

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-96273

(P2009-96273A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00 Z Y W	3 D 2 3 2
B 6 0 R 21/00 (2006.01)	B 6 0 R 21/00 6 2 4 D	3 D 2 4 6
B 6 0 T 7/12 (2006.01)	B 6 0 R 21/00 6 2 4 B	
B 6 0 T 8/1755 (2006.01)	B 6 0 R 21/00 6 2 4 C	
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 0 T 7/12 C	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2007-268497 (P2007-268497)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成19年10月16日 (2007.10.16)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	100100310
			弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	一野瀬 昌則
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2
			株式会社日立製作所
			機械研究所内
		(72) 発明者	山門 誠
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2
			株式会社日立製作所
			機械研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衝突回避制御装置

(57) 【要約】

【課題】

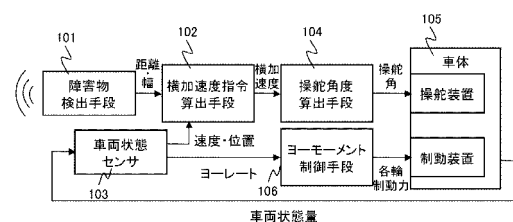
前方障害物との衝突回避のために、減速による回避では不十分な場合には旋回による回避を行って確実な障害物の回避を実現するとともに、その回避制御のための計算負荷を低減することで、安全性を損なうことなく簡易な方法で回避制御することのできる衝突回避制御装置を提供する。

【解決手段】

自車前方の障害物までの距離と幅、及び自車速度に基づいて障害物を回避可能な距離を算出して回避すべきか否かを判断し、障害物を回避すると判断した場合に、距離と幅及び自車速度に基づいて車両の横移動量が回避幅を満足するために必要な横加加速度を算出する横加加速度指令算出手段102と、横加加速度指令算出手段で算出された横加加速度指令から車両の操舵角度を予測的に算出する操舵角度算出手段104とを備える。

【選択図】 図1

図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自車前方の所定領域における障害物の有無を検出する障害物検出手段と、自車の車両状態を測定する車両状態センサと、障害物検出手段の検出結果に基づき危険回避のための衝突回避動作を行う制御手段を備えた衝突回避制御装置において、

障害物検出手段で得られた自車前方の障害物までの距離と幅、及び車両状態センサで得られた自車速度に基づいて前記障害物を回避可能な距離を算出して回避すべきか否かを判断し、前記障害物を回避すると判断した場合に前記距離と幅及び前記自車速度に基づいて、車両の横移動量が前記回避幅を満足するために必要な横加速度を算出する横加速度指令算出手段と、

10

前記横加速度指令算出手段で算出された横加速度指令から車両の操舵角度を予測的に算出する操舵角度算出手段と、を備え、

前記障害物との衝突が判定された場合には危険回避のための衝突回避動作を行うことを特徴とする衝突回避制御装置。

【請求項 2】

自車前方の所定領域における障害物の有無を検出する障害物検出手段と、自車の車両状態を測定する車両状態センサと、障害物検出手段の検出結果に基づき危険回避のための衝突回避動作を行う制御手段を備えた衝突回避制御装置において、

障害物検出手段で得られた自車前方の障害物までの距離と幅、及び車両状態センサで得られた自車速度に基づいて前記障害物を回避可能な距離を算出して回避すべきか否かを判断し、前記障害物を回避すると判断した場合に前記距離と幅及び前記自車速度に基づいて、車両の横移動量が前記回避幅を満足するために必要な第 1 の横加速度、当該第 1 の横加速度とは逆向きの第 2 の横加速度、及び前記第 1 と第 2 の横加速度を切り替える地点までの距離を算出する横加速度指令算出手段と、

20

前記横加速度指令算出手段で算出された横加速度指令から車両の操舵角度を予測的に算出する操舵角度算出手段と、を備え、

前記障害物との衝突が判定された場合には危険回避のための衝突回避動作を行うことを特徴とする衝突回避制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の衝突回避制御装置において、

30

車両状態センサで得られた車両状態量に基づいて当該車両が不安定状態になっているかを判定し、当該車両が不安定状態になっていると判断した場合には安定状態を回復するために必要なヨーモーメントを算出してヨーモーメント生成手段の制御を行うヨーモーメント制御手段を備えたことを特徴とする衝突回避制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の衝突回避制御装置において、

車両状態センサで得られた車両状態量に基づいて路面摩擦係数の大小を判定し、前記路面摩擦係数が小さいと判定された場合には車両で発生可能な制動力が小さくなる割合に応じて障害物を回避すべきか否かを判断する前記回避可能な距離を延長することを特徴とする衝突回避制御装置。

40

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の衝突回避制御装置において、

車両状態センサで得られた車両状態量に基づいて路面摩擦係数の大小を判定し、前記路面摩擦係数が小さいと判定された場合には車両で発生可能な横加速度が小さくなる割合に応じて回避幅を満足するために必要な前記横加速度の大きさに制限を加えることを特徴とする衝突回避制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の衝突回避制御装置において、

車両状態センサで得られた車両状態量に基づいて路面摩擦係数の大小を判定し、前記路面摩擦係数が小さいと判定された場合には前記操舵角度算出手段で用いる計算式の係数ま

50

たは参照する数値マップを切り替えることを特徴とする衝突回避制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の衝突回避制御装置において、

車両の操舵装置における操舵反力の大きさに基づいて路面摩擦係数の大きさを判定し、前記路面摩擦係数が小さいと判定された場合には前記操舵角度算出手段で用いる計算式の係数または参照する数値マップを切り替えることを特徴とする衝突回避制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、前方障害物との接触を減速動作で回避できない場合に旋回動作で確実に回避する車両の衝突回避制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両周囲の障害物に対して衝突の可能性がある状況において車両に対して操舵回避制御を行うことで衝突を回避する従来の衝突回避制御装置としては、例えば、衝突を回避するための経路上にある目標通過位置を設定し、これらの目標通過位置を目標に、車両運動モデルに従って求めた車両運動パラメータである目標舵角を操舵制御装置に出力して障害物を回避する衝突回避制御装置が知られている（例えば特許文献 1 参照）。特許文献 1 では障害物までの距離と車速から目標通過位置が求められ、この目標通過位置を通過する走行軌跡を円弧と仮定することで操舵角を決定し、回避のための操舵を支援する。

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 173663 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術にあっては、いくつかの車両の目標通過位置とその目標通過位置を通る走行経路を予め規定し、その走行経路を倣うための操舵角度指令値を、制御装置に内蔵した車両運動モデルを用いて算出する必要があるため、より精度の高い経路誘導ができるものの、障害物を検出してから全ての通過点・走行経路を決定して制御を開始するまでに多くの処理時間を要してしまう。また、走行経路を規定してそれに倣う走行を制御するには車両の運動状態をフィードバック制御する必要があることから回避を開始する前に予め操舵角を決定できず、操舵アクチュエータの遅れ時間が大きい場合には十分な回避性能が発揮出来なくなってしまうという課題があった。

【0005】

本発明の目的は、前方障害物との衝突回避のために、減速による回避では不十分な場合には旋回による回避を行って確実な障害物の回避を実現するとともに、その回避制御のための計算負荷を低減することで、安全性を損なうことなく簡易な方法で回避制御することのできる衝突回避制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の衝突回避制御装置では、自車前方の所定領域における障害物の有無を検出する障害物検出手段と、自車の車両状態を測定する車両状態センサと、障害物検出手段の検出結果に基づき危険回避のための衝突回避動作を行う制御手段を備えた衝突回避制御装置において、障害物検出手段で得られた自車前方の障害物までの距離と幅、及び車両状態センサで得られた自車速度に基づいて前記障害物を回避可能な距離を算出して回避すべきか否かを判断し、前記障害物を回避すると判断した場合に前記距離と幅及び前記自車速度に基づいて、車両の横移動量が前記回避幅を満足するために必要な横加速度を算出する横加速度指令算出手段と、前記横加速度指令算出手段で算出された横加速度指令から車両の操舵角度を予測的に算出する操舵角度算出手段とを備え、前記障害物との衝突が判定された場合には危険回避のための衝突回避動作を行う。

【 0 0 0 7 】

また、本発明の衝突回避制御装置では、自車前方の所定領域における障害物の有無を検出する障害物検出手段と、自車の車両状態を測定する車両状態センサと、障害物検出手段の検出結果に基づき危険回避のための衝突回避動作を行う制御手段を備えた衝突回避制御装置において、障害物検出手段で得られた自車前方の障害物までの距離と幅、及び車両状態センサで得られた自車速度に基づいて前記障害物を回避可能な距離を算出して回避すべきか否かを判断し、前記障害物を回避すると判断した場合に前記距離と幅及び前記自車速度に基づいて、車両の横移動量が前記回避幅を満足するために必要な第1の横加速度、当該第1の横加速度とは逆向きの第2の横加速度、及び前記第1と第2の横加速度を切り替える地点までの距離を算出する横加速度指令算出手段と、前記横加速度指令算出手段で算出された横加速度指令から車両の操舵角度を予測的に算出する操舵角度算出手段とを備え、前記障害物との衝突が判定された場合には危険回避のための衝突回避動作を行う。

10

【 0 0 0 8 】

上記の衝突回避制御装置においては、車両状態センサで得られた車両状態量に基づいて当該車両が不安定状態になっているか否かを判定し、当該車両が不安定状態になっていると判断した場合には安定状態を回復するために必要なヨーモーメントを算出してヨーモーメント生成手段の制御を行うヨーモーメント制御手段を備えると良い。

【 0 0 0 9 】

また、上記の衝突回避制御装置においては、車両状態センサで得られた車両状態量に基づいて路面摩擦係数の大小を判定し、前記路面摩擦係数が小さいと判定された場合には車両で発生可能な制動力が小さくなる割合に応じて障害物を回避すべきか否かを判断する前記回避可能な距離を延長すると良い。

20

【 0 0 1 0 】

また、上記の衝突回避制御装置においては、車両状態センサで得られた車両状態量に基づいて路面摩擦係数の大小を判定し、前記路面摩擦係数が小さいと判定された場合には車両で発生可能な横加速度が小さくなる割合に応じて回避幅を満足するために必要な前記横加速度の大きさに制限を加えると良い。

【 0 0 1 1 】

また、上記の衝突回避制御装置においては、車両状態センサで得られた車両状態量に基づいて路面摩擦係数の大小を判定し、前記路面摩擦係数が小さいと判定された場合には前記操舵角度算出手段で用いる計算式の係数または参照する数値マップを切り替えると良い。または、車両の操舵装置における操舵反力の大きさに基づいて路面摩擦係数の大小を判定し、前記路面摩擦係数が小さいと判定された場合には前記操舵角度算出手段で用いる計算式の係数または参照する数値マップを切り替えるとよい。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明の衝突回避制御装置にあつては、操舵による緊急回避を行うための指令値として、横移動量を最も直接的に規定する横加速度を用い、かつ横加速度から操舵角を直接算出する操舵角度算出手段を備えることで、予測的に操舵角を決定することが可能となる。これにより、緊急回避制御をフィードフォワード的に実現でき、予め回避経路を規定する従来例に比較して簡易な構成で確実な回避制御を実現できるという効果がある。

40

【 0 0 1 3 】

また、本発明の衝突回避制御装置にあつては、障害物を回避する横移動を規定するための第1の横加速度に加え、第1の横加速度とは逆向きの第2の横加速度を車両に印加することにより、回避操作終了後に横方向の運動速度をゼロにするような制御を行うことができ、このことによって回避動作終了時に元の進行方向に復帰するよう姿勢制御を行うことができるという効果がある。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の衝突回避制御装置にあつては、車両状態センサで得られた車両状態量、特に車体ヨーレートに基づいて、例えば操舵角と車体速度から求められる規範ヨーレート

50

との乖離に基づいて車両の不安定状態を判定し、ヨーモーメントを生成することで車両の安定状態を回復することができるという効果がある。

【0015】

また、本発明の衝突回避制御装置にあっては、車両状態センサで得られた車両状態量、特に車輪速もしくは前後加速度に基づいて、例えば駆動輪のスリップ率の算出値などから路面摩擦係数または係数の大小を判定し、車両が発生可能な最大減速度及びそれに基づく障害物を回避可能な距離を算出し、より正確な回避可否判定を行うことができるという効果がある。

【0016】

また、本発明の衝突回避制御装置にあっては、車両状態センサで得られた車両状態量、特に車輪速もしくは前後加速度に基づいて、例えば駆動輪のスリップ率の算出値などから路面摩擦係数または係数の大小を判定し、車両が発生可能な最大横加速度を算出して横加速度指令値の大きさに制限を加えることにより、より正確な回避制御を行うことができるという効果がある。

【0017】

また、本発明の衝突回避制御装置にあっては、車両状態センサで得られた車両状態量、特に車輪速もしくは前後加速度に基づいて、例えば駆動輪のスリップ率の算出値などから路面摩擦係数または係数の大小を判定し、操舵角度算出手段で用いる計算式の係数または参照する数値マップを切り替えることにより、路面状態に即した精度良い操舵角の算出を行うことができるという効果がある。

【0018】

また、本発明の衝突回避制御装置にあっては、操舵アクチュエータによって操舵したときの負荷トルクと、操舵角に対応した規範操舵負荷トルクとを比較することで路面摩擦係数または係数の大小を判定し、操舵角度算出手段で用いる計算式の係数または参照する数値マップを切り替えることにより、路面状態に即した精度良い操舵角の算出を行うことができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下に、本発明を実施するための最良の形態を、実施例に基づいて説明する。

【実施例1】

【0020】

本発明に係る第1の実施形態の構成を説明する。

【0021】

図1は、本発明の衝突回避制御装置の全体構成図である。図1を用いて、本発明を適用した装置について説明する。ここでは、車両前方の障害物を回避する衝突回避制御装置の場合を例に説明する。

【0022】

障害物検出手段101では前方障害物との距離と幅を計測する。障害物検出手段101は主にレーザーレーダやミリ波レーダなどのレーダ装置や、障害物検出カメラなどが考えられるが、障害物距離の検出方法について制限はないものとする。この障害物検出手段101で計測された前方障害物との距離及び距離の時間微分である相対速度、または車両状態センサ103で計測された自車速度などによって横加速度指令算出手段102はまず衝突の危険性を判定する。衝突の危険性判定の方法としては、例えば前方障害物との現在の距離及び相対速度において、車両が発生可能な減速度を与えた場合に前方障害物に接触することなく減速を完了できるか否かを判定するようになっている。例えば障害物距離 L_r と相対速度 V_r 、及び発生可能な減速度（例えば自動制動で発生可能な減速度の上限値として予め設定した値） a_x とすれば、車両停止までの制動距離（ $V_r^2 / (2 \cdot a_x)$ ）と距離 L_r を比較することで行われる。そして、障害物距離 L_r の方が小さい、すなわち $L_r < (V_r^2 / (2 \cdot a_x))$ の場合は障害物に接触することなく減速を完了できないと判定する。もし、横加速度指令算出手段102によって前方障害物に接触することなく

減速を完了できないと判定された場合には、次の段階として衝突回避のための横方向への移動を行うために、横方向への移動量に応じた横加速度指令を算出する。まず、車両が障害物の位置に到達するまでの時間 T_a は、

$$T_a = (V_r - (V_r^2 - 2 \cdot a_x)^{1/2}) / a_x \quad \dots (1)$$

である。上記到達時間 T_a までに行うべき横方向への移動量は障害物検出手段 101 で計測された前方障害物の幅 W である。その横移動に必要な横加速度 a_y は、

$$a_y = 2 \cdot W / T_a^2 \quad \dots (2)$$

であるから、車両は横加速度指令値 a_y を発生することが出来れば障害物との接触を回避することが可能となる。

【0023】

10

次に、前述のように横加速度指令算出手段 102 にて算出した横加速度指令値 a_y は操舵角度算出手段 104 に入力され、操舵角度 δ が算出される。この操舵角度算出手段 104 では横加速度指令値 a_y を与えて必要な操舵角度 δ をフィードフォワード的に算出するアルゴリズムとしてインバース法を用いる。すなわち、車両の運動方程式を操舵角度 δ について解くことで横加速度指令値 a_y から直接操舵角度 δ を算出する。

【0024】

車両の運動方程式は、横滑り運動に関しては

$$m \cdot a_y = -2 \cdot K_f \cdot \beta_f - 2 \cdot K_r \cdot \beta_r \quad \dots (3)$$

で表される。ここで車両重量 m 、前後コーナリングパワー K_f 、 K_r 、前後横滑り角 β_f 、 β_r である。一方、幾何学的な関係から

20

$$\beta_f = \beta + l_f \cdot \gamma / V - \delta \quad \dots (4)$$

$$\beta_r = \beta - l_r \cdot \gamma / V \quad \dots (5)$$

である。ここで車体横滑り角 β 、前後輪の重心間距離 l_f 、 l_r 、ヨーレート γ である。よって、(3) 式に (4) (5) 式を代入することで横滑り運動の式は

$$\delta = (1/2 \cdot K_f) (m \cdot a_y + 2 (K_f + K_r) \beta + 2 (l_f \cdot K_f - l_r \cdot K_r) \gamma / V) \quad \dots (6)$$

となる。

【0025】

同様に、ヨー運動に関しては

$$I \cdot \gamma' = -2 \cdot l_f \cdot K_f \cdot \beta_f + 2 \cdot l_r \cdot K_r \cdot \beta_r \quad \dots (7)$$

30

で表される。これらの式を解けば

$$I \cdot \gamma' + 2 \cdot l_r \cdot K_r (l_f + l_r) \gamma / V - 2 \cdot K_r (l_f + l_r) \beta = l_f \cdot m \cdot a_y \quad \dots (8)$$

$$V (\beta' + \gamma) = a_y \quad \dots (9)$$

これらの式に a_y を与えることで β 及び γ が求まり、さらに (6) を用いれば δ が算出できる。

【0026】

また、車両が道路に沿って走っており、距離 L_r に対して回避幅 W が十分に大きければ、概略 $\beta = \gamma = 0$ と近似してしまい、(6) 式から直接 δ を算出してしまっても良い。

【0027】

40

なお、これらの車両運動の式にある前後コーナリングパワー K_f 、 K_r であるが、これは各輪荷重によって非線形的に変化する係数であるから、減速度 a_x の関数として近似式を用いるか、実測に基づく減速度 a_x で参照するマップにすれば良い。以上のような方法により横加速度指令値 a_y を与えて必要な操舵角度 δ をフィードフォワード的に算出するインバースモデルが考えられるが、横加速度指令値 a_y から操舵角度 δ を算出する方法は上述の方法に限定されるものではない。

【0028】

本実施形態では、このようにフィードフォワード的に求めた操舵角度 δ を車体 105 の操舵装置に指令値として入力し、衝突回避のための操舵制御を行う。これにより、横加速度を直接指令値として用い、かつ横加速度指令値から操舵角を直接算出するタイヤのイン

50

バースモデルを備えることで、予測的に操舵角度指令値を算出しておくことが可能となり、簡易なアルゴリズムで操舵系の遅れなどに影響されない確実な回避制御を行うことができる。また、このようにフィードフォワード的に操舵角度を決定する制御を行う場合、インバースモデル、特に前後コーナリングパワーのモデルが現実の車両とずれがある場合、所望の横加速度が得られない可能性もあり得るが、横加速度を直接指令値として用いていることから、例えば加速度センサにより横加速度をフィードバックし、指令値と一致するよう操舵角を微調整するように操舵角度算出手段 104 を構成することも容易に可能となり、従来のヨーレートフィードバック方式に比較して安価なセンサを用いて高精度な制御を実現することができる。

【実施例 2】

【0029】

次に、本発明に係る第 2 の実施形態を、図 2 を用いて説明する。図 2 は障害物回避の流れを模式的に示した図である。

【0030】

前述の実施形態では、横加速度指令値 a_y は障害物の幅 W だけ横移動して障害物を回避するのに最低限必要な横加速度を与える回避方法を示しているため、回避終了時には車体の向きについては全く考慮していない。緊急回避という観点では衝突を避けることに注力すれば良いが、実際の道路交通における緊急回避の場合には、回避終了時にもとの進行方向に復帰していた方が都合の良いことが多い。

【0031】

そこで本実施形態では図 2 に示すように障害物 204 の回避に必要な第 1 の横加速度指令 201 に加え、横方向に加速し始めた車体を回避終了時までに横方向の速度をゼロに戻すために必要な、前記第 1 の横加速度指令とは逆向きの第 2 の横加速度指令 202、そして前記第 1 の横加速度指令と前記第 2 の横加速度指令とを切り替えるタイミング 203 を算出して回避制御を行うものとする。

【0032】

そのとき、回避距離 L_r 、第 1 の横加速度指令 a_y とし、距離上の割合が α のタイミングで横加速度指令を切り替えると、 $0 \rightarrow \alpha \cdot L_r$ の区間で $\int a_y \cdot dy$ を計算した値と $\alpha \cdot L_r \rightarrow L_r$ の区間で $\int (-a_y) dy$ を計算した値の和がゼロになる（回避終了時の横方向速度がゼロ）かつ前記の 2 階積分（＝距離）の和が障害物幅 W になるという両方を満たす α を算出すれば、切り替えタイミングが求まることになる。

【0033】

これにより、衝突回避幅を満足する第 1 の横加速度指令と、前記第 1 の横加速度指令とは逆向きの第 2 の横加速度指令を切り替えることで、回避終了時に元の進行方向に復帰するような姿勢制御も実現できる衝突回避制御が可能となり、これによって例えば緊急回避を行っても道路もしくは走行車線から外れることのない回避制御を実現することが出来る。

【実施例 3】

【0034】

次に、本発明における第 3 の実施形態を、再び図 1 を用いて説明する。

【0035】

前述したように本発明の衝突回避制御装置は、障害物検出手段 101 で前方障害物との距離と幅を計測する。その前方障害物との距離、車両状態センサ 103 で計測された自車速度などによって横加速度指令算出手段 102 はまず衝突の危険性を判定し、もし障害物との衝突が避けられないと判定された場合には、衝突回避のための横方向への移動を行うために、横方向への移動量に応じた横加速度指令を算出する。そして、横加速度指令値から操舵角度算出手段 104 により必要な操舵角をフィードフォワード的に算出し、車体 105 の操舵装置を制御する。

【0036】

このようにフィードフォワード的に操舵を行う場合、インバースモデルと現実の車両と

10

20

30

40

50

の差により車体ヨーレートに誤差が生じ、車体 105 が不安定化する場合もあり得る。そこで、車両状態センサ 103 で計測されたヨーレートをヨーモーメント制御手段 106 に入力してフィードバックし、車体 105 を安定化することが考えられる。ここでヨーモーメント制御手段 106 には例えば車両運動モデルを備えることで規範となる車体ヨーレートを算出し、この規範ヨーレートと計測された実ヨーレートが一致するように運動制御することで車体 105 の安定化を図る。

【0037】

ここで、規範ヨーレートと実ヨーレートの一致制御の手法としては例えば規範ヨーレートと実ヨーレートの誤差にゲインを掛けて車体 105 に必要な修正ヨーモーメントを算出し、それを例えば車体 105 の制動装置における制動トルクに左右差を付けて制御することで、所望の修正ヨーモーメントを発生するような方法が考えられる。緊急回避状態では通常制動中であるはずであるから、その制動トルクの左右配分を変更することで修正ヨーモーメントを発生しても車体の運動には大きな影響はなく、また車両側に必要なアクチュエータも通常の ABS や横滑り防止装置で使われているものと同一であるため、制御を実現するためのコストがほとんどかからないという利点もある。

【実施例 4】

【0038】

次に、本発明における第 4 の実施形態を詳述する。

【0039】

障害物検出手段 101 で前方障害物が検出された場合には緊急回避状態ではまず緊急制動が行われるため、車両状態センサ 103 で制動時の車輪速を計測し、また制動トルクを推定したり制動の加速度を計測するなどの方法によってスリップ率と路面摩擦係数の変化を知ることができる。

【0040】

図 3 はタイヤの摩擦特性を示す図である。横軸はスリップ率で、車輪速を V_t 、車体速度を V とすると、スリップ率は $(V - V_t) / V$ で表される割合である。よって制動時の車輪速を計測し、オブザーバで車体速度を推定する方法で得ることができれば前述の式でスリップ率が求められる。一方で制動時の制動トルク推定や減速度の計測によって摩擦係数が求められるので、例えば図 3 のグラフに当てはめれば路面の状態が推定できる。これによって制動時の減速度の限界が推定できるため、前述の実施の形態で説明した制動のみで回避できるか否かの判定アルゴリズムに、ここで求めた路面の状態を反映することで、より現実の路面状態に即した回避可能性判定を行うことができる。

【実施例 5】

【0041】

次に、本発明における第 5 の実施形態を詳述する。

【0042】

前述の第 4 の実施例では車両状態センサ 103 で得られた車両状態量を基に路面の状態を推定する方法の一例について説明した。本実施例ではさらに、推定した路面の状態に基づいて操舵によって得られる横加速度の限界が推定できるため、前述の実施の形態で説明した横加速度指令算出手段 102 の出力である横加速度指令値に、ここで求めた路面の状態を反映して上限値を設定することで、より現実の路面状態に即した回避制御を行うことができる。

【実施例 6】

【0043】

次に、本発明における第 6 の実施形態を詳述する。前述の第 4 の実施例では車両状態センサ 103 で得られた車両状態量を基に路面の状態を推定する方法の一例について説明した。本実施例ではさらに、推定した路面の状態に基づいてタイヤ特性の変化を推定できるため、前述の実施の形態で説明した操舵角度算出手段 104 の操舵角度算出アルゴリズムで用いているコーナリングパワーを、ここで求めた路面の状態によってマップの切り替えを行うかまたはコーナリングパワーの近似式を決定する係数の切り替えを行うことで操舵

10

20

30

40

50

角度算出に反映することができ、より現実の路面状態に即した回避制御を行うことができる。

【実施例 7】

【0044】

次に、本発明における第 7 の実施形態を詳述する。前述の第 4 の実施例では車両状態量を基に路面の状態を推定する方法の一例について説明した。一方、本実施例では自動操舵を行った時の操舵反力の大きさに基づいて路面状態を推定する。操舵を行うとき、操舵角度に凡そ比例関係にある回転トルクが発生し、これをセルフアライニングトルクという。セルフアライニングトルクにより操舵系機構は操舵を戻す側に反力を受ける。また、このセルフアライニングトルクは路面摩擦係数によって変化するため、この操舵反力を計測することによって路面の状態が推定可能となる。そこで、前述の実施の形態で説明した操舵角度算出手段 104 の操舵角度算出アルゴリズムで用いているコーナリングパワーを、ここで求めた路面の状態によってマップの切り替えを行うかまたはコーナリングパワーの近似式を決定する係数の切り替えを行うことで操舵角度算出に反映することができ、より現実の路面状態に即した回避制御を行うことができる。

10

【0045】

以上、本発明を実施するための最良の形態を実施例に基づいて説明したが、本発明の具体的な構成は上記実施例に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。

20

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図 1】本発明の衝突回避制御装置を障害物回避に適用した実施例装置の全体構成図である。

【図 2】本発明の衝突回避制御装置による障害物回避の流れを示す図である。

【図 3】タイヤの摩擦特性を示す図である。

【図 4】本発明の衝突回避制御装置における障害物回避の処理の流れを示す図である。

【符号の説明】

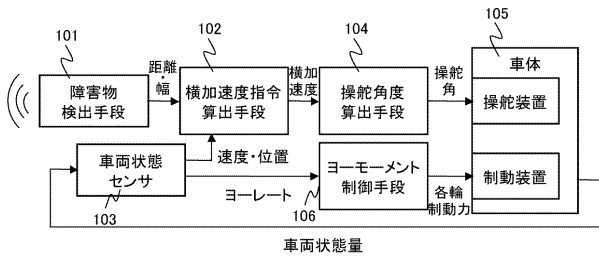
【0047】

- 101 障害物検出手段
- 102 横加速度指令算出手段
- 103 車両状態センサ
- 104 操舵角度算出手段
- 105 車体

30

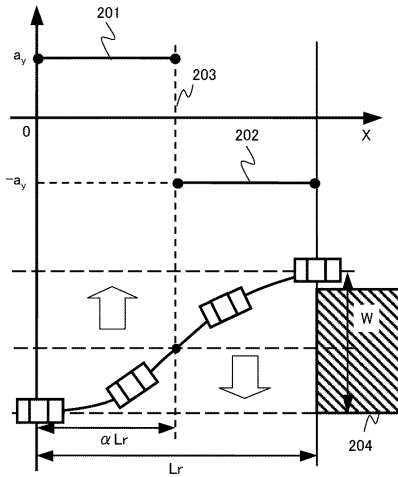
【図 1】

図 1



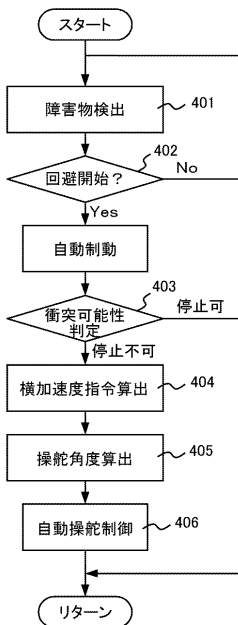
【図 2】

図 2



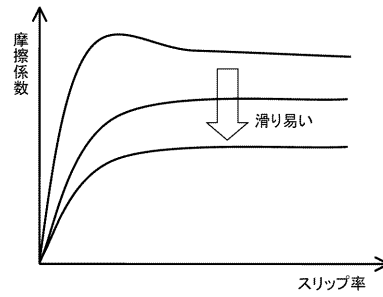
【図 4】

図 4



【図 3】

図 3



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
B 6 2 D 111/00	(2006.01)	B 6 0 T	8/1755	C
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 0 T	8/1755	Z
B 6 2 D 119/00	(2006.01)	B 6 2 D	101:00	
		B 6 2 D	111:00	
		B 6 2 D	113:00	
		B 6 2 D	119:00	

(72)発明者 安部 正人

東京都町田市東玉川学園 1 - 3 3 - 8 0

F ターム(参考) 3D232 CC20 CC48 DA03 DA15 DA23 DA24 DA27 DA29 DA33 DA46
DA76 DA82 DA88 DC08 DD01 DD07 DD17 DD18 EA01 EB16
FF01 GG01
3D246 DA01 EA18 GB07 GB18 GB30 GC16 HA82B HA86B HB03B HB12A