

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6294924号
(P6294924)

(45) 発行日 平成30年3月14日(2018.3.14)

(24) 登録日 平成30年2月23日(2018.2.23)

(51) Int. Cl.	F I	
B60W 30/16 (2012.01)	B60W 30/16	
B60R 21/00 (2006.01)	B60R 21/00	624C
G08G 1/16 (2006.01)	B60R 21/00	624F
G08G 1/00 (2006.01)	G08G 1/16	C
B60W 30/10 (2006.01)	G08G 1/00	X
請求項の数 6 (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-172752 (P2016-172752)
 (22) 出願日 平成28年9月5日(2016.9.5)
 (65) 公開番号 特開2018-39284 (P2018-39284A)
 (43) 公開日 平成30年3月15日(2018.3.15)
 審査請求日 平成29年4月27日(2017.4.27)

(73) 特許権者 000005348
 株式会社SUBARU
 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (74) 代理人 100101661
 弁理士 長谷川 靖
 (74) 代理人 100135932
 弁理士 篠浦 治
 (72) 発明者 田村 悠一郎
 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内
 審査官 川口 真一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の走行制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両が走行する目標経路を生成して、前記目標経路への走行を制御する車両の走行制御装置であって、

自車両の前方を走行する先行車両の前方に存在する複数のターゲットに対して、前記先行車両の前方を走行する先先行車両に係る特徴量を判定する特徴量判定部と、

前記特徴量の判定結果に基づいて、前記先行車両の離脱時に自車両が追従走行する対象となる前記先先行車両を複数の前記ターゲットの中から選択する先先行車両選択部と、

前記先行車両の離脱時に、自車両の目標経路を前記先行車両の走行軌跡に基づく目標経路から前記先先行車両選択部で選択された前記先先行車両の走行軌跡に基づく目標経路に切り換える先行車両切換部と

を備え、

前記先先行車両選択部は、前記特徴量の判定結果に基づいて複数の前記ターゲットの中から前記先先行車両の候補を選定し、選定した前記先先行車両の候補を、前記候補が自車線内に存在するか否かを判断するための存在位置及び前記先行車両の離脱に伴って出現する前記候補の出現幅によって評価し、最も評価値が高い前記候補を前記先先行車両として選択することを特徴とする車両の走行制御装置。

【請求項2】

前記特徴量判定部は、複数の前記ターゲットのそれぞれに対して複数の前記特徴量を検出し、1つの前記ターゲット毎に、複数の前記特徴量のそれぞれが前記先先行車両として

の条件を満たすか否かを個別に判定することを特徴とする請求項 1 記載の車両の走行制御装置。

【請求項 3】

前記特徴量判定部は、複数の前記特徴量として、少なくとも、自車両の進行路に対する前記ターゲットの横位置、前記先行車両及び前記ターゲットの距離、前記先行車両及び前記ターゲットの速度を検出することを特徴とする請求項 2 記載の車両の走行制御装置。

【請求項 4】

前記特徴量判定部は、更に、前記ターゲットの軌跡の長さを、前記特徴量として検出することを特徴とする請求項 3 記載の車両の走行制御装置。

【請求項 5】

前記特徴量判定部は、前記特徴量を前記ターゲットの画像情報からフレーム毎に検出し、フレーム毎の前記特徴量に基づいて前記先行車両に係る特徴量を判定することを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の車両の走行制御装置。

【請求項 6】

前記先行車両切換部は、前記先行車両の離脱時に、前記先行車両の走行軌跡に基づく目標経路から前記先行車両の走行軌跡に基づく目標経路に徐々に切り換えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の車両の走行制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両が走行する目標経路を生成して該目標経路への追従走行を制御する車両の走行制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自動車等の車両においては、自車両の走行車線及び自車両前方の先行車両をカメラやレーダ等により検知し、先行車両との車間距離を適正距離に制御すると共に、走行車線内での自車両の位置を制御して、車線中央位置や先行車両の中心位置を軌跡とする目標経路への追従走行を制御する追従走行制御が知られている。この追従走行制御では、自車両の位置が目標経路の制御目標点に一致するように操舵角を制御し、自車両の走行軌跡が目標経路に追従して変化するように制御している。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、道路白線が検出できるときには、車線中心線に追従する走行制御を行い、白線が先行車両によって隠れて検出できないときには、先行車両の中心位置に追従する走行制御を行う技術が開示されている。この先行技術では、先行車両への追従走行時に、先行車両が右左折する可能性を地図情報から判断した場合には制御ゲインを弱め、また、先行車両の横変位変化から蛇行を推定して追従制御を弱めることで、自車両の不適正な挙動変化を低減するようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2000 - 20896 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に関示の技術では、先行車両への追従走行時、先行車両の右左折等の可能性を地図情報から判断しているが、地図情報からは、高速道路等で先行車両が車線を変更する等して自車両前方からの離脱するような状況に対処することはできない。このような状況では、先行車両が車線変更すると、自車両を運転するドライバーの意思に拘わらず、自車両が先行車両につられて車線から外れる方向の挙動となってシステム本来の動きからずれてしまい、ドライバーに違和感を与える虞がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、先行車両への追従走行時に先行車両が自車両前方から離脱しても、適切なタイミングで追従対象を切り換えてシステム本来の動きからのずれを防止し、ドライバに違和感を与えることのない車両の走行制御装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の一態様による車両の走行制御装置は、自車両が走行する目標経路を生成して、前記目標経路への走行を制御する車両の走行制御装置であって、自車両の前方を走行する先行車両の前方に存在する複数のターゲットに対して、前記先行車両の前方を走行する先行車両に係る特徴量を判定する特徴量判定部と、前記特徴量の判定結果に基づいて、前記先行車両の離脱時に自車両が追従走行する対象となる前記先行車両を複数の前記ターゲットの中から選択する先行車両選択部と、前記先行車両の離脱時に、自車両の目標経路を前記先行車両の走行軌跡に基づく目標経路から前記先行車両選択部で選択された前記先行車両の走行軌跡に基づく目標経路に切り換える先行車両切替部とを備え、前記先行車両選択部は、前記特徴量の判定結果に基づいて複数の前記ターゲットの中から前記先行車両の候補を選定し、選定した前記先行車両の候補を、前記候補が自車線内に存在するか否かを判断するための存在位置及び前記先行車両の離脱に伴って出現する前記候補の出現幅によって評価し、最も評価値が高い前記候補を前記先行車両として選択する

10

20

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、先行車両への追従走行時に先行車両が自車両前方から離脱しても、適切なタイミングで追従対象を切り換えてシステム本来の動きからのずれを防止することができ、ドライバに違和感を与えることがない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】 走行制御システムの構成図

【図 2】 車両移動量の説明図

【図 3】 制御目標点の軌跡を示す説明図

【図 4】 先行車両及び先行車両の軌跡を示す説明図

【図 5】 追従走行制御のメイン処理のフローチャート

【図 6】 ターゲット特徴量判定カウント処理のフローチャート

【図 7】 先行車両選択処理のフローチャート

【図 8】 ターゲット評価処理のフローチャート

【図 9】 ターゲット評価処理のフローチャート（続き）

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図 1 において、符号 10 は、自動車等の車両の走行制御システムであり、車両の自律的な自動運転を含む走行制御を実行する。この走行制御システム 10 は、走行制御装置 100 を中心として、外部環境認識装置 20、地図情報処理装置 30、エンジン制御装置 40、変速機制御装置 50、ブレーキ制御装置 60、操舵制御装置 70 等が車内ネットワークを形成する通信バス 150 を介して互いに接続されて構成されている。

30

40

【 0 0 1 1 】

外部環境認識装置 20 は、車載のカメラ、ミリ波レーダ、レーザーレーダ等の各種デバイスにより、自車両周囲の外部環境を認識する。本実施の形態においては、外部環境認識装置 20 として、車載のカメラ 1 及び画像認識装置 2 による外部環境の認識を主として説明する。

【 0 0 1 2 】

50

カメラ1は、本実施の形態においては、同一対象物を異なる視点から撮像する2台のカメラ1a, 1bで構成されるステレオカメラであり、CCDやCMOS等の撮像素子を有するシャッタ同期のカメラである。これらのカメラ1a, 1bは、例えば、車室内上部のフロントウィンドウ内側のルームミラー近傍に所定の基線長で配置されている。

【0013】

カメラ1で撮像した左右一対の画像は、画像認識装置2で処理される。画像認識装置2は、ステレオマッチング処理により、左右画像の対応位置の画素ずれ量(視差)を求め、画素ずれ量を輝度データ等に変換して距離画像を生成する。距離画像上の点は、三角測量の原理から、自車両の車幅方向すなわち左右方向をX軸、車高方向をY軸、車長方向すなわち距離方向をZ軸とする実空間上の点に座標変換され、自車両が走行する道路の白線(車線)、障害物、自車両の前方を走行する車両等が3次元的に認識される。

10

【0014】

車線としての道路白線は、画像から白線の候補となる点群を抽出し、その候補点を結び直線や曲線を算出することにより、認識することができる。例えば、画像上に設定された白線検出領域内において、水平方向(車幅方向)に設定した複数の探索ライン上で輝度が所定以上変化するエッジの検出を行って探索ライン毎に1組の白線開始点及び白線終了点を検出し、白線開始点と白線終了点との間の中間の領域を白線候補点として抽出する。

【0015】

そして、単位時間当たりの車両移動量に基づく白線候補点の空間座標位置の時系列データを処理して左右の白線を近似するモデルを算出し、このモデルにより、白線を認識する。白線の近似モデルとしては、ハフ変換によって求めた直線成分を連結した近似モデルや、2次式等の曲線で近似したモデルを用いることができる。

20

【0016】

地図情報処理装置30は、地図データベースを備え、GPS衛星等からの信号に基づいて自車両位置を測位し、地図データとの照合を行う。地図データベースには、車両走行の経路案内や車両の現在位置を表示するための地図データと、自動運転を含む運転支援制御を行うための高精細の地図データが含まれている。

【0017】

地図情報処理装置30は、自車両位置の測位結果と地図データとの照合に基づく走行経路案内や交通情報を、図示しない表示装置を介してドライバに提示し、また、自車両及び先行車両が走行する道路の曲率、車線幅、路肩幅等の道路形状データや、道路方位角、道路白線種別、レーン数等の走行制御用の地図情報を出力する。

30

【0018】

エンジン制御装置40は、エンジン運転状態を検出する各種センサ類からの信号及び通信バス150を介して送信される各種制御情報に基づいて、エンジン(図示せず)の運転状態を制御する。エンジン制御装置40は、例えば、吸入空気量、スロットル開度、エンジン水温、吸気温度、空燃比、クランク角、アクセル開度、その他の車両情報に基づき、燃料噴射制御、点火時期制御、電子制御スロットル弁の開度制御等を主要とするエンジン制御を実行する。

【0019】

変速機制御装置50は、変速位置や車速等を検出するセンサ類からの信号や通信バス150を介して送信される各種制御情報に基づいて、自動変速機(図示せず)に供給する油圧を制御し、予め設定された変速特性に従って自動変速機を制御する。

40

【0020】

ブレーキ制御装置60は、例えば、ブレーキスイッチ、4輪の車輪速、ハンドル角、ヨーレート、その他の車両情報に基づき、4輪のブレーキ装置(図示せず)をドライバのブレーキ操作とは独立して制御する。また、ブレーキ制御装置60は、各輪のブレーキ力に基づいて各輪のブレーキ液圧を算出して、アンチロック・ブレーキ・システムや横すべり防止制御等を行う。

【0021】

50

操舵制御装置 70 は、例えば、車速、ドライバの操舵トルク、ハンドル角、ヨーレート、その他の車両情報に基づき、車両の操舵系に設けた電動パワーステアリングモータ（図示せず）によるアシストトルクを制御する。また、操舵制御装置 70 は、走行制御装置 100 からの指示により、自車両の前方を走行する先行車両への追従走行時、先行車両の走行軌跡に追従する操舵量で電動パワーステアリングモータを駆動制御する。

【0022】

次に、走行制御システム 10 の中心となる走行制御装置 100 について説明する。走行制御装置 100 は、外部環境認識装置 20 による外部環境の認識結果に基づいて、自車両の追従走行の対象となる目標経路を生成し、この目標経路に沿って走行するよう、エンジン制御装置 40、変速機制御装置 50、ブレーキ制御装置 60、及び操舵制御装置 70 を介した走行制御を実行する。

10

【0023】

詳細には、走行制御装置 100 は、道路の白線が安定的に認識される場合、左右白線の中央位置を軌跡とする目標経路に追従するよう制御する。一方、道路の白線が無い或いは白線を認識できず、自車両前方に先行車両を補足している場合には、先行車両の走行軌跡に基づいて生成した目標経路に追従するよう制御する。

【0024】

更に、走行制御装置 100 は、渋滞時等の先行車両との距離が近く道路の白線が認識できないような状況で先行車両に追従して走行している場合、先行車両が車線変更してもシステム本来の動きからずれることを防止し、自車両が先行車両につられて本来の進行方向から逸脱するようなことを回避する。すなわち、先行車両が車線変更するようなシーンでは、先行車両の現在の車線からの離脱により先行車両の前方の先先行車両が検出されるようになるため、走行制御装置 100 は、図 1 中に示す機能部、すなわち、目標経路生成部 101、特徴量判定部 102、先先行車両選択部 103、先行車両切換部 104、制御部 105 により、適切なタイミングで追従走行の対象を先行車両から先先行車両に切り換えるようにしている。

20

【0025】

目標経路生成部 101 は、白線に基づく目標経路、自車両前方の先行車両の走行軌跡に基づく目標経路、先行車両の前方に認識される先先行車両の走行軌跡に基づく目標経路を生成する処理を並列的に実行する。これらの目標経路は、基本的に同様の処理により、追従走行の目標点の軌跡として生成される。

30

【0026】

すなわち、白線に基づく目標経路は、左右の白線の中央位置を目標点として、この目標点の軌跡として生成される。また、先行車両に基づく目標経路は、先行車両の背面領域の幅方向の中央位置を目標点として、この目標点の軌跡として生成される。更に、先先行車両に基づく目標経路は、当初、部分的に認識可能な先先行車両の背面領域の幅方向の中央位置を目標点として生成され、最終的に先行車両の離脱によって先先行車両に追従走行の対象が切り換えられた状態では、先先行車両の全体の背面領域の幅方向の中央位置の軌跡となる。

【0027】

本実施の形態においては、目標点の軌跡を 2 次曲線で表現して目標経路を生成する例について説明する。

40

【0028】

(a) 白線の場合

画像上で検出された白線候補点を、それぞれ画像座標系に対して、実空間の座標系に写像する。この画像上の白線候補点は、例えば、手前側の約 7 ~ 8 m から遠方側の 100 m 位までの候補点であり、これらの全ての白線候補点が実空間に写像される。そして、画像上で検出できた白線候補点と、自車両の移動量に基づいて推定した過去の白線データとを合わせ、それぞれの候補点に対する近似曲線を同定する。

【0029】

50

(b) 先行車両(先先行車両)の場合

先行車両(先先行車両)の背面中心の座標を点Pとして、それに対して、以下の(1)~(4)式に基づき、時々刻々、自車両の移動量分だけ更新していき、先行車両(先先行車両)の軌跡点群を作成する。この軌跡点群に対して、近似曲線を同定する。

【0030】

具体的には、例えば、カメラ1の撮像画像の1フレーム当たりの自車両の移動量に基づいてフレーム毎の目標となる候補点Pを求め、この候補点Pの点群を近似する曲線を目標経路として算出する。詳細には、図2に示す関係から、自車両CRの車速Vと、自車両CRのヨーレートから求まるヨー角 θ とに基づき、フレームレート f (撮像画像が1フレーム更新されるまでの時間)での自車両CR'への移動量 x , z を、以下の(1)式及び(2)式を用いて計算する。

$$x = V \cdot t \cdot \sin \theta \quad \dots (1)$$

$$z = V \cdot t \cdot \cos \theta \quad \dots (2)$$

【0031】

次に、以下の(3)式及び(4)式に示すように、前フレーム以前に検出した車両固定座標系(X, Z)における候補点Pold(Xold, Zold)に対し、自車両の移動量 x , z を減算した後、現在のフレームにおける車両固定座標系(X', Z')への座標変換を行うことにより、現在のフレームにおける候補点Ppre(Xpre, Zpre)の座標を計算する。

$$X_{pre} = (X_{old} - x) \cdot \cos \theta - (Z_{old} - z) \cdot \sin \theta \quad \dots (3)$$

$$Z_{pre} = (X_{old} - x) \cdot \sin \theta + (Z_{old} - z) \cdot \cos \theta \quad \dots (4)$$

【0032】

そして、これらの候補点の点群に対して、例えば最小二乗法を適用することにより、以下の(5)式に示すように、候補点の軌跡を2次曲線で表現した経路PHを求め、この経路PHを目標経路とする(図3参照)。(5)式において、係数A, B, Cは目標経路を構成する経路成分を表し、係数Aは目標経路の曲率成分、係数Bは自車両に対する目標経路のヨー角成分(自車両の前後方向軸と目標経路(接線)との間の角度成分)、係数Cは自車両に対する目標経路の横方向の位置成分(横位置成分)を示している。

$$X = A \cdot Z^2 + B \cdot Z + C \quad \dots (5)$$

【0033】

尚、白線による目標経路は、左右の白線の候補点の中央位置を目標点として、この中央の目標点から上記(5)式を算出するようにしても良いが、より正確には、左右の白線のそれぞれについて(5)式の曲線を算出し、左右の曲線から求められる中央位置の軌跡を目標経路とする。

【0034】

特徴量判定部102は、先行車両の前方に存在する立体物をターゲットとして、このターゲットが先先行車両としての条件を満たすか否かを、以下の(E1-1)~(E1-3)に示す特徴量によって判定する。先先行車両に係る特徴量の判定は、先行車両の前方に存在する複数のターゲットの画像情報から各ターゲットに対して実施され、各ターゲット毎に、(E1-1)~(E1-3)の特徴量がそれぞれの閾値と比較されて、先先行車両としての条件を満たすか否かが個別に判定される。

【0035】

本実施の形態においては、各特徴量を符号を含めて算出し、各特徴量がそれぞれの閾値を超える場合、先先行車両としての条件を部分的に満たすものとする。各特徴量の判定結果は、各特徴量毎にカウンタに保持される。以下では、(E1-1)~(E1-3)の判定結果を保持するカウンタを、ヨー進行路上存在カウンタ、存在距離条件カウンタ、速度条件カウンタと記載する。

【0036】

(E1-1) 自車両のヨー進行路に対するターゲットの横位置偏差

図4に示すように、車線変更等によって先行車両CR1が現在の走行車線から離脱すると、先行車両CR1に基づく目標経路のヨー角成分が自車両CRの進行方向に反映され、

10

20

30

40

50

先行車両CR1の前方のターゲットCR2が自車両のカメラ視野内に入ってくる。

【0037】

従って、特徴量判定部102は、自車両のヨー角成分Aに基づくヨー進行路に対するターゲットCR2の横位置の偏差を特徴量としてフレーム毎に検出し、一定の閾値と比較する。閾値は、ターゲットが自車両のヨー進行路上に先先行車両として存在しているか否かを判定するための値であり、ターゲットの横位置偏差が閾値を超える場合はヨー進行路上存在カウンタが加算され、横位置偏差が閾値を下回る場合はヨー進行路上存在カウンタが減算される。

【0038】

(E1-2) 先行車両及びターゲットの距離

自車両CRと先行車両CR1との間の距離S1及び自車両CRとターゲットCR2との間の距離S2を毎フレーム毎に検出し、これらの距離S1, S2の範囲が対応する閾値を超えるか否かにより、ターゲットが自車両の追従走行範囲内に先先行車両として存在するか否かを判定する。距離範囲が閾値を超える場合、存在距離条件カウンタが加算され、閾値を下回る場合は、存在距離条件カウンタが減算される。

10

【0039】

(E1-3) 先行車両及びターゲットの速度

自車両CRに対する先行車両CR1の速度V1、自車両CRに対するターゲットCR2の速度V2、先行車両CR1とターゲットCR2との速度差(V2 - V1)を毎フレーム毎に検出し、これらの速度の範囲が対応する閾値を超えるか否かにより、ターゲットが先先行車両として追従走行の対象となる移動体か否かを判定する。速度範囲が閾値を超える場合、速度条件カウンタが加算され、閾値を下回る場合は、速度条件カウンタが減算される。

20

【0040】

更に、本実施の形態においては、以上の(E1-1)~(E1-3)に対して、以下の(E1-4)に示す特徴量を加えるようにしている。尚、この(E1-4)の特徴量は、必ずしも必須の条件ではなく、省略するようにしても良い。

【0041】

(E1-4) ターゲットの軌跡長さ

先行車両CR1の前方に存在するターゲットCR2に対して、毎フレーム毎にターゲットCR2の軌跡(移動軌跡)の長さP2を特徴量として検出することで、ターゲットが移動体か否かを判定する。フレーム毎のターゲットの軌跡長さの変化が閾値を超える場合、カウンタ(軌跡長条件カウンタ)が加算され、閾値を下回る場合は、軌跡長条件カウンタが減算される。

30

【0042】

先先行車両選択部103は、特徴量判定部102のカウンタ(ヨー進行路上存在カウンタ、存在距離条件カウンタ、速度条件カウンタ)を調べ、全てのカウンタがカウンタ毎に設定された閾値を超えるターゲットを、先先行車両の候補として選定する。そして、選定したターゲット(先先行車両の候補)に対して、以下の(E2-1)~(E2-3)に示す評価を行い、その評価値が最も高かったターゲットを、先行車両の離脱によって自車両が追従走行する対象となる先先行車両として選択する。

40

【0043】

(E2-1) ターゲットの横位置

ターゲットが自車両の車線内に存在するか否かを判断するため、ターゲットの存在位置に関する評価として、車線情報からターゲットの横位置を評価する。例えば、ターゲットの横位置が車線中央位置に近づく程、評価値を高くし、車線から外れるものはNGとして選択の対象から除外する。

【0044】

(E2-2) ターゲットの軌跡の横位置偏差

同様に、ターゲットの存在位置に関する評価として、ターゲットの軌跡の横位置偏差を

50

評価する。例えば、ターゲットの軌跡の横位置偏差が車線中央位置に近づく程、評価値を高くし、同様に、車線から外れるものはNGとして選択の対象から除外する。

【0045】

(E2-3) ターゲットの出現幅

先行車両の離脱によって見え始める先先行車両の幅は、見え始めの当初は幅が狭くなることから、ターゲットが先先行車両であるか否かを判断するため、ターゲットの幅を評価し、ターゲットの初回検出時に設定値以上の幅である場合には、NGとして選択の対象から除外する。

【0046】

また、先先行車両選択部103は、既にターゲットが先先行車両として選択されている状態で、先先行車両の候補となる新しいターゲットが出現した場合には、以下の(E2-4)、(E2-5)の評価を行い、これらの評価による判断結果が共に「YES」の場合、現在選択している先先行車両を新しいターゲットに切り換える。

10

【0047】

(E2-4) 自車両とターゲットとの距離

自車両と新しいターゲットとの距離を評価し、選択されているターゲットよりも新しいターゲットの方が自車両に近いかなかを判断する。

【0048】

(E2-5) ターゲットの横位置

新しいターゲットの横位置を評価し、選択されているターゲットよりも新しいターゲットの方が先行車両の進行路に近いかなかを判断する。

20

【0049】

尚、先先行車両選択部103は、先先行車両として選択したターゲットが先行車両の像に隠れる等して認識できなくなった(ロストした)場合には、ロストしたターゲットの先先行車両としての選択を解除する。

【0050】

先行車両切換部104は、自車両の追従走行の対象を、現在の先行車両から先先行車両選択部103によって選択されたターゲットに切り換え、追従走行の目標点を、先行車両から先先行車両(選択したターゲット)に向かって徐々に動かしていく。具体的には、現在の目標経路に対して、先行車両の背面領域の幅方向の中心位置から先先行車両の背面領域の幅方向の中心位置に向かって徐々に横位置成分Cを変化させ、また、曲率成分A及びヨー角成分Bも、先行車両の走行軌跡に基づく目標経路の成分から先先行車両の走行軌跡に基づく成分に向かって徐々に変化させる。

30

【0051】

尚、以上の目標経路を変化させる制御中に、先先行車両として選択されるターゲットがなくなった場合には、そのときの制御中の位置から元の先行車両の目標経路に徐々に復帰させる。

【0052】

制御部105は、自車両の車幅方向の中心位置が目標経路上の目標点に一致するように、操舵制御装置70を介して現在の操舵角を修正し、目標経路への追従走行を制御する。制御目標点への操舵制御は、現在の操舵角で進行したときの所定距離における自車両の推定横位置と目標点との偏差(図2参照)に対するフィードバック制御、目標経路と自車両との相対ヨー角に対するフィードバック制御、目標経路の曲率に対するフィードフォワード制御を主として実行される。

40

【0053】

尚、所定の距離における自車両の推定横位置は、操舵角、車速、車両固有のスタビリティファクタ、ホイールベース、ステアリングギヤレシオ等から算出することができ、また、センサによって検出した自車両のヨーレートを用いて算出することも可能である。

【0054】

例えば、以下の(9)式に示すように、目標経路の曲率成分Aに対するフィードフォー

50

ワード制御の操舵制御量と、目標経路のヨー角成分 B に基づく目標経路と自車両との相対ヨー角 γ に対するフィードバック制御の操舵制御量と、目標経路の横位置成分 C に基づく自車両の推定横位置と目標点との偏差 e に対するフィードバック制御の操舵制御量とを加えて目標操舵角 δ_{ref} を算出し、操舵制御装置 70 に出力する。

$$\delta_{ref} = G_{ff} \cdot A + G_y \cdot \gamma + G_f \cdot e \quad \dots (9)$$

ここで、 G_{ff} : 目標経路の曲率成分 A に対するフィードフォワードゲイン

G_y : 目標経路と自車両との相対ヨー角 γ に対するフィードバックゲイン

G_f : 現在の操舵角で進行したときの自車両と目標経路との横位置の偏差 e に対するフィードバックゲイン

【0055】

操舵制御装置 70 は、目標操舵角 δ_{ref} と実舵角との偏差に基づいて目標操舵トルクを演算し、電動パワーステアリングモータを制御する。この目標トルクへの制御は、具体的には、電動パワーステアリングモータの電流制御として実行され、例えば、PID 制御による駆動電流によって電動パワーステアリングモータが駆動される。

【0056】

次に、走行制御装置 100 における追従走行制御のプログラム処理について、図 5 ~ 図 9 のフローチャートを用いて説明する。図 5 は追従走行制御のメイン処理、図 6 はターゲット特徴量判定カウント処理、図 7 は先先行車両選択処理、図 8 及び図 9 はターゲット評価処理を示している。

【0057】

まず、図 5 の追従走行制御のメイン処理について説明する。この追従走行制御のメイン処理では、最初のステップ S1 において、特徴量判定部 102 の処理として、先行車両の前方に存在するターゲットの特徴量を判定する。このステップ S1 の処理は、詳細には、図 6 に示すターゲット特徴量判定カウント処理として実行される。

【0058】

すなわち、図 6 のステップ S11 において、自車両のヨー進行路に対するターゲットの横位置偏差を判定するヨー進行路上存在カウンタのカウント処理を実行し、ステップ S12 でターゲット及び先行車両の距離範囲を判定する存在距離条件カウンタのカウント処理を実行する。更に、ステップ S13 で先行車両及びターゲットの速度範囲を判定する速度条件カウンタのカウント処理を実行し、ステップ S14 でターゲットの軌跡長さを判定する軌跡長条件カウンタのカウント処理を実行する。

【0059】

次に、メイン処理のステップ S2 では、先先行車両選択部 103 の処理として、図 7 に示す先先行車両選択処理を実行する。この先先行車両選択処理では、ヨー進行路上存在カウンタ、存在距離条件カウンタ、速度条件カウンタ、軌跡長条件カウンタを用いて、複数のターゲットの中から先先行車両の候補を選定し、更に、選定した先先行車両の候補を評価して、その評価値が最も高かったターゲットを先先行車両として選択する。この先先行車両選択処理については、後述する。

【0060】

その後、ステップ S2 からステップ S3 へ進み、先先行車両としてターゲットが選択されているか否かを調べる。先先行車両として選択されたターゲットがある場合、ステップ S3 からステップ S4 へ進んで先行車両切換部 104 としての処理を実行し、現在の目標経路を先先行車両への目標経路に設定し、目標経路を徐々に変更する。

【0061】

一方、先先行車両として選択されたターゲットがいなくなった場合には、ステップ S3 からステップ S5 へ進んで先先行車両への目標経路を設定中であるか否かを調べる。そして、先先行車両への目標経路を設定中でない場合には、そのまま本処理を抜け、先先行車両への目標経路を設定中である場合には、ステップ S6 で先行車両への目標経路に復帰させる処理を実行する。

【0062】

10

20

30

40

50

次に、図7の先先行車両選択処理について説明する。この先先行車両選択処理は、まず、ステップS21でターゲットが先先行車両として未選択か否かを調べ、未選択の場合には、ステップS22以降でターゲットを先先行車両として選択する処理を行い、既に先先行車両として選択されている場合、ステップS26以降でターゲットをロストした場合の処理を行う。

【0063】

先先行車両が未選択の場合、ステップS22では、図8及び図9のターゲット評価処理を実行する。このターゲット評価処理では、ステップS41～S47のループ処理によって全ターゲットの中から先先行車両の候補を選定し、ステップS48～S52のループ処理により、選定した先先行車両の候補を評価する。

10

【0064】

詳細には、ステップS41で各ターゲットに付与したターゲット番号に従って個々のターゲットに対する評価を開始し、ステップS42、S43、S44、S45で、前述した(E1-1)～(E1-4)の特徴量の各カウンタ、すなわち、ヨー進行路上存在カウンタ、存在距離条件カウンタ、速度条件カウンタ、軌跡長条件カウンタが各カウンタ毎に設定された閾値を超えているか否かを、各ターゲット毎に判定する。そして、ステップS46で、全てのカウンタが閾値を超えて判定OKとなったターゲットの数とターゲット番号とを記憶し、ステップS47で全ターゲットについての評価が終了したか否かを調べ、全ターゲットに対する評価が終了するまで処理を継続する。

【0065】

尚、前述したように、このとき、ステップS45のターゲットの軌跡長さの特徴量による判定を省略することも可能である。

20

【0066】

次に、カウンタ判定による全ターゲットの評価が終了すると、ステップS48でカウンタ判定がOKとなったターゲットに対する評価を開始し、ステップS49で、前述した(E2-1)～(E2-3)のターゲットの評価、すなわち、ターゲットの横位置、ターゲットの軌跡の横位置偏差、ターゲットの幅に関する評価を行う。そして、ステップS50で評価結果がOKか否かを調べ、評価結果がNGのターゲットを選択の対象から除外し、ステップS51へ進む。

【0067】

ステップS51では、評価結果がOKで現時点で最も評価が良い(評価値が高い)ターゲット番号を記憶・更新する。そして、ステップS52で全ターゲットについての評価が終了したか否かを調べ、全ターゲットに対する評価が終了するまで処理を継続する。

30

【0068】

以上の先先行車両選択処理のステップS22におけるターゲット評価処理が完了した後は、ステップS23へ進み、ターゲット及び先行車両の挙動に関する評価がOKか否かを調べる。具体的は、ターゲットの後方に重なる別のターゲットが存在するか否かを評価し、ターゲットの後方に別のターゲットが存在しない場合には、評価OKと判断する。

【0069】

そして、ステップS24で最終的に最も評価が良かったターゲットを先先行車両として、そのターゲット番号を記憶する。そして、ステップS24からステップS33へ進み、ターゲット番号を出力する。ここで出力されるターゲット番号により、自車両の追従対象となる先先行車両が特定される。

40

【0070】

一方、ターゲットの後方に重なる別のターゲットが存在する場合には評価NGと判断し、ステップS25で該当するターゲットの番号を削除して先先行車両としての選択の対象から除外し、ステップS33でターゲット番号を出力する。このとき出力されるターゲット番号は、追従対象となる先先行車両が存在しないことを示すターゲット番号、例えば、"0"となる。

【0071】

50

次に、ステップS 2 1で既にターゲットが先先行車両として選択されている場合のステップS 2 6以降の処理について説明する。ステップS 2 6では、ターゲットをロストしたか否かを調べ、ターゲットをロストしている場合、ステップS 2 6からステップS 3 2へジャンプして該当するターゲットのターゲット番号を削除し、ステップS 3 3でターゲット番号を出力する。

【0072】

一方、ターゲットをロストしていない場合には、ステップS 2 6からステップS 2 7へ進み、現在、先先行車両として選択されているターゲットから切り換えられる可能性のある別の新しいターゲット（切り換え先のターゲット）に対する評価処理を行う。このステップS 2 7の処理は、前述した（E 2 - 4）、（E 2 - 5）の距離及び横位置の評価を加えるものである。

10

【0073】

その後、ステップS 2 8へ進み、先先行車両として現在のターゲットから切り換えられる切り換え先のターゲットがあるか否かを判定する。切り換え先のターゲットに対する評価の結果、現在選択されているターゲットよりも新しいターゲットの方が自車両に近く、且つ選択されているターゲットよりも新しいターゲットの方が先行車両の進行路に近い場合、ステップS 2 8で切り換え先のターゲットありと判定する。そして、ステップS 2 9で現在先先行車両として選択されているターゲットのターゲット番号を切り換え先のターゲットのターゲット番号に書き換える。

【0074】

20

その後、ステップS 2 9からステップS 3 0へ進み、走行環境の変化に対するターゲット選択処理の継続可否を判定する。具体的には、先行車両の軌跡から先行車両が直線的に移動しているか否かを調べ、先行車両が直線的に移動しておらず車線変更による離脱と判断される場合には、ステップS 3 1でターゲットの選択継続OKとしてステップS 3 3でターゲット番号を出力する。

【0075】

一方、先行車両が直線的に移動しており離脱では無いと推定される場合には、ターゲット選択の継続は不可と判断する。そして、ステップS 3 1からステップS 3 2へ進み、選択されているターゲットのターゲット番号を削除し、ステップS 3 3でターゲット番号を出力する。

30

【0076】

このように本実施の形態においては、先行車両の前方に存在する複数のターゲットに対して、先先行車両に係る特徴量を判定し、その判定結果に基づいて、先行車両が車線変更等して離脱した場合に追従走行の対象となる先先行車両を選択する。これにより、先行車両が車線変更等によって自車両前方から離脱しても、システム本来の動きからのずれを防止することができ、ドライバに違和感を与えることがない。

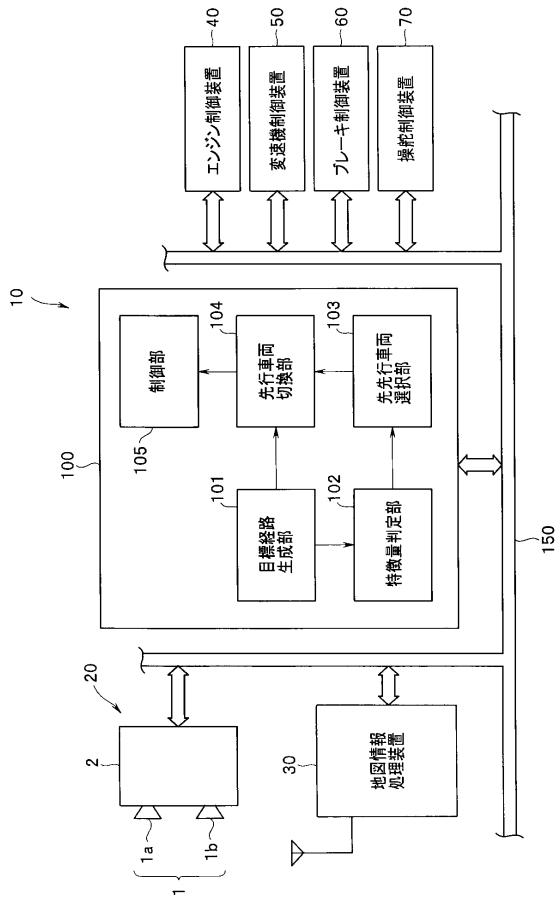
【符号の説明】

【0077】

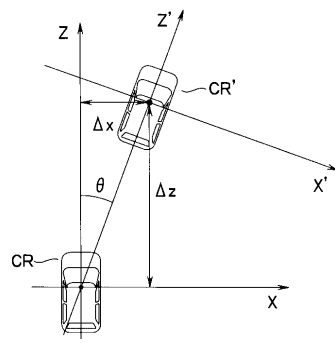
- 10 走行制御システム
- 20 外部環境認識装置
- 100 走行制御装置
- 101 目標経路生成部
- 102 特徴量判定部
- 103 先先行車両選択部
- 104 先行車両切換部
- 105 制御部

40

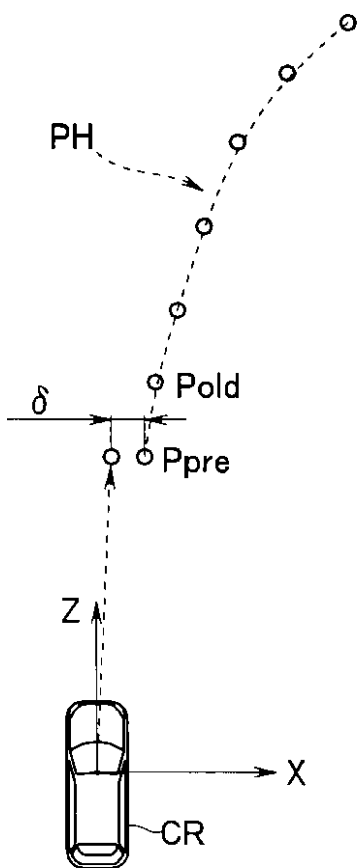
【図1】



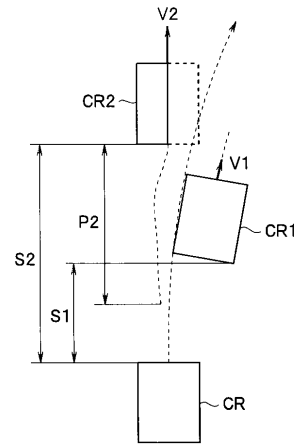
【図2】



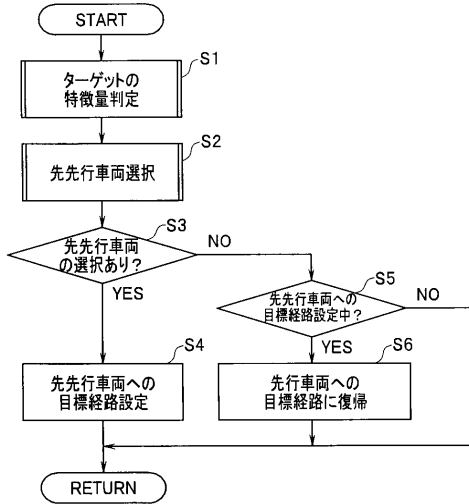
【図3】



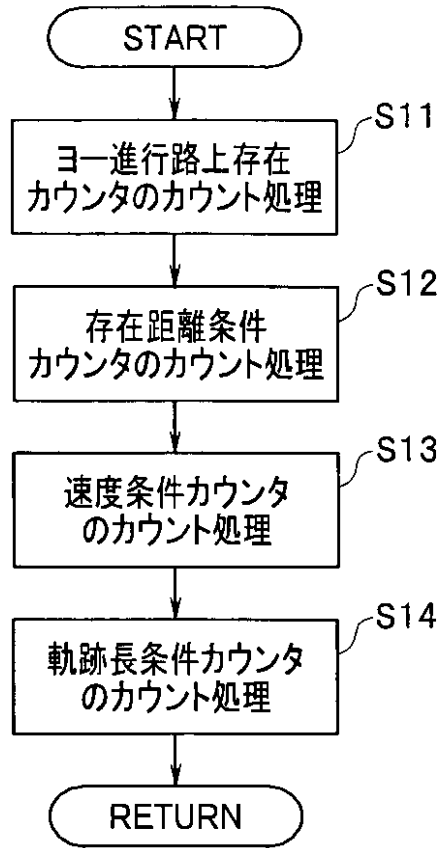
【図4】



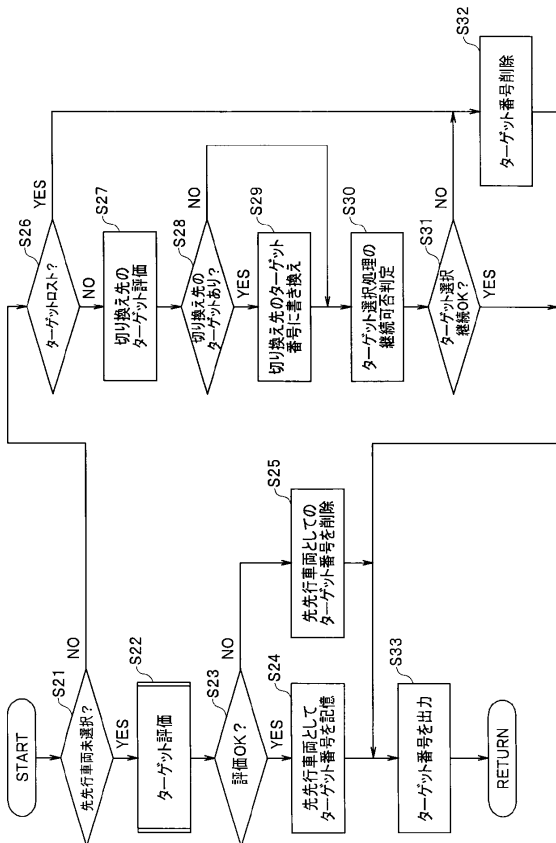
【図5】



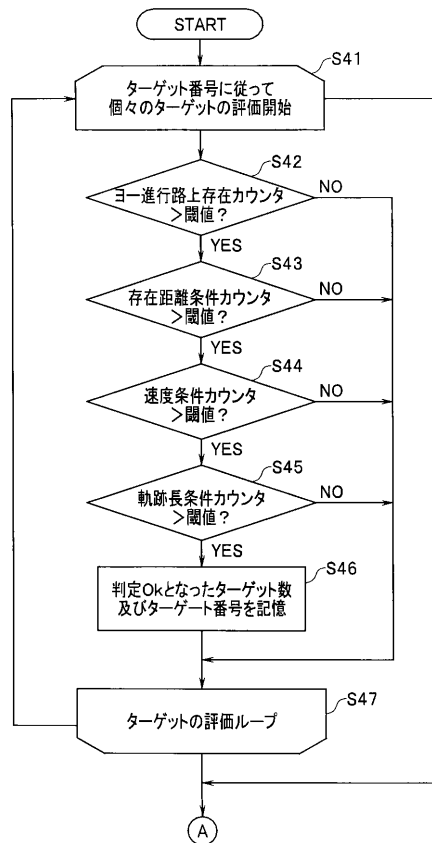
【図6】



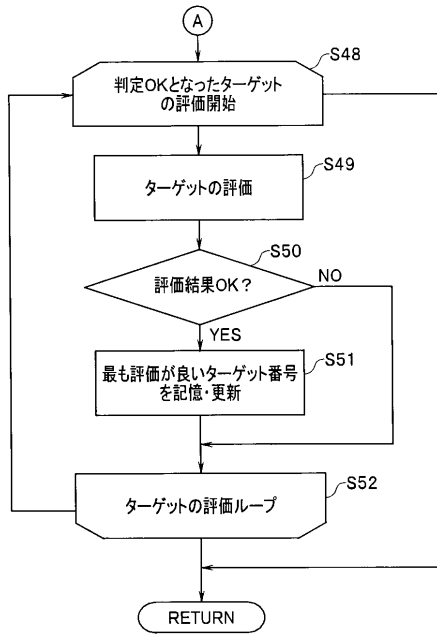
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 30/10

(56)参考文献 特開2004-034917(JP,A)
特開2003-200753(JP,A)
特開2011-006007(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

I P C B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 5 0 / 1 6
B 6 0 K 3 1 / 0 0 - 3 1 / 1 8
G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
B 6 0 R 2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 8