(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2020-8462
(P2020-8462A)
(43)公開日　令和2年1月16日(2020.1.16)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01C 21/28	(2006.01)	G01C	21/28		2F129
G06T 7/00	(2017.01)	G06T	7/00	300Z	5L096
		G06T	7/00	650Z	

審査請求 未請求　請求項の数 5　OL　（全 22 頁）

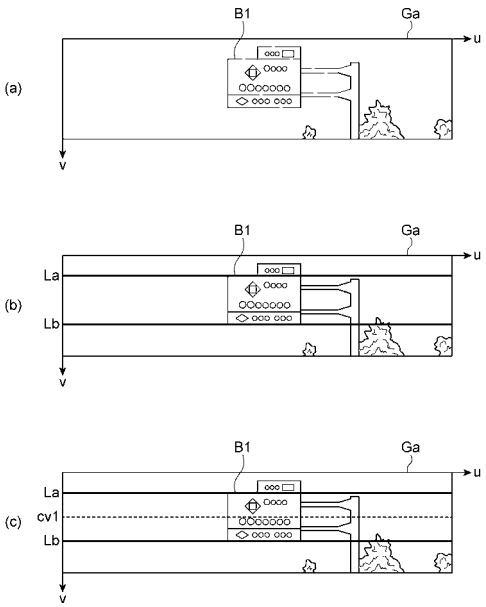
(21)出願番号　特願2018-130915 (P2018-130915)
(22)出願日　平成30年7月10日 (2018.7.10)

(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(71)出願人　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　100088155
弁理士　長谷川　芳樹
(74)代理人　100113435
弁理士　黒木　義樹
(74)代理人　100187311
弁理士　小飛山　悟史
(74)代理人　100161425
弁理士　大森　鉄平

最終頁に続く

(54)【発明の名称】自車位置推定装置

(57)【要約】
【課題】撮像画像に含まれる面状物標と自車両との縦方向距離の推定精度の向上を図ることで自車位置を精度良く推定する。
【解決手段】面状物標が撮像画像に含まれるか否かを判定する物標判定部と自車両の走行する走行道路に関する走行道路情報を取得する走行道路情報取得部と、面状物標が撮像画像に含まれると判定された場合に、撮像画像における面状物標の縦中心座標及び横中心座標のうち少なくとも一方を含む面状物標の中心点情報を取得する中心点情報取得部と、自車両の地図上の測定位置、面状物標の地図上の位置情報、面状物標の中心点情報、及び走行道路情報に基づいて、自車両の前後方向における自車両と面状物標との距離である縦方向距離を演算する縦方向距離演算部と、面状物標の地図上の位置情報と縦方向距離とを用いて自車位置を推定する自車位置推定部と、を備える。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
自車両のカメラによって撮像された前記自車両の前方の撮像画像に含まれる物標を用いて前記自車両の地図上の位置である自車位置を推定する自車位置推定装置であって、
前記自車両に搭載された位置測定部の測定結果に基づいて、前記自車両の地図上の測定位置を取得する測定位置取得部と、
前記物標の地図上の位置情報及び前記物標の外形情報を含む物標情報を記憶する物標データベースと、
前記撮像画像と前記物標情報とに基づいて、前記物標の一種である面状物標が前記撮像画像に含まれるか否かを判定する物標判定部と、
前記自車両の走行する走行道路に関する走行道路情報を取得する走行道路情報取得部と、
前記物標判定部により前記面状物標が前記撮像画像に含まれると判定された場合に、前記カメラの撮像画像と前記物標情報とに基づいて、前記撮像画像における前記面状物標の縦中心座標及び横中心座標のうち少なくとも一方を含む前記面状物標の中心点情報を取得する中心点情報取得部と、
前記自車両の地図上の測定位置、前記面状物標の地図上の位置情報、前記面状物標の前記中心点情報、及び前記走行道路情報に基づいて、前記自車両の前後方向における前記自車両と前記面状物標との距離である縦方向距離を演算する縦方向距離演算部と、
前記走行道路情報に基づいて、前記縦方向距離の誤差量を推定する誤差量推定部と、
前記誤差量が誤差閾値未満である場合に、前記面状物標の地図上の位置情報と前記縦方向距離とを用いて前記自車位置を推定する自車位置推定部と、
を備える、自車位置推定装置。
【請求項２】
前記縦方向距離演算部は、前記中心点情報に前記面状物標の前記横中心座標が含まれる場合に、前記自車両の地図上の測定位置、前記面状物標の地図上の位置情報、前記撮像画像における前記面状物標の前記横中心座標、及び前記走行道路情報に含まれる曲率半径情報に基づいて、前記自車両と前記面状物標との前記縦方向距離を演算する、請求項１に記載の自車位置推定装置。
【請求項３】
前記誤差量推定部は、前記走行道路の曲率半径が曲率半径閾値以上である場合には、前記走行道路の曲率半径が前記曲率半径閾値未満である場合と比べて、前記誤差量を小さい値として推定する、請求項２に記載の自車位置推定装置。
【請求項４】
前記誤差量推定部は、前記自車両の地図上の測定位置及び前記面状物標の地図上の位置情報から演算された前記自車両に対する前記面状物標の横方向距離が横方向閾値以上である場合には、前記横方向距離が横方向閾値未満である場合と比べて、前記誤差量を小さい値として推定する、請求項２又は３に記載の自車位置推定装置。
【請求項５】
前記縦方向距離演算部は、前記中心点情報に前記面状物標の前記縦中心座標が含まれる場合に、前記面状物標の地図上の位置情報に含まれる前記面状物標の高さ情報、前記撮像画像における前記面状物標の前記縦中心座標、及び前記走行道路情報に含まれる勾配情報に基づいて、前記自車両と前記面状物標との前記縦方向距離を演算する、請求項１に記載の自車位置推定装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、自車位置推定装置に関する。
【背景技術】
【０００２】

従来、車両のカメラにより道路標識などの物標を認識し、記憶されている物標の地図上の位置情報を用いることで自車位置を推定することが知られている。物標認識に関する技術文献としては特開２０１２－１６４２５４号公報などが存在する。この公報には、地図情報に含まれる道路標識の設置されている位置に基づいて道路標識（物標）を固定標識と臨時標識とに区別して認識することにより、道路標識の認識精度を向上させる標識認識装置が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２０１２－１６４２５４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

物標を用いた自車位置推定においては、自車両と物標との距離を精度良く推定することが求められている。上述した従来の標識認識装置では、画像処理によって道路標識の位置を認識しているが、道路標識などの物標の認識精度には改善の余地がある。

【０００５】

そこで、本技術分野では、撮像画像に含まれる物標と自車両との距離の推定精度の向上を図ることで自車位置を精度良く推定することができる自車位置推定装置を提供することが望まれている。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記課題を解決するため、本発明の一態様は、自車両のカメラによって撮像された自車両の前方の撮像画像に含まれる物標を用いて自車両の地図上の位置である自車位置を推定する自車位置推定装置であって、自車両に搭載された位置測定部の測定結果に基づいて、自車両の地図上の測定位置を取得する測定位置取得部と、物標の地図上の位置情報及び物標の外形情報を含む物標情報を記憶する物標データベースと、撮像画像と物標情報とに基づいて、物標の一種である面状物標が撮像画像に含まれるか否かを判定する物標判定部と自車両の走行する走行道路に関する走行道路情報を取得する走行道路情報取得部と、物標判定部により面状物標が撮像画像に含まれると判定された場合に、カメラの撮像画像と物標情報とに基づいて、撮像画像における面状物標の縦中心座標及び横中心座標のうち少なくとも一方を含む面状物標の中心点情報を取得する中心点情報取得部と、自車両の地図上の測定位置、面状物標の地図上の位置情報、面状物標の中心点情報、及び走行道路情報に基づいて、自車両の前後方向における自車両と面状物標との距離である縦方向距離を演算する縦方向距離演算部と、走行道路情報に基づいて、縦方向距離の誤差量を推定する誤差量推定部と、誤差量が誤差閾値未満である場合に、面状物標の地図上の位置情報と縦方向距離とを用いて自車位置を推定する自車位置推定部と、を備える。

【０００７】

本発明の一態様に係る自車位置推定装置では、道路標識などの面状物標が撮像画像に含まれる場合に、自車両の地図上の測定位置、面状物標の地図上の位置情報、撮像画像における面状物標の中心点情報、及び走行道路情報に基づいて自車両と面状物標との縦方向距離を演算する。また、この自車位置推定装置では、自車両の走行道路によって縦方向距離に含まれる誤差量が変化することから、走行道路情報から推定された縦方向距離の誤差量が誤差閾値未満の場合に、当該縦方向距離を用いて自車位置の推定を行う。従って、この自車位置推定装置によれば、面状物標の地図上の位置情報を利用して撮像画像に含まれる面状物標と自車両との縦方向距離を推定するので、撮像画像のみから縦方向距離を推定する場合と比べて縦方向距離の推定精度の向上を図ることができ、自車位置を精度良く推定することができる。

【０００８】

本発明の一態様に係る自車位置推定装置において、縦方向距離演算部は、中心点情報に

面状物標の横中心座標が含まれる場合に、自車両の地図上の測定位置、面状物標の地図上の位置情報、撮像画像における面状物標の横中心座標、及び走行道路情報に含まれる曲率半径情報に基づいて、自車両と面状物標との縦方向距離を演算してもよい。

この自車位置推定装置では、中心点情報に面状物標の横中心座標が含まれる場合に、自車両の地図上の測定位置と面状物標の地図上の位置情報から地図上における自車両と面状物標との横方向距離を求め、地図上における自車両と面状物標との横方向距離と走行道路情報に含まれる曲率半径情報とを用いて自車両と面状物標との縦方向距離を演算することができる。

【０００９】

上記の自車位置推定装置において、誤差量推定部は、走行道路の曲率半径が曲率半径閾値以上である場合には、走行道路の曲率半径が曲率半径閾値未満である場合と比べて、誤差量を小さい値として推定してもよい。

この自車位置推定装置によれば、撮像画像における面状物標の横中心座標から自車両と面状物標との縦方向距離を演算する場合には、自車両の走行する走行道路の曲率半径が縦方向距離の誤差量に影響することが見出されたため、走行道路の曲率半径が曲率半径閾値以上であるときには曲率半径が曲率半径閾値未満であるときと比べて誤差量を小さい値とすることで、縦方向距離の誤差量の推定精度を向上させることができる。

【００１０】

上記の自車位置推定装置において、誤差量推定部は、自車両の地図上の測定位置及び面状物標の地図上の位置情報から演算された自車両に対する面状物標の横方向距離が横方向閾値以上である場合には、横方向距離が横方向閾値未満である場合と比べて、誤差量を小さい値として推定してもよい。

この自車位置推定装置によれば、撮像画像における面状物標の横中心座標から自車両と面状物標との縦方向距離を演算する場合には、面状物標の横方向距離が縦方向距離の誤差量に影響することが見出されたため、横方向距離が横方向閾値以上であるときに横方向距離が横方向閾値未満であるときと比べて誤差量を小さい値とすることで、縦方向距離の誤差量の推定精度を向上させることができる。

【００１１】

本発明の一態様に係る自車位置推定装置において、縦方向距離演算部は、中心点情報に面状物標の縦中心座標が含まれる場合に、面状物標の地図上の位置情報に含まれる面状物標の地図上の高さ情報、撮像画像における面状物標の縦中心座標、及び走行道路情報に含まれる勾配情報に基づいて、自車両と面状物標との縦方向距離を演算してもよい。

この自車位置推定装置では、中心点情報に面状物標の縦中心座標が含まれる場合に、面状物標の地図上の高さ情報と撮像画像における面状物標の縦中心座標とからカメラと面状物標との高さを求め、カメラと面状物標との高さと走行道路情報に含まれる勾配情報とを用いて自車両と面状物標との縦方向距離を演算することができる。

【発明の効果】

【００１２】

以上説明したように、本発明の一態様によれば、撮像画像に含まれる面状物標と自車両との縦方向距離の推定精度の向上を図ることで自車位置を精度良く推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】一実施形態に係る自車位置推定装置を示すブロック図である。

【図２】（ａ）撮像画像のエッジ検出処理を説明するための図である。（ｂ）撮像画像のハフ変換によるペアの直線輪郭線の抽出を説明するための図である。（ｃ）撮像画像における縦中心座標の算出を説明するための図である。

【図３】（ａ）撮像画像中における面状物標の中心点とカメラ光軸縦座標との距離Δｖを示す図である。（ｂ）自車両と面状物標の中心点との位置関係を説明するための平面図である。

【図４】勾配変化量による誤差量Ｅｙの例を示す図である。
【図５】（ａ）撮像画像における横中心座標の算出を説明するための図である。（ｂ）撮像画像中における面状物標の中心点とカメラ光軸横座標との距離Δｕを示す図である。
【図６】（ａ）走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘの例を示す平面図である。（ｂ）走行車線の曲率半径と走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘの関係を説明するための図である。
【図７】（ａ）自車両と面状物標との縦方向距離を用いた自車位置の補正の例を説明するための平面図である。（ｂ）任意の地図座標系における自車位置の補正の例を説明するための平面図である。
【図８】自車位置推定処理の一例を示すフローチャートである。
【図９】（ａ）中心点情報に縦中心座標が含まれる場合における誤差量Ｅｚ１の推定処理の一例を示すフローチャートである。（ｂ）中心点情報に横中心座標が含まれる場合における誤差量Ｅｚ２の推定処理の一例を示すフローチャートである。（ｃ）中心点情報に横中心座標が含まれる場合における誤差量Ｅｚ２の推定処理の他の例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】
【００１４】
以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。
【００１５】
図１は、一実施形態に係る自車位置推定装置を示すブロック図である。図１に示す自車位置推定装置１００は、乗用車などの自車両（自車両）に搭載され、自車両の地図上の位置である自車位置の推定を行う装置である。
【００１６】
［自車位置推定装置の構成］
図１に示すように、自車位置推定装置１００は、システムを統括的に管理するＥＣＵlang=EN-US>[Electronic Control Unit]１０を備えている。ＥＣＵ１０は、ＣＰＵ[Central Processing Unit]、ＲＯＭlang=EN-US>[Read Only Memory]、ＲＡＭ[Random Access Memory]などを有する電子制御ユニットである。ＥＣＵ１０では、例えば、ＲＯＭに記憶されているプログラムをＲＡＭにロードし、ＲＡＭにロードされたプログラムをＣＰＵで実行することにより各種の機能を実現する。ＥＣＵ１０は、複数の電子ユニットから構成されていてもよい。
【００１７】
ＥＣＵ１０は、ＧＰＳ受信部１、カメラ２、レーダセンサ３、内部センサ４、地図データベース５、及び物標データベース６と接続されている。
【００１８】
ＧＰＳ受信部１は、３個以上のＧＰＳ衛星から信号を受信することにより、自車両の地図上の位置（例えば自車両の緯度及び経度）を測定する測定部である。ＧＰＳ受信部１は、測定した自車両の位置情報（測定結果）をＥＣＵ１０へ送信する。
【００１９】
カメラ２は、自車両の外部状況を撮像する撮像機器である。カメラ２は、自車両のフロントガラスの裏側に設けられ、自車両の前方を撮像する。カメラ２は、撮像した車両前方の撮像画像をＥＣＵ１０へ送信する。カメラ２は、単眼カメラであってもよく、ステレオカメラであってもよい。カメラ２は、自車両の側方を撮像するように設けられていてもよい。撮像画像は、縦方向が車両の垂直方向（上下方向）に対応し、横方向が車両の車幅方向（左右方向）に対応する画像となる。撮像画像の縦方向は、垂直方向と対応関係にあればよく一致する必要はない。撮像画像の横方向も車幅方向と対応関係にあればよく一致する必要はない。
【００２０】
レーダセンサ３は、電波（例えばミリ波）又は光を利用して自車両の周辺の物体を検出する検出機器である。レーダセンサ３には、例えば、ミリ波レーダ又はライダー［LIDAR

：Light Detection And Ranging］が含まれる。レーダセンサ３は、電波又は光を自車両の周辺に送信し、物体で反射された電波又は光を受信することで物体を検出する。レーダセンサ３は、物体の検出情報をＥＣＵ１０へ送信する。レーダセンサ３には、ミリ波レーダ及びライダーの両方を含む複数のセンサから構成されていてもよい。なお、本実施形態において、ＥＣＵ１０は、必ずしもレーダセンサ３と接続されている必要はない。

【００２１】

内部センサ４は、自車両の走行状態を検出する検出機器である。内部センサ４は、車速センサ、加速度センサ、及びヨーレートセンサを含む。車速センサは、自車両の速度を検出する検出器である。車速センサとしては、例えば、自車両の車輪又は車輪と一体に回転するドライブシャフトなどに対して設けられ、車輪の回転速度を検出する車輪速センサが用いられる。車速センサは、検出した車速情報（車輪速情報）をＥＣＵ１０に送信する。

【００２２】

加速度センサは、自車両の加速度を検出する検出器である。加速度センサは、例えば、自車両の前後方向の加速度を検出する前後加速度センサと、自車両の横加速度を検出する横加速度センサとを含んでいる。加速度センサは、例えば、自車両の加速度情報をＥＣＵ１０に送信する。ヨーレートセンサは、自車両の重心の鉛直軸周りのヨーレート（回転角速度）を検出する検出器である。ヨーレートセンサとしては、例えばジャイロセンサを用いることができる。ヨーレートセンサは、検出した自車両のヨーレート情報をＥＣＵ１０へ送信する。内部センサ４は、オドメトリなどによって車両の地図上の位置の測定に利用される場合には、車載の位置測定部に相当する。

【００２３】

地図データベース５は、地図情報を記憶するデータベースである。地図データベース５は、例えば、自車両に搭載されたＨＤＤ［Hard Disk Drive］内に形成されている。地図情報には、道路の位置情報（車線の位置情報）、道路形状の情報（例えばカーブ、道路直線区間の種別、曲率など）、交差点及び分岐点の位置情報などが含まれる。なお、地図データベース５は、自車両と通信可能なサーバに形成されていてもよい。

【００２４】

物標データベース６は、物標に関する物標情報を記憶するデータベースである。物標とは、地図上の位置情報が既知であり、自車位置推定の基準として利用される物体である。物標情報には、物標の地図上の位置情報と物標の外形情報が含まれる。物標の地図上の位置情報には、平面視した場合における物標の地図上の座標位置の情報と、物標の高さ情報とが含まれる。物標の外形情報とは、カメラ２の撮像画像又はレーダセンサ３の検出情報から物標を認識（特定）するために用いられる物標の外形に関する情報である。物標の外形情報には、物標の大きさが含まれていてもよい。

【００２５】

物標には、物標の一種として面状物標が少なくとも含まれる。面状物標は、道路に対して設けられ、道路を走行する自車両からカメラ２によって撮像される面を有する物標である。面状物標は、道路に対して設けられた道路標識、看板、信号機などが含まれる。面状物標は、道路に沿って走行している自車両に対して表示面などが正対するように設けられている物標としてもよい。面状物標の地図上の高さ情報には道路標識などの表示面の中心の高さの情報が含まれる。物標には、面状物標以外に、道路の区画線などが含まれていてもよい。

【００２６】

物標データベース６は、地図データベース５と一体のデータベースであってもよい。物標データベース６は、自車両と通信可能なサーバに形成されていてもよい。

【００２７】

次に、ＥＣＵ１０の機能的構成について説明する。ＥＣＵ１０は、測定位置取得部１１、走行道路情報取得部１２、物標判定部１３、中心点情報取得部１４、縦方向距離演算部１５、誤差量推定部１６、及び自車位置推定部１７を有している。以下に説明するＥＣＵ１０の機能の一部は、自車両と通信可能なサーバで実行されてもよい。

【００２８】
測定位置取得部１１は、ＧＰＳ受信部１の測定した自車両の位置情報（測定結果）に基づいて、自車両の地図上の位置である測定位置を取得する。測定位置取得部１１は、例えば緯度経度の情報として測定位置を取得する。また、測定位置取得部１１は、前回の測定位置と内部センサ４の検出結果（車速情報、ヨーレート情報など）とに基づいて、オドメトリにより自車両の測定位置を取得してもよい。
【００２９】
走行道路情報取得部１２は、自車両の走行する走行道路に関する走行道路情報を取得する。走行道路情報には、走行道路の曲率半径情報（又は曲率情報）と走行道路の勾配情報とが含まれる。
【００３０】
走行道路情報取得部１２は、例えば、測定位置取得部１１の取得した自車両の地図上の測定位置と地図データベース５の地図情報とに基づいて、走行道路情報を取得する。なお、走行道路情報取得部１２は、カメラ２の撮像画像又はレーダセンサ３の検出情報に基づいて、走行道路の区画線の曲率半径から走行道路の曲率半径情報を取得してもよい。走行道路情報取得部１２は、内部センサ４の検出結果に基づいて、車両のピッチの変化から走行道路の勾配情報を取得してもよい。
【００３１】
物標判定部１３は、カメラ２の撮像画像と物標データベース６の物標情報とに基づいて、面状物標が撮像画像に含まれるか否かを判定する。物標判定部１３は、カメラ２から撮像画像を取得した場合、撮像画像に対してエッジ検出、ハフ変換などの画像処理を行う。物標判定部１３は、例えば、物標情報（外形情報）を利用してパターンマッチングなどの物標認識処理を行うことで、面状物標が撮像画像に含まれるか否かを判定する。
【００３２】
物標判定部１３は、測定位置取得部１１の測定した自車両の測定位置を用いて、物標データベース６の物標情報に含まれる物標の中から自車両の前方に位置する面状物標の候補を絞り込んだ上で、パターンマッチングなどの物標認識処理を実行してもよい。物標判定部１３は、カメラ２の撮像した撮像画像又はレーダセンサ３の検出情報に基づいて周知の物標認識処理を行い、面状物標を認識した場合に面状物標が撮像画像に含まれるか否かの判定を行ってもよい。
【００３３】
中心点情報取得部１４は、物標判定部１３により面状物標が撮像画像に含まれると判定された場合に、カメラ２の撮像画像と物標情報とに基づいて、撮像画像における面状物標の縦中心座標及び横中心座標のうち少なくとも一方を含む面状物標の中心点情報を取得する。
【００３４】
面状物標の縦中心座標とは、撮像画像の縦方向における面状物標の中心座標である。面状物標の横中心座標とは、撮像画像の横方向における面状物標の中心座標である。中心点情報取得部１４は、例えば、カメラ２の撮像画像に対してエッジ検出を行い、面状物標の外形情報に応じたハフ変換により面状物標の輪郭線の抽出を行う。中心点情報取得部１４は、撮像画像における面状物標の輪郭線を用いた画像処理によって中心点情報を取得する。中心点情報取得部１４は、撮像画像における面状物標の縦中心座標及び横中心座標のうち少なくとも一方を含む面状物標の中心点情報を取得する。
【００３５】
〈中心点情報に縦中心座標が含まれる場合〉
以下、中心点情報に縦中心座標が含まれる場合について説明を行う。図２（ａ）は、撮像画像のエッジ検出処理を説明するための図である。図２（ａ）に、面状物標Ｂ１、面状物標Ｂ１を認識するための撮像画像の探索領域Ｇａを示す。
【００３６】
図２（ａ）に示す面状物標Ｂ１は、水平方向に沿って延びる上辺及び下辺を有する長方

形状（矩形状）の外形を有する道路案内標識である。面状物標Ｂ１は、例えば、道路脇に設けられた支持柱から道路上に突き出されたアームに対して取付けられ、道路の上方に設けられた道路案内標識である。探索領域Ｇａは、撮像画像のうち面状物標Ｂ１を探索するために切り出された領域である。探索領域Ｇａは、例えば物標判定部１３における面状物標Ｂ１の認識結果を用いて設定することができる。その他、探索領域Ｇａの求め方は、画像認識における周知の手法を採用することができる。

【００３７】

また、図２（ａ）において、カメラ２の撮像画像の縦方向をｖ軸、横方向をｕ軸として示す。撮像画像の縦方向ｖは、車両の垂直方向に対応する。撮像画像の横方向ｕは、車両の車幅方向に対応する。

【００３８】

図２（ａ）に示すように、中心点情報取得部１４は、カメラ２の撮像画像の探索領域Ｇａに対してエッジ検出を行うことで、撮像画像のピクセル間の輝度差などから、撮像画像に含まれるエッジを検出する。なお、中心点情報取得部１４は、物標判定部１３において既にエッジ検出処理を行っている場合には、重複するエッジ検出処理を行わなくてもよい。

【００３９】

図２（ｂ）は、撮像画像のハフ変換によるペアの直線輪郭線の抽出を説明するための図である。図２（ｂ）に、長方形状の面状物標Ｂ１の上辺を含む直線輪郭線Ｌａと長方形状の面状物標Ｂ１の下辺を含む直線輪郭線Ｌｂとを示す。

【００４０】

図２（ｂ）に示すように、中心点情報取得部１４は、面状物標Ｂ１の外形が長方形状であることから、エッジ検出後の撮像画像の探索領域Ｇａに対して、横方向ｕに限定したハフ変換を行う。これにより、中心点情報取得部１４は、長方形状の面状物標Ｂ１の上辺及び下辺にそれぞれ対応するペアの直線輪郭線Ｌａ、Ｌｂを抽出する。

【００４１】

図２（ｃ）は、撮像画像における縦中心座標の算出を説明するための図である。図２（ｃ）に、面状物標Ｂ１の縦中心座標に対応する縦中心直線ｃｖ１を示す。縦中心直線ｃｖ１は、撮像画像の横軸方向に延在し、面状物標Ｂ１の中心座標を通過する直線である。縦中心直線ｃｖ１は、撮像画像上で二本の直線輪郭線Ｌａ、Ｌｂから等距離となる直線である。すなわち、中心点情報取得部１４は、一例として、撮像画像上で二本の直線輪郭線Ｌａ、Ｌｂから等距離となる縦座標を面状物標Ｂ１の縦中心座標として算出する。このようにして、中心点情報取得部１４は、縦中心座標を含む面状物標Ｂ１の中心点情報を取得することができる。

【００４２】

なお、中心点情報取得部１４は、必ずしも二本の直線輪郭線Ｌａ、Ｌｂから等距離の縦座標を縦中心座標とする必要はなく、面状物標Ｂ１の外形情報に基づいて直線輪郭線Ｌａ、Ｌｂの間の適切な縦座標を縦中心座標として算出してもよい。

【００４３】

縦方向距離演算部１５は、中心点情報取得部１４により縦中心座標を含む中心点情報が取得された場合、自車両の地図上の測定位置、面状物標の地図上の位置情報に含まれる高さ情報、撮像画像における面状物標の縦中心座標、走行道路情報に含まれる勾配情報、及びカメラ２の焦点距離に基づいて、自車両と面状物標との縦方向距離を演算する。

【００４４】

具体的に、縦方向距離演算部１５は、下記の式（１）を用いて縦方向距離を演算することができる。下記の式（１）において、ｚｃ１はカメラ２と面状物標との縦方向距離（縦中心座標から演算された縦方向距離）、ｆはカメラ２の焦点距離、ｙｃ１はカメラ２に対する面状物標の高さ、Δｖは撮像画像における面状物標の縦中心座標と撮像画像のカメラ光軸縦座標との距離である。カメラ２の焦点距離ｆは予め決められた値である。

【数１】

$$zc1 = f\frac{yc1}{\Delta v}\cdots(1)$$

【００４５】

ここで、図３（ａ）は、撮像画像中における面状物標の中心点とカメラ光軸縦座標との距離Δｖを説明するための図である。図３（ａ）に、撮像画像Ｇ（撮像画像の全体）、撮像画像Ｇのカメラ光軸縦座標Ｆｖ、面状物標Ｂ１の中心点ｃ１、及び面状物標Ｂ１の中心点ｃ１とカメラ光軸縦座標Ｆｖとの距離Δｖを示す。カメラ光軸縦座標Ｆｖは、カメラ２の光軸の撮像画像Ｇにおける縦座標に対応している。撮像画像Ｇにおけるカメラ光軸縦座標Ｆｖは、既知であり、カメラ２の設定などから決まる。

【００４６】

縦方向距離演算部１５は、面状物標Ｂ１の中心点情報に含まれる縦中心座標（縦中心直線ｃｖ１に対応）と撮像画像Ｇにおいて既知のカメラ光軸縦座標Ｆｖとから、撮像画像Ｇの縦方向ｖにおける面状物標Ｂ１の中心点ｃ１とカメラ光軸縦座標Ｆｖとの距離Δｖを演算する。

【００４７】

また、縦方向距離演算部１５は、予め記憶された既知の値であるカメラ２の高さと面状物標Ｂ１の地図上の位置情報に含まれる面状物標Ｂ１の高さ情報と走行道路情報に含まれる勾配情報とから、カメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さｙｃ１を演算する。カメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さｙｃ１とは、カメラ２を基準とした場合における面状物標Ｂ１の高さ（鉛直方向における差）である。

【００４８】

カメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さｙｃ１は、面状物標Ｂ１の地図上の位置情報に含まれる面状物標Ｂ１の高さ情報が路面からの高さの情報である場合、自車両の位置の路面の高さと面状物標Ｂ１の位置の路面の高さとの差分を考慮する必要がある。縦方向距離演算部１５は、走行道路情報に含まれる勾配情報を用いることで、路面の高さの差を考慮してカメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さｙｃ１を演算する。なお、縦方向距離演算部１５は、面状物標Ｂ１の地図上の位置情報に含まれる面状物標Ｂ１の高さ情報が路面を基準とした高さではなく、標高又は海抜などの高さである場合には、勾配情報を用いる必要はない。

【００４９】

図３（ｂ）は、自車両Ｍと面状物標Ｂ１の中心点との位置関係を説明するための平面図である。図３（ｂ）は平面図であるが、理解を容易にするため面状物標Ｂ１を正面から見た図で表わしている。図３（ｂ）において、自車両をＭ、自車両Ｍの前後方向をｚ軸、自車両の車幅方向をｘ軸として示す。図３（ｂ）におけるｚ軸とｘ軸の原点はカメラ２（例えばカメラ２のレンズ表面）である。また、自車両Ｍと面状物標Ｂ１の中心点ｃ１との縦方向距離ｚｃ１、自車両Ｍと面状物標Ｂ１の中心点ｃ１との横方向距離ｘｃ１を示す。横方向距離ｘｃ１はここでは演算に用いない。

【００５０】

縦方向距離演算部１５は、上記の式（１）に対して、面状物標Ｂ１の中心点ｃ１とカメラ光軸縦座標Ｆｖとの距離Δｖと、カメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さｙｃ１と、既知のカメラ２の焦点距離ｆを入れることで、自車両Ｍと面状物標Ｂ１の中心点ｃ１との縦方向距離ｚｃ１を求めることができる。なお、演算式は上記の式（１）に限定されず、任意の係数を乗じてもよく、任意の値を加算又は減算してもよい。

【００５１】

その他、縦方向距離演算部１５は、走行道路の勾配情報に基づいて、自車両Ｍから面状物標Ｂ１までの勾配変化量を求め、勾配変化量を考慮したカメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さｙｃ１を求めてもよい。

【００５２】
誤差量推定部１６は、縦方向距離演算部１５により縦方向距離ｚｃ１が演算された場合、走行道路情報に基づいて、縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１の推定を行う。縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１には、自車両Ｍの走行道路の勾配変化による誤差量を含めることができる。
【００５３】
自車両Ｍの走行道路の勾配変化による誤差量とは、自車両Ｍから面状物標Ｂ１までの勾配変化によって生じる誤差量である。ここで、図４は、勾配変化量による誤差量Ｅｙの例を示す図である。図４に示すように、自車両Ｍから面状物標Ｂ１までの勾配が変化する場合、勾配変化量による誤差量Ｅｙが発生する。ここでは、誤差量Ｅｙを概念的に示している。
【００５４】
誤差量推定部１６は、走行道路情報の勾配情報に基づいて自車両Ｍの走行道路の勾配変化による誤差量Ｅｙを考慮することで縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１を推定する。誤差量推定部１６は、例えば、誤差量推定部１６は、自車両Ｍから面状物標Ｂ１までの勾配変化量が勾配変化量閾値以上である場合、勾配変化量が勾配変化量閾値未満である場合と比べて、誤差量Ｅｚ１を大きい値として推定する。勾配変化量閾値は予め設定された値である。勾配変化量は、例えば、自車両Ｍの位置における勾配と面状物標Ｂ１の位置における勾配の差とすることができる。また、勾配変化量として、自車両Ｍの位置における高さと面状物標Ｂ１の位置における高さの差を取ってもよい。
【００５５】
或いは、自車両Ｍから面状物標Ｂ１までの勾配変化量が大きいほど誤差量Ｅｚ１を大きい値として推定してもよい。誤差量推定部１６は、勾配変化量と誤差量Ｅｚ１とを予め関係付けたテーブルデータを用いて、勾配変化量から誤差量Ｅｚ１を推定してもよい。
【００５６】
なお、誤差量推定部１６は、縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１に、撮像画像上における面状物標Ｂ１の縦中心座標の誤差及びカメラ光軸縦座標Ｆｖの誤差を含むことができる。撮像画像上における面状物標Ｂ１の縦中心座標の誤差は画像処理（撮像画像上の面状物標Ｂ１の認識処理）に伴う誤差である。また、カメラ光軸縦座標Ｆｖの誤差は真の光軸に対する設定上又は演算処理上の誤差である。撮像画像上における面状物標Ｂ１の縦中心座標の誤差及びカメラ光軸縦座標Ｆｖの誤差は、一定量と見積もることができる。
【００５７】
誤差量推定部１６は、下記の式（３）を用いて、縦中心座標から演算された縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１を推定してもよい。式（３）は下記の式（２）から導くことができる。式（２）では上述した式（１）を利用してｚｃ１を置き換えている。
【数２】

$$Ez1=\left|zc1-z1_{true}\right|=\left|f\frac{yc1}{\Delta v}-z1_{true}\right|\ldots(2)$$

$$Ez1=\left|f\frac{\left(y1_{true}+Ey\right)}{\left(\Delta v_{true}-Ev\right)}-z1_{true}\right|\ldots(3)$$

【００５８】
上記の式（３）において、カメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さの真の値をｙ$_{true}$、撮像画像上における面状物標Ｂ１の中心点とカメラ光軸縦座標Ｆｖとの距離の真の値をΔｖ$_{true}$、縦方向距離の真の値をｚ１$_{true}$とする。縦方向距離の真の値ｚ$_{true}$は、厳密には得られないため、縦方向距離ｚｃ１で代用する。カメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さの真の値ｙ１$_{true}$は、縦方向距離演算部１５により演算されたカメラ２に対する面状物標Ｂ１の高さｙｃ１で代用する。撮像画像上における面状物標Ｂ１の中心

点とカメラ光軸縦座標Ｆｖとの距離の真の値Δｖｔｒｕｅは、縦方向距離演算部１５により演算された距離Δｖで代用する。

【００５９】

また、上記の式（３）において、自車両Ｍから面状物標Ｂ１までの勾配変化量による誤差量Ｅｙを示すと共に、面状物標Ｂ１の縦中心座標の認識誤差をＥｖとして示す。勾配変化量による誤差量Ｅｙは、勾配変化量から演算されてもよく、勾配変化量と誤差量Ｅｙとを予め関係付けたテーブルデータを用いて求められてもよい。面状物標Ｂ１の縦中心座標の認識誤差Ｅｖは、予め決められた値とすることができる。誤差量推定部１６は、これらの数値を上記の式（３）に入れることで、縦中心座標から演算された縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１を推定してもよい。

【００６０】

〈中心点情報に横中心座標が含まれる場合〉

次に、中心点情報に横中心座標が含まれる場合について説明を行う。図５（ａ）は、撮像画像における横中心座標の算出を説明するための図である。図５（ａ）に、面状物標Ｂ２、カメラ２の撮像画像の探索領域Ｇｂ、長方形状の面状物標Ｂ２の左辺を含む直線輪郭線Ｌｃ、長方形状の面状物標Ｂ２の右辺を含む直線輪郭線Ｌｄ、及び面状物標Ｂ２の横中心座標に対応する縦中心直線ｃｕ２を示す。

【００６１】

図５（ａ）に示す面状物標Ｂ２は、水平方向に沿って延びる左辺及び右辺を有する長方形状（矩形状）の外形を有する道路標識である。面状物標Ｂ２は、例えば道路脇に設けられた支持棒に支えられている。探索領域Ｇｂは、撮像画像のうち面状物標Ｂ２を探索するために切り出された領域である。

【００６２】

図５（ｂ）に示すように、中心点情報取得部１４は、縦中心座標の演算と同様にして横中心座標を求める。具体的に、中心点情報取得部１４は、撮像画像の探索領域Ｇｂに対してエッジ検出処理を行い、撮像画像の縦方向ｖに限定したハフ変換を行うことで、長方形状の面状物標Ｂ２の左辺及び右辺にそれぞれ対応するペアの直線輪郭線Ｌｃ、Ｌｄを抽出する。縦中心直線ｃｕ２は、撮像画像上で二本の直線輪郭線Ｌｃ、Ｌｄから等距離となる直線である。中心点情報取得部１４は、一例として、撮像画像上で二本の直線輪郭線Ｌｃ、Ｌｄから等距離となる横座標を面状物標Ｂ２の横中心座標として算出する。

【００６３】

なお、中心点情報取得部１４は、必ずしも二本の直線輪郭線Ｌｃ、Ｌｄから等距離の横座標を横中心座標とする必要はなく、面状物標Ｂ２の外形情報に基づいて直線輪郭線Ｌｃ、Ｌｄの間の適切な横座標を横中心座標として算出してもよい。

【００６４】

続いて、面状物標Ｂ２の横中心座標に基づく縦方向距離の演算について説明する。縦方向距離演算部１５は、中心点情報取得部１４により横中心座標を含む中心点情報が取得された場合、自車両の地図上の測定位置、面状物標Ｂ２の地図上の位置情報、撮像画像における面状物標Ｂ２の横中心座標、走行道路情報に含まれる曲率半径情報、及びカメラ２の焦点距離に基づいて、自車両Ｍと面状物標Ｂ２との縦方向距離を演算する。

【００６５】

具体的に、縦方向距離演算部１５は、下記の式（４）を用いて縦方向距離を演算することができる。下記の式（４）において、ｚｃ２はカメラ２と面状物標Ｂ２との縦方向距離、ｆはカメラ２の焦点距離、ｘｃ２は地図上における自車両Ｍと面状物標Ｂ２との横方向距離、Δｕは撮像画像における面状物標Ｂ２の横中心座標と撮像画像のカメラ光軸横座標との距離である。カメラ２の焦点距離ｆは予め決められた値である。

【数３】

$$zc2 = f\frac{xc2}{\Delta u}\cdots(4)$$

【００６６】

ここで、図５（ｂ）は、撮像画像中における面状物標Ｂ２の中心点とカメラ光軸横座標との距離Δｕを説明するための図である。図５（ｂ）に、撮像画像Ｇ（撮像画像の全体）、撮像画像Ｇのカメラ光軸横座標Ｆｕ、面状物標Ｂ２の中心点ｃ２、及び面状物標Ｂ２の中心点ｃ２とカメラ光軸横座標Ｆｕとの距離Δｕを示す。カメラ光軸横座標Ｆｕは、カメラ２の撮像画像Ｇにおける光軸の横座標に対応している。撮像画像Ｇにおけるカメラ光軸横座標Ｆｕは、既知であり、カメラ２の設定などから決まる。

【００６７】

縦方向距離演算部１５は、面状物標Ｂ２の中心点情報に含まれる横中心座標（縦中心直線ｃｕ２に対応）と撮像画像Ｇにおいて既知のカメラ光軸横座標Ｆｕとから、撮像画像Ｇの横方向ｕにおける面状物標Ｂ２の中心点ｃ２とカメラ光軸横座標Ｆｕとの距離Δｕを演算する。

【００６８】

また、縦方向距離演算部１５は、自車両の地図上の測定位置と面状物標Ｂ２の地図上の位置情報とから、地図上における自車両Ｍと面状物標Ｂ２との横方向距離ｘｃ２を演算する。縦方向距離演算部１５は、自車両の地図上の測定位置の時間変化から自車両Ｍの向きを認識することで横方向を認識する。縦方向距離演算部１５は、ヨーレートセンサの検出したヨーレートから自車両Ｍの向きを認識してもよい。縦方向距離演算部１５は、自車両Ｍの横方向における自車両Ｍと面状物標Ｂ２との距離として横方向距離ｘｃ２を演算する。

【００６９】

縦方向距離演算部１５は、上記の式（４）に対して、面状物標Ｂ２の中心点ｃ２とカメラ光軸横座標Ｆｕとの距離Δｕと、地図上における自車両Ｍと面状物標Ｂ２との横方向距離ｘｃ２と、既知のカメラ２の焦点距離ｆを入れることで、自車両Ｍと面状物標Ｂ２の中心点ｃ２との縦方向距離ｚｃ２を求めることができる。なお、演算式は上記の式（４）に限定されず、任意の係数を乗じてもよく、任意の値を加算又は減算してもよい。

【００７０】

誤差量推定部１６は、縦方向距離演算部１５により縦方向距離ｚｃ２が演算された場合、走行道路情報に基づいて縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２の推定を行う。縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２には、自車両Ｍの走行道路の曲率半径による誤差量が含まれる。

【００７１】

自車両Ｍの走行道路の曲率半径による誤差量とは、自車両Ｍの走行する走行道路の曲率半径の影響によって生じる誤差量である。図６（ａ）は、走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘの例を示す図である。図６（ａ）に示すように、自車両Ｍが走行道路の曲率半径が一定値以下のカーブを走行している場合、曲率半径に応じて自車両Ｍの車幅方向に面状物標Ｂ２の位置の誤差量Ｅｘが発生する。

【００７２】

誤差量推定部１６は、走行道路情報の曲率半径情報に基づいて走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘを考慮することで縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２を推定する。誤差量推定部１６は、例えば、走行道路の曲率半径が曲率半径閾値以上である場合、走行道路の曲率半径が曲率半径閾値未満である場合と比べて誤差量Ｅｚ２を大きい値として推定する。曲率半径閾値は予め設定された値である。

【００７３】

或いは誤差量推定部１６は、走行道路の曲率半径が小さいほど誤差量Ｅｚ２を大きい値として推定してもよい。誤差量推定部１６は、走行道路の曲率半径と誤差量Ｅｚ２とを予

め関係付けたテーブルデータを用いて、走行道路の曲率半径から誤差量Ｅｚ２を推定してもよい。

【００７４】

なお、誤差量推定部１６は、縦方向距離ｚｃ２の誤差量に、撮像画像上における面状物標Ｂ２の横中心座標の誤差及びカメラ光軸横座標Ｆｕの誤差を含めることができる。撮像画像上における面状物標Ｂ２の横中心座標の誤差及びカメラ光軸横座標Ｆｕの誤差は、画像処理などに起因する誤差であり一定量と見積もることができる。

【００７５】

誤差量推定部１６は、下記の式（６）を用いて、横中心座標から演算された縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２を推定してもよい。式（６）は下記の式（５）から導くことができる。式（５）では上述した式（４）を利用して縦方向距離ｚｃ２を置き換えている。

【数４】

$$Ez2 = \left| zc2 - z2_{true} \right| = \left| f\frac{xc2}{\Delta u} - z2_{true} \right| \ldots(5)$$

$$Ez2 = \left| f\frac{\left(x2_{true} + Ex\right)}{\left(\Delta u_{true} - Eu\right)} - z2_{true} \right| \ldots(6)$$

【００７６】

上記の式（６）において、自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離の真の値をｘ２$_{true}$、撮像画像上における面状物標Ｂ２の中心点とカメラ光軸横座標Ｆｕとの距離の真の値をΔｕ$_{true}$、縦方向距離の真の値をｚ２$_{true}$とする。縦方向距離の真の値ｚ２$_{true}$は、厳密には得られないため、縦方向距離ｚｃ２で代用する。自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離の真の値ｘ２$_{true}$は、縦方向距離演算部１５により演算された自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離ｘｃ２で代用する。撮像画像上における面状物標Ｂ２の中心点とカメラ光軸横座標Ｆｕとの距離の真の値Δｕ$_{true}$は、縦方向距離演算部１５により演算された距離Δｕで代用する。

【００７７】

また、上記の式（６）において、自車両Ｍの走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘを示すと共に、面状物標Ｂ２の横中心座標の認識誤差をＥｕとして示す。走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘは、曲率半径から演算されてもよく、曲率半径と誤差量Ｅｘとを予め関係付けたテーブルデータを用いて求められてもよい。

【００７８】

ここで、図６（ｂ）は、走行車線の曲率半径と走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘの関係を説明するための図である。図６（ｂ）においては、走行道路が直進路の場合における面状物標Ｂ２の中心点ｃ２の位置をｘ軸の起点（原点）として表わしている。図６（ｂ）に、曲率半径ｒ、曲率半径ｒの円弧中心から見た中心点ｃ２の角度α、誤差量Ｅｘを示す。図６（ｂ）に示すように、走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘは、ｒ（１－ｃｏｓα）として求められてもよい。面状物標Ｂ２の横中心座標の認識誤差Ｅｕは、予め決められた値とすることができる。誤差量推定部１６は、これらの数値を上記の式（６）に入れることで、横中心座標から演算された縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２を推定してもよい。

【００７９】

その他、誤差量推定部１６は、自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離ｘｃ２に基づいて、縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２を推定してもよい。縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２は、自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離ｘｃ２に応じて小さくなることが見出された。このため、誤差量推定部１６は、自車両Ｍの地図上の測定位置及び面状物標Ｂ２の地図上の位置情報から演算された自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離ｘｃ

２が横方向閾値以上である場合には、横方向距離ｘｃ２が横方向閾値未満である場合と比べて、誤差量Ｅｚ２を小さい値として推定してもよい。横方向閾値は予め設定された値である。横方向閾値は一例として５ｍとすることができる。

【００８０】

〈中心点情報に縦中心座標及び横中心座標の両方が含まれる場合〉

中心点情報取得部１４は、撮像画像における面状物標の縦中心座標及び横中心座標の両方を含む中心点情報を取得してもよい。中心点情報取得部１４は、例えば、図３（ａ）に示す長方形状の面状物標Ｂ１において、ハフ変換により、上辺を含む直線輪郭線Ｌａ及び下辺を含む直線輪郭線Ｌｂに加えて左辺を含む直線輪郭線Ｌｃと右辺を含む直線輪郭線Ｌｄを抽出することで、面状物標Ｂ１の縦中心座標及び横中心座標の両方を算出してもよい。

【００８１】

その他、中心点情報取得部１４は、撮像画像に含まれる面状物標の外形が菱形である場合には、撮像画像に対して４５°及び１３５°の直線輪郭線を抽出できるようにハフ変換を行うことで、縦中心座標及び横中心座標を演算してもよい。中心点情報取得部１４は、撮像画像に含まれる面状物標の外形が円形である場合には、円形の面状物標の輪郭線を画像認識して、円状の輪郭線の中心座標として縦中心座標及び横中心座標を演算してもよい。中心点情報取得部１４は、周知の画像処理によって各種形状の面状物標の縦中心座標及び横中心座標の少なくとも一方を含む中心点情報を取得することができる。

【００８２】

縦方向距離演算部１５は、中心点情報に縦中心座標及び横中心座標の両方が含まれる場合、縦中心座標から求められる縦方向距離ｚｃ１と、横中心座標から求められる縦方向距離ｚｃ２とをそれぞれ演算してもよい。縦方向距離演算部１５は、面状物標の外形情報に基づいて、縦方向距離ｚｃ１及び縦方向距離ｚｃ２のうち精度が高いと考えられる一方のみを演算する態様であってもよい。

【００８３】

誤差量推定部１６は、縦方向距離ｚｃ１及び縦方向距離ｚｃ２の両方が演算された場合、縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１と縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２とをそれぞれ推定する。誤差量推定部１６は、縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１及び縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２を比較して、縦方向距離ｚｃ１及び縦方向距離ｚｃ２のうち誤差量の少ない方を判定してもよい。

【００８４】

〈自車位置推定〉

自車位置推定部１７は、縦方向距離演算部１５によって縦方向距離ｚｃ１及び縦方向距離ｚｃ２のうち縦方向距離ｚｃ１のみが演算され、誤差量推定部１６により誤差量Ｅｚ１が推定された場合、誤差量Ｅｚ１が誤差閾値未満であるか否かを判定する。誤差閾値は予め設定された値である。

【００８５】

自車位置推定部１７は、誤差量Ｅｚ１が誤差閾値未満である場合、縦方向距離ｚｃ１を用いて自車両Ｍの地図上の位置である自車位置の推定を行う。自車位置推定部１７は、縦方向距離ｚｃ１、自車両Ｍの地図上の測定位置（又は前回に推定された自車位置）、及び面状物標の地図上の位置に基づいて、自車位置を推定する。自車位置推定部１７は、誤差量Ｅｚ１が誤差閾値以上である場合には、縦方向距離ｚｃ１を自車位置の推定に用いない。

【００８６】

自車位置推定部１７は、縦方向距離演算部１５によって縦方向距離ｚｃ１及び縦方向距離ｚｃ２のうち縦方向距離ｚｃ２のみが演算され、誤差量推定部１６により誤差量Ｅｚ２が推定された場合、誤差量Ｅｚ２が誤差閾値未満であるか否かを判定する。

【００８７】

自車位置推定部１７は、誤差量Ｅｚ２が誤差閾値未満である場合、縦方向距離ｚｃ２を

用いて自車両Ｍの地図上の位置である自車位置の推定を行う。自車位置推定部１７は、縦方向距離ｚｃ２、自車両Ｍの地図上の測定位置（又は前回に推定された自車位置）、及び面状物標の地図上の位置に基づいて、自車位置を推定する。自車位置推定部１７は、誤差量Ｅｚ２が誤差閾値以上である場合には、縦方向距離ｚｃ２を自車位置の推定に用いない。

【００８８】

自車位置推定部１７は、縦方向距離演算部１５によって縦方向距離ｚｃ１及び縦方向距離ｚｃ２の両方が演算され、誤差量推定部１６により誤差量Ｅｚ１及び誤差量Ｅｚ２が推定された場合、誤差量Ｅｚ１及び誤差量Ｅｚ２が誤差閾値未満であるか否かをそれぞれ判定する。自車位置推定部１７は、誤差量Ｅｚ１及び誤差量Ｅｚ２の両方が誤差閾値以上である場合には、縦方向距離ｚｃ１及び縦方向距離ｚｃ２の何れも自車位置の推定に用いない。

【００８９】

自車位置推定部１７は、誤差量Ｅｚ１及び誤差量Ｅｚ２のうち一方のみが誤差閾値未満である場合、誤差閾値未満の誤差量の縦方向距離を用いて自車位置を推定する。自車位置推定部１７は、誤差量Ｅｚ１及び誤差量Ｅｚ２の両方が誤差閾値未満である場合、誤差量Ｅｚ１及び誤差量Ｅｚ２の比較を行う。自車位置推定部１７は、縦方向距離ｚｃ１の誤差量Ｅｚ１及び縦方向距離ｚｃ２の誤差量Ｅｚ２のうち誤差量が少ない方の縦方向距離を用いて自車位置を推定する。

【００９０】

なお、自車位置推定部１７は、走行道路の区画線などの物標を用いて推定された自車位置に対して縦方向距離を用いた自車位置の補正を行う態様であってもよい。図７（ａ）は、自車両Ｍと面状物標との縦方向距離ｚｃ（縦方向距離ｚｃ１及び縦方向距離ｚｃ２のうち誤差量が少ない方）を用いた自車位置の補正の例を説明するための平面図である。図７（ａ）に、自車両Ｍの縦位置補正量Ｔを示す。縦位置補正量Ｔは、補正前の自車位置と補正後の自車位置との縦方向（自車両Ｍの前後方向）における距離に等しい。

【００９１】

図７（ａ）に示すように、自車位置推定部１７は、補正前の自車位置が縦方向で誤っていても、面状物標Ｂ２との縦方向距離を用いることで、自車位置を補正することができる。図７（ｂ）は、任意の地図座標系における自車位置の補正の例を説明するための平面図である。図７（ｂ）にｚｗを縦軸、ｘｗを横軸とする地図座標系を示す。横軸ｘｗと自車両Ｍの縦方向ｚとのなす角度をθとする。また、地図座標系における補正前の自車位置を（x_{before}、z_{before}）、補正後の自車位置を（x_{after}、z_{after}）として示す。

【００９２】

この場合、縦位置補正量Ｔを用いて下記の式（７）、（８）から補正後の自車位置を求めることができる。

【数５】

$$x_{after} = x_{before} + (\text{縦位置補正量Ｔ}) \cdot \cos\theta \cdots (7)$$

$$z_{after} = z_{before} + (\text{縦位置補正量Ｔ}) \cdot \sin\theta \cdots (8)$$

【００９３】

［自車位置推定装置の処理］

次に、本実施形態の自車位置推定装置１００による処理について説明する。図８は、自車位置推定処理の一例を示すフローチャートである。図８のフローチャートの処理は、自車両Ｍの走行中に実行される。

【００９４】

図８に示すように、自車位置推定装置１００のＥＣＵ１０は、Ｓ１０として、物標判定部１３により面状物標がカメラ２の撮像画像に含まれるか否かを判定する。物標判定部１３は、カメラ２の撮像画像と物標データベース６の物標情報とに基づいて、面状物標が撮

像画像に含まれるか否かを判定する。ＥＣＵ１０は、面状物標がカメラ２の撮像画像に含まれると判定されなかった場合（Ｓ１０：ＮＯ）、今回の処理を終了する。その後、ＥＣＵ１０は、一定時間経過後に再びＳ１０から処理を繰り返す。ＥＣＵ１０は、面状物標がカメラ２の撮像画像に含まれると判定された場合（Ｓ１０：ＹＥＳ）、Ｓ１２に移行する。

【００９５】

Ｓ１２において、ＥＣＵ１０は、中心点情報取得部１４により面状物標の中心点情報を取得する。中心点情報取得部１４は、カメラ２の撮像画像と物標データベース６の物標情報とに基づいて、撮像画像における面状物標の縦中心座標及び横中心座標のうち少なくとも一方を含む面状物標の中心点情報を取得する。その後、ＥＣＵ１０はＳ１４に移行する。

【００９６】

Ｓ１４において、ＥＣＵ１０は、縦方向距離演算部１５により自車両Ｍと面状物標との縦方向距離を演算する。縦方向距離演算部１５は、自車両の地図上の測定位置、面状物標の地図上の位置情報、撮像画像における面状物標の中心点情報、走行道路情報、及びカメラ２の焦点距離に基づいて、自車両Ｍと面状物標との縦方向距離を演算する。その後、ＥＣＵ１０はＳ１６に移行する。

【００９７】

Ｓ１６において、ＥＣＵ１０は、誤差量推定部１６により縦方向距離の誤差量を推定する。誤差量推定部１６は、走行道路情報取得部１２の取得した走行道路情報に基づいて縦方向距離の誤差量を推定する。その後、ＥＣＵ１０はＳ１８に移行する。

【００９８】

Ｓ１８において、ＥＣＵ１０は、自車位置推定部１７により誤差量が誤差閾値未満であるか否かを判定する。ＥＣＵ１０は、誤差量が誤差閾値未満であると判定されなかった場合（Ｓ１８：ＮＯ）、今回の処理を終了する。その後、ＥＣＵ１０は、一定時間経過後に再びＳ１０から処理を繰り返す。ＥＣＵ１０は、誤差量が誤差閾値未満であると判定された場合（Ｓ１８：ＹＥＳ）、Ｓ２０に移行する。

【００９９】

Ｓ２０において、ＥＣＵ１０は、自車位置推定部１７により自車両Ｍと面状物標との縦方向距離を用いて自車位置の推定を行う。自車位置推定部１７は、縦方向距離ｚｃ２、自車両Ｍの地図上の測定位置（又は前回に推定された自車位置）、及び面状物標の地図上の位置に基づいて、自車位置を推定する。

【０１００】

図９（ａ）は、中心点情報に縦中心座標が含まれる場合における誤差量Ｅｚ１の推定処理の一例を示すフローチャートである。図９（ａ）のフローチャートの処理は、中心点情報に縦中心座標が含まれる場合に図８のＳ１６において実行される。

【０１０１】

図９（ａ）に示すように、ＥＣＵ１０は、Ｓ３０として、誤差量推定部１６により自車両Ｍから面状物標までの勾配変化量が勾配変化量閾値未満であるか否かを判定する。勾配変化量は、自車両Ｍの走行道路情報から得ることができる。ＥＣＵ１０は、自車両Ｍから面状物標までの勾配変化量が勾配変化量閾値未満であると判定された場合（Ｓ３０：ＹＥＳ）、Ｓ３２に移行する。ＥＣＵ１０は、自車両Ｍから面状物標までの勾配変化量が勾配変化量閾値以上であると判定された場合（Ｓ３０：ＮＯ）、Ｓ３４に移行する。

【０１０２】

Ｓ３２において、誤差量推定部１６は、勾配変化量による誤差量の加算無しに誤差量Ｅｚ１を推定する。例えば、誤差量Ｅｚ１は、画像認識の誤差などを含む予め設定された値として推定される。

【０１０３】

Ｓ３４において、誤差量推定部１６は、勾配変化量による誤差量の加算有りとして誤差量Ｅｚ１を推定する。すなわち、誤差量推定部１６は、Ｓ３２の場合と比べて、大きい値

となるように誤差量Ｅｚ１を推定する。
【０１０４】
図９（ｂ）は、中心点情報に横中心座標が含まれる場合における誤差量Ｅｚ２の推定処理の一例を示すフローチャートである。図９（ｂ）のフローチャートの処理は、例えば、中心点情報に横中心座標が含まれる場合に図８のＳ１６において実行される。
【０１０５】
図９（ｂ）に示すように、ＥＣＵ１０は、Ｓ４０として、誤差量推定部１６により走行道路の曲率半径が曲率半径閾値以上であるか否かを判定する。ＥＣＵ１０は、走行道路の曲率半径が曲率半径閾値以上であると判定された場合（Ｓ４０：ＹＥＳ）、Ｓ４２に移行する。ＥＣＵ１０は、走行道路の曲率半径が曲率半径閾値未満であると判定された場合（Ｓ４０：ＮＯ）、Ｓ４４に移行する。
【０１０６】
Ｓ４２において、誤差量推定部１６は、走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘの加算無しに誤差量Ｅｚ２を推定する。例えば、誤差量Ｅｚ２は、画像認識の誤差などを含む予め設定された値として推定される。
【０１０７】
Ｓ４４において、誤差量推定部１６は、走行道路の曲率半径による誤差量Ｅｘの加算有りとして誤差量Ｅｚ２を推定する。すなわち、誤差量推定部１６は、Ｓ４２の場合と比べて、大きい値となるように誤差量Ｅｚ２を推定する。
【０１０８】
図９（ｃ）は、中心点情報に横中心座標が含まれる場合における誤差量Ｅｚ２の推定処理の他の例を示すフローチャートである。図９（ｃ）のフローチャートの処理は、例えば、中心点情報に横中心座標が含まれる場合に図８のＳ１６において実行される。なお、図９（ｂ）の処理と図９（ｃ）の処理を重ねて行ってもよい。
【０１０９】
図９（ｃ）に示すように、ＥＣＵ１０は、Ｓ５０として、誤差量推定部１６により自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離ｘｃ２が横方向閾値未満であるか否かを判定する。ＥＣＵ１０は、自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離ｘｃ２が横方向閾値未満であると判定された場合（Ｓ５０：ＹＥＳ）、Ｓ５２に移行する。ＥＣＵ１０は、自車両Ｍに対する面状物標Ｂ２の横方向距離ｘｃ２が横方向閾値以上であると判定された場合（Ｓ５０：ＮＯ）、Ｓ５４に移行する。
【０１１０】
Ｓ５２において、誤差量推定部１６は、横方向距離ｘｃ２による誤差量の加算無しに誤差量Ｅｚ２を推定する。例えば、誤差量Ｅｚ２は、画像認識の誤差などを含む予め設定された値として推定される。
【０１１１】
Ｓ５４において、誤差量推定部１６は、横方向距離ｘｃ２による誤差量の加算有りとして誤差量Ｅｚ２を推定する。すなわち、誤差量推定部１６は、Ｓ５２の場合と比べて、大きい値となるように誤差量Ｅｚ２を推定する。
【０１１２】
［自車位置推定装置の作用効果］
以上説明した本実施形態に係る自車位置推定装置１００では、道路標識などの面状物標が撮像画像に含まれる場合に、自車両Ｍの地図上の測定位置、面状物標の地図上の位置情報、撮像画像における面状物標の中心点情報、及び走行道路情報に基づいて自車両と面状物標との縦方向距離を演算する。自車位置推定装置１００では、自車両Ｍの走行道路によって縦方向距離に含まれる誤差量が変化することから、走行道路情報から推定された縦方向距離の誤差量が誤差閾値未満の場合に、当該縦方向距離を用いて自車位置の推定を行う。従って、自車位置推定装置１００によれば、面状物標の地図上の位置情報を利用して撮像画像に含まれる面状物標と自車両Ｍとの縦方向距離を推定するので、撮像画像のみから縦方向距離を推定する場合と比べて縦方向距離の推定精度の向上を図ることができ、自車

位置を精度良く推定することができる。

【０１１３】

自車位置推定装置１００では、中心点情報に面状物標の横中心座標が含まれる場合に、自車両Ｍの地図上の測定位置と面状物標の地図上の位置情報から地図上における自車両Ｍと面状物標との横方向距離ｘｃ２を求め、地図上における自車両Ｍと面状物標との横方向距離と走行道路情報に含まれる曲率半径情報とを用いて自車両Ｍと面状物標との縦方向距離を演算することができる。また、自車位置推定装置１００では、中心点情報に面状物標の縦中心座標が含まれる場合に、面状物標の地図上の高さ情報と撮像画像における面状物標の縦中心座標とからカメラ２と面状物標との高さを求め、カメラ２と面状物標との高さと走行道路情報に含まれる勾配情報とを用いて自車両Ｍと面状物標との縦方向距離を演算することができる。

【０１１４】

自車位置推定装置１００では、撮像画像における面状物標の横中心座標から自車両Ｍと面状物標との縦方向距離を演算する場合には、自車両Ｍの走行する走行道路の曲率半径が縦方向距離の誤差量に影響することが見出されたため、走行道路の曲率半径が曲率半径閾値以上であるときには曲率半径が曲率半径閾値未満であるときと比べて誤差量を小さい値とすることで、縦方向距離の誤差量の推定精度を向上させることができる。

【０１１５】

自車位置推定装置１００では、撮像画像における面状物標の横中心座標から自車両Ｍと面状物標との縦方向距離を演算する場合には、面状物標の横方向距離が縦方向距離の誤差量に影響することが見出されたため、横方向距離が横方向閾値以上であるときに横方向距離が横方向閾値未満であるときと比べて誤差量を小さい値とすることで、縦方向距離の誤差量の推定精度を向上させることができる。

【０１１６】

自車位置推定装置１００では、撮像画像における面状物標の縦中心座標から自車両Ｍと面状物標との縦方向距離を演算する場合には、自車両Ｍから面状物標までの勾配変化量が縦方向距離の誤差量に影響することが見出されたため、勾配変化量が勾配変化量閾値未満であるときに勾配変化量が勾配変化量閾値以上であるときと比べて誤差量を小さい値とすることで、縦方向距離の誤差量の推定精度を向上させることができる。

【０１１７】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。本発明は、上述した実施形態を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した様々な形態で実施することができる。

【０１１８】

縦方向距離演算部１５は、必ずしも、面状物標の縦中心座標から求められる縦方向距離ｚｃ１と面状物標の横中心座標から求められる縦方向距離ｚｃ２の両方を演算可能である必要はなく、何れか一方のみ演算可能であってもよい。走行道路情報取得部１２は、地図情報ではなく、車載のカメラ２及びレーダセンサ３から走行道路の曲率半径又は勾配変化量を取得してもよい。

【０１１９】

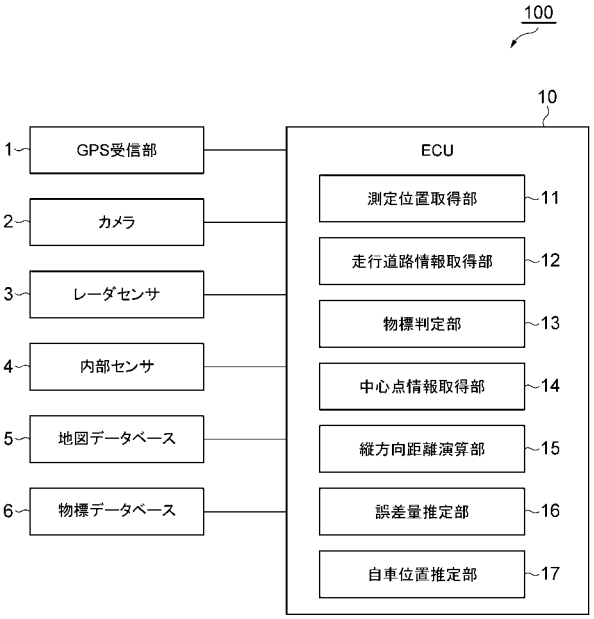
その他、実施形態の説明中における「自車両の地図上の測定位置」は、自車両の走行開始後に一度でも自車位置推定が行われた場合には、「前回に推定された自車位置」に置き換えてもよい。

【符号の説明】

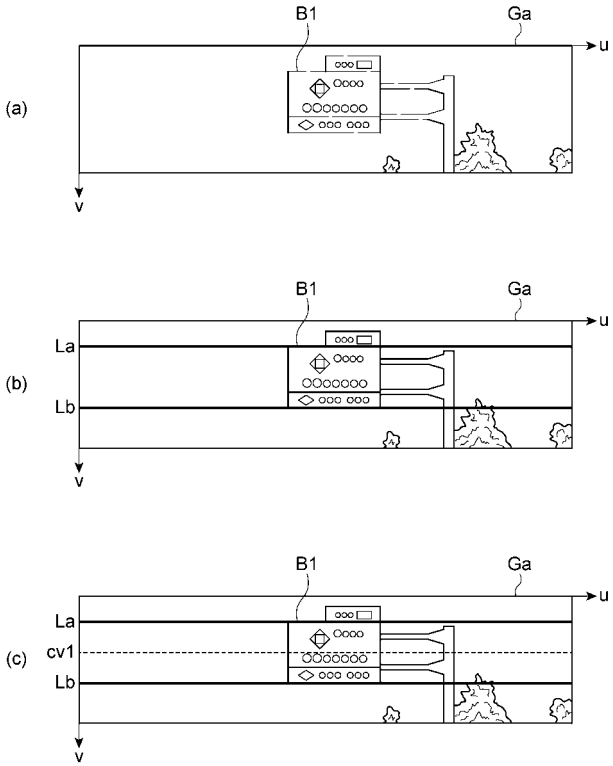
【０１２０】

１…ＧＰＳ受信部、２…カメラ、３…レーダセンサ、４…内部センサ、５…地図データベース、６…物標データベース、１０…ＥＣＵ、１１…測定位置取得部、１２…走行道路情報取得部、１３…物標判定部、１４…中心点情報取得部、１５…縦方向距離演算部、１６…誤差量推定部、１７…自車位置推定部、１００…自車位置推定装置。

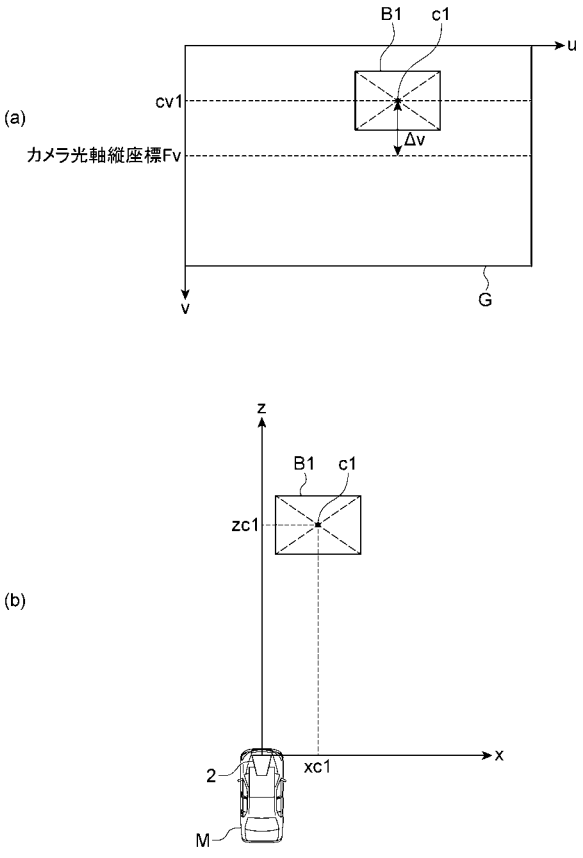
【図１】


100
10
1
GPS受信部
2
カメラ
3
レーダセンサ
4
内部センサ
5
地図データベース
6
物標データベース
ECU
測定位置取得部
11
走行道路情報取得部
12
物標判定部
13
中心点情報取得部
14
縦方向距離演算部
15
誤差量推定部
16
自車位置推定部
17

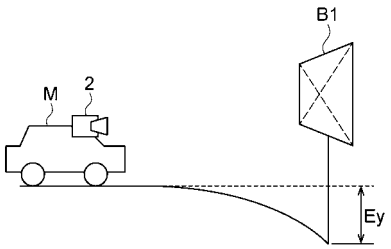
【図２】


(a)
B1
Ga
u
v
(b)
La
Lb
(c)
cv1

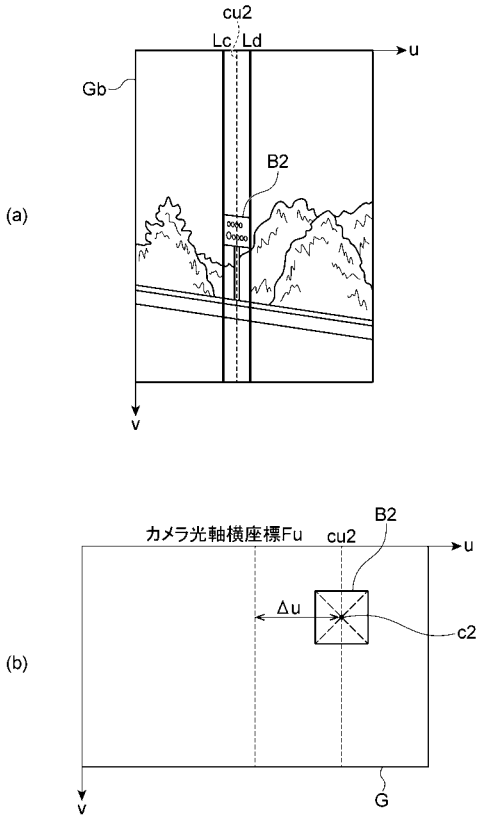
【図３】


(a)
B1
c1
u
cv1
Δv
カメラ光軸縦座標Fv
v
G
(b)
z
zc1
x
xc1
2
M

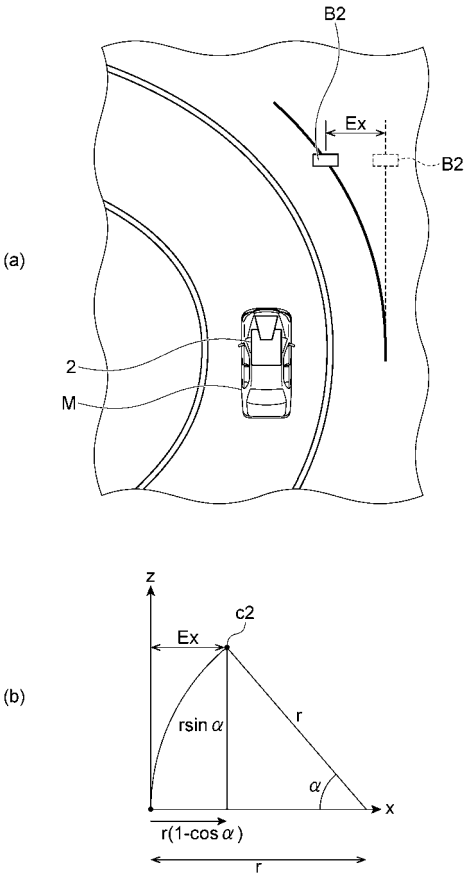
【図４】


B1
M
2
Ey

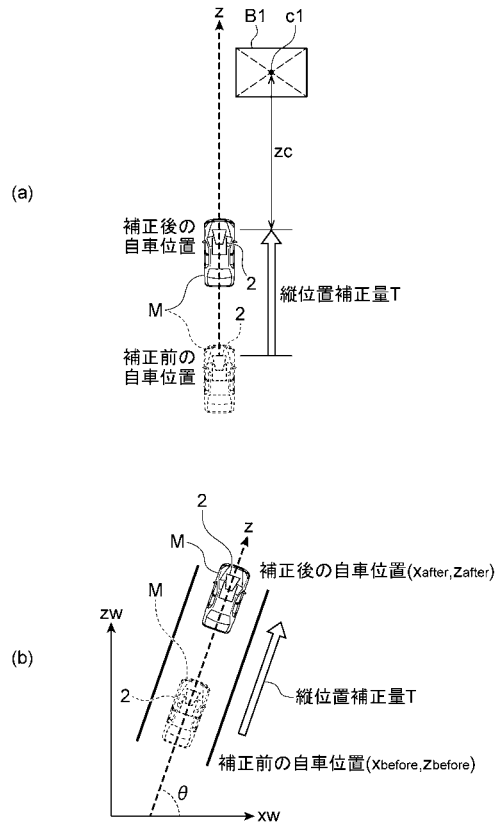
【図５】


(a)
cu2
Lc
Ld
u
Gb
B2
v
(b)
カメラ光軸横座標Fu
cu2
B2
u
Δu
c2
v
G

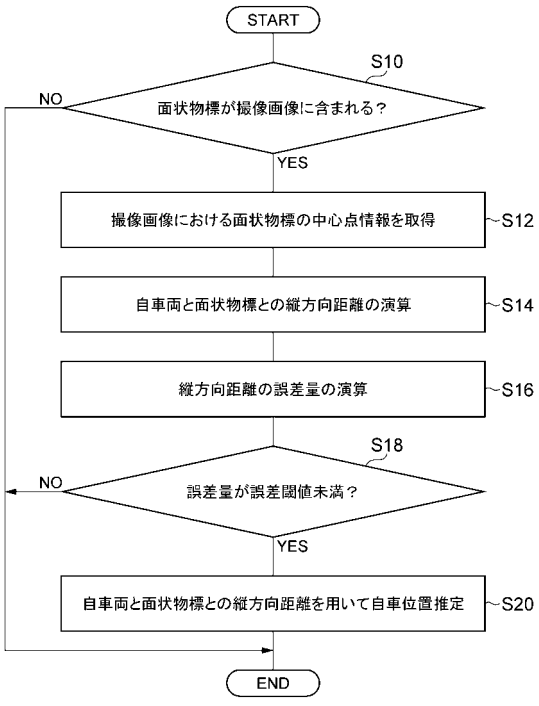
【図６】


(a)
B2
Ex
B2
2
M
(b)
z
c2
Ex
rsin α
r
α
x
r(1-cos α)
r

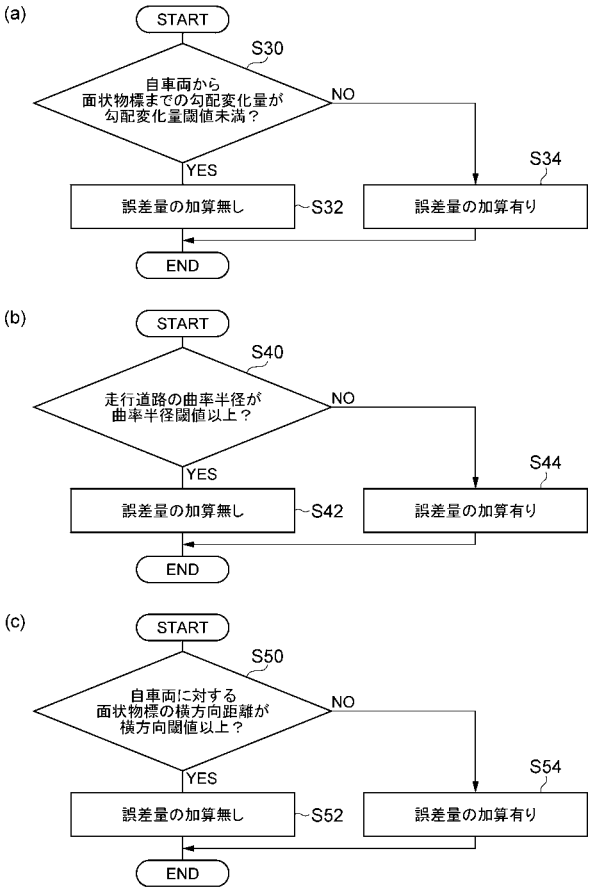
【図７】


(a)
z
B1
c1
zc
補正後の
自車位置
2
縦位置補正量T
M
2
補正前の
自車位置
(b)
2
M
z
補正後の自車位置(Xafter,Zafter)
M
zw
2
縦位置補正量T
補正前の自車位置(Xbefore,Zbefore)
θ
xw

【図８】


START
S10
面状物標が撮像画像に含まれる？
NO
YES
撮像画像における面状物標の中心点情報を取得
S12
自車両と面状物標との縦方向距離の演算
S14
縦方向距離の誤差量の演算
S16
S18
誤差量が誤差閾値未満？
NO
YES
自車両と面状物標との縦方向距離を用いて自車位置推定
S20
END

【図９】


(a)
START
S30
自車両から
面状物標までの勾配変化量が
勾配変化量閾値未満？
NO
YES
S34
誤差量の加算無し
S32
誤差量の加算有り
END
(b)
START
S40
走行道路の曲率半径が
曲率半径閾値以上？
NO
YES
S44
誤差量の加算無し
S42
誤差量の加算有り
END
(c)
START
S50
自車両に対する
面状物標の横方向距離が
横方向閾値以上？
NO
YES
S54
誤差量の加算無し
S52
誤差量の加算有り
END

フロントページの続き

(72)発明者　北郷　正輝
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　立石　宏次朗
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

Ｆターム(参考) 2F129 AA03　BB03　BB15　BB22　BB33　BB49　GG17　GG18
5L096 BA04　FA69　KA17