

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6819441号
(P6819441)

(45) 発行日 令和3年1月27日 (2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月6日 (2021.1.6)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 C 15/00 (2006.01)	GO 1 C 15/00 1 O 2
GO 1 C 21/28 (2006.01)	GO 1 C 15/00 1 O 3 E
GO 8 G 1/00 (2006.01)	GO 1 C 21/28
	GO 8 G 1/00 X

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2017-85197 (P2017-85197)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成29年4月24日 (2017.4.24)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2018-185156 (P2018-185156A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成30年11月22日 (2018.11.22)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	令和2年2月10日 (2020.2.10)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄
		(72) 発明者	▲高▼野 博幸
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物標位置推定方法及び物標位置推定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に設けたセンサを用いて物標の位置を推定する物標位置推定装置が備える物標位置推定方法において、

前記車両が走行した際に、地図上における複数の位置から物標を検出し、

前記地図上における物標のサンプリング点を取得し、

前記サンプリング点の誤差分布を推定し、

前記誤差分布に基づいて、前記物標のサンプリング点の内、前記物標の位置の推定に用いるサンプリング点を選択することを特徴とする物標位置推定方法。

【請求項 2】

前記誤差分布と前記物標のサンプリング点数に基づいて、前記サンプリング点を選択することを特徴とする請求項 1 に記載の物標位置推定方法。

【請求項 3】

前記サンプリング点の標準誤差が最小化されるように、前記サンプリング点を選択することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の物標位置推定方法。

【請求項 4】

前記サンプリング点数が、所定値以下の場合、前記物標を検出した際の前記車両の位置と、前記物標のサンプリング点とを直線で結び、

複数の直線上の交点を前記物標の位置として推定することを特徴とする請求項 2 に記載の物標位置推定方法。

10

20

【請求項 5】

選択された前記サンプリング点を用いて前記物標の位置を推定し、
推定された前記物標の位置に基づいて前記車両の位置を推定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の物標位置推定方法。

【請求項 6】

車両に設けられ、前記車両が走行した際に、地図上における複数の位置から物標を検出するセンサと、

前記センサによって検出された前記地図上における物標のサンプリング点を取得し、取得したサンプリング点の誤差分布を推定するコントローラと、を備え、

前記コントローラは、前記誤差分布に基づいて、前記物標のサンプリング点の内、前記物標の位置の推定に用いるサンプリング点を選択することを特徴とする物標位置推定装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、物標位置推定方法及び物標位置推定装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、物標の位置を推定する発明が知られている（特許文献 1）。特許文献 1 に記載された発明は、カメラを用いて一つの物標を複数の位置から観測し、最適化処理を用いて物標の位置を推定する。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2013 - 025401 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、カメラで検出された物標の位置は誤差を含むが、特許文献 1 に記載された発明はこの点を考慮していない。このため、誤差を含むデータを用いて推定された物標の位置は、誤差を含むことになり、位置推定の精度が低下するおそれがある。

30

【0005】

本発明は、上記問題に鑑みて成されたものであり、その目的は、物標の位置を精度よく推定することができる物標位置推定方法及び物標位置推定装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明の一態様に係る物標位置推定方法は、車両が走行した際に地図上における複数の位置から物標を検出し、地図上における物標のサンプリング点を取得する。物標位置推定方法は、サンプリング点の誤差分布を推定し、誤差分布に基づいて物標のサンプリング点の内、物標の位置の推定に用いるサンプリング点を選択する。

40

【発明の効果】**【0007】**

本発明によれば、物標の位置を精度よく推定することができる。

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図 1】図 1 は、本発明の実施形態に係る物標位置推定装置の構成図である。

【図 2】図 2 は、本発明の実施形態に係る誤差を説明する図である。

【図 3】図 3 は、本発明の実施形態に係る走行シーンを説明する図である。

【図 4】図 4 は、本発明の実施形態に係る誤差を説明する図である。

【図 5】図 5 は、本発明の実施形態に係る標準誤差とサンプリング点数との関係を示すグ

50

ラフである。

【図6】図6は、本発明の実施形態に係る物標位置推定装置の動作例を説明するフローチャートである。

【図7】図7は、本発明の他の実施形態に係る走行シーンを説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付して説明を省略する。

【0010】

図1を参照して、本実施形態に係る物標位置推定装置の構成を説明する。物標位置推定装置は、物体検出装置10と、GPS受信機20と、ジャイロセンサ30と、地図データベース40と、コントローラ50とを備える。

【0011】

物体検出装置10は、自車両に搭載された、レーザレーダやミリ波レーダ、カメラなど、自車両の周囲の物体を検出する、複数の異なる種類の物体検出センサを備える。物体検出装置10は、複数の物体検出センサを用いて、自車両の周囲における物体を検出する。物体検出装置10は、他車両、バイク、自転車、歩行者を含む移動物体、及び駐車車両を含む静止物体を検出する。例えば、物体検出装置10は、移動物体及び静止物体の自車両に対する位置、姿勢（ヨー角）、大きさ、速度、加速度、減速度、ヨーレートを検出する。本実施形態では、物体検出装置10としてカメラ11とレーザレンジファインダ12を取り上げて説明するが、物体検出装置10はこれらに限定されるものではない。

【0012】

カメラ11は、CCD (charge-coupled device) やCMOS (complementary metal oxide semiconductor) などの撮像素子を有する。カメラ11は、自車両に搭載され、自車両の周囲を連続的に撮影する。カメラ11は、画像処理機能を有しており、撮影した画像から白線や道路端、物標などを検出する。物標とは、道路や歩道に設けられる物体であり、例えば信号機や電柱、交通標識などである。カメラ11は、検出したデータをコントローラ50に出力する。

【0013】

レーザレンジファインダ12は、自車両の周囲の物標を検出するセンサである。詳しくは、レーザレンジファインダ12は、レーザ光をある角度範囲内で走査し、その時の反射光を受光して、レーザ発射時点と反射光の受光時点との時間差を検出する。レーザレンジファインダ12は、自車両に対する物標の相対距離や方向などを検出し、検出したデータをコントローラ50に出力する。レーザレンジファインダ12は、ボンネット、バンパー、ナンバープレート、ヘッドライト、サイドミラーなどの周辺に設置される。

【0014】

GPS受信機20は、人工衛星からの電波を受信することにより、地上における自車両の現在地（以下単に自己位置という）を検出する。GPS受信機20は、検出したデータをコントローラ50に出力する。ジャイロセンサ30は、自車両の重心の鉛直軸周りのヨーレート（回転角速度）を検出し、検出したデータをコントローラ50に出力する。

【0015】

地図データベース40は、カーナビゲーション装置などに記憶されているデータベースであって、道路情報や施設情報など経路案内に必要な各種データが記憶されている。地図データベース40は、高精度な地図であって、道路の車線数、道路境界線、物標などの情報が記憶されている。地図データベース40は、コントローラ50の要求に応じて地図情報をコントローラ50に出力する。なお、道路情報や物標情報などの各種データは必ずしも地図データベース40から取得するものに限定されず、自車両が備えるセンサにより取得するものでもよく、また車車間通信、路車間通信を用いて取得するようにしてもよい。例えば、道路情報や物標情報などの各種データが外部のサーバに記憶されている場合、コントローラ50は、通信により随時これらのデータを取得することができる。また、

コントローラ 50 は、サーバから定期的に最新の地図情報を入手して、保有する地図情報を更新することができる。なお、本実施形態においては、地図データベース 40 として第一地図（高精度地図、車両のルート案内に用いる地図）を備えており、第一地図を補足するものとして、第二地図を備えるようにしてもよい。この第二地図は、第一地図だけでは不完全な場合や、より詳細な地図情報が必要な場合に、車両や外部のサーバで作成するようにしてもよい。

【0016】

コントローラ 50 は、カメラ 11、レーザレンジファインダ 12、GPS 受信機 20、ジャイロセンサ 30、地図データベース 40 から取得したデータを処理する。コントローラ 50 は、CPU（中央処理装置）、メモリ、及び入出力部を備える汎用のマイクロコンピュータである。マイクロコンピュータには、物標位置推定装置として機能させるためのコンピュータプログラムがインストールされている。コンピュータプログラムを実行することにより、マイクロコンピュータは、物標位置推定装置が備える複数の情報処理回路として機能する。なお、ここでは、ソフトウェアによって物標位置推定装置が備える複数の情報処理回路を実現する例を示すが、もちろん、以下に示す各情報処理を実行するための専用のハードウェアを用意して、情報処理回路を構成することも可能である。また、複数の情報処理回路を個別のハードウェアにより構成してもよい。

【0017】

コントローラ 50 は、複数の情報処理回路として、記憶部 51 と、比較部 52 と、距離計算部 53 と、誤差分布推定部 54 と、標準誤差計算部 55 と、サンプリング点選択部 56 と、物標位置推定部 57 と、自己位置推定部 58 とを備える。

【0018】

記憶部 51 には、カメラ 11 やレーザレンジファインダ 12 によって検出されたデータが記憶される。カメラ 11 及びレーザレンジファインダ 12 が検出したデータには誤差が含まれるが、この誤差範囲は、カメラ 11 及びレーザレンジファインダ 12 の動作試験の際に予め計測され、記憶部 51 に記憶される。比較部 52 は、カメラ 11 やレーザレンジファインダ 12 によって検出されたデータの数を比較する。

【0019】

距離計算部 53 は、カメラ 11 によって検出された物標までの距離を計算する。より詳しくは、距離計算部 53 は、カメラ 11 が物標を検出した際の自車両の位置から物標までの距離を計算する。また、距離計算部 53 は、計算した距離と、ジャイロセンサ 30 によって検出された進行方向に対する自車両の向き θ と、GPS 受信機 20 によって検出された自己位置とを用いて物標の位置を取得する。具体的には、距離計算部 53 は、計算した距離を自車両の向き θ 分だけ回転させ、自己位置分だけ平行移動させることで、地図上の物標の位置を取得する。なお、このように取得された物標の位置を、以下では単にサンプリング点とよぶ場合がある。また、各サンプリング点の数の合計をサンプリング点数とよぶ場合がある。

【0020】

誤差分布推定部 54 は、距離計算部 53 によって計算された物標の位置の誤差分布を推定する。標準誤差計算部 55 は、誤差分布推定部 54 によって推定された誤差分布の標準誤差を計算する。サンプリング点選択部 56 は、標準誤差計算部 55 によって計算された標準誤差が小さくなるサンプリング点を選択する。誤差分布推定部 54、標準誤差計算部 55、及びサンプリング点選択部 56 の詳細については後述する。

【0021】

物標位置推定部 57 は、サンプリング点選択部 56 によって選択されたサンプリング点を用いてカメラ視点ごとに計測した物標の位置を最適化し、物標の位置を推定する。また、物標位置推定部 57 は、推定した物標の位置を地図データベース 40 に記憶する。自己位置推定部 58 は、物標位置推定部 57 によって推定された物標の位置を用いて自己位置を推定する。

【0022】

次に、図 2 ～ 5 を参照して、物標の位置の推定方法について説明する。まず図 2 を参照して、カメラ 1 1 を用いて物標を検出した際の誤差について説明する。図 2 において、自車両 6 0 の進行方向（奥行方向）を z 方向とし、自車両 6 0 の進行方向と垂直の方向（横方向）を x 方向とする。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、カメラ 1 1 が物標 7 0 を検出した場合、検出されたデータには測定誤差が含まれる。一般的に、奥行方向の計測誤差は、横方向の計測誤差より大きくなる傾向がある。物標 7 0 の位置の最適解を計算する場合、最適解は計測誤差に従った誤差分布を持つことになる。計測誤差は、所定の分布（例えば、図 2 に示す誤差分布 8 0 ）を用いて表すことができる。本実施形態において、誤差分布 8 0 のうち、x 方向の誤差分布を σ_A とよぶ。また、z 方向の誤差分布を σ_B とよぶ。このような誤差分布を評価する手法としてガウス分布がある。例えば、カメラ 1 1 によって検出されたデータがガウス分布に従う場合、最適解は計測点数（サンプリング点数）の二乗に反比例する標準誤差を持つ。x 方向の標準誤差を σ_x とし、z 方向の標準誤差を σ_z とすると、標準誤差 σ_x 及び σ_z は、式（ 1 ）、（ 2 ）を用いて次のように表される。

【 0 0 2 4 】

【数 1】

$$\sigma_x = \frac{\sigma_A}{\sqrt{n}} \cdots (1)$$

【数 2】

$$\sigma_z = \frac{\sigma_B}{\sqrt{n}} \cdots (2)$$

ここで、n は、サンプリング点数を示す。

【 0 0 2 5 】

上記の式（ 1 ）、（ 2 ）のように、標準誤差 σ_x 、 σ_z は、誤差分布 σ_A 、 σ_B とサンプリング点数との関数になる。標準誤差 σ_x 、 σ_z が大きいほど、最適解の誤差は大きくなる。誤差分布 8 0 がガウス分布に従う場合、サンプリング点数が無限大の時、標準誤差はゼロとなり最適解は真値と一致する。サンプリング点数が少ないほど標準誤差は大きくなる。よって、サンプリング点数は多いほど好ましいといえる。しかし、一般に車両は、信号などで停止する場合を除いて通常は移動しているため、検出可能なサンプリング点数には限りがある。そこで、本実施形態では、標準誤差が最小化されるようにサンプリング点を選択する。具体的な選択方法について図 3 ～ 5 を参照して説明する。

【 0 0 2 6 】

図 3 に示すように、本実施形態のカメラ 1 1 は、自車両 6 0 の移動に伴い、位置を変えながら物標 7 0 を検出するため、誤差分布は検出位置により変化する。図 3 に示す位置 P 1 及び P 2 は、地図上の自車両 6 0 の位置である。カメラ 1 1 は、位置 P 1 及び P 2 において、物標 7 0 を複数回検出するものとして説明するが、物標 7 0 を 1 回だけ検出する場合もある。図 3 に示す誤差分布 8 0 は、位置 P 1 において、カメラ 1 1 が物標 7 0 を検出した際のサンプリング点の誤差分布である。また、図 3 に示す誤差分布 8 1 は、位置 P 2 において、カメラ 1 1 が物標 7 0 を検出した際のサンプリング点の誤差分布である。標準誤差の最小化とは、サンプリング点数と誤差を最適化することである。誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点のうち、誤差が少ないサンプリング点を選択して物標 7 0 の位置を計算することで標準誤差が最小化される。

【 0 0 2 7 】

誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点はそれぞれ、x 方向及び z 方向の誤差を有し、その誤差の集合体が誤差分布 σ_A 、 σ_B となる。図 3 に示す走行シーンにおいて、標準誤差計算部 5 5 は、2 つの標準誤差を計算する。具体的には、標準誤差計算部 5 5 は、誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点を用いて標準誤差 E 1 を計算する。

また、標準誤差計算部 55 は、誤差分布 80 及び重複領域 90 に含まれるサンプリング点を用いて標準誤差 E2 を計算する。図 3 に示す重複領域 90 は、誤差分布 80 と誤差分布 81 が重なる領域である。重複領域 90 には、誤差分布 80 の一部のサンプリング点と、誤差分布 81 の一部のサンプリング点が含まれる。

【0028】

標準誤差計算部 55 が、標準誤差を計算する場合、カメラ 11 の特性を考慮することが好ましい。カメラ 11 の特性とは、誤差範囲である。ここで、図 4 を参照して、カメラ 11 の誤差範囲について説明する。図 4 において、 f はカメラ 11 の焦点距離を示し、 Z は物標 70 までの距離を示す。 I_x は、物標 70 の画像上の位置を示し、 X は物標 70 の地図上の位置を示す。 ΔI_x は、画像処理による位置決め誤差を示し、 ΔX は、物標 70 の地図上の誤差分布を示す。奥行方向の誤差分布 σ_B は、距離 Z に比例して大きくなる。奥行方向の誤差分布 σ_B は、横方向の誤差分布 σ_A よりも大きな割合で誤差が広がる。誤差分布 σ_A 、 σ_B は、式 (3)、(4) を用いて次のように表される。

10

【0029】

【数 3】

$$\sigma_A = \frac{\Delta I_x Z}{f} \cdot \cdot \cdot (3)$$

【数 4】

$$\sigma_B = \frac{\Delta I_x Z}{I_x + \Delta I_x} \cdot \cdot \cdot (4)$$

20

なお、予め実験やシミュレーションを通じて ΔI_x を求めておくことで、距離 Z に合わせて誤差を調整することができる。

【0030】

再び図 3 を参照して、標準誤差 E1 及び E2 の算出方法を説明する。距離計算部 53 は、所定の画像処理を用いて、自己位置からカメラ 11 によって検出された物標 70 までの距離 Z を計算する。誤差分布推定部 54 は、距離計算部 53 が計算した距離 Z と、上記の式 (3)、(4) を用いて誤差分布 σ_A 、 σ_B を推定する。標準誤差計算部 55 は、誤差分布推定部 54 が推定した誤差分布 σ_A 、 σ_B を用いて標準誤差 E1 及び E2 を計算する。標準誤差計算部 55 が計算する標準誤差 E1 及び E2 は、式 (5)、(6) を用いて次のように表される。

30

【0031】

【数 5】

$$E1 = \frac{\sqrt{n_1 \sigma_A^2 + n_2 \sigma_B^2}}{n_1 + n_2} \cdot \cdot \cdot (5)$$

ここで、 n_1 は、誤差分布 80 に含まれるサンプリング点数を示す。また、 n_2 は、誤差分布 81 に含まれるサンプリング点数を示す。誤差分布 σ_A は、式 (3) によって計算される。また、誤差分布 σ_B は、式 (4) によって計算される。

40

【数 6】

$$E2 = \frac{\sigma_A}{n_1 + n_3} \cdot \cdot \cdot (6)$$

ここで、 n_3 は、重複領域 90 に含まれるサンプリング点数を示す。誤差分布 σ_A は、式 (3) によって計算される。

【0032】

次に、サンプリング点選択部 56 は、標準誤差 E1 と E2 とを比較する。ここで、標準誤差 E1 及び E2 の大小関係について図 5 を用いて説明する。図 5 に示すように、標準誤差 E1 及び E2 は、サンプリング点数が多いほど、標準誤差が小さくなる。また、サンブ

50

リング点数が多いほど、標準誤差 E 1 は標準誤差 E 2 より小さくなる。一方、図 5 に示すように、標準誤差 E 1 及び E 2 は、サンプリング点数が少ないほど、標準誤差が大きくなる。また、サンプリング点数が少ないほど、標準誤差 E 1 は標準誤差 E 2 より大きくなる。つまり、カメラ 1 1 によって検出されたサンプリング点数が、図 5 に示す交点 S のサンプリング点数より大きい場合は、標準誤差 E 1 が標準誤差 E 2 より小さくなる。また、カメラ 1 1 によって検出されたサンプリング点数が、図 5 に示す交点 S のサンプリング点数より少ない場合は、標準誤差 E 2 が標準誤差 E 1 より小さくなる。したがって、カメラ 1 1 によって検出されたサンプリング点数が、図 5 に示す交点 S のサンプリング点数より多い場合、図 3 に示す誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点を用いて物標 7 0 の位置を推定したほうが、標準誤差は小さくなる。一方、カメラ 1 1 によって検出されたサンプリング点数が、図 5 に示す交点 S のサンプリング点数より少ない場合、図 3 に示す重複領域 9 0 に含まれるサンプリング点を用いて物標 7 0 の位置を推定した方が、標準誤差は小さくなる。なお、カメラ 1 1 によって検出されたサンプリング点数が、図 5 に示す交点 S のサンプリング点数と同じ場合、標準誤差は変わらないため、サンプリング点選択部 5 6 は、誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点を選択してもよく、重複領域 9 0 に含まれるサンプリング点を選択してもよい。

10

【 0 0 3 3 】

このように、標準誤差 E 1 が標準誤差 E 2 より小さい場合、サンプリング点選択部 5 6 は、誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点を選択する。誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点のほうが、重複領域 9 0 に含まれるサンプリング点より標準誤差が小さいからである。一方、標準誤差 E 2 が標準誤差 E 1 より小さい場合、サンプリング点選択部 5 6 は、重複領域 9 0 に含まれるサンプリング点を選択する。重複領域 9 0 に含まれるサンプリング点のほうが、誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点より標準誤差が小さいからである。このように選択されたサンプリング点は、標準誤差を最小化する。物標位置推定部 5 7 は、標準誤差が最小化されたサンプリング点を用いて物標 7 0 の位置を推定するため、精度よく物標 7 0 の位置を推定することができる。

20

【 0 0 3 4 】

次に、図 6 に示すフローチャートを参照して、物標位置推定装置の一動作例について説明する。

【 0 0 3 5 】

30

ステップ S 1 0 1 において、カメラ 1 1 は、自車両 6 0 の周囲における物標 7 0 を検出する。ステップ S 1 0 2 に処理が進み、比較部 5 2 は、カメラ 1 1 によって検出されたサンプリング点数が所定値（例えば、1）以下か否かを判定する。サンプリング点数が所定値以下の場合（例えば、1点）、物標位置推定部 5 7 は、上述した方法とは異なる方法で物標 7 0 の位置を推定する。サンプリング点数が所定値以下の場合、ステップ S 1 0 6 に処理が進み、物標位置推定部 5 7 は、検出された1つのサンプリング点と、このサンプリング点検出された際の自車両 6 0 の位置を直線で結ぶ。例えば、図 3 に示す 7 0 が、位置 P 1 及び P 2 において検出された1つのサンプリング点とすると、物標位置推定部 5 7 は、検出された1つのサンプリング点と、位置 P 1 における自車両 6 0 の位置を直線で結ぶ。また、物標位置推定部 5 7 は、検出された1つのサンプリング点と、位置 P 2 における自車両 6 0 の位置を直線で結ぶ。物標位置推定部 5 7 は、2つの直線上の交点が物標 7 0 の位置であると推定する。この場合は、図 3 に示す 7 0 が2つの直線上の交点となるため、物標位置推定部 5 7 は、図 3 に示す 7 0 が物標 7 0 の位置であると推定する（ステップ S 1 0 9）。このように物標 7 0 の位置を推定することにより、サンプリング点数が所定値以下の場合でも、物標位置推定部 5 7 は、物標 7 0 の位置を精度よく推定することができる。

40

【 0 0 3 6 】

サンプリング点数が所定値より大きい場合は、ステップ S 1 0 3 に処理が進み、距離計算部 5 3 は、所定の画像処理を用いて、自己位置からカメラ 1 1 によって検出された物標 7 0 までの距離を計算する。また、距離計算部 5 3 は、検出した距離を用いて物標 7 0 の

50

位置をサンプリング点として取得する。ステップS 1 0 4 に処理が進み、誤差分布推定部 5 4 は、距離計算部 5 3 が取得したサンプリング点と、上記の式 (3)、(4) とを用いて、サンプリング点の誤差分布 σ_A 、 σ_B を推定する。ステップS 1 0 5 に処理が進み、標準誤差計算部 5 5 は、誤差分布推定部 5 4 が推定した誤差分布 σ_A 、 σ_B を用いて標準誤差 E 1 及び E 2 を計算する。具体的には、標準誤差計算部 5 5 は、誤差分布 8 0、8 1 に含まれるサンプリング点を用いて標準誤差 E 1 を計算する。また、標準誤差計算部 5 5 は、誤差分布 8 0 及び重複領域 9 0 に含まれるサンプリング点を用いて標準誤差 E 2 を計算する。ステップS 1 0 5 に処理が進み、サンプリング点選択部 5 6 は、標準誤差計算部 5 5 が計算した標準誤差 E 1 と標準誤差 E 2 とを比較する。

【 0 0 3 7 】

10

標準誤差 E 1 が標準誤差 E 2 より小さい場合は、ステップS 1 0 8 に処理が進み、サンプリング点選択部 5 6 は、誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点を選択する。一方、標準誤差 E 2 が標準誤差 E 1 以下の場合は、ステップS 1 0 7 に処理が進み、サンプリング点選択部 5 6 は、重複領域 9 0 に含まれるサンプリング点を選択する。なお、このフローチャートでは標準誤差 E 1 と標準誤差 E 2 が等しい場合、処理はステップS 1 0 7 に進むが、これに限定されない。標準誤差 E 1 と標準誤差 E 2 が等しい場合、ステップS 1 0 8 に処理が進むようにしてもよい。

【 0 0 3 8 】

ステップS 1 0 9 に処理が進み、物標位置推定部 5 7 は、ステップS 1 0 7 及びステップS 1 0 8 で選択されたサンプリング点を用いて物標 7 0 の位置を推定する。ステップS 1 1 0 に処理が進み、物標位置推定部 5 7 は、推定した物標 7 0 の位置を地図データベース 4 0 に記憶させる。ステップS 1 1 1 に処理が進み、自己位置推定部 5 8 は、ステップS 1 0 9 で推定された物標 7 0 の位置に基づいて自己位置を推定する。

20

【 0 0 3 9 】

以上、説明したように、本実施形態に係る物標位置推定装置によれば、以下の作用効果が得られる。

【 0 0 4 0 】

カメラ 1 1 は、自車両 6 0 が走行した際に地図上における複数の位置 P 1 及び P 2 から物標 7 0 を検出する。距離計算部 5 3 は、カメラ 1 1 が検出した地図上における物標 7 0 の位置をサンプリング点として取得する。物標 7 0 のサンプリング点には、誤差が含まれる。そこで、誤差分布推定部 5 4 は、サンプリング点と、上記の式 (3)、(4) とを用いて、サンプリング点の誤差分布 σ_A 、 σ_B を推定する。サンプリング点選択部 5 6 は、誤差分布推定部 5 4 が推定した誤差分布 σ_A 、 σ_B に基づいて、物標 7 0 のサンプリング点の内、物標 7 0 の位置の推定に用いるサンプリング点を選択する。このように選択されたサンプリング点を用いて物標 7 0 の位置を推定することにより、物標位置推定装置は、物標 7 0 の位置を精度よく推定することができる。

30

【 0 0 4 1 】

また、物標位置推定装置は、誤差分布 σ_A 、 σ_B と、物標 7 0 のサンプリング点数とに基づいて、サンプリング点を選択する。図 5 に示すようにサンプリング点数に応じて、標準誤差は変化する。よって、このように選択されたサンプリング点を用いて物標 7 0 の位置を推定することにより、物標位置推定装置は、物標 7 0 の位置を精度よく推定することができる。

40

【 0 0 4 2 】

また、物標位置推定装置は、サンプリング点の標準誤差が最小化されるように、サンプリング点を選択する。つまり、物標位置推定装置は、誤差分布 σ_A 、 σ_B を用いて標準誤差 E 1 及び E 2 を計算し、標準誤差 E 1 と E 2 とを比較する。標準誤差 E 1 が標準誤差 E 2 より小さい場合、物標位置推定装置は、誤差分布 8 0 及び 8 1 に含まれるサンプリング点を選択する。また、標準誤差 E 2 が標準誤差 E 1 より小さい場合、物標位置推定装置は、重複領域 9 0 に含まれるサンプリング点を選択する。このように、標準誤差が最小化されるようにサンプリング点を選択し、選択したサンプリング点を用いて物標 7 0 の位置を

50

推定することにより、物標位置推定装置は、物標の位置を精度よく推定することができる。

【 0 0 4 3 】

また、物標位置推定装置は、サンプリング点数が所定値以下の場合、物標 7 0 を検出した際の自己位置と、物標 7 0 のサンプリング点とを直線で結び、複数の直線上の交点を物標の位置として推定する。このように物標 7 0 の位置を推定することにより、サンプリング点数が所定値以下の場合でも、物標位置推定装置は、物標 7 0 の位置を精度よく推定することができる。

【 0 0 4 4 】

また、物標位置推定装置は、選択したサンプリング点を用いて物標 7 0 の位置を推定し、推定した物標 7 0 の位置に基づいて自己位置を推定する。物標位置推定装置は、精度よく推定した物標 7 0 の位置に基づいて、自己位置を推定できるため、自己位置を精度よく推定することができる。これにより、車両の位置を正確に制御できるようになるため、自動運転制御や運転支援制御を実行する上で、乗員に与える違和感を抑制した制御を実行することができるようになる。

【 0 0 4 5 】

上記のように、本発明の実施形態を記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、地図上の 2 つの位置 P 1 , P 2 から、物標 7 0 を検出した場合を取り上げて説明したが、2 つに限定されない。例えば、本発明の物標位置推定装置は、図 7 に示すように、多くの位置（図 7 では 5 つ）から物標 7 0 を検出し、それぞれの位置 P 1 ~ P 5 に相当する誤差分布 8 0 ~ 8 4 を推定し、標準誤差が最小化されるサンプリング点を選択してもよい。

【 0 0 4 7 】

また、物標位置推定装置は、物標位置推定部 5 7 が推定した物標 7 0 の位置を用いて、自車両 6 0 のトラジェクトリを補正してもよい。トラジェクトリとは、所定の走行軌跡モデルを用いて算出される自車両 6 0 の走行軌跡である。物標位置推定部 5 7 は、補正後のトラジェクトリ上の位置から検出された物標 7 0 のサンプリング点を用いて、再度物標 7 0 の位置を推定する。これを繰り返すことにより、物標位置推定部 5 7 は、物標 7 0 の位置をさらに精度よく推定することができる。

【 0 0 4 8 】

また、本実施形態では、物標 7 0 の位置を推定した後、それを学習するようにしてもよい。また学習する際に、複数の物標を合わせて学習し、学習マップを生成するようにしてもよい。学習マップを生成することができれば、地図データやナビゲーションマップの代わりに、作成した学習マップを用いて、学習マップを基準に自車両の自己位置を推定することができる。具体的には、推定した物標の位置を学習して学習マップを生成した後、その物標位置周辺を走行して物標を検出した場合に、物標と自車両の相対位置関係を検出することで、学習マップ上における物標からの相対位置を割り出すことができる。加えて、本実施形態における物標位置推定方法においては、物標の位置を正確に推定することができるため、実際の道路環境に沿った正確なマップを作成することができる。そのため、学習マップを基準とした自車両の自己位置を正確に推定できるようになる。また、学習マップを作製した場合に、地図データやナビゲーションマップと連携することで、車両に設けられた地図データやナビゲーションマップでは自己位置の推定が難しい場所、誤差が大きくなる場所であっても、学習マップを用いることができる為、車両に設けられた地図データやナビゲーションマップ上における自車両の自己位置を正確に推定することができるようになる。

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態に係る物標位置推定方法においては、物標の位置や自車両の自己位置

を正確に求めることができるため、自動運転技術や運転支援技術において、車両を周囲状況に合わせて正確に制御することができるようになる。例えば、現在の自己位置を求めた後、その自己位置を基準に自車両の走行計画を策定できるようになる。そのため、周囲状況に合わせた滑らかな制御や、急加減速、急操舵を抑制した制御、シーンに応じた正確な制御を実行することができるため、乗員に与える違和感を抑制することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、本発明は、自動運転機能を備える車両にも適用できる。

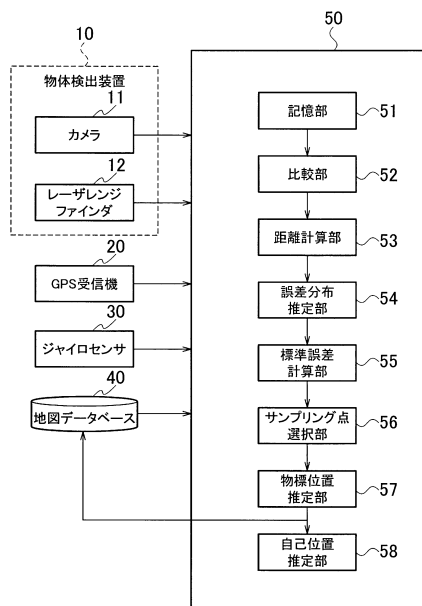
【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

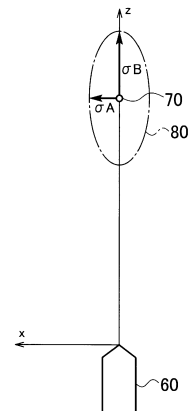
- 1 0 物体検出装置
- 1 1 カメラ
- 1 2 レーザレンジファインダ
- 2 0 G P S 受信機
- 3 0 ジャイロセンサ
- 4 0 地図データベース
- 5 0 コントローラ

10

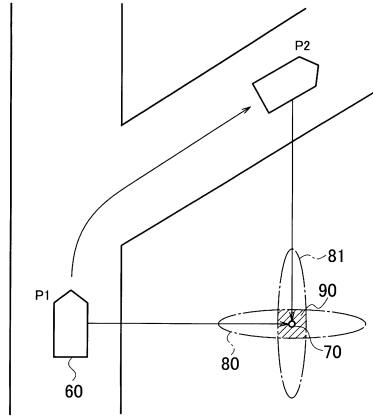
【 図 1 】



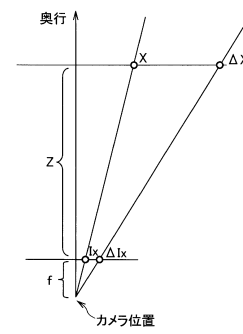
【 図 2 】



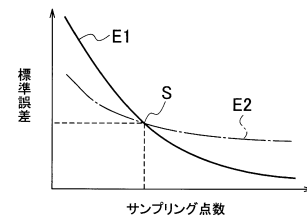
【図3】



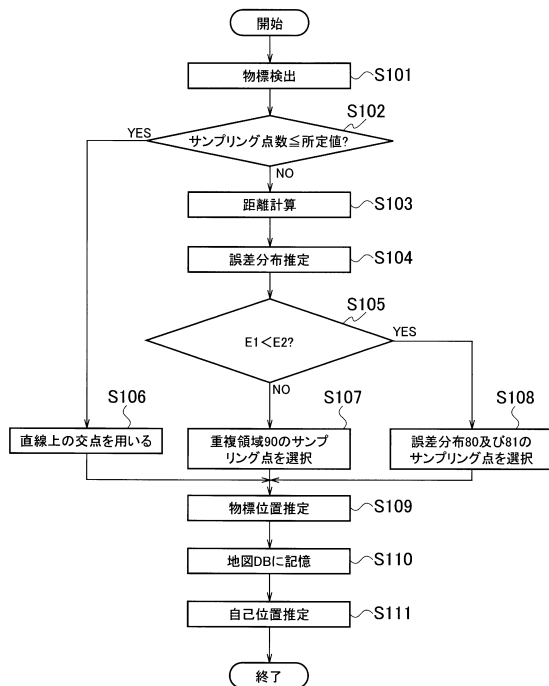
【図4】



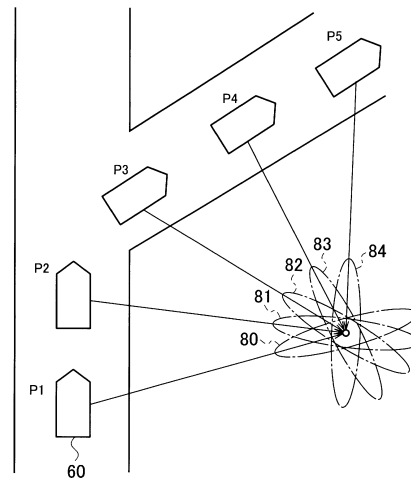
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 武田 祐一
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 續山 浩二

(56)参考文献 特開平10-300493(JP,A)
国際公開第2017/017766(WO,A1)
特開平6-289778(JP,A)
国際公開第2017/060947(WO,A1)
特開2016-183953(JP,A)
国際公開第2007/069726(WO,A1)
特開平11-304489(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 15/00
G01C 21/28
G08G 1/00