

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-149051
(P2022-149051A)

(43)公開日 令和4年10月6日(2022.10.6)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 9 B 29/00 (2006.01)	G 0 9 B 29/00	Z 2 C 0 3 2
G 0 1 C 21/26 (2006.01)	G 0 1 C 21/26	A 2 F 1 2 9
G 0 8 G 1/01 (2006.01)	G 0 8 G 1/01	A 5 H 1 8 1

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-50989(P2021-50989)	(71)出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	令和3年3月25日(2021.3.25)	(74)代理人	100165179 弁理士 田 崎 聡
		(74)代理人	100126664 弁理士 鈴木 慎吾
		(74)代理人	100154852 弁理士 酒井 太一
		(74)代理人	100194087 弁理士 渡辺 伸一
		(72)発明者	大熊 友貴 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
		Fターム(参考)	2C032 HB11 HB22 HC08 最終頁に続く

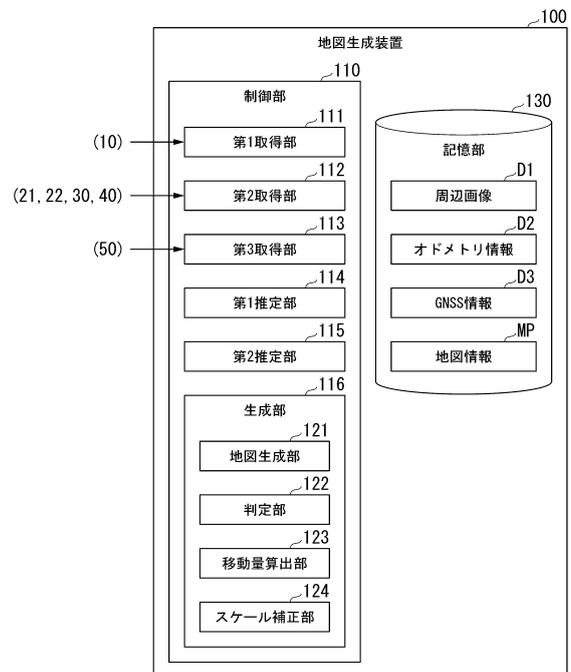
(54)【発明の名称】 地図生成装置、地図生成システム、地図生成方法、およびプログラム

(57)【要約】

【課題】高精度な地図を生成すること。

【解決手段】実施形態の地図生成装置は、車両に搭載されたカメラにより撮像された画像を取得する取得部と、前記車両の走行状態を示す情報に基づいて、前記車両の位置を示す第1位置および前記第1位置の誤差を推定する第1推定部と、人工衛星から到来する電波に基づいて、前記車両の位置を示す第2位置および前記第2位置の誤差を推定する第2推定部と、前記第1位置および前記第2位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して前記車両の位置情報を設定し、設定した前記車両の位置情報と、前記画像とに基づいて、前記車両が走行した場所の地図を生成する生成部と、を備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両に搭載されたカメラにより撮像された画像を取得する取得部と、
前記車両の走行状態を示す情報に基づいて、前記車両の位置を示す第 1 位置および前記第 1 位置の誤差を推定する第 1 推定部と、
人工衛星から到来する電波に基づいて、前記車両の位置を示す第 2 位置および前記第 2 位置の誤差を推定する第 2 推定部と、
前記第 1 位置および前記第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して前記車両の位置情報を設定し、設定した前記車両の位置情報と、前記画像とに基づいて、前記車両が走行した場所の地図を生成する生成部と、
を備える、地図生成装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 推定部は、前記車両のオドメトリ情報に基づいて、前記第 1 位置および前記第 1 位置の誤差を推定し、
前記第 2 推定部は、前記車両が G N S S 衛星から受信した電波に基づいて、前記第 2 位置および前記第 2 位置の誤差を推定する、
請求項 1 に記載の地図生成装置。

【請求項 3】

前記第 1 推定部は、前記オドメトリ情報を取得するための装置の設計上の誤差の分散値を用いて共分散行列を算出し、算出した前記共分散行列を用いて前記第 1 位置の誤差の範囲を示す第 1 誤差楕円を推定する、
請求項 2 に記載の地図生成装置。

20

【請求項 4】

前記第 2 推定部は、前記 G N S S 衛星からの電波を受信するための装置の設計上の誤差の分散値を用いて共分散行列を算出し、算出した前記共分散行列を用いて前記第 2 位置の誤差の範囲を示す第 2 誤差楕円を推定する、
請求項 3 に記載の地図生成装置。

【請求項 5】

前記生成部は、前記第 1 誤差楕円と、前記第 2 誤差楕円との比較結果に基づいて、前記第 1 位置および前記第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置を判定する、
請求項 4 に記載の地図生成装置。

30

【請求項 6】

前記生成部は、前記第 1 位置および前記第 2 位置のうち誤差が小さい一方の位置を選択し、選択した前記一方の位置を、前記車両の位置情報として設定する、
請求項 1 から 5 のうち何れか一項に記載の地図生成装置。

【請求項 7】

前記生成部は、前記第 1 位置および前記第 2 位置のうち誤差が小さい一方の位置の重みが大きくなるように係数を設定し、前記第 1 位置および前記第 2 位置の加重和を算出することにより得られる位置を、前記車両の位置情報として設定する、
請求項 1 から 5 のうち何れか一項に記載の地図生成装置。

40

【請求項 8】

前記生成部は、前記車両の位置情報の時系列の変化に基づいて前記車両の移動量を算出し、算出した前記移動量を用いて、前記画像から生成された地図のスケールを補正する、
請求項 1 から 7 のうち何れか一項に記載の地図生成装置。

【請求項 9】

前記生成部は、前記車両の位置情報の時系列の変化に基づいて算出される前記車両の移動量と、前記画像から生成された点群地図に含まれる点群データに基づいて算出される前記車両の移動量との比であるスケール補正係数を算出し、算出された前記スケール補正係数を用いて、前記画像から生成された地図のスケールを補正する、
請求項 8 に記載の地図生成装置。

50

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のうち何れか一項に記載の地図生成装置と、
前記カメラと、
前記車両の走行状態を示す情報を取得するための装置と、
人工衛星から到来する電波を取得するための装置と、
を備える地図生成システム。

【請求項 11】

コンピュータが、
車両に搭載されたカメラにより撮像された画像を取得し、
前記車両の走行状態を示す情報に基づいて、前記車両の位置を示す第 1 位置および前記
第 1 位置の誤差を推定し、
人工衛星から到来する電波に基づいて、前記車両の位置を示す第 2 位置および前記第 2
位置の誤差を推定し、
前記第 1 位置および前記第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して前記車両
の位置情報を設定し、
設定された前記車両の位置情報と、前記画像とに基づいて、前記車両が走行した場所の
地図を生成する、
地図生成方法。 10

【請求項 12】

コンピュータに、 20
車両に搭載されたカメラにより撮像された画像を取得させ、
前記車両の走行状態を示す情報に基づいて、前記車両の位置を示す第 1 位置および前記
第 1 位置の誤差を推定させ、
人工衛星から到来する電波に基づいて、前記車両の位置を示す第 2 位置および前記第 2
位置の誤差を推定させ、
前記第 1 位置および前記第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して前記車両
の位置情報を設定させ、
設定された前記車両の位置情報と、前記画像とに基づいて、前記車両が走行した場所の
地図を生成させる、
プログラム。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地図生成装置、地図生成システム、地図生成方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車載カメラにより撮像された道路の画像などの情報に基づいて、道路地図を生成
する技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この技術においては、複眼カメラ
により撮像された複数の画像を用いて道路上の対象物と車両との距離を算出して道路地図 40
を生成する。また、GNSS（Global Navigation Satellite System）衛星から受
信した信号や、車載センサの出力値に基づいて算出されるオドメトリ情報を用いて画像撮
像時における車両位置を特定し、地図の精度を向上させる手法も知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2020 - 166123 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の技術において、高精度な道路地図を生成するためには、画像撮像時における車両位置を正確に特定する必要がある。しかしながら、GNSS衛星からの受信状況の悪化やオドメトリ情報に誤差が生じている場合など、画像撮影時の条件によっては、車両位置を正確に特定できず、道路地図の精度に問題が生じる場合があった。また、複眼カメラを用いる場合、処理対象となる画像数の増大に伴って処理負荷や処理時間が増大することや、高価な複眼カメラを用いることでコスト増につながるという問題があった。

【0005】

本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、高精度な地図を生成することができる地図生成装置、地図生成システム、地図生成方法、およびプログラムを提供することを目的の一つとする。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係る地図生成装置、地図生成システム、地図生成方法、およびプログラムは、以下の構成を採用した。

(1) この発明の一態様の地図生成装置は、車両に搭載されたカメラにより撮像された画像を取得する取得部と、前記車両の走行状態を示す情報に基づいて、前記車両の位置を示す第1位置および前記第1位置の誤差を推定する第1推定部と、人工衛星から到来する電波に基づいて、前記車両の位置を示す第2位置および前記第2位置の誤差を推定する第2推定部と、前記第1位置および前記第2位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して前記車両の位置情報を設定し、設定した前記車両の位置情報と、前記画像とに基づいて、前記車両が走行した場所の地図を生成する生成部と、を備えるものである。

20

【0007】

(2) の態様は、上記(1)の態様に係る地図生成装置において、前記第1推定部は、前記車両のオドメトリ情報に基づいて、前記第1位置および前記第1位置の誤差を推定し、前記第2推定部は、前記車両がGNSS衛星から受信した電波に基づいて、前記第2位置および前記第2位置の誤差を推定するものである。

【0008】

(3) の態様は、上記(2)の態様に係る地図生成装置において、前記第1推定部は、前記オドメトリ情報を取得するための装置の設計上の誤差の分散値を用いて共分散行列を算出し、算出した前記共分散行列を用いて前記第1位置の誤差の範囲を示す第1誤差楕円を推定するものである。

30

【0009】

(4) の態様は、上記(3)の態様に係る地図生成装置において、前記第2推定部は、前記GNSS衛星からの電波を受信するための装置の設計上の誤差の分散値を用いて共分散行列を算出し、算出した前記共分散行列を用いて前記第2位置の誤差の範囲を示す第2誤差楕円を推定するものである。

【0010】

(5) の態様は、上記(4)の態様に係る地図生成装置において、前記生成部は、前記第1誤差楕円と、前記第2誤差楕円との比較結果に基づいて、前記第1位置および前記第2位置のうち、誤差が小さい一方の位置を判定するものである。

40

【0011】

(6) の態様は、上記(1)から(5)のいずれかの態様に係る地図生成装置において、前記生成部は、前記第1位置および前記第2位置のうち誤差が小さい一方の位置を選択し、選択した前記一方の位置を、前記車両の位置情報として設定するものである。

【0012】

(7) の態様は、上記(1)から(5)のいずれかの態様に係る地図生成装置において、前記生成部は、前記第1位置および前記第2位置のうち誤差が小さい一方の位置の重みが大きくなるように係数を設定し、前記第1位置および前記第2位置の加重和を算出することにより得られる位置を、前記車両の位置情報として設定するものである。

【0013】

50

(8) の態様は、上記 (1) から (7) のいずれかの態様に係る地図生成装置において、前記生成部は、前記車両の位置情報の時系列の変化に基づいて前記車両の移動量を算出し、算出した前記移動量を用いて、前記画像から生成された地図のスケールを補正するものである。

【 0 0 1 4 】

(9) の態様は、上記 (8) の態様に係る地図生成装置において、前記生成部は、前記車両の位置情報の時系列の変化に基づいて算出される前記車両の移動量と、前記画像から生成された点群地図に含まれる点群データに基づいて算出される前記車両の移動量との比であるスケール補正係数を算出し、算出された前記スケール補正係数を用いて、前記画像から生成された地図のスケールを補正するものである。

10

【 0 0 1 5 】

(1 0) この発明の他の態様の地図生成システムは、上記 (1) から (9) の何れかの態様に係る地図生成装置と、前記カメラと、前記車両の走行状態を示す情報を取得するための装置と、人工衛星から到来する電波を取得するための装置と、を備えるものである。

【 0 0 1 6 】

(1 1) この発明の他の態様の地図生成方法は、コンピュータが、車両に搭載されたカメラにより撮像された画像を取得し、前記車両の走行状態を示す情報に基づいて、前記車両の位置を示す第 1 位置および前記第 1 位置の誤差を推定し、人工衛星から到来する電波に基づいて、前記車両の位置を示す第 2 位置および前記第 2 位置の誤差を推定し、前記第 1 位置および前記第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して前記車両の位置情報を設定し、設定された前記車両の位置情報と、前記画像とに基づいて、前記車両が走行した場所の地図を生成するものである。

20

【 0 0 1 7 】

(1 2) この発明の他の態様のプログラムは、コンピュータに、車両に搭載されたカメラにより撮像された画像を取得させ、前記車両の走行状態を示す情報に基づいて、前記車両の位置を示す第 1 位置および前記第 1 位置の誤差を推定させ、人工衛星から到来する電波に基づいて、前記車両の位置を示す第 2 位置および前記第 2 位置の誤差を推定させ、前記第 1 位置および前記第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して前記車両の位置情報を設定させ、設定された前記車両の位置情報と、前記画像とに基づいて、前記車両が走行した場所の地図を生成させるものである。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

上記 (1) から (1 2) の態様によれば、第 1 位置および第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して車両の位置情報を設定し、設定した車両の位置情報と、画像とに基づいて、車両が走行した場所の地図を生成することで、高精度な地図を生成することができる。

上記 (2) から (7) の態様によれば、車両のオドメトリ情報に基づく第 1 位置の誤差を推定し、車両が G N S S 衛星から受信した電波に基づく第 2 位置の誤差を推定し、両者を比較して誤差の小さい一方の位置を判定することで、車両の位置を正確に推定することができる。

40

上記 (8) から (9) の態様によれば、車両の位置情報の時系列の変化に基づいて算出された車両の移動量を用いて地図のスケールを補正することで、より高精度な地図を生成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態に係る地図生成システム 1 の構成の一例を示す図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態に係る地図生成装置 1 0 0 の構成の一例を示す図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態に係る地図生成装置 1 0 0 による地図生成処理の一例を示すフローチャートである。

【 図 4 】 第 1 実施形態に係る地図生成部 1 2 1 により生成された点群地図 M P 1 の一例を

50

示す図である。

【図 5】第 1 実施形態に係る判定部 1 2 2 による判定処理の一例を説明する図である。

【図 6】第 1 実施形態に係るスケール補正部 1 2 4 によりスケール補正が行われた点群地図 M P 1 A の一例を示す図である。

【図 7】第 2 実施形態に係る地図生成システム 2 の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照し、本発明の地図生成装置、地図生成システム、地図生成方法、およびプログラムの実施形態について説明する。

【0021】

< 第 1 実施形態 >

[全体構成]

図 1 は、第 1 実施形態に係る地図生成システム 1 の構成の一例を示す図である。地図生成システム 1 は、車両 M に搭載される。地図生成システム 1 は、例えば、カメラ 1 0 と、オドメトリ情報を取得するための装置の一例である車輪速センサ 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4、速度計算装置 2 1、車体加速度センサ 2 2、操舵角センサ 3 0、およびヨーレートセンサ 4 0 と、GNSS (Global Navigation Satellite System) 受信機 5 0 と、地図生成装置 1 0 0 とを備える。車両 M は、自動運転機能を有する車両であってもよいし、手動運転によって走行する車両であってもよい。また、その駆動機構に特段の制限はなく、エンジン車両、ハイブリッド車両、電気自動車、燃料電池車両など、種々の車両が車両 M となり得る。以下、各車輪速センサを区別しない場合、単に車輪速センサ 2 0 と記載する。

【0022】

カメラ 1 0 は、例えば、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などの固体撮像素子を利用したデジタルカメラである。カメラ 1 0 は、車両 M の任意の箇所に取り付けられる。前方を撮像する場合、カメラ 1 0 は、フロントウインドシールド上部やルームミラー裏面などに取り付けられる。後方を撮像する場合、カメラ 1 0 は、リアウインドシールド上部やバックドアなどに取り付けられる。側方を撮像する場合、カメラ 1 0 は、ドアミラーなどに取り付けられる。カメラ 1 0 は、例えば、周期的に繰り返し車両 M の周辺を撮像して、周辺画像を取得する。カメラ 1 0 は、例えば、単眼カメラ、複眼カメラ (ステレオカメラ) である。以下において、カメラ 1 0 が単眼カメラであり、単眼カメラ S L A M (Simultaneous Localization and Mapping) により地図生成を行う場合を例に挙げて説明する。

【0023】

オドメトリ情報とは、移動体の挙動を測定するために移動体に取り付けられる装置 (例えば、センサ) の出力値に基づいて、移動体の位置および姿勢を推定した結果をいう。車両の場合、車輪の速度を測定するための車輪速センサ 2 0、車輪速センサ 2 0 の出力に基づいて車両の速度を計算する速度計算装置 2 1、車体加速度センサ 2 2、ステアリングホイールの操作角度 (或いは操舵機構の角度) を検出する操舵角センサ 3 0、車両に生じた垂直軸回りの回転速度を検出するヨーレートセンサ 4 0 のうち一部または全部、或いはこれらに類する他のセンサなどが上記「センサ」に該当する。速度を取得するためのセンサとして、変速機や走行用モータの回転角度を検出するセンサが用いられてもよい。

【0024】

車輪速センサ 2 0 は、車両 M の各車輪に取り付けられる。車輪速センサ 2 0 は、車輪が所定角度回転するごとにパルス信号を出力する。速度計算装置 2 1 は、各車輪速センサ 2 0 から入力されたパルス信号をカウントすることで、各車輪の速度を算出する。また、速度計算装置 2 1 は、各車輪の速度のうち例えば従動輪の速度を平均することで、車両 M の速度を算出する。

【0025】

車体加速度センサ 2 2 は、5 軸または 6 軸の IMU (Inertial Measurement Unit : 慣性計測装置) であり、車両 M の車体における 3 軸 (ロール軸、ピッチ軸、ヨー軸) の

10

20

30

40

50

角速度を検出し、さらにその結果から角度および加速度を推定する。

【0026】

G N S S 受信機 5 0 は、G N S S 衛星から受信した信号（人工衛星から到来する電波）に基づいて、車両 M の位置を特定する。

【0027】

地図生成装置 1 0 0 は、カメラ 1 0 により撮像された車両 M の周辺画像に基づいて、車両 M が通過した道路の地図を生成する。地図は、例えば、道路を 2 次元或いは 3 次元の点群データにより表した点群地図（ポイントクラウド地図）である。点群データは、車両 M の周辺にある物標の位置を表す 2 次元或いは 3 次元のデータである。点群データは、「道路面」、「ガードレール」といった、広がりを持つ物体を構成するものとして物体認識がなされた後の、面や立体物を表現したモデルのデータを含んでもよい。点群地図は、例えば、道路を上空から仮想的に見た鳥瞰図であってもよい。点群地図は、例えば、2 次元座標値（X Y 軸）、3 次元座標値（X Y Z 軸）などによって表されてよい。

10

【0028】

図 2 は、第 1 実施形態に係る地図生成装置 1 0 0 の構成の一例を示す図である。地図生成装置 1 0 0 は、例えば、制御部 1 1 0 と、記憶部 1 3 0 とを備える。制御部 1 1 0 は、例えば、第 1 取得部 1 1 1 と、第 2 取得部 1 1 2 と、第 3 取得部 1 1 3 と、第 1 推定部 1 1 4 と、第 2 推定部 1 1 5 と、生成部 1 1 6 とを備える。生成部 1 1 6 は、例えば、地図生成部 1 2 1 と、判定部 1 2 2 と、移動量算出部 1 2 3 と、スケール補正部 1 2 4 とを備える。

20

【0029】

制御部 1 1 0 の構成要素は、例えば、C P U（Central Processing Unit）などのハードウェアプロセッサ（コンピュータ）がプログラム（ソフトウェア）を実行することにより実現される。これらの構成要素のうち一部または全部は、L S I（Large Scale Integration）や A S I C（Application Specific Integrated Circuit）、F P G A（Field-Programmable Gate Array）、G P U（Graphics Processing Unit）などのハードウェア（回路部；circuitryを含む）によって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。プログラムは、予め H D D（Hard Disk Drive）やフラッシュメモリなどの記憶装置（非一過性の記憶媒体を備える記憶装置）に格納されていてもよいし、D V D や C D - R O M などの着脱可能な記憶媒体（非一過性の記憶媒体）に格納されており、記憶媒体がドライブ装置に装着されることでインストールされてもよい。

30

【0030】

第 1 取得部 1 1 1 は、カメラ 1 0 から周辺画像を取得し、周辺画像 D 1 として記憶部 1 3 0 に記憶させる。すなわち、第 1 取得部 1 1 1 は、車両 M に搭載されたカメラ 1 0 により撮像された画像を取得する。第 1 取得部 1 1 1 は、「取得部」の一例である。

【0031】

第 2 取得部 1 1 2 は、速度計算装置 2 1、車体加速度センサ 2 2、操舵角センサ 3 0、およびヨーレートセンサ 4 0 の出力値を取得し、それらを合成して車両 M のオドメトリ情報を生成し、オドメトリ情報 D 2 として記憶部 1 3 0 に記憶させる。オドメトリ情報 D 2 は、6 自由度の移動量で表される情報であってもよいし、実用上は、X Y 軸のそれぞれに関する並進移動量と、Z 軸を中心とする回転移動量とを含む、3 自由度の移動量であってもよい。オドメトリ情報 D 2 を生成するための演算手法として種々の手法が知られているが、一例として、U n i c y c l e モデルと称される演算手法を採用してよい。この演算手法において、例えば、速度計算装置 2 1 の出力値と、操舵角センサ 3 0 の出力値とが入力値として用いられる。出力となるオドメトリ情報は、例えば、車両 M のある時刻における X 方向の位置、Y 方向の位置、および方位を示す。

40

【0032】

第 3 取得部 1 1 3 は、G N S S 受信機 5 0 から車両 M の位置情報を取得し、G N S S 情報 D 3 として記憶部 1 3 0 に記憶させる。

50

【 0 0 3 3 】

第 1 推定部 1 1 4 は、オドメトリ情報 D 2 に基づいて、ある時刻における車両 M の位置（以下、「第 1 位置」とも言う）を推定する。また、第 1 推定部 1 1 4 は、上記の第 1 位置に加えて、第 1 位置が含むうる誤差（以下、「第 1 誤差」とも言う）を推定する。第 1 推定部 1 1 4 は、例えば、車輪速センサ 2 0、車体加速度センサ 2 2、操舵角センサ 3 0、ヨーレートセンサ 4 0 などの設計上の誤差の分散値を用いて共分散行列を算出し、算出した共分散行列に基づいて誤差楕円（誤差範囲）を推定する。この共分散行列は、一般的に、カルマンフィルタなどに用いられるものと同様である。また、第 1 推定部 1 1 4 は、車両 M が方位が一定でない走行をした場合などに生じるうる計算誤差、計算の丸め誤差などを考慮して、共分散行列を算出してもよい。

10

【 0 0 3 4 】

すなわち、第 1 推定部 1 1 4 は、車両 M の走行状態を示す情報に基づいて、車両 M の位置を示す第 1 位置および第 1 位置の誤差を推定する。第 1 推定部 1 1 4 は、「第 1 推定部」の一例である。速度計算装置 2 1、車体加速度センサ 2 2、操舵角センサ 3 0、およびヨーレートセンサ 4 0 の出力値は、「車両 M の走行状態を示す情報」の一例である。第 1 推定部 1 1 4 は、車両 M のオドメトリ情報に基づいて、第 1 位置および第 1 位置の誤差を推定する。また、第 1 推定部 1 1 4 は、オドメトリ情報を取得するための装置の設計上の誤差の分散値を用いて共分散行列を算出し、算出した共分散行列を用いて第 1 位置の誤差の範囲を示す第 1 誤差楕円を推定する。

【 0 0 3 5 】

第 2 推定部 1 1 5 は、GNSS 情報 D 3 に基づいて、ある時刻における車両 M の位置（以下、「第 2 位置」とも言う）を推定する。また、第 2 推定部 1 1 5 は、上記の第 2 位置に加えて、第 2 位置が含むうる誤差（以下、「第 2 誤差」とも言う）を推定する。第 2 推定部 1 1 5 は、例えば、GNSS 受信機 5 0 の設計上の誤差の分散値を用いて共分散行列を算出し、算出した共分散行列に基づいて誤差楕円（誤差範囲）を推定する。また、第 2 推定部 1 1 5 は、例えば、道路周辺の建物や気象条件などに起因して受信精度が低下することに起因する誤差を考慮して、共分散行列を算出してもよい。

20

【 0 0 3 6 】

すなわち、第 2 推定部 1 1 5 は、人工衛星から到来する電波に基づいて、車両の位置を示す第 2 位置および第 2 位置の誤差を推定する。第 2 推定部 1 1 5 は、「第 2 推定部」の一例である。GNSS 衛星から到来する信号は、「人工衛星から到来する電波」の一例である。第 2 推定部 1 1 5 は、車両 M が GNSS 衛星から受信した電波に基づいて、第 2 位置および第 2 位置の誤差を推定する。第 2 推定部 1 1 5 は、GNSS 衛星からの電波を受信するための装置の設計上の誤差の分散値を用いて共分散行列を算出し、算出した共分散行列を用いて第 2 位置の誤差の範囲を示す第 2 誤差楕円を推定する。

30

【 0 0 3 7 】

地図生成部 1 2 1 は、周辺画像 D 1 に基づいて、車両 M が通過した道路の地図を生成する。地図生成部 1 2 1 は、例えば、点群地図を生成する。地図生成部 1 2 1 は、生成した地図を、地図情報 M P として記憶部 1 3 0 に記憶させる。ここで、例えば、単眼カメラであるカメラ 1 0 により撮像された周辺画像 D 1 を用いて点群地図を生成する場合、画像に含まれる道路上の対象物までの距離を原理的に算出することが出来ない。このため、周辺画像 D 1 に含まれる画像特徴点により生成された点群地図は、距離の単位（スケール）が定まらず、別途スケール補正処理を施す必要がある。このため、生成部 1 1 6 において、周辺画像 D 1 に基づいて生成された点群地図に対して、以下の判定部 1 2 2、移動量算出部 1 2 3、およびスケール補正部 1 2 4 を用いたスケール補正処理が行われる。

40

【 0 0 3 8 】

判定部 1 2 2 は、例えば、第 1 推定部 1 1 4 により推定された第 1 位置と、第 2 推定部 1 1 5 により推定された第 2 位置とで、どちらの推定精度が高いかを判定する。例えば、判定部 1 2 2 は、第 1 位置と、第 2 位置とで、どちらの誤差が小さいか（或いは大きい）かを判定する。例えば、判定部 1 2 2 は、第 1 誤差によって表される誤差楕円の長軸の長

50

さと、第 2 誤差によって表される誤差楕円の長軸の長さとを比較し、長軸の長さが短いほうの推定位置の誤差が小さいと判定する（すなわち、推定精度が高いと判定する）。また、判定部 1 2 2 は、第 1 誤差によって表される誤差楕円の短軸の長さと、第 2 誤差によって表される誤差楕円の短軸の長さとを比較し、短軸の長さが短いほうの推定位置の誤差が小さいと判定してもよい。また、判定部 1 2 2 は、第 1 誤差によって表される誤差楕円の長軸と短軸の長さの平均値と、第 2 誤差によって表される誤差楕円の長軸と短軸の長さの平均値とを比較し、平均値が小さいほうの推定位置の誤差が小さいと判定してもよい。或いは、判定部 1 2 2 は、第 1 誤差によって表される誤差楕円の面積と、第 2 誤差によって表される誤差楕円の面積とを比較し、面積が小さいほうの推定位置の誤差が小さいと判定してもよい。

10

【 0 0 3 9 】

すなわち、生成部 1 1 6 は、第 1 誤差楕円と、第 2 誤差楕円との比較結果に基づいて、第 1 位置および第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置を判定する。

【 0 0 4 0 】

移動量算出部 1 2 3 は、点群地図に含まれる時系列の点群データの今回値と前回値（数回前の値でもよい）とを比較し、1 サイクルあたりの車両 M の移動量を算出する。1 サイクルとは、車両 M の移動量を導出する始点時刻と終点時刻との間の期間を意味する。1 サイクルは、例えば 0 . 1 [s e c] ~ 1 [s e c] 程度の期間である。移動量とは、例えば、地図生成装置 1 0 0 が想定する直交座標系を X Y Z 軸とすると、X Y Z 軸のそれぞれに関する並進移動量と、X Y Z 軸のそれぞれを中心とする回転移動量とを含む、6 自由度の移動量である。

20

【 0 0 4 1 】

また、移動量算出部 1 2 3 は、時系列の第 1 位置および / または第 2 位置の今回値と前回値（数回前の値でもよい）とを比較し、1 サイクルあたりの車両 M の移動量を算出する。判定部 1 2 2 により第 2 位置よりも第 1 位置の方が推定精度が高いと判定された場合、移動量算出部 1 2 3 は、今回値として第 1 位置を優先して設定し、今回値（第 1 位置）と前回値（第 1 位置または第 2 位置）との移動量を算出する。一方、判定部 1 2 2 により第 1 位置よりも第 2 位置の方が推定精度が高いと判定された場合、移動量算出部 1 2 3 は、今回値として第 2 位置を優先して設定し、今回値（第 2 位置）と前回値（第 1 位置または第 2 位置）との移動量を算出する。移動量算出部 1 2 3 の処理の詳細については後述する。

30

【 0 0 4 2 】

優先して設定するとは、第 1 位置および第 2 位置のうち、いずれか一方の推定位置を選択して車両 M の推定位置（位置情報）として設定することと、いずれか一方の重みが大きくなるように係数（加重度）を設定して第 1 位置および第 2 位置の加重和を算出して車両 M の推定位置として設定することとの両方を含む。例えば、第 1 位置を優先して設定するとは、第 1 位置を選択して車両 M の推定位置として設定することと、第 1 位置の重みが大きくなるように係数を設定して第 1 位置および第 2 位置の加重和を算出して車両 M の推定位置として設定することとの両方を含む。例えば、移動量算出部 1 2 3 は、第 1 推定部 1 1 4 により推定された第 1 誤差と、第 2 推定部 1 1 5 により推定された第 2 誤差との比に基づいて、重み係数を設定する。

40

【 0 0 4 3 】

スケール補正部 1 2 4 は、移動量算出部 1 2 3 により算出された移動量に基づいて、点群地図のスケール補正に用いられるスケール補正係数を算出する。スケール補正部 1 2 4 は、算出したスケール補正係数を用いて、点群地図のスケールを補正する。スケール補正係数は、例えば、点群地図に基づいて算出される移動量と、第 1 位置および / または第 2 位置に基づいて算出される移動量との比である。スケール補正部 1 2 4 の処理の詳細については後述する。

【 0 0 4 4 】

すなわち、生成部 1 1 6 は、第 1 位置および第 2 位置のうち、誤差が小さい一方の位置

50

を優先して車両 M の位置情報を設定し、設定した車両 M の位置情報と、周辺画像とに基づいて、車両 M が走行した場所の地図を生成する。生成部 116 は、「生成部」の一例である。生成部 116 は、第 1 位置および第 2 位置のうち誤差が小さい一方の位置を選択し、選択した一方の位置を、車両 M の位置情報として設定する。また、生成部 116 は、第 1 位置および第 2 位置のうち誤差が小さい一方の位置の重みが大きくなるように係数を設定し、第 1 位置および第 2 位置の加重和を算出することにより得られる位置を、車両の位置情報として設定する。

【0045】

また、生成部 116 は、車両 M の位置情報の時系列の変化に基づいて車両の移動量を算出し、算出した移動量を用いて、周辺画像から生成された地図のスケールを補正する。生成部 116 は、車両 M の位置情報の時系列の変化に基づいて算出される車両 M の移動量と、周辺画像から生成された点群地図に含まれる点群データに基づいて算出される車両 M の移動量との比であるスケール補正係数を算出し、算出されたスケール補正係数を用いて、周辺画像から生成された地図のスケールを補正する。

10

【0046】

記憶部 130 は、例えば、周辺画像 D1、オドメトリ情報 D2、GNSS 情報 D3、地図情報 MP など記憶する。記憶部 130 は、HDD、RAM (Random Access Memory)、フラッシュメモリなどの記憶装置である。

【0047】

以下、フローチャートを用いて、地図生成処理について説明する。図 3 は、第 1 実施形態に係る地図生成装置 100 による地図生成処理の一例を示すフローチャートである。以下の説明においては、予め、車両 M が地図生成の対象となる道路を走行して周辺画像 D1、オドメトリ情報 D2、および GNSS 情報 D3 が取得され、記憶部 130 に記憶されているものとして説明する。なお、地図生成装置 100 は、車両 M が地図生成の対象となる道路を走行しながら地図を生成するものであってもよい。また、以下に説明されるフローチャートの処理ステップは、順番が入れ替わってもよいし、複数の処理ステップが並行して実行されてもよい。

20

【0048】

まず、地図生成部 121 は、記憶部 130 から時系列に撮像された周辺画像 D1 を読み出して、読み出した周辺画像 D1 に基づいて、点群地図を生成する (ステップ S101)。地図生成部 121 は、例えば、周辺画像 D1 の各々に含まれる道路区画線や、車両 M の周辺にある物標の位置などを認識して特徴点として抽出し、抽出した特徴点を点群データとして表した点群地図を生成する。

30

【0049】

図 4 は、第 1 実施形態に係る地図生成部 121 により生成された点群地図 MP1 の一例を示す図である。この点群地図 MP1 には、地図生成の対象となる道路 (道路 R1) が点群データで表されている。なお、この点群地図 MP1 には、比較のため、地図生成の対象となる道路について、GNSS 情報に基づいてスケールが定められた道路 R0 も示されている。図 4 に示すように、この点群地図 MP1 において、道路 R1 は、スケールが定まっておらず、実際のスケールが把握できない状態となっている。

40

【0050】

次に、第 1 推定部 114 は、記憶部 130 に記憶されたオドメトリ情報 D2 のうち、ある時刻におけるオドメトリ情報を読み出して、第 1 位置および第 1 誤差を推定する (ステップ S103)。

【0051】

次に、第 2 推定部 115 は、記憶部 130 に記憶された GNSS 情報 D3 のうち、上記のステップ S103 において処理の対象となったオドメトリ情報 D2 の時刻と対応する GNSS 情報を読み出して、第 2 位置および第 2 誤差を推定する (ステップ S105)。

【0052】

次に、判定部 122 は、第 1 推定部 114 により推定された第 1 誤差と、第 2 推定部 1

50

15により推定された第2誤差とを比較し、第1誤差が、第2誤差よりも小さいか否かを判定する(ステップS107)。

【0053】

判定部122は、第1誤差が第2誤差よりも小さいと判定した場合、第1位置を優先して車両Mの位置情報を設定する(ステップS109)。一方、判定部122は、第1誤差が第2誤差よりも小さいと判定した場合、第2位置を優先して車両Mの位置情報を設定する(ステップS111)。

【0054】

図5は、第1実施形態に係る判定部122による判定処理の一例を説明する図である。図5に示す例では、時刻t1について、オドメトリ情報D2を用いた第1推定部114による推定処理により、第1位置EP1-1および第1誤差EE1-1が得られている。また、時刻t1について、GNSS情報D3を用いた第2推定部115による推定処理により、第2位置EP2-1および第2誤差EE2-1が得られている。ここで、例えば、第1誤差EE1-1によって表される誤差楕円の長軸の長さは、第2誤差EE2-1によって表される誤差楕円の長軸の長さよりも短い。この場合、判定部122は、時刻t1について、第1位置EP1-1の誤差が、第2位置EP2-1の誤差よりも小さいと判定する。これにより、判定部122は、時刻t1について、第1位置EP1-1を優先して車両Mの位置情報を設定する。

【0055】

同様に、図5に示す例では、時刻t2について、オドメトリ情報D2を用いた第1推定部114による推定処理により、第1位置EP1-2および第1誤差EE1-2が得られている。また、時刻t2について、GNSS情報D3を用いた第2推定部115による推定処理により、第2位置EP2-2および第2誤差EE2-2が得られている。ここで、例えば、第1誤差EE1-2によって表される誤差楕円の長軸の長さは、第2誤差EE2-2によって表される誤差楕円の長軸の長さよりも短い。この場合、判定部122は、時刻t2について、第1位置EP1-2の誤差が、第2位置EP2-2の誤差よりも小さいと判定する。これにより、判定部122は、時刻t2について、第1位置EP1-2を優先して車両Mの位置情報を設定する。

【0056】

一方、図5に示す例では、時刻t3について、オドメトリ情報D2を用いた第1推定部114による推定処理により、第1位置EP1-3および第1誤差EE1-3が得られている。また、時刻t3について、GNSS情報D3を用いた第2推定部115による推定処理により、第2位置EP2-3および第2誤差EE2-3が得られている。ここで、例えば、第1誤差EE1-3によって表される誤差楕円の長軸の長さは、第2誤差EE2-3によって表される誤差楕円の長軸の長さよりも長い。この場合、判定部122は、時刻t3について、第1位置EP1-3の誤差が、第2位置EP2-3の誤差よりも大きいと判定する。これにより、判定部122は、時刻t3について、第2位置EP2-3を優先して車両Mの位置情報を設定する。

【0057】

なお、第1推定部114は、所定のタイミングで、オドメトリ情報D2に基づく推定に利用する車両位置(前回の推定位置)の情報をリセットし、誤差の蓄積を解消するようにしてもよい。例えば、第1推定部114は、図5に示す例における時刻t3のように、GNSS情報D3に基づく第2位置の方が精度が高いと判定されたタイミングで、第2位置を現在の車両位置として設定し、以後のオドメトリ情報D2に基づく推定処理を行うようにしてもよい。

【0058】

次に、判定部122は、記憶部130に記憶されているオドメトリ情報D2およびGNSS情報D3の全処理対象データの処理が完了したか否かを判定する(ステップS113)。判定部122により全処理対象データの処理が完了していないと判定された場合、ステップS103に戻り、第1推定部114は、記憶部130に記憶された未だ処理されて

10

20

30

40

50

いないオドメトリ情報 D 2 のうち、ある時刻におけるオドメトリ情報を読み出して、第 1 位置および第 1 誤差を推定し、以後のステップの処理が繰り返される。

【 0 0 5 9 】

一方、判定部 1 2 2 により全処理対象データの処理が完了していると判定された場合、移動量算出部 1 2 3 は、点群地図に基づく点群データ間の車両 M の移動量を算出し、および、第 1 位置および / または第 2 位置に基づく移動量を算出する (ステップ S 1 1 5)。図 5 に示す例では、移動量算出部 1 2 3 は、時刻 t_1 における第 1 位置 $EP1-1$ と時刻 t_2 における第 1 位置 $EP1-2$ との間の移動量 $AM1$ を算出する。また、移動量算出部 1 2 3 は、時刻 t_2 における第 1 位置 $EP1-2$ と時刻 t_3 における第 2 位置 $EP2-3$ との間の移動量 $AM2$ を算出する。また、移動量算出部 1 2 3 は、時刻 t_3 における第 2 位置 $EP2-3$ と時刻 t_4 における第 1 位置 $EP1-4$ との間の移動量 $AM3$ を算出する。

10

【 0 0 6 0 】

次に、スケール補正部 1 2 4 は、移動量算出部 1 2 3 により算出された移動量に基づいて、スケール補正係数を算出する (ステップ S 1 1 7)。図 5 に示す例では、スケール補正部 1 2 4 は、点群地図から算出される時刻 t_1 に対応する点と時刻 t_2 に対応する点との間の移動量 (以下、「第 1 移動量」と言う) と、移動量 $AM1$ との比を、スケール補正係数 (以下、「第 1 スケール補正係数」と言う) として算出する。同様に、スケール補正部 1 2 4 は、点群地図から算出される時刻 t_2 に対応する点と時刻 t_3 に対応する点との間の移動量 (以下、「第 2 移動量」と言う) と、移動量 $AM2$ との比を、スケール補正係数 (以下、「第 2 スケール補正係数」と言う) として算出する。また、スケール補正部 1 2 4 は、点群地図から算出される時刻 t_3 に対応する点と時刻 t_4 に対応する点との間の移動量 (以下、「第 3 移動量」と言う) と、移動量 $AM3$ との比を、スケール補正係数 (以下、「第 3 スケール補正係数」と言う) として算出する。

20

【 0 0 6 1 】

次に、スケール補正部 1 2 4 は、算出したスケール補正係数を用いて、点群地図のスケールを補正する (ステップ S 1 1 9)。例えば、スケール補正部 1 2 4 は、第 1 スケール補正係数を用いて、点群地図上における時刻 t_1 に対応する点と時刻 t_2 に対応する点との距離を補正する。例えば、第 1 スケール補正係数が第 1 移動量に対する移動量 $AM1$ の比である場合、スケール補正部 1 2 4 は、点群地図上における時刻 t_1 に対応する点と時刻 t_2 に対応する点との距離に、第 1 スケール補正係数を乗じることで、補正を行う。同様に、スケール補正部 1 2 4 は、第 2 スケール補正係数を用いて、点群地図上における時刻 t_2 に対応する点と時刻 t_3 に対応する点との距離を補正する。同様に、スケール補正部 1 2 4 は、第 3 スケール補正係数を用いて、点群地図上における時刻 t_3 に対応する点と時刻 t_4 に対応する点との距離を補正する。なお、スケール補正部 1 2 4 は、点群地図 1 つに対して 1 つのスケール補正係数を算出し、算出した 1 つのスケール補正係数を用いて点群地図のスケールを補正するようにしてもよい。例えば、スケール補正部 1 2 4 は、上記のように算出される複数のスケール補正係数の平均値 (例えば、第 1 スケール補正係数から第 3 スケール補正係数の平均値) を、点群地図 1 つに対する 1 つのスケール補正係数として算出してよい。

30

40

【 0 0 6 2 】

図 6 は、第 1 実施形態に係るスケール補正部 1 2 4 によりスケール補正が行われた点群地図 $MP1A$ の一例を示す図である。図 6 に示すスケール補正後の点群地図 $MP1A$ においては、図 4 に示す点群地図 $MP1$ に示される道路 $R1$ に対してスケール補正が行われた結果として得られる道路 $R1A$ が示されている。このスケール補正後の道路 $R1A$ は、比較として示す $GNSS$ 情報に基づいて生成された道路 $R0$ とほぼ同様なスケールおよび形状を有している。このように、地図生成装置 1 0 0 では、点群地図のスケールを推定して補正を行うことで、高精度な地図を生成することができる。以上により、本フローチャートの処理が完了する。

【 0 0 6 3 】

50

以上説明した第1実施形態の地図生成システム1および地図生成装置100によれば、第1位置および第2位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して車両Mの位置情報を設定し、設定した車両Mの位置情報と、周辺画像とに基づいて、車両Mが走行した場所の地図を生成することで、高精度な地図を生成することができる。また、車両Mのオドメトリ情報に基づく第1位置の誤差を推定し、車両MがGNSS衛星から受信した電波に基づく第2位置の誤差を推定し、両者を比較して誤差の小さい一方の位置を判定することで、車両Mの位置を正確に推定することができる。また、車両Mの位置情報の時系列の変化に基づいて算出された車両Mの移動量を用いて地図のスケールを補正することで、例えば、単眼カメラより撮像された周辺画像を用いた場合であっても、高精度な地図を生成することができる。

10

【0064】

<第2実施形態>

以下、第2実施形態について説明する。図7は、第2実施形態に係る地図生成システム2の構成例を示す図である。地図生成システム2において、地図生成装置100Aは、車両Mではなくクラウドサーバとして構成される。一以上の車両Mには、カメラ10、速度計算装置21、車体加速度センサ22、操舵角センサ30、ヨーレートセンサ40、GNSS受信機50などからの情報を、必要に応じて処理を加えて地図生成装置100Aに送信する通信装置60が搭載されている。地図生成装置100Aは、ネットワークNWを介して通信装置60から送信された情報を取得する。ネットワークNWは、例えば、WAN(Wide Area Network)、LAN(Local Area Network)、セルラー網、無線基地局、インターネットなどを含む。地図生成装置100Aは、ネットワークNWに接続するための通信インターフェース(不図示)を備える他は第1実施形態と同様の構成を備える(図2参照)。これについての再度の説明は省略する。

20

【0065】

以上説明した第2実施形態の地図生成システム2および地図生成装置100Aによれば、第1実施形態の地図生成システム1と同様に、高精度な地図を生成することができる。

【0066】

上記説明した実施形態は、以下のように表現することができる。

地図生成装置であって、

プログラムを記憶した記憶装置と、

ハードウェアプロセッサと、を備え、

前記ハードウェアプロセッサが前記プログラムを実行することにより、

車両に搭載されたカメラにより撮像された画像を取得し、

前記車両の走行状態を示す情報に基づいて、前記車両の位置を示す第1位置および前記第1位置の誤差を推定し、

人工衛星から到来する電波に基づいて、前記車両の位置を示す第2位置および前記第2位置の誤差を推定し、

前記第1位置および前記第2位置のうち、誤差が小さい一方の位置を優先して前記車両の位置情報を設定し、

設定された前記車両の位置情報と、前記画像とに基づいて、前記車両が走行した場所の地図を生成する、

40

地図生成装置。

【0067】

以上、本発明を実施するための形態について実施形態を用いて説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形及び置換を加えることができる。

【符号の説明】

【0068】

1、2 地図生成システム

10 カメラ

50

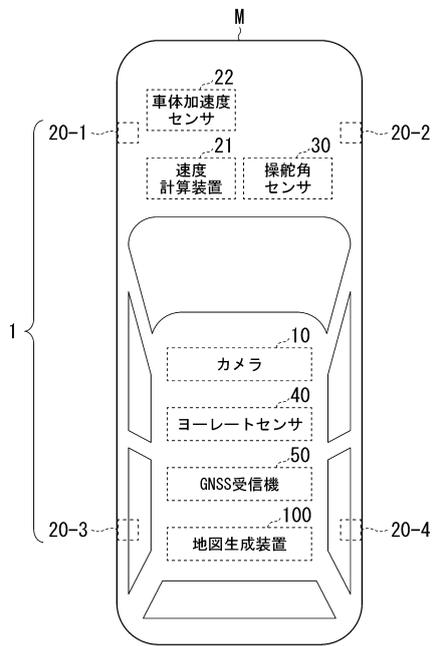
- 2 0 車輪速センサ
- 2 1 速度計算装置
- 2 2 車体加速度センサ
- 3 0 操舵角センサ
- 4 0 ヨーレートセンサ
- 5 0 GNSS受信機
- 6 0 通信装置
- 1 0 0、1 0 0 A 地図生成装置
- 1 1 1 第1取得部
- 1 1 2 第2取得部
- 1 1 3 第3取得部
- 1 1 4 第1推定部
- 1 1 5 第2推定部
- 1 1 6 生成部
- 1 2 1 地図生成部
- 1 2 2 判定部
- 1 2 3 移動量算出部
- 1 2 4 スケール補正部
- 1 3 0 記憶部

10

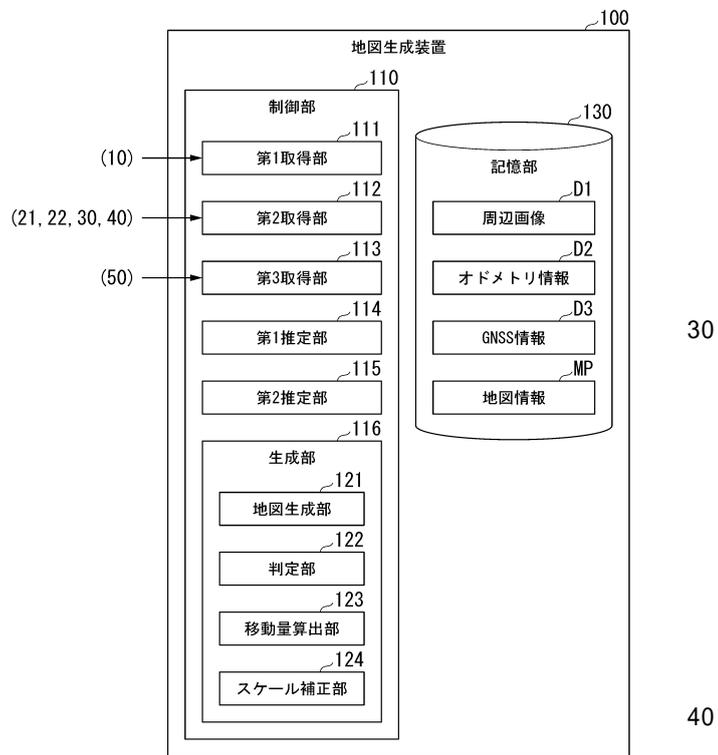
20

【図面】

【図1】



【図2】

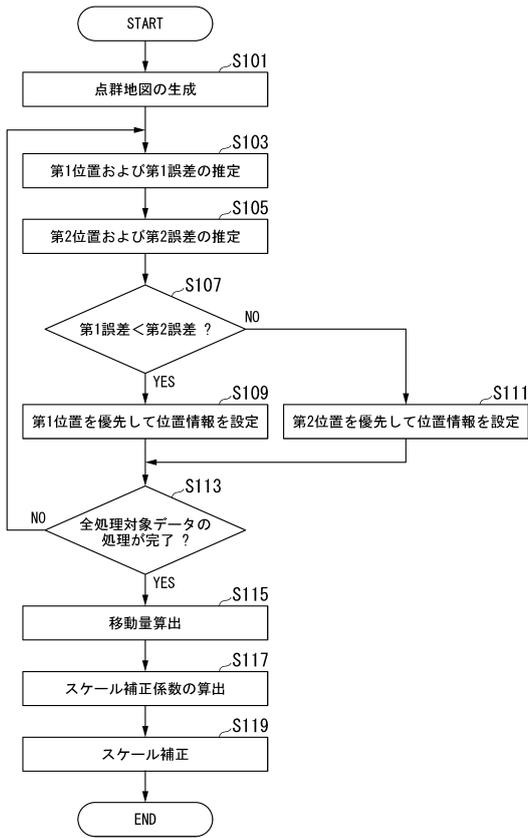


30

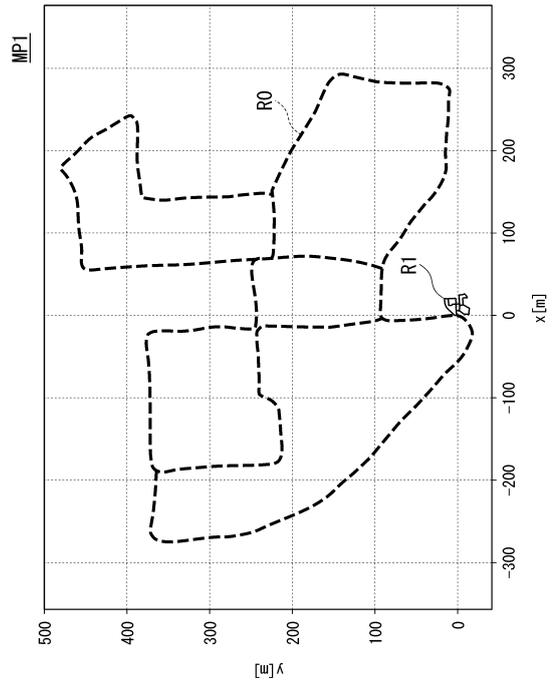
40

50

【 図 3 】



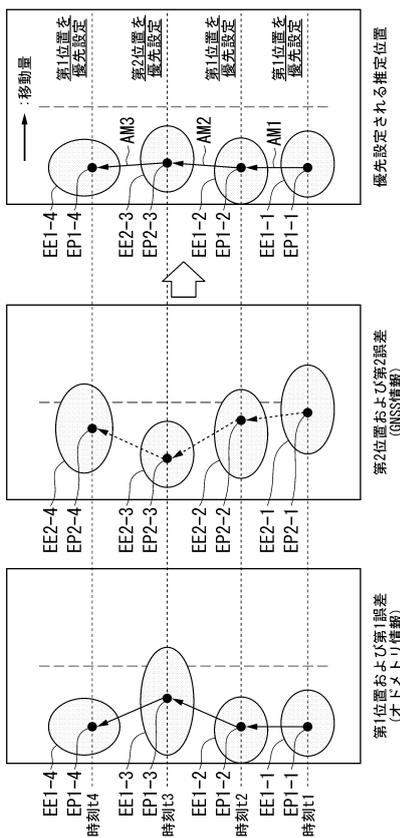
【 図 4 】



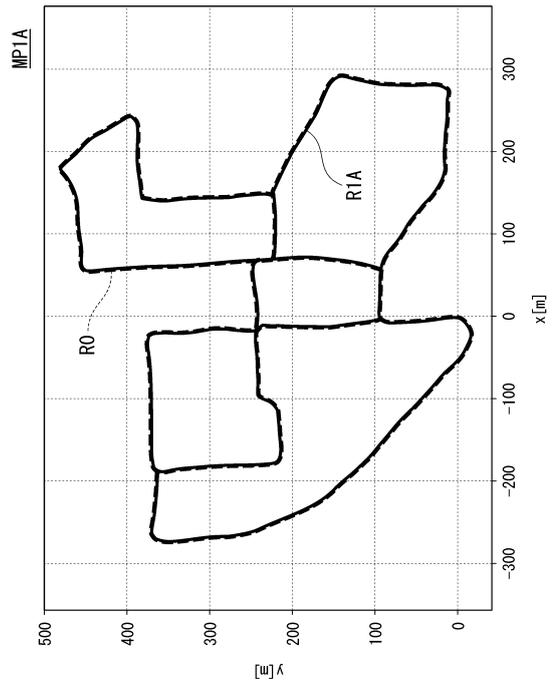
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

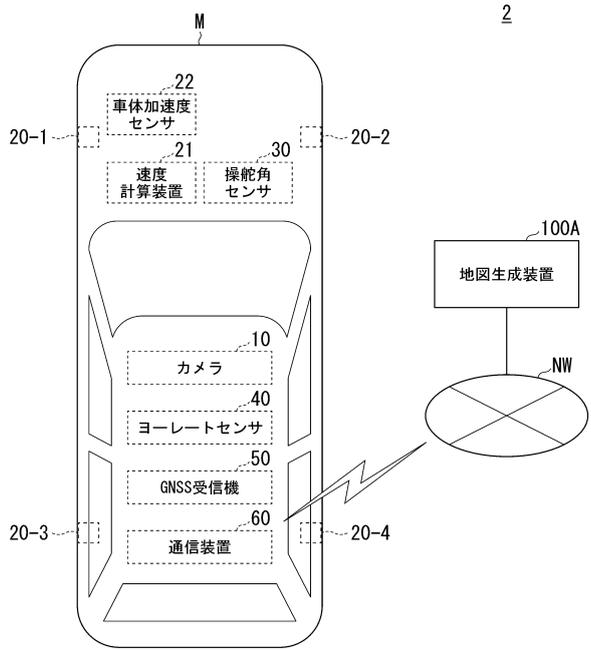


30

40

50

【 図 7 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F129 AA03 BB02 BB20 BB23 BB26 BB33 BB48 FF02 FF17 FF20
FF57 FF62 FF73 GG17 HH19 HH20 HH21
5H181 AA01 BB13 CC04 FF04 FF05 FF07 MC18 MC27