

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4055792号
(P4055792)

(45) 発行日 平成20年3月5日(2008.3.5)

(24) 登録日 平成19年12月21日(2007.12.21)

(51) Int. Cl.	F 1
B60K 26/04 (2006.01)	B60K 26/04
B60W 30/08 (2006.01)	B60K 41/00 362
B60R 21/00 (2006.01)	B60R 21/00 626Z
G08G 1/16 (2006.01)	B60R 21/00 624D
B60K 31/00 (2006.01)	G08G 1/16 C
請求項の数 19 (全 32 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2005-190950 (P2005-190950)	(73) 特許権者	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成17年6月30日(2005.6.30)	(74) 代理人	100084412 弁理士 永井 冬紀
(65) 公開番号	特開2007-8300 (P2007-8300A)	(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
(43) 公開日	平成19年1月18日(2007.1.18)	(72) 発明者	小林 洋介 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
審査請求日	平成18年3月30日(2006.3.30)	(72) 発明者	内藤 原平 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】 車両用運転操作補助装置および車両用運転操作補助装置を備えた車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも、自車速および自車両と自車両前方の障害物との車間距離を検出する走行状態検出手段と、

前記走行状態検出手段による検出結果に基づいて、前記障害物に対する自車両の接近度合を表すリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、

前記リスクポテンシャル算出手段によって算出される前記リスクポテンシャルに基づいて、運転者が前記自車両を運転操作するための運転操作装置に発生する操作反力、および前記自車両に発生する制駆動力の少なくともいずれかを制御する制御手段と、

前記障害物の左右方向の幅を検出する幅検出手段と、

前記自車両が前記障害物を追い越そうとする追越意図を検出する追越意図検出手段と、

前記幅検出手段による検出結果に基づいて、前記制御手段によって制御する力の制御量を補正するとともに、前記追越意図検出手段によって前記追越意図ありと検出されると、前記障害物の前記幅に基づく前記制御量の補正量を調整する補正手段とを備え、

前記制御手段は、前記リスクポテンシャルが大きくなるほど前記力の制御量を大きくし

、
前記補正手段は、前記障害物の左右方向の幅が小さいほど前記力の制御量が小さくなるように補正するとともに、前記追越意図ありと検出された場合は、追越意図なしの場合に比べて前記力の制御量が小さくなるように補正することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、
アクセルペダルの操作状態を検出するアクセルペダル操作検出手段をさらに備え、
前記追越意図検出手段は、前記アクセルペダル操作検出手段で検出される前記アクセルペダルの操作状態に基づいて前記追越意図があるかを判断することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記追越意図検出手段は、前記アクセルペダルの操作状態に基づいて前記追越意図があるかを判断するための閾値を、前記自車速に応じて設定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

10

【請求項 4】

請求項 2 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記追越意図検出手段は、前記アクセルペダルの操作状態に基づいて前記追越意図があるかを判断するための閾値を、前記自車両と前記障害物との相対速度に応じて設定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記追越意図検出手段は、前記アクセルペダルの操作状態に基づいて前記追越意図があるかを判断するための閾値を、前記車間距離に応じて設定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

20

【請求項 6】

請求項 2 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記追越意図検出手段は、前記アクセルペダルの操作状態に基づいて前記追越意図があるかを判断するための閾値を、前記アクセルペダルを操作するときが発生する操作反力に応じて設定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 7】

請求項 2 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記自車両の車線内横位置を検出する車線内横位置検出手段をさらに備え、
前記追越意図検出手段は、前記アクセルペダルの操作状態に基づいて前記追越意図があるかを判断するための閾値を、前記車線内横位置検出手段で検出される前記車線内横位置に応じて設定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、
ステアリング操舵状態を検出する操舵操作検出手段をさらに備え、
前記追越意図検出手段は、前記操舵操作検出手段で検出される前記ステアリング操舵状態に基づいて前記追越意図があるかを判断することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記自車両のウィンカ操作状態を検出するウィンカ操作検出手段をさらに備え、
前記追越意図検出手段は、前記ウィンカ操作検出手段で検出される前記ウィンカ操作状態に基づいて前記追越意図があるかを判断することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

40

【請求項 10】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記自車両の車線内横位置を検出する車線内横位置検出手段をさらに備え、
前記追越意図検出手段は、前記車線内横位置検出手段で検出される前記車線内横位置に基づいて前記追越意図があるかを判断することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 11】

50

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の車両用運転操作補助装置において、前記補正手段は、前記追越意図ありと検出されると、前記補正量を前記自車速に応じて調整することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の車両用運転操作補助装置において、前記補正手段は、前記追越意図ありと検出されると、前記補正量を前記自車両と前記障害物との相対速度に応じて調整することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 13】

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の車両用運転操作補助装置において、前記補正手段は、前記追越意図ありと検出されると、前記補正量を前記車間距離に応じて調整することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

10

【請求項 14】

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の車両用運転操作補助装置において、前記補正手段は、前記追越意図ありと検出されると、前記補正量をアクセルペダルを操作するときに発生する操作反力に応じて調整することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 15】

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の車両用運転操作補助装置において、アクセルペダルが踏み込まれたときのアクセルペダル操作量を検出するアクセルペダル操作量検出手段をさらに備え、

20

前記補正手段は、前記追越意図ありと検出されると、前記補正量を前記アクセルペダル操作量に応じて調整することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 16】

請求項 1 から請求項 6、請求項 8 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記自車両の車線内横位置を検出する車線内横位置検出手段をさらに備え、

前記補正手段は、前記追越意図ありと検出されると、前記補正量を前記車線内横位置検出手段で検出される前記車線内横位置に応じて設定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 17】

30

請求項 7 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記補正手段は、前記追越意図ありと検出されると、前記補正量を前記車線内横位置検出手段で検出される前記車線内横位置に応じて調整することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 18】

少なくとも、自車速および自車両と自車両前方の障害物との車間距離に基づいて、前記障害物に対する自車両の接近度合を表すリスクポテンシャルを算出し、

算出される前記リスクポテンシャルに基づいて、運転者が前記自車両を運転操作するための運転操作装置に発生する操作反力、および前記自車両に発生する制駆動力の少なくとも

40

もいずれかを制御し、

前記障害物の左右方向の幅を検出し、

前記自車両が前記障害物を追い越そうとする追越意図を検出し、

前記障害物の左右方向の幅に基づいて、前記リスクポテンシャルに基づいて制御する力の制御量を補正するとともに、前記追越意図ありと検出されると、前記障害物の前記幅に基づく前記制御量の補正量を調整し、

前記リスクポテンシャルが大きくなるほど前記力の制御量を大きくし、

前記障害物の左右方向の幅が小さいほど前記力の制御量が小さくなるように補正するとともに、前記追越意図ありと検出された場合は、追越意図なしの場合に比べて前記力の制御量が小さくなるように補正することを特徴とする車両用運転操作補助方法。

【請求項 19】

50

少なくとも、自車速および自車両と自車両前方の障害物との車間距離を検出する走行状態検出手段と、

前記走行状態検出手段による検出結果に基づいて、前記障害物に対する自車両の接近度合を表すリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、

前記リスクポテンシャル算出手段によって算出される前記リスクポテンシャルに基づいて、運転者が前記自車両を運転操作するための運転操作装置に発生する操作反力、および前記自車両に発生する制駆動力の少なくともいずれかを制御する制御手段と、

前記障害物の左右方向の幅を検出する幅検出手段と、

前記自車両が前記障害物を追い越そうとする追越意図を検出する追越意図検出手段と、

前記幅検出手段による検出結果に基づいて、前記制御手段によって制御する力の制御量を補正するとともに、前記追越意図検出手段によって前記追越意図ありと検出されると、前記障害物の前記幅に基づく前記制御量の補正量を調整する補正手段とを有し、

前記制御手段は、前記リスクポテンシャルが大きくなるほど前記力の制御量を大きくし、

前記補正手段は、前記障害物の左右方向の幅が小さいほど前記力の制御量が小さくなるように補正するとともに、前記追越意図ありと検出された場合は、追越意図なしの場合に比べて前記力の制御量が小さくなるように補正する車両用運転操作補助装置を備えることを特徴とする車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、運転者の操作を補助する車両用運転操作補助装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の車両用運転操作補助装置としては、自車両と前方物体との相対距離および自車速に基づいて自車両と前方物体との接触可能性を演算し、演算した接触可能性と、前方物体と自車両の前方走行軌跡との重なり度合とに基づいて、前方物体との接触を回避するための接触回避制動トルクを発生させるものが知られている（例えば特許文献1参照）。この装置は、重なり度合が小さくなるに応じて接触回避制動トルクを減少させる。また、自車両のリスク度に応じてアクセルペダル反力を制御する装置において、車線変更意図が検出された場合にアクセルペダル反力が小さくなるように調整するものが知られている（例えば特許文献2参照）。

【0003】

本願発明に関連する先行技術文献としては次のものがある。

【特許文献1】特開2005-001500号公報

【特許文献2】特開2004-017930号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

自車両に発生する駆動力や制駆動力、あるいは運転操作機器に発生する操作反力を用いて、自車両と前方物体との接近のリスクを運転者に伝達するような装置においては、自車両と前方物体との重なり度合および車線変更意図だけでなく、前方物体の幅および前方物体に対する接近度合等の種々の情報に基づいて制御量をきめ細かく調整し、運転者に違和感を与えないような制御を行うことが望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による車両用運転操作補助装置は、少なくとも、自車速および自車両と自車両前方の障害物との車間距離を検出する走行状態検出手段と、走行状態検出手段による検出結果に基づいて、障害物に対する自車両の接近度合を表すリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、リスクポテンシャル算出手段によって算出されるリスクポ

10

20

30

40

50

テンシャルに基づいて、運転者が自車両を運転操作するための運転操作装置に発生する操作反力、および自車両に発生する制駆動力の少なくともいずれかを制御する制御手段と、障害物の左右方向の幅を検出する幅検出手段と、自車両が障害物を追い越そうとする追越意図を検出する追越意図検出手段と、幅検出手段による検出結果に基づいて、制御手段によって制御する力の制御量を補正するとともに、追越意図検出手段によって追越意図ありと検出されると、障害物の幅に基づく制御量の補正量を調整する補正手段とを備え、制御手段は、リスクポテンシャルが大きくなるほど力の制御量を大きくし、補正手段は、障害物の左右方向の幅が小さいほど力の制御量が小さくなるように補正するとともに、追越意図ありと検出された場合は、追越意図なしの場合に比べて力の制御量が小さくなるように補正する。

10

本発明による車両用運転操作補助方法は、少なくとも、自車速および自車両と自車両前方の障害物との車間距離に基づいて、障害物に対する自車両の接近度合を表すリスクポテンシャルを算出し、算出されるリスクポテンシャルに基づいて、運転者が自車両を運転操作するための運転操作装置に発生する操作反力、および自車両に発生する制駆動力の少なくともいずれかを制御し、障害物の左右方向の幅を検出し、自車両が障害物を追い越そうとする追越意図を検出し、障害物の左右方向の幅に基づいて、リスクポテンシャルに基づいて制御する力の制御量を補正するとともに、追越意図ありと検出されると、障害物の幅に基づく制御量の補正量を調整し、リスクポテンシャルが大きくなるほど力の制御量を大きくし、障害物の左右方向の幅が小さいほど力の制御量が小さくなるように補正するとともに、追越意図ありと検出された場合は、追越意図なしの場合に比べて力の制御量が小さくなるように補正する。

20

本発明による車両は、少なくとも、自車速および自車両と自車両前方の障害物との車間距離を検出する走行状態検出手段と、走行状態検出手段による検出結果に基づいて、障害物に対する自車両の接近度合を表すリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、リスクポテンシャル算出手段によって算出されるリスクポテンシャルに基づいて、運転者が自車両を運転操作するための運転操作装置に発生する操作反力、および自車両に発生する制駆動力の少なくともいずれかを制御する制御手段と、障害物の左右方向の幅を検出する幅検出手段と、自車両が障害物を追い越そうとする追越意図を検出する追越意図検出手段と、幅検出手段による検出結果に基づいて、制御手段によって制御する力の制御量を補正するとともに、追越意図検出手段によって追越意図ありと検出されると、障害物の幅に基づく制御量の補正量を調整する補正手段とを有し、制御手段は、リスクポテンシャルが大きくなるほど力の制御量を大きくし、補正手段は、障害物の左右方向の幅が小さいほど力の制御量が小さくなるように補正するとともに、追越意図ありと検出された場合は、追越意図なしの場合に比べて力の制御量が小さくなるように補正する車両用運転操作補助装置を備える。

30

【発明の効果】

【0006】

自車両前方の障害物の左右方向の幅に基づいて制御量を補正するとともに、追越意図ありと検出されると、制御量の補正量を調整するので、障害物に対するリスクポテンシャルに応じた制御を行っているときに、自車両が前方障害物を追い越そうとしている場合は、障害物の幅が狭いか広いかに応じて運転者の感覚に合った違和感のない制御を実現することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

《第1の実施の形態》

本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、図面を用いて説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置1の構成を示すシステム図である。

【0008】

まず、車両用運転操作補助装置1の構成を説明する。車両用運転操作補助装置1は、レ

50

ーダ装置 10, 車速センサ 20, 舵角センサ 30, 障害物検知装置 40, コントローラ 50, 駆動力制御装置 60, アクセルペダル反力発生装置 70, ブレーキペダル反力発生装置 80, および制動力制御装置 90 等を備えている。

【0009】

レーダ装置 10 は、例えば車両の前方グリル部もしくはバンパ部等に取り付けられたレーザレーダであり、水平方向に赤外線レーザ光を照射して車両前方領域を走査し、自車両前方の障害物を検出する。図 2 に、レーダ装置 10 による障害物検出の原理を説明する図を示す。図 2 に示すように、レーダ装置 10 はレーザ光を出力する発光部 10a と、自車両の前方にある反射物（通常、前方車の後端）で反射された反射光を検出する受光部 10b とを備えている。発光部 10a はスキャニング機構が組み合わされており、図 2 に矢印で示すように左右方向に振れるように構成されている。発光部 10a は角度を変化させながら所定角度範囲内で順次発光する。レーダ装置 10 は、発光部 10a によるレーザ光の出射から受光部 10b における反射波の受光までの時間差に基づいて自車両から障害物までの距離を計測する。

10

【0010】

レーダ装置 10 は、スキャニング機構により自車両の前方領域をスキャニングしながら、各スキャニング位置またはスキャニング角度について反射光を受光した場合に障害物までの距離を算出する。さらに、レーダ装置 10 は、障害物を検出したときのスキャニング角とその障害物までの距離とに基づいて、自車両に対する障害物の左右方向の位置も算出する。すなわち、レーダ装置 10 は、障害物の有無とともに自車両に対する障害物の相対的な位置を検出する。

20

【0011】

図 3 に、レーダ装置 10 による障害物の検出結果の一例を示す。各スキャニング角で自車両に対して障害物の相対的な位置を特定することにより、図 3 に示すようにスキャニング範囲内で検出できる複数の物体についての平面的な存在状態図を得ることができる。車速センサ 20 は、車輪の回転数や変速機の出力側の回転数を計測することにより自車両の車速を検出する。

【0012】

障害物検知装置 40 は、レーダ装置 10 および車速センサ 20 の検出結果に基づいて前方障害物に関する情報を取得する。具体的には、障害物検知装置 40 は、レーダ装置 10 からスキャニング周期毎またはスキャニング角ごとに出力される検出結果に基づいて、検出した物体の動きを判別するとともに、物体間の近接状態や動きの類似性等に基づいて、検出した物体が同一物体であるか異なる物体であるかを判別する。

30

【0013】

そして、障害物検知装置 40 は、レーダ装置 10 と車速センサ 20 からの信号に基づいて、自車両周囲の障害物情報、すなわち自車両と前方障害物との車間距離と相対速度、自車両に対する前方障害物の左右方向距離、および前方障害物の幅を認識する。なお、障害物検知装置 40 は、複数の前方障害物を検知した場合は各障害物についての情報を取得する。障害物検知装置 40 は、取得した障害物情報をコントローラ 50 へ出力する。

【0014】

舵角センサ 30 は、ステアリングコラムもしくはステアリングホイール（不図示）付近に取り付けられた角度センサ等であり、ステアリングシャフトの回転を操舵角として検出し、コントローラ 50 へ出力する。

40

【0015】

アクセルペダル 61 には、アクセルペダル 61 の踏み込み量（操作量）を検出するアクセルペダルストロークセンサ 62 が設けられている。アクセルペダルストロークセンサ 62 によって検出されたアクセルペダル操作量はコントローラ 50 および駆動力制御装置 60 へ出力される。ブレーキペダル 91 には、その踏み込み量（操作量）を検出するブレーキペダルストロークセンサ 92 が設けられている。ブレーキペダルストロークセンサによって検出されたブレーキペダル操作量は、制動力制御装置 90 へ出力される。

50

【 0 0 1 6 】

コントローラ 5 0 は、CPU と、ROM および RAM 等の CPU 周辺部品とから構成され、車両用運転操作補助装置 1 全体の制御を行う。コントローラ 5 0 は、車速センサ 2 0 から入力される自車速、および障害物検知装置 4 0 から入力される障害物情報から、自車両の走行状況を認識する。コントローラ 5 0 は、走行状況に基づいて前方障害物に対する自車両の接近度合を表す物理量であるリスクポテンシャルを算出する。

【 0 0 1 7 】

さらに、コントローラ 5 0 は、障害物に対するリスクポテンシャルに基づいて、自車両に発生する制駆動力を制御するとともに、運転者が運転操作のために操作する運転操作機器に発生する操作反力を制御する。ここで、運転操作機器は、例えば運転者が自車両を加速したり減速したりするときには操作するアクセルペダル 6 1 およびブレーキペダル 9 1 である。

10

【 0 0 1 8 】

駆動力制御装置 6 0 は、アクセルペダル 6 1 の操作状態に応じた駆動力を発生するようにエンジン（不図示）を制御するとともに、外部からの指令に応じて、発生させる駆動力を変化させる。図 4 に、駆動力制御装置 6 0 の構成を表すブロック図を示す。図 5 に、アクセルペダル操作量 S_A とドライバ要求駆動力 F_{da} との関係を定めた特性マップを示す。駆動力制御装置 6 0 は、図 4 に示すようにドライバ要求駆動力算出部 6 0 a と、加算器 6 0 b と、エンジンコントローラ 6 0 c とを備えている。

【 0 0 1 9 】

ドライバ要求駆動力算出部 6 0 a は、図 5 に示すようなマップを用いて、アクセルペダル 6 1 が踏み込まれたときの操作量（アクセルペダル操作量） S_A に応じてドライバが要求する駆動力（ドライバ要求駆動力） F_{da} を算出する。加算器 6 0 b は、算出されたドライバ要求駆動力 F_{da} に、後述する駆動力補正量 D_a を加えて目標駆動力を算出し、エンジンコントローラ 6 0 c へ出力する。エンジンコントローラ 6 0 c は、目標駆動力に従ってエンジンへの制御指令値を算出する。

20

【 0 0 2 0 】

制動力制御装置 9 0 は、ブレーキペダル 9 1 の操作状態に応じた制動力を発生するようにブレーキ液圧を制御するとともに、外部からの指令に応じて、発生させるブレーキ液圧を変化させる。図 6 に、制動力制御装置 9 0 の構成を表すブロック図を示す。図 7 に、ブレーキペダル操作量 S_B とドライバ要求制動力 F_{db} との関係を定めた特性マップを示す。図 6 に示すように、制動力制御装置 9 0 は、ドライバ要求制動力算出部 9 0 a と、加算器 9 0 b と、ブレーキ液圧コントローラ 9 0 c とを備えている。

30

【 0 0 2 1 】

ドライバ要求制動力算出部 9 0 a は、図 7 に示すようなマップを用いて、ブレーキペダル 9 1 の踏み込み量（ブレーキペダル操作量） S_B に応じてドライバが要求する制動力（ドライバ要求制動力） F_{db} を算出する。加算器 9 0 b は、算出されたドライバ要求制動力 F_{db} に、後述する制動力補正值 D_b を加えて目標制動力を算出し、ブレーキ液圧コントローラ 9 0 c に出力する。ブレーキ液圧コントローラ 9 0 c は、目標制動力に従ってブレーキ液圧指令値を算出する。ブレーキ液圧コントローラ 9 0 c からの指令に応じて各車輪に設けられたブレーキ装置 9 5 が作動する。

40

【 0 0 2 2 】

アクセルペダル反力発生装置 7 0 は、アクセルペダル 6 1 のリンク機構に組み込まれたサーボモータ（不図示）を備えている。アクセルペダル反力発生装置 7 0 は、コントローラ 5 0 からの指令に応じてサーボモータで発生させるトルクを制御し、運転者がアクセルペダル 6 1 を操作する際に発生する操作反力を任意に制御することができる。なお、反力制御を行わない場合のアクセルペダル反力は、例えばアクセルペダル操作量 S_A に対して比例するように設定されている。

【 0 0 2 3 】

ブレーキペダル反力発生装置 8 0 は、ブレーキペダル 9 1 のリンク機構に組み込まれた

50

サーボモータ（不図示）を備えている。ブレーキペダル反力発生装置 80 は、コントローラ 50 からの指令に応じてサーボモータで発生させるトルクを制御し、運転者がブレーキペダル 91 を操作する際に発生する操作反力を任意に制御することができる。なお、ここでは、サーボモータによってブレーキペダル 91 の反力を制御しているが、これには限定されず、例えばコンピュータ制御による油圧力を用いてブレーキアシスト力を発生させることもできる。

【0024】

以下に、本発明の第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 の動作を説明する。まず、動作の概要を説明する。

車両用運転操作補助装置 1 のコントローラ 50 は、障害物検知装置 40 で検出した障害物情報に基づいて各障害物に対する自車両のリスクポテンシャルを算出する。リスクポテンシャル (Risk Potential) は、「潜在的なリスク/危急」を意味し、ここでは特に、自車両と自車両周囲に存在する障害物とが接近していくことにより増大するリスクの大きさを表す。したがって、リスクポテンシャルは、自車両と障害物とがどれほど近づいているか、すなわち自車両と障害物とが近づいている程度（接近度合）を表す物理量であるといえる。

【0025】

コントローラ 50 は、算出したリスクポテンシャルを、自車両に発生する制駆動力および運転者が自車両を運転する際に操作する運転操作機器から発生する操作反力として運転者に伝達する。

【0026】

第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 の動作を、図 8 を用いて詳細に説明する。図 8 は、第 1 の実施の形態のコントローラ 50 における運転操作補助制御処理の処理手順のフローチャートである。本処理内容は、一定間隔、例えば 50 msec 毎に連続的に行われる。

【0027】

まず、ステップ S110 で、車速センサ 20 によって検出される自車速 V_h と、舵角センサ 30 によって検出される自車両の操舵角 δ のデータを読み込む。ステップ S120 では、アクセルペダルストロークセンサ 62 によって検出されるアクセルペダル操作量 S_A を読み込む。つづくステップ S130 で、レーダ装置 10 および車速センサ 20 の検出結果に従って障害物検知装置 40 で算出した複数の前方障害物に関する情報を読み込む。前方障害物に関する情報は、例えば各障害物までの前後方向の距離（車間距離） D と、自車両に対する障害物の左右方向位置 x および前後方向位置 y と、前方障害物の幅 W である。

【0028】

ステップ S140 では、ステップ S110 で読み込んだ自車速 V_h および操舵角 δ に基づいて、自車両の進路を推定する。以下に、予測進路の推定方法を図 9 および図 10 を用いて説明する。予測進路を推定するために、図 9 に示すように自車両が矢印方向に進行している場合の旋回半径 R を算出する。まず、自車両の旋回曲率 κ ($1/m$) を算出する。旋回曲率 κ は、自車速 V_h および操舵角 δ に基づいて、以下の (式 1) で算出できる。

$$\kappa = 1 / \{ L (1 + A \cdot V_h^2) \} \times \delta / N \cdots (式 1)$$

ここで、 L ：自車両のホイールベース、 A ：車両に応じて定められたスタビリティファクタ（正の定数）、 N ：ステアリングギア比である。

【0029】

旋回半径 R は、旋回曲率 κ を用いて以下の (式 2) で表される。

$$R = 1 / \kappa \cdots (式 2)$$

(式 2) を用いて算出した旋回半径 R を用いることで、図 9 に示すように自車両の走行軌道を半径 R の円弧として予測することができる。そして、図 10 に示すように、旋回半径 R の円弧を中心線とした幅 T_w の領域を、自車両が走行するであろう予測進路として設定する。幅 T_w は、自車両の幅に基づいて予め適切に設定しておく。

【0030】

10

20

30

40

50

ステップS150では、障害物検知装置40によって検出され、ステップS140で設定した自車両の予測進路内にあると判定した障害物のうち、自車両に最も近い物体を、前方障害物として選択する。この前方障害物は、以降の処理で自車両のリスクポテンシャルRPを算出する対象となる障害物である。

【0031】

ステップS160では、ステップS150で前方障害物として選択した障害物について、自車両のリスクポテンシャルRPを算出する。ここでは、リスクポテンシャルRPとして、自車両と前方障害物との車間時間THWを算出する。車間時間THWは、前方障害物の現在位置に自車両が到達するまでの時間を示す物理量であり、以下の(式3)から算出される。

$$THW = D / Vh \quad \cdot \cdot \cdot (式3)$$

車間時間THWが小さいほど自車両と前方障害物とが近づいているため、(式3)で算出される車間時間THWを、自車両と前方障害物との接近度合を表すリスクポテンシャルとすることができる。

【0032】

ステップS170では、運転者が前方障害物を追い越す意図があるか否かを判定する。ここでの処理を、図11のフローチャートを用いて説明する。まず、ステップS1701で、現在、リスクポテンシャルRPに応じた制駆動力制御および操作反力制御が行われているか否かを判定する。具体的には、前回周期でリスクポテンシャルRPとして算出された車間時間THWがしきい値T1よりも小さく、制御反発力Fcが算出されていたか否かを判定する。しきい値T1および制御反発力Fcの算出方法については後述する。

【0033】

ステップS1701が否定判定されるとステップS1702へ進み、今回周期で制駆動力制御および操作反力制御を開始するか否かを判定する。具体的には、ステップS160でリスクポテンシャルRPとして算出された車間時間THWがしきい値T1よりも小さいか否かに基づいて、制御開始か否かを判断する。車間時間THW < T1の場合は、制御反発力Fcを算出しないので制御開始しないと判断し、ステップS1703へ進む。

【0034】

ステップS1703では、ステップS120で読み込んだ現在のアクセルペダル操作量SAを、制御開始初期値 0として記憶する。その後、ステップS1704へ進む。ステップS1702で今回周期で制御開始と判断された場合は、ステップS1703をスキップしてステップS1704へ進む。ステップS1704では、運転者に前方障害物を追い越す意図が無いと判定する。

【0035】

ステップS1701が肯定判定され、すでに制駆動力制御及び操作反力制御が行われている場合は、ステップS1705へ進む。ステップS1705では、ステップS120で読み込まれた現在のアクセルペダル操作量SAが制御開始初期値 0よりも小さいか否かを判定する。ステップS1705が否定判定され、制御開始直前よりもアクセルペダル62が踏み込み方向に操作されている場合は、ステップS1706へ進む。

【0036】

ステップS1706では、自車両が前方障害物を追い越す意図があるか否かを判定するために用いる閾値 _ovrを設定する。ここで、閾値 _ovrは、自車両が前方障害物を追い越すための駆動トルクを得るのに必要なアクセルペダル操作量を表し、自車速Vh、自車両と前方障害物との相対速度Vr、車間距離D、またはアクセルペダル操作反力に基づいて以下のように設定する。

【0037】

図12～図15は、それぞれ、自車速Vh、相対速度Vr (= 自車速 - 前方障害物の車速)、車間距離D、およびアクセルペダル操作反力と閾値 _ovrとの関係を示す図である。図12に示すように、自車速Vhが大きくなるほど、閾値 _ovrを所定値 _ovr1から徐々に大きくする。自車両が低速で走行している場合は、自車両を加速させるために必要なアク

10

20

30

40

50

セルペダル 6 2 の踏増し量が小さい。そこで、小さなアクセルペダル操作でも追い越し意図ありと判断できるように、自車速 V_h が小さいほど閾値 $_ovr$ を小さくする。

【 0 0 3 8 】

図 1 3 に示すように、相対速度 V_r が大きくなるほど、すなわち前方障害物の車速 V_f に対して自車速 V_h が速くなるほど、閾値 $_ovr$ を所定値 $_ovr1$ から徐々に大きくする。相対速度 V_r が大きく自車両が前方障害物に急速に接近している状況では、後述する制駆動力制御および操作反力制御によって運転者が意図しない加速が発生することを抑制するために、閾値 $_ovr$ を大きくして追い越し意図ありと判断しにくくする。

【 0 0 3 9 】

図 1 4 に示すように、自車両と前方障害物との車間距離 D が大きくなるほど、閾値 $_ovr$ を所定値 $_ovr2$ から徐々に小さくする。車間距離 D が小さく自車両と前方障害物とが近づいている状況では、後述する制駆動力制御および操作反力制御によって運転者が意図しない加速が発生することを抑制するために、閾値 $_ovr$ を大きくして追い越し意図ありと判断しにくくする。

【 0 0 4 0 】

図 1 5 に示すように、アクセルペダル操作反力が大きいほど、閾値 $_ovr$ を所定値 $_ovr2$ から徐々に小さくする。アクセルペダル操作反力としては、例えば後述するように算出するアクセルペダル反力制御指令値 FA を用いる。アクセルペダル操作反力が大きい場合、運転者にとってはアクセルペダル 6 2 を踏み込みづらくなる。そこで、大きな操作反力に抗してアクセルペダル 6 2 を踏み込む場合は追い越し意図があると判断しやすくなるように、アクセルペダル操作反力が大きくなるほど閾値 $_ovr$ を小さくする。

【 0 0 4 1 】

図 1 2 ~ 図 1 5 に従って算出した閾値 $_ovr$ から、セレクトハイで最も大きな値を選択し、追い越し意図判断に用いる閾値 $_ovr$ として設定する。なお、上述した所定値 $_ovr1$ および $_ovr2$ は予め適切な値をそれぞれ設定しておく。

【 0 0 4 2 】

つづくステップ $S 1 7 0 7$ では、現在のアクセルペダル操作量 SA と制御開始初期値 0 との差 $(SA - 0)$ が、ステップ $S 1 7 0 6$ で設定した閾値 $_ovr$ よりも大きいか否かを判定する。ステップ $S 1 7 0 7$ が肯定判定されるとステップ $S 1 7 0 8$ へ進み、運転者に前方障害物を追い越す意図があると判断する。

【 0 0 4 3 】

一方、ステップ $S 1 7 0 5$ が肯定判定され、制御開始直前よりもアクセルペダル 6 2 が戻し方向に操作されている場合は、ステップ $S 1 7 0 9$ へ進む。ステップ $S 1 7 0 9$ では、ステップ $S 1 2 0$ で読み込んだ現在のアクセルペダル操作量 SA を、制御開始初期値 0 として設定する。すなわち、制御開始後にアクセルペダル 6 2 が戻された場合は、最も小さいアクセルペダル操作量 SA で制御開始初期値 0 を更新する。その後、ステップ $S 1 7 1 0$ へ進み、運転者に前方障害物を追い越す意図がないと判断する。なお、ステップ $S 1 7 0 7$ が否定判定された場合も、ステップ $S 1 7 1 0$ へ進んで追い越し意図なしと判断する。

【 0 0 4 4 】

このようにステップ $S 1 7 0$ で運転者の追い越し意図判断を行った後、ステップ $S 1 8 0$ へ進む。ステップ $S 1 8 0$ では、自車両と前方障害物とのラップ率 La を算出する。ここで、ラップ率 La は、自車両の予測進路と前方障害物とがどれほど重なっているかを表す値であり、以下のように算出する。

【 0 0 4 5 】

図 1 6 において、自車両の走行軌道（ステップ $S 1 4 0$ で算出した半径 R の円弧）と前方障害物の後端を左右方向に延長した線との交点を A で表す。前方障害物の前後方向中心線 B から交点 A までの左右方向距離を横偏差 d として算出する。ラップ率 La は、横偏差 d と前方障害物の幅 W を用いて以下の（式 4）から算出することができる。

$$La = 1 - |d / W| \quad \dots \text{ (式 4)}$$

10

20

30

40

50

(式4)で算出されるラップ率 L_a は0~1の範囲の値として設定され、ラップ率 L_a が大きいほど、自車両の予測進路と前方障害物との重なり度合いが大きいことを示している。すなわち、ラップ率 $L_a = 0$ のときは前方障害物と自車両の予測進路が完全にずれており、ラップ率 $L_a = 1$ のときは前方障害物が自車両の予測進路上で自車両の真正面にいることを表している。なお、ラップ率 L_a は前方障害物の幅 W を考慮した重なり度合いであり、横偏差 d が同じ場合には前方障害物の幅 W が大きいほど大きくなる。

【0046】

ステップS190では、ステップS180で算出したラップ率 L_a に基づいて制駆動力制御および操作反力制御を行う際のゲイン(ラップ率ゲイン G_{1a})を算出する。図17に、ラップ率 L_a とラップ率ゲイン G_{1a} との基本的な関係を示す。図17に実線で示すように、ラップ率 L_a が小さくなるにつれてラップ率ゲイン G_{1a} を1から徐々に小さくする。ここで、運転者に前方障害物を追い越す意図があると判断された場合は、破線で示すように、追い越し意図なしと判断された場合に比べてラップ率 L_a の変化に対するラップ率ゲイン G_{1a} の変化率を大きくする。

10

【0047】

すなわち、運転者が前方障害物を追い越そうとしている場合は、ラップ率 L_a が小さくなるほどラップ率ゲイン G_{1a} を速やかに低下させて、運転者が追い越しのための運転操作を行いやすくする。さらに、追い越し意図ありと判断された場合は、自車両と前方障害物がどれほど接近しているか、また運転者による追い越し、具体的には加速要求の大きさに基づいて、ラップ率ゲイン G_{1a} を詳細に設定する。ラップ率ゲイン G_{1a} は、自車速 V_h 、自車両と前方障害物との相対速度 V_r 、車間距離 D 、アクセルペダル操作反力、またはアクセルペダル操作量 S_A に基づいて以下のように設定する。

20

【0048】

図18~図22は、それぞれ、自車速 V_h 、相対速度 V_r 、車間距離 D 、アクセルペダル操作反力、およびアクセルペダル操作量 S_A を変化させた場合の、ラップ率 L_a とラップ率ゲイン G_{1a} との関係を示す図である。図18に示すように、追い越し意図ありと判断された場合は、自車速 V_h が大きくなるほど、ラップ率 L_a の低下に対するラップ率ゲイン G_{1a} の減少量を大きくし、ラップ率ゲイン $G_{1a} = 0$ の領域を大きくする。自車両が高速で走行している場合は、自車両を加速させるために一層大きなエンジン出力が必要となる。そこで、自車速 V_h が大きくなるほどラップ率ゲイン G_{1a} を速やかに低下させて、運転者が追い越しのための運転操作を行いやすくする。追い越し意図なしと判断された場合は、自車速 V_h に応じたラップ率ゲイン G_{1a} の調整は行わない。

30

【0049】

図19に示すように、追い越し意図ありと判断された場合は、相対速度 V_r が小さくなるほど、ラップ率 L_a の低下に対するラップ率ゲイン G_{1a} の減少量を大きくする。反対に、相対速度 V_r が大きくなり、前方障害物の車速 V_f に対して自車速 V_h が速くなるほど、ラップ率 L_a の低下に対するラップ率ゲイン G_{1a} の減少量を小さくし、ラップ率ゲイン $G_{1a} = 0$ の領域を小さくする。これにより、相対速度 V_r が大きく自車両が前方障害物に急速に接近している状況で、追い越し操作時に過度に加速してしまうことを防止する。追い越し意図なしと判断された場合は、相対速度 V_r に応じたラップ率ゲイン G_{1a} の調整は行わない。

40

【0050】

図20に示すように、追い越し意図ありと判断された場合は、自車両と前方障害物との車間距離 D が大きくなるほど、ラップ率 L_a の低下に対するラップ率ゲイン G_{1a} の減少量を大きくし、ラップ率ゲイン $G_{1a} = 0$ の領域を大きくする。これにより、車間距離 D が小さく自車両と前方障害物とが近づいている状況で、追い越し操作時に過度に加速してしまうことを防止する。追い越し意図なしと判断された場合は、車間距離 D に応じたラップ率ゲイン G_{1a} の調整は行わない。

【0051】

図21に示すように、追い越し意図ありと判断された場合は、アクセルペダル操作反力

50

、すなわちアクセルペダル反力制御指令値 F_A が大きいほど、ラップ率 L_a の低下に対するラップ率ゲイン G_{1a} の減少量を大きくし、ラップ率ゲイン $G_{1a} = 0$ の領域を大きくする。アクセルペダル操作反力が大きいと、運転者はアクセルペダル 6_2 を踏み込みづらくなる。そこで、大きな操作反力に抗してアクセルペダル 6_1 を踏み込む場合は加速したいという運転者の要求が大きいと判断し、操作反力が大きくなるほどラップ率ゲイン G_{1a} を速やかに低下させる。追い越し意図なしと判断された場合は、アクセルペダル操作反力に応じたラップ率ゲイン G_{1a} の調整は行わない。

【0052】

図22に示すように、追い越し意図ありと判断された場合は、現在のアクセルペダル操作量 S_A が大きいほど、ラップ率 L_a の低下に対するラップ率ゲイン G_{1a} の減少量を大きくし、ラップ率ゲイン $G_{1a} = 0$ の領域を大きくする。すでにアクセルペダル 6_2 を大きく踏み込んだ状態からさらに踏増しする場合、加速したいという運転者の要求が大きいと判断し、アクセルペダル操作量 S_A が大きくなるほどラップ率ゲイン G_{1a} を速やかに低下させる。追い越し意図なしと判断された場合は、アクセルペダル操作量 S_A に応じたラップ率ゲイン G_{1a} の調整は行わない。

10

【0053】

追い越し意図ありと判断された場合は、図18～図22に従って算出したラップ率ゲイン G_{1a} から、セレクトハイで最も大きな値を選択し、後述する制御反発力調整用のラップ率ゲイン G_{1a} として設定する。追い越し意図なしと判断された場合は、図17に実線で示すラップ率 L_a とラップ率ゲイン G_{1a} との関係に従ってラップ率ゲイン G_{1a} を設定する。

20

このようにステップ S_{190} でラップ率ゲイン G_{1a} を算出した後、ステップ S_{200} へ進む。

【0054】

ステップ S_{200} では、制駆動力制御および操作反力制御の制御量を算出するために用いる制御反発力 F_c を算出する。制御反発力 F_c は以下のようにして算出する。

制御反発力 F_c の算出のために、図23(a)(b)に示すように自車両100の前方に仮想的な弾性体200を設けたと仮定し、この仮想的な弾性体200が前方車両300に当たって圧縮され、自車両に対する擬似的な走行抵抗を発生するというモデルを考える。制御反発力 F_c は、図23(b)に示すように仮想弾性体200が前方車両300に当たって圧縮された場合の反発力と、ラップ率ゲイン G_{1a} とを用いて算出する。ここでの処理を、図24のフローチャートを用いて説明する。

30

【0055】

まず、ステップ S_{2001} では、車間時間 T_{HW} をしきい値 T_1 と比較する。車間時間 T_{HW} がしきい値 T_1 より小さい場合 ($T_{HW} < T_1$) は、ステップ S_{2002} へ進む。ここで、しきい値 T_1 は、自車両と前方障害物とが近づいており、制駆動力制御および操作反力制御を開始するか否かを判断するためのしきい値であり、例えば1secに設定する。

【0056】

ステップ S_{2002} では、以下の(式5)から制御反発力 F_c を算出する。

40

$$F_c = C \times G_{1a} \\ = k \times (T_h - D) \times G_{1a} \dots (式5)$$

(式5)において、 C は仮想弾性体200が圧縮されるとき反発力であり、 k は仮想弾性体200のばね定数である。ばね定数 k は、適切な制御効果が得られるように予め適切に調整される制御パラメータである。 T_h は、仮想弾性体の長さ l を表すしきい値であり、例えば自車速 V_h および車間時間 T_{HW} のしきい値 T_1 に基づいて適切に設定される。

【0057】

制御反発力 F_c は、仮想弾性体200の反発力 C をステップ S_{190} で算出したラップ率ゲイン G_{1a} を用いて調整した値である。したがって、前方障害物と自車両の予測進路とのずれが大きくなってラップ率 L_a が小さくなるほど、制御反発力 F_c は小さくなる。

50

さらに、運転者の前方障害物の追い越し意図があると判断された場合は、自車速 V_h や車間距離 D 等に応じて、制御反発力 F_c がさらに小さくなる。

【0058】

一方、ステップ S_{2001} が肯定判定され、車間時間 T_{HW} しきい値 T_1 の場合は、ステップ S_{2003} へ進む。ステップ S_{2003} では、自車両と前方障害物とが接近しておらず、制駆動力制御および操作反力制御を行わないと判断して制御反発力 $F_c = 0$ に設定する。

【0059】

このようにステップ S_{200} で制御反発力 F_c を算出した後、ステップ S_{210} へ進む。

10

ステップ S_{210} では、ステップ S_{200} で算出した制御反発力 F_c を用いて、制駆動力制御を行う際の駆動力補正量 D_a および制動力補正量 D_b を算出する。ステップ S_{210} における制駆動力補正量の算出処理を、図 25 を用いて説明する。

【0060】

まずステップ S_{2101} で、ステップ S_{120} で読み込んだアクセルペダル操作量 S_A に基づいて、アクセルペダル 61 が踏みこまれているか否かを判定する。アクセルペダル 61 が踏み込まれていない場合には、ステップ S_{2102} へ進み、アクセルペダル 61 が急に解放されたか否かを判定する。例えば、アクセルペダル操作量 S_A から算出するアクセルペダル 61 の操作速度が所定値未満であった場合は、アクセルペダル 61 がゆっくりと戻されたと判断し、ステップ S_{2103} へ進む。ステップ S_{2103} では、駆動力補正量 D_a として 0 をセットし、つづくステップ S_{2104} で制動力補正量 D_b として上述した(式 5)で算出した制御反発力 F_c をセットする。

20

【0061】

一方、ステップ S_{2102} でアクセルペダル 61 が急に戻されたと判定されると、ステップ S_{2105} へ進む。ステップ S_{2105} では駆動力補正量 D_a を漸減させ、ステップ S_{2106} で制動力補正量 D_b を制御反発力 F_c まで漸増させる。具体的には、アクセルペダル 61 が急に戻された場合は、アクセルペダル操作中には駆動力を制御反発力 F_c 分だけ減少させるように設定していた駆動力補正量 $D_a (= -F_c)$ を、 0 まで徐々に変化させる。また、アクセルペダル 61 が急に戻されてから制動力補正量 D_b を制御反発力 F_c まで徐々に増加させる。このように、アクセルペダル 61 が急に戻された場合は、最終的に駆動力補正量 D_a が 0 に、制動力補正量 D_b が F_c になるように変化させる。

30

【0062】

一方、ステップ S_{2101} が肯定判定され、アクセルペダル 61 が踏み込まれている場合は、ステップ S_{2107} へ進んでドライバ要求駆動力 F_{da} を推定する。コントローラ 50 内には、駆動力制御装置 60 内に記憶されたドライバ要求駆動力算出マップ(図 5)と同一のものが用意されており、アクセルペダル操作量 S_A に従って、ドライバ要求駆動力 F_{da} を推定する。

【0063】

つづくステップ S_{2108} で、ステップ S_{2107} で推定したドライバ要求駆動力 F_{da} と制御反発力 F_c との大小関係を比較する。ドライバ要求駆動力 F_{da} が制御反発力 F_c 以上 ($F_{da} > F_c$) の場合は、ステップ S_{2109} へ進む。ステップ S_{2109} では、駆動力補正量 D_a として $-F_c$ をセットし、ステップ S_{2110} で制動力補正量 D_b に 0 をセットする。すなわち、 $F_{da} - F_c > 0$ であることから、駆動力 F_{da} を制御反発力 F_c により補正した後も正の駆動力が残る。従って、補正量の出力は駆動力制御装置 60 のみで行うことができる。この場合、車両の状態としては、ドライバがアクセルペダル 61 を踏んでいるにも関わらず期待した程の駆動力が得られない状態となる。補正後の駆動力が走行抵抗より大きい場合には、加速が鈍くなる挙動としてドライバに感じられ、補正後の駆動力が走行抵抗より小さい場合には、減速する挙動としてドライバに感じられる。

40

50

【 0 0 6 4 】

一方、ステップ S 2 1 0 8 が否定判定され、ドライバ要求駆動力 F_{da} が制御反発力 F_c より小さい場合 ($F_{da} < F_c$) は、駆動力制御装置 6 0 のみでは目標とする補正量を出力できない。そこで、ステップ S 2 1 1 1 において駆動力補正量 D_a に $-F_{da}$ をセットし、ステップ S 2 1 1 2 で制動力補正量 D_b として、補正量の不足分 ($F_c - F_{da}$) をセットする。この場合、車両の減速挙動としてドライバには察知される。

【 0 0 6 5 】

図 2 6 に、駆動力および制動力の補正方法を説明する図を示す。図 2 6 の横軸はアクセルペダル操作量 S_A およびブレーキペダル操作量 S_B を示しており、原点 0 から右へ進むほどアクセルペダル操作量 S_A が大きく、左へ進むほどブレーキペダル操作量 S_B が大きいことを示している。図 2 6 の縦軸は駆動力および制動力を示し、原点 0 から上へ進むほど駆動力が大きく、下へ進むほど制動力が大きいことを示している。

10

【 0 0 6 6 】

図 2 6 において、アクセルペダル操作量 S_A に応じた要求駆動力 F_{da} 、およびブレーキペダル操作量 S_B に応じた要求制動力 F_{db} をそれぞれ一点鎖線で示す。また、前方障害物との接触リスクポテンシャルに応じて補正した駆動力および制動力を実線で示す。

【 0 0 6 7 】

アクセルペダル操作量 S_A が大きく、アクセルペダル操作量 S_A に応じた要求駆動力 F_{da} が制御反発力 F_c 以上の場合は、駆動力を補正量 D_a に応じて減少方向に補正する。一方、アクセルペダル操作量 S_A が小さく、アクセルペダル操作量 S_A に応じた要求駆動力 F_{da} が制御反発力 F_c よりも小さい場合は、駆動力を発生しないような補正量 D_a を設定して駆動力を補正する。さらに、制御反発力 F_c と要求駆動力 F_{da} との差を補正量 D_b として設定する。これにより、アクセルペダル操作量 S_A に応じた緩制動を行う。

20

【 0 0 6 8 】

ブレーキペダル 9 1 が踏み込まれると、補正量 D_b に基づいて制動力を増大方向に補正する。これにより、全体として車両の走行抵抗を補正量、すなわち仮想弾性体の制御反発力 F_c に相当して増大させるように制駆動力の特性を補正している。

【 0 0 6 9 】

このようにステップ S 2 1 0 で制駆動力補正量を算出した後、ステップ S 2 2 0 へ進む。ステップ S 2 2 0 では、ステップ S 2 0 0 で算出した制御反発力 F_c に基づいて、アクセルペダル 6 1 またはブレーキペダル 9 1 に発生する操作反力の制御量、すなわちアクセルペダル反力制御指令値 F_A とブレーキペダル反力制御指令値 F_B を算出する。

30

【 0 0 7 0 】

図 2 7 に、制御反発力 F_c とアクセルペダル反力制御指令値 F_A との関係を示す。図 2 7 において、アクセルペダル反力制御を行わない場合の、通常のアクセルペダル反力を破線で示す。ここでは説明を簡単にするために、アクセルペダル操作量 S_A が一定の場合のアクセルペダル反力を示している。図 2 7 に示すように、制御反発力 F_c が大きくなるほど、通常値に対してアクセルペダル反力制御指令値 F_A が増加する。制御反発力 F_c が所定値 F_{c1} を超えると、アクセルペダル反力制御指令値 F_A の増加率が大きくなる。このように、制駆動力の補正量が大きくなるほど、アクセルペダル 6 1 に発生する操作反力が大きくなる。

40

【 0 0 7 1 】

図 2 8 に、制御反発力 F_c とブレーキペダル反力制御指令値 F_B との関係を示す。図 2 8 において、ブレーキペダル反力制御を行わない場合の、通常のブレーキペダル反力制御指令値を破線で示す。ここでは説明を簡単にするために、ブレーキペダル操作量 S_B が一定の場合のブレーキペダル反力を示している。図 2 8 に示すように、制御反発力 F_c が所定値 F_{c1} を超える領域では、制御反発力 F_c が大きくなるほど、通常値に対してブレーキペダル反力制御指令値 F_B が低下する。これにより、制駆動力の補正量が大きくなるほどブレーキペダル 9 1 に発生する操作反力が小さくなり、すなわちブレーキアシスト力が

50

大きくなりブレーキペダル 91 を踏み込みやすくなる。

【0072】

つづくステップ S230 では、ステップ S210 で算出した駆動力補正量 D_a 、及び制動力補正量 D_b をそれぞれ駆動力制御装置 60、及び制動力制御装置 90 に出力する。駆動力制御装置 60 は、駆動力補正量 D_a と要求駆動力 F_{da} とから目標駆動力を算出し、算出した目標駆動力を発生するようにエンジンコントローラ 60c に指令を出力する。また、制動力制御装置 90 は、制動力補正量 D_b と要求制動力 F_{db} とから目標制動力を算出し、目標制動力を発生するようにブレーキ液圧コントローラ 90c に指令を出力する。

【0073】

ステップ S240 では、ステップ S220 で算出したアクセルペダル反力制御指令値 F_A およびブレーキペダル反力制御指令値 F_B をそれぞれアクセルペダル反力発生装置 70 およびブレーキペダル反力発生装置 80 に出力する。アクセルペダル反力発生装置 70 およびブレーキペダル反力発生装置 80 は、それぞれコントローラ 50 から入力される指令値に応じてアクセルペダル反力およびブレーキペダル反力を制御する。これにより、今回の処理を終了する。

【0074】

以下に、第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 の作用を図 29 (a) ~ (d) を用いて説明する。

図 29 (a) (b) に実線で示すように、運転者に追い越し意図が無いと判断された場合は、前方障害物と自車両の予測進路とのラップ率 L_a が小さくなるほどラップ率ゲイン G_{1a} が徐々に小さくなり、 $L_a = 1$ のときに $G_{1a} = 1$ 、 $L_a = 0$ のときにゲイン $G_{1a} = 0$ となるように設定する。上述したように、ラップ率ゲイン G_{1a} を用いて制御反発力 F_c を算出するので、ラップ率 L_a の低下に対するラップ率ゲイン G_{1a} の減少量が大きいほど、駆動力補正量 D_a と制動力補正量 D_b の低下速度およびアクセルペダル反力制御指令値 F_A とブレーキペダル反力制御指令値 F_B の低下速度が速くなる。すなわち、制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B の調整量が大きくなる。

【0075】

すなわち、自車両が前方障害物に接近していくと、その接近の度合に応じて駆動力が低下するとともに、アクセルペダル 61 を操作するときに発生する操作反力が大きくなる。このとき、運転者が前方障害物を追い越そうとしていると判断されると、設定されたラップ率ゲイン G_{1a} に応じて制御反発力 F_c が調整される。これにより、駆動力が増大（ドライバ要求駆動力 F_{da} に復帰）するとともに、アクセルペダル 61 に発生する操作反力が小さくなり（通常の反力特性に復帰し）、追い越しのための加速を行いやすくなる。したがって、追い越し意図ありと判断された場合にラップ率 L_a とラップ率ゲイン G_{1a} との関係を変更することにより、制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B の調整感度を変更することができる。

【0076】

具体的には、アクセルペダル 61 がすでに大きく踏み込まれた状態、あるいはアクセルペダル反力制御指令値 F_A が大きい状態から、さらにアクセルペダル 61 が踏み込まれ、追い越しのために加速したいという要求が大きいと判断できる場合、また、自車両がすでに高速で走行しており、加速するために必要なトルクが大きい（運転者の追越意図が強い）場合は、図 29 (a) に破線で示すようにラップ率ゲイン G_{1a} の傾きを大きくする。これにより、制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B の調整感度を高くして、運転者が追い越しのために加速操作をする場合に、運転者の感覚にあった制御を実現することが可能となる。

【0077】

また、自車両と前方障害物との車間距離 D が小さい場合、また、自車両と前方障害物との相対速度 V_r が大きく自車両が前方障害物に接近している場合は、図 29 (b) に破線

10

20

30

40

50

で示すように、追い越し意図がない場合に比べて傾きを大きくしているが、運転者の加速要求が大きい場合に比べて傾きを小さくする。これにより、制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B の調整感度を低くして、自車両と前方障害物とが近づいた状態で過度の加速を抑制し、運転者の感覚にあった制御を実現することが可能となる。

【0078】

なお、上述したように追い越し意図ありと判断された場合は、図18～図22にしたがって設定された値の中から、セレクトハイによりラップ率ゲイン G_{1a} を選択する。したがって、例えばアクセルペダル操作量 S_A が大きく、車間距離 D が短い場合は、図29(b)に破線で示す関係に従って設定された大きいほうの値がラップ率ゲイン G_{1a} として

10

【0079】

図29(c)(d)に、追い越し意図を判断するための閾値 $_ovr$ と、追い越し意図ありと判断された場合の調整感度、すなわち制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B の調整量との関係を模式的に示す。図29(c)に示すように、車間距離 D が小さい、または相対速度 V_r が大きく自車両と前方障害物との接近度合が高い場合、あるいはアクセルペダル61の操作量 S_A や操作反力が小さく追い越し時の加速要求が小さい(運転者の追越意図が弱い)場合は、閾値 $_ovr$ を大きくする一方、調整量は小さくする。これにより、追い越し意図ありとの判断をし難くするとともに、制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B の調整量の低下速度を小さくして、過度の

20

【0080】

反対に、車間距離 D が大きい、または相対速度 V_r が小さく自車両と前方障害物との接近度合が低い場合、あるいはアクセルペダル61の操作量 S_A や操作反力が大きく追い越し時の加速要求が大きい(追越意図が強い)場合は、閾値 $_ovr$ を小さくする一方、調整量は大きくする。これにより、追い越し意図ありとの判断を容易に行えるようにするとともに、制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B の調整量の低下速度を大きくしてスムーズな加速を実現させる。

【0081】

図29(d)に示すように、自車速 V_h が小さい場合は閾値 $_ovr$ を小さくするとともに調整量を小さくし、自車 V_h が大きい場合は閾値 $_ovr$ を大きくするとともに調整量を大きくする。これにより、自車両が低速で走行している場合は小さなアクセルペダル操作でも追い越し意図ありと判断できるようにするとともに、自車両が高速で走行している場合には、調整量を大きくしてより一層の加速を速やかに実現できるようにする。

30

【0082】

このように以上説明した第1の実施の形態においては、以下のような作用効果を奏することができる。

(1) 車両用運転操作補助装置1は、少なくとも自車速 V_h および自車両と自車両前方の障害物との車間距離を検出し、これらの検出結果に基づいて障害物に対する自車両の接近度合を表すリスクポテンシャル R_P を算出する。そして、リスクポテンシャル R_P に基づいて運転者が自車両を運転操作するための運転操作機器に発生する操作反力および自車両に発生する制駆動力の少なくともいずれかを制御する。車両用運転操作補助装置1は、さらに障害物の左右方向の幅 W と、自車両が障害物を追い越そうとする追越意図を検出し、障害物の幅 W に基づいて操作反力および制駆動力の制御量を補正するとともに、追越意図ありと判断されると制御量の補正量を調整する。具体的には、追越意図ありと判断されると、前方障害物の幅 W を用いて算出した自車両と前方障害物とのラップ率 L_a に応じて設定するラップ率ゲイン G_{1a} を調整する。そして、自車両の前方に設けた仮想弾性体の反発力 C とラップ率ゲイン G_{1a} とから制御反発力 F_c を算出し、制御反発力 F_c に基づいて制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B を算出する。これにより、自車両が幅の狭い障害物を追い越す場合、または幅の広い障害物を追い越す場合で、そ

40

50

れぞれ運転者に違和感を与えることの無い適切な制御を行うことが可能となる。

(2) 車両用運転操作補助装置1のコントローラ50は、アクセルペダル61の操作状態に基づいて追越意図があるかを判断する。ここで、アクセルペダル61の操作状態は、アクセルペダル61の操作量 S_A およびアクセルペダル61の踏増し量等であり、運転者がアクセルペダル61をどのように操作しているかを表している。これにより、加速や減速のために運転者が操作するアクセルペダル61の操作状態から、運転者の追越意図を正確に判断することができる。

(3) コントローラ50は、アクセルペダル61の操作状態に基づいて追越意図があるかを判断するための閾値 $_ovr$ を自車速 V_h に応じて設定する。具体的には、図12に示すように自車速 V_h が速くなるほど閾値 $_ovr$ が大きくなるように設定する。これにより、加速のために必要なアクセルペダル操作量 S_A が小さい低速時でも、追越意図を容易に判断できるようになり、運転者の感覚に合った制御を行うことができる。

10

(4) コントローラ50は、アクセルペダル61の操作状態に基づいて追越意図があるかを判断するための閾値 $_ovr$ を、自車両と障害物との相対車速 V_r に応じて設定する。具体的には、図13に示すように相対車速 V_r (=自車速-障害物の車速)が大きくなるほど閾値 $_ovr$ が大きくなるように設定する。これにより、自車両が前方障害物に急速に接近している状態では、追越意図ありと容易に判断しないようにして、制駆動力および操作反力の制御量の低減により運転者が意図しない過度の加速をしてしまうことを防止することができる。

(5) コントローラ50は、アクセルペダル61の操作状態に基づいて追越意図があるかを判断するための閾値 $_ovr$ を車間距離 D に応じて設定する。具体的には、図14に示すように車間距離 D が小さいほど閾値 $_ovr$ が大きくなるように設定する。これにより、自車両が前方障害物に近づいている状態では、追越意図ありと容易に判断しないようにして、制駆動力および操作反力の制御量の低減により運転者が意図しない過度の加速をしてしまうことを防止することができる。

20

(6) コントローラ50は、アクセルペダル61の操作状態に基づいて追越意図があるかを判断するための閾値 $_ovr$ をアクセルペダル61を操作するときが発生する操作反力に応じて設定する。具体的には、図15に示すようにアクセルペダル反力制御指令値 F_A が大きくなるほど閾値 $_ovr$ が小さくなるように設定する。これにより、アクセルペダル操作反力が大きくアクセルペダル61を大きく踏み込むことが困難な状態で、追越意図を容易に判断できるようになり、運転者の感覚に合った制御を行うことができる。

30

(7) コントローラ50は、追越意図ありと判断されると、制駆動力および操作反力の制御量の補正量を、自車速 V_h に応じて調整する。具体的には、図18に示すようにラップ率 L_a に対するラップ率ゲイン G_{1a} の変化量を、自車速 V_h が大きくなるほど大きくする。これにより、自車速 V_h が速く、加速のために一層大きなエンジン出力が必要な場合に、制駆動力および操作反力の制御量を速やかに低下させて運転者の感覚に合った制御を行うことが可能となる。

(8) コントローラ50は、追越意図ありと判断されると、制駆動力および操作反力の制御量の補正量を、自車両と障害物との相対速度 V_r に応じて調整する。具体的には、図19に示すようにラップ率 L_a に対するラップ率ゲイン G_{1a} の変化量を、相対速度 V_r が小さくなるほど大きくする。これにより、自車両が障害物に急速に接近している状態で、運転者の意図しない過度の加速をしてしまうことを防止することができる。

40

(9) コントローラ50は、追越意図ありと判断されると、制駆動力および操作反力の制御量の補正量を、車間距離 D に応じて調整する。具体的には、図20に示すようにラップ率 L_a に対するラップ率ゲイン G_{1a} の変化量を車間距離 D が大きくなるほど大きくする。これにより、自車両と障害物とが近づいた状態で、運転者の意図しない過度の加速をしてしまうことを防止することができる。

(10) コントローラ50は、追越意図ありと判断されると、制駆動力および操作反力の制御量の補正量を、アクセルペダル操作反力に応じて調整する。具体的には、図21に示すようにラップ率 L_a に対するラップ率ゲイン G_{1a} の変化量を、アクセルペダル反力制

50

御指令値 $F A$ が大きくなるほど大きくする。これにより、大きな操作反力に抗してアクセルペダル 61 を踏み込み、加速要求が大きいと判断できる場合に、制駆動力および操作反力の制御量を速やかに低下させて運転者の感覚に合った制御を行うことが可能となる。

(11) コントローラ 50 は、追越意図ありと判断されると、制駆動力および操作反力の制御量の補正量を、アクセルペダル操作量 $S A$ に応じて調整する。具体的には、図 22 に示すようにラップ率 $L a$ に対するラップ率ゲイン $G 1 a$ の変化量を、アクセルペダル操作量 $S A$ が大きくなるほど大きくする。これにより、アクセルペダル 61 を踏み込んだ状態からさらに踏み増して、加速要求が大きいと判断できる場合に、制駆動力および操作反力の制御量を速やかに低下させて運転者の感覚に合った制御を行うことが可能となる。

【0083】

《第2の実施の形態》

以下に、本発明の第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置について説明する。図30に、第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置2の構成を示す。図30において、図1に示した第1の実施の形態と同様の機能を有する箇所には同一の符号を付している。ここでは、第1の実施の形態との相違点を主に説明する。

【0084】

第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置2は、自車両の前方領域の画像を撮像するカメラ装置35をさらに備えている。カメラ装置35は、例えばフロントウィンドウ上部に取り付けられた小型のCCDカメラ、またはCMOSカメラと画像処理装置を備え、前方道路の撮像画像に所定の画像処理を施してコントローラ50Aへと出力する。カメラ装置35による検知領域は水平方向に ± 30 deg程度であり、この領域に含まれる前方道路風景が画像として取り込まれる。

【0085】

第2の実施の形態においては、カメラ装置35によって検出される自車両と自車線との相対位置関係に基づいて、追い越し意図判断のための閾値 $_ovr$ とラップ率ゲイン $G 1 a$ を設定する。

【0086】

以下に、第2の実施の形態における車両用運転操作補助装置2の動作について、図31のフローチャートを用いて説明する。本処理内容は、一定間隔、例えば50msec毎に連続的に行われる。ステップS310~S360における処理は、図8のフローチャートのステップS110~S160での処理と同様であるので説明を省略する。

【0087】

ステップS370では、カメラ装置35で取得した自車両前方領域の画像に基づいて、自車両の車線内横位置を算出する。具体的には、自車両が走行する車線のレーン中心から自車両の中心位置までの横方向距離 $L x$ を自車両の車線内横位置として算出する。

【0088】

続くステップS380では、運転者が前方障害物を追い越す意図があるか否かを判断する。ここでは、自車両の車線内横位置 $L x$ に基づいて閾値 $_ovr$ を設定し、車線内横位置 $L x$ に基づく閾値 $_ovr$ を用いて追い越し意図判断を行う。図32に、車線内横位置 $L x$ と閾値 $_ovr$ との関係を示す。図32に示すように、自車両の車線内横位置 $L x$ が大きくなるほど閾値 $_ovr$ を所定値 $_ovr2$ から徐々に小さくする。自車両が車線端付近を走行している場合は、前方障害物を追い越す可能性が高いと判断できるので、閾値 $_ovr$ を小さくして追い越し意図があると容易に判断できるようにする。

【0089】

ステップS390では、前方障害物と自車両の予測進路とのラップ率 $L a$ を算出し、ステップS400でラップ率ゲイン $G 1 a$ を算出する。ここでは、自車両の車線内横位置 $L x$ に基づいてラップ率ゲイン $G 1 a$ を算出する。図33に、車線内横位置 $L x$ を変化させた場合のラップ率 $L a$ とラップ率ゲイン $G 1 a$ との関係を示す。図33に破線で示すように、運転者に前方障害物を追い越す意図があると判断された場合は、実線で示す追い越し意図なしと判断された場合に比べてラップ率 $L a$ の変化に対するラップ率ゲイン $G 1 a$ の

10

20

30

40

50

変化率を大きくする。

【0090】

具体的には、追い越し意図ありと判断された場合は、自車両の車線内横位置 L_x が大きくなるほど、ラップ率 L_a の低下に対するラップ率ゲイン G_{1a} の減少量を大きくし、ラップ率ゲイン $G_{1a} = 0$ の領域を大きくする。自車両が車線端を走行している場合は、前方障害物の追い越し、もしくは車線変更を行う可能性が高いと判断できるので、自車両が車線端に近づくほどラップ率ゲイン G_{1a} を速やかに低下させて、運転者が追い越しのための運転操作を行いやすくする。

【0091】

ステップ S_{410} 以降の処理は、図8のステップ S_{200} 以降の処理と同様であるので説明を省略する。

10

このように、第2の実施の形態では、自車両が車線端を走行する場合には、追い越し意図判断のための閾値 $_ovr$ を小さくして、追い越し意図ありと容易に判断できるようにするとともに、その判断結果の確実性が高いとして制駆動力補正量 D_a 、 D_b および反力制御指令値 F_A 、 F_B の調整感度を高くする(図29(a)(c)参照)。これにより、運転者が前方障害物の追越を行おうとしている場合に、スムーズな加速操作を実現することができる。

【0092】

なお、自車両の車線内横位置は、レーン中心から現在の自車両の中心位置までの横方向距離 L_x に限定されない。例えば自車線のレーン中心から、自車両の所定距離前方に設けた前方仮想点までの横方向距離を、車線内横位置として算出することもできる。また、自車両の横方向距離に、レーン中心に対するヨー角偏差を加味して車線内横位置を算出することもできる。あるいは、自車線の車線端から現在位置における自車両の中心位置までの横方向距離、車線端から前方仮想点における自車両の中心位置までの横方向距離を、車線内横位置として算出することもできる。

20

【0093】

車線境界からの距離を車線内横位置として用いる場合は、図34に示す関係から、閾値 $_ovr$ を算出する。この場合、図34に示すように、車線端からの距離が小さくなり、自車両が車線中央から離れるほど、閾値 $_ovr$ を所定値 $_ovr2$ から徐々に小さくする。

【0094】

このように、以上説明した第2の実施の形態においては、以下のような作用効果を奏することができる。

30

(1) コントローラ50Aは、アクセルペダル61の操作状態に基づいて追越意図があるかを判断するための閾値 $_ovr$ を自車両の車線内横位置に応じて設定する。具体的には、図32または図34に示すように自車両が車線端に接近するほど閾値 $_ovr$ が小さくなるように設定する。これにより、自車両が車線端付近を走行し前方障害物の追越を行う可能性が高い場合に、追越意図を容易に判断できるようになり、運転者の感覚に合った制御を行うことができる。

(2) コントローラ50Aは、追越意図ありと判断されると、制駆動力および操作反力の制御量の補正量を、車線内横位置に応じて調整する。具体的には、図33に示すようにラップ率 L_a に対するラップ率ゲイン G_{1a} の変化量を自車両が車線端に接近するほど大きくする。これにより、自車両が自車線内の車線端付近を走行し前方障害物の追越判断ありとの判断結果の確実性が高い場合に、制駆動力および操作反力の制御量を速やかに低下させて運転者の感覚に合った制御を行うことが可能となる。

40

【0095】

《第3の実施の形態》

以下に、本発明の第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置について説明する。第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置の構成は、図1に示した第1の実施の形態と同様である。ここでは、第1の実施の形態との相違点を主に説明する。

【0096】

50

第3の実施の形態においては、アクセルペダル操作状態の代わりに、運転者によるステアリング操舵状態に基づいて、運転者が前方障害物を追い越す意図があるか否かを判断する。第3の実施の形態における追越意図判断処理を、図35のフローチャートを用いて説明する。この処理は、図8のステップS170で実行される。

【0097】

まず、ステップS1721で、現在、リスクポテンシャルRPに応じた制駆動力制御および操作反力制御が行われているか否かを判定する。ステップS1721が否定判定されるとステップS1722へ進み、運転者に前方障害物を追い越す意図が無いと判定する。

【0098】

ステップS1721が肯定判定され、すでに制駆動力制御及び操作反力制御が行われている場合は、ステップS1723へ進む。ステップS1723では、舵角センサ30で検出される操舵角 δ から操舵角速度 $\dot{\delta}$ を算出し、予め設定したしきい値 δ_{th} と比較する。ここで、しきい値 δ_{th} は、自車両が車線内を走行する場合に、ゆるいカーブも含めて通常の操舵操作を行う際に現れる値よりもやや大きな値として設定する。操舵角速度の絶対値 $|\dot{\delta}|$ がしきい値 δ_{th} 以下でゆるやかな操舵操作が行われている場合は、ステップS1724へ進む。ステップS1724では追い越し意図判断に使用するタイマをリセットしてステップS1722に進み、追い越し意図なしと判断する。

【0099】

ステップS1723が肯定判定され、 $|\dot{\delta}| > \delta_{th}$ であればよい操舵操作が行われている場合は、ステップS1725へ進み、追い越し意図判断に使用するタイマを加算する。ステップS1726では、ステップS1725で加算したタイマの値が、しきい値 T_s よりも大きいか否かを判定する。しきい値 T_s は、自車両が車線変更を行うために必要な操舵入力時間、すなわち操舵操作を行っている時間に相当する値として予め適切に設定する。しきい値 T_s は、例えば $T_s = 0.5 \text{ sec}$ とする。

【0100】

ステップS1726が肯定判定され、操舵角速度 $\dot{\delta}$ 大きい状態で所定時間 T_s より長い時間操舵操作が行われている場合は、ステップS1727へ進み、追い越し意図ありと判断する。一方、ステップS1726が否定判定されると、ステップS1722へ進んで追い越し意図なしと判断する。

【0101】

このように、ステアリング操舵状態、具体的には操舵角速度 $\dot{\delta}$ に基づいて追越意図があるかを判断することによっても、運転者が前方障害物を追い越そうとしている追越意図を正確に判断することができる。なお、ステアリング操舵状態は、運転者がどのようにステアリングホイールを操作しているかを表すものであり、運転者の追い越し意図を判断できれば、操舵角速度 $\dot{\delta}$ だけでなく、操舵角 δ を用いることも可能である。

【0102】

変形例1

運転者が前方障害物を追い越す意図があるか否かを、運転者によるウィンカー操作に基づいて判断することもできる。ウィンカー操作に基づく追越意図判断処理を、図36のフローチャートを用いて説明する。この処理は、図8のステップS170で実行される。

【0103】

まず、ステップS1741で、現在、リスクポテンシャルRPに応じた制駆動力制御および操作反力制御が行われているか否かを判定する。ステップS1741が否定判定されるとステップS1742へ進み、運転者に前方障害物を追い越す意図が無いと判定する。

【0104】

ステップS1741が肯定判定され、すでに制駆動力制御及び操作反力制御が行われている場合は、ステップS1743へ進む。ステップS1743では、不図示のウィンカスイッチからの信号に基づいて、ウィンカがオン操作されているか否かを判定する。ウィンカがオン操作されていない場合は、ステップS1744へ進む。ステップS1744では追い越し意図判断に使用するタイマをリセットしてステップS1742に進み、追い越し

10

20

30

40

50

意図なしと判断する。

【0105】

ステップS1743が肯定判定され、ウィンカがオン操作されている場合は、ステップS1745へ進み、追い越し意図判断に使用するタイマを加算する。ステップS1746では、ステップS1745で加算したタイマの値が、しきい値 T_b よりも大きいか否かを判定する。しきい値 T_b は、ウィンカがオン操作された後、実際に自車両が車線変更を行うかを判断するために必要な時間に相当する値として予め適切に設定する。しきい値 T_b は、例えば $T_b = 1 \text{ sec}$ とする。

【0106】

ステップS1746が肯定判定され、ウィンカのオン操作が所定時間 T_w 以上継続している場合は、ステップS1747へ進み、追い越し意図ありと判断する。一方、ステップS1746が否定判定されると、ステップS1742へ進んで追い越し意図なしと判断する。

10

【0107】

運転者が車線変更を行う際に操作する方向指示器であるウィンカの操作状態に基づいて追越意図があるかを判断することによっても、運転者が前方障害物を追い越そうとしている追越意図を正確に判断することができる。

【0108】

変形例2

第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置2のように、カメラ装置35を備えている場合は、運転者が前方障害物を追い越す意図があるか否かを、自車両の車線内横位置 L_x に基づいて判断することもできる。車線内横位置 L_x に基づく追越意図判断処理を、図37のフローチャートを用いて説明する。この処理は、図8のステップS170で実行される。

20

【0109】

まず、ステップS1761で、現在、リスクポテンシャル RP に応じた制駆動力制御および操作反力制御が行われているか否かを判定する。ステップS1761が否定判定されるとステップS1762へ進み、運転者に前方障害物を追い越す意図が無いと判定する。

【0110】

ステップS1761が肯定判定され、すでに制駆動力制御及び操作反力制御が行われている場合は、ステップS1763へ進む。ステップS1763では、自車両の車線内横位置 L_x を微分して自車両の横速度 L_v を算出し、算出した横速度 L_v をしきい値 L_{v1} と比較する。ここで、しきい値 L_{v1} は、自車両が車線内を走行する場合に、ゆるいカーブも含めて通常の走行を行う際に生じる横速度よりもやや大きな値として設定する。横速度の $|L_v|$ がしきい値 L_{v1} 以下の場合は、ステップS1764へ進む。ステップS1764では追い越し意図判断に使用するタイマをリセットしてステップS1762に進み、追い越し意図なしと判断する。

30

【0111】

ステップS1763が肯定判定され、横速度の絶対値 $|L_v|$ がしきい値 T_{v1} 以上の場合は、ステップS1765へ進み、追い越し意図判断に使用するタイマを加算する。ステップS1766では、ステップS1765で加算したタイマの値が、しきい値 T_v よりも大きいか否かを判定する。しきい値 T_v は、実際に自車両が車線変更を行うために必要な横方向の車両運動継続時間に相当する値として予め適切に設定する。しきい値 T_v は、例えば $T_s = 0.5 \text{ sec}$ とする。

40

【0112】

ステップS1766が肯定判定され、自車両の横速度 $|L_v|$ がしきい値 L_{v1} を超え、車線内横位置が所定時間 T_v 以上継続して大きく変化している場合は、ステップS1767へ進み、追い越し意図ありと判断する。一方、ステップS1766が否定判定されると、ステップS1762へ進んで追い越し意図なしと判断する。

【0113】

50

なお、自車両の横速度 L_v は、車線に対する自車両のヨー角に自車速 V_h を乗じて算出することもできる。あるいは、自車両の横加速度を検出するセンサを設け、その検出値から算出することも可能である。

【0114】

このように、自車両の車線内横位置、具体的には車線内横位置から算出される自車両の横速度 L_v に基づいて追越意図があるかを判断することによっても、運転者が前方障害物を追い越そうとしている追越意図を正確に判断することができる。

【0115】

《第4の実施の形態》

以下に、本発明の第4の実施の形態による車両用運転操作補助装置について説明する。図38に、第4の実施の形態による車両用運転操作補助装置4の構成を示す。図38において、図1に示した第1の実施の形態と同様の機能を有する箇所には同一の符号を付している。ここでは、第1の実施の形態との相違点を主に説明する。

【0116】

第4の実施の形態による車両用運転操作補助装置4は、コントローラ50Bにおいて自車両のリスクポテンシャル R_P に基づいて制駆動力制御のみを行い、操作反力制御を行わない。そこで、車両用運転操作補助装置4は、アクセルペダル61に操作反力を発生させるアクセルペダル反力発生装置70およびブレーキペダル91に操作反力を発生させるブレーキペダル反力発生装置80を備えていない。

【0117】

第4の実施の形態における車両用運転操作補助装置4の動作を、図39のフローチャートを用いて説明する。本処理内容は、一定間隔、例えば50msec毎に連続的に行われる。ステップS510～S610における処理は、図8のフローチャートのステップS110～S210での処理と同様であるので説明を省略する。

【0118】

ステップS620では、ステップS610で算出した駆動力補正量 D_a と制動力補正量 D_b を、それぞれ駆動力制御装置60および制動力制御装置90に出力する。

なお、追い越し意図判断処理、ラップ率算出処理、およびラップ率ゲイン算出処理は、第2または第3の実施の形態で説明した手法を用いることも可能である。

【0119】

上述した第1の実施の形態においては、自車速 V_h 、相対速度 V_r 、車間距離 D 、およびアクセルペダル反力制御指令値 F_A に応じて算出される閾値 $_ovr$ の中から、セレクトハイにより追越意図判断に用いる閾値 $_ovr$ を設定した。また、追越意図ありと判断された場合は、自車速 V_h 、相対速度 V_r 、車間距離 D 、アクセルペダル反力制御指令値 F_A およびアクセルペダル操作量 S_A に応じて算出されるラップ率ゲイン G_{1a} の中から、セレクトハイにより制御量の補正量を調整するラップ率ゲイン G_{1a} を設定した。しかし、これらには限定されず、別のパラメータ、例えば第2の実施の形態で説明した自車両の車線内横位置を加えたり、いずれか一つのパラメータに応じて閾値 $_ovr$ およびラップ率ゲイン G_{1a} を設定することもできる。この場合、閾値 $_ovr$ およびラップ率ゲイン G_{1a} を設定するために同じパラメータを用いたり、異なるパラメータを用いることができる。

【0120】

上述した第1から第4の実施の形態においては、前方障害物の幅 W 、および自車両の予測進路と前方障害物との横偏差 d に基づいてラップ率 L_a を算出し、算出したラップ率 L_a に基づいて仮想弾性体の反発力 C を調整して制御反発力 F_c を算出した。しかしこれには限定されず、前方障害物の幅 W のみに基づいて仮想弾性体の反発力 C を調整し、制御用反発力 F_c を算出することももちろん可能である。

【0121】

上述した第1から第3の実施の形態においては、自車両周囲の現在のリスクポテンシャル R_P に応じたアクセルペダル反力制御およびブレーキペダル反力制御をそれぞれ行った。ただし、これには限定されず、アクセルペダル反力制御またはブレーキペダル反力制御

10

20

30

40

50

を行うこともできる。また、制駆動力制御を行わずに、アクセルペダル反力制御およびブレーキペダル反力制御の少なくともいずれか一方を行うように構成することもできる。

【 0 1 2 2 】

上述した第 1 から第 4 の実施の形態においては、自車両と障害物との車間時間 T_{HW} を障害物に対する接近度合いを表すリスクポテンシャルとして算出したが、これには限定されない。例えば、車間時間 T_{HW} の代わりに自車両が障害物に接触するまでの時間を表す余裕時間 T_{TC} を用いることもできる。余裕時間 T_{TC} は、自車両と障害物との車間距離 D を相対速度 V_r で割ることにより算出でき、自車両の障害物に対する接近度合いを表す物理量であるといえる。なお、余裕時間 T_{TC} を用いる場合も、車間時間 T_{HW} を用いる場合と同様に制御用反発力 F_c を算出する。

10

【 0 1 2 3 】

以上説明した第 1 から第 4 の実施の形態においては、レーダ装置 10 および車速センサ 20 が走行状態検出手段として機能し、コントローラ 50、50A、50B がリスクポテンシャル算出手段、追越意図検出手段、補正手段、およびウィンカ操作検出手段として機能し、駆動力制御装置 60、アクセルペダル反力発生装置 70、ブレーキペダル反力発生装置 80 および制動力制御装置 90 が制御手段として機能し、レーダ装置 10 が幅検出手段として機能し、アクセルペダルストロークセンサ 62 がアクセルペダル操作検出手段およびアクセルペダル操作量検出手段として機能することができる。ただし、これらには限定されず、走行状態検出手段としてのレーダ装置 10 を、レーザレーダとは別方式のミリ波レーダを用いたり、カメラ装置 35 を走行状態検出手段として用いることも可能である。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 2 4 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。

【 図 2 】 レーダ装置の測距原理を説明する図。

【 図 3 】 レーダ装置による検出結果の一例を示す図。

【 図 4 】 駆動力制御装置を説明する図。

【 図 5 】 アクセルペダル操作量と要求駆動力との関係を示す図。

【 図 6 】 制動力制御装置を説明する図。

30

【 図 7 】 ブレーキペダル操作量と要求制動力との関係を示す図。

【 図 8 】 第 1 の実施の形態における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【 図 9 】 自車両の予測進路の算出方法を説明する図。

【 図 10 】 自車両の予測進路の算出方法を説明する図。

【 図 11 】 追い越し意図判断処理の処理手順を示すフローチャート。

【 図 12 】 自車速と追い越し意図判断閾値との関係を示す図。

【 図 13 】 相対速度と追い越し意図判断閾値との関係を示す図。

【 図 14 】 車間距離と追い越し意図判断閾値との関係を示す図。

【 図 15 】 アクセルペダル操作反力と追い越し意図判断閾値との関係を示す図。

40

【 図 16 】 自車両の予測進路と前方障害物とのラップ率の算出方法を説明する図。

【 図 17 】 ラップ率とラップ率ゲインとの基本的な関係を示す図。

【 図 18 】 自車速を変化させた場合のラップ率とラップ率ゲインとの関係を示す図。

【 図 19 】 相対速度を変化させた場合のラップ率とラップ率ゲインとの関係を示す図。

【 図 20 】 車間距離を変化させた場合のラップ率とラップ率ゲインとの関係を示す図。

【 図 21 】 アクセルペダル操作反力を変化させた場合のラップ率とラップ率ゲインとの関係を示す図。

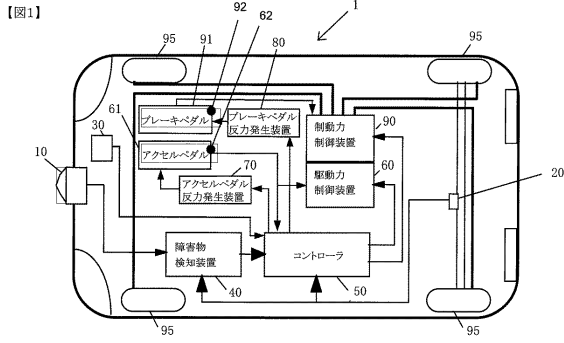
【 図 22 】 アクセルペダル操作量を変化させた場合のラップ率とラップ率ゲインとの関係を示す図。

【 図 23 】 (a) (b) 制駆動力制御の概念を説明する図。

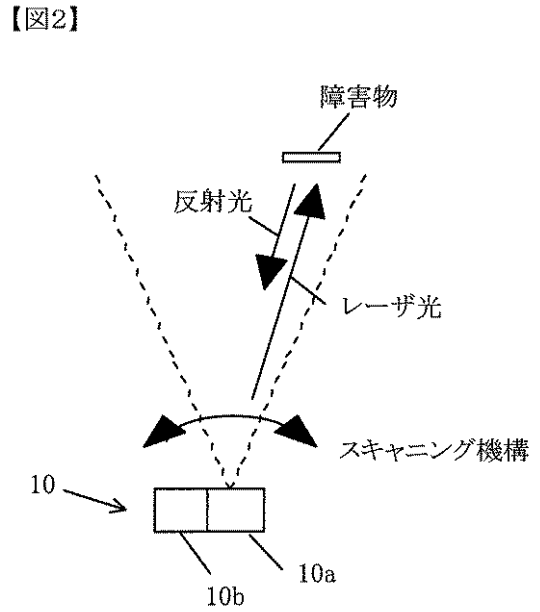
50

- 【図 2 4】制御反発力算出処理の処理手順を示すフローチャート。
- 【図 2 5】制駆動力補正量算出処理の処理手順を示すフローチャート。
- 【図 2 6】駆動力補正および制動力補正の特性を説明する図。
- 【図 2 7】制御反発力とアクセルペダル反力制御指令値との関係を示す図。
- 【図 2 8】制御反発力とブレーキペダル反力制御指令値との関係を示す図。
- 【図 2 9】(a) ~ (d) 第 1 の実施の形態の作用を説明する図。
- 【図 3 0】本発明の第 2 の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。
- 【図 3 1】第 2 の実施の形態における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。
- 【図 3 2】車線内横位置と追い越し意図判断閾値との関係を示す図。 10
- 【図 3 3】車線内横位置を変化させた場合のラップ率とラップ率ゲインとの関係を示す図。
- 【図 3 4】車線内横位置と追い越し意図判断閾値との他の関係を示す図。
- 【図 3 5】操舵操作に基づく追い越し意図判断処理の処理手順を示すフローチャート。
- 【図 3 6】ウィンカ操作に基づく追い越し意図判断処理の処理手順を示すフローチャート。
- 【図 3 7】車線内横位置に基づく追い越し意図判断処理の処理手順を示すフローチャート。
- 【図 3 8】本発明の第 4 の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。
- 【図 3 9】第 4 の実施の形態における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。 20
- 【符号の説明】
- 【 0 1 2 5 】
- 1 0 : レーダ装置
- 2 0 : 車速センサ
- 3 0 : 舵角センサ
- 4 0 : 障害物検知装置
- 5 0 , 5 0 A , 5 0 B : コントローラ
- 6 0 : 駆動力制御装置
- 6 1 : アクセルペダル 30
- 7 0 : アクセルペダル反力発生装置
- 8 0 : ブレーキペダル反力発生装置
- 9 0 : 制動力制御装置
- 9 1 : ブレーキペダル

【図1】

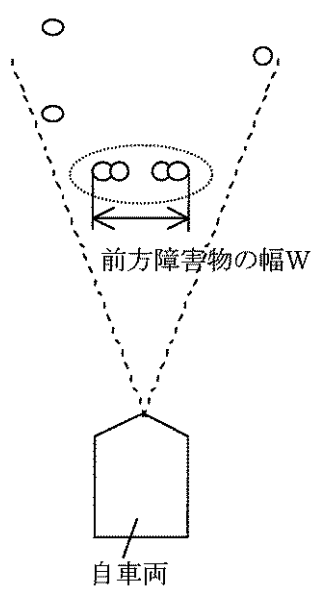


【図2】

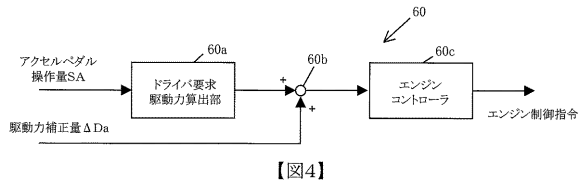


【図3】

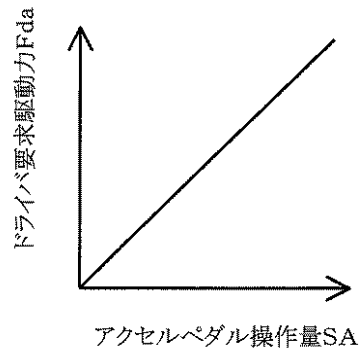
【図3】



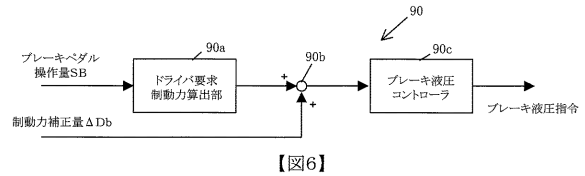
【図4】



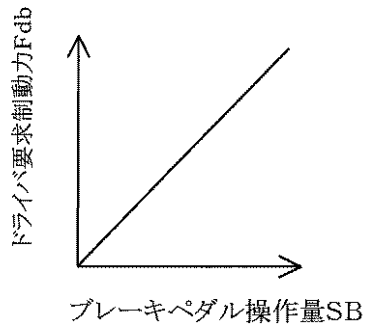
【図5】



【図6】

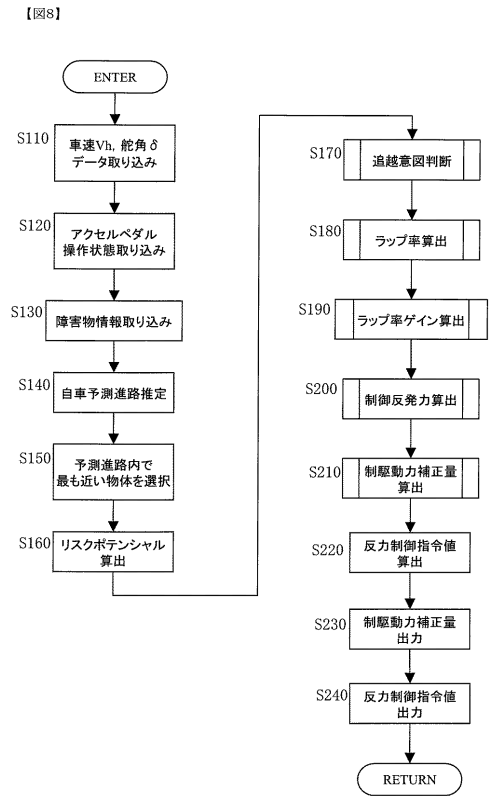


【 図 7 】



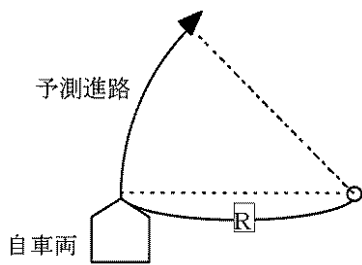
【 図 7 】

【 図 8 】



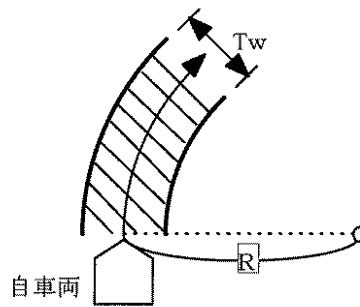
【 図 9 】

【 図 9 】



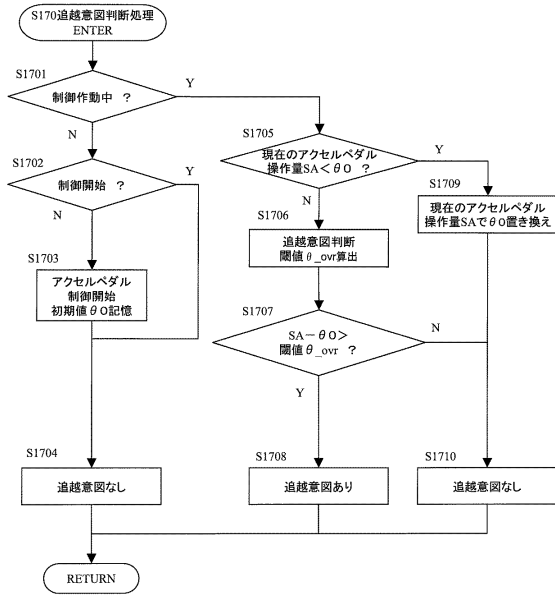
【 図 10 】

【 図 10 】



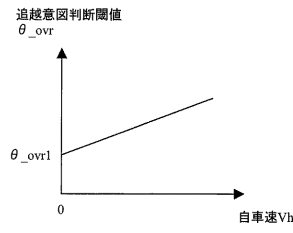
【図11】

【図11】



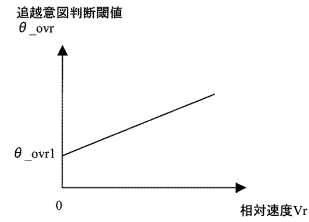
【図12】

【図12】



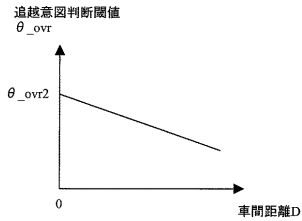
【図13】

【図13】



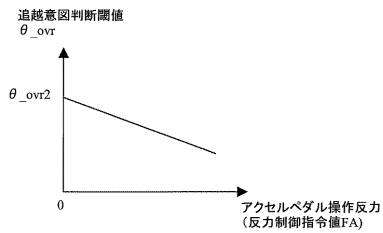
【図14】

【図14】



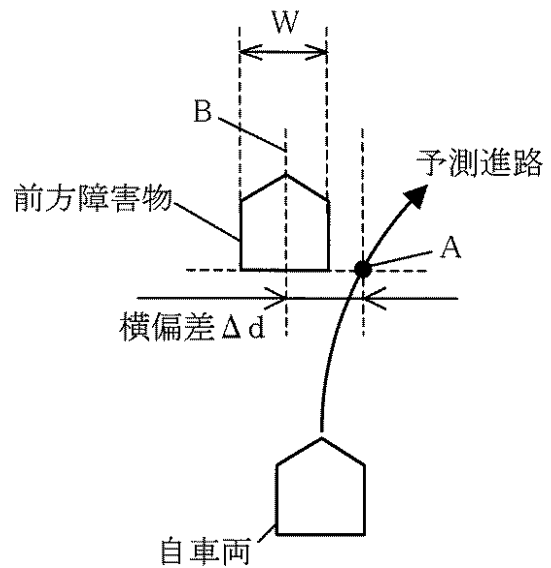
【図15】

【図15】

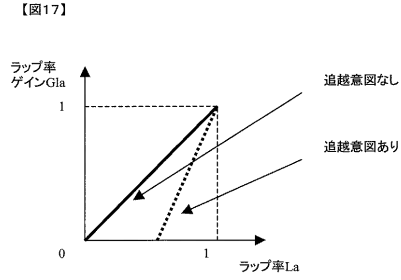


【図16】

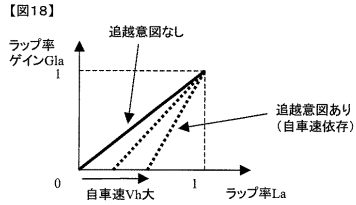
【図16】



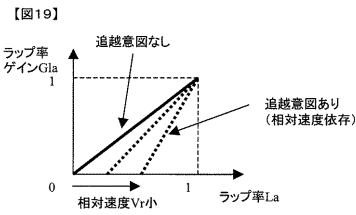
【図17】



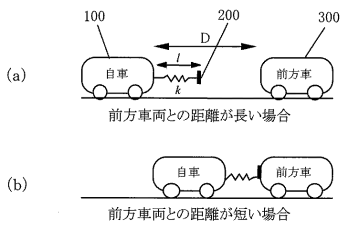
【図18】



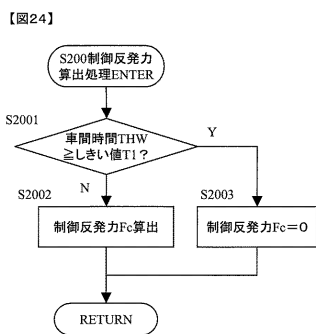
【図19】



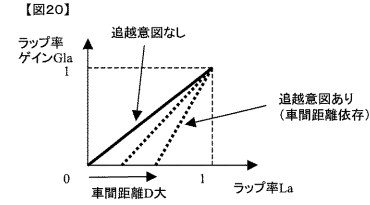
【図23】



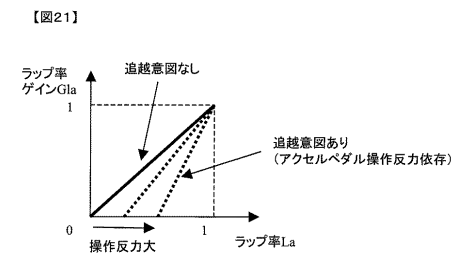
【図24】



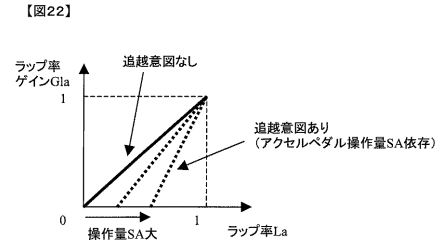
【図20】



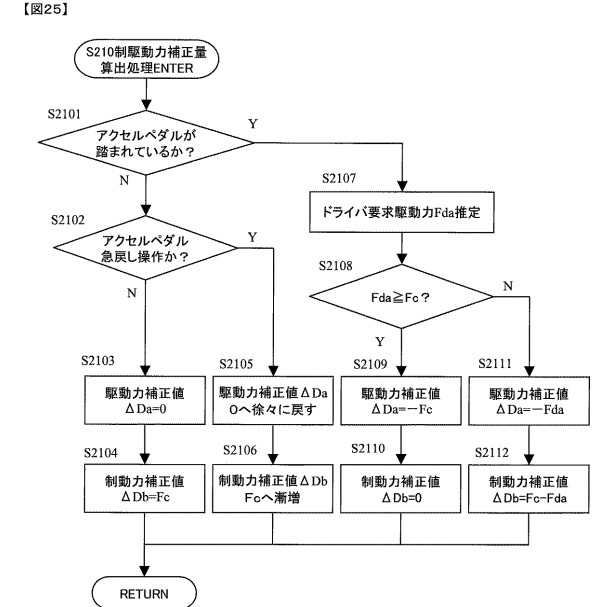
【図21】



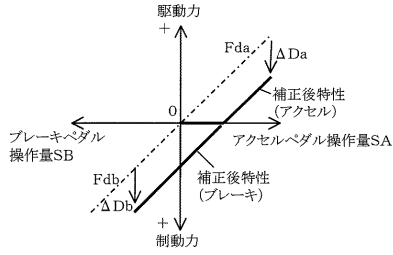
【図22】



【図25】

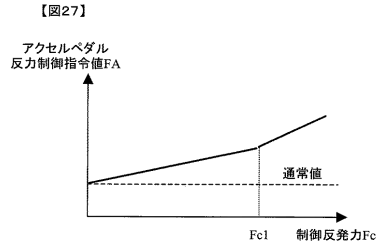


【図26】

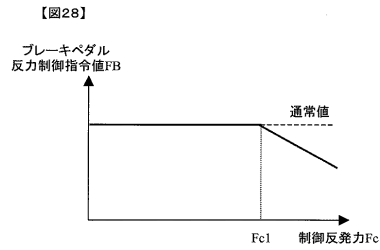


【図26】

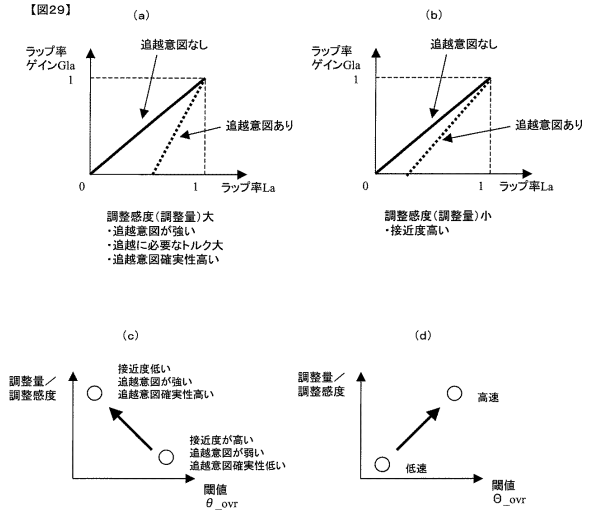
【図27】



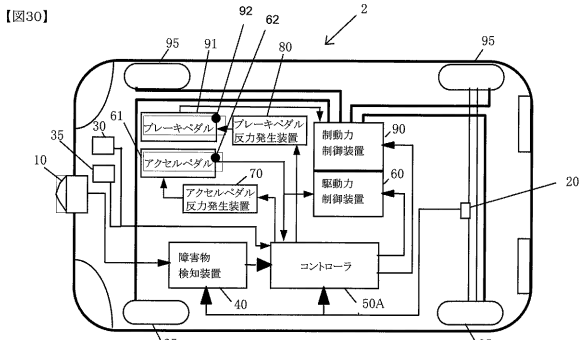
【図28】



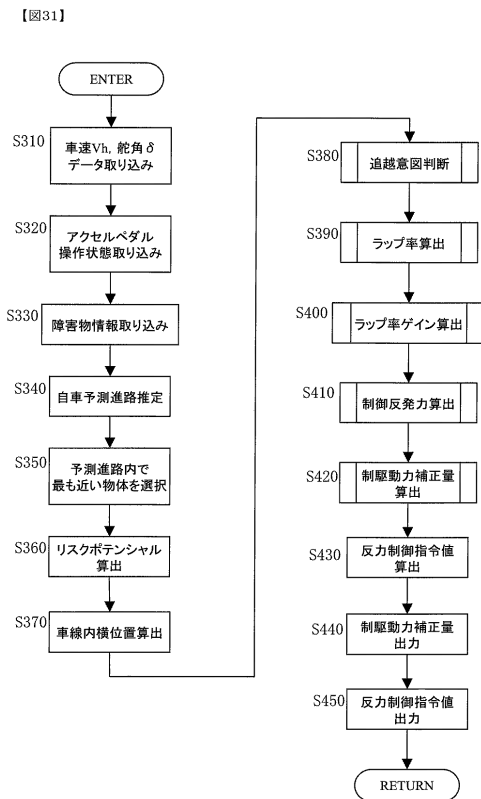
【図29】



【図30】

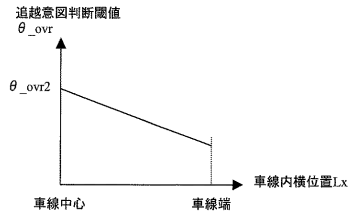


【図31】



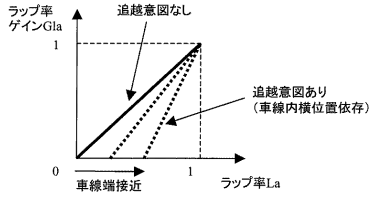
【図32】

【図32】



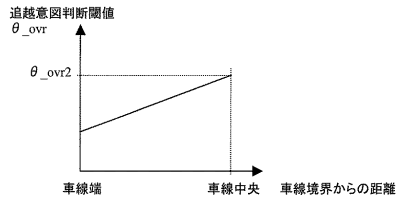
【図33】

【図33】



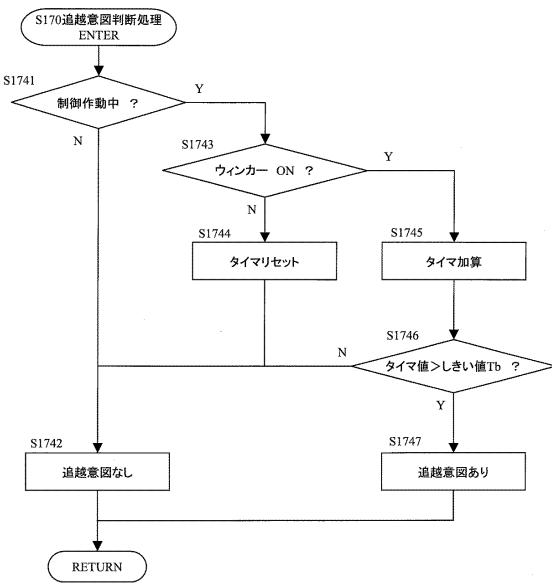
【図34】

【図34】



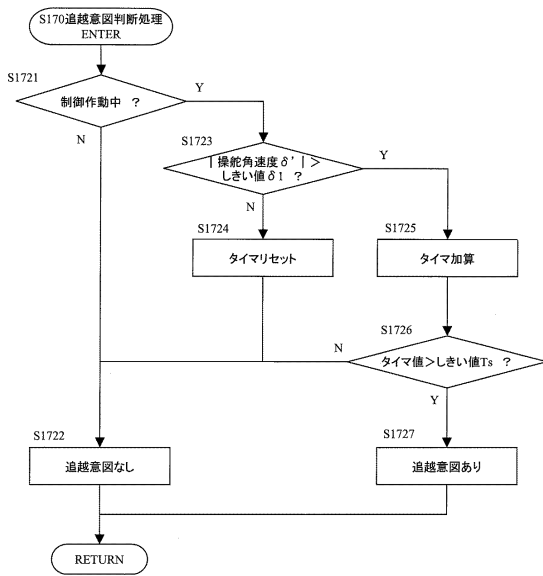
【図36】

【図36】



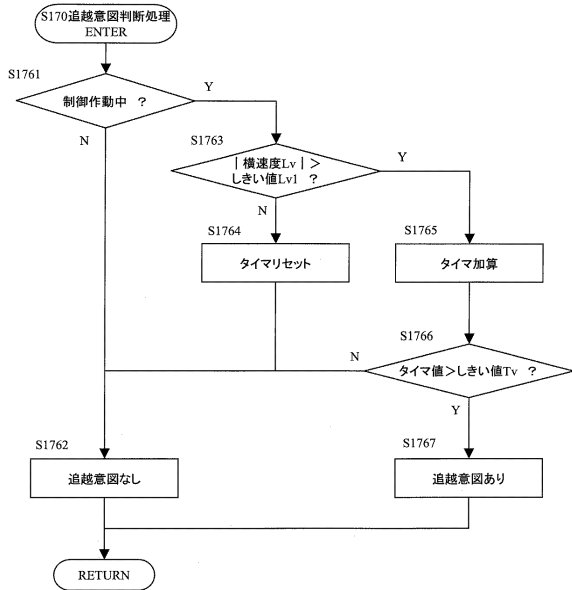
【図35】

【図35】



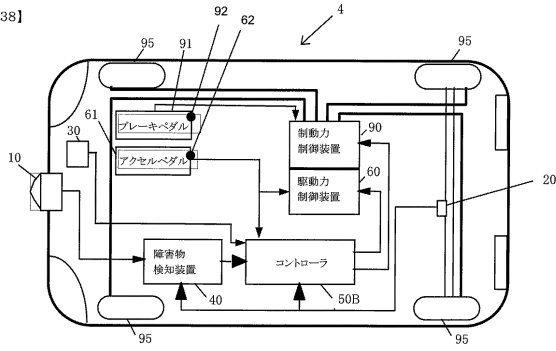
【図37】

【図37】



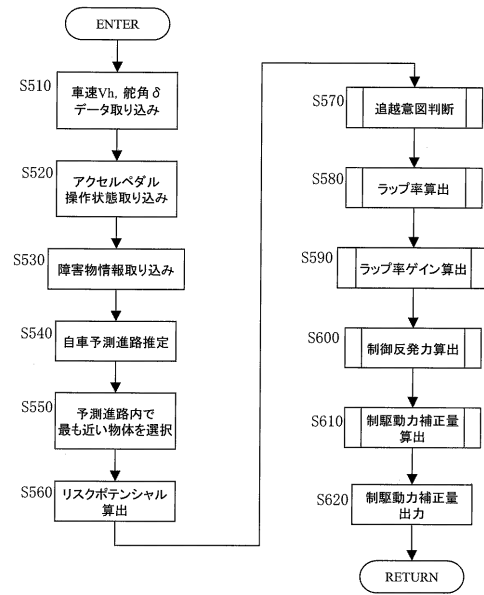
【図38】

【図38】



【図39】

【図39】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 29/02 (2006.01) B 6 0 K 31/00 Z
B 6 0 W 30/00 (2006.01) F 0 2 D 29/02 3 0 1 D
B 6 0 T 7/12 (2006.01) B 6 0 K 41/00 6 1 2 R
B 6 0 T 7/12 C

(72)発明者 吉沢 弘之
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 金丸 治之

(56)参考文献 特開2005-112242(JP,A)
特開2004-189101(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 0 K 2 6 / 0 4
B 6 0 K 2 8 / 1 0