正ゲイン  $K\_L 2$ 、 $K\_L 3$  を小さく設定してある。

10

## 【 0 1 3 7 】

また、右方向への仮想反発力を正とし、左方向への仮想反発力を負としている。

すなわち、右逸脱若しくは左逸脱に対する走行車線端部制御による目標仮想反発力  $F L\_R t$ 、 $F L\_R t$  は、各横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  からの横変位偏差が小さくなる制御量を求めるものである。そして、その際に、自車両 C のヨー角  $\delta$  及び道路曲率  $R$  でその制御量を補正している。このとき、上記式の第 2 項の自車両 C のヨー角  $\delta$  は、横速度に対するフィードバック制御量として作用する。このため、第 2 項の自車両 C のヨー角  $\delta$  分として、ヨー角偏差  $\delta$  若しくは  $L$  を使用することなく、ヨー角  $\delta$  を使用している。

20

## 【 0 1 3 8 】

以上から、後述のステップ S 1 2 0 0 のように、最終の目標仮想反発力  $F t$  を算出する際に、右逸脱に対する走行車線端部制御による目標仮想反発力  $F L\_R t$  と左逸脱に対する走行車線端部制御による目標仮想反発力  $F L\_L t$  の和として算出する。すなわち、上記目標仮想反発力  $F L\_R t$  と目標仮想反発力  $F L\_L t$  の和を、走行車線端部制御分の目標転舵角としている。

## 【 0 1 3 9 】

このとき、走行車線中央  $L s$  側である左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間に自車両 C が位置する場合には、図 5 のように横変位偏差  $X R$ 、 $X L$  の両方の値が 0 となる。すなわち、上記目標仮想反発力  $F L\_R t$  と目標仮想反発力  $F L\_L t$  の値は、小さな値となる。この結果、走行車線端部制御分の目標仮想反発力は小さなものとなり、後述の走行車線中央部制御分の目標仮想反発力  $F Y\_L t$ 、 $F Y\_R t$  が支配的となる。

30

## 【 0 1 4 0 】

また、走行車線中央  $L s$  側である左右の横変位基準位置  $L X L$ 、 $L X R$  の間の外に自車両 C が位置する場合には、図 5 のように横変位偏差  $X R$ 、 $X L$  の一方の値だけが 0 となる。すなわち、目標仮想反発力  $F L\_R t$  と目標仮想反発力  $F L\_L t$  のうち、自車両 C から離れた側の走行車線端部制御用の目標仮想反発力  $F L\_L t$  若しくは  $F L\_R t$  の一方は小さくなり、自車両 C に近い側の走行車線端部制御用の目標仮想反発力  $F L\_L t$  若しくは  $F L\_R t$  の他方が、走行車線端部制御分の目標仮想反発力としては支配的となる。

40

## 【 0 1 4 1 】

そして、走行車線 L に対する自車両 C のヨー角  $\delta$  を横変位 X に対する微分項 ( 横速度 ) として第 2 項に設けてそのままフィードバックして制御し、さらに道路曲率  $R$  に対する補正項として第 3 項を設けてフィードバックして制御する。この結果、第 1 項によって、横変位基準位置を基準として走行車線 L 外側へ自車両 C の位置を制御しようとする動きを無くしつつ適切に走行車線 L 内に留め、第 2 項及び第 3 項を設けることで、走行車線端部  $L e$  からの自車両 C ののはじき返され感を低減することができる。すなわち、収束項として第 2 項 ( 横方向変位の微分値 ) 及び第 3 項 ( 路面のカーブに対する収束項 ) を設けることで、横変位基準位置への収束が良くなる。

50

## 【 0 1 4 2 】

続いてステップ S 1 1 9 0 において、下記 ( 1 0 9 ) 式及び ( 1 1 0 ) 式に基づき、右逸脱に対する走行車線中央部制御による目標仮想反発力  $F Y_{-R t}$ 、左逸脱に対する走行車線中央部制御による目標仮想反発力  $F Y_{-L t}$  を算出する。

$$F Y_{-R t} = - K y_{-R} \times R \cdots ( 1 0 9 )$$

$$F Y_{-L t} = - K y_{-L} \times L \cdots ( 1 1 0 )$$

ここで、 $K y_{-R}$ 、 $K y_{-L}$  は、図 9 に示すような、走行車線 L に対する横変位 X に応じてそれぞれ個別に設定するフィードバックゲインである。

## 【 0 1 4 3 】

すなわち、右逸脱に対する走行車線中央部制御による目標仮想反発力  $F Y_{-R t}$  は、自車両 C の進行方向が、右側を向いている場合である。このため、右逸脱に対するフィードバックゲイン  $K y_{-R}$  は、左側の走行車線端部  $L e$  側を基準として右側の走行車線端部  $L e$  に近づくにつれて大きくなるように設定してある。

10

また、左逸脱に対する走行車線中央部制御による目標仮想反発力  $F Y_{-L t}$  は、自車両 C の進行方向が、左側を向いている場合である。このため、左逸脱に対するフィードバックゲイン  $K y_{-L}$  は、右側の走行車線端部  $L e$  側を基準として左側走行車線端部  $L e$  に近づくにつれて大きくなるように設定してある。なお、目標仮想反発力  $F Y_{-R t}$ 、及び  $F Y_{-L t}$  は、右方向への反発力を正とし、左方向への反発力を負とする。

## 【 0 1 4 4 】

ここで、後述のステップ S 1 2 0 0 のように、走行車線中央部制御分の最終目標仮想反発力を、右逸脱に対する走行車線中央部制御による目標仮想反発力  $F Y_{-R t}$  と左逸脱に対する走行車線中央部制御による目標仮想反発力  $F Y_{-L t}$  の和として算出する。このとき、右側へヨー角  $\theta$  がついている場合には、図 6 のように  $L = 0$  となるため、左逸脱に対する目標仮想反発力  $F Y_{-L t}$  は 0 となる。すなわち、右逸脱に対する目標仮想反発力  $F Y_{-R t}$  のみを採用することになる。同様に、左側へヨー角  $\theta$  がついている場合には、図 6 のように  $R = 0$  となるため、右逸脱に対する目標仮想反発力  $F Y_{-R t}$  は 0 となる。すなわち、左逸脱に対する目標仮想反発力  $F Y_{-L t}$  のみを採用することになる。

20

## 【 0 1 4 5 】

このとき、前述の通り、制御ゲイン  $K y_{-R}$ 、 $K y_{-L}$  を、図 9 に示すように、自車両 C のヨー角  $\theta$  の向き側の走行車線端部  $L e$  を基準として、その走行車線端部  $L e$  に近づくほど大きくなるように設定している。このことから、逸脱側へヨー角  $\theta$  が発生している場合には積極的に逸脱を防止するよう制御量が大きく介入して制御する。また、逸脱回避側へヨー角  $\theta$  が発生している場合には、制御量が小さくなることで、違和感なく、穏やかに、走行車線 L に沿った方向に、自車両 C の進行方向の向きを合わせることができる。

30

## 【 0 1 4 6 】

また、上記制御ゲイン  $K y_{-R}$ 、 $K y_{-L}$  は、一方の走行車線端部  $L e$  を基準として、その走行車線端部  $L e$  に近づくほど大きくなるように設定している。これによって、自車両 C が走行車線中央  $L s$  を跨るように走行しても、連続して制御量が変化して、走行車線中央  $L s$  を跨る際の違和感を抑えることが可能となっている。

更に、カーブ路における走行車線中央  $L s$  に対して内側若しくは外側に変位している場合には、ステップ S 1 1 7 0 において算出するように、走行車線 L のカーブ方向、及び曲率  $\kappa$  に応じて補正することにより、カーブ路においても違和感なく、適切に、制御を行うことができる。

40

続いてステップ S 1 2 0 0 では、車線維持支援のための最終目標仮想反発力  $F t$  を算出する。

## 【 0 1 4 7 】

本実施例では、下記 ( 1 1 1 ) 式のように、ステップ S 1 8 0 において算出した走行車線端部制御による左右の目標仮想反発力  $F L_{-L t}$ 、 $F L_{-R t}$  と、ステップ S 1 1 9 0 において算出した走行車線中央部制御による左右の目標仮想反発力  $F Y_{-L t}$ 、 $F Y_{-R t}$  との和として算出する。

50

$$F_t = ( \_R \times F_{L\_R t} + \_R \times F_{Y\_R t} ) \\ + ( \_L \times F_{L\_L t} + \_L \times F_{Y\_L t} ) \cdots (111)$$

ここで、 $\_R$ 、 $\_R$ は、それぞれ、右逸脱に対する走行車線端部制御、及び走行車線中央部制御に対する重み付け係数である。また、 $\_L$ 、 $\_L$ は、それぞれ、左逸脱に対する走行車線端部制御、及び走行車線中央部制御に対する重み付け係数である。

上記重み付け係数 $\_R$ 、 $\_L$ 、 $\_R$ 、 $\_L$ は、一定値、例えば、 $\_R = \_L = \_R = \_L = 1$ 、としてもよいし、図10に示すような関係としてもいい。図10に示す関係においては、上記重み付け係数 $\_R$ 、 $\_L$ 、 $\_R$ 、 $\_L$ は、自車両Cの横位置に応じて、 $\_R$ 、 $\_L$ に対する $\_R$ 、 $\_L$ の相対的な大きさが変化している。

10

#### 【0148】

また、下記式の関係となっている。

$$\_R + \_R = 1.0 \\ \_L + \_L = 1.0$$

この重み付け係数について説明する。

(107)式及び(108)式にあるように、走行車線端部制御による目標転舵角 $L\_R t$ 、 $L\_L t$ の第2項としてヨー角要素(横速度)のフィードバックがある。このフィードバックは、走行車線端部 $L_e$ からののはじき返され感を低減するための、横変位要素の微分項として設定してある。このために、横変位要素のフィードバックと併せて、横変位基準位置への収束性を向上させることが可能となる。

20

#### 【0149】

一方、(109)式及び(110)式にあるように、走行車線中央部制御におけるヨー角要素のフィードバックは、走行車線 $L$ に対して自車両Cの進行方向を合わせることを目的として設定する。

このため、例えば、走行車線 $L$ の左端部において、左側(逸脱側)へのヨー角 $\theta$ がついている場合、走行車線端部制御における横変位フィードバック要素に加えて、走行車線中央部制御におけるヨー角フィードバックを行うと、制御過多となる。また、走行車線 $L$ 左端部において、右側(逸脱回避側)へヨー角 $\theta$ がついている場合、走行車線中央部制御におけるヨー角フィードバックは弱く設定しており、横変位基準位置への収束性が悪く、走行車線端部 $L_e$ からののはじき返され感が生じてしまう。

30

#### 【0150】

このため、本実施形態では、例えば、図10に示すように、走行車線端部 $L_e$ 側に寄るにつれて走行車線端部制御側の重みを大きくする。一方、走行車線中央 $L_s$ 側に寄るにつれて走行車線中央部制御側の重みを大きくする。このように、自車両Cの走行車線 $L$ に対する横位置に応じてこれらの重みを設定する。このように設定することで、走行車線中央 $L_s$ では、拘束感のない自由なライン取りが実現しつつ、走行車線端部 $L_e$ では、適切に走行車線 $L$ 内に留め、かつ走行車線端部 $L_e$ からののはじき返され感を低減することができる。

#### 【0151】

続いて、ステップS1201において、最終目標仮想反発力 $F_t$ に基づいて、自車両の最終目標転舵角 $f_t$ を算出する。具体的には、(111)式の最終目標仮想反発力 $F_t$ が自車両に加わった場合の自車両のヨー方向の変位を実現するために必要な転舵角を、最終目標転舵角 $f_t$ として算出する。まず、最終目標仮想反発力 $F_t$ が自車両に加わった場合に、自車両に発生するヨー方向のモーメントを(112)式により算出する。

40

$$M = F \times (HB / 2) \cdots (112)$$

ここで、 $HB$ は、車両の前輪と後輪との距離を表すホイールベースを表す。

#### 【0152】

次に、ヨー方向のモーメント $M$ から、ヨー方向の加速度 $Y$ を(113)式により算出する。

$$Y = M / I \cdots (113)$$

50

ここで、Iは、自車両のヨー慣性モーメントであって、車両の寸法や重量、重量配分等の車両諸元から決まる。

次に、ヨー方向の加速度Y を使って、(114)式によりヨーレートYrを算出する。

$$Yr = M / I \times Th \dots (114)$$

ここで、Thは、ヨーレートYrの発生を設定する補正係数である。

【0153】

次に、ヨーレートYrから、最終目標転舵角ftを算出する。算出法には、例えば、従来から複数の方法が提案されており、ここでは、一例としてアッカーマン近似式を使って(115)により算出する方法を記載する。

10

<前輪で操舵する場合>

$$\text{最終目標転舵角 } ft = + Yr \times HB / V$$

<後輪で操舵する場合>

$$\text{最終目標転舵角 } ft = - Yr \times HB / V \dots (115)$$

ここで、HBは、車両の前輪と後輪との距離を表すホイールベース、Vは自社の車速を表す。

【0154】

また、最終目標転舵角ftについて、右方向への転舵を正、左方向への転舵を負としているが、車両の旋回方向に対して前輪操舵で実現する場合と後輪操舵で実現する場合とで転舵方向が逆となるため(例えば、左方向に旋回する場合、前輪転舵だと左への転舵となり、後輪操舵だと右への転舵となる)、(115)式で算出される最終目標転舵角ftの符号は逆となる。

20

【0155】

次にステップS1202において、運転者に報知するために、ステアリングの操舵反力の変動を、ステアリングトルクとして算出する。ステアリングトルクは、(116)式~(120)式に基づいて算出する。

$$L - R = - FL\_Rt \times K_L \dots (116)$$

$$L - L = - FL\_Lt \times K_L \dots (117)$$

$$Y - R = - FY\_Rt \times K_Y \dots (118)$$

$$Y - L = - FY\_Lt \times K_Y \dots (119)$$

$$= L - R + L - L + Y - R + Y - L \dots (120)$$

30

【0156】

仮想反発力FL\_Rt、FL\_Lt、FY\_Rt、FY\_Ltの符号は、左への反発力が負、右への反発力が正である。ステアリングトルクの符号は、左へのトルクが正、右へのトルクが負である。

ここで、FL\_Rt、FL\_Lt、FY\_Rt、FY\_Ltは、(107)式~(110)式で求めた目標仮想反発力である。

また、K\_L、K\_Yは、ステアリングトルクの大きさを決める重み係数であって、大きい値にすればステアリングトルクが大きくなる。したがって、運転者が違和感を感じない範囲で、ステアリングトルクを大きくするように、K\_L、K\_Yを決める。

40

【0157】

続いて、ステップS1210において、運転者の走行車線変更の意思を判定する。具体的には、上記ステップS1100で得た方向スイッチ信号及び自車両Cの進行方向に基づき、運転者の走行車線Lを変更するか否かの意思を判定する。

すなわち、方向スイッチ信号が示す方向(ウインカ点灯側)と自車両Cの進行方向と同方向の場合には、運転者が意識的に走行車線Lを変更しようとしていると判定する。この場合には、ステップS1220における転舵角の補正を行うことなく、復帰する。なお、ステアリングホイール12の操舵が、方向スイッチ信号が示す方向(ウインカ点灯側)と同方向の場合に運転者が意識的に走行車線L変更しようとしていると判定しても良い。

50

## 【 0 1 5 8 】

続いてステップ S 1 2 2 0 にて、ステップ S 1 2 0 0 において算出した最終目標転舵角  $t$  の補正転舵角指令値を操舵用コントローラ 1 1 に出力する。同時に、ステップ S 1 2 0 2 で算出したステアリングトルク を操舵反力アクチュエータ 3 に出力する。

ここで、操舵用コントローラ 1 1 では、前述の通り、車線維持支援コントローラ 1 5 から最終目標転舵角  $t$  の補正転舵角指令値を入力すると、運転者の操舵操作に応じて算出した目標転舵角に当該最終目標転舵角  $t$  を付加して、最終的な目標転舵角とし、その目標転舵角に応じた転舵角となるように、転舵アクチュエータ 5 を駆動する。

## 【 0 1 5 9 】

また、本実施形態の車線維持支援装置を提供する自車両 C として、ステアバイワイヤシステムの自車両 C を例示している。電動若しくは油圧を使用したパワーステアリングシステムを搭載した自車両 C の場合には、上記最終目標仮想反発力  $F_t$  をアシストトルク量の補正量に変換して、アシストトルクに付加することで転舵角分の補正を行うようにしても良い。

また、ステアリング軸を回転変位して転舵角を変更可能な自車両 C にあっては、その回転変位量を上記最終目標仮想反発力  $F_t$  の分だけ補正するようにすればよい。

その他の構成は上記第 1 または第 2 実施形態と同様である。

## 【 0 1 6 0 】

ここで、左右の横変位基準位置  $L_{XL}$ 、 $L_{XR}$  は、横方向変位閾値及び横変位基準位置の両方を構成する。ステップ S 1 1 8 0、S 1 1 9 0 は、目標仮想反発力算出手段を構成する。ステップ S 1 2 0 0 及び操舵用コントローラ 1 1 は、進行方向制御手段を構成する。(4) 式及び(5) 式は、左右の横方向変位閾値間に位置する場合における、横変位偏差をゼロ、若しくは制御ゲインを小さくする構成に対応する。(109) 式及び(110) 式が、第 2 の目標仮想反発力算出手段を構成し、その目標仮想反発力  $F_{Y\_Rt}$ 、 $F_{Y\_Lt}$  が第 2 の目標仮想反発力となる。(107) 式及び(108) 式が、第 1 の目標仮想反発力算出手段を構成し、その目標仮想反発力  $F_{L\_Rt}$ 、 $F_{L\_Lt}$  が第 1 の目標仮想反発力となる。また、最終目標仮想反発力  $F_t$  が、最終的な目標仮想反発力を構成する。また、補正ゲイン  $K_{L\_R}$ 、 $K_{L\_L}$ 、 $K_{Y\_R}$ 、 $K_{Y\_L}$  がカーブ路補正手段を構成する。左右の走行車線端部  $L_e$  が横端部基準位置を構成する。重み付け係数  $\_R$ 、 $\_L$  が第 2 重み付け係数を構成する。重み付け係数  $\_R$ 、 $\_L$  が第 1 重み付け係数を構成する。ヨー角偏差  $\_R$  若しくは  $\_L$  が、角度偏差を構成する。

## 【 0 1 6 1 】

(動作・作用)

第 1 実施形態では、横変位偏差  $X$  やヨー角  $\theta$  に基づいて、制御量としての目標転舵角  $L$  を直接算出している。

これに対し、この実施形態では、横変位偏差  $X$  やヨー角  $\theta$  に基づいて、一度、1 次出力として、自車両に対し走行車線幅方向から付加する力としての最終目標仮想反発力  $F_t$  を算出する。その上で、最終目標仮想反発力  $F_t$  から 2 次出力として制御量としての目標転舵角を算出する。

また、上記車線維持支援の制御と同期をとって、仮想反発力に応じたステアリングの操舵反力の変動をステアリングトルク  $T$  として入力する。これによって、車線維持支援の制御を行ったことを運転者に報知する。

## 【 0 1 6 2 】

(本実施形態の効果)

(1) 自車両が横方向変位閾値よりも走行車線端部側に位置する場合に、上記横方向変位閾値からの自車両の横変位偏差に基づき、自車両を上記横方向変位閾値よりも車幅方向中央部側に戻すために、自車両に対し走行車線端部側から走行車線中央側に向けて仮想的に加える第 1 の目標仮想反発力を算出する。また、自車両が少なくとも横方向変位閾値よりも走行車線中央側に位置する場合に、少なくとも横方向変位閾値に近づくと、上記走行車線に対する自車両の進行方向の角度偏差が小さくなるように自車両に対し走行車線幅方向

10

20

30

40

50



から仮想的に加える第2の目標仮想反発力を算出する。

【0163】

そして、算出した目標仮想反発力が車両に作用したのと同等の車両挙動を発生させるために、上記目標仮想反発力に基づき自車両の進行を制御する。

これによって、自車両Cが左右の横方向変位閾値内、つまり横方向変位閾値よりも走行車線中央部側では、走行車線Lに沿った方向に車両の進行方向がなるような仮想の反発力を自車両に付与可能となる。この結果、走行車線中央L s側では、拘束感のない自由なライン取りができる。

一方、自車両Cが左右の横方向変位閾値外、つまり横方向変位閾値よりも走行車線端部側では、自車両Cを横方向変位閾値に戻すような仮想の反発力を当該自車両Cに付与可能となる。

10

これによって、自車両Cが横方向変位閾値外の逸脱領域に進入すると、横方向変位閾値内に戻す効果が発生する。

【0164】

(2) 目標仮想反発力から車両の挙動を制御する制御量を求める。

すなわち、一次出力として、自車両に付与する力である目標仮想反発力 $F_t$ を求める。その後、目標仮想反発力 $F_t$ を車両の挙動を制御する転舵や制駆動力などの制御出力に変換して、上記目標仮想反発力 $F_t$ が付加されたときに発生するであろう車両の挙動を実現している。

このため、複数の制御装置を組合せて、目的とする車両の挙動を補正制御することが容易となり、逸脱制御のための制御の自由度が向上する。また、他の制御との統合も容易となる。

20

【0165】

すなわち、目標仮想反発力 $F_t$ を転舵補正と制動補正とで分担させる事も可能となる。

また、本実施形態と異なる別の制御、例えば、前方車両との車間距離制御のように、制御力を発生する向きが異なる制御と、本実施形態の制御とを、同時に実施する場合、複数の異なる制御量を統合する必要がある。制御を統合するためには、統合する複数の制御の出力を、同じ次元の物理量に揃えた上で、統合する必要がある。

このとき、本実施形態の制御は、制御の結果である転舵角を制御量として直接求めるのではなく、一次出力として、力を表す変数である目標仮想反発力 $F_t$ を求めている。一般的に車両制御の出力として、力を出力することは容易であるため、他の制御の制御出力と、力の次元で合成することができる。したがって、他の制御との統合制御が容易になる。

30

【0166】

(3) 第2の目標仮想反発力を、上記第1の目標仮想反発力を低減するための予備制御の仮想反発力として、上記自車両が車線中央側から横方向変位閾値へ到達する前に算出する。

自車両の進行方向の角度偏差が小さくなるように自車両に対し走行車線幅方向から第2の目標仮想反発力を加える事で、逸脱領域に進入する際の進入角を小さく出来る。

これによって、第2の目標仮想反発力に基づく制御量による制御が、逸脱防止のための予備制御としての効果を奏する。

40

【0167】

すなわち、上記進入角が小さい場合には、続く自車両が逸脱領域に進入した後おける、横方向変位閾値の外側への逸脱量が小さくなる。そして、自車両が逸脱領域に進入すると、横変位偏差を小さくするための第1の目標仮想反発力が小さくなる。

この結果、走行車線端部側からののはじき返され感が低減し、逸脱側へ制御が介入しているかのような違和感を低減出来る。すなわち、乗員が感じる拘束感を低減することが可能となる。

【0168】

(4) 横方向変位閾値よりも車線端部側の範囲における少なくとも一部の領域(重複制御領域)において、第1の目標仮想反発力及び第2の目標仮想反発力の両方の目標仮想反発

50

力に基づいて制御する。

これによって、自車両Cが、走行車線中央L s に対し横方向変位閾値の外であれば、横変位Xとヨー角 の両方のフィードバック制御を行う。この結果、走行車線端部L e 側では、自車両Cを適切に走行車線L 内に留め、かつ走行車線端部L e からはじき返され感を低減した車線維持支援を行うことができる。

すなわち、逸脱領域における横方向変位閾値側の重複制御領域において、両方の目標仮想反発力の総和としての仮想反発力が自車両に付加されたような挙動にすることが出来る。

#### 【0169】

すなわち、逸脱領域に進入する際に、逸脱側への角度偏差となって車両が進行する場合には、第1の目標仮想反発力の制御量と第2の目標仮想反発力の制御量の向きが同じ方向（逸脱回避方向）への制御量となる。この結果、逸脱回避側への制御量が大きくなって、より有効の逸脱を防止することが出来る。すなわち、逸脱防止効果が大きくなる。

一方、逸脱領域で横方向変位閾値に向かう際に、逸脱回避側への角度偏差となって車両が進行する場合には、第1の目標仮想反発力の制御量と第2の目標仮想反発力の制御量の向きが反対方向への制御量となっている。この結果、逸脱側へ制御が介入しているかのような違和感を低減しつつ左右の横方向閾値内に車両を戻すことが可能となる。

このように、2つの仮想反発力の総和が付加されたような状態に制御することで、逸脱回避のための車両の転舵半径を大きくすることが出来る。このことは、ヨー方向の加減速度を小さくできて、より確実に、はじき返され感を小さくできる。

#### 【0170】

(5) 上記第1の目標仮想反発力に第1重み付け係数を掛けた値と、第2の目標仮想反発力に第2重み付け係数を掛けた値との和から最終的な目標仮想反発力を算出する。その際に、上記第1重み付け係数及び第2重み付け係数は、上記横変位偏差によって変更し、横変位偏差が大きいほど、第2重み付け係数に対し第1重み付け係数を大きく設定する。

すなわち、走行車線端部L e 側に寄るにつれて、第1の目標仮想反発力の重みを大きくする。一方、走行車線中央L s 側に寄るにつれて第2の目標仮想反発力の重みを大きくする。このように、自車両Cの走行車線L に対する横位置に応じてこれらの重みを設定する。

#### 【0171】

この結果、走行車線中央L s 側では、ヨー角制御が支配的となって拘束感のない自由なライン取りを実現する。一方、走行車線端部L e 側では、横変位Xによるフィードバック制御が支配的となって、適切に走行車線L 内に留め、かつ走行車線端部L e からはじき返され感を低減することができる。

特に、本実施形態では、走行車線端部制御による第1の目標仮想反発力 $F_{L\_Rt}$ 、 $F_{L\_Lt}$ において収束項（第2項）としてのヨー角フィードバック分があるが、上記重み付けによって、角度偏差を小さくする制御が制御過多となることを低減することが可能となる。

#### 【0172】

(6) 第1の目標仮想反発力を横変位速度によって補正する。すなわち、走行車線端部制御による第1の目標仮想反発力 $F_{L\_Rt}$ 、 $F_{L\_Lt}$ を算出する第2項として横変位速度の仮想反発力を付加している。

この結果、横変位基準位置に対する横変位Xに対する収束性が良くなる。これによって、走行車線端部L e からはじき返され感をさらに低減することが出来る。

また、逸脱側から逸脱回避方向への方向転回の際の車両の転舵半径を大きくする効果もある。

#### 【0173】

(7) 自車両の進行方向側に位置する走行車線端部に対する自車両の距離によって上記第2の目標仮想反発力の制御ゲインを補正し、上記走行車線端部に対する自車両の距離が短いほど上記制御ゲインが大きくなるように補正する。

10

20

30

40

50

例えば、右側へヨー角  $\gamma$  がついている場合には、左側の走行車線端部  $L_e$  から右側の走行車線端部  $L_e$  に近づくにつれて大きくする。また、左側へヨー角  $\gamma$  がついている場合には、右側の走行車線端部  $L_e$  から左側の走行車線端部  $L_e$  に近づくにつれて大きく設定する。

その結果、仮に横変位  $X$  によるフィードバック制御を行わなくても、車両の進行方向（ヨー角  $\gamma$ ）を制御することにより、運転者の意図する走行ラインとのずれからくる違和感（拘束感）のない車線維持支援を行うことができる。

【0174】

また、逸脱側へヨー角  $\gamma$  がついている場合には制御ゲイン（制御量）を大きくし、逸脱防止効果を確保する。一方、逸脱回避側へヨー角  $\gamma$  がついている場合には制御ゲイン（制御量）を小さくし、制御過多という違和感も低減することができる。

10

このとき、逸脱回避側へヨー角  $\gamma$  がついている場合の制御ゲイン（制御量）を小さくすることにより、逸脱側へヨー角  $\gamma$  がついている場合の制御ゲイン（制御量）を大きく設定しても振動（ハンチング）が起こりにくく、より逸脱防止効果の大きいものとして行うことができる。

【0175】

(8) 第1の目標仮想反発力  $F_{L\_Rt}$ 、 $F_{L\_Lt}$  を求める際の第3項として走行車線  $L$  の曲率に応じた制御量を付加している。

この結果、走行車線  $L$  がカーブ路であっても、横変位基準位置に対する横変位  $X$  に対する収束性が良くなる。

20

【0176】

(9) カーブ路補正手段を備える。

走行車線  $L$  の曲率  $\kappa$  が所定以上、つまりカーブ路である場合には、走行車線  $L$  の幅方向中央に対してカーブ内側とカーブ外側とで異なる制御ゲインで補正している。すなわち、走行車線  $L$  の幅方向中央に対し走行車線  $L$  のカーブ内側に自車両  $C$  が位置する場合には、上記曲率が小さい場合よりも曲率が大きい場合に制御ゲインを小さく補正する。一方、走行車線  $L$  の幅方向中央に対し走行車線  $L$  のカーブ外側に自車両  $C$  が位置する場合には、上記曲率が小さい場合よりも曲率が大きい場合に制御ゲインを大きく補正する。

この結果、カーブ内側での制御過多を防止出来る。すなわち、制御量が大きい場合に発生する、カーブ外側へはじき返すかのような違和感を低減出来る。

30

また、カーブ外側での制御不足を防止することが出来る。すなわち、カーブ外側へのヨー角  $\gamma$  発生時の制御介入が強くなり、逸脱防止効果が大きくなる。

【0177】

(10) 一度、最終目標仮想反発力  $F_t$  を算出することにより、制御量を運転者の視覚や聴覚や触覚等に刺激を与えて報知する場合に、刺激の量や傾向を決める基準として、最終目標仮想反発力を利用することができる。したがって、回避操作性能で決まる最終目標舵角に基づいて報知のための刺激の量や傾向を決めた場合よりも、より運転者の感覚にあわせた刺激に調節しやすくなる。この結果、運転者の違和感を低減することができる。

(11) 車両前部及び車両後部の車輪の少なくとも一方の車輪の舵角を補正することによって、自車両の進行方向を補正制御する。

40

これによって、目的の挙動を自車両に発生することが可能となる。

(12) その他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

【0178】

(変形例)

(1) 左右別々に、第1の目標仮想反発力と第2の目標仮想反発力とのセレクトハイを行った後に、左右の目標仮想反発力を加算して、最終的な目標仮想反発力を算出しても良い。

最終の目標仮想反発力を算出する際に、単純に第1の目標仮想反発力と第2の目標仮想反発力とを加算すると、大きくヨー角  $\gamma$  がついている場合などにおいて、走行車線  $L$  の端部側で制御量が過大となる可能性がある。この問題を解決するためには制御ゲインを一律

50

的に落とすという手法も考えることができる。しかしこの場合には、制御性能が低くなってしまう。

これに対し、セレクトハイを行うことで、最終の目標仮想反発力に基づく制御量を大きくしすぎることなく、走行車線中央 L s 側での制御性能を確保しつつ、走行車線端部 L e 側での制御性能を確保できる。

【 0 1 7 9 】

( 2 ) 上記実施形態では、ステップ S 1 2 0 1 において、最終目標仮想反発力  $F_t$  に基づいて、自車両の最終目標転舵角  $f_t$  若しくは最終目標転舵トルクを制御量として算出する。これに代えて、最終目標仮想反発力  $F_t$  に基づき、制御量として制駆動量若しくは制駆動力を算出しても良い。

10

これによっても、これによって、目的の挙動を自車両に発生することが可能となる。その一例を示す。

上述のように、( 1 1 1 ) 式の最終目標仮想反発力  $F_t$  が自車両に加わった場合の自車両のヨー方向の変位を実現するために必要な制動力を、最終目標制動力として算出する。まず、最終目標仮想反発力  $F_t$  が自車両に加わった場合に、自車両に発生するヨー方向のモーメントを ( 1 1 2 ) 式により算出する。

$$M = F \times (HB / 2) \quad \dots (112) \text{式}$$

ここで、HB は、車両の前輪と後輪との距離を表すホイールベースを表す。

【 0 1 8 0 】

次に、ヨー方向のモーメントを発生させるために、目標ヨーモーメント  $M$  に応じて各輪の目標制動液圧  $P_s$  を算出する。目標ヨーモーメントが設定値  $M_{s0}$  より小さい場合は後輪左右輪の制動力に差を発生させ、設定値より大きい場合は前後左右輪で制動力差を発生させる。

20

まず、目標制動液圧差  $P_{s\_f}$ 、 $P_{s\_r}$  を目標ヨーモーメント  $M_s$  から次式で算出する。

|  $M_s$  | <  $M_{s0}$  の場合

$$P_{s\_f} = 0$$

$$P_{s\_r} = 2 \times K_{b\_r} \times |M_s| / T$$

|  $M_s$  |  $\geq$   $M_{s0}$  の場合

$$P_{s\_f} = 2 \times K_{b\_f} \times (|M_s| - M_{s0}) / T$$

$$P_{s\_r} = 2 \times K_{b\_r} \times M_{s0} / T$$

30

ここで、T はトレッドを示す。また、 $K_{b\_f}$ 、 $K_{b\_r}$  は制動力を制動液圧に換算する場合の換算係数であり、ブレーキ諸元により定まる。

【 0 1 8 1 】

次に、ヨーモーメントの発生方向から、運転者による制動操作であるマスターシリンダ液圧  $P_m$  も考慮して、各輪の目標制動液圧  $P_s$  を算出する。

右方向へのヨーモーメント発生時

$$P_{s\_fl} = P_m$$

$$P_{s\_fr} = P_m + P_{s\_f}$$

$$P_{s\_rl} = P_{m\_r}$$

$$P_{s\_rr} = P_{m\_r} + P_{s\_r}$$

40

左方向へのヨーモーメント発生時

$$P_{s\_fl} = P_m + P_{s\_f}$$

$$P_{s\_fr} = P_m$$

$$P_{s\_rl} = P_{m\_r} + P_{s\_r}$$

$$P_{s\_rr} = P_{m\_r}$$

ここで、 $P_{m\_r}$  は  $P_m$  から算出される前後配分を考慮した後輪用マスターシリンダ液圧である。

次に、上記算出された目標制動液圧  $P_s$  に応じて圧力制御ユニットにて制動液圧を発生させる。

50

これによって、目的の車両挙動を発生するためのヨーモーメントが発生する。

【0182】

(3) 上記説明では、最終目標仮想反発力  $F_t$  が自車両に加わった場合の自車両のヨーモーメントの発生を実現するために必要な、最終目標転舵角や最終目標制動力を算出している。それに代えて、若しくは併用して、上記ヨーモーメントを駆動力の変動によって実現しても良い。

また、駆動力の変動と、制動力、転舵を組み合わせることで上記ヨーモーメントを発生するように制御しても良い。

この場合でも、目的の挙動を自車両に発生することが可能となる。

【0183】

(4) 上記ヨーモーメントを発生する際に、前輪が接地面に対して発生するヨー方向の力の向きと、後輪が接地面に対して発生するヨー方向の力の向きとを、同じ向きとなるようにして、上記ヨーモーメントを発生させても良い。

この場合には、自車両を、ヨー角方向の変動を抑えつつ横方向に変位させることが可能となる。

【0184】

(5) また、前輪が接地面に対して発生するヨー方向の力と、後輪が接地面に対して発生するヨー方向の力とを、反対の向きとなるようにして、上記ヨーモーメントを発生させても良い。

この場合には、自車両を、積極的にヨー角方向の変化を発生しつつ横方向に変位させることが可能となる。

(6) 更に、前輪が接地面に対して発生するヨー方向の力の大きさと、後輪が接地面に対して発生するヨー方向の力の大きさとを、異なる大きさとして、上記ヨーモーメントを発生させても良い。

これによって、発生するヨーモーメントを調整可能となる。

【0185】

(第4実施形態)

次に、第4実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、上記第1実施形態と同様な装置などについては同一の符号を付して説明する。

上記第1～第3実施形態にける制御では、運転者の運転支援として、車両の挙動制御を実施する場合を例示している。

ここで、実際に、車両挙動制御した場合に、運転者が認知できる注意喚起がないまま、車両挙動制御のみを実施した場合に、運転者に違和感を与えるおそれがある。本実施形態は、そのことに対応する例を示す。

【0186】

本実施形態の車線維持支援コントローラの処理を、図17を参照して説明する。

ステップS100～ステップS200までの処理は、上記第1実施形態における車線維持支援コントローラの処理と同じである。

本実施形態の車線維持支援コントローラでは、ステップS200の処理が終了するとステップS201に移行する。

ステップS201では、運転者に報知するために、ステアリングの操舵反力の変動を、ステアリングトルクとして算出する。

【0187】

ステアリングトルクは、(200)式～(204)式に基づいて算出する。すなわち、右方向の横位置制御分のステアリングトルク  $L\_R$ 、左方向の横位置制御分のステアリングトルク  $L\_L$ 、右方向のヨー角制御分のステアリングトルク  $c\_R$ 、及び左方向のヨー角制御分のステアリングトルク  $c\_L$  をそれぞれ算出する。その後、それらを加算して最終的なステアリングトルクを求める。

$$L\_R = (Kc\_L1 \times Kv\_L1 \times XR) + (Kc\_L2 \times Kv\_L2 \times )$$

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned}
& + (Kc\_L3 \times Kv\_L3 \times \dots) \cdot \cdot \cdot (200) \\
L\_L &= (Kc\_L1 \times Kv\_L1 \times XL) \\
& + (Kc\_L2 \times Kv\_L2 \times \dots) \\
& + (Kc\_L3 \times Kv\_L3 \times \dots) \cdot \cdot \cdot (201) \\
Y\_R &= Kc\_Y \times Kv\_Y \times KY\_R \times R \cdot \cdot \cdot (202) \\
Y\_L &= Kc\_Y \times Kv\_Y \times KY\_L \times L \cdot \cdot \cdot (203) \\
&= L\_R + L\_L + Y\_R + Y\_L \cdot \cdot \cdot (204)
\end{aligned}$$

ここで、Kc\_L1、Kc\_L2、Kc\_L3は、車両諸元により定まるフィードバックゲインである。

【0188】

Kv\_L1、Kv\_L2、Kv\_L3は、車速に応じた補正ゲインである。例えば、Kv\_L1、Kv\_L2、Kv\_L3は、車速に応じて大きくなる。

ここで、上記(200)式及び(201)式の2項目及び3項目は、横変位偏差に対する補正項(収束項)である。このため、補正ゲインKc\_L1よりも補正ゲインKc\_L2、Kc\_L3を小さく設定してある。同様に、補正ゲインKv\_L1よりも補正ゲインKc\_L2、Kc\_L3を小さく設定してある。

【0189】

また、Kc\_Yは車両諸元により定まるフィードバックゲインである。また、Kv\_Yは車速に応じた補正ゲインである。例えば、Kv\_Yは車速が高いほど大きな値とする。

また、Ky\_R、Ky\_Lは、図9に示すような、走行車線Lに対する横変位Xに応じてそれぞれ個別に設定するフィードバックゲインである。

すなわち、右逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角 Y\_R t 目標ステアリングトルク Y\_R は、自車両Cの進行方向が、右側を向いている場合である。このため、右逸脱に対するフィードバックゲインKy\_Rは、左側の走行車線端部Le側を基準として右側の走行車線端部Leに近づくにつれて大きくなるように設定してある。

【0190】

また、左逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角 Y\_L t に対応する目標ステアリングトルク Y\_L は、自車両Cの進行方向が、左側を向いている場合である。このため、左逸脱に対するフィードバックゲインKy\_Lは、右側の走行車線端部Le側を基準として左側走行車線端部Leに近づくにつれて大きくなるように設定してある。なお、目標転舵角 Y\_R t、及び Y\_L tは、右方向への転舵を正とし、左方向への転舵を負とする。目標ステアリングトルク Y\_R、及び Y\_Lは、左方向へのトルクを正とし、右方向へのトルクを負とする。

【0191】

続いて、ステップS210に移行して、第1実施形態と同様に、運転者の走行車線変更の意思を判定する。具体的には、上記ステップS100で得た方向スイッチ信号及び自車両Cの進行方向に基づき、運転者の走行車線Lを変更するか否かの意思を判定する。

すなわち、方向スイッチ信号が示す方向(ウインカ点灯側)と自車両Cの進行方向と同方向の場合には、運転者が意識的に走行車線Lを変更しようとしていると判定する。この場合には、ステップS220における転舵角の補正、及び報知処理を行うこと無く、復帰する。なお、ステアリングホイール12の操舵が、方向スイッチ信号が示す方向(ウインカ点灯側)と同方向の場合に運転者が意識的に走行車線変更をしようとしていると判定しても良い。

【0192】

続いてステップS220にて、ステップS200において算出した最終目標転舵角 t の補正転舵角指令値を操舵用コントローラ11に出力する。

また本実施形態では、ステップS201で算出したステアリングトルク を操舵反力アクチュエータ3に出力する。

その他の構成は、上記第1または第2実施形態と同様である。

【0193】

10

20

30

40

50

(動作)

上記車線維持支援の制御と同期をとって、車線維持支援の制御量に応じたステアリングの操舵反力の変動をステアリングトルクとして入力する。これによって、車線維持支援の制御を行ったことを運転者に報知する。

(本実施形態の効果)

(1) 基本的な効果は、上記各実施形態と同様である。

(2) 車両挙動制御した場合に、運転者が認知できる注意喚起を行うことが出来る。これによって、車両挙動制御を実施した事に対する、運転者に違和感を低減する。

【0194】

(変形例)

(1) 上記ステップS201で算出する、報知手段としてのステアリングトルクの別の算出方法について説明する。

すなわち、ステアリングトルクを、上述の(200)式~(204)式の代わりに、(205)式~(209)式に基づいて算出してもよい。

$$L\_R = f L\_R t \times K L \dots (205)$$

$$L\_L = f L\_L t \times K L \dots (206)$$

$$Y\_R = f Y\_R t \times K Y \dots (207)$$

$$Y\_L = f Y\_L t \times K Y \dots (208)$$

$$= L\_R + L\_L + Y\_R + Y\_L \dots (209)$$

【0195】

ここで、 $f L\_R t$ 、 $f L\_L t$ は、前述の(7)式、(8)式の目標転舵角  $L\_R t$ 、 $L\_L t$ であり、 $f Y\_R t$ 、 $f Y\_L t$ は、前述の(9)式、(10)式の目標転舵角  $Y\_R t$ 、 $Y\_L t$ である。

また、 $K L$ 、 $K Y$ は、ステアリングトルクの大きさを決める重み係数であって、大きい値にすればステアリングトルクが大きくなる。したがって、運転者が違和感を感じない範囲で、ステアリングトルクを大きくするように、 $K L$ 、 $K Y$ を決める。

(2) また、上記実施例においては、報知手段として、ステアリングトルクを利用したが、ステアリングトルクの替わりに、視覚を刺激する手段、例えば、メータクラスター内のランプ44の点滅信号や、聴覚を刺激する警報音を警報装置45で発してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0196】

【図1】本発明に基づく第1実施形態に係る車両のシステム構成を説明する図である。

【図2】本発明に基づく第1実施形態に係る車線維持支援コントローラの処理を説明する図である。

【図3】本発明に基づく第1実施形態に係る各値の関係を説明する平面図である。

【図4】本発明に基づく第1実施形態に係る各値の関係を説明する平面図である。

【図5】横変位Xと横変位偏差との関係を示す図である。

【図6】ヨー角とヨー角偏差との関係を示す図である。

【図7】カーブIN側ゲインマップを示す概念図である。

【図8】カーブOUT側ゲインマップを示す概念図である。

【図9】フィードバックゲイン $K y\_R$ 、 $K y\_L$ の状態を示す概念図である。

【図10】横位置と重み付け係数の値を示す図である。

【図11】本発明に基づく第1実施形態に係る動作を説明する図である。

【図12】本発明に基づく第1実施形態に係るカーブ路における動作を説明する図である。

【図13】本発明に基づく第1実施形態に係る逸脱時の走行軌跡を示す概念図である。

【図14】本発明に基づく第1実施形態の変形例に係る各値の関係を説明する平面図である。

【図15】本発明に基づく第1実施形態に係る逸脱側遷移領域の重み付けを示す図である。

10

20

30

40

50

【図16】本発明に基づく第3実施形態に係る車線維持支援コントローラの処理を説明する図である。

【図17】本発明に基づく第4実施形態に係る車線維持支援コントローラの処理を説明する図である。

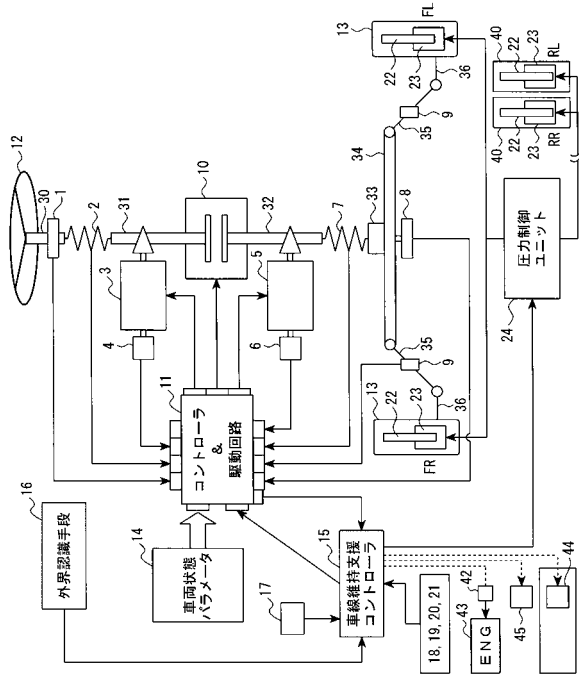
【符号の説明】

【0197】

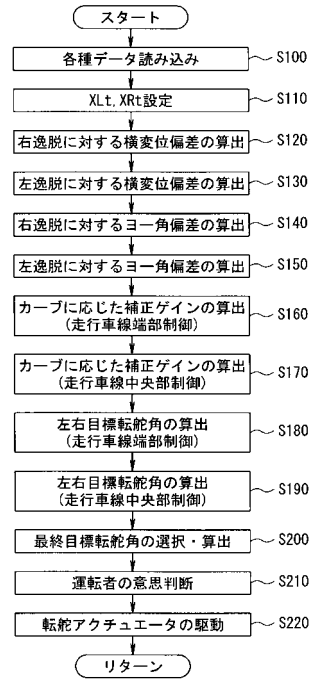
5	転舵アクチュエータ	
11	操舵用コントローラ	
15	車線維持支援コントローラ	
L	走行車線	10
Le	走行車線端部	
Ls	走行車線中央	
Wlane	走行車線幅	
	ヨー角	
	道路曲率	
X	横変位	
LXL	左の横変位基準位置	
LXR	右の横変位基準位置	
XL	左逸脱に対する横変位偏差	
XR	右逸脱に対する横変位偏差	20
L	ヨー角偏差	
R	ヨー角偏差	
Ky <sub>L</sub>	フィードバックゲイン(カーブ路補正手段)	
Ky <sub>R</sub>	フィードバックゲイン(カーブ路補正手段)	
K <sub>L<sub>L</sub></sub>	走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン	
K <sub>L<sub>R</sub></sub>	走行車線端部制御フィードバック補正ゲイン	
K <sub>Y<sub>L</sub></sub>	走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン	
K <sub>Y<sub>R</sub></sub>	走行車線中央部制御フィードバック補正ゲイン	
L <sub>L</sub> t	左逸脱に対する走行車線端部制御による目標転舵角(制御量)	
L <sub>R</sub> t	右逸脱に対する走行車線端部制御による目標転舵角(制御量)	30
Y <sub>L</sub> t	左逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角(制御量)	
Y <sub>R</sub> t	右逸脱に対する走行車線中央部制御による目標転舵角(制御量)	
t	最終目標転舵角(制御量)	
FL <sub>L</sub> t、FL <sub>R</sub> t	第1の目標仮想反発力	
FY <sub>L</sub> t、FY <sub>R</sub> t	第2の目標仮想反発力	
Ft	最終目標仮想反発力	
<sub>R</sub>	重み付け係数	
<sub>R</sub>	重み付け係数	



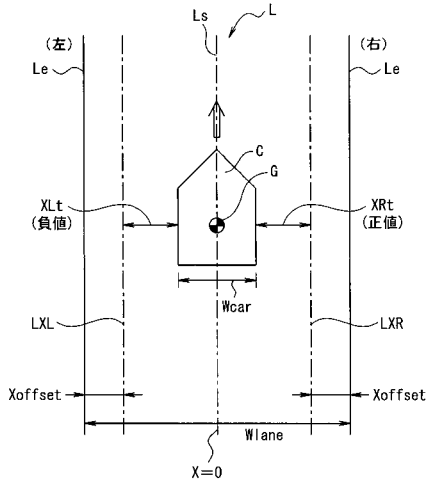
【図1】



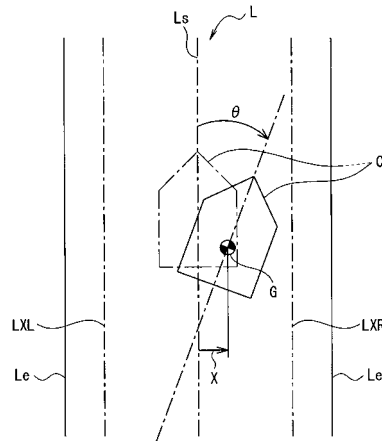
【図2】



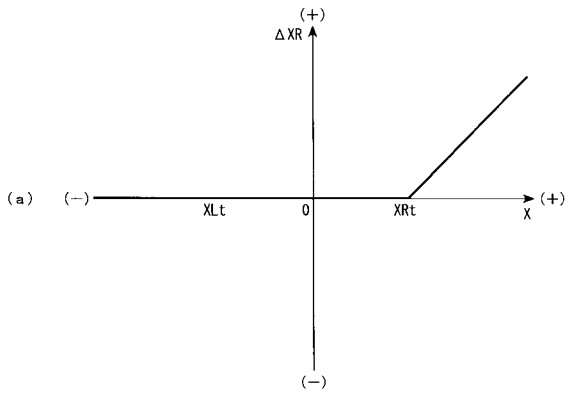
【図3】



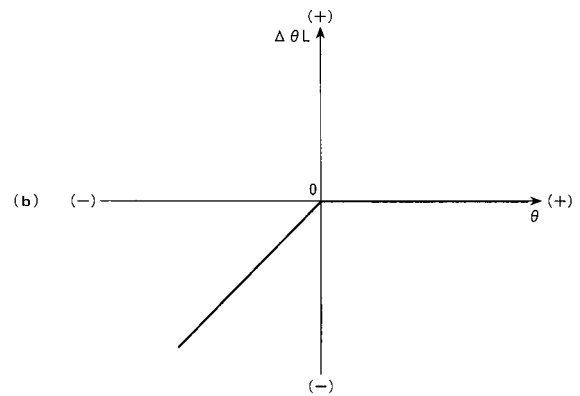
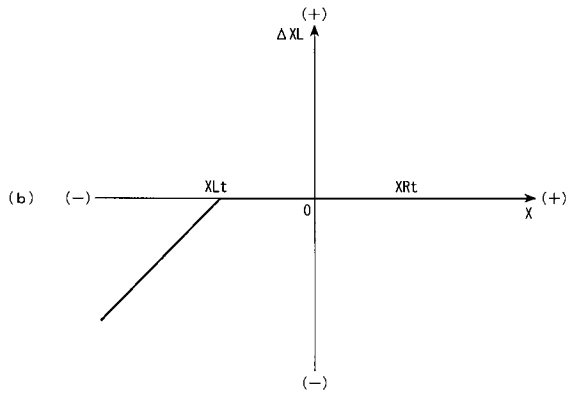
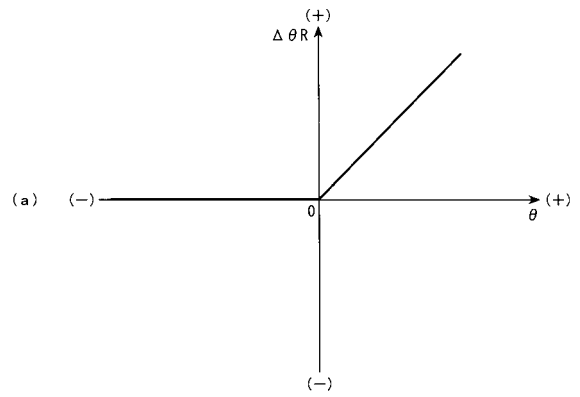
【図4】



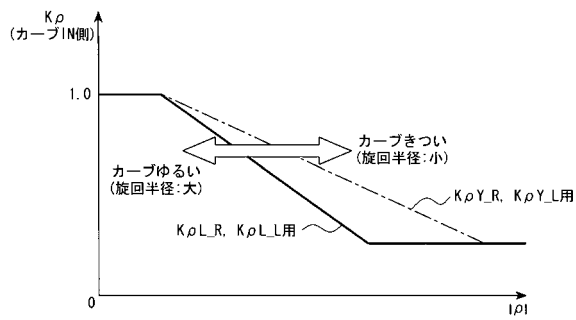
【 図 5 】



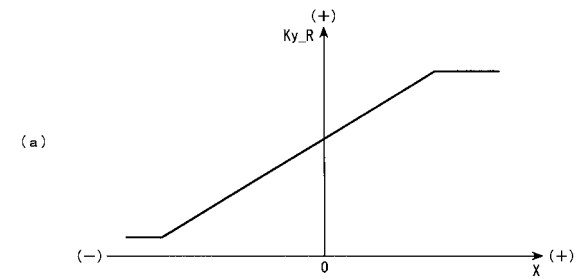
【 図 6 】



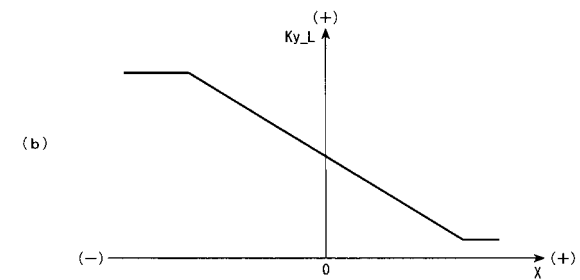
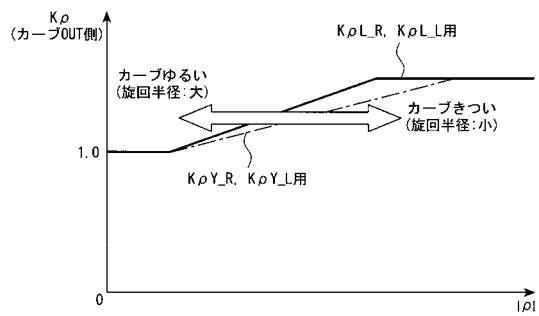
【 図 7 】



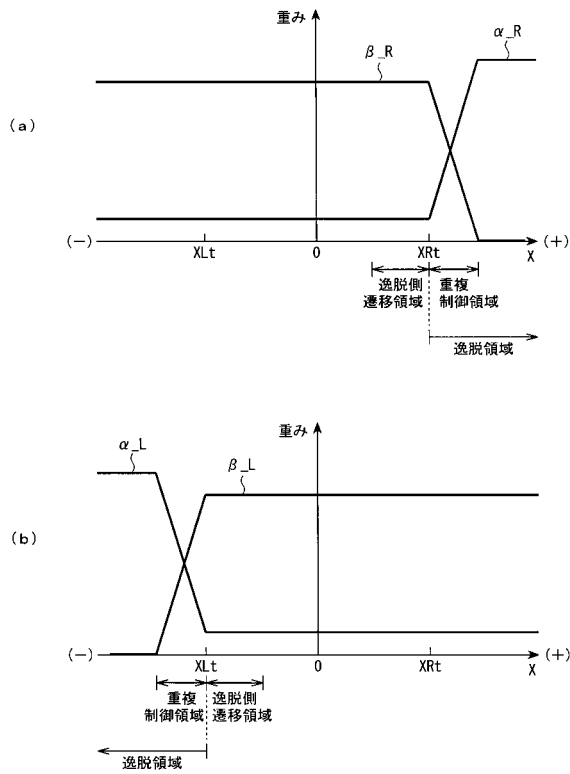
【 図 9 】



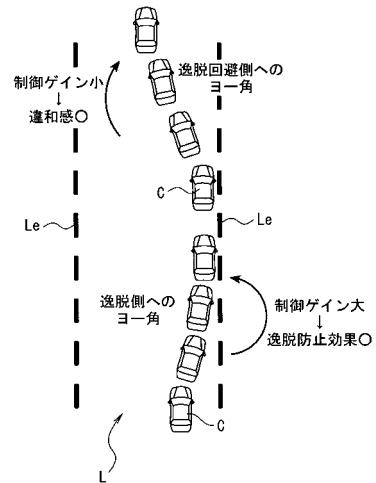
【 図 8 】



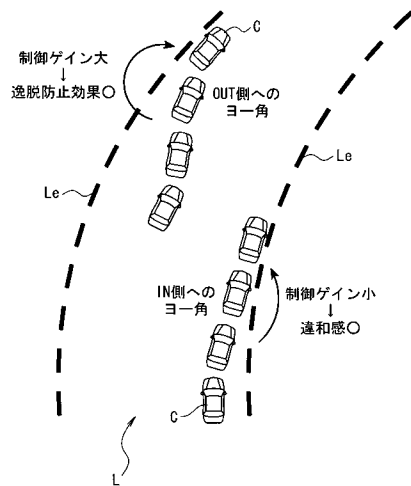
【図10】



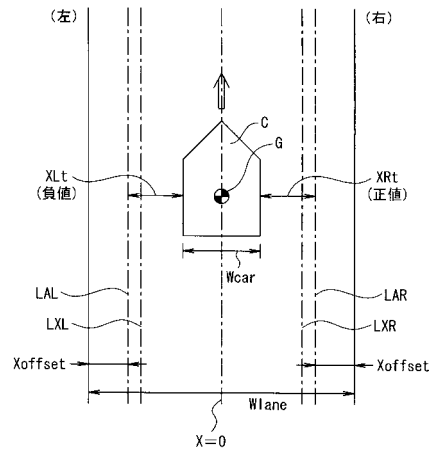
【図11】



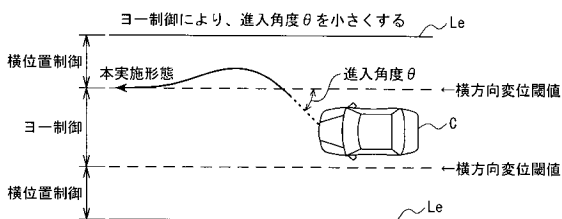
【図12】



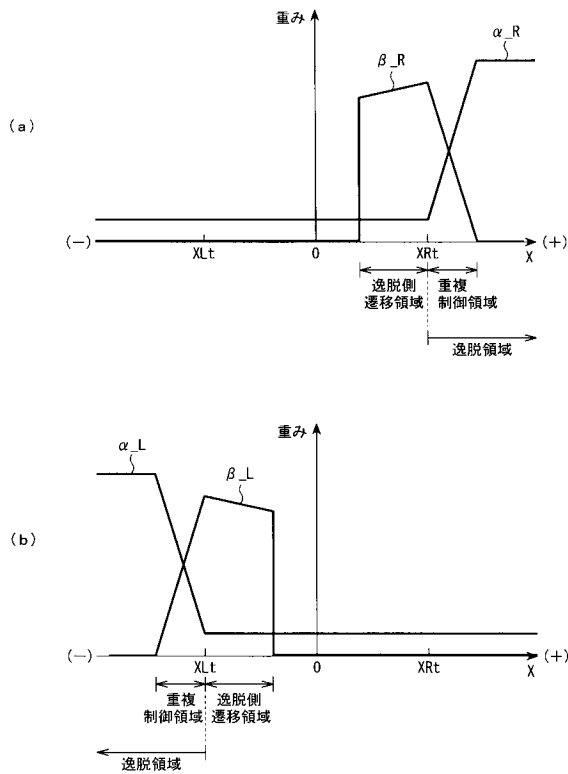
【図14】



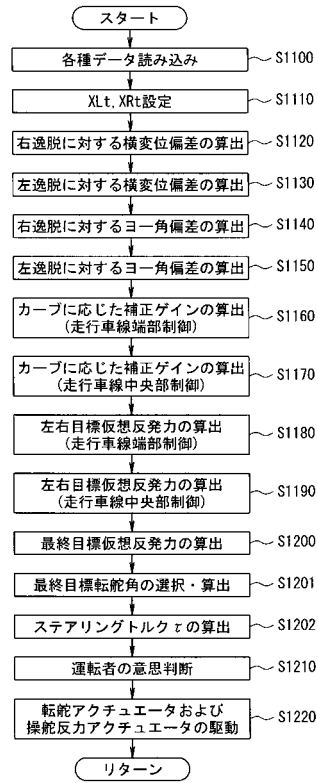
【図13】



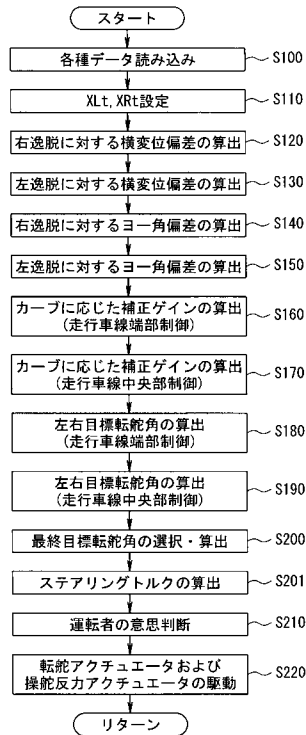
【図15】



【図16】



【図17】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
<b>B 6 0 W</b>	<b>10/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 0 W	10/04
<b>B 6 0 W</b>	<b>10/18</b>	<b>(2012.01)</b>	B 6 0 W	10/18
<b>B 6 0 W</b>	<b>10/20</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 0 W	10/20
B 6 2 D	5/30	(2006.01)	B 6 2 D	5/30
B 6 2 D	101/00	(2006.01)	B 6 2 D	101:00
B 6 2 D	113/00	(2006.01)	B 6 2 D	113:00
B 6 2 D	117/00	(2006.01)	B 6 2 D	117:00
B 6 2 D	119/00	(2006.01)	B 6 2 D	119:00

- (72)発明者 武田 裕也  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 西田 雪徳  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 星名 真幸

- (56)参考文献 特開2006-143096(JP,A)  
特開2006-206032(JP,A)  
特開平11-189166(JP,A)  
特開2006-175958(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 5 0 / 1 6  
B 6 2 D 6 / 0 0 - 6 / 0 6  
B 6 0 R 2 1 / 0 0  
B 6 0 T 8 / 1 7