

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6237256号
(P6237256)

(45) 発行日 平成29年11月29日 (2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月10日 (2017.11.10)

(51) Int. Cl.

F 1

G 0 8 G 1/16 (2006.01)
G 0 1 C 21/26 (2006.01)
F 0 2 D 29/02 (2006.01)
B 6 O W 30/095 (2012.01)
B 6 O W 40/072 (2012.01)

G 0 8 G 1/16 D
 G 0 1 C 21/26 A
 F 0 2 D 29/02 3 O 1 Z
 B 6 O W 30/095
 B 6 O W 40/072

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2014-8650 (P2014-8650)
 (22) 出願日 平成26年1月21日 (2014.1.21)
 (65) 公開番号 特開2015-138330 (P2015-138330A)
 (43) 公開日 平成27年7月30日 (2015.7.30)
 審査請求日 平成28年11月25日 (2016.11.25)

(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
 (74) 代理人 110000486
 とこしえ特許業務法人
 (72) 発明者 島影 正康
 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 吉村 俊厚

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車速制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両が走行すると予測される道路の形状に関する道路形状情報を取得する道路形状情報取得手段と、

前記自車両の周囲の障害物情報を取得する障害物情報取得手段と、

前記取得された前記道路形状情報及び前記障害物情報から前記自車両が走行すると予測される目標軌跡の曲率と前記目標軌跡上の各地点までの移動距離に対する曲率変化率を算出し、前記曲率と前記曲率変化率を有する目標軌跡を生成する目標軌跡生成手段と、

前記算出された前記目標軌跡の曲率と前記曲率変化率において許容される操舵角速度の上限値を設定する操舵角速度上限値設定手段と、

前記自車両の速度と前記曲率変化率から算出される操舵角速度が、前記操舵角速度上限値以下となる前記自車両の制御速度を算出する制御速度算出手段と、

前記制御速度以下で前記自車両を走行させる速度制御手段と、
 を有することを特徴とする車速制御装置。

【請求項 2】

前記自車両が前記目標軌跡を走行する際に許容されるヨー角速度の上限値を設定するヨー角速度上限値設定手段又は前記自車両が前記目標軌跡を走行する際に許容される横加速度の上限値を設定する横加速度上限値設定手段をさらに備え、

前記制御速度算出手段は、前記車両の速度が所定値以上である場合には、前記自車両の速度と前記曲率変化率から算出される操舵角速度が前記操舵角速度上限値以下であっても

10

20

、前記自車両が前記目標軌跡を走行する際のヨー角速度が前記ヨー角速度の上限値以下又は前記自車両が前記目標軌跡を走行する際の横加速度が前記横加速度の上限値以下となる前記自車両の制御速度を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の車速制御装置。

【請求項 3】

前記目標軌跡算出手段が、前記算出された曲率変化率に基づいて、前記車両が旋回状態から直進状態へ移行すると判断した場合には、前記制御速度算出手段は、前記自車両の速度と前記曲率変化率から算出される操舵角速度が、前記操舵角速度上限値以下となる前記自車両の制御加速度を算出し、

前記速度制御手段は、前記制御加速度以下で前記自車両を走行させることを特徴とする請求項 1 に記載の車速制御装置。

10

【請求項 4】

前記自車両が前記目標軌跡を走行する際に許容されるヨー角加速度の上限値を設定するヨー角加速度上限値設定手段又は前記自車両が前記目標軌跡を走行する際に許容される横加加速度の上限値を設定する横加加速度上限値設定手段をさらに備え、

前記目標軌跡算出手段が、前記算出された曲率変化率が一定であると判断した場合には、前記制御速度算出手段は、前記自車両が前記目標軌跡を走行する際のヨー角加速度が前記ヨー角加速度の上限値以下又は前記自車両が前記目標軌跡を走行する際の横加加速度が前記横加加速度の上限値以下となる前記自車両の制御加速度を算出し、

前記速度制御手段は、前記制御加速度以下で前記自車両を走行させることを特徴とする請求項 1 に記載の車速制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の速度を制御する車速制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の装置として、自車両が走行する道路と位置をGPSで推定し、ナビゲーション装置の道路マップ上に表されている地点データを用いて前方カーブに対する許容進入速度を算出し、前方カーブに対してオーバースピード状態（許容進入速度を超える状態）とならないように警報の出力又は減速制御を行う車速制御システムが知られている（特許文献1）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3092803号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の車速制御システムは、車両の運動限界を考慮した旋回加速度による走行を制御する。

40

しかしながら、従来の車速制御システムでは、道路形状や障害物の位置によっては操舵角速度が大きくなり、滑らかに走行できない場合がある。

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、道路形状や障害物の位置にかかわらず、車両を滑らかに走行させることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、道路形状情報及び障害物情報から自車両が走行すると予測される目標軌跡の曲率と目標軌跡上の各地点までの移動距離に対する曲率変化率とを有する目標軌跡を生成し、目標軌跡の曲率と曲率変化率において許容される操舵角速度の上限値を設定し、自車

50

両の速度と曲率変化率から算出される操舵角速度が、操舵角速度上限値以下となる自車両の制御速度を算出し、制御速度以下で自車両を走行させる制御を実行することとを特徴とする車速制御装置を提供することにより、上記課題を解決する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、操舵角速度が上限値を超えない状態が維持されるように車速を制御するので、道路形状や障害物の位置及び形状にかかわらず、車両を滑らかに走行させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

10

【図1A】本実施形態に係る走行支援システム1の概要を示す第1の図である。

【図1B】本実施形態に係る走行支援システム1の概要を示す第2図である。

【図2】本実施形態に係る車速制御装置100を備える走行支援システム1のブロック構成図である。

【図3】本実施形態に係る車速制御装置100の機能構成図である。

【図4】本実施形態の車速制御装置100の制御手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態では、本発明に係る車速制御装置を、車両の走行を支援する走行支援システムに適用した場合を例にして説明する。本実施形態における車速は車両の速度を含む。また、本実施形態における車速は車両の加速度を含む。

20

【0010】

図1A、図1Bは、車両用の走行支援システム1の概要を示す図であり、図2は本実施形態に係る車速制御装置100を備える走行支援システム1のブロック構成図である。図1A、図1Bに示すように、本実施形態の走行支援システム1は、車両に搭載されている。

【0011】

図1Aに示すように、走行支援システム1は、カメラ20と、カメラコントローラ21と、コントロールユニットCUとを含む。コントロールユニットCUは、図2に示す車速制御装置100の制御装置10と車両コントローラ50を含む。

30

【0012】

カメラ20は、車両の前方を含む周囲の映像を撮像する。車両前方を含む領域には、車両の進行方向を基準に左右の所定角度の領域を含む。カメラコントローラ21は、カメラ20の撮像画像を処理する画像処理機能を備える。カメラコントローラ21は、カメラ20の撮像画像に基づいて、自車両が走行すると予測される道路の形状に関する道路形状情報を取得する機能を備える。カメラコントローラ21は、自車両の前方を走行する先行他車両などの自車両の周囲の障害物に関する情報を検出する機能を備える。

【0013】

本実施形態のカメラ20は、車両の前方の車幅方向の略中央位置に設けられる。本実施形態では、車室内のフロントウィンドウの上部、車室内のインナーミラーステータ等の固定部に設置される。カメラ20は、CCD等の撮像素子を用いたカメラであり、車両Vの進行方向の映像を撮像する。カメラ20は、重力方向に沿って下側のピッチ角をもって車両に取り付けられる。ピッチ角は、車両の高さやカメラ20の性能に応じて適宜に設定することができる。本実施形態のカメラ20は、車両前方の数m～数10m先の路面及び路側を撮像する。本実施形態では、広角のカメラ20を用いることが好ましい。カメラ20は、撮像した画像データを後述する画像処理装置21に出力する。

40

【0014】

本実施形態のカメラ20は、画像処理装置21を備える。画像処理装置21は、車両がこれから走行する道路（車両前方の道路）の撮像画像から道路形状を検出する。道路形状

50

の検出手法は特に限定されないが、例えば、特開平 1 1 - 1 0 2 4 9 9 号公報に記載されているように、フロントカメラ 2 5 の画像データを二値化等の処理により自車両近傍の白線を検出し、検出した白線の車両前方における走行車線に対する車両の相対横変位 $Y(x)$ を算出する。白線に基づく道路形状の情報は車速制御装置 1 0 0 の制御装置 1 0 に出力する。相対横変位 $Y(x)$ の算出手法は特に限定されないが、本例では、 $x = 0[m] \sim 30[m]$ の範囲で複数のポイント（点）を設定し、この設定した点の数だけ車両前方における走行車線に対する車両の相対横変位 $Y(x)$ を算出する。車両の相対横変位 $Y(x)$ は、車速制御装置 1 0 0 の制御装置 1 0 へ出力する。

【 0 0 1 5 】

また、本実施形態の画像処理装置 2 1 は、車両がこれから走行する道路（車両前方の道路）の撮像画像から障害物の存在、位置、形状等に係る障害物情報を検出する。障害物の検出手法は特に限定されず、撮像画像からエッジ情報を抽出し、エッジ情報をパターンマッチングなどの手法により評価し、エッジ情報に対応する障害物の存否を検出する。画像処理装置 2 1 は、自車両の前方（周囲）の他車両、二輪車、歩行者、路肩の設置物などの、自車両の走行する領域に存在する物体を障害物として検出する。

【 0 0 1 6 】

画像処理装置 2 1 は、道路形状の位置情報、障害物の位置情報、又はこれら二つの位置情報を後述する制御装置 1 0 へ送出する。画像処理装置 2 1 は、道路形状の位置情報から、自車両が走行する車線の外延、つまり車両が走行すると予測される目標軌跡の位置情報を算出し、それを制御装置 1 0 へ送出してもよい。画像処理装置 2 1 は、障害物の存在を考慮し、道路形状の位置情報と障害物の位置情報とから、車両が走行すると予測される目標軌跡の位置情報を算出し、それを制御装置 1 0 へ送出してもよい。本例では、車載装置 2 0 0 のカメラ 2 0 が画像処理装置 2 1 を備える構成例を説明するが、車速制御装置 1 0 0 側に画像処理装置 2 1 を設けてもよい。

【 0 0 1 7 】

図 1 B は、本実施形態の走行支援システム 1 の構成を示す。図 1 B において 1 F L は車両の左側前輪であり、1 F R は車両の右側前輪であり、1 R L は車両の左側後輪であり、1 R R は車両の右側後輪である。本実施形態の走行支援システム 1 は、ラック 2 と、ピニオン 3 と、ステアリングホイール 4 よ、ステアリングシャフト 5 とを備える。実施形態の走行支援システム 1 は、さらに、操舵アクチュエータ 1 6（EPS または操舵トルク発生手段）と、車速センサ 4 1 と、ヨーレートセンサ 4 2 と、舵角センサ 4 3 とを備える。

【 0 0 1 8 】

特に限定されないが、図 1 B に示す本実施形態の車両の前輪 1 F L , 1 F R には、一般的なラックアンドピニオン式の操舵機構が配設されている。この操舵機構は、前輪 1 F L , 1 F R の操舵軸（タイロッド）に接続されるラック 2 と、これに嚙合するピニオン 3 と、このピニオン 3 をステアリングホイール 4 に与えられる操舵トルクで回転させるステアリングシャフト 5 とを備えている。このステアリングシャフト 5 におけるピニオン 3 の上部位置には、前輪 1 F L , 1 F R を自動操舵するための操舵アクチュエータ 1 6 が配設されている。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示すように、本実施形態の走行支援システム 1 は、車速制御装置 1 0 0 と車載装置 2 0 0 とを備える。本実施形態において、車速制御装置 1 0 0 と車載装置 2 0 0 とは、相互に情報の授受を行うために C A N（Controller Area Network）その他の車載 L A N によって接続されている。なお、本実施形態では、車速制御装置 1 0 0 の制御装置 1 0 は、車両の車両コントローラ 5 0 とともに、コントロールユニット C U として一体に構成される。もちろん、車速制御装置 1 0 0 の制御装置 1 0 と車両コントローラ 5 0 とを別体のユニットとして構成してもよい。

【 0 0 2 0 】

本実施形態の車速制御装置 1 0 0 は、走行する道路に応じた車速を算出し、自車両の車速制御を実行する。本実施形態の走行支援システム 1 は、自車両の加減速操作（車速制御

10

20

30

40

50

操作)や操舵操作などの一部又は全部を実行し、又は自車両の走行に必要な情報を出力して自車両の走行を支援する。

【0021】

車載装置200は、カメラ20と、出力装置30と、センサ40と、車両コントローラ50と、駆動装置60と、操舵装置70と、走行支援装置80と、ナビゲーション装置90とを備える。以下、各装置について説明する。

【0022】

本実施形態の出力装置30としてのディスプレイ31やスピーカ32は、車両のドライバが視認可能なダッシュボード周囲に設置される。必要に応じて走行を支援するための情報をドライバに提示する。

10

【0023】

本実施形態のセンサ40は、車速センサ41、ヨーレートセンサ42、舵角センサ43、加速度センサ44、及び姿勢センサ45を含む。車速センサ41は、図示しない自動変速機の出力側もしくは各車輪に取り付けられ、車速は変速機の出力側の回転数や車輪の回転数を計測することにより車両の移動速度を検出する。車速センサ41で検出された車速VもコントロールユニットCU(車両コントローラ50、制御装置10)に出力される。ヨーレートセンサ42は、車両に発生するヨー角速度を検出するヨー角速度検出機能を有しており、検出されたヨー角速度 γ もコントロールユニットCU(車両コントローラ50、制御装置10)に出力される。舵角センサ43は、ステアリングシャフト5の回転変位を直接またはギヤ機構等により増幅した後、ロータリエンコーダやポテンショメータ等の角度検出機構によって操舵角検出信号として検出する。本実施形態の舵角センサ43は、ステアリングシャフト5の回転角から操舵角 θ を検出してコントロールユニットCU(車両コントローラ50、制御装置10)に出力する。加速度センサ44は、車両の加速度を検出し、コントロールユニットCU(車両コントローラ50、制御装置10)に出力する。姿勢センサ45は、自車両の進行方向を含む姿勢を検出する。各センサ40の具体的な構成及び機能は特に限定されず、出願時に知られたセンサを適宜に用いることができる。

20

【0024】

車両コントローラ50は、車両全体の動作を制御するECU(Electronic Control Unit)である。車両コントローラ50は、車載された各種のセンサ40からの検出信号を取得する。取得した信号は車速制御に用いられ、走行支援装置80、車速制御装置100へ送出される。

30

【0025】

駆動装置60は、車両Vの駆動機構であり、運転者のアクセル操作及びブレーキ操作による入力信号、車両コントローラ50又は走行支援装置80から取得した制御信号に基づいて車両の加減速制御を実行する。これにより、車両の加減速制御を自動的に行うことができる。

【0026】

操舵制御装置70は、ステアリングアクチュエータを備える。ステアリングアクチュエータは、ステアリングのコラムシャフトに取り付けられるモータ等を含む。運転者のステアリング操作による入力信号、車両コントローラ50又は走行支援装置80から取得した制御信号に基づいて車両を駆動する。

40

【0027】

走行支援装置80は、検出された道路形状や、ナビゲーション装置90の地図情報92が記憶するレーンマーカモデルを用いて、自車両が車線中央の位置を維持して走行するように又は自車両が車線に対して設定された横位置を維持して走行するように操舵装置70の制御を行う。走行支援装置80は、車両コントローラ50の各種センサ51から取得した車速、操舵角、およびステアリングアクチュエータの電流の情報に基づいて、操舵制御量を算出し、ステアリングアクチュエータに電流指令を送ることで、自車両が目標の横位置を走行するように制御を行う。

【0028】

50

ナビゲーション装置 90 は、現在位置を検出する GPS (Global Positioning System) 91 と、地点情報、道路情報、施設情報などを位置情報に対応づけた地図情報 92 とを有する。

【0029】

次に、車速制御装置 100 について説明する。図 2 に示すように、本実施形態の車速制御装置 100 は、制御装置 10 を備える。本実施形態の車速制御装置 100 は、自車両の制御車速を算出し、自車両を制御車速以下で走行させるように制御する。

【0030】

本実施形態の車速制御装置 100 の制御装置 10 は、図示しないマイクロコンピュータ等の離散化されたデジタルシステムで構成され、車速制御装置 10 は、自車両の制御速度を算出し、自車両を制御速度以下で走行させる。本実施形態の車速制御装置 100 の制御装置 10 は、自車両の車速を制御するプログラムが格納された ROM (Read Only Memory) 12 と、この ROM に格納されたプログラムを実行することで、車速制御装置 100 として機能する動作回路としての CPU (Central Processing Unit) 11 と、アクセス可能な記憶装置として機能する RAM (Random Access Memory) 13 と、を備えるコンピュータである。

10

【0031】

図 3 は、本実施形態に係る車速制御装置 100 が備える制御装置 10 の機能ブロック図である。本実施形態の制御装置 10 は、道路形状情報取得機能と、障害物情報取得機能と、目標軌跡生成機能と、操舵角速度上限値設定機能と、ヨー角速度上限値設定機能、横加速度上限値設定機能、制御車速算出機能と、車速制御機能とを備える。制御車速算出機能は、車速上限値演算機能と、加速度上限値演算機能とを有する。本実施形態の制御装置 10 は、ヨー角加速度上限値設定機能又は横加加速度上限値設定機能とを備える。本実施形態の制御装置 10 は、上記機能を実現するためのソフトウェアと、上述したハードウェアの協働により各機能を実行するコンピュータである。

20

【0032】

以下、本実施形態に係る車速制御装置 100 の各機能について説明する。

【0033】

まず、本実施形態の制御装置 10 の道路形状情報取得機能について説明する。本実施形態の制御装置 10 は、自車両が走行すると予測される道路の形状に関する道路形状情報を取得する。本実施形態の制御装置 10 は、ナビゲーション装置 90 の GPS 91 が検出した自車両の現在位置と自車両の姿勢センサ 45 が検出した自車両の進行方向などを用いて、自車両の現在位置を特定する。制御装置 10 は、特定された現在位置から車両前方に存在し、これから自車両が走行すると予測される道路の形状を取得する。地図情報 92 は、地点情報と対応づけた道路の形状を記憶する。制御装置 10 は、自車両の現在位置を基準に自車両が走行すると予測される道路の道路形状情報を地図情報 92 から取得する。また、本実施形態の制御装置 10 は、自車両に設置されたカメラ 20 の撮像画像から道路領域を識別し、その道路領域の外延形状から道路の道路形状情報を取得してもよい。撮像画像に基づいて道路形状を検出する手法は出願時に知られた手法を適宜に用いることができる。取得した道路形状情報は、目標軌跡の生成処理に利用される。

30

40

【0034】

本実施形態の制御装置 10 の障害物情報取得機能について説明する。本実施形態の制御装置 10 は、自車両の周囲の障害物情報を取得する。障害物情報は、自車両が走行すると予測される道路上の物体を含む。道路上の物体は、道路標識、停車中の車両、駐車中の車両、先行走行車両を含む。本実施形態の制御装置 10 は、カメラ 20 の撮像画像から画像の特徴点を抽出し、抽出した特徴点に基づいて物体の存在、物体の種別を評価する。撮像画像に基づいて障害物を検出する手法は出願時に知られた手法を適宜に用いることができる。取得した障害物情報は、目標軌跡の生成処理に利用される。

【0035】

本実施形態の制御装置 10 の目標軌跡生成機能について説明する。本実施形態の制御装

50

置 10 は、取得された道路形状情報及び障害物情報から自車両が走行すると予測される目標軌跡の曲率と目標軌跡上の各地点までの移動距離に対する曲率変化率を算出する。本実施形態において、目標軌跡は、走行予定の道路上に存在する障害物を回避して走行するときの車両の移動軌跡である。制御装置 10 は、道路形状情報により今後自車両が走行する道路の形状を認識する。その道路上に障害物が存在する場合には、道路形状どおりに目標軌跡を設定することは不適切である。本実施形態の制御装置 10 は、道路の形状とその道路上に存在する障害物を回避して走行するための目標軌跡を生成する。この目標軌跡は、自車両が走行すると予測される軌跡の曲率とその曲率変化率により定義される。

【0036】

本実施形態の制御装置 10 の操舵角速度上限値設定機能について説明する。本実施形態の制御装置 10 は、算出された目標軌跡の曲率と曲率変化率において許容される操舵角速度の上限値を設定する。本実施形態では、車両を実際に走行させたときに、ドライバが安心して走行できる操舵角速度を、操舵角速度の上限値として設定する。本実施形態では、車両を実際に走行させたときに、操舵制御の追従遅れが無視できる操舵角速度を、操舵角速度の上限値として設定する。操舵角速度の上限値は、予め実走行（シミュレーションを含む）を伴う実験により設定される。

【0037】

本実施形態の制御装置 10 は、算出された目標軌跡の曲率と曲率変化率の目標軌跡を、その軌跡どおりに走行できるように車速を考慮して目標とする操舵角（以下、「目標操舵角」ともいう）、操舵角速度（以下、「目標操舵角速度」ともいう）を算出する。目標操舵角は、目標軌跡の曲率と車速から求めることができる。目標操舵角速度は、目標軌跡の曲率変化率と車速から求めることができる。一例ではあるが、目標とする操舵角は、後述する式 4 を用いて算出する。この場合において、不連続な目標操舵角が算出されないようにするためには目標軌跡の曲率が連続であることが好ましい。走行する軌跡が連続でないとは、道路曲率（または旋回半径）が例えば、直線から 100R（曲率半径 100m）のカーブへ、さらに直線道路へ移行するような道路である。

【0038】

本実施形態の制御装置 10 は、目標変化率の曲率・曲率変化率から求めた目標操舵角に応じて、操舵角速度の上限値を設定する。ちなみに、同じ曲率の道路でも車速が異なると目標とする操舵角が異なる。操舵角・操舵角速度の変化が滑らかに（大きな変化量が所定量以下の状態を保って）行われるためには、無限でない値で曲率変化率が算出され、その曲率変化率が大きいほど車両速度を低くして走行することにより実現できる。

【0039】

本実施形態の制御装置 10 のヨー角速度上限値設定機能について説明する。本実施形態の制御装置 10 は、自車両が目標軌跡を走行する際に許容されるヨー角速度の上限値を設定する。本実施形態では、車両を実際に走行させたときに、ドライバが安心して走行できるヨー角速度（車両挙動変化）を、ヨー角速度の上限値として設定する。ヨー角速度の上限値は、予め実走行（シミュレーションを含む）を伴う実験により設定される。本実験においては、車速、ヨー角速度を変化させた実走行において、ドライバの安心感を調査する。安心感は、ドライバの主観的な評価であってもよいし、ドライバの生体反応などの客観的な評価であってもよい。

【0040】

加えて、ヨー角加速度上限値設定機能をさらに備えてもよい。本実施形態の制御装置 10 は、自車両が目標軌跡を走行する際に許容されるヨー角加速度の上限値を設定する。本実施形態では、車両を実際に走行させたときに、ドライバが安心して走行できるヨー角加速度（車両挙動変化）を、ヨー角加速度の上限値として設定する。ヨー角加速度の上限値は、予め実走行（シミュレーションを含む）を伴う実験により設定される。本実験においては、車速、ヨー角速度を変化させた実走行において、ドライバの安心感を調査する。安心感は、ドライバの主観的な評価であってもよいし、ドライバの生体反応などの客観的な評価であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

本実施形態の制御装置 1 0 の横加速度上限値設定機能について説明する。本実施形態の制御装置 1 0 は、自車両が目標軌跡を走行する際に許容される横加速度の上限値を設定する。本実施形態では、車両を実際に走行させたときに、ドライバが安心して走行できる横加速度（車両挙動変化）を、横加速度の上限値として設定する。横加速度の上限値は、予め実走行（シミュレーションを含む）を伴う実験により設定される。本実験においては、車速、横加速度を変化させた実走行において、ドライバの安心感（主観）を調査する。

【 0 0 4 2 】

加えて、横加加速度上限値設定機能をさらに備えてもよい。本実施形態の制御装置 1 0 は、自車両が目標軌跡を走行する際に許容される横加加速度の上限値を設定する。横加加速度は、単位時間あたりの横加速度の変化率である。横加加速度は、躍度（やくど）、ジャークともいう。本実施形態では、車両を実際に走行させたときに、ドライバが安心して走行できる横加加速度（車両挙動変化）を、横加加速度の上限値として設定する。横加加速度の上限値は、予め実走行（シミュレーションを含む）を伴う実験により設定される。本実験においては、車速、横加加速度を変化させた実走行において、ドライバの安心感（主観）を調査する。

【 0 0 4 3 】

本実施形態の車速制御装置 1 0 0 の制御装置 1 0 の制御速度算出機能について説明する。本実施形態の制御装置 1 0 の制御速度算出機能は、車速上限値演算機能と、加速度上限値演算機能とを有する。

【 0 0 4 4 】

まず、車速上限値算出機能について説明する。本実施形態の制御装置 1 0 は、自車両の速度と曲率変化率から算出される操舵角速度が、操舵角速度上限値以下となるような自車両の制御速度を算出する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の制御装置 1 0 は、操舵角速度の上限値 $S_{\theta \max}$ と、目標軌跡の曲率 ρ と、目標軌跡の曲率変化率 $\kappa = d\rho/dx$ と、車速 V と、ホイールベース l と、スタビリティファクタ A とに基づいて、目標軌跡を走行する際の操舵角速度が、操舵角速度上限値 $S_{\theta \max}$ 以下となるような自車両の制御速度 V を算出する。具体的な制御速度 V の算出手法は、後に手順とともに詳述する。算出された制御速度は、自車両の自動走行や走行支援などにおける速度制御処理に用いられる。

【 0 0 4 6 】

本実施形態の制御装置 1 0 は、車両の速度が所定値以上である場合には、自車両の速度と曲率変化率から算出される操舵角速度が操舵角速度上限値以下であっても、自車両が目標軌跡を走行する際のヨー角速度がヨー角速度の上限値以下又は自車両が目標軌跡を走行する際の横加速度が横加速度の上限値以下となるような自車両の制御速度を算出する。

本実施形態の制御装置 1 0 は、ヨー角速度上限値 $\gamma_{\max}$ と、目標軌跡の曲率変化率 $\kappa = d\rho/dx$ と、目標軌跡の曲率 ρ と、車速 V とに基づいて、自車両が目標軌跡を走行する際のヨー角速度がヨー角速度の上限値以下又は自車両が目標軌跡を走行する際の横加速度が横加速度の上限値以下となるような自車両の制御速度 V を算出する。

【 0 0 4 7 】

また、本実施形態における車両の速度が所定値以上であるか否かの判断で用いる速度の閾値（所定値）は、車速の上昇とともに操舵角速度に対するヨー角速度・ヨー角加速度の感度が上昇する領域に応じて予め定義する。この特性は、車種、車両仕様に応じて異なるので、実際の走行試験結果に基づいて速度の閾値（所定値）を定義することが好ましい。

【 0 0 4 8 】

車種や車両の仕向地によっても変わるが、一般的に、操舵角速度に対するヨー角速度の感度（小さな操舵角速度で大きなヨー角速度が発生する特性）、ヨー角加速度の感度（小さな操舵角速度で大きなヨー角加速度が発生する特性）は、車速が $0 \sim 50 \text{ km/h}$ くらいまで直線的に上昇し、車速が 70 km/h 程度で飽和する。他方、ヨー角速度、ヨー角

10

20

30

40

50

加速度の感度特性は、車速が上昇するとともに大きくなる傾向がある。つまり、車速が高い領域では、小さな操舵角速度で大きなヨー角速度・ヨー角加速度が発生する特性が存在する。本実施形態の車速制御装置 100 は、車速の上昇とともに操舵角速度に対するヨー角速度・ヨー角加速度の感度が上昇する領域においては、操舵角速度の上限値で発生するヨー角速度・ヨー角加速度を、ヨー角速度・ヨー角加速度の上限値をよりも小さい値に設定する。

【0049】

これにより、車速が高い場合にはヨー角速度・ヨー角加速度が優先的に抑制されるような制御車速を算出できる。つまり、本実施形態の車速制御装置 100 は、車速に基づいて、操舵角速度とは異なるヨー角速度・ヨー角加速度や横加速度による車速制御を優先するか、操舵角速度による車速制御を優先するかを選択できる。つまり、操舵角速度を予測して車速を抑制するという画一的な車速制御だけではなく、車両挙動変化を直接的に示す量であるヨー角速度・ヨー角加速度や横加速度を直接評価し、実際の車両挙動変化を考慮して車速を抑制できる。

10

【0050】

続いて、加速度上限値演算機能について説明する。

本実施形態の車速制御装置 100 の制御装置 10 は、目標軌跡算出機能が、算出された曲率変化率に基づいて、車両が旋回状態から直進状態へ移行すると判断した場合には、自車両の速度と曲率変化率から算出される操舵角速度が、操舵角速度上限値以下となるような自車両の制御加速度を算出する。

20

【0051】

本実施形態の制御装置 10 は、目標軌跡の曲率及び / 又は曲率変化率に基づいて、車両が旋回状態から直進状態へ移行するか否かを判断する。具体的に、車両が旋回状態から直進状態へ移行する軌跡の曲率及び / 又は曲率変化率の基準パターンと、車両が走行する目標軌跡の曲率及び / 又は曲率変化率のパターンとを比較する。比較の結果、特徴点が共通すれば、車両が旋回状態から直進状態へ移行する状態であると判断する。

【0052】

本実施形態の車速制御装置 100 の制御装置 10 は、算出された目標軌跡における曲率変化率が一定であると判断した場合には、自車両が目標軌跡を走行する際のヨー角加速度がヨー角加速度の上限値以下又は自車両が目標軌跡を走行する際の横加加速度が横加加速度の上限値以下となるような自車両の制御加速度を算出する。

30

【0053】

本実施形態の制御装置 10 は、目標軌跡における曲率変化率が一定であるか否かを判断する。車両が走行する目標軌跡の曲率変化率の変化量が所定値未満である場合には、目標軌跡における曲率変化率が一定であると判断する。

【0054】

制御車速算出機能により算出された車速上限値と加速度上限値は、車速の制御処理に用いられる。制御装置は、算出された車速上限値と加速度上限値を用いて、車両の速度を制御する。

【0055】

本実施形態の制御装置 10 の速度制御機能について説明する。本実施形態の制御装置 10 は、算出された制御速度以下で自車両を走行させる制御を実行する。本実施形態の制御装置 10 は、算出された制御加速度以下で自車両を走行させる制御を実行する。車両の制御速度（所定の速度）、車両の制御加速度（所定の加速度）に基づく自車両の制御手法は、特に限定されず、本願の出願時に知られた手法を適宜に用いることができる。

40

【0056】

続いて、図 4 に基づいて、本実施形態のコントロールユニット 10 で実行される車速制御処理の手順を説明する。この処理は、例えば、10msec 毎のタイマ割込処理として実行される。

【0057】

50

日本国特許庁の電子出願の様式の制限により、明細書の本文中においてテキストデータとして使用できない文字が存在する。例えば、量 x について一般的には「 x ドット」と称される文字「 x 」の頭部にドット記号「 $\cdot$ 」を付した微分記号や、「 x 」の頭部に二つのドット記号「 $\cdot\cdot$ 」を付した二階微分記号などは、日本国特許庁に対する電子出願では使用できない。このため、本明細書のテキスト部分においては、量 x を一回微分をした一階微分記号としての「 x ドット」には記号「 S 」を付して「 Sx 」と表現し、量 x を二回微分した二階微分記号としての「 x ツードット」には記号「 SS 」を付して「 SSx 」と表現し、量 x を三回微分した三階微分記号としての「 x スリードット」には記号「 SSS 」を付して「 $SSSx$ 」と表現する。ただし、イメージデータにより入力した数式には本来のドット記号を文字の頭部に付した態様で表現する。

10

【0058】

図4に示すように、ステップS1において、本実施形態の車速制御装置100の制御装置10は、操舵角センサ43で検出した操舵角 θ 、ヨーレートセンサ42で検出したヨー角速度 γ 、車速センサ22で検出した車速 V 、並びに、カメラコントローラ26で検出した車両前方横変位 $Y(x)$ を読み込んでからステップS2へ移行する。制御装置10は前後ホイール間の距離であるホイールベース L （エル）、前後輪コーナリングパワーと重心から前後輪軸間距離と、車重から定義されるスタビリティファクタ A を予め記憶している。

【0059】

ステップS2において、本実施形態の制御装置10は、自車両が走行すると予測される道路の形状に関する道路形状情報を取得する。並行して、本実施形態の制御装置10は、

20

【0060】

ステップS3において、本実施形態の制御装置10は、取得した道路形状情報と車両周囲の障害物情報とから自車両が走行すると予測される目標軌跡の曲率データ列 $\{\rho_{x=x1}, \rho_{x=x2}, \dots, \rho_{x=xN}\}$ と、目標軌跡上の各地点までの移動距離に対する曲率変化率データ列 $\{k_{x=x1}, k_{x=x2}, \dots, k_{x=xN}\}$ を算出する。ここで、 k は、下式1で定義できる。

【数1】

$$k = \frac{d\rho}{dx} \quad (1)$$

30

【0061】

本実施形態の制御装置10は、求めた目標軌跡の曲率データ列 $\{\rho_{x=x1}, \rho_{x=x2}, \dots, \rho_{x=xN}\}$ と曲率変化率データ列 $\{k_{x=x1}, k_{x=x2}, \dots, k_{x=xN}\}$ とにより、車両が走行すると予測される目標軌跡を生成する。

【0062】

次いで、ステップS4に移行し、本実施形態の制御装置10は、ヨー角速度上限値 γ_{MAX} 及び/又は横加速度上限値 SSy_{MAX} を設定する。

【0063】

次いで、ステップS5に移行し、操舵角速度上限値 $S\theta_{MAX}$ を設定する。なお、ステップS3からステップS5に進んでもよい。操舵角速度上限値 $S\theta_{MAX}$ は、後述する式4を用いて求めることができる。

40

【0064】

ステップS4、ステップS5と並行して、ステップS11を実行する。ステップS11において、本実施形態の制御装置10は、ヨー角加速度上限値 SSy_{MAX} 及び/又は横加速度上限値 $SSSy_{MAX}$ を設定する。横加速度上限値 $SSSy_{MAX}$ は、ステップS4で求めた横加速度上限値 $SSSy_{MAX}$ を用いて算出してもよい。

【0065】

次いで、ステップS6では車速上限値を算出する。本実施形態においては、過大な車両挙動を防ぐ観点から、車速上限値を算出する。車速上限値は、本実施形態における「制御

50

車速」の一態様である。制御車速として、車速上限値と略同一の値を用いてもよいし、車速上限値よりも低い車速を制御車速として用いることもできる。

【 0 0 6 6 】

以下に、制御車速として車速上限値を求める一連の処理例を示す。

本実施形態において、ヨーレート γ は、例えば式 2 により定義する。

【数 2】

$$\gamma = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \theta \quad (2)$$

10

【 0 0 6 7 】

本実施形態において、車両が走行する軌跡の曲率 ρ は、例えば式 3 により定義する。

【数 3】

$$\rho = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{1}{l} \theta \quad (3)$$

【 0 0 6 8 】

本実施形態において、曲率 ρ の軌跡を走行する際の自車両の目標操舵角 θ は、例えば式 4 で表わすことができる。

20

【数 4】

$$\theta = (1 + AV^2) l \rho \quad (4)$$

ただし、 A はスタビリティファクタと呼ばれる車両の運動特性を決定する定数である。

【 0 0 6 9 】

円旋回の基本式を式 5 に示す。

【数 5】

$$\begin{cases} \gamma = \rho V \\ \ddot{y} = \rho V^2 \end{cases} \quad (5)$$

30

ただし、 $\ddot{y}$ は車両横加速度

$\ddot{y}$ は $S S y$ と表記する。

【 0 0 7 0 】

本実施形態の制御装置 10 は、式 5 で示す円旋回の基本式を用いて、ヨー角速度がヨー角速度上限値 $\gamma_{\max}$ 以下となり、かつ横加速度が横加速度上限値 $S S y_{\max}$ 以下となるような車速上限値 $V_{\max}$ を算出する。

40

具体的には、本実施形態の制御装置 10 は、例えば下式 6 により車速上限値 $V_{\max}$ を算出する。

【数 6】

$$V_{\max} = \min \left(\frac{\gamma_{\max}}{|\rho|}, \sqrt{\frac{\ddot{y}}{|\rho|}} \right) \quad (6)$$

条件 1 : ヨー角速度 $\gamma \leq$ ヨー角速度上限値 $\gamma_{\max} : \gamma_{\max}$

条件 2 : 横加速度 $y \leq$ 横加速度上限値 $\ddot{y}_{\max} : \ddot{y}_{\max}$

10

条件 1 及び条件 2 を満たす車速上限値 $V_{\max} : V_{\max}$

【0071】

次いで、本実施形態の制御装置 10 は、ステップ S3 で算出された目標軌跡を走行するために操舵制御する場合に発生する操舵角速度 $S\theta$ が操舵角速度上限値 $S\theta_{\max}$ 以下となるような車速上限値 $V_{\max}$ を算出する。

【0072】

本実施形態の制御装置 10 は、ステップ S3 で算出された目標軌跡を走行する場合に必要な曲率データ列に基づいて、操舵制御するときに発生する操舵角速度 $S\theta$ を式 4 を用いて、例えば式 7 により求める。

20

【数 7】

$$\begin{aligned} \dot{\theta} &= 2AV\dot{\rho} + (1 + AV^2)\dot{\rho} \\ &= 2AV\dot{\rho} + (1 + AV^2)V\kappa \end{aligned} \quad (7)$$

【0073】

下式 8 の関係により、ステップ S6 では、式 7 の操舵角速度 $S\theta$ が操舵角速度上限値 $S\theta_{\max}$ より小さくなるように車速上限値 V を算出する。

30

【数 8】

$$\dot{\rho} = \frac{dx}{dt} \frac{d\rho}{dx} = V \frac{d\rho}{dx} = V\kappa \quad (8)$$

【0074】

すなわち、一例ではあるが、下式 9 を満足する車速上限値 V を算出する。つまり、目標軌跡の曲率、目標軌跡の曲率変化率と自車両の速度（車速）とから算出される操舵角速度が、設定された操舵角速度上限値よりも小さくなるという条件を満たす上限車速を算出する。

40

【数 9】

$$-\dot{\theta}_{\max} < 2AV\dot{\rho} + (1 + AV^2)V\kappa < \dot{\theta}_{\max} \quad (9)$$

【0075】

なお、操舵角 θ に付されたプラスとマイナスの符号は操舵の方向に対応する。例えば $+\theta$ の場合、ハンドルが左側に切れて車が左方向に向かう状態であり、 $-\theta$ の場合、ハンドルが右側に切れて車が右方向に向かう状態である。曲率変化率も同様に定義する。左側へ曲率がより大きく（旋回半径がより小さく）なる方向がプラスになるように定義する。

【0076】

50

具体的には、 $S V \ll 1$ を仮定して、9式と曲率変化率データ列 $\{\kappa_{x=x1}, \kappa_{x=x2}, \dots, \kappa_{x=xN}\}$ を用いて下式10を満足する車速上限値 $V = V_{\max}$ を算出する。

【数10】

$$A|k|V^3 + l|k|V - \dot{\theta}_{\max} < 0 \quad (10)$$

【0077】

また、ステップS6においては、本実施形態の制御装置10は、ヨー角加速度 S_y で示される車両挙動変化がヨー角加速度上限値 $S_{y_{\max}}$ よりも小さくなるように車速上限値 $V_{\max}$ を算出する。付加的な条件として、本実施形態の制御装置10は、車両横加速度 S_y で示される車両挙動変化が横加速度上限値 $S_{y_{\max}}$ よりも小さくなるように車速上限値 $V_{\max}$ を算出する。

10

【0078】

ヨー角加速度 S_y 、横加加速度上限値 $S S S_{y_{\max}}$ は、下式11により求められる。横加速度 S_y をもう一回微分した値が横加加速度 $S S S_y$ である。

【数11】

$$\begin{cases} \dot{\gamma} = \dot{\rho}V + \rho\dot{V} = \kappa V^2 + \rho\dot{V} \\ \ddot{\gamma} = \dot{\rho}V^2 + 2\rho V\dot{V} = \kappa V^3 + 2\rho V\dot{V} \end{cases} \quad (11) \quad 20$$

$\dot{\gamma}$: ヨー角加速度 : S_γ

$\ddot{\gamma}$: 車両横加速度を微分したもの : $S S S_y$ とも記す。

【0079】

ヨー角加速度上限値 $S_{y_{\max}}$ と横加加速度上限値 $S S S_{y_{\max}}$ として、下記の式12を満足する車速上限値 $V_{\max}$ ・加速度上限値 $S_{\max}$ を算出する。

具体的には、 $S V \ll 1$ を仮定して、12式と曲率変化率データ列 $\{\kappa_{x=x1}, \kappa_{x=x2}, \dots, \kappa_{x=xN}\}$ を用いて12式を満足する車速上限値 $V_{\max}$ ・加速度上限値 $S_{\max}$ を算出する。

30

【数12】

$$\begin{cases} -\dot{\gamma}_{\max} < \kappa V^2 + \rho\dot{V} < \dot{\gamma}_{\max} \\ -\ddot{\gamma}_{\max} < \kappa V^3 + 2\rho V\dot{V} < \ddot{\gamma}_{\max} \end{cases} \quad (12)$$

【0080】

40

【数13】

$$V_{\max} = \min \left(\sqrt{\frac{\dot{\gamma}_{\max}}{|k|}}, \sqrt[3]{\frac{\ddot{\gamma}_{\max}}{|k|}} \right) \quad (13)$$

【0081】

ヨー角速度上限値 $y_{\max}$ と横加加速度上限値 $S S_{y_{\max}}$ を考慮した車両の制御車速の算出処理は、車両の速度が所定値以上である場合に実行してもよい。

50

【 0 0 8 2 】

ステップ S 7 において、式 9 が操舵角速度上限値 $S \theta_{\max}$ より小さくなる、車両の加速度上限値 $S V_{\max}$ を算出する。式 7 から下式 1 4 を求める。

【 数 1 4 】

$$\frac{-\dot{\theta}_{\max} - (1 + AV^2)lVK}{2AlV|\rho|} < \frac{\rho}{|\rho|} \dot{V} < \frac{\dot{\theta}_{\max} - (1 + AV^2)lVK}{2AlV|\rho|} \quad (14)$$

【 0 0 8 3 】

10

式 1 4 の関係から、目標軌跡の曲率データ列 $\{\rho_{x=x1}, \rho_{x=x2}, \dots, \rho_{x=xN}\}$ 、および、目標軌跡の進行方向に関する曲率変化率データ列 $\{K_{x=x1}, K_{x=x2}, \dots, K_{x=xN}\}$ を用いて加速度上限値 $S V_{\max}$ は次式 1 5 のように算出される。操舵角速度上限値を用いた式 1 5 から算出される加速度を加速度上限値とし、この加速度上限値を基準に走行制御をする。

【 数 1 5 】

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho > 0 \\ \rho < 0 \end{array} \right. \quad \dot{V}_{\max} = \frac{\rho}{|\rho|} \dot{V}_{\max} = \frac{\dot{\theta}_{\max} - (1 + AV^2)lVK}{2AlV|\rho|} \quad (15)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho > 0 \\ \rho < 0 \end{array} \right. \quad \dot{V}_{\max} = -\frac{\rho}{|\rho|} \dot{V}_{\max} = \frac{\dot{\theta}_{\max} + (1 + AV^2)lVK}{2AlV|\rho|}$$

20

【 0 0 8 4 】

旋回方向の曲率・曲率の変化の方向により式の展開に差があるので、曲率 ρ の正負ごとに関係を求める。曲率と曲率変化率にそれぞれ正負の条件がある。式 1 5 は、カーブ後半の方で直線に向かっていく場合に横方向の車両挙動をなるべく滑らかに維持する前方への加速度の上限値 $S V_{\max}$ を求める。

30

【 0 0 8 5 】

このステップ S 7 の処理、つまり、操舵角速度を考慮した加速度の制御処理は、算出された曲率変化率から車両が旋回状態から直進状態へ移行すると判断した場合において実行させてもよい。

【 0 0 8 6 】

また、ステップ S 7 において、本実施形態の制御装置 1 0 は、ヨー角加速度や車両横加加速度のような車両挙動変化が、ヨー角加速度上限値 $S y_{\max}$ や横加加速度上限値 $S S y$ よりも小さくなるような車両の加速度上限値を算出する。式 1 2 により、加速度上限値 $S V_{\max}$ は下式 1 6 を満たす。下式 1 6 から算出される加速度を加速度上限値とし、この加速度上限値を基準に速度制御が行われる。

40

【数 1 6】

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{-\dot{\gamma}_{\max} - \kappa V^2}{|\rho|} < \frac{\rho}{|\rho|} \dot{V} < \frac{\dot{\gamma}_{\max} - \kappa V^2}{|\rho|} \\ \frac{-\ddot{\gamma}_{\max} - \kappa V^3}{2|\rho|V} < \frac{\rho}{|\rho|} \dot{V} < \frac{\ddot{\gamma}_{\max} - \kappa V^3}{2|\rho|V} \end{array} \right. \quad (16)$$

10

【0087】

上式 16 を満たす加速度上限値 $S V$ は次式 17 により算出できる。

【数 1 7】

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho > 0 \\ \rho < 0 \end{array} \right. \quad \dot{V}_{\max} = \frac{\rho}{|\rho|} \dot{V}_{\max} = \min \left(\frac{\dot{\gamma}_{\max} - \kappa V^2}{|\rho|}, \frac{\ddot{\gamma}_{\max} - \kappa V^3}{2|\rho|V} \right) \quad (17)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho > 0 \\ \rho < 0 \end{array} \right. \quad \dot{V}_{\max} = -\frac{\rho}{|\rho|} \dot{V}_{\max} = \min \left(\frac{\dot{\gamma}_{\max} + \kappa V^2}{|\rho|}, \frac{\ddot{\gamma}_{\max} + \kappa V^3}{2|\rho|V} \right) \quad 20$$

【0088】

このステップ S 7 の処理、つまり、ヨー角加速度、横加加速度を考慮した加速度の制御処理は、算出された曲率変化率が一定であると判断した場合において実行させてもよい。

【0089】

最後に、ステップ S 8 において、本実施形態の制御装置 10 は、ステップ 6 において算出された速度上限値 $V_{\max}$ 、ステップ 7 において算出された加速度上限値 $S V_{\max}$ を用いて現時点からの目標車速列を生成する。

30

【0090】

ステップ S 8 において、本実施形態の制御装置 10 は前方で低速区間が算出されている場合には、急ブレーキとなることにならないようにするため、低速区間の手前から所定の減速度設定値で徐々に減速するように目標車速列を含む制御命令を生成する。本実施形態の制御装置 10 は、速度に関する制御命令を駆動装置 60 に直接送出して、車両の駆動を制御してもよい。本実施形態の制御装置 10 は、速度に関する制御命令を走行支援装置 80 に送出し、走行支援装置 80 により車両の駆動を制御させてもよい。車両の車速制御の具体的な手法については、特に限定されず、出願時に知られた手法を適宜に用いる。

40

【0091】

また、本実施形態の制御装置 10 は、前方で目標車速上限値の大きい区間が算出されている場合は、急加速とならないように手前から所定の加速度設定値で徐々に加速するように目標車速列を含む制御命令を生成する。

【0092】

さらに、本実施形態の制御装置 10 は、加速の際に、先のステップで算出された加速度上限値 $S V_{\max}$ と、車速制御装置 100 が予め設定した所定の加速度設定値 α とを比較し、加速度上限値 $S V_{\max}$ が加速度設定値 α よりも小さい値の場合には、この加速度上限値 $S V_{\max}$ で加速させる制御命令を生成する。他方、本実施形態の制御装置 10 は、加速度上限値 $S V_{\max}$ が加速度設定値 α 以上の場合には、加速度設定値 α で加速させる制御命令

50

を生成する。

【 0 0 9 3 】

本実施形態の車速制御装置 1 0 0 は以上のように構成され、動作するので、以下の効果を奏する。

【 0 0 9 4 】

[1] 本実施形態の車速制御装置 1 0 0 は、道路形状や障害物の位置及び形状にかかわらず、操舵角速度が上限値を超えない状態が維持されるように自車両の車速を制御するので、自車両の走行軌跡に対する追従誤差が小さい走行制御を実現できる。

本実施形態の車速制御装置 1 0 0 では、曲率と曲率変化率とから操舵角速度が操舵角速度上限値以下となるような車速上限値を算出し、この車速上限値から導出された制御速度で車両の走行を制御する。

10

本実施形態の車速制御装置 1 0 0 は、操舵角度を小さくできるので、目標軌跡への追従誤差を小さくできる。大きい操舵角速度が必要な場面では、短い時間で大きな操舵角変化を実現させる必要がある。しかし、路面反力などの外乱や制御系における遅れなどにより、目標軌跡どおりに走行させるために必要な操舵角量の出力タイミングが適切なタイミングからずれてしまう場合がある。操舵角目標値に実際の操舵角が乖離してしまうと、目標軌跡どおりに車両を走行させることができない。

他方、操舵角速度を小さく維持すると、操舵角の制御目標値の制御処理の一周期あたりの更新量が小さくて済む。このため、実際の操舵角が操舵角目標値から遅れにくくなり、適切なタイミングで必要な操舵角量を出力できる。つまり、目標軌跡に対して追従誤差が生じない状態で車両を走行させることができる。

20

本実施形態の車速制御装置 1 0 0 によれば、走行が予定される道路の形状や回避すべき障害物の位置と形状によって大きな操舵角速度が発生して滑らかに走行できないような場面においても、滑らかに走行できるように制御できる。

たとえば、直線とカーブのつなぎ目で曲率が急に変化するような場面、つまり、カーブ路への進入場面時、特に小径のカーブ路への進入場面、直線状の道路と円状の道路とが重なって構成されている道路を走行する場面では、その道路の旋回半径（または曲率）を容易に曲がり切れる車速で走行したとしても、カーブと直線が切り替わるポイントで操舵角速度を高くする必要があり、滑らかに走行できない。

本実施形態の車速制御装置 1 0 0 は、操舵角速度が上限値を超えない状態が維持されるように自車両の車速を制御するので、このような場面においても操舵角度をピンポイントで高くさせないので、車両を滑らかに走行させることができる。カーブと直線の切り替わりが短い距離で設定されている道路、例えば、交差点の出入り口での走行シーン、Ｕターンをする場合の走行シーン、ワインディングロードでの走行シーンなどにおいても、本実施形態の車速制御装置 1 0 0 は、車両を滑らかに走行させることができる。

30

【 0 0 9 5 】

[2] 本実施形態の車速制御装置 1 0 0 は、車両の速度が所定値以上である場合には、自車両の速度と曲率変化率から算出される操舵角速度が操舵角速度上限値以下であっても、自車両が目標軌跡を走行する際のヨー角速度がヨー角速度の上限値以下又は自車両が目標軌跡を走行する際の横加速度が横加速度の上限値以下となるような自車両の制御速度を算出する。このため、車速が相対的に高い場合でも、車両の急激な挙動変化を抑制できるので、車両を滑らかに走行させ、乗り心地の良い走行制御を実現できる。

40

【 0 0 9 6 】

[3] 本実施形態の車速制御装置 1 0 0 は、算出された曲率変化率に基づいて、車両が旋回状態から直進状態へ移行すると判断した場合には、自車両の速度と曲率変化率から算出される操舵角速度が、操舵角速度上限値以下となるような自車両の制御加速度を算出する。このため、カーブから脱出する際など、旋回状態から直進状態へ移行する場合には、ハンドルの動きが抑制された状態で、最大限の加速が可能となる。

車両が旋回状態から直進状態へ移行する場合には、車両運動限界となる車速が高めに算出される傾向があるため、道路形状に応じたドライバの感覚に合致する加速状態が得られ

50

ない場合があるという問題がある。これに対し、本実施形態の車速制御装置 100 は、車両が旋回状態から直進状態へ移行する場合に、ハンドルの動きが抑制された状態で最大限の加速状態に制御するので、ドライバの感覚に合致する加速状態で車速を制御できる。

道路の曲率半径が小さい道路から直線状の道路に移行する際に加速する場合においても、ハンドルの戻し遅れによる軌跡追従誤差の発生を抑制できるので、車両を目標軌跡に沿って移動できる状態を維持して加速できる。

【0097】

[4] 本実施形態の車速制御装置 100 は、算出された目標軌跡における曲率変化率が一定であると判断した場合には、自車両が目標軌跡を走行する際の加速度がヨー角加速度の上限値以下又は自車両が目標軌跡を走行する際の横加加速度が横加加速度の上限値以下となるような自車両の制御加速度を算出する。本実施形態の車速制御装置 100 によれば、道路曲率一定の旋回状態となった場合であっても、ヨー角加速度、横加加速度の値が抑制された状態を維持しつつ加速度を制御するので、車両の急激な挙動変化を抑制できる。この結果、車両を滑らかに走行させ、乗り心地の良い走行制御を実現できる。

【0098】

なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0099】

すなわち、本明細書では、本発明を、車速制御装置 100 と車載装置 200 とを備える車両用の走行支援システム 1 を例にして説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0100】

本明細書では、本発明に係る車速制御装置の一態様として、制御装置 10 を備える車速制御装置 100 を一例として説明するが、これに限定されるものではない。

【0101】

本明細書では、道路形状情報取得手段と、障害物情報取得手段と、目標軌跡生成手段と、操舵角速度上限値設定手段と、制御車速算出手段と、車速制御手段とを備える本発明に係る車速制御装置の一例として、道路形状情報取得機能と、障害物情報取得機能と、目標軌跡生成機能と、操舵角速度上限値設定機能と、制御車速算出機能手段と、車速制御機能とを実行する制御装置 10 を備える車速制御装置 100 を一例として説明するが、これに限定されるものではない。

【0102】

本明細書では、ヨー角速度上限値設定手段又は横加加速度上限値設定手段とを備える本発明に係る車速制御装置の一例として、ヨー角速度上限値設定機能又は横加加速度上限値設定機能を実行する制御装置 10 を備える車速制御装置 100 を一例として説明するが、これに限定されるものではない。

【0103】

本明細書では、ヨー角加速度上限値設定手段又は横加加速度上限値設定手段とを備える本発明に係る車速制御装置の一例として、ヨー角加速度上限値設定機能又は横加加速度上限値設定機能を実行する制御装置 10 を備える車速制御装置 100 を一例として説明するが、これに限定されるものではない。

【符号の説明】

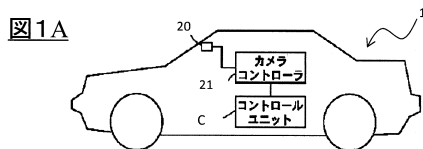
【0104】

- 1 ... 走行支援システム
- 100 ... 車速制御装置
 - 10 ... 制御装置
 - 11 ... CPU
 - 12 ... ROM

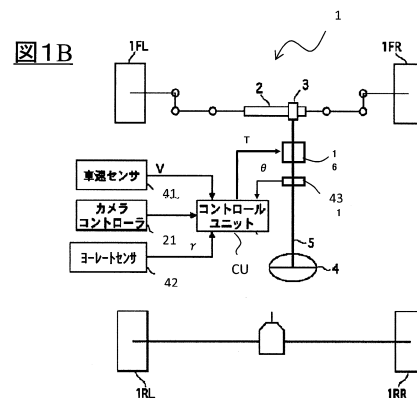
- 1 3 ... R A M
- 2 0 0 ... 車載装置
- 2 0 ... カメラ
- 3 0 ... 出力装置
- 4 0 ... センサ
- 4 1 ... 車速センサ
- 4 2 ... ヨーレートセンサ
- 4 3 ... 舵角センサ
- 4 4 ... 加速度センサ
- 4 5 ... 姿勢センサ
- 3 1 ... ディスプレイ
- 3 1 ... スピーカ
- 5 0 ... 車両コントローラ
- 6 0 ... 駆動装置
- 7 0 ... 操舵装置
- 8 0 ... 走行支援装置
- 9 0 ... ナビゲーション装置
- 9 1 ... G P S
- 9 2 ... 地図情報、道路情報

10

【図 1 A】



【図 1 B】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-014733(JP,A)
特開平06-230826(JP,A)
国際公開第2011/086698(WO,A1)
特開平05-297943(JP,A)
特開2012-144160(JP,A)
特開2010-285139(JP,A)
特開2008-129928(JP,A)
米国特許第06718259(US,B1)
特開2008-296638(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G	1/16
B60W	30/095
B60W	40/072
F02D	29/02
G01C	21/26