

(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2020-148694
(P2020-148694A)

(43) 公開日 令和2年9月17日(2020.9.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1C 21/30 (2006.01)	GO1C 21/30	2F129
GO8G 1/0969 (2006.01)	GO8G 1/0969	5H181

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2019-47903 (P2019-47903)	(71) 出願人	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成31年3月15日 (2019.3.15)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	糸 秀行 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	金子 アレックス益男 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	菅原 俊晴 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自己位置推定装置、それを備えた自動運転システム、および、自己生成地図共有装置

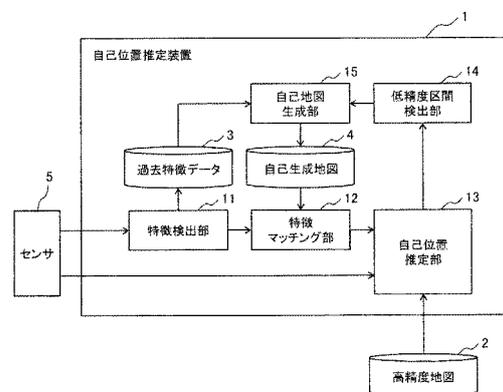
(57) 【要約】

【課題】 車線中心線や停止線、交通ルールといった情報を含んだ地図上での自己位置姿勢を高精度に推定することができる自己位置推定装置を実現することを目的とする。

【解決手段】 本発明の代表的な自己位置推定装置の一つを示せば、車両の周囲に存在する物体を計測するセンサの計測結果から高精度地図上での自己位置姿勢を推定する自己位置推定部と、該自己位置推定部が推定した前記自己位置姿勢に基づいて推定精度の低い低精度区間を検出する低精度区間検出部と、該低精度区間検出部が検出した前記低精度区間における、前記物体の前記高精度地図上の位置と種類を保存した、自己生成地図を生成する自己地図生成部と、を備えるものである。

【選択図】 図1

図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両の周囲に存在する物体を計測するセンサの計測結果から高精度地図上での自己位置姿勢を推定する自己位置推定部と、

該自己位置推定部が推定した前記自己位置姿勢に基づいて推定精度の低い低精度区間を検出する低精度区間検出部と、

該低精度区間検出部が検出した前記低精度区間における、前記物体の前記高精度地図上の位置と種類を保存した、自己生成地図を生成する自己地図生成部と、

を備えることを特徴とする自己位置推定装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の自己位置推定装置において、

前記低精度区間検出部は、前記自己位置推定部が推定した前記高精度地図上での自己位置姿勢の時間変化が大きいときに、前記時間変化が大きい点以前を低精度区間として検出することを特徴とする自己位置推定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の自己位置推定装置において、

前記センサの計測結果から物体を検出し、検出結果を過去特徴データに保存する特徴検出部と、

該特徴検出部が検出した前記物体と前記自己生成地図に含まれる前記物体をマッチングする特徴マッチング部と、を更に備え、

前記自己位置推定部は、前記センサの計測結果と、前記特徴マッチング部による前記特徴のマッチング結果に基づいて、前記高精度地図上での自己位置姿勢を推定し、

前記自己地図生成部は、前記自己位置推定部が推定した前記自己位置姿勢と前記過去特徴データに基づいて、前記低精度区間における過去の自己位置姿勢を推定し、前記自己生成地図を作成することを特徴とする自己位置推定装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の自己位置推定装置において、

前記自己地図生成部は、他の処理負荷が少ないタイミングで前記自己生成地図を生成することを特徴とする自己位置推定装置。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の自己位置推定装置において、

前記特徴検出部は、前記高精度地図に含まれない物体を検出することを特徴とする自己位置推定装置。

【請求項 6】

請求項 3 から 5 の何れか一項に記載の自己位置推定装置において、

前記特徴マッチング部は、前記特徴検出部が検出した物体の種類と、前記自己生成地図に含まれる物体の計測日時に基づき、物体毎に前記自己生成地図との対応付けに用いるか否かを決定することを特徴とする自己位置推定装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の自己位置推定装置と、

前記自己位置推定装置が推定した自己位置姿勢と、前記高精度地図と、ユーザから入力された目的位置と、前記低精度区間検出部が検出した低精度区間と、から現在位置から目的位置までの経路を計画する経路計画部と、を備え、

前記経路計画部は、前記高精度地図に含まれる情報に基づいた通過コストと、前記低精度区間検出部が定めた通過コストの両方を考慮して経路を計画することを特徴とする自動運転システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の自動運転システムにおいて、

前記経路計画部が計画した経路が、前記高精度地図に含まれる情報に基づいた通過コストのみから計画した経路と異なる場合には、前記低精度区間検出部が定めた通過コストを

10

20

30

40

50

考慮することにより経路が計画されたことを表示する表示部をさらに備えることを特徴とする自動運転システム。

【請求項 9】

請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の自己位置推定装置と、

前記自己位置推定装置が推定した自己位置姿勢と、前記高精度地図と、前記低精度区間と、前記センサの計測結果に基づいて、車両の速度や操舵量を決定し、アクチュエータに出力する車両制御部を備え、

該車両制御部は、前記低精度区間を走行する場合には、通常走行時よりも速度や操舵量が小さくなるように前記アクチュエータを制御することを特徴とする自動運転システム。

【請求項 10】

請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の自己位置推定装置と、

前記自己位置推定装置が推定した自己位置姿勢と、前記高精度地図と、前記自己生成地図と、前記センサの計測結果に基づいて、車両の速度や操舵量を決定し、アクチュエータに出力する車両制御部を備え、

該車両制御部は、前記自己生成地図が存在しない区間を走行する場合には、通常走行時よりも速度や操舵量が小さくなるように前記アクチュエータを制御することを特徴とする自動運転システム。

【請求項 11】

請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の自己位置推定装置を搭載した複数の車両から複数の前記自己生成地図を取得する送受信部と、

取得した複数の前記自己生成地図を統合し、共有自己生成地図を生成する共有自己生成地図管理部と、

を備えることを特徴とする自己生成地図共有装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の自己生成地図共有装置において、

前記共有自己生成地図管理部は、複数の前記自己生成地図に、前記高精度地図上での距離が閾値以下で同じ種類の物体が存在した場合には、それらの三次元位置の平均を三次元位置とする 1 つの物体として前記共有自己生成地図に保存することを特徴とする自己生成地図共有装置。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の自己生成地図共有装置において、

前記共有自己生成地図管理部は、前記高精度地図上のある領域に対して、複数の前記自己生成地図に含まれる物体の内、計測日時が最も新しい前記自己生成地図に含まれる物体を前記共有自己生成地図に保存することを特徴とする自己生成地図共有装置。

【請求項 14】

請求項 11 から 13 の何れか一項に記載の自己生成地図共有装置において、

前記高精度地図上のある領域について、複数の前記自己生成地図に前記高精度地図に登録されていない物体が含まれる場合には、その領域のメンテナンスが必要であると判断する高精度地図メンテナンス情報生成部をさらに備えることを特徴とする自己生成地図共有装置。

【請求項 15】

車両の周囲に存在する物体を計測するセンサの計測結果から高精度地図上での自己位置姿勢を推定する自己位置推定部と、該自己位置推定部が推定した前記自己位置姿勢に基づいて推定精度の低い低精度区間を検出する低精度区間検出部と、を備えた自己位置推定装置を搭載した複数の車両から複数の前記低精度区間の情報を取得する送受信部と、

取得した複数の前記低精度区間の情報に基づいて、前記高精度地図上のある領域について、その領域のメンテナンスが必要であると判断する高精度地図メンテナンス情報生成部と、

を備えることを特徴とする自己生成地図共有システム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、自己位置推定装置、および、それを備えた自動運転システム、および、自己生成地図共有装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

自動運転システムにおいては、自動運転の計画・判断に重要となる、車線中心線や停止線、交通ルールといった情報を高精度地図から取得するために、その高精度地図上での自車位置姿勢の推定精度を高める必要がある。一般的に、地図上での自車位置姿勢を推定するためには、GNSS (Global Navigation Satellite System) が広く用いられているが、自車位置姿勢を高精度に推定できるGNSS受信器は高価であり、また、トンネル内やビルの近くなど、人工衛星からの電波が遮蔽されたり、反射したりする環境では推定精度が低下するという問題がある。

10

【0003】

この問題に対し、例えば、特許文献1の請求項1には、「先導車両から与えられる情報に基づいて後続車両が追尾走行を行う追尾システムであって、先導車両は、周辺の環境情報を取得する環境情報取得手段と、前記環境情報と自己位置及び姿勢とに基づいて、環境マップを作成する環境マップ作成手段と、前記環境マップを送信する通信手段とを備え、前記後続車両は、前記先導車両によって作成された前記環境マップを受信する通信手段と、周辺の環境情報を取得する環境情報取得手段と、前記環境情報取得手段により取得された環境情報と、前記先導車両によって作成された環境マップとを照合することにより、自己の位置及び姿勢を推定する地図照合手段と、前記地図照合手段によって推定された自己の位置及び姿勢を参照して、最終的な自己の位置及び姿勢を決定する位置姿勢決定手段とを備える追尾システム」という記載がある。なお、同文献の段落0002によれば、環境マップを作成する先導車両は、運転手によって運転されるものとされている。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2009-149194号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

特許文献1では、後続車両は、先導車両が作成した地図（環境マップ）上での自車位置姿勢を推定することで、高価な高精度GNSS受信器を用いることなく、追尾走行によって自動運転を実現している。

【0006】

しかし、先導車両が作成した地図には車線中心線や停止線、交通ルールといった情報が含まれていないため、後続車両は追尾走行以外の自動運転を実現することが難しかった。

【0007】

そこで、本発明では、運転手により運転される先導車両や、高価な高精度GNSS受信器を用いることなく、車線中心線や停止線、交通ルールといった情報を含んだ高精度地図上での自車位置姿勢の推定精度を高めることができる自己位置推定装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明の代表的な自己位置推定装置の一つを示せば、車両の周囲に存在する物体を計測するセンサの計測結果から高精度地図上での自己位置姿勢を推定する自己位置推定部と、該自己位置推定部が推定した前記自己位置姿勢に基づいて推定精度の低い低精度区間を検出する低精度区間検出部と、該低精度区間検出部が検出した前記低精度区間における、前記物体の前記高精度地図上の位置と種類を保存した、自己生成地図を生成する自己地図生

50

成部と、を備えるものである。

【発明の効果】

【0009】

本発明の自己位置推定装置によれば、運転手により運転される先導車両や、高価な高精度GNSS受信器を用いることなく、車線中心線や停止線、交通ルールといった情報を含んだ高精度地図上での自車位置姿勢の推定精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施例1の自己位置推定装置のブロック図

【図2】自車の周辺環境の一例

10

【図3】高精度地図の一例

【図4A】時刻 t_1 における、自車の前方の特徴検出結果の一例

【図4B】時刻 t_2 における、自車の前方の特徴検出結果の一例

【図5】過去特徴データの一例

【図6】自己生成地図の一例

【図7】物体種類に応じた使用期限の一例

【図8】自己位置推定部によって推定された高精度地図上の自車位置の一例

【図9】推定した過去の自車位置姿勢の一例

【図10】自己位置推定装置を用いた、実施例2の自動運転システムのブロック図

【図11】実施例2の経路計画部の動作の一例

20

【図12】実施例3の通信機能付き自己位置推定装置と、自己生成地図共有装置のブロック図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施例を、図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0012】

以下、図1～図9を参照して、本発明の実施例1に係る自己位置推定装置1を説明する。

(ブロック構成)

30

図1は、本実施例の自己位置推定装置1のブロック構成を示す図である。なお、自己位置推定装置1は、実際には、CPU等の演算装置、半導体メモリ等の主記憶装置、補助記憶装置、および、通信装置などのハードウェアを備えた計算機である。そして、補助記憶装置に記録されたデータベースを参照しながら、主記憶装置にロードされたプログラムを演算装置が実行することで、後述する各機能を実現するが、以下では、このような計算機分野での周知技術を適宜省略しながら説明する。

【0013】

図1に示すように、自己位置推定装置1は、特徴検出部11と、特徴マッチング部12と、自己位置推定部13と、低精度区間検出部14と、自己地図生成部15と、を備え、過去特徴データ3と、自己生成地図4を保持する。また、自己位置推定装置1には、センサ5の計測結果と、図示しない上位システムからの高精度地図2が入力される。なお、以下では、データ量の大きい高精度地図2のうち自車周囲領域部を外部から逐次取得する構成を前提に説明を進めるが、自己位置推定装置1が高精度地図2の全体を保持する構成であっても良い。

40

【0014】

センサ5は、自車 V_0 に搭載され、自車 V_0 の周囲の環境を計測するものである。センサ5は、例えば、単眼カメラ、ステレオカメラ、LiDAR、ミリ波レーダー、ソナーなどであり、自車 V_0 の周囲に存在する物体の三次元位置を計測する。なお、単眼カメラを用いる場合には、取得されるデータは画像Iであるため、周囲の物体の三次元位置を直接計測することはできないが、公知のモーションステレオ法などにより、複数の画像Iを用

50

いることで、三次元位置を計測することが可能である。ステレオカメラは三次元情報に加え、画像 I から自動運転における計画・判断に必要な車線や停止線といった情報を検出することが可能である。

【0015】

以下では、特に断らない限り、センサ 5 は前方を向けて車内に取り付けられたステレオカメラであり、計測結果は画像 I であるものとする。ただし、センサ 5 はステレオカメラに限定するものではなく、その他のセンサや単眼カメラと L i D A R など複数のセンサの組み合わせでも良い。また、センサ 5 として、自車 V_0 の周囲の環境を計測するセンサに加えて、自車 V_0 の状態を計測するセンサを用いても良い。例えば、高精度地図 2 における自車位置姿勢 x を計測可能な G N S S やコンパス、ジャイロ스코ープを用いても良い。また、道路に設置されたビーコンなどと通信をすることで自車位置姿勢 x などの情報を取得するセンサを用いても良い。

10

【0016】

特徴検出部 11 は、センサ 5 の計測結果から高精度地図 2 に含まれない特徴的な情報を検出し、過去特徴データ 3 として保存する。特徴マッチング部 12 は、特徴検出部 11 によって検出された特徴と、自己生成地図 4 に保存されている特徴を対応付ける。自己位置推定部 13 は、センサ 5 の計測結果と、特徴マッチング部 12 による特徴のマッチング結果から、自車位置姿勢 x を推定する。低精度区間検出部 14 は、自己位置推定部 13 が推定した自車位置姿勢 x から、自車位置姿勢 x の推定精度が低い区間を検出する。自己地図生成部 15 は、過去特徴データ 3 と自己位置推定部 13 が推定した自車位置姿勢 x から、低精度区間検出部 14 が検出した自車位置姿勢 x の推定精度が低い区間の自己生成地図 4 を生成する。

20

【0017】

図 2 は、自己位置推定装置 1 を搭載した自車 V_0 の周辺環境の一例である。同図では、自車 V_0 は交差点に進入しようとしており、その周囲には、車線 L_1 や停止線 L_2 、信号機 L_3 、建物 L_4 、電柱 L_5 、樹木 L_6 等のランドマークに加え、他車 V_1 が存在している。自車 V_0 に搭載された自動運転システムは、自車 V_0 に搭載されたセンサ 5 による周囲の計測結果と、自己位置推定装置 1 が推定した自車位置姿勢 x を用いて高精度地図 2 から取得した自車 V_0 の周囲情報と、予め自動運転システムに設定された目標地点の情報と、から目標地点までの経路 R を計算し、経路 R に沿って自動で自車 V_0 を走行させる。図 2 の例では、交差点を右折する経路 R が計算されている。

30

【0018】

図 3 は、高精度地図 2 の一例であり、図 2 に示した場所における高精度地図 2 を例示している。この高精度地図 2 は、白線 2 a、停止線 2 b、信号機 2 c、車線中心線 2 d の位置や、制限速度 2 e (例えば、50 km/h) といった交通ルールなどの、自動運転の計画・判断に必要な情報を含んでいる。従って、自己位置推定装置 1 は、高精度地図 2 上での自車位置姿勢 x を推定することで、高精度地図 2 から自車 V_0 の周囲のランドマーク情報や交通ルール情報を取得することが可能となる。

(特徴検出部 11 の動作)

次に、図 4 A、図 4 B、図 5 を用いて、特徴検出部 11 における処理の内容について説明する。

40

【0019】

特徴検出部 11 は、センサ 5 の計測結果から特徴的な情報を検出し、過去特徴データ 3 として保存するものであり、例えば、センサ 5 から取得したデータに対して、公知の物体認識手法を適用することで、電柱や建物、樹木といった物体を検出し、物体の種類と三次元位置の組み合わせを過去特徴データ 3 として保存する。

【0020】

センサ 5 が単眼カメラやステレオカメラである場合には、例えば、Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi, You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2

50

016, pp. 779-788、を用いて、画像 I から物体を認識することができる。また、センサ 5 としてカメラと三次元情報を直接計測できるセンサを組み合わせる場合は、この手法に代え、画像 I と三次元情報から物体を検出する公知の手法を用いても良い。

【0021】

図 4 A、図 4 B は、特徴検出部 1 1 による特徴検出結果の一例を示す図である。図 4 A は、ある時刻 t_1 に撮像された画像 I_1 であり、この画像からは、建物 B_1 、電柱 B_2 、自動車 B_3 が検出されている。また、図 4 B は、自車 V_0 が所定距離前進した時刻 t_2 に撮像された画像 I_2 であり、この画像では、上記の $B_1 \sim B_3$ に加え、更に樹木 B_4 が検出されている。

【0022】

図 5 は、特徴検出部 1 1 が保存した過去特徴データ 3 の一例である。ここに示すように、過去特徴データ 3 には、「時刻」、「センサに対する三次元位置」、「物体種類」の各情報が保存されている。例えば、図 4 A、図 4 B に対する過去特徴データ 3 としては、時刻 t_1 に検出された建物 B_1 と電柱 B_2 について、センサ 5 が計測した三次元位置と共に各々の物体種別が保存されている。同様に、時刻 t_2 に検出された建物 B_1 と電柱 B_2 について、自車 V_0 の前進により変化した三次元位置が保存されている。また、時刻 t_2 には、自車 V_0 の前進により、時刻 t_1 では検出されていなかった樹木 B_4 が検出されているため、過去特徴データ 3 には樹木 B_4 に関する情報も保存されている。なお、「センサに対する三次元位置」は、例えば、センサ 5 の位置を基準点としたときの各物体の中心や重心の位置である。

【0023】

ここで、過去特徴データ 3 は、後述する自己地図生成部 1 5 での自己生成地図 4 の作成時に使用されるデータであるため、動物体を排除したものであることが望ましい。そのため、特徴検出部 1 1 は、センサ 5 から取得したデータから動物体を検出した場合であっても、その動物体の三次元位置は過去特徴データ 3 に保存しない。なお、動物体であるかの判断には、異なる時刻に取得された物体データを比較することで、動物体を検出する公知の手法を用いることができる。また、物体の種類によって、動物体であるかどうかを判定しても良い。例えば、図 4 A、図 4 B では、対向車が自動車 B_3 として検出されているが、自動車は動物体である可能性が高いため、図 5 では、自動車 B_3 を過去特徴データ 3 としては保存していない。

【0024】

以上で説明した図 5 では、特徴検出部 1 1 が、物体認識手法によって検出された物体を特徴として保存する場合の例を示したが、特徴検出部 1 1 の動作はこれに限定されない。例えば、特徴検出部 1 1 はセンサ 5 から取得した三次元位置をすべて三次元点群として過去特徴データ 3 に保存しても良い。また、図 5 では、一つの物体に対して一つの三次元位置を保存しているが、例えば、一つの物体に対して、その物体上に計測されたすべての三次元位置を保存しても良い。また、特徴検出部 1 1 は、三次元位置と物体種類に加えて、テクスチャ情報など、後述する特徴マッチング部 1 2 で使用するための情報を保存しても良い。

(特徴マッチング部 1 2 の動作)

次に、図 6、図 7 を用いて、特徴マッチング部 1 2 における処理の内容について説明する。特徴マッチング部 1 2 は、特徴検出部 1 1 によって検出された特徴と、自己生成地図 4 に保存されている特徴を対応付ける。

【0025】

図 6 は、自己生成地図 4 の一例を示す図である。ここに示すように、自己生成地図 4 には、「高精度地図の座標系における三次元位置」、「物体種類」、「計測日時」の各情報が保存されている。この自己生成地図 4 は、自己地図生成部 1 5 が作成したものであるが、この生成方法は後述する。

【0026】

特徴マッチング部 1 2 は、例えば、特徴の種類毎に、特徴検出部 1 1 によって検出され

10

20

30

40

50

た特徴のセンサ5からの相対位置を、一時刻前に自己位置推定部13によって推定された自車V₀の高精度地図2上での位置を用いて高精度地図2上での位置に変換し、自己生成地図4に記載されている特徴の中から位置が最も近いものを対応する特徴とする方法を用いることができる。また、過去特徴データ3に、テクスチャ情報など、対応付けのための情報が保存されている場合には、それを用いて対応付けを実施しても良い。

【0027】

また、特徴マッチング部12は、予め設定された物体種類に応じた使用期限に基づいて、対応付けに用いる特徴を選択しても良い。図7は、物体種類に応じた使用期限の一例を示す図である。ここでは、建物や電柱といった時間変化が少ないと考えられる物体に対する使用期限は長く、樹木のように時間変化が大きいと考えられる物体に対する使用期限は短く設定している。これにより、特徴マッチング部12は、自己生成地図4に保存されている各物体の計測日時と現在の日時の差が、使用期限以内の物体のみを対応付けに用いる。

10

(自己位置推定部13の動作)

次に、自己位置推定部13における処理の内容について説明する。自己位置推定部13は、センサ5の計測結果と、特徴マッチング部12による特徴のマッチング結果から、自車位置姿勢xを推定する。なお、自己生成地図4が存在しない区間においては、特徴のマッチング結果も存在しないため、このような区間においては、自己位置推定部13は、センサ5の計測結果のみに基づいて自車位置姿勢xを推定する。

【0028】

センサ5の計測結果を用いた自車位置姿勢xの推定には、公知の様々な手法を用いることができる。例えば、センサ5の計測結果から、高精度地図2に含まれる白線2aや停止線2b、信号機2cといったランドマークを検出し、高精度地図2上のランドマークと対応付けることで、高精度地図2上での自車位置姿勢xを推定することができる。例えば、ランドマークの検出には、センサ5として単眼カメラやステレオカメラを用いる場合、画像からランドマークを検出する特開2009-139306号公報に記載の手法を用いることができる。また、ランドマークの対応付けには、ランドマークの種類毎に、検出されたランドマークのセンサからの位置を、一時刻前に自己位置推定部13で推定された自車V₀の高精度地図2上での位置を用いて高精度地図2上での位置に変換し、高精度地図2上に記載されているランドマークの中から位置が最も近いものを対応するランドマークとする方法を用いることができる。

20

30

【0029】

センサ5の計測結果を用いた自車位置姿勢xの推定に上述のランドマークの検出・対応付けに基づく手法を用いる場合には、自己位置推定部13は以下の式1により現在の自車位置姿勢xを推定する

【0030】

【数1】

$$\operatorname{argmin}_x \left(\sum_{i \in L} \omega_{li} |d(l_i, l'_i(x))|^2 + \sum_{i \in F} \omega_{fi} |d(f_i, f'_i(x))|^2 \right) \quad \dots \text{(式1)}$$

40

【0031】

ここで、Lは対応付けられたランドマークの集合、 l_i は高精度地図2上のランドマークの位置、 $l'_i(x)$ は自車位置姿勢xによって高精度地図2上の位置へ変換した、検出されたランドマークの位置、Fは特徴マッチング部12により対応付けられた特徴の集合、 f_i は自己生成地図4上の特徴の位置、 $f'_i(x)$ は自車位置姿勢xによって自己生成地図4上の位置へ変換した、特徴検出部11によって検出された特徴の位置である。また、 w_{li} 、 w_{fi} は重み、 $d(a, a')$ はaとa'の間の距離を表す。ここで、aおよびa'が三次元空間中の点として表される場合には、 $d(a, a')$ は2点間の距離となる。また、aおよびa'が三次元空間中の線として表される場合には、例えば、一方の線上に一定間隔で配

50

置したサンプリング点からもう一方の線におろした垂線の長さの平均を距離とする。

【 0 0 3 2 】

ここで、式 1 の最適化において、公知の誤対応除去手法を用いて、ランドマークの対応付け、特徴マッチング部 1 2 における特徴の対応付けに含まれる誤対応を除去しても良い。例えば、ランダムサンプリングに基づいて誤対応を除去する、M.A. Fischler and R.C. Bolles, Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography, Communications of the ACM, vol.24, no.6, pp.381-395, 1981.を用いることができる。

【 0 0 3 3 】

また、センサ 5 として G N S S や道路に設置されたビーコンなど、自車位置姿勢 x を計測可能なセンサを用いても良い。この場合には、自己位置推定部 1 3 は以下の式 2 により現在の自車位置姿勢 x を推定する。

【 0 0 3 4 】

【 数 2 】

$$\operatorname{argmin}_x \left(\omega_x d(x, x_s) + \sum_{i \in F} \omega_{f_i} |d(f_i, f'_i(x))|^2 \right) \quad \dots \text{(式 2)}$$

【 0 0 3 5 】

ここで、 x_s は G N S S やビーコンによって計測された高精度地図 2 上での自車位置姿勢、 ω_x は重みを表す。

(低精度区間検出部 1 4 の動作)

次に、図 8 を用いて、低精度区間検出部 1 4 における処理の内容について説明する。低精度区間検出部 1 4 は、自己位置推定部 1 3 が推定した自車位置姿勢 x に基づいて、自車位置姿勢 x の推定精度が低い区間を検出する。

【 0 0 3 6 】

図 8 は、自己位置推定部 1 3 が推定した高精度地図 2 上の自車位置 P の一例を示す図である。この例では、図 2 に示した環境において、図 3 に示した高精度地図 2 とのランドマークの対応付けに基づいて自車位置 P を推定した結果、時刻 t_1 の自車位置 P_1 と、直後の時刻 t_2 の自車位置 P_2 の間の距離が異常に大きく、推定した自車位置 P に不連続が生じている状況を示している。この不連続が生じた理由は、停止線 2 b の検出に失敗した結果、時刻 t_1 以前は自車位置 P の誤差を補正できなかったのに対し、時刻 t_2 以後は、右折後に検出できた白線 2 a との対応付けにより自車位置 P を補正でき、その推定精度が高まったためである。

【 0 0 3 7 】

このように、低精度区間検出部 1 4 は、時刻 t_1 、 t_2 の自車位置 P_1 、 P_2 の間の距離が予め設定された閾値以上の時に、時刻 t_1 以前の区間を低精度区間として検出することができる。

(自己地図生成部 1 5 の動作)

次に、図 9 を用いて、自己地図生成部 1 5 における処理の内容について説明する。自己地図生成部 1 5 は、過去特徴データ 3 と自己位置推定部 1 3 が推定した自車位置姿勢 x から、低精度区間検出部 1 4 が検出した推定精度が低い区間における自己生成地図 4 を生成する。なお、自己地図生成部 1 5 は、自己生成地図 4 をリアルタイムに生成する必要はなく、計算機の処理負荷が少ないタイミングで地図生成処理を実施しても良い。また、本実施例においては、自己地図生成部 1 5 での自己生成地図 4 の生成とは、自己生成地図 4 を新規に生成する処理だけではなく、既存の自己生成地図 4 および高精度地図 2 の内容の修正処理を含む概念である。

【 0 0 3 8 】

自己地図生成部 1 5 の処理は、過去の自車位置姿勢 x' の推定処理と、特徴データの地図への配置処理と、からなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

まず、過去の自車位置姿勢 x' の推定処理では、自己地図生成部 15 は、過去特徴データ 3 と自己位置推定部 13 が推定した自車位置姿勢 x から、過去特徴データ 3 を計測したときの自車位置姿勢 x' を推定する。図 9 は、自己地図生成部 15 が推定した過去の自車位置姿勢 x' から特定した過去の自車位置 P' の一例を示す図である。過去の自車位置姿勢 x' の推定には種々の方法を利用できるが、例えば、以下の式 3 により時刻 t_1 以前の任意の時刻 T の自車位置姿勢 x' を推定しても良い。

【 0 0 4 0 】

【 数 3 】

$$x'_T = x_T + (x_{t_2} - x_{t_1}) \quad \dots \text{(式 3)}$$

10

【 0 0 4 1 】

ここで、 x'_T は、自己地図生成部 15 が推定する時刻 T における自車位置姿勢、 x_T 、 x_{t_1} 、 x_{t_2} は、自己位置推定部 13 が推定した時刻 T 、 t_1 、 t_2 の自車位置姿勢である。

【 0 0 4 2 】

また、過去の自車位置姿勢 x' の推定処理は、過去特徴データ 3 から公知の手法により、時刻 t_2 の自車位置姿勢 x に対する時刻 t_1 以前の時刻の相対的な自車位置姿勢 x' を推定し、過去の自車位置姿勢 x' の推定に用いても良い。例えば、画像から画像を撮影したときのカメラの相対位置姿勢を推定する Structure-from-Motion 法を用いることができる。過去の自車位置姿勢 x' は、推定された相対自車位置姿勢から、以下の式 4 により推定される。

20

【 0 0 4 3 】

【 数 4 】

$$x'_T = y_{t_2, T} + x_{t_2} \quad \dots \text{(式 4)}$$

【 0 0 4 4 】

ここで、 $y_{t_2, T}$ は、過去特徴データ 3 から推定した時刻 t_2 の自車位置姿勢 x に対する任意の時刻 T の相対自車位置姿勢を表す。これにより、自己位置推定部 13 で用いた自車位置姿勢推定手法よりも、計算時間は必要なものの高精度に相対的な自車位置姿勢を推定できる手法を用いることで、より高精度に過去の自車位置姿勢 x' を推定することができる。

30

【 0 0 4 5 】

次に、特徴データの地図への配置処理では、自己地図生成部 15 は、推定された過去の自車位置姿勢 x' と過去特徴データ 3 から、特徴データを高精度地図 2 と同じ座標系へ配置し、自己生成地図 4 を生成または更新する。図 6 は、自己生成地図 4 の一例を示す図である。このように、過去特徴データ 3 に保存されているセンサ 5 に対する三次元位置は、推定された過去の自車位置姿勢 x' に基づいて高精度地図 2 上の三次元位置に変換され、物体種類と合わせて保存されている。ここで、図 5 で例示したように、過去特徴データ 3 では、同じ物体が複数の時刻で計測されているため、同じ物体種類、かつ、高精度地図 2 上の位置が近いデータは、例えば、複数の三次元位置の平均を保存することで、一つの物体としてまとめても良い。また、自己生成地図 4 には各物体を計測した日時も保存する。(効果)

40

上述した実施例 1 の自己位置推定装置 1 によれば、次の効果が得られる。

【 0 0 4 6 】

(1) 自己位置推定装置 1 は、特徴検出部 11 と、特徴マッチング部 12 と、自己位置推定部 13 と、低精度区間検出部 14 と、自己地図生成部 15 と、を備える。特徴検出部 11 は、自車 V_0 の周囲の環境を計測するセンサ 5 の計測結果から特徴的な情報を検出し、過去特徴データ 3 として保存する。特徴マッチング部 12 は、特徴検出部 11 によって検出された特徴と、自己生成地図 4 に保存されている特徴を対応付ける。自己位置推定

50

部 1 3 はセンサ 5 の計測結果と、特徴マッチング部 1 2 による特徴のマッチング結果から、自車位置姿勢を推定する。低精度区間検出部 1 4 は自己位置推定部 1 3 が推定した自車位置姿勢から、自車位置姿勢の推定精度が低い区間を検出する。自己地図生成部 1 5 は、過去特徴データ 3 と自己位置推定部 1 3 が推定した自車位置姿勢から、低精度区間検出部 1 4 が検出した自車位置姿勢の推定精度が低い区間の自己生成地図 4 を生成する（図 1）。そのため、自己生成地図 4 を用いることで、運転手により運転される先導車両や、高価な高精度 G N S S 受信器を用いることなく、車線中心線や停止線、交通ルールといった情報を含んだ高精度地図上での自車位置姿勢を高精度に推定することができる。

【 0 0 4 7 】

(2) 低精度区間検出部 1 4 は自己位置推定部 1 3 が推定した自車位置姿勢から、高精度地図 2 上での自車位置の時間変化が大きいときに、時間変化が大きい点以前を自車位置姿勢の推定精度が低い区間として検出する（図 8）。そのため、簡易な処理で自車位置姿勢の推定精度が低かった区間を検出することができる。

10

【 0 0 4 8 】

(3) 自己地図生成部 1 5 は、低精度区間検出部 1 4 が検出した自車位置姿勢の推定精度が低かった区間のみ、自己生成地図 4 を生成する（図 9）。そのため、処理負荷および記憶領域の使用量を削減することができる。

【 0 0 4 9 】

(4) 自己地図生成部 1 5 は、処理負荷の少ないタイミングに動作し、自己生成地図 4 を生成する。そのため、リアルタイム処理を実行する場合よりも多くのデータを扱うことで過去の自車位置姿勢を高精度に推定でき、自己生成地図 4 の精度が高くなることで、高精度に自車位置姿勢を推定することができる。

20

【 0 0 5 0 】

(5) 特徴検出部 1 1 は、高精度地図 2 に含まれない物体を検出する（図 4 A、図 4 B、図 5）。自己地図生成部 1 5 は、特徴検出部 1 1 が検出した物体を、推定した過去の自車位置 P' に基づいて、自己生成地図 4 として保存する。特徴マッチング部 1 2 は、特徴検出部 1 1 が検出した特徴と、自己生成地図 4 に含まれる特徴を対応付ける。自己位置推定部 1 3 はセンサ 5 の計測結果と、特徴マッチング部 1 2 による特徴のマッチング結果から、自車位置姿勢を推定する。そのため、高精度地図 2 には含まれない物体の情報を用いることで、高精度地図とのマッチングのみに基づく自車位置推定手法よりも高精度に自車位置姿勢を推定することができる。

30

【 0 0 5 1 】

(6) 特徴マッチング部 1 2 は、特徴検出部 1 1 が検出した物体の種類と、自己生成地図 4 が作成された日時に基づき、物体の種類毎に対応付けに用いるか否かを決定する（図 7）。そのため、樹木などの時間変化が大きい物体であっても自己生成地図 4 が作成されてからの時間経過が小さい場合には自車位置姿勢の推定に利用することで、自車位置姿勢の推定に利用できる情報が多くなり、より高精度に自車位置姿勢を推定できる。

【 実施例 2 】

【 0 0 5 2 】

次に、図 1 0、図 1 1 を参照して、本発明の実施例 2 に係る自動運転システムを説明する。なお、以下の説明では、実施例 1 と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、実施例 1 と同じである。本実施例では、自己位置推定装置 1 を用いた自動運転システム 7 を対象とする。

40

(ブロック構成)

図 1 0 は、自車 V₀ に搭載された、本実施例の自動運転システム 7 のブロック図である。ここに示すように、自動運転システム 7 は、実施例 1 で説明した自己位置推定装置 1 と、経路計画部 7 1 と、表示部 7 2 と、車両制御部 7 3 と、を備える。なお、自己位置推定装置 1 と経路計画部 7 1 と車両制御部 7 3 は、車両に搭載された E C U (Electronic Control Unit) と呼ばれる一つの計算機で実現されるものであっても良い。

【 0 0 5 3 】

50

実施例 1 でも説明したように、自己位置推定装置 1 は、高価な高精度 GNSS 受信器を用いることなく、高精度地図 2 上での自車位置姿勢 x を推定するものである。一方、経路計画部 7 1 は、自己位置推定装置 1 の出力と、高精度地図 2 と、ユーザから入力された目的位置 G と、から現在位置から目的位置 G までの経路 R を計画する。表示部 7 2 は、経路計画部 7 1 が計画した経路 R をユーザに表示する。センサ 5 は自車 V_0 の周囲や内部の状態を計測し、自己位置推定装置 1 と車両制御部 7 3 に出力する。車両制御部 7 3 は、自己位置推定装置 1 が推定した自車位置姿勢と、経路計画部 7 1 が計画した経路 R と、センサ 5 の計測結果から自車 V_0 の速度や操舵量を決定し、自車 V_0 のアクチュエータに出力する。これらによって、自車 V_0 の自動運転が実現される。

(経路計画部の動作)

10

次に、図 1 1 を用いて、経路計画部 7 1 における処理の内容について説明する。経路計画部 7 1 は、自己位置推定装置 1 の出力と、高精度地図 2 と、ユーザから入力された目的位置 G と、から現在位置から目的位置 G までの経路 R を計画する。

【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、経路計画部 7 1 の動作の一例を示す図である。経路計画部 7 1 では、広範囲の情報を参照する必要があるため、高精度地図 2 をノード N とエッジ E で簡易表現している。ノード N は、交差点などの道路の分岐を表している。エッジ E は、ノード N 同士を接続する道路を表しており、高精度地図 2 に含まれる情報に基づいた通過コスト C_2 (図 1 1 では四角枠内の数字) に加え、自己位置推定装置 1 の出力に基づいた通過コスト C_1 (図 1 1 では三角枠内の数字) が設定されている。また、現在位置 P が自己位置推定装置 1

20

【 0 0 5 5 】

例えば、自己位置推定装置 1 の出力に基づいた通過コスト C_1 は、低精度区間検出部 1 4 が検出した低精度区間に対して高い通過コスト C_1 を設定しても良い。具体的には、低精度区間の検出に用いた時刻 t_2 と時刻 t_1 の間の自車位置 P の差 (図 8 に例示した距離) が大きいほど、大きな通過コスト C_1 を設定する。また、例えば、自己位置推定装置 1 の出力に基づいた通過コスト C_1 は、過去走行時の自己位置推定部 1 3 の結果によって決定しても良い。具体的には、上述した式 1 もしくは式 2 の残差が大きい場合には、自車位置姿勢 x の精度が低いと判断し、通過コスト C_1 を大きくする。また、式 1 もしくは式 2 の残差が小さい場合には、自車位置姿勢 x の精度が高いと判断し、通過コスト C_1 を小さくする。また、過去に走行していないエッジ E については通過コスト C_1 を設定しない。

30

【 0 0 5 6 】

経路計画部 7 1 は、高精度地図 2 の情報と、現在位置 S と、目的位置 G から、ダイクストラ法などの、公知の経路計画法により、合計通過コストが最小となる経路 R を計画する。ここで、従来の経路計画手法では、高精度地図 2 に含まれる情報に基づいた通過コスト C_2 のみを考慮するため、図 1 1 の例では、合計通過コストがより小さくなる、ノード N_1 、 N_3 、 N_4 を通る経路 R_2 が選択される。一方、本実施例の経路計画部 7 1 では、高精度地図 2 に含まれる情報に基づいた通過コスト C_2 に加え、自己位置推定装置 1 の出力に基づいた通過コスト C_1 を考慮するため、合計通過コストがより小さくなる、ノード N_1 、 N_2 、 N_4 を通る経路 R_1 が選択される。

40

(表示部の動作)

表示部 7 2 は経路計画部 7 1 が計画した経路 R をユーザに表示する。表示部 7 2 は通常のカーナビゲーションシステムと同様に、経路計画部 7 1 が計画した経路 R を、画面などを通してユーザに表示する。ここで、経路計画部 7 1 が算出した経路 R が、高精度地図 2 に含まれる情報に基づいた通過コスト C_2 のみから算出された経路 R_2 と異なる場合には、色や文字、その他の提示手段を用いて、ユーザに自己位置推定装置 1 の出力に基づいた通過コスト C_1 を考慮することにより経路 R_1 が計画されたことを表示する。

(車両制御部 7 3 の動作)

車両制御部 7 3 は、自己位置推定装置 1 が推定した自車位置姿勢 x と、経路計画部 7 1

50

が計画した経路 R と、センサ 5 の計測結果から自車 V_0 の速度や操舵量を決定し、速度や操舵量を制御するためのアクチュエータに出力する。

【0057】

ここで、公知の制御手法により、経路 R と、センサ 5 の計測結果から自車 V_0 の速度や操舵量を決定することができる。車両制御部 73 では、公知の手法に加えて、自己位置推定装置 1 の出力に基づいて速度や操舵量を決定する。具体的には、低精度区間検出部 14 が検出した低精度区間を走行する場合には、通常の走行時よりも速度や操舵量を小さくする。また、自己生成地図 4 が存在しない区間を走行する場合には、自車位置姿勢の精度が低下するおそれがあるため、通常の走行時よりも速度や操舵量を小さくする。

(効果)

上述した実施例 2 によれば、次の効果が得られる。

(1) 経路計画部 71 は高精度地図 2 に含まれる情報に基づいた通過コスト C_2 と、自己位置推定装置 1 の出力に基づいた通過コスト C_1 の両方を考慮して経路を計画する(図 10)。通過コスト C_1 は、低精度区間検出部 14 によって検出された低精度区間、もしくは、自己位置推定部 13 によって推定された自車位置姿勢の精度が低い区間に対して大きな値が設定される。そのため、自己位置推定装置 1 による自車位置姿勢 x の推定精度が高い経路 R を選択することで、より滑らかな自動運転を実現することができる。

(2) 表示部 72 は経路計画部 71 が算出した経路 R が、高精度地図 2 に含まれる情報に基づいた通過コスト C_2 のみから算出された経路 R_2 と異なる場合には、色や文字、その他の提示手段を用いて、ユーザに自己位置推定装置 1 の出力に基づいた通過コスト C_1 を考慮することにより経路 R が計画されたことを表示する。そのため、通常のカーナビゲーションシステムと違う経路を通った場合に、ユーザに理由を提示することで、ユーザの不安を解消することができる。

(3) 車両制御部 73 は、自己位置推定装置 1 の出力に基づいて速度や操舵量を決定し、低精度区間検出部 14 が検出した低精度区間、もしくは、自己生成地図 4 が存在しない区間を走行する場合には、通常の走行時よりも速度や操舵量を小さくする。そのため、自車位置姿勢推定の精度が低下した場合にも、速度や操舵量が小さいため、滑らかな自動運転を実現することができる。また、速度や操舵量が小さいため、自己地図生成部 15 における過去特徴データ 3 からの相対位置姿勢の推定がより高精度になり、高精度な自己生成地図 4 を作成することができる。

【実施例 3】

【0058】

次に、図 12 を参照して、本発明の実施例 3 に係る、自己生成地図共有装置と、自己生成地図共有システムを説明する。なお、以下の説明では、上述した実施例と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、上述した実施例と同じである。本実施例では、複数の車両の各々に、自己位置推定装置 1 に自己生成地図 4 を送受信する機能を加えた通信機能付き自己位置推定装置 8 を搭載するとともに、各車両に搭載した通信機能付き自己位置推定装置 8 から送信された自己生成地図 4 を統合し、共有自己生成地図 4a として管理する自己生成地図共有装置 9 を備えた自己生成地図共有システムを対象とする。

(ブロック構成)

図 12 は、本実施例の自己生成地図共有システムのブロック図である。ここに示すように、自己生成地図共有システムは、複数の通信機能付き自己位置推定装置 8 と、自己生成地図共有装置 9 を、ネットワーク 85 を介して接続したシステムである。

【0059】

通信機能付き自己位置推定装置 8 は、実施例 1 で説明した自己位置推定装置 1 と、送受信部 81 を備えた装置であり、車両毎に搭載されている。

【0060】

また、自己生成地図共有装置 9 は、送受信部 91 と、共有自己生成地図管理部 92 と、高精度地図メンテナンス情報生成部 93 を備え、さらに、後述する共有自己生成地図 4a

10

20

30

40

50

を保持している。この自己生成地図共有装置 9 は、例えば、サーバ内に設置されている。

【0061】

このような構成の自己生成地図共有システムにおいて、通信機能付き自己位置推定装置 8 は、自己位置推定装置 1 が生成した自己生成地図 4 を、ネットワーク 85 を介して、自己生成地図共有装置 9 に送信する。また、通信機能付き自己位置推定装置 8 は、ネットワーク 85 を介して、自己生成地図共有装置 9 から受信した共有自己生成地図 4 a を、自己生成地図 4 として自己位置推定装置 1 に保存する。

【0062】

一方、自己生成地図共有装置 9 の送受信部 91 は、ネットワーク 85 を介して、通信機能付き自己位置推定装置 8 から受信した自己生成地図 4 を、共有自己生成地図管理部 92 と、高精度地図メンテナンス情報生成部 93 に出力する。また、共有自己生成地図 4 a を、ネットワーク 85 を介して、通信機能付き自己位置推定装置 8 に送信する。

【0063】

共有自己生成地図管理部 92 は複数の通信機能付き自己位置推定装置 8 から受信した自己生成地図 4 を統合し、共有自己生成地図 4 a を生成する。処理の詳細は後述する。

【0064】

高精度地図メンテナンス情報生成部 93 は、ネットワーク 85 を介して受信した複数の自己生成地図 4 から、高精度地図 2 のメンテナンスに用いる情報を生成する。処理の詳細は後述する。

(共有自己生成地図管理部 92 の動作)

共有自己生成地図管理部 92 は、受信した複数の自己生成地図 4 を統合し、共有自己生成地図 4 a を生成する。具体的には、共有自己生成地図管理部 92 は、複数の自己生成地図 4 に、距離が閾値以下で同じ種類の物体が存在した場合には、それらの三次元位置の平均を三次元位置とした 1 つの物体として共有自己生成地図 4 a に保存する。また、ある領域に対応する、複数の自己生成地図 4 に含まれる物体の内、計測日時が最も新しい自己生成地図 4 に含まれる情報のみを共有自己生成地図 4 a に保存しても良い。

(高精度地図メンテナンス情報生成部の動作)

高精度地図メンテナンス情報生成部 93 は、受信した複数の自己生成地図 4 から、高精度地図 2 のメンテナンスに用いる情報を生成する。具体的には、ある領域に対応する、複数の自己生成地図 4 に物体が含まれる場合、複数の車両において自己位置推定に不連続が生じているため、高精度地図 2 に情報が不足している、もしくは高精度地図 2 に含まれている情報に変化が生じていると判断し、その領域の再計測などメンテナンスが必要であると判断する。

(効果)

上述した実施例 3 によれば、次の効果が得られる。

(1) 通信機能付き自己位置推定装置 8 は送受信部 81 を備え、自己生成地図共有装置 9 は送受信部 91 と共有自己生成地図管理部 92 を備える。共有自己生成地図管理部 92 は受信した複数の自己生成地図 4 を統合し、共有自己生成地図 4 a を生成する。

そのため、共有自己生成地図 4 a を用いることで、通信機能付き自己位置推定装置 8 は高精度に自転車位置姿勢を推定することができる。また、共有自己生成地図 4 a を受信することで、自転車 V_0 が過去に走行したことがない場所においても、自己生成地図 4 を参照することができ、高精度に自転車位置姿勢を推定することができる。

(2) 共有自己生成地図管理部 92 は、複数の自己生成地図 4 に、距離が閾値以下で同じ種類の物体が存在した場合には、それらの三次元位置の平均を三次元位置とする 1 つの物体として共有自己生成地図 4 a に保存する。そのため、自己生成地図 4 の精度が向上することで、高精度に自転車位置姿勢を推定することができる。

(3) 共有自己生成地図管理部 92 は、高精度地図 2 上のある領域に対して、複数の自己生成地図 4 に含まれる物体の内、計測日時が最も新しい自己生成地図 4 に含まれる物体を共有自己生成地図 4 a に保存する。そのため、最新の自己生成地図 4 を用いることで、環境に変化があった場合にも高精度に自転車位置姿勢を推定することができる。

10

20

30

40

50

(4) 高精度地図メンテナンス情報生成部 93 は、複数の通信機能付き自己位置推定装置 8 から受信した自己生成地図 4 から、高精度地図 2 に情報が不足している、もしくは高精度地図 2 に含まれている情報に変化が生じている領域を検出する。そのため、効率的に高精度地図 2 のメンテナンスを実施することができる。

(実施例 3 の変形例)

上述した自己生成地図共有システムでは、ネットワーク 85 を介して自己生成地図 4 を送受信する。しかし、通信機能付き自己位置推定装置 8 と自己生成地図共有装置 9 の間で送受信されるデータはこれに限定されない。

【0065】

例えば、通信機能付き自己位置推定装置 8 は、低精度区間検出部 14 が検出した低精度区間を送信し、自己生成地図共有装置 9 はそれを受信しても良い。この場合、高精度地図メンテナンス情報生成部 93 は、高精度地図 2 上のある領域に対して、複数の通信機能付き自己位置推定装置 8 から、該当区間が低精度区間であるという情報を受信した場合に、高精度地図 2 に情報が不足している、もしくは高精度地図 2 に含まれている情報に変化が生じていると判断し、その領域の再計測などメンテナンスが必要であると判断する。

10

【0066】

この変形例によれば、次の作用効果が得られる。すなわち、通信機能付き自己位置推定装置 8 および自己生成地図共有装置 9 は、低精度区間検出部 14 によって検出された低精度区間のみを送受信するため、低い通信量で、効率的に高精度地図 2 のメンテナンスを実施することができる。

20

【0067】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD 等の記録媒体に置くことができる。

30

【符号の説明】

【0068】

- 1 ... 自己位置推定装置、
 - 11 ... 特徴検出部、
 - 12 ... 特徴マッチング部、
 - 13 ... 自己位置推定部、
 - 14 ... 低精度区間検出部、
 - 15 ... 自己地図生成部、
- 2 ... 高精度地図、
- 3 ... 過去特徴データ、
- 4 ... 自己生成地図、
- 5 ... センサ、
- 4a ... 共有自己生成地図、
- 7 ... 自動運転システム、
 - 71 ... 経路計画部、
 - 72 ... 表示部、

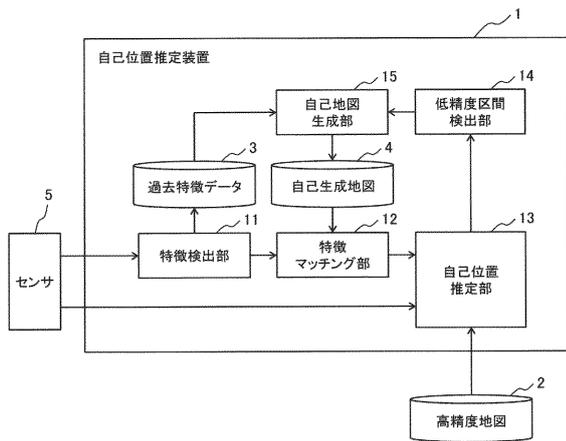
40

50

- 7 3 ... 車両制御部、
- 8 ... 通信機能付き自己位置推定装置、
 - 8 1 ... 送受信部、
- 9 ... 自己生成地図共有装置、
 - 9 1 ... 送受信部、
 - 9 2 ... 共有自己生成地図管理部、
 - 9 3 ... 高精度地図メンテナンス情報生成部

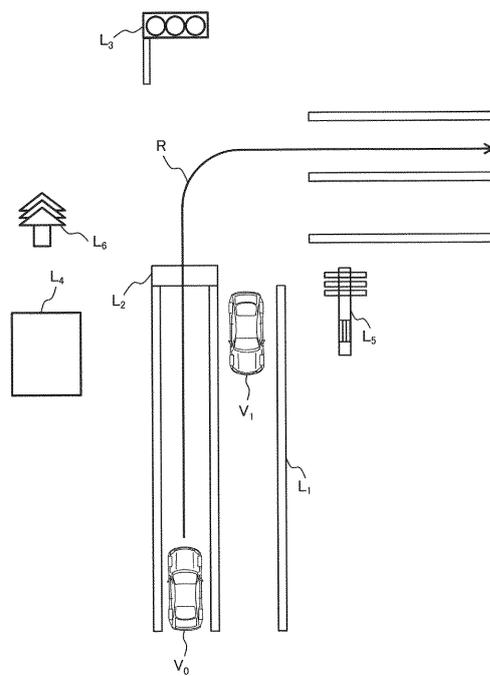
【 図 1 】

図 1

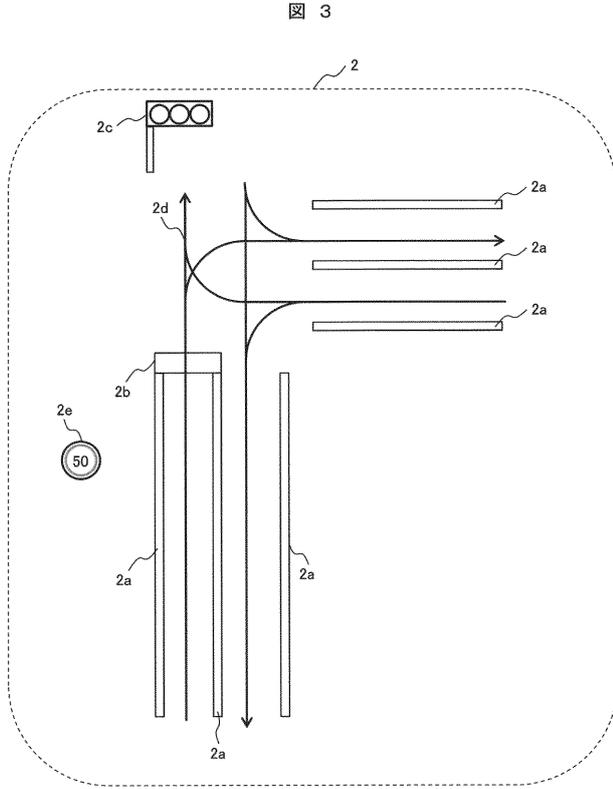


【 図 2 】

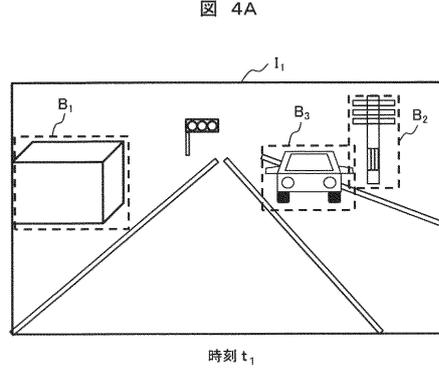
図 2



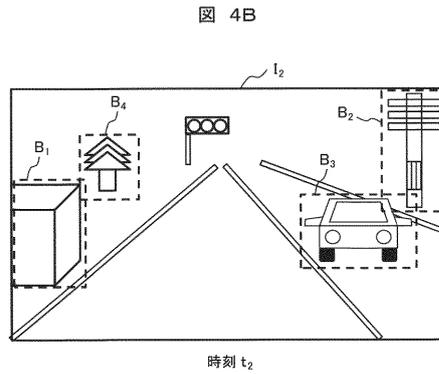
【図 3】



【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5】

図 5

3

時刻	センサに対する三次元位置	物体種類
t_1	-10, 30, 10	建物
t_1	15, 35, 5	電柱
t_2	-10, 25, 10	建物
t_2	15, 30, 5	電柱
t_2	-10, 35, 3	樹木
...

【図 6】

図 6

4

高精度地図の座標系における三次元位置	物体種類	計測日時
5, 35, 10	建物	2018/12/28 12:00
30, 40, 5	電柱	2018/12/28 12:00
5, 45, 3	樹木	2018/12/28 12:01
...

【図 7】

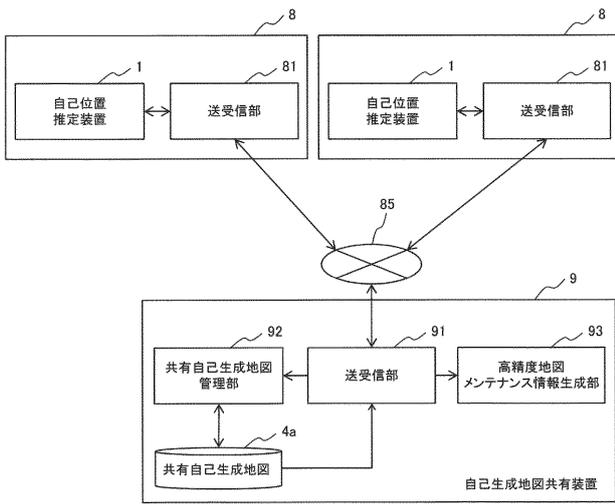
図 7

161

物体種類	使用期限
建物	180日
電柱	180日
樹木	15日
...	...

【 図 1 2 】

図 12



フロントページの続き

(72)発明者 栗山 哲

茨城県ひたちなか市高場2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 2F129 BB03 BB05 BB21 BB22 BB33 BB49 BB66 DD03 DD13 DD15
EE02 EE52 EE69 EE78 EE79 EE81 EE94 FF02 FF19 GG17
GG18 HH18 HH20 HH22
5H181 AA01 BB04 BB12 BB13 CC03 CC04 CC11 CC12 CC14 FF04
FF05 FF07 FF10 FF22 FF27