

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6988873号
(P6988873)

(45) 発行日 令和4年1月5日(2022.1.5)

(24) 登録日 令和3年12月6日(2021.12.6)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 C 21/28 (2006.01) GO 1 C 21/28
GO 6 T 7/00 (2017.01) GO 6 T 7/00 6 5 0 B

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2019-207995 (P2019-207995)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	令和1年11月18日 (2019.11.18)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2021-81272 (P2021-81272A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	令和3年5月27日 (2021.5.27)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	令和2年11月10日 (2020.11.10)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100147555
			弁理士 伊藤 公一
		(74) 代理人	100123593
			弁理士 関根 宣夫
		(74) 代理人	100133835
			弁理士 河野 努

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置推定装置および位置推定用コンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の周期で設定される第1情報取得時刻ごとに、移動物体の位置を表す第1位置関係情報を取得する第1位置情報取得部と、

前記第1位置関係情報に基づいて、前記第1情報取得時刻における前記移動物体の第1推定位置を算出する第1位置算出部と、

第2の周期で設定される第2情報取得時刻ごとに、前記移動物体の位置を表す第2位置関係情報を取得する第2位置情報取得部と、

前記第2位置関係情報に基づいて、前記第2情報取得時刻における前記移動物体の第2推定位置を算出する第2位置算出部と、

直前の前記第1情報取得時刻に取得された前記第1位置関係情報に基づいて前記第1推定位置が求められた場合、前記移動物体の挙動を表す情報に基づいて、当該第1情報取得時刻と、現時刻との間における前記移動物体の第1移動量及び第1移動方向を算出し、現時刻における前記移動物体の位置を、前記第1推定位置と、前記移動物体の前記第1移動量及び前記第1移動方向とに基づいて推定し、

直前の前記第1情報取得時刻に取得された前記第1位置関係情報に基づいて前記第1推定位置が求められない場合、前記移動物体の挙動を表す情報に基づいて、直前の前記第2情報取得時刻と、現時刻との間における前記移動物体の第2移動量及び第2移動方向を算出し、現時刻における前記移動物体の位置を、前記第2推定位置と、前記移動物体の前記第2移動量及び前記第2移動方向とに基づいて推定する位置推定部と、

10

20

を有する位置推定装置。

【請求項 2】

前記位置推定部が前記移動物体の位置を推定する間隔は、前記第 1 の周期及び前記第 2 の周期よりも短い請求項 1 に記載の位置推定装置。

【請求項 3】

前記第 1 推定位置の精度は、前記第 2 推定位置の精度よりも高い請求項 1 または 2 に記載の位置推定装置。

【請求項 4】

第 1 の周期で設定される第 1 情報取得時刻ごとに、移動物体の位置を表す第 1 位置関係情報を取得し、

前記第 1 位置関係情報に基づいて、前記第 1 情報取得時刻における前記移動物体の第 1 推定位置を算出し、

第 2 の周期で設定される第 2 情報取得時刻ごとに、前記移動物体の位置を表す第 2 位置関係情報を取得し、

前記第 2 位置関係情報に基づいて、前記第 2 情報取得時刻における前記移動物体の第 2 推定位置を算出し、

直前の前記第 1 情報取得時刻に取得された前記第 1 位置関係情報に基づいて前記第 1 推定位置が求められた場合、前記移動物体の挙動を表す情報に基づいて、当該第 1 情報取得時刻と、現時刻との間における前記移動物体の第 1 移動量及び第 1 移動方向を算出し、現時刻における前記移動物体の位置を、前記第 1 推定位置と、前記移動物体の前記第 1 移動量及び前記第 1 移動方向とに基づいて推定し、

直前の前記第 1 情報取得時刻に取得された前記第 1 位置関係情報に基づいて前記第 1 推定位置が求められない場合、前記移動物体の挙動を表す情報に基づいて、直前の前記第 2 情報取得時刻と、現時刻との間における前記移動物体の第 2 移動量及び第 2 移動方向を算出し、現時刻における前記移動物体の位置を、前記第 2 推定位置と、前記移動物体の前記第 2 移動量及び前記第 2 移動方向とに基づいて推定する、

ことをプロセッサに実行させる位置推定用コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置推定装置および位置推定用コンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

車両の運転支援又は自動運転制御に利用するために、車両の位置を推定することが研究されている。

【0003】

例えば、車両に搭載されたカメラを用いて車両の前方の画像を取得して画像内の車線区画線を認識し、この車線区画線と地図とを比較することにより車両の位置を推定することが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

ここで、カメラを用いて取得された画像に基づいて求められる車両の位置は、画像が取得された時刻における車両の位置である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2018 - 77162 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

推定される車両の位置には少なからず誤差が生じる場合があるが、より高い精度で車両

10

20

30

40

50

の位置を推定できることが好ましい。

【0007】

そこで、本発明は、高い精度で移動物体の位置を求められる位置推定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

一の実施形態によれば、位置推定装置を提供される。この位置推定装置は、第1の周期で設定される第1情報取得時刻ごとに、移動物体の位置を表す第1位置関係情報を取得する第1位置情報取得部と、第1位置関係情報に基づいて、第1情報取得時刻における移動物体の第1推定位置を算出する第1位置算出部と、第2の周期で設定される第2情報取得時刻ごとに、移動物体の位置を表す第2位置関係情報を取得する第2位置情報取得部と、第2位置関係情報に基づいて、第2情報取得時刻における移動物体の第2推定位置を算出する第2位置算出部と、直前の第1情報取得時刻に取得された第1位置関係情報に基づいて第1推定位置が求められた場合、移動物体の挙動を表す情報に基づいて、当該第1情報取得時刻と、現時刻との間における移動物体の第1移動量及び第1移動方向を算出し、現時刻における移動物体の位置を、第1推定位置と、移動物体の第1移動量及び第1移動方向とに基づいて推定し、直前の第1情報取得時刻に取得された第1位置関係情報に基づいて第1推定位置が求められない場合、移動物体の挙動を表す情報に基づいて、直前の第2情報取得時刻と、現時刻との間における移動物体の第2移動量及び第2移動方向を算出し、現時刻における移動物体の位置を、第2推定位置と、移動物体の第2移動量及び第2移動方向とに基づいて推定する位置推定部と、を有する。

【0009】

この位置推定装置において、位置推定部が移動物体の位置を推定する間隔は、第1の周期及び第2の周期よりも短いことが好ましい。

【0010】

また、この位置推定装置において、第1推定位置の精度は、第2推定位置の精度よりも高いことが好ましい。

【0011】

また、他の実施形態によれば、位置推定用コンピュータプログラムを提供される。この位置推定用コンピュータプログラムは、第1の周期で設定される第1情報取得時刻ごとに、移動物体の位置を表す第1位置関係情報を取得し、第1位置関係情報に基づいて、第1情報取得時刻における移動物体の第1推定位置を算出し、第2の周期で設定される第2情報取得時刻ごとに、移動物体の位置を表す第2位置関係情報を取得し、第2位置関係情報に基づいて、第2情報取得時刻における移動物体の第2推定位置を算出し、直前の第1情報取得時刻に取得された第1位置関係情報に基づいて第1推定位置が求められた場合、移動物体の挙動を表す情報に基づいて、当該第1情報取得時刻と、現時刻との間における移動物体の第1移動量及び第1移動方向を算出し、現時刻における移動物体の位置を、第1推定位置と、移動物体の第1移動量及び第1移動方向とに基づいて推定し、直前の第1情報取得時刻に取得された第1位置関係情報に基づいて第1推定位置が求められない場合、移動物体の挙動を表す情報に基づいて、直前の第2情報取得時刻と、現時刻との間における移動物体の第2移動量及び第2移動方向を算出し、現時刻における移動物体の位置を、第2推定位置と、移動物体の第2移動量及び第2移動方向とに基づいて推定する、ことをプロセッサに実行させる。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る位置推定装置は、高い精度で移動物体の位置を求められるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】位置推定装置が実装される車両制御システムの概略構成図である。

10

20

30

40

50

【図2】位置推定装置の一つの実施形態である電子制御装置のハードウェア構成図であり、

【図3】メモリが含むデータバッファを示す図である。

【図4】位置推定処理を含む車両制御処理に関する、電子制御装置のプロセッサの機能ブロック図である。

【図5】プロセッサの処理を説明するタイミング図である。

【図6】位置算出部の動作を説明するフローチャートである。

【図7】位置推定部の動作を説明するフローチャート(その1)である。

【図8】位置推定部の動作を説明するフローチャート(その2)である。

【図9】位置推定部の動作を説明するフローチャート(その3)である。

10

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図を参照しつつ、位置推定装置について説明する。この位置推定装置は、第1の周期で設定される第1情報取得時刻ごとに、移動物体の位置を表す第1位置関係情報を取得する第1位置情報取得部を有する。第1位置情報取得部は、例えば車両の周囲を撮影するカメラであり、第1位置関係情報は例えば車両の周囲が表された画像である。位置推定装置は、第1位置関係情報に基づいて、第1情報取得時刻における移動物体の第1推定位置を算出する第1位置算出部を有する。また、位置推定装置は、第2の周期で設定される第2情報取得時刻ごとに、移動物体の位置を表す第2位置関係情報を取得する第2位置情報取得部を有する。第2位置情報取得部は、第1位置情報取得部とは異なるハードウェア

20

を有することが好ましい。位置推定装置は、第2位置関係情報に基づいて、第2情報取得時刻における移動物体の第2推定位置を算出する第2位置算出部を有する。位置推定装置は、直前の第1情報取得時刻に取得された第1位置関係情報に基づいて第1推定位置が求められた場合、移動物体の挙動を表す情報に基づいて、この第1情報取得時刻と、現時刻との間における移動物体の第1移動量及び第1移動方向を算出し、現時刻における移動物体の位置を、第1推定位置と、移動物体の第1移動量及び第1移動方向とに基づいて推定位置推定部を有する。一方、この位置推定部は、直前の第1情報取得時刻に取得された第1位置関係情報に基づいて第1推定位置が求められない場合、移動物体の挙動を表す情報に基づいて、直前の第2情報取得時刻と、現時刻との間における移動物体の第2移動量及び第2移動方向を算出し、現時刻における移動物体の位置を、第2推定位置と、移動物体

30

の第2移動量及び第2移動方向とに基づいて推定する。これにより、位置推定装置は、第1位置関係情報を用いて移動物体の位置を求められない場合でも、第2位置関係情報を用いて、高い精度で移動物体の位置を求められる。

【0015】

以下では、位置推定装置を、車両制御システムに適用した例について説明する。この例では、位置推定装置は、車両に搭載されたカメラにより取得された画像などに基づいて、位置推定処理を実行することで、車両の位置を推定し、その推定された位置に基づいて、車両の運転計画を生成して、車両の運転制御に利用する。但し、本発明の技術範囲はそれらの実施形態に限定されず、特許請求の範囲に記載された発明とその均等物に及ぶものである。

40

【0016】

図1は、位置推定装置が実装される車両制御システムの概略構成図である。また、図2は、位置推定装置の一つの実施形態である電子制御装置のハードウェア構成図である。

【0017】

本実施形態では、車両10に搭載され、且つ、車両10を制御する車両制御システム1は、車両の前方の画像を取得する第1カメラ2と、第1カメラ2とは別に配置され、車両10の前方の画像を取得する第2カメラ3を有する。また、車両制御システム1は、車両10の前後左右の画像を取得する第3カメラ4a~4dと、第3カメラ4a~4dが撮影した画像を処理するカメラ画像処理装置4eを有する。また、車両制御システム1は、車両10の前後左右に配置されるLiDARセンサ5a~5dと、車両10の前遠方の画像を取

50

得する第4カメラ6とを有する。また、車両制御システム1は、測位情報受信機7と、測位情報受信機7が出力する測位情報に基づいて地図情報を生成する地図情報記憶装置8と、位置推定装置の一例である電子制御装置(ECU)9とを有する。

【0018】

第1カメラ2と、第2カメラ3と、カメラ画像処理装置4eと、LiDARセンサ5a~5dと、第4カメラ6と、地図情報記憶装置8と、ECU9とは、コントローラエリアネットワークといった規格に準拠した車内ネットワーク11を介して通信可能に接続される。

【0019】

第1カメラ2は、位置情報取得部の一例である。第1カメラ2は、所定の周期(例えば100m秒)で設定される第1情報取得時刻において、位置関係情報の一例である、車両10の前方の所定の領域が表された第1画像を取得する。取得された第1画像には、車両10の前方の所定の領域内に含まれる路面上の車線区画線などの地物が表わされる。第1画像は、車両10と車両10の周辺の地物との相対的な位置情報を有する。第1カメラ2により得られた第1画像は、カラー画像であってもよく、又は、グレー画像であってもよい。第1カメラ2は、撮像部の一例であり、CCDあるいはC-MOSなど、可視光に感度を有する光電変換素子のアレイで構成された2次元検出器と、その2次元検出器上に撮影対象となる領域の像を結像する結像光学系を有する。そして第1カメラ2は、車両10の前方を向くように、例えば、車両10の車室内に取り付けられる。

【0020】

第1カメラ2は、第1画像を取得する度に、第1画像及び第1画像を取得した第1情報取得時刻を、車内ネットワーク11を介してECU9へ出力する。第1画像は、ECU9において、位置関係情報として車両の位置を決定する処理に使用されるのと共に、車両10の周囲の他の物体を検出する処理に使用される。

【0021】

第2カメラ3は、位置情報取得部の他の一例である。第2カメラ3は、所定の周期(例えば150m秒)で設定される第2情報取得時刻において、位置関係情報の一例である、車両の前方の所定の領域が表された第2画像を取得する。この第2画像は、車両10と車両10の周辺の地物との相対的な位置情報を有する。第2カメラ3は、第1カメラ2とは異なる位置に、第1カメラ2とは異なる方向に向かって設置される。例えば、第2カメラ3は、車両10の前方を向くように、第1カメラ2と同様に車両10の車室内に取り付けられる。取得された画像には、車両10の前方の所定の領域内に含まれる路面上の車線区画線などの地物が表わされる。第2カメラ3により得られた画像は、カラー画像であってもよく、又は、グレー画像であってもよい。第2カメラ3は、撮像部の一例であり、CCDあるいはC-MOSなど、可視光に感度を有する光電変換素子のアレイで構成された2次元検出器と、その2次元検出器上に撮影対象となる領域の像を結像する結像光学系を有する。第2カメラ3は、第2画像を取得する度に、第2画像及び第2画像を取得した第2情報取得時刻を、車内ネットワーク11を介してECU9へ出力する。第2画像は、ECU9において、位置関係情報として車両の位置を決定する処理に使用される。

【0022】

第3カメラ4a~4dは、所定の周期(例えば180m秒)で設定される第3情報取得時刻において、車両10の前方、左側方、後方、右側方の所定の領域が表された画像を取得して、カメラ画像処理装置4eへ出力する。これらの画像は、車両10と車両10の周辺の地物との相対的な位置情報を有する。第3カメラ4a~4dは、撮像部の一例であり、CCDあるいはC-MOSなど、可視光に感度を有する光電変換素子のアレイで構成された2次元検出器と、その2次元検出器上に撮影対象となる領域の像を結像する結像光学系を有する。そして第3カメラ4a~4dは、車両10の前方、左側方、後方、右側方を向くように、例えば、車両10の前後左右に取り付けられる。第3カメラ4a~4dにより得られた画像は、カラー画像であってもよく、又は、グレー画像であってもよい。

【0023】

カメラ画像処理装置4eは、プロセッサ(図示せず)を有する。カメラ画像処理装置4

10

20

30

40

50

eのプロセッサは、第3カメラ4a～4dが生成した画像を合成して、車両10の周囲が写った合成画像を生成する。カメラ画像処理装置4eのプロセッサは、合成画像を生成する度に、合成画像及び合成画像を取得した第3情報取得時刻を、車内ネットワーク11を介してECU9へ出力する。車両10の周囲が写った合成画像は、ECU9において、車両10の周囲の他の物体を検出する処理に使用される。

【0024】

LiDARセンサ5a～5dのそれぞれは、所定の周期で設定される第4情報取得時刻において、車両10の前方、左側方、後方、右側方に向けてパルス状のレーザを同期して発射して、反射物により反射された反射波を受信して、反射波の情報及びレーザを放射した方位情報を含む第4情報を、レーザを発射した第4情報取得時刻と共に、車内ネットワーク11を介してECU9へ出力する。反射波は、車両10と車両10の周辺の地物との相対的な位置情報を有する。

10

【0025】

第4カメラ6は、所定の周期で設定される第5情報取得時刻において、第1カメラ2及び第2カメラ3よりも車両10の前遠方の所定の領域が表された第3画像を取得する。第3画像には、車両10の前遠方の所定の領域内に含まれる路面上の車線区画線などの地物が表わされる。第3画像は、車両10と車両10の周辺の地物との相対的な位置関係情報を有する。第4カメラ6により得られた第3画像は、カラー画像であってもよく、又は、グレー画像であってもよい。第4カメラ6は、撮像部の一例であり、CCDあるいはC-MOSなど、可視光に感度を有する光電変換素子のアレイで構成された2次元検出器と、その2次元検出器上に撮影対象となる領域の像を結像する結像光学系を有する。そして第4カメラ6は、車両10の前遠方を向くように、例えば、第1カメラ2と同様に車両10の車室内に取り付けられる。

20

【0026】

第4カメラ6は、第3画像を取得する度に、位置関係情報である第3画像及び第3画像を取得した第5情報取得時刻を、車内ネットワーク11を介してECU9へ出力する。第3画像は、ECU9において、車両10の周囲の物体を検出する処理に使用される。

【0027】

測位情報受信機7は、車両10の現在位置を表す測位情報を出力する。例えば、測位情報受信機7は、GPS受信機とすることができる。測位情報受信機7は、GPS電波を受信する測位情報受信部7aと、測位情報受信部7aが受信したGPS電波に基づいて、車両10の現在位置を表す測位情報を出力するプロセッサ7bとを有する。測位情報受信部7aは、位置情報取得部の他の一例である。プロセッサ7bは、測位情報受信部7aが所定の受信周期で測位情報を取得する度に、位置関係情報である測位情報及び測位情報を取得した第6情報取得時刻を、地図情報記憶装置8へ出力する。

30

【0028】

地図情報記憶装置8は、プロセッサ(図示せず)と、磁気ディスクドライブ又は不揮発性の半導体メモリなどの記憶装置(図示せず)とを有しており、この記憶装置は、車両10の現在位置を含む広い範囲(例えば数km四方の範囲)の広域地図情報を記憶する。この広域地図情報は、道路上の車線区画線などの地物、構造物の種類及び位置を表す情報を含む高精度地図情報であることが好ましい。なお、道路上の地物、構造物の位置は、例えば、実空間における所定の基準位置を原点とする世界座標系で表される。地図情報記憶装置8のプロセッサは、車両10の現在位置に応じて、無線通信装置を介した無線通信により、基地局を介して外部のサーバから広域地図情報を受信して記憶装置に記憶する。地図情報記憶装置8のプロセッサは、測位情報受信機7から測位情報を入力する度に、記憶部に記憶している広域地図情報を参照して、測位情報により表される現在位置を含む狭い領域(例えば、数十～数百m四方の範囲)の地図情報及び第6情報取得時刻を、車内ネットワーク11を介してECU9へ出力する。

40

【0029】

ECU9は、車両10を制御する。本実施形態では、ECU9は、第1カメラ2などが

50

出力する位置関係情報に基づいて車両10の位置を推定して、車両10を自動運転するように車両10を制御する。そのために、ECU9は、通信インターフェース21と、メモリ22と、プロセッサ23とを有する。

【0030】

通信インターフェース(I/F)21は、通信部の一例であり、ECU9を車内ネットワーク11に接続するためのインターフェース回路を有する。すなわち、通信インターフェース21は、車内ネットワーク11を介して、第1カメラ2及び地図情報記憶装置8などと接続される。そして通信インターフェース21は、例えば、第1カメラ2から第1画像及び第1情報取得時刻を受信する度に、受信した第1画像及び第1情報取得時刻をプロセッサ23へわたす。また通信インターフェース21は、地図情報記憶装置8から測位情報、第6情報取得時刻及び地図情報を受信する度に、受信した測位情報、第6情報取得時刻及び地図情報をプロセッサ23へわたす。また通信インターフェース21は、図示しない車両速度センサ及びヨーレートセンサから受信した車両速度及びヨーレートを、プロセッサ23へわたす。

10

【0031】

メモリ22は、記憶部の一例であり、例えば、揮発性の半導体メモリ及び不揮発性の半導体メモリを有する。そしてメモリ22は、ECU9のプロセッサ23により実行される位置推定処理において使用される各種のデータ、各カメラ及び各LiDARセンサの光軸方向及び取り付け位置などの設置位置情報、結像光学系の焦点距離及び画角といった内部パラメータなどを記憶する。また、メモリ22は、第1カメラ2などから受信した第1画像などの位置関係情報及び情報取得時刻、地図情報記憶装置8から受信した測位情報、第6情報取得時刻及び地図情報などを記憶する。

20

【0032】

また、メモリ22は、図3に示すように、データバッファ300を含む。データバッファ300は、リング型のデータバッファであり、図3に示す例では、10個のバッファを有する。各バッファには、位置決定時刻と、車両速度と、ヨーレートと、前回の位置決定時刻に求められた車両10の位置が初期位置として記憶される。データバッファ300には、バッファ番号1から順番にデータが記憶されていき、10個目のデータがバッファ番号10に記憶された後、11個目のデータはバッファ番号1に上書きされる。プロセッサ23は、入力した車両速度及びヨーレートに基づいて、前回の位置決定時刻と今回の位置決定時刻との間の車両速度及びヨーレートの平均値を求めて、この平均値を、メモリ22が含むデータバッファに今回の位置決定時刻と関連づけて記憶する。

30

【0033】

プロセッサ23は、制御部の一例であり、1個または複数個のCPU(Central Processing Unit)及びその周辺回路を有する。プロセッサ23は、論理演算ユニット、数値演算ユニットあるいはグラフィック処理ユニットといった他の演算回路をさらに有していてもよい。プロセッサ23が複数個のCPUを有する場合、CPUごとにメモリを有していてもよい。プロセッサ23は、位置関係情報に基づいて、この位置関係情報が取得された情報取得時刻における車両10の位置を推定する位置推定処理を実行する。また、プロセッサ23は、所定の周期(例えば、32m秒)で設定される位置決定時刻において、車両10の位置を推定する位置推定処理を実行する。この位置決定時刻の周期は、通常、第1~第5情報取得時刻の周期よりも短い。プロセッサ23は、前回の位置決定時刻における車両10の位置と、情報取得時刻における車両10の位置と、車両速度及びヨーレートなどの車両10の挙動を表す情報に基づいて、今回の位置決定時刻における車両10の位置を求める。さらに、プロセッサ23は、推定された車両10の位置と、車両10の周囲の他の物体との相対的な位置関係に基づいて、車両10を自動運転するよう、車両10を制御する。

40

【0034】

図4は、位置推定処理を含む車両制御処理に関する、ECU9のプロセッサ23の機能ブロック図である。プロセッサ23は、第1~2横位置算出部31a、31bと、第1~

50

2 縦位置算出部 3 2 a、3 2 b と、位置推定部 3 3 と、検出部 3 4 と、運転計画部 3 5 と、車両制御部 3 6 とを有する。プロセッサ 2 3 が有するこれらの各部は、例えば、プロセッサ 2 3 上で動作するコンピュータプログラムにより実現される機能モジュールである。あるいは、プロセッサ 2 3 が有するこれらの各部は、プロセッサ 2 3 に設けられる、専用の演算回路であってもよい。また、プロセッサ 2 3 が有するこれらの各部のうち、第 1 ~ 2 横位置算出部 3 1 a、3 1 b、第 1 ~ 2 縦位置算出部 3 2 a、3 2 b 及び位置推定部 3 3 が、位置推定処理を実行する。

【 0 0 3 5 】

プロセッサ 2 3 の第 1 ~ 2 横位置算出部 3 1 a、3 1 b は、入力した位置関係情報などの情報に基づいて、この位置関係情報が取得された情報取得時刻における車両 1 0 の位置を推定し、この車両 1 0 の位置と、車両 1 0 の参照位置との差における車両 1 0 の進行方向と直交する方向の成分である横ずれ量を求めて、位置推定部 3 3 へ通知する。参照位置は、情報取得時刻の直前の位置決定時刻における車両の位置と、この位置決定時刻と情報取得時刻との間の車両 1 0 の移動量及び移動方向とに基づいて、情報取得時刻における車両 1 0 の位置が推定されたものである。

10

【 0 0 3 6 】

プロセッサ 2 3 の第 1 ~ 2 縦位置算出部 3 2 a、3 2 b は、入力した位置関係情報に基づいて、この位置関係情報が取得された情報取得時刻における車両 1 0 の位置を推定し、この車両 1 0 の位置と、車両 1 0 の参照位置との差における車両 1 0 の進行方向の成分である縦ずれ量を求めて、位置推定部 3 3 へ通知する。

20

【 0 0 3 7 】

図 5 は、プロセッサ 2 3 の処理を説明するタイミング図である。プロセッサ 2 3 の位置推定部 3 3 は、所定の周期（図 5 に示す例では、3 2 m 秒）で設定される位置決定時刻ごとに、第 1 ~ 2 横位置算出部 3 1 a、3 1 b の中から選択された一の横位置算出部から通知された横ずれ量、及び、第 1 ~ 2 縦位置算出部 3 2 a、3 2 b の中から選択された一の縦位置算出部から通知された縦ずれ量と、位置決定時刻における車両 1 0 の位置と、車両 1 0 の挙動を表す情報である車両速度及びヨーレートに基づいて、今回の位置決定時刻における車両 1 0 の位置を推定する。そして、位置推定部 3 3 は、推定された車両 1 0 の位置を、運転計画部 3 5 及び車両制御部 3 6 へ通知する。位置決定時刻は、現時刻の一例である。

30

【 0 0 3 8 】

第 1 横位置算出部 3 1 a は、第 1 カメラ 2 が第 1 画像を取得する第 1 情報取得時刻の周期（図 5 に示す例では、1 0 0 m 秒）で、横ずれ量を求めて位置推定部 3 3 へ通知する。第 1 横位置算出部 3 1 a が横ずれ量を求める周期は、位置推定部 3 3 が車両 1 0 の位置を求める位置決定時刻の周期（図 5 に示す例では、3 2 m 秒）よりも長い。同様に、第 2 横位置算出部 3 1 b は、第 2 カメラ 3 が画像を取得する第 2 情報取得時刻の周期（図 5 に示す例では、1 5 0 m 秒）で、横ずれ量を求めて位置推定部 3 3 へ通知する。第 2 横位置算出部 3 1 b が横ずれ量を求める周期も、位置推定部 3 3 が車両 1 0 の位置を求める位置決定時刻の周期（図 5 に示す例では、3 2 m 秒）よりも長い。

40

【 0 0 3 9 】

次に、第 1 横位置算出部 3 1 a が車両 1 0 の位置の横ずれ量を算出する処理を、図 6 を参照して、以下に説明する。図 6 に示す処理は、第 1 情報取得時刻に第 1 カメラ 2 が第 1 画像を取得するごとに、第 1 横位置算出部 3 1 a が実行する。

【 0 0 4 0 】

まず、第 1 横位置算出部 3 1 a は、位置関係情報の一例である第 1 画像と、この第 1 画像を取得した第 1 情報取得時刻 s_1 と、測位情報により示される位置を含む所定の領域の地図情報を取得する（ステップ S 6 0 1）。

【 0 0 4 1 】

次に、第 1 横位置算出部 3 1 a は、位置関係情報の一例である第 1 画像を取得した第 1 情報取得時刻 s_1 における車両 1 0 の位置を示す参照位置を算出する（ステップ S 6 0 3

50

)。まず、第1横位置算出部31aは、メモリ22が含むデータバッファ(図3参照)を参照して、第1情報取得時刻 s_1 よりも前の時刻であり且つ第1情報取得時刻 s_1 と最も近い位置決定時刻 s_2 を選択する。第1横位置算出部31aが車両10の位置の横ずれ量を求める周期(図5に示す例では、100m秒)は、位置決定時刻の周期(図5に示す例では、32m秒)よりも長いので、第1情報取得時刻 s_1 は、データバッファに記憶されている最新の位置決定時刻よりも過去の時刻となる。この観点から、データバッファは、各位置算出部が車両10の位置のずれ量を算出する周期の2倍以上の間の位置決定時刻のデータを記憶することが好ましい。そして、第1横位置算出部31aは、第1情報取得時刻 s_1 と位置決定時刻 s_2 とが一致していない場合、データバッファを参照して、第1情報取得時刻 s_1 と位置決定時刻 s_2 との間における車両速度及びヨーレートを取得して、第1情報取得時刻 s_1 と位置決定時刻 s_2 との間における車両の移動量及び移動方向を求める。第1横位置算出部31aは、車両10の車両速度を時間積分して、第1情報取得時刻 s_1 と位置決定時刻 s_2 との間の車両10の移動量を求め、車両10のヨーレートを時間積分して、第1情報取得時刻 s_1 と位置決定時刻 s_2 との間の車両10の移動方向を求める。そして、第1横位置算出部31aは、位置決定時刻 s_2 の初期位置と、車両10の移動量及び移動方向とに基づいて、第1情報取得時刻 s_1 における車両10の位置 q_1 を、車両10の参照位置として算出する。一方、情報取得時刻 s_1 と位置決定時刻 s_2 とが一致する場合には、第1横位置算出部31aは、位置決定時刻 s_2 の次の位置決定時刻における初期位置を、車両10の参照位置とする。

【0042】

次に、第1横位置算出部31aは、位置関係情報の一例である第1画像及び地図情報に基づいて、第1画像を取得した第1情報取得時刻における車両10の位置を算出する(ステップS605)。まず、第1横位置算出部31aは、第1画像に表される物体の座標を、第1カメラ2の設置位置情報及び内部パラメータなどの情報を用いて視点変換処理を実行することで、第1カメラ2の位置を原点とするカメラ座標系で表す。第1画像上に表示される物体の座標は、第1画像の左上の隅の位置を原点として、右方に伸びる X_i 軸と、下方に伸びる Y_i 軸とを有する画像座標系で表すことができる。また、カメラ座標系では、撮像面の中心を原点として、車両10の進行方向に Z_c 軸が設定され、 Z_c 軸と直交し、かつ、地面に平行な方向を X_c 軸が設定され、鉛直方向に Y_c 軸が設定され、原点は、地面から第1カメラ2が設置される高さにある。そして、第1横位置算出部31aは、カメラ座標系で表された第1画像に表される物体の座標を、世界座標系で表す。世界座標系では、実空間における所定の基準位置を原点として、地面に平行な面内に X_w 軸及び Z_w が設定され、鉛直方向に Y_w 軸が設定される。第1横位置算出部31aは、第1情報取得時刻よりも前の時刻であり且つ第1情報取得時刻と最も近い位置決定時刻における車両10の位置と、この位置決定時刻と第1情報取得時刻との間の車両10の移動量及び移動方向とに基づいて、第1情報取得時刻における車両10の位置及び進行方向を推定する。第1横位置算出部31aは、第1情報取得時刻における車両10の位置及び進行方向として、車両10の参照位置を算出する際に求めた値を用いることができる。第1横位置算出部31aは、第1カメラ2の設置位置情報及び内部パラメータなどの情報と、推定された車両10の位置及び移動方向とを用いて、第1情報取得時刻における第1カメラ2の仮定位置及び仮定姿勢を推定する。第1横位置算出部31aは、第1情報取得時刻における第1カメラ2の仮定位置及び仮定姿勢に従って、カメラ座標系から、世界座標系への変換式を求める。そのような変換式は、座標系間の回転を表す回転行列と座標系間の平行移動を表す並進ベクトルの組み合わせで表される。そして第1横位置算出部31aは、その変換式に従って、カメラ座標系で表された第1画像に表される物体の座標を、世界座標系で表される座標に変換する。

【0043】

第1横位置算出部31aは、世界座標系で表される第1画像を、地図情報により表される地図上に投影して、地図に表された車両10の周囲の地物の一例である車線区画線と、第1画像内に検出された候補点との一致度合を算出する。例えば、第1横位置算出部31

10

20

30

40

50

a は、第 1 画像内に設定された照合領域内の候補点の数（インライア数）に基づいて、地図に表された車両 10 の周囲の車線区画線と、第 1 画像内に検出された候補点との一致度を算出してもよい。第 1 横位置算出部 3 1 a は、仮定位置及び仮定姿勢を所定量ずつ変化させながら、上記と同様の第 1 画像のカメラ座標系から世界座標系への位置変換、車線区画線との一致度の算出の各処理を実行することで、複数の仮定位置及び仮定姿勢のそれぞれについて、地図情報に表された車両 10 の周囲の車線区画線と第 1 画像との一致度を算出する。第 1 横位置算出部 3 1 a は、一致度が最大となるときの仮定位置及び仮定姿勢を特定し、その第 1 カメラ 2 の仮定位置及び仮定姿勢に基づいて、第 1 カメラ 2 が画像を取得した第 1 情報取得時刻における車両 10 の位置及び進行方向を推定する。第 1 横位置算出部 3 1 a は、車両 10 の位置と、地図上の車線区画線の位置とに基づいて、第 1 情報取得時刻における車両 10 の位置を算出する。第 1 横位置算出部 3 1 a は、第 1 情報取得時刻における車両 10 の位置及び参照位置を、第 1 縦位置算出部 3 2 a に通知する。また、第 1 横位置算出部 3 1 a は、第 1 情報取得時刻における車両 10 の位置及び参照位置を、位置推定部 3 3 へ通知してもよい。

10

【 0 0 4 4 】

次に、第 1 横位置算出部 3 1 a は、第 1 情報取得時刻における車両 10 の位置を算出できたか否かを判定する（ステップ S 6 0 7）。例えば、第 1 横位置算出部 3 1 a は、第 1 画像内の車線区画線を照合する照合領域内のインライア数に基づいて、第 1 画像内の車線区画線を検出可能か否かを判定してもよい。第 1 横位置算出部 3 1 a は、インライア数が所定の閾値以上の場合、車両 10 の位置を算出できたと判定し、インライア数が所定の閾値未満の場合、車両 10 の位置を算出できないと判定してもよい。

20

【 0 0 4 5 】

車両 10 の位置を算出できた場合（ステップ S 6 0 7 - Y e s）、第 1 横位置算出部 3 1 a は、車両 10 の位置と参照位置との差に基づいて、車両 10 の進行方向と直交する方向である横方向の成分である横ずれ量を求める（ステップ S 6 0 9）。第 1 横位置算出部 3 1 a は、車両 10 の位置を、車両 10 の進行方向と直交する方向である横方向の中心でありかつ車両 10 の進行方向の中心の位置としてもよい。

【 0 0 4 6 】

次に、第 1 横位置算出部 3 1 a は、横ずれ量及び第 1 情報取得時刻を、位置推定部 3 3 へ通知する（ステップ S 6 1 1）。

30

【 0 0 4 7 】

一方、車両 10 の位置を算出できなかった場合（ステップ S 6 0 7 - N o）、第 1 横位置算出部 3 1 a は、車両 10 の位置を算出できないことを示す情報を、位置推定部 3 3 及び第 1 縦位置算出部 3 2 a へ通知する（ステップ S 6 1 3）。第 1 横位置算出部 3 1 a が車両 10 の位置を算出できない理由として、第 1 画像内に十分な数の候補点を検出できないこと、または、カメラが故障していることが挙げられる。第 1 画像内の候補点を検出できない理由としては、例えば、逆光で第 1 画像が取得されたこと、カメラのレンズが汚れていること、雨又は霧などの気象条件下で第 1 画像が取得されたことなどが挙げられる。以上が、第 1 横位置算出部 3 1 a の説明である。

【 0 0 4 8 】

40

第 2 横位置算出部 3 1 b は、第 2 画像及び地図情報に基づいて、第 2 情報取得時刻における車両 10 の位置、参照位置、及び、横ずれ量を求める。例えば、第 2 横位置算出部 3 1 b は、第 1 横位置算出部 3 1 a と同様の処理を用いて、第 2 画像及び地図情報に基づいて、第 2 情報取得時刻における車両 10 の位置、参照位置、及び、横ずれ量を求めてもよい。第 2 横位置算出部 3 1 b は、車両 10 の位置、参照位置、及び、横ずれ量及び第 2 情報取得時刻を、位置推定部 3 3 へ通知する。また、第 2 横位置算出部 3 1 b は、第 2 情報取得時刻における車両 10 の位置を算出できない場合、車両 10 の位置を算出できないことを示す情報を、位置推定部 3 3 へ通知する。

【 0 0 4 9 】

第 1 縦位置算出部 3 2 a は、第 1 横位置算出部 3 1 a から第 1 情報取得時刻における車

50

両 1 0 の位置及び参照位置が通知される。第 1 縦位置算出部 3 2 a は、第 1 情報取得時刻における車両 1 0 の位置と参照位置との差に基づいて、車両 1 0 の進行方向である縦方向の成分である縦ずれ量を求める。第 1 縦位置算出部 3 2 a は、縦ずれ量及び第 1 情報取得時刻を、位置推定部 3 3 へ通知する。また、第 1 縦位置算出部 3 2 a は、第 1 横位置算出部 3 1 a から、第 1 情報取得時刻における車両 1 0 の位置を算出できないことを示す情報が通知された場合、車両 1 0 の位置を算出できないことを示す情報を、位置推定部 3 3 へ通知する。

【 0 0 5 0 】

第 2 縦位置算出部 3 2 b は、第 2 画像及び地図情報に基づいて、第 2 情報取得時刻における車両 1 0 の縦ずれ量を求める。例えば、第 2 縦位置算出部 3 2 b は、第 1 縦位置算出部 3 2 a と同様の処理を用いて、第 2 画像及び地図情報に基づいて、第 2 情報取得時刻における車両 1 0 の縦ずれ量を求めてもよい。第 2 縦位置算出部 3 2 b は、縦ずれ量及び第 2 情報取得時刻を、位置推定部 3 3 へ通知する。また、第 2 縦位置算出部 3 2 b は、第 2 横位置算出部 3 1 b から、第 2 情報取得時刻における車両 1 0 の位置を算出できないことを示す情報が通知された場合、車両 1 0 の位置を算出できないことを示す情報を、位置推定部 3 3 へ通知する。

【 0 0 5 1 】

次に、位置推定部 3 3 が車両の位置を推定する処理を、図 7 ~ 図 9 を参照して、以下に説明する。

【 0 0 5 2 】

まず、位置推定部 3 3 は、内部クロックに基づいて、前回の位置決定時刻を所定の周期だけ更新して今回の位置決定時刻 t_0 とする。また、位置推定部 3 3 は、メモリ 2 2 に含まれるデータバッファを参照して、前回の位置決定時刻に推定された車両 1 0 の位置である今回の位置決定時刻 t_0 の初期位置 p_0 を取得する (ステップ S 7 0 1)。

【 0 0 5 3 】

次に、位置推定部 3 3 は、車両 1 0 の横方向の位置を算出する横位置算出部を選択する (ステップ S 7 0 3)。

【 0 0 5 4 】

以下、位置推定部 3 3 が、横位置算出部を選択する処理を、図 9 を参照しながら、以下に説明する。

【 0 0 5 5 】

メモリ 2 2 は、第 1 ~ 第 2 横位置算出部を選択する順番が記録された優先順位リスト (図示せず) を記憶している。位置推定部 3 3 は、メモリ 2 2 が記憶する優先順位リストを参照して、順位に従って、選択可能な横位置算出部の中で最も順位の高い横位置算出部を選択する (ステップ S 9 0 1)。横位置算出部の優先順位は、例えば、車両 1 0 の位置を推定する精度の高い順番に決定される。本実施形態では、横位置算出部の優先順位は、第 1 横位置算出部 3 1 a から第 2 横位置算出部 3 1 b の順番で決定されている。

【 0 0 5 6 】

次に、位置推定部 3 3 は、選択された横位置算出部が、直前の情報取得時刻に取得された位置関係情報に基づいて、車両の位置を求められたか否かを判定する (ステップ S 9 0 3)。位置推定部 3 3 は、選択されている横位置算出部から車両の位置を算出できないことを示す情報が通知されていない場合、車両の位置を算出できたと判定して (ステップ S 9 0 3 - Yes)、選択された横位置算出部から通知された横ずれ量を用いる (ステップ S 9 0 5)。一方、位置推定部 3 3 は、選択された横位置算出部から車両の位置を算出できないことを示す情報が通知されている場合、選択された横位置算出部は車両の位置を算出できないと判定して (ステップ S 9 0 3 - No)、優先順位リストの順位に従って、選択可能な横位置算出部の中で最も順位の高い横位置算出部を選択する (ステップ S 9 0 7)。位置推定部 3 3 は、車両の位置を算出できないと判定された横位置算出部を、以後の処理では、選択対象から除外する。

【 0 0 5 7 】

また、位置推定部 33 は、上述した横位置算出部を決定する処理と同様にして、車両 10 の縦方向の位置を算出する縦位置算出部を選択する（ステップ S703）。以上が、ステップ S703 の説明である。

【0058】

以下、位置推定部 33 が、選択された横位置算出部から通知された横ずれ量に基づいて、横ずれ量が補正された車両 10 の位置を推定する処理ステップ S705 ~ S803 を説明する。位置推定部 33 が、選択された縦位置算出部から通知された縦ずれ量に基づいて、縦ずれ量が補正された車両 10 の位置を推定する処理も、横ずれ量が補正された車両 10 の位置を推定する処理と同様なので、縦ずれ量が補正された車両 10 の位置を推定する処理の説明は省略する。

10

【0059】

位置推定部 33 は、選択された横位置算出部が通知する車両 10 の位置の横ずれ量及び情報取得時刻 t_1 を取得する（ステップ S705）。第 1 ~ 2 横位置算出部 31a ~ 31b のそれぞれは、位置推定部 33 によって選択されているか否かには関わらず、車両 10 の位置の横ずれ量を求める度に、横ずれ量及び横ずれ量を求めるための情報取得時刻を、位置推定部 33 へ通知している。

【0060】

次に、位置推定部 33 は、メモリ 22 が含むデータバッファ（図 3 参照）を参照して、情報取得時刻 t_1 よりも前の時刻であり且つ情報取得時刻 t_1 と最も近い位置決定時刻 t_2 を取得する（ステップ S707）。情報取得時刻 t_1 の周期（例えば、100m 秒 ~ 180m 秒）は、位置決定時刻の周期（例えば、32m 秒）よりも長いので、情報取得時刻 t_1 は、データバッファに記憶されている最新の位置決定時刻よりも前の時刻となる。

20

【0061】

次に、位置推定部 33 は、情報取得時刻 t_1 と位置決定時刻 t_2 とが一致していない場合、メモリ 22 が含むデータバッファを参照して、位置決定時刻 t_2 と情報取得時刻 t_1 との間の時刻における車両速度及びヨーレートを取得して、位置決定時刻 t_2 と情報取得時刻 t_1 との間における車両の移動量及び移動方向を求める。そして、位置推定部 33 は、初期位置 p_0 と、車両 10 の移動量及び移動方向とに基づいて、情報取得時刻 t_1 における車両 10 の位置 p_1 を算出する（ステップ S709）。一方、情報取得時刻 t_1 と位置決定時刻 t_2 とが一致する場合には、位置推定部 33 は、位置決定時刻 t_2 の次の位置決定時刻における初期位置に基づいて、情報取得時刻 t_1 における車両 10 の位置 p_1 を得る。

30

【0062】

次に、位置推定部 33 は、車両 10 の位置 p_1 に対して横ずれ量を補正して、情報取得時刻 t_1 における車両の位置 p_2 を求める（ステップ S711）。なお、位置推定部 33 は、情報取得時刻 t_1 における車両の位置 p_2 を、選択された横位置算出部から情報取得時刻 t_1 における車両の位置を通知されるようにしてもよい。この場合、上述したステップ S705 ~ 711 の処理は省略される。

【0063】

次に、位置推定部 33 は、メモリ 22 が含むデータバッファ（図 3 参照）を参照して、情報取得時刻 t_1 と位置決定時刻 t_0 との間における車両 10 の移動量及び移動方向を求める（ステップ S713）。ここで、位置決定時刻 t_0 は、情報取得時刻 t_1 よりも後の時刻である。

40

【0064】

次に、位置推定部 33 は、車両 10 の位置 p_2 と、情報取得時刻 t_1 と位置決定時刻 t_0 との間における車両 10 の移動量及び移動方向とに基づいて、位置決定時刻 t_0 における車両の位置 p_3 を求める（ステップ S801）。なお、位置推定部 33 は、車両の位置 p_3 に対して補正係数を乗算して、補正された車両の位置を求めてもよい。

【0065】

位置推定部 33 は、上述したのと同様の処理を行って、位置決定時刻 t_0 における縦ず

50

れ量が補正された車両10の縦位置を求める。縦ずれ量を求めるのに使用された位置関係情報が取得された情報取得時刻は、横ずれ量が求めるのに使用された位置関係情報が取得された情報取得時刻とは異なる場合があるので、縦ずれ量が補正された車両10の位置を推定する処理は、別に行われる。

【0066】

次に、位置推定部33は、横ずれ量が補正された車両10の位置と、縦ずれ量が補正された車両10の位置とに基づいて、位置決定時刻 t_0 における車両10の位置を推定する(ステップS803)。例えば、位置推定部33は、横ずれ量が補正された車両10の位置と、縦ずれ量が補正された車両10の位置との平均値を、位置決定時刻 t_0 における車両10の位置として求めてもよい。そして、位置推定部33は、位置決定時刻 t_0 における車両10の位置を、位置決定時刻 t_0 から所定の周期だけ更新した次の位置決定時刻と関連づけて、初期位置としてデータバッファに記録する。また、位置推定部33は、入力した車両速度及びヨーレートに基づいて、前回の位置決定時刻と今回の位置決定時刻との間の車両速度及びヨーレートの平均値を求めて、この平均値を、メモリ22が含むデータバッファ(図3参照)に今回の位置決定時刻 t_0 と関連づけて記憶する。

【0067】

次に、位置推定部33は、位置決定時刻 t_0 における車両10の位置を、運転計画部35及び車両制御部36へ通知する(ステップS805)。以上が、位置推定部33の処理の説明である。

【0068】

検出部34は、第1画像と、合成画像、第4情報と、第3画像とに基づいて、車両10の周囲の他の物体を検出する。検出部34は、例えば、第1画像を識別器に入力することで第1画像に表された物体を検出する。識別器として、例えば、入力された画像から、その画像に表された物体を検出するように予め学習されたディープニューラルネットワーク(DNN)を用いることができる。検出部34は、DNN以外の識別器を用いてもよい。例えば、検出部34は、識別器として、画像上に設定されるウィンドウから算出される特徴量(例えば、Histograms of Oriented Gradients, HOG)を入力として、そのウィンドウに検出対象となる物体が表される確信度を出力するように予め学習されたサポートベクトルマシン(SVM)を用いてもよい。あるいはまた、検出部34は、検出対象となる物体が表されたテンプレートと画像との間でテンプレートマッチングを行うことで、物体領域を検出してもよい。同様にして、検出部34は、合成画像及び第3画像に基づいて、各画像に表された物体を検出する。また、検出部34は、第4情報に基づいて、所定の方位及び距離に存在する物体を検出する。また、検出部34は、オプティカルフローに基づく追跡処理に従って、最新の画像から検出された物体を過去の画像から検出された物体と対応付けることで、最新の画像から検出された物体を追跡してもよい。そして検出部34は、時間経過に伴う画像上での追跡中の物体のサイズの変化に基づいて、車両10に対するその物体の相対速度を推定してもよい。そして、検出部34は、各画像に基づいて検出された物体について同一物を判定し、同一と判定された物体は1つの物体として判断する。検出部34は、検出された他の物体の位置を示す情報を、運転計画部35へ通知する。

【0069】

運転計画部35は、位置決定時刻における車両10の位置と、検出された物体の位置を示す情報と、地図情報とを取得する。運転計画部35は、これらの情報に基づいて、車両10の走行予定経路を1以上生成する。走行予定経路は、例えば、現時刻から所定時間先までの各時刻における、車両10の目標位置の集合として表される。運転計画部35は、車両10の位置と、地図に表された道路上の構造物と、検出された他の物体との位置関係に応じて、車両10と他の物体との相対的な位置関係を推定する。例えば、運転計画部35は、地図に表された車線区画線と、他の物体との位置関係に応じて、他の物体が走行している車線を特定することで、他の物体と車両10とが同じ車線を走行しているか否かを判定する。例えば、運転計画部35は、他の物体の水平方向の中心位置を挟むように位置する互いに隣接する二つの車線区画線で特定される車線を他の物体が走行していると判定

10

20

30

40

50

する。同様に、運転計画部 35 は、車両 10 を挟むように位置する互いに隣接する二つの車線区画線で特定される車線を車両 10 が走行していると判定する。そして運転計画部 35 は、車両 10 が走行中の車線と他の物体が走行中の車線とが同一か否かを判定する。また、地図に表された隣接する二つの車線区画線間の間隔は既知であり、かつ、カメラの焦点距離といった内部パラメータが既知であるため、画像上での隣接する二つの車線区画線間の間隔により、車両 10 から他の物体までの距離が推定できる。そこで、運転計画部 35 は、画像上での他の物体の位置における、地図に表された隣接する二つの車線区画線間の間隔に基づいて、車両 10 から他の物体までの距離を推定してもよい。このように、運転計画部 35 は、地図に表された道路上の構造物との位置関係で他の物体と車両 10 との相対的な位置関係を推定する。そのため、運転計画部 35 は、画像に写った車線区画線などの道路上の構造物が不明瞭でも、他の物体と車両 10 との相対的な位置関係を正確に推定できる。

10

【0070】

運転計画部 35 は、検出された他の物体の現在及び過去の軌跡に基づいての将来の軌跡を推定し、検出された他の物体が走行中の車線及び相対距離に基づいて、他の物体と車両 10 とが異なる車線を走行するか、あるいは、車両 10 から他の物体までの相対距離が所定距離以上となるように、車両 10 の走行予定経路を生成する。なお、運転計画部 35 は、複数の走行予定経路を生成してもよい。この場合、運転計画部 35 は、複数の走行予定経路のうち、車両 10 の加速度の絶対値の総和が最小となる経路を選択してもよい。運転計画部 35 は、生成した走行予定経路を車両制御部 36 へ通知する。

20

【0071】

車両制御部 36 は、位置決定時刻における車両 10 の位置と、車両速度及びヨーレートと、通知された走行予定経路とに基づいて、車両 10 が通知された走行予定経路に沿って走行するように車両 10 の各部を制御する。例えば、車両制御部 36 は、通知された走行予定経路、及び、車両 10 の現在の車両速度及びヨーレートに従って、車両 10 の操舵角、加速度及び角加速度を求め、その操舵角、加速度及び角加速度となるように、操舵量、アクセル開度またはブレーキ量を設定する。そして車両制御部 36 は、設定された操舵量に応じた制御信号を、車両 10 の操舵輪を制御するアクチュエータ（図示せず）へ出力する。また、車両制御部 36 は、設定されたアクセル開度に従って燃料噴射量を求め、その燃料噴射量に応じた制御信号を車両 10 のエンジンの燃料噴射装置（図示せず）へ出力する。あるいは、車両制御部 36 は、設定されたブレーキ量に応じた制御信号を車両 10 のブレーキ（図示せず）へ出力する。

30

【0072】

以上に説明してきたように、この位置推定装置は、移動物体に搭載されたカメラなどの第 1 位置情報取得部を用いて取得された移動物体の位置を表す第 1 位置関係情報に基づいて、第 1 位置関係情報を取得した第 1 情報取得時刻における移動物体の第 1 推定位置を算出する。また、位置推定装置は、第 2 位置情報取得部を用いて取得された移動物体の位置を表す第 2 位置関係情報に基づいて、第 2 位置関係情報を取得した第 2 情報取得時刻における移動物体の第 2 推定位置を算出する。位置推定装置は、直前の第 1 情報取得時刻に取得された第 1 位置関係情報に基づいて第 1 推定位置が求められた場合、現時刻における移動物体の位置を、第 1 推定位置と、この第 1 情報取得時刻と、現時刻との間における移動物体の第 1 移動量及び第 1 移動方向とに基づいて推定する。位置推定装置は、直前の第 1 情報取得時刻に取得された第 1 位置関係情報に基づいて第 1 推定位置が求められない場合、現時刻における移動物体の位置を、第 2 推定位置と、直前の第 2 情報取得時刻と、現時刻との間における移動物体の第 2 移動量及び第 2 移動方向とに基づいて推定する。これにより、位置推定装置は、移動物体の位置を算出するための情報を取得する位置情報取得装置を変更しても、高い精度で移動物体の位置を求められる。

40

【0073】

本発明では、上述した実施形態の位置推定装置および位置推定用コンピュータプログラムは、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更が可能である。

50

【 0 0 7 4 】

例えば、上述した車両の横方向の位置を求める第1～2横位置算出部、及び、車両の縦方向の位置を求める第1～2縦位置算出部は一例であり、位置推定装置が車両の横位置及び縦位置を算出する方法は特に制限されない。位置推定装置は、車両の横位置及び縦位置を算出するための2つ以上の手段を有していればよい。例えば、位置推定装置は、第3カメラが生成した画像、LiDARセンサが生成した第4情報、又は、第4カメラ6が生成した第3画像に基づいて、車両の横ずれ量又は縦ずれ量を求めてもよい。

【 0 0 7 5 】

また、位置推定装置は、同じ位置関係情報取得装置が取得した位置関係情報に基づいて、異なるアルゴリズムを用いて車両の横ずれ量又は縦ずれ量を算出する複数の位置算出部を有していてもよい。例えば、上述した実施形態では、第2横位置算出部は、第1横位置算出部と同じアルゴリズムを用いて車両の横ずれ量を算出していたが、第2横位置算出部は、第1横位置算出部と異なるアルゴリズムを用いて車両の横ずれ量を算出してもよい。同様に、上述した実施形態では、第2縦位置算出部は、第1縦位置算出部と同じアルゴリズムを用いて車両の縦ずれ量を算出していたが、第2縦位置算出部は、第1縦位置算出部と異なるアルゴリズムを用いて車両の縦ずれ量を算出してもよい。

10

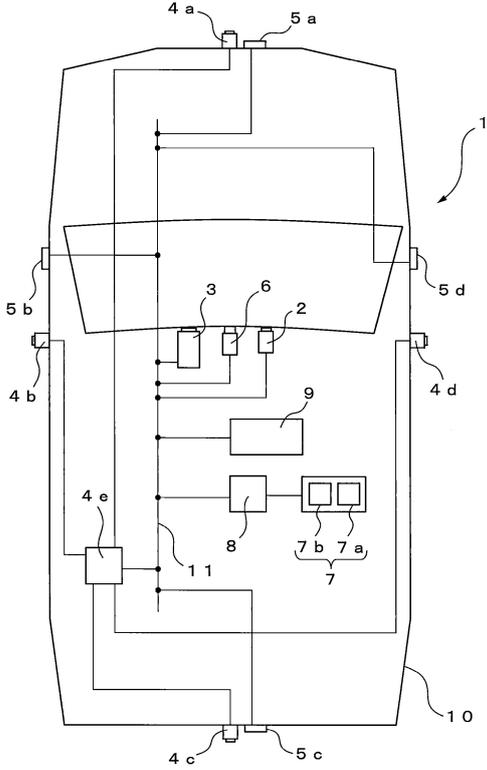
【 符号の説明 】

【 0 0 7 6 】

- | | | |
|-----------|------------|----|
| 1 | 車両制御システム | |
| 2 | 第1カメラ | 20 |
| 3 | 第2カメラ | |
| 4 a ~ 4 d | 第3カメラ | |
| 4 e | カメラ画像処理装置 | |
| 5 a ~ 5 d | LiDARセンサ | |
| 6 | 第4カメラ | |
| 7 | 測位情報受信機 | |
| 7 a | 測位情報受信部 | |
| 7 b | プロセッサ | |
| 8 | 地図情報記憶装置 | |
| 9 | 電子制御装置 | 30 |
| 1 0 | 車両 | |
| 1 1 | 車内ネットワーク | |
| 2 1 | 通信インターフェース | |
| 2 2 | メモリ | |
| 2 3 | プロセッサ | |
| 3 1 a | 第1横位置算出部 | |
| 3 1 b | 第2横位置算出部 | |
| 3 2 a | 第1縦位置算出部 | |
| 3 2 b | 第2縦位置算出部 | |
| 3 3 | 位置推定部 | 40 |
| 3 4 | 検出部 | |
| 3 5 | 運転計画部 | |
| 3 6 | 車両制御部 | |

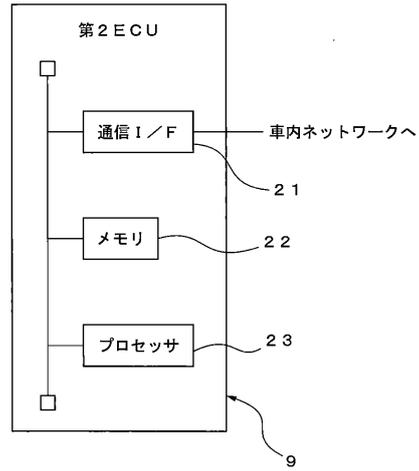
【図1】

図1



【図2】

図2



【図3】

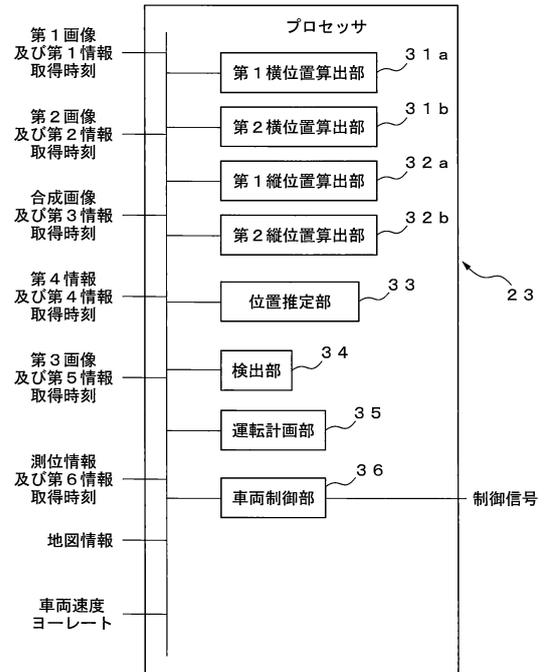
300

バッファ番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
位置決定時刻	0	32	64	96	128	160	192	224	256	288
車両速度										
ヨーレート										
初期位置										

図3

【図4】

図4



【図5】

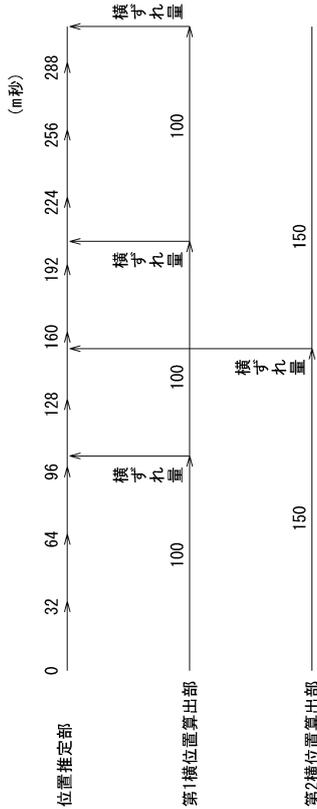
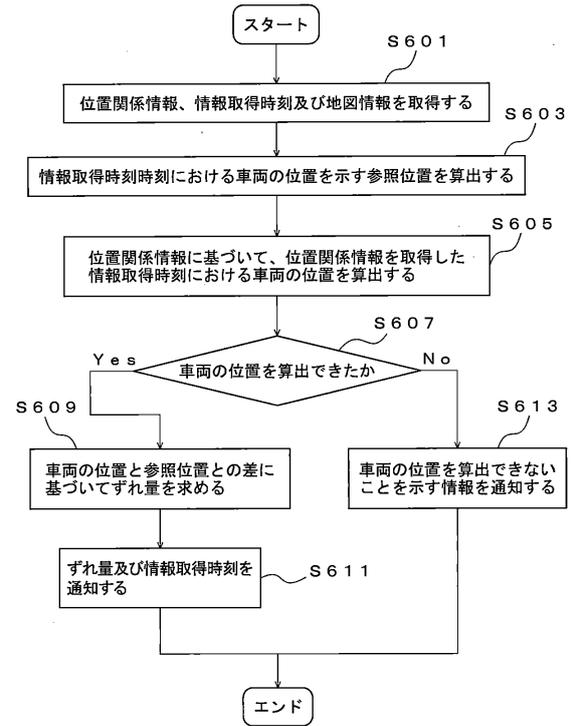


図5

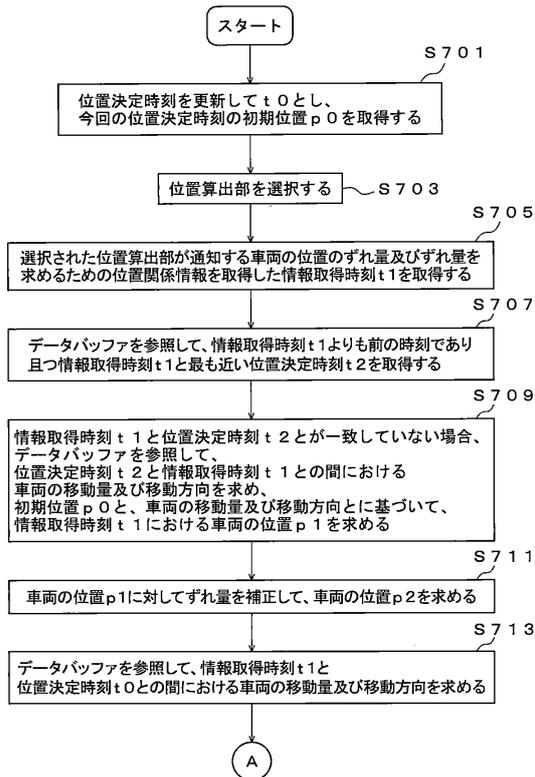
【図6】

図6



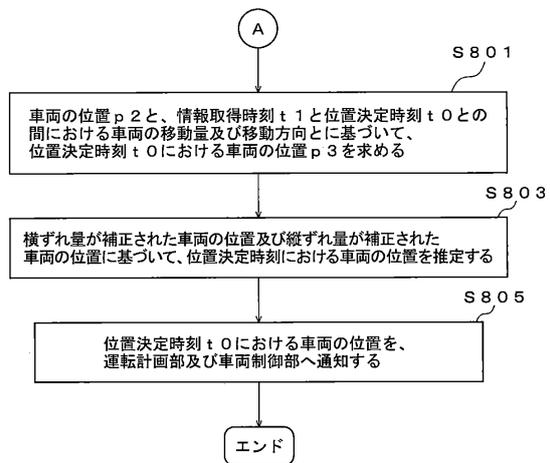
【図7】

図7



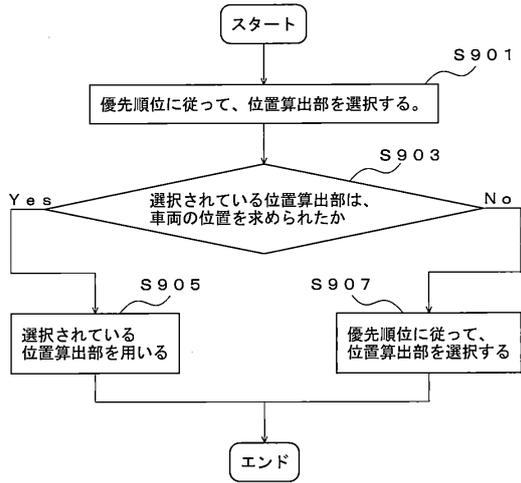
【図8】

図8



【図9】

図9



フロントページの続き

(72)発明者 河林 弥志

東京都中央区日本橋室町三丁目2番1号 トヨタ・リサーチ・インスティテュート・アドバンスト
・デベロップメント株式会社内

審査官 佐藤 吉信

(56)参考文献 特開2007-147515(JP,A)

特開2019-2764(JP,A)

特開2007-179337(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 21/00 - 21/36

G06T 7/00