

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3879708号

(P3879708)

(45) 発行日 平成19年2月14日(2007.2.14)

(24) 登録日 平成18年11月17日(2006.11.17)

(51) Int. Cl.	F I
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 E
B60K 26/02 (2006.01)	B60K 26/02
B60K 28/14 (2006.01)	B60K 28/14
B60R 21/00 (2006.01)	B60R 21/00 624D
	B60R 21/00 626A

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-159299 (P2003-159299)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成15年6月4日(2003.6.4)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2004-362227 (P2004-362227A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成16年12月24日(2004.12.24)	(74) 代理人	100084412
審査請求日	平成17年4月25日(2005.4.25)		弁理士 永井 冬紀
		(72) 発明者	山村 智弘
			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	千壽 哲郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用リスクポテンシャル算出装置、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る車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両の車両状態および自車両周囲の走行環境を検出する状況認識手段と、
前記状況認識手段の検出結果に基づいて、前記自車両周囲の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、
前記車両状態および前記走行環境に対する運転者の順応特性に対応して、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を補正する順応対応補正手段とを有し、
前記順応対応補正手段は、前記運転者が前記車両状態および前記走行環境に順応した状態で、前記リスクポテンシャル算出手段による前記リスクポテンシャルの算出に時間遅れを持たせることによって前記リスクポテンシャルを補正することを特徴とする車両用リスクポテンシャル算出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の車両用リスクポテンシャル算出装置において、
前記リスクポテンシャル算出手段は、前記自車両と先行車との接近度合を示す第1のリスクポテンシャルと、前記自車両周囲の走行環境の変化による前記接近度合への影響度合を示す第2のリスクポテンシャルとを算出し、前記第1のリスクポテンシャルと前記第2のリスクポテンシャルとから前記リスクポテンシャルを算出し、
前記順応対応補正手段は、前記第2のリスクポテンシャルを補正することを特徴とする車両用リスクポテンシャル算出装置。

10

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車両用リスクポテンシャル算出装置において、
前記状況認識手段は、少なくとも前記自車両の自車速、および前記自車両と前記先行車との車間距離を検出し、

前記リスクポテンシャル算出手段は、前記状況認識手段によって検出される前記自車速と前記車間距離とから前記第 2 のリスクポテンシャルを算出し、

前記順応対応補正手段は、前記状況認識手段によって検出される前記自車速に時間遅れを持たせることにより前記第 2 のリスクポテンシャルを補正することを特徴とする車両用リスクポテンシャル算出装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の車両用リスクポテンシャル算出装置において、

前記状況認識手段は、前記自車両と前記先行車との相対速度をさらに検出し、

前記リスクポテンシャル算出手段は、前記車間距離を前記相対速度で除算した余裕時間の逆数を前記第 1 のリスクポテンシャルとして用い、前記車間距離を前記自車速で除算した車間時間の逆数を前記第 2 のリスクポテンシャルとして用いることを特徴とする車両用リスクポテンシャル算出装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の車両用リスクポテンシャル算出装置において、

前記順応対応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を、前記自車両の過去の車両運動履歴に応じてさらに補正する履歴対応補正手段をさらに備えることを特徴とする車両用リスクポテンシャル算出装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の車両用リスクポテンシャル算出装置と、

前記リスクポテンシャルに応じて車両操作機器に発生させる操作反力を算出する反力算出手段と、

前記反力算出手段によって算出される前記操作反力を前記車両操作機器に発生させる反力発生手段とを有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 6 に記載の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。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の車両用リスクポテンシャル算出装置において

前記車両状態および前記走行環境に対する前記運転者の順応特性は、前記運転者の速度順応特性であることを特徴とする車両用リスクポテンシャル算出装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の車両用リスクポテンシャル算出装置において、

前記状況認識手段は、少なくとも前記自車両の自車速を検出し、

前記順応対応補正手段は、前記自車速が所定時間以上一定であった場合に、前記リスクポテンシャルに時間遅れを持たせることを特徴とする車両用リスクポテンシャル算出装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、運転者の操作を補助する技術に関し、とくに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。

【0002】

【従来の技術】

従来の車両用運転操作補助装置は、先行車と自車両との車間距離に基づき、アクセルペダルの操作反力を変更している（例えば特許文献 1）。この装置は、車間距離の減少に伴い

10

20

30

40

50

アクセルペダルの反力を増加させることによって、運転者の注意を喚起する。

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】

特開平 10 - 166889 号公報

【特許文献 2】

特開平 10 - 166890 号公報

【特許文献 3】

特開 2000 - 54860 号公報

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

このような車両用運転操作補助装置にあっては、運転者の感じるリスクに合ったアクセルペダル反力制御を行うように、自車両周囲の走行状況に応じて運転者が実際に感じるリスクを正確に予測することが望まれている。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明による車両用リスクポテンシャル算出装置は、自車両の車両状態および自車両周囲の走行環境を検出する状況認識手段と、状況認識手段の検出結果に基づいて、自車両周囲の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、車両状態および走行環境に対する運転者の順応特性に対応して、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を補正する順応対応補正手段とを有し、順応対応補正手段は、運転者が車両状態および走行環境に順応した状態で、リスクポテンシャル算出手段によるリスクポテンシャルの算出に時間遅れを持たせることによってリスクポテンシャルを補正する。

【0005】

【発明の効果】

本発明による車両用リスクポテンシャル算出装置によれば、運転者の順応特性に対応して自車両周囲のリスクポテンシャルを補正するので、運転者が走行環境に順応した場合でも運転者の感覚にあったリスクポテンシャルを演算することができる。

【0006】

本発明による車両用運転操作補助装置によれば、運転者の順応特性に対応して補正したリスクポテンシャルを車両操作機器の操作反力として発生するので、運転者に自車両周囲のリスクポテンシャルを確実に伝達することができる。

【0007】

本発明による車両によれば、自車両周囲のリスクポテンシャルに応じて車両操作機器の操作反力を制御することにより、運転者の運転操作を適切な方向へ促すことができる。

【0008】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の一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り、図 2 は、車両用運転操作補助装置 1 を搭載する車両の構成図である。

【0009】

まず、車両用運転操作補助装置 1 の構成を説明する。レーザレーダ 10 は、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、水平方向に赤外光パルスを照射して自車両の前方領域を走査する。レーザレーダ 10 は、前方にある複数の反射物（通常、先行車の後端）で反射された赤外光パルスの反射波を計測し、反射波の到達時間より、先行車までの車間距離と相対速度を検出する。検出した車間距離及び相対速度はコントローラ 50 へ出力される。レーザレーダ 10 によりスキャンされる前方の領域は、自車正面に対して ± 6 deg 程度であり、この範囲内に存在する前方物体が検出される。

【0010】

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し、検出した自車速をコントローラ 50 に出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

コントローラ 50 は、CPU と、ROM および RAM 等の CPU 周辺部品とから構成されており、車両用運転操作補助装置 1 の全体の制御を行う。コントローラ 50 は、車速センサ 20 およびレーザレーダ 10 から入力される自車速、車間距離および相対速度等の信号から、後述するように自車前方を走行する先行車両に対するリスクポテンシャルを算出する。さらに、算出したリスクポテンシャルに基づいて、アクセルペダル反力制御装置 60 へ反力指令値を出力する。

【 0 0 1 2 】

アクセルペダル反力制御装置 60 は、コントローラ 50 からの指令値に応じてアクセルペダル操作反力を制御する。図 3 に示すように、アクセルペダル 80 には、リンク機構を介してサーボモータ 70 およびアクセルペダルストロークセンサ 71 が接続されている。サーボモータ 70 は、アクセルペダル反力制御装置 60 からの指令に応じてトルクと回転角とを制御し、運転者がアクセルペダル 80 を操作する際に発生する操作反力を任意に制御する。アクセルペダルストロークセンサ 71 は、リンク機構を介してサーボモータ 70 の回転角に変換されたアクセルペダル 80 のストローク量 S を検出する。

10

【 0 0 1 3 】

なお、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特性は、例えば、アクセルペダルストローク量 S が大きくなるほどアクセルペダル反力がリニアに大きくなるよう設定されている。通常のアクセルペダル反力特性は、例えばアクセルペダル 80 の回転中心に設けられたねじりバネ（不図示）のバネ力によって実現することができる。

20

【 0 0 1 4 】

次に、本発明の車両用運転操作補助装置 1 における動作を説明する。以下にその概要を説明する。

自車両の走行状況が定常状態、すなわち自車両と先行車との相対速度 v_r が 0 で車間距離 d を保ちながら自車両が先行車に追従する状態と、自車両の走行状況が過渡状態、すなわち相対速度 v_r と車間距離 d が変動し、自車両が先行車に接近していく状態とでは、運転者が実際に感じるリスクは異なる。本発明の一実施の形態においては、定常状態におけるリスクポテンシャル $R P_{steady}$ （定常項）と、過渡状態におけるリスクポテンシャル $R P_{transient}$ （過渡項）とを別々に定義し、走行状態に応じて変数により定常項と過渡項とを適切に重み付けすることにより、運転者が実際に感じるリスクにあった自車両周囲のリスクポテンシャル $R P$ を算出する。

30

【 0 0 1 5 】

よく知られているように、運転者の速度感覚には速度順応という特性がある。これは、例えば高速道路などを連続して走行すると、高速道路での走行速度に運転者の感覚が順応し、速度を知覚する感覚、すなわち速度感が低下するものである。したがって、高速道路を長時間走行した後、高速道路を降りて低速走行するときに、運転者が実際に感じている速度は実際の車速よりも小さくなるという現象が発生する。

【 0 0 1 6 】

このため、自車両周囲のリスクポテンシャル $R P$ を算出する算出式に自車速が含まれている場合は、運転者が実際に感じるリスクと算出されるリスクポテンシャル $R P$ が合致しない場合がある。具体的には、一定時間以上連続して高速走行状態が続いた後に低速走行に移行した場合や、低速走行が連続した後に高速走行に移行した場合には、速度順応により運転者が感じるリスクが即座に切り換わらないため、アクセルペダル反力制御を行ったときに運転者に違和感を与えてしまう。

40

【 0 0 1 7 】

そこで、本発明の一実施の形態においては、運転者の速度順応特性を考慮してリスクポテンシャルを算出する。具体的には、運転者の速度順応特性に合わせて自車速に時間遅れを持たせ、時間遅れを持たせた自車速を用いてリスクポテンシャル $R P$ を算出する。さらに、走行状態に応じて定常項 $R P_{steady}$ と過渡項 $R P_{transient}$ に重み付けをする変数に

50

時間遅れを持たせ、リスクポテンシャル R P をより一層、運転者のリスク認知感覚特性に合ったものとする。

【 0 0 1 8 】

以下に、リスクポテンシャル R P の算出方法およびアクセルペダル反力制御について、図 4 のフローチャートを用いて詳細に説明する。図 4 は、コントローラ 5 0 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である。本処理内容は、一定間隔（例えば 5 0 msec）毎に連続的に行われる。

【 0 0 1 9 】

ステップ S 1 1 0 で、レーザレーダ 1 0 および車速センサ 2 0 から自車両および車両周囲の走行状態を読み込む。図 5 に、自車両と自車両前方の先行車との走行状態を模式的に示す。自車両の走行状態を示すパラメータは、自車両の車両前後方向の現在位置 x_1 , 自車速 v_1 , および自車加速度 a_1 である。先行車の走行状態を示すパラメータは、先行車の車両前後方向の現在位置 x_2 , 先行車速 v_2 , および先行車加速度 a_2 である。自車両と先行車の車間距離 $d = x_2 - x_1$, 相対速度 $v_r = v_2 - v_1$, 相対加速度 $a_r = a_2 - a_1$ として表される。

10

【 0 0 2 0 】

ステップ S 1 2 0 では、ステップ S 1 1 0 で読み込んだパラメータを用いて、先行車までの余裕時間 T T C と車間時間 T H W とを算出する。

【 0 0 2 1 】

余裕時間 T T C は、先行車に対する現在の自車両の接近度合を示す物理量である。余裕時間 T T C は、現在の走行状況が継続した場合、つまり自車速 v_1 , 先行車速 v_2 および相対車速 v_r が一定の場合に、何秒後に車間距離 d がゼロとなり自車両と先行車両とが接触するかを示す値であり、以下の（式 1）により求められる。

20

【 数 1 】

$$\text{余裕時間 T T C} = -d / v_r \quad (\text{式 1})$$

【 0 0 2 2 】

余裕時間 T T C の値が小さいほど、先行車への接触が緊迫し、先行車への接近度合が大きいことを意味している。例えば先行車への接近時には、余裕時間 T T C が 4 秒以下となる前に、ほとんどのドライバが減速行動を開始することが知られている。

【 0 0 2 3 】

車間時間 T H W は、自車両が先行車に追従走行している場合に、想定される将来の先行車の車速変化による余裕時間 T T C への影響度合、つまり相対車速 v_r が変化すると仮定したときの影響度合を示す物理量である。車間時間 T H W は、以下の（式 2）で表される。

30

【 数 2 】

$$\text{車間時間 T H W} = d / v_1 \quad (\text{式 2})$$

【 0 0 2 4 】

車間時間 T H W は、車間距離 d を自車速 v_1 で除したものであり、先行車の現在位置に自車両が到達するまでの時間を示す。この車間時間 T H W が大きいほど、周囲環境変化に対する予測影響度合が小さくなる。つまり、車間時間 T H W が大きい場合には、もしも将来に先行車の車速が変化しても、先行車までの接近度合には大きな影響を与えず、余裕時間 T T C はあまり大きく変化しないことを示す。なお、自車両が先行車に追従し、自車速 $v_1 =$ 先行車速 v_2 である場合は、（式 2）において自車速 v_1 の代わりに先行車速 v_2 を用いて車間時間 T H W を算出することもできる。

40

【 0 0 2 5 】

ステップ S 1 3 0 では、ステップ S 1 2 0 で算出した車間時間 T H W を補正する。（式 2）に示すように、車間時間 T H W は自車速 v_1 を用いて算出されるため、運転者の速度順応特性の影響を受ける。そこで、現在の自車速 v_1 に対して運転者の速度順応特性に合わせた時間遅れを持たせ、時間遅れを持たせた自車速 v_1' を用いて改めて車間時間 T H W を算出する。ここでは、ステップ S 1 1 0 で検出した自車速 v_1 にローパスフィルタ（L P F）を施すことにより、自車速 v_1 に時間遅れを持たせる。時間遅れを持たせた自車速

50

の補正值 v_1' は、以下の(式3)により表される。

【数3】

$$v_1' = L P F 1 (v_1) \quad (\text{式 3})$$

【0026】

さらに、(式3)でローパスフィルタを施した走行車速補正值 v_1' を用いて、車間時間 $T H W$ の補正值 $T H W'$ を以下の(式4)により算出する。

【数4】

$$T H W' = d / v_1' \quad (\text{式 4})$$

このように、車間時間の補正值 $T H W'$ は、運転者の速度順応特性を考慮して時間遅れを持たせた自車速 v_1' と、現在の車間距離 d とから算出される。

10

【0027】

自車両の走行状況が完全に過渡状態である場合は、余裕時間 $T T C$ の逆数によって運転者が感じるリスクをよく表すことができるので、余裕時間の逆数 $1 / T T C$ をリスクポテンシャル $R P$ の過渡項 $R P \text{ transient}$ として用いる。自車両の走行状況が完全に定常状態である場合は、車間時間 $T H W$ の逆数によって運転者が感じるリスクをよく表すことができるので、(式4)で算出した車間時間補正值の逆数 $1 / T H W'$ をリスクポテンシャル $R P$ の定常項 $R P \text{ steady}$ として用いる。

【0028】

ステップ $S 1 4 0$ では、ステップ $S 1 1 0$ で検出した走行状態データに基づいて必要減速度 a_n を算出する。ここで、必要減速度 a_n は、現在の走行状況において自車両が先行車との追突を回避するために必要な減速度を表し、定常項 $R P \text{ steady}$ と過渡項 $R P \text{ transient}$ の重み付けを決定する変数 を算出するために用いられる。必要減速度 a_n は、自車両と先行車との車間距離 d および相対速度 v_r から以下の(式5)により算出できる。

20

【数5】

$$a_n = v_r^2 / 2 d \quad (\text{式 5})$$

【0029】

(式5)により算出される必要減速度 a_n が大きいほど自車両と先行車との接近状況が緊迫しており、減速操作を早急に開始する必要性が高く、減速操作を行った場合の操作量が大きくなるといえる。

【0030】

30

ステップ $S 1 5 0$ では、変数 に運転者の感覚特性に合った時間遅れを持たせるために、ステップ $S 1 4 0$ で算出した必要減速度 a_n にローパスフィルタ ($L P F$) を施す。ローパスフィルタを施すことにより、現在の走行状況における必要減速度 a_n に時間遅れを持たせる。ローパスフィルタにより補正された必要減速度 a_n' は、以下の(式6)により表される。

【数6】

$$a_n' = L P F 2 (a_n) \quad (\text{式 6})$$

【0031】

つづくステップ $S 1 6 0$ では、ステップ $S 1 2 0$ で算出した過渡項 $R P \text{ transient} = 1 / T T C$ と、ステップ $S 1 3 0$ で算出した定常項 $R P \text{ steady} = 1 / T H W'$ 、およびステップ $S 1 5 0$ で算出した必要減速度補正值 a_n' に基づいて、自車両周囲のリスクポテンシャル $R P$ を算出する。まず、必要減速度補正值 a_n' を用いて、定常項 $R P \text{ steady}$ と過渡項 $R P \text{ transient}$ の重み付けを決定するための変数 を算出する。変数 は、以下の(式7)により算出できる。

40

【数7】

$$= 1 - a_n' / a_{n_0} \quad (\text{式 7})$$

ここで、変数 は、0 から 1 である。また、 a_{n_0} は必要減速度基準値であり、実験等の結果により予め適切に設定しておく。

【0032】

図6に、必要減速度補正值 a_n' と変数 との関係を示す。図6に示すように、必要減速

50

度補正值 $a_n' = 0$ のときは、自車両周囲の走行状態が完全定常状態であり、変数 $\alpha = 1$ である。必要減速度補正值 a_n' が大きくなると変数 α が低下して定常状態と過渡状態が混在した状態となり ($0 < \alpha < 1$)、必要減速度補正值 $a_n' = a_{n0}$ となると、変数 $\alpha = 0$ の完全過渡状態となる。

【0033】

つぎに、変数 α と、ステップ S120 で算出した過渡項 $RP_{transient}$ およびステップ S130 で算出した定常項 RP_{steady} とを用いて、以下の(式8)によりリスクポテンシャル RP を算出する。

【数8】

$$RP = \left(\frac{\alpha}{k}\right)RP_{steady} + \left(1 - \frac{\alpha}{k}\right)RP_{transient} \quad (\text{式8})$$

10

ここで、定常項 RP_{steady} と過渡項 $RP_{transient}$ それぞれに掛かる重み $w_a = \alpha/k$ 、 $w_b = (1 - \alpha/k)$ である。これにより、変数 α が1に近づいて定常状態に近づくと、定常項 RP_{steady} の重み付けが大きくなり、反対に変数 α が0に近づいて過渡状態に近づくと、過渡項 $RP_{transient}$ の重み付けが大きくなる。 k は、定常項 RP_{steady} と過渡項 $RP_{transient}$ の絶対的な重み付けを決定する定数であり、実験等の結果から予め適切に設定しておく。ここでは、例えば、必要減速度基準値 $a_{n0} = 1.0$ 、定数 $k = 9$ 程度に設定する。

【0034】

20

ステップ S170 では、ステップ S160 で算出したリスクポテンシャル RP に基づいて、アクセルペダル反力増加量 F を算出する。アクセルペダル反力増加量 F は、リスクポテンシャル RP が大きくなるほど増加し、例えばリスクポテンシャル RP に比例するように設定される ($F = k \cdot RP$)。

【0035】

ステップ S180 では、ステップ S170 で算出した反力増加量 F をアクセルペダル反力制御装置 60 に出力する。アクセルペダル反力制御装置 60 は、コントローラ 50 からの指令に応じて、通常の反力特性に反力増加量 F を加算したアクセルペダル反力 F を発生するように、サーボモータ 70 を制御する。これにより、今回の処理を終了する。

【0036】

30

このように、リスクポテンシャル RP に応じてアクセルペダル反力制御を行うことにより、運転者にリスクポテンシャル RP を認識させて運転者の運転操作を適切な方向へと促すように補助する。

【0037】

このように、以上説明した一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) 自車両の車両状態および自車両周囲の走行環境に対する運転者の順応特性に対応して自車両周囲のリスクポテンシャル RP を補正するので、走行環境が変化したときにも運転者の感覚にあったリスクポテンシャル RP を算出することができる。

(2) コントローラ 50 は、自車両と先行車との接近度合 (第1のリスクポテンシャル $RP_{transient}$) と、自車両周囲の走行環境の変化による接近度合への影響度合 (第2のリスクポテンシャル RP_{steady}) を算出し、これらを用いてリスクポテンシャル RP を算出する。自車両が先行車に接近していく場合、運転者は先行車の大きさが変化し、先行車に接近していることを常時視覚から認識することができるため、運転者は接近度合には順応しない。一方、自車両が先行車に追従する場合は、運転者はその走行状態に順応する。そこで、定常状態におけるリスクポテンシャル RP_{steady} として用いる接近度合への影響度合を補正することにより、運転者の順応特性に応じてリスクポテンシャル RP を補正する。このように、運転者の順応特性が影響を与える第2のリスクポテンシャル RP_{steady} を補正することにより、運転者の感覚にあったリスクポテンシャル RP を算出することができる。

40

50

(3) コントローラ50は、自車速 v_1 と車間距離 d とから定常項 $R_{P\ steady}$ を算出し、自車速 v_1 に時間遅れを持たせることにより定常項 $R_{P\ steady}$ を補正する。具体的には、現在の車間距離 d と時間遅れを持たせた自車速 v_1 とを用いて自車両と先行車との車間時間 T_{HW} を算出する。これにより、例えば一定時間以上高速走行状態あるいは低速走行状態が続いて運転者が速度に順応した状態から車速が変化した場合でも、数秒前の自車速 v_1' を用いて車間時間 T_{HW} が算出されるため、運転者の感覚にあったリスクポテンシャル R_P を予測することができる。このように、速度に対する運転者の順応特性を考慮してリスクポテンシャル R_P を算出することができる。

(4) コントローラ50は、過渡項 $R_{P\ transient}$ として車間距離 d を相対速度 v_r で除算した余裕時間の逆数 $1/TTC$ を用い、定常項 $R_{P\ steady}$ として車間距離 d を自車速 v_1 で除算した車間時間の逆数 $1/T_{HW}$ を用いる。これにより、過渡状態において運転者が実際に感じるリスクと、定常状態において運転者が実際に感じるリスクをそれぞれ確実に予測することができる。

10

(5) コントローラ50は、自車両の車両運動履歴に応じて自車両周囲のリスクポテンシャル R_P をさらに補正する。具体的には、現在の走行状況における必要減速度 a_n に時間遅れを持たせ、定常項 $R_{P\ steady}$ と過渡項 $R_{P\ transient}$ の重み付けを決定する変数 w を補正する。これにより、走行状態が変化した場合にも運転者の感じるリスクに合ったリスクポテンシャル R_P を算出することができる。自車速 v_1 に時間遅れを持たせて過渡項 $R_{P\ steady}$ を補正するとともに、定常項 $R_{P\ steady}$ と過渡項 $R_{P\ transient}$ の重み付けを補正することにより、より一層、運転者の感覚にあったリスクポテンシャル R_P を算出することができる。

20

(6) コントローラ50は、算出したリスクポテンシャル R_P に応じて反力増加量 F を算出し、アクセルペダル80に発生させる操作反力 F を制御する。これにより、自車両周囲のリスクポテンシャル R_P を車両操作機器であるアクセルペダル80の反力 F として運転者に確実に伝達することができる。

【0038】

上述した一実施の形態においては、自車速 v_1 にローパスフィルタを施してリスクポテンシャル R_P の定常項 $R_{P\ steady}$ を補正するとともに、必要減速度 a_n にローパスフィルタを施して定常項 $R_{P\ steady}$ と過渡項 $R_{P\ transient}$ の重み付けを決定する変数 w を補正した。ただし、これには限定されず、自車両周囲のリスクポテンシャル R_P を算出する際に、運転者の車速順応特性を考慮して自車速 v_1 のみに時間遅れを持たせることもできる。また、この場合は、定常項 $R_{P\ steady}$ と過渡項 $R_{P\ transient}$ の重み付けを一定とすることもできる。すなわち、本発明の一実施の形態においては、リスクポテンシャル R_P の算出式において、運転者の速度順応特性を考慮して少なくとも自車速 v_1 を用いる車間時間の逆数 $1/T_{HW}$ に時間遅れを持たせるようにする。

30

【0039】

自車速 v_1 に時間遅れを持たせるローパスフィルタ LPF_1 の時定数と、必要減速度 a_n に時間遅れを持たせるローパスフィルタ LPF_2 の時定数は、それぞれ適切な時間遅れを持たせるように予め設定しておく。

【0040】

上述した一実施の形態においては、変数 w を算出するために現在の走行状況による必要減速度 a_n を用いたが、例えば余裕時間の逆数 $1/TTC$ 、または自車両と先行車両との相対速度 v_r を用いることもできる。すなわち、変数 w は過渡状態と定常状態とを判別するための変数であり、自車両と先行車両との走行状態によりダイナミックに定常状態と過渡状態のシーンを決定することができれば、いずれのパラメータを用いて算出してもよい。

40

【0041】

上述した一実施の形態においては、自車速 v_1 にローパスフィルタを施して時間遅れを持たせたが、単に数秒前の自車速 v_1 を用いて車間時間 T_{HW} を算出することもできる。同様に、数秒前の必要減速度を用いて変数 w を算出することもできる。また、定常項 $R_{P\ steady}$ と過渡項 $R_{P\ transient}$ の重み w_a 、 w_b の両方に時間遅れを持たせるのではなく、

50

いずれか一方に時間遅れを持たせることもできる。例えば、定常項 R P steady に掛かる重み $w_a = \quad / k$ を決定するために、時間遅れを持たせた必要減速度 $a_{n'}$ から (式 7) により変数 \quad を算出し、一方、過渡項 R P transient に掛かる重み $w_b = (1 - \quad / k)$ を決定するために、(式 7) において必要減速度補正值 $a_{n'}$ の代わりに現在の必要減速度 a_n を用いて変数 \quad を決定する。このように、定常項 R P steady と過渡項 R P transient のいずれか一方の重み付けに時間遅れを持たせることによって、運転者の順応特性に対応したリスクポテンシャル R P を算出することができる。ただし、定常項 R P steady と過渡項 R P transient の両方の重み付けに時間遅れを持たせることによって、より運転者の感覚に合ったリスクポテンシャル R P を算出することができる。

【 0 0 4 2 】

上述した一実施の形態においては、自車速 v_1 および必要減速度 a_n に常時ローパスフィルタを施して時間遅れを持たせたが、自車速 v_1 が所定時間以上一定であった場合、または定常状態または過渡状態が一定時間以上継続した場合に、それぞれに時間遅れを持たせることもできる。

【 0 0 4 3 】

上述した一実施の形態では必要減速度基準値 $a_{n_0} = 1.0$, 定数 $k = 9$ 程度に設定するとして説明したが、これらには限定されず、変数 \quad をおよび係数 w_a 、 w_b をそれぞれ適切に設定するための他の値を用いることもできる。上述した一実施の形態においては、リスクポテンシャル R P に対して反力増加量 F が比例するように設定したが、これには限定されず、例えばリスクポテンシャル R P の増加に対して反力増加量 F が指数関数的に増加するように設定することもできる。

【 0 0 4 4 】

なお、上述した一実施の形態においては、状況認識手段としてレーザレーダ 10 および車速センサ 20 を用い、リスクポテンシャル算出手段、順応対応補正手段および履歴対応補正手段としてコントローラ 50 を用いた。状況認識手段、リスクポテンシャル算出手段、順応対応補正手段および履歴対応補正手段が車両用リスクポテンシャル算出装置を構成する。また、反力算出手段としてコントローラ 50 を用い、反力発生手段としてアクセルペダル反力制御装置 60 を用いた。しかし、これらには限定されず、例えば状況認識手段としてレーザレーダ 10 の代わりに別方式のミリ波レーダ等を用いたり、CCDカメラあるいはCMOSカメラを用いることもできる。また、反力発生手段としてブレーキペダル反力制御装置を用い、リスクポテンシャル R P に応じた操作反力をブレーキペダルに発生させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による車両用運転操作補助装置のシステム図。

【図 2】 図 1 に示す車両用運転操作補助装置を搭載した車両の構成図。

【図 3】 アクセルペダル周辺の構成図。

【図 4】 一実施の形態のコントローラによ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 5】 自車両と先行車の走行状態を示す模式図。

【図 6】 必要減速度補正值と変数 \quad との関係を示す図。

【符号の説明】

- 10 : レーザレーダ
- 20 : 車速センサ
- 50 : コントローラ
- 60 : アクセルペダル反力制御装置
- 70 : サーボモータ
- 71 : ストロークセンサ
- 80 : アクセルペダル

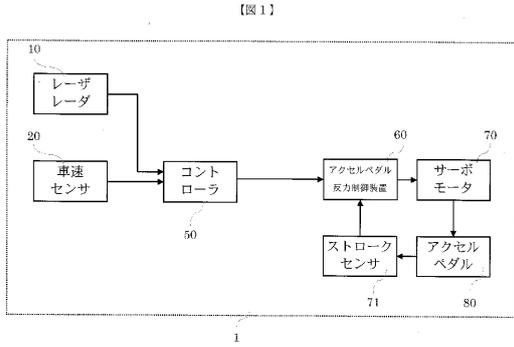
10

20

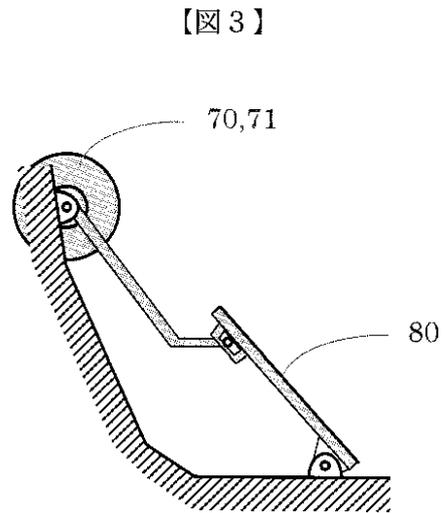
30

40

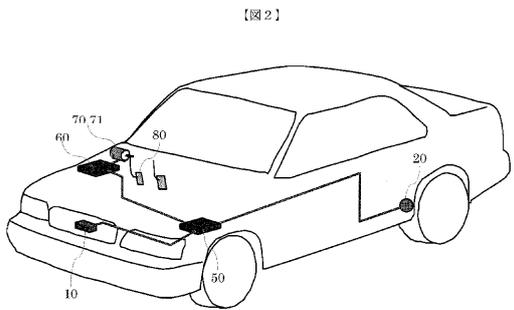
【図1】



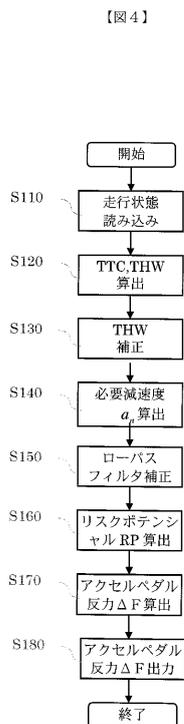
【図3】



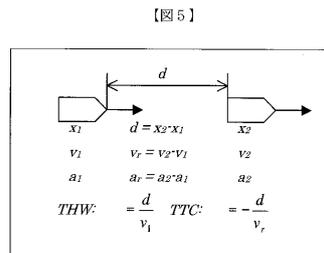
【図2】



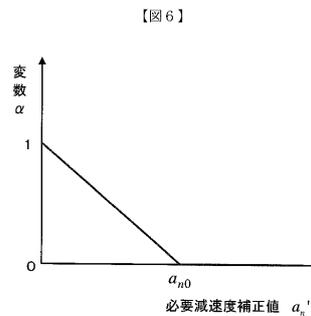
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-211886(JP,A)
特開2002-029282(JP,A)
特開2000-025631(JP,A)
特開2002-331850(JP,A)
特開2000-052809(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/16
B60K 26/02
B60K 28/14
B60R 21/00