

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年6月6日(06.06.2019)



(10) 国際公開番号

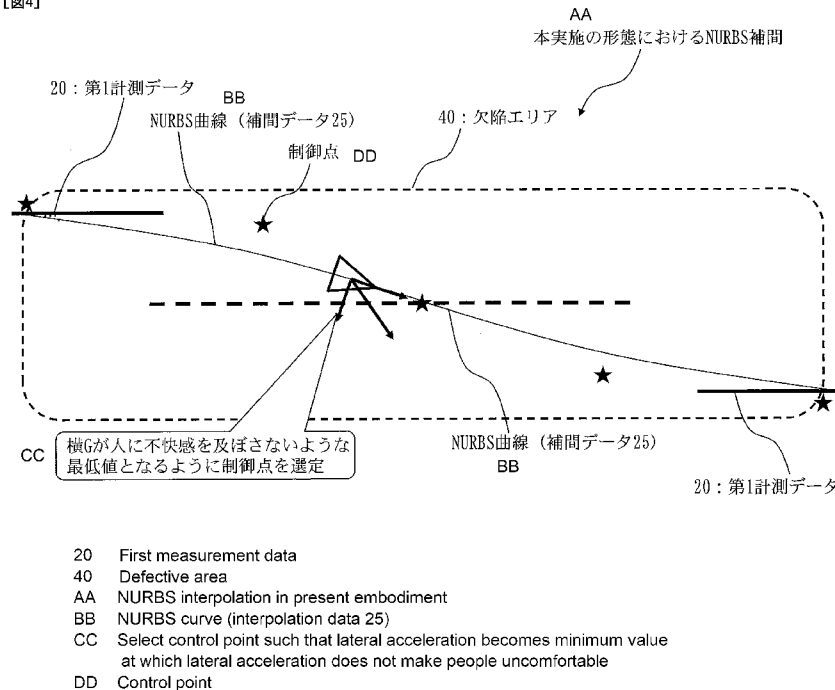
WO 2019/107536 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 17/05 (2011.01) *G09B 29/00* (2006.01) [JP/JP]; 〒1080074 東京都港区高輪 3 - 2 5 - 2 3 京急第 2 ビル Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/044152 (72) 発明者: 鈴木 俊 晴 (SUZUKI, Toshiharu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中島 務 (NAKAJIMA, Tsutomu); 〒1080074 東京都港区高輪 3 - 2 5 - 2 3 京急第 2 ビル ダイナミックマップ基盤株式会社内 Tokyo (JP). 小澤 正 (OZAWA, Tadashi); 〒1080074 東京都港区高輪 3 - 2 5 - 2 3 京急第 2 ビル ダイナミックマップ基盤株式会社内 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2018年11月30日(30.11.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-229755 2017年11月30日(30.11.2017) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP). ダイナミックマップ基盤株式会社(DYNAMIC MAP PLATFORM CO., LTD.) (74) 代理人: 溝 井 国 際 特 許 業 務 法 人(MIZOI INTERNATIONAL PATENT FIRM);

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL MAP GENERATING SYSTEM, THREE-DIMENSIONAL MAP GENERATING METHOD, AND THREE-DIMENSIONAL MAP GENERATING PROGRAM

(54) 発明の名称: 三次元地図生成システム、三次元地図生成方法および三次元地図生成プログラム

【図4】



(57) Abstract: A three-dimensional map generating system (500) generates three-dimensional map information (11) using measurement data acquired by a measuring vehicle (200) moving in a measurement area (50). On the basis of first measurement data (20) transmitted from the measuring vehicle (200), a determining unit (120) determines, from the measurement area (50), a data lacking area which lacks measurement data for generating a three-dimensional map. A generating

〒2470056 神奈川県鎌倉市大船二丁目 1 7
番 1 0 号 3 階 Kanagawa (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

unit (130) generates interpolation data for interpolating three-dimensional map information about a defective area using a NURBS curve, such that a lateral acceleration, which is a lateral centrifugal force exerted on a traveling vehicle traveling on the road in the defective area at a traveling speed, is smaller than or equal to a preset threshold (12).

(57) 要約：三次元地図生成システム (500) は、計測エリア (50) を移動する計測車両 (200) により取得される計測データを用いて、三次元地図情報 (11) を生成する。判定部 (120) は、計測車両 (200) から送信される第1計測データ (20) に基づいて、三次元地図を生成するための計測データが不足しているデータ不足エリアを計測エリア (50) から判定する。生成部 (130) は、欠陥エリアの道路を走行速度で走行する走行車両にかかる横方向の遠心力である横Gが、予め定められた閾値 (12) 以下となるように、欠陥エリアの三次元地図情報をNURBS曲線で補間する補間データを生成する。

明 細 書

発明の名称：

三次元地図生成システム、三次元地図生成方法および三次元地図生成プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、高精度三次元地図を生成する三次元地図生成システム、三次元地図生成装置、三次元地図生成方法および三次元地図生成プログラムに関する。特に、計測データの不足部分を補間する三次元地図生成システム、三次元地図生成装置、三次元地図生成方法および三次元地図生成プログラムに関する。

背景技術

[0002] 自動運転に使用する高精度三次元地図、すなわちダイナミックマップを生成するダイナミックマップ高精度基盤システムが開発されている。ダイナミックマップ高精度基盤システムは、MMS (Mobile Mapping System) により計測された三次元点群データを用いて、高精度三次元地図、すなわちダイナミックマップを生成する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：「ダイナミックマップ平成28年度成果と今後の課題」 http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/iinkai/jidousoukou_28/siryō28-1-2-1-1.pdf

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 現状では、MMSによる計測データである三次元点群データに未計測箇所がある場合、高精度三次元地図の中に三次元点群データがない欠陥エリアが

生じるという課題がある。

[0005] 本発明は、計測データに未計測箇所がある場合でも、高精度三次元地図の欠陥エリアを適切に補間することができる三次元地図生成システム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

[0006] 本発明に係る三次元地図生成システムは、計測エリアを移動する計測車両により取得される計測データを用いて、自動運転に用いられる三次元地図を表す三次元地図情報を生成する三次元地図生成システムにおいて、

前記計測車両から送信される第1計測データに基づいて、前記三次元地図を生成するための計測データが不足しているデータ不足エリアを前記計測エリアから判定する判定部と、

前記データ不足エリアを欠陥エリアとして、前記欠陥エリアの三次元地図情報を補間する補間データを生成する生成部とを備え、

前記生成部は、

前記欠陥エリアの道路を走行速度で走行する走行車両にかかる横方向の遠心力である横Gが、予め定められた閾値以下となるように、前記欠陥エリアの三次元地図情報をNURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) 曲線で補間する前記補間データを生成する。

発明の効果

[0007] 本発明に係る三次元地図生成システムによれば、三次元地図に計測データが不足している欠陥エリアがある場合でも、その欠陥エリアを適切に補間することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1に係る三次元地図生成システムおよび三次元地図生成装置の構成図。

[図2]実施の形態1に係る三次元地図生成処理のフロー図。

[図3]実施の形態1に係る三次元地図生成処理を表す模式図。

[図4]実施の形態2に係る欠陥エリアにおけるNURBS補間を表す模式図。

[図5]実施の形態3に係る三次元地図生成システムおよび三次元地図生成装置の構成図。

[図6]実施の形態3に係る三次元地図生成処理のフロー図。

[図7]実施の形態3に係る三次元地図生成処理を表す模式図。

[図8]実施の形態4に係る三次元地図生成処理のフロー図。

[図9]実施の形態4に係る三次元地図生成処理を表す模式図。

[図10]実施の形態5に係る補間処理の例を示す模式図。

[図11]実施の形態5に係る補間処理の別例を示す模式図。

[図12]実施の形態6に係る補間処理の例を示す模式図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。なお、各図中、同一または相当する部分には、同一符号を付している。実施の形態の説明において、同一または相当する部分については、説明を適宜省略または簡略化する。

[0010] 実施の形態1.

構成の説明

図1は、本実施の形態に係る三次元地図生成システム500および三次元地図生成装置100の構成図である。

本実施の形態に係る三次元地図生成システム500は、計測エリア50を移動する計測車両200により取得される第1計測データ20を用いて、自動運転に用いられる三次元地図を表す三次元地図情報11を生成する。

三次元地図生成システム500は、三次元地図生成装置100と、計測車両200とを備える。

三次元地図生成装置100は、自動運転などに用いられる三次元地図を表す三次元地図情報11を生成する。三次元地図情報11は、高精度三次元地図、あるいはダイナミックマップともいう。

計測車両200は、MMSにより第1計測データ20を計測するMMS計

測車両である。第1計測データ20は、MMS計測データである。MMSとは、GPS (Global

Positioning System) およびレーザースキャナカメラといった機器を車両に搭載し、走行しながら建物および道路の形状、標識・ガードレール・路面文字・マンホールといった道路周辺の三次元位置情報を高精度で効率的に取得する装置である。MMSは、人工衛星を利用して全地球を測位対象として地上の現在位置を計測するGNSS (Global Navigation Satellite System) 測位を利用している。

[0011] 三次元地図生成システム500は、ダイナミックマップセンターに含まれるシステムである。ダイナミックマップセンターは、自動運転などに使用される基盤的地図である高精度三次元地図、すなわちダイナミックマップを生成する。ここで生成される高精度三次元地図は、主に静的情報である。ダイナミックマップセンターは、MMS計測車両から、MMS計測データを取得し、高精度三次元地図の生成、更新および管理を行う。ダイナミックマップセンターは、高精度三次元地図が完成すると高精度三次元地図を地図サプライヤといった組織に配信する。

MMS計測データに不足データがある場合、MMS計測データが存在しない欠陥エリアが高精度三次元地図に生じてしまう。MMS計測データに不足データが生じる例として、以下の場合がある。

MMS計測車両に並走する並走車、あるいは駐停止車両がある場合に、路面からの反射データが得られないため、MMS計測データが不足する。また、MMS計測時の路面の状態が雨あるいは雪といった気象事象により濡れている場合に、路面からの反射データが得られないことがあり、MMS計測データが不足する。また、MMS計測データとMMS計測データとのつなぎ目に未計測区間がある場合に、MMS計測データが不足する。

[0012] 三次元地図生成装置100は、コンピュータである。三次元地図生成装置100は、プロセッサ910を備えるとともに、メモリ921、補助記憶装

置 9 2 2、および通信装置 9 3 0 といった他のハードウェアを備える。プロセッサ 9 1 0 は、信号線を介して他のハードウェアと接続され、これら他のハードウェアを制御する。

[0013] 三次元地図生成装置 1 0 0 は、機能要素として、計測データ受付部 1 1 0 と、判定部 1 2 0 と、生成部 1 3 0 とを備える。メモリ 9 2 1 には、高精度三次元地図 1 1 が記憶される。

計測データ受付部 1 1 0 と判定部 1 2 0 と生成部 1 3 0 の機能は、ソフトウェアにより実現される。

[0014] プロセッサ 9 1 0 は、三次元地図生成プログラムを実行する装置である。三次元地図生成プログラムは、計測データ受付部 1 1 0 と判定部 1 2 0 と生成部 1 3 0 の機能を実現するプログラムである。

プロセッサ 9 1 0 は、演算処理を行う IC (Integrated Circuit) である。プロセッサ 9 1 0 の具体例は、CPU、DSP (Digital Signal

Processor)、GPU (Graphics Processing Unit) である。

[0015] メモリ 9 2 1 は、データを一時的に記憶する記憶装置である。メモリ 9 2 1 の具体例は、SRAM (Static Random Access Memory)、あるいはDRAM (Dynamic Random Access Memory) である。メモリ 9 2 1 には、三次元地図情報 1 1 および閾値 1 2 といった情報が記憶されている。

[0016] 補助記憶装置 9 2 2 は、データを保管する記憶装置である。補助記憶装置 9 2 2 の具体例は、HDD である。また、補助記憶装置 9 2 2 は、SD (登録商標) メモリカード、CF、NAND フラッシュ、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ブルーレイ (登録商標) ディスク、DVD といった可搬記憶媒体であってもよい。なお、HDD は、Hard Disk Drive の略語である。SD (登録商標) は、Secure Digital の略語である。CF は、Compact Flash (登録商標

)の略語である。DVDは、Digital Versatile Diskの略語である。

[0017] 通信装置930は、ネットワークを介して他の装置と通信する。通信装置930は、レシーバとトランスミッタを有する。通信装置930は、有線または無線で、LAN、インターネット、あるいは電話回線といった通信網に接続している。通信装置930は、具体的には、通信チップまたはNIC (Network Interface Card) である。三次元地図生成装置100は、通信装置930を介して、計測車両200から第1計測データ20を受信する。

[0018] 三次元地図生成プログラムは、プロセッサ910に読み込まれ、プロセッサ910によって実行される。メモリ921には、三次元地図生成プログラムだけでなく、OS (Operating System) も記憶されている。プロセッサ910は、OSを実行しながら、三次元地図生成プログラムを実行する。三次元地図生成プログラムおよびOSは、補助記憶装置922に記憶されていてもよい。補助記憶装置922に記憶されている三次元地図生成プログラムおよびOSは、メモリ921にロードされ、プロセッサ910によって実行される。なお、三次元地図生成プログラムの一部または全部がOSに組み込まれていてもよい。

[0019] 三次元地図生成プログラムにより利用、処理または出力されるデータ、情報、信号値および変数値は、メモリ921、補助記憶装置922、または、プロセッサ910内のレジスタあるいはキャッシュメモリに記憶される。

[0020] 計測データ受付部110と判定部120と生成部130の各部の「部」を「処理」、「手順」あるいは「工程」に読み替えてもよい。三次元地図生成プログラムは、計測データ受付部110と判定部120と生成部130の各部の「部」を「処理」、「手順」あるいは「工程」に読み替えた各処理、各手順あるいは各工程を、コンピュータに実行させる。また、三次元地図生成方法は、三次元地図生成装置100が三次元地図生成プログラムを実行することにより行われる方法である。

三次元地図生成プログラムは、コンピュータ読取可能な記録媒体に格納されて提供されてもよい。また、三次元地図生成プログラムは、プログラムプロダクトとして提供されてもよい。

[0021] ***動作の説明***

図2は、本実施の形態に係る三次元地図生成処理S100のフロー図である。

図3は、本実施の形態に係る三次元地図生成処理S100を表す模式図である。

三次元地図生成処理S100では、生成部130は、第1計測データ20を用いて、リアルタイムに、路面情報、車線情報、および三次元構造物といった静的情報である三次元地図を表す三次元地図情報11を生成する。本実施の形態では、判定部120によりデータ不足エリア30があると判定された場合に、生成部130がデータ不足エリア30の静的情報を補間しながら三次元地図情報11を生成する。

[0022] まず、ステップS101において、計測データ受付部110は、通信装置930を介して、計測車両200により取得された計測データを第1計測データ20として受け付ける。

[0023] <判定処理>

ステップS102において、判定部120は、計測車両200から送信される第1計測データ20に基づいて、三次元地図を生成するための計測データが不足しているデータ不足エリア30を計測エリア50から判定する。具体的には、判定部120は、第1計測データ20から、白線が途中で切れている、あるいは、第1計測データ20の位置情報に極端な変動がある、といったエリアを検出し、計測データが不足しているデータ不足エリア30を抽出する。第1計測データ20をポイントクラウドデータともいう。

データ不足エリア30があると判定された場合、ステップS103に進む。データ不足エリア30がないと判定された場合、通常の三次元地図生成処理が継続される。

判定部 120 による判定処理は、不足データ抽出処理ともいう。

[0024] <補間処理>

ステップ S103 において、生成部 130 は、データ不足エリア 30 を欠陥エリア 40 として、欠陥エリア 40 の三次元地図情報を補間する補間データ 25 を生成する。欠陥エリア 40 は、三次元地図情報を補間すべきエリアである。具体的には、生成部 130 は、緩和曲線を用いた数学的モデルによる補間を行う。数学的モデルを用いた補間方法の具体例として、円弧補間がある。

図 3 に示すように、生成部 130 は、欠陥エリア 40 における道路の区画線といった三次元地図情報を緩和曲線で補間する補間データ 25 を生成する。このとき、生成部 130 は、欠陥エリア 40 の道路を走行速度 V で走行する走行車両にかかる外向け加速度が、人に不快感を及ぼさないように、欠陥エリア 40 を補間する。具体例として、生成部 130 は、円弧補間を用いて、走行速度 V で走行する走行車両にかかる外向け加速度が人に不快感を及ぼさないような補間データ 25 を生成する。

[0025] 生成部 130 は、欠陥エリア 40 の道路を走行速度 V で走行する走行車両にかかる横方向の遠心力である横 G が、予め定められた閾値 12 以下となるように、補間データ 25 を生成する。このとき、走行速度 V は、道路の制限速度、あるいは、道路を走行する車両の平均速度に設定される。

[0026] 一般に、人に不快感を与える横 G は $0.5G$ 程度である。よって、閾値 12 を $0.5G$ 程度とすることが好ましい。

すなわち、走行速度を V とし、道路の円弧部の曲率半径を R とし、重力加速度を g とした場合に、横 $G = (V^2 / R / g) \leq 0.5G$ を満たす緩和曲線により、欠陥エリア 40 における三次元地図情報を補間する補間データ 25 を生成する。

以上のように、生成部 130 は、欠陥エリア 40 の道路を走行速度 V で走行する走行車両にかかる横 G が、 $0.5G$ 以下となるように補間データ 25 を生成する。なお、生成部 130 は、欠陥エリア 40 の道路を走行速度 V で

走行する走行車両にかかる横Gが、0.2G以上0.3G以下となるように補間することがより好ましい。

[0027] なお、本実施の形態に係るデータ不足エリア30は、概ね10m程度の不足データ区間を想定している。概ね10m程度までのデータの不足であれば、追加計測を行わなくても適切に補間することができるからである。

[0028] ***他の構成***

三次元地図生成装置100は、入力インタフェースおよび出力インタフェースを備えていてもよい。入力インタフェースは、マウス、キーボード、あるいはタッチパネルといった入力装置と接続されるポートである。入力インタフェースは、具体的には、USB(Universal Serial Bus)端子である。なお、入力インタフェースは、LAN(Local Area Network)と接続されるポートであってもよい。

出力インタフェースは、ディスプレイといった出力機器のケーブルが接続されるポートである。出力インタフェースは、具体的には、USB端子またはHDMI(登録商標)(High Definition Multimedia Interface)端子である。ディスプレイは、具体的には、LCD(Liquid Crystal Display)である。

本実施の形態では、判定部120が、自動的にデータ不足エリア30、すなわち欠陥エリア40を判定している。しかし、三次元地図生成装置100は、入力インタフェースおよび出力インタフェースを用いて、作業者により指定された欠陥エリア40を取得してもよい。具体的には、作業者は、タッチパネルなどのモニタ上に表示された第1計測データ20に対して、ペンなどを用いて欠陥エリア40を選択する。そして、生成部130は、入力インタフェースを介して、作業者により選択された欠陥エリア40を取得し、欠陥エリア40の補間データ25を生成してもよい。

[0029] また、本実施の形態では、三次元地図生成装置100の「部」の機能がソフトウェアで実現されるが、変形例として、三次元地図生成装置100の「部」の機能がハードウェアで実現されてもよい。

具体的には、三次元地図生成装置１００は、プロセッサに替えて、電子回路を備えていてもよい。

電子回路は、三次元地図生成装置１００の「部」の機能を実現する専用の電子回路である。

電子回路は、具体的には、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ロジックＩＣ、ＧＡ、ＡＳＩＣ、または、ＦＰＧＡである。ＧＡは、Gate Arrayの略語である。ＡＳＩＣは、Application Specific Integrated Circuitの略語である。ＦＰＧＡは、Field-Programmable Gate Arrayの略語である。

三次元地図生成装置１００の「部」の機能は、１つの電子回路で実現されてもよいし、複数の電子回路に分散して実現されてもよい。

別の変形例として、三次元地図生成装置１００の「部」の一部の機能が電子回路で実現され、残りの機能がソフトウェアで実現されてもよい。

[0030] プロセッサと電子回路の各々は、プロセッシングサーキットリとも呼ばれる。つまり、三次元地図生成装置１００の「部」の機能は、プロセッシングサーキットリにより実現される。

[0031] ***本実施の形態の効果の説明***

以上のように、本実施の形態に係る三次元地図生成システムでは、高精度三次元地図を生成する生成部が、計測データの不足により欠陥エリアを補間する機能を有している。よって、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、計測データが不足した場合でも、計測データが不足するデータ不足エリアを欠陥エリアとして適切に補間することができる。

[0032] また、本実施の形態に係る三次元地図生成システムでは、生成部は、車両速度を所定の値に設定し、その速度で人に不快感を与えることが無いように、緩和曲線を用いて欠陥エリアを補間する。よって、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、道路の区画線といった三次元地図情報をより適切に補間することができる。

[0033] 実施の形態 2.

本実施の形態では、主に、実施の形態 1 との差異について説明する。

なお、三次元地図生成装置 100 の構成は実施の形態 1 と同様であるため図示を省略する。また、実施の形態 1 で説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0034] 実施の形態 1 では、生成部 130 が欠陥エリア 40 を補間する補間方法として、円弧補間を用いていた。本実施の形態では、生成部 130 が NURBS 曲線を数学的モデルとした補間方法である NURBS 補間を用いる場合について説明する。

[0035] 図 4 は、本実施の形態に係る欠陥エリア 40 における NURBS 補間を表す模式図である。

図 4 では、第 1 計測データ 20 が不足している欠陥エリア 40 を NURBS 曲線で補間している。特に、図 4 では、外向け加速度である横 G が人に不快感を及ぼさないような最低値になるように制御点を選定して、NURBS 曲線を補間データ 25 として生成している様子を示している。

よって、本実施の形態では、生成部 130 は、欠陥エリア 40 の道路を走行速度 V で走行する走行車両にかかる横 G が、人に不快感を及ぼさないような最低値である閾値 12 以下となるように、欠陥エリア 40 における道路の区画線といった三次元地図情報を NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) 曲線で補間する補間データ 25 を生成する。

上述したように、人に不快感を及ぼさないような横 G の最低値は、0.5 G 程度とされている。よって、生成部 130 は、走行速度を V とし、道路の円弧部の曲率半径を R とし、重力加速度を g とした場合に、 $\text{横 G} = (V^2 / R / g) \leq 0.5 \text{ G}$ を満たす NURBS 曲線により、欠陥エリア 40 における三次元地図情報を補間する補間データ 25 を生成する。なお、横 G が、 $0.2 \text{ G} \leq \text{横 G} = (V^2 / R / g) \leq 0.3 \text{ G}$ を満たす NURBS 曲線により、欠陥エリア 40 を補間することが、より好ましい。

[0036] 以上のように、本実施の形態に係る三次元地図生成システムでは、欠陥エリアの道路を走行速度 V で走行する走行車両にかかる横 G が、人に不快感を及ぼさないような最低値になるように制御点を選定して、NURBS補間をしている。よって、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、欠陥エリアをより適切に接続する接続作業を自動化することが可能となる。すなわち、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、異なる区画線を端点としてより適切に融合接続することが可能となる。

[0037] 実施の形態3.

本実施の形態では、主に、実施の形態1, 2との差異について説明する。実施の形態1, 2で説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0038] ***構成の説明***

図5は、本実施の形態に係る三次元地図生成システム500aおよび三次元地図生成装置100aの構成図である。

実施の形態1では、三次元地図生成システム500aが、概ね10m程度のデータ不足エリア30を、追加計測することなく補間する形態について説明した。本実施の形態では、判定部120が10m以上、たとえば20mから50m程度のデータ不足エリア30を抽出した場合の形態について説明する。20mから50m程度のデータ不足エリア30を抽出した場合は、三次元地図生成システム500aは、データ不足エリア30の追加計測を行い、元の計測データと追加計測データとを滑らかに連結して三次元地図情報11を生成する。

[0039] 本実施の形態に係る三次元地図生成システム500aは、三次元地図生成装置100aと、計測車両200と、データ不足エリア30の近辺を走行している計測車両201とを備える。

また、三次元地図生成装置100aは、実施の形態1で説明した構成要素に加えて、追加データ要求部140を備える。

[0040] 追加データ要求部140は、データ不足エリア30に不足している計測デ

ータを第2計測データ21として要求する。追加データ要求部140は、通信装置930を介して、データ不足エリア30近辺を走行している計測車両201に、データ不足エリア30の追加計測データである第2計測データ21を要求する。

計測データ受付部110は、通信装置930を介して、計測車両201から第2計測データ21を取得する。

生成部130は、第1計測データ20と第2計測データ21とのつなぎ目を含むエリアを欠陥エリア40とする。生成部130は、第1計測データ20と第2計測データ21とを接続するように欠陥エリア40の三次元地図情報を補間する補間データ25を生成する。

[0041] ***動作の説明***

図6は、本実施の形態に係る三次元地図生成処理S100aのフロー図である。

図7は、本実施の形態に係る三次元地図生成処理S100aを表す模式図である。

ステップS101およびステップS102の処理は、実施の形態1と同様である。

データ不足エリア30があると判定された場合、ステップS105に進む。データ不足エリア30がないと判定された場合、通常の三次元地図生成処理が継続される。

[0042] ステップS105において、追加データ要求部140は、データ不足エリア30に不足している計測データを第2計測データ21として要求する。

具体的には、判定部120によりデータ不足エリア30のエリア番号が特定される。追加データ要求部140は、エリア番号により特定されたデータ不足エリア30の近傍を走行する計測車両201に対して、エリア番号を伝え、データ不足エリア30の計測データの測定を要求する。あるいは、測定業者に追加測定を依頼してもよい。計測車両201は、データ不足エリア30の追加計測を行う。計測車両201は、追加計測により得られた第2計測

データ 21 を三次元地図生成装置 100a に送信する。

[0043] ステップ S106 において、計測データ受付部 110 は、通信装置 930 を介して、第 2 計測データ 21 を取得する。計測データ受付部 110 は、第 2 計測データ 21 を生成部 130 に出力する。

[0044] ステップ S103a において、生成部 130 は、第 1 計測データ 20 と第 2 計測データ 21 とのつながり目を含むエリアを欠陥エリア 40 とする。生成部 130 は、欠陥エリア 40 において第 1 計測データ 20 と第 2 計測データ 21 とを接続するように欠陥エリア 40 を補間する補間データ 25 を生成する。生成部 130 は、欠陥エリア 40 において第 1 計測データ 20 と第 2 計測データ 21 とを滑らかに接続するように補間データ 25 を生成する。

[0045] 図 7 では、第 1 計測データ 20 と、データ不足エリア 30 の追加計測データである第 2 計測データ 21 とのつながり目を含むエリアを欠陥エリア 40 としている。生成部 130 は、欠陥エリア 40 において、第 1 計測データ 20 と第 2 計測データ 21 とを滑らかにつなぐような補間データ 25 を生成している。

なお、第 1 計測データ 20 と第 2 計測データ 21 とを滑らかにつなぐ補間方法については、実施の形態 1 および 2 で説明したものと同様である。

[0046] ***他の構成***

本実施の形態では、三次元地図生成装置 100a が、計測データ受付部 110 と、判定部 120 と、生成部 130 と、追加データ要求部 140 とを備えている。しかし、本実施の形態の変形例として、計測車両 200 が、判定部 120 と、追加データ要求部 140 とを備え、三次元地図生成装置 100a が、計測データ受付部 110 と、生成部 130 とを備えた構成でもよい。

この場合、計測車両 200 は、判定部 120 により不足データ抽出処理を行いながら、追加計測を要求することができる。よって、不足データが抽出された場合に、計測車両 200 はリアルタイムに追加計測を行うことができる。

[0047] ***本実施の形態の効果の説明***

本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、データ不足エリアの追加計測を行い、追加計測により得られた新測定点群データを旧測定点群データに合わせることができる。一連の第1計測データと、一連の第2計測データとのデータを接合する際、不連続となる場合がある。不連続となる場合でも、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、第1計測データと第2計測データとの接続箇所の近傍を、実施の形態1で説明した欠陥エリアとみなし、実施の形態1と同様の補間処理を行うことができる。よって、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、追加計測をした場合でも、より精度の高い三次元地図情報を得ることができる。

[0048] 実施の形態4.

本実施の形態では、主に、実施の形態3との差異について説明する。

なお、三次元地図生成装置100aの構成は実施の形態3と同様であるため図示を省略する。また、実施の形態1から3で説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0049] 実施の形態3では、第1計測データ20と、データ不足エリア30の追加計測により得られた第2計測データ21とのつなぎ目を欠陥エリア40とみなして補間処理を行うものであった。本実施の形態では、この実施の形態3の技術を三次元地図の更新作業に適用する形態について説明する。

[0050] 図8は、本実施の形態に係る三次元地図生成処理S100bのフロー図である。

図9は、本実施の形態に係る三次元地図生成処理S100bを表す模式図である。

ステップS101の処理は、実施の形態1と同様である。

ステップS102aにおいて、判定部120は、計測エリア50において三次元地図が更新された更新エリア60を取得する。具体的には、判定部120は、道路管理会社といった道路を管理する組織からの連絡により、道路の更新箇所を更新エリア60として検知する。

[0051] ステップS105aにおいて、追加データ要求部140は、更新エリア6

0に不足している計測データを第2計測データ21として要求する。追加データ要求部140は、第2計測データを取得可能な計測車両201に、第2計測データ21を要求する。具体的には、追加データ要求部140は、更新エリア60近傍を走行する計測車両201に追加計測を依頼する。あるいは、追加データ要求部140は、測定業者に更新エリア60の追加計測を依頼してもよい。

[0052] ステップS106の処理は、実施の形態3と同様である。すなわち、計測データ受付部110は、通信装置930を介して、更新エリア60の追加計測データである第2計測データ21を取得する。計測データ受付部110は、第2計測データ21を生成部130に出力する。

[0053] ステップS103aの処理は、実施の形態3と同様である。すなわち、生成部130は、第1計測データ20と、更新エリア60の追加計測データである第2計測データ21とのつながり目を含むエリアを欠陥エリア40とする。生成部130は、第1計測データ20と第2計測データ21とを接続するように欠陥エリア40を補間する補間データ25を生成する。

[0054] 図9では、第1計測データ20と、更新エリア60の追加計測データである第2計測データ21とのつながり目を含むエリアを欠陥エリア40としている。生成部130は、欠陥エリア40において、第1計測データ20と第2計測データ21とを滑らかにつなぐような補間データ25を生成している。

なお、第1計測データ20と第2計測データ21とを滑らかにつなぐ補間方法については、実施の形態1および2で説明したものと同様である。

[0055] ***本実施の形態の効果の説明***

このように、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、実施の形態3におけるデータ不足エリアを更新エリアとみなすことで、実施の形態3と同様の処理により、三次元地図の更新作業を行うことができる。よって、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、地図更新の自動化が可能となる。

[0056] 実施の形態5.

本実施の形態では、主に、実施の形態 1 から 4 との差異について説明する。

なお、三次元地図生成装置 100 の構成は実施の形態 1 から 4 と同様であるため図示を省略する。また、実施の形態 1 から 4 で説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0057] 図 10 は、本実施の形態に係る補間処理の例を示す模式図である。

本実施の形態では、実施の形態 3, 4 において、第 1 計測データ 20 と第 2 計測データ 21 との計測精度の良し悪しの差異が分かっている場合、計測精度が悪い計測データの接続近傍を欠陥エリア 40 とみなし、実施の形態 1, 2 で説明した補間処理を行う。計測精度の良し悪しは、精度の高低により表される。

[0058] 図 10 に示すように、生成部 130 は、第 1 計測データ 20 の精度と第 2 計測データ 21 の精度とを比較し、精度が低い方の計測データのエリアを欠陥エリア 40 として補間データ 25 を生成する。

ここで、精度の高低は、たとえば、GPS 衛星の配置による測位精度の影響を表す DOP (Dilution Of Precision) 配置、点群生データの精度、および GNSS 測位による高精度解が算出される率である FIX 率といった情報に基づいて決定される。

図 10 では、第 1 計測データ 20 と第 2 計測データ 21 とのうち精度が低い方の計測データの部分を欠陥エリア 40 とみなして補間処理を行っている。すなわち、精度が低い方の第 2 計測データ 21 を補間データ 25 で置き換えている。

[0059] 図 11 は、本実施の形態に係る補間処理の別例を示す模式図である。

図 11 に示すように、生成部 130 は、第 1 計測データ 20 の精度と第 2 計測データ 21 の精度との比に基づいて欠陥エリア 40 を選択するようにしてもよい。

欠陥エリア 40 における第 1 計測データ 20 の長さ $\alpha 1$ と第 2 計測データ 21 の長さの割合を $\alpha 1 : \beta 1$ とする。第 1 計測データ 20 の精度が第 2 計測デ

ータ21の精度より高い場合、 $\alpha 1 < \beta 1$ となるように欠陥エリア40を選択する。たとえば、第1計測データ20の精度が90%であり、第2計測データ21の精度60%であれば、第1計測データ20の精度と第2計測データ21の精度との比が3:2である。このとき、 $\alpha 1 : \beta 1 = 2 : 3$ となるように欠陥エリア40を選択してもよい。

[0060] 以上のように、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、精度の悪い方の測定点群データを精度の良い方の測定点群データに合わせることができ、より精度の高い三次元地図情報を生成することができる。

[0061] 実施の形態6.

本実施の形態では、主に、実施の形態1から5との差異について説明する。

なお、三次元地図生成装置100の構成は実施の形態1から5と同様であるため図示を省略する。また、実施の形態1から5で説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0062] 図12は、本実施の形態に係る補間処理の例を示す模式図である。

本実施の形態では、第1計測データ20と更新エリア60の追加計測データである第2計測データ21とのつなぎ目を欠陥エリア40とみなして補間処理を行う際の補間処理について説明する。

図12では、生成部130は、第1計測データ20の精度と第2計測データ21の精度とに基づいて、更新エリア60において第1計測データ20と第2計測データ21の中間に位置する中間計測データ23を設定する。そして、生成部130は、第1計測データ20と中間計測データ23とのつなぎ目を含む欠陥エリア40において第1計測データ20と中間計測データ23とを接続する補間データ25を生成する。

[0063] ここで、精度の高低は、実施の形態5と同様に、Dop配置、点群生データの精度、およびF1X率といった情報に基づいて決定される。

図12では、生成部130は、第1計測データ20の精度と第2計測データ21の精度との比に基づいて更新エリア60における中間計測データ23

を設定している。

更新エリア60における第1計測データ20から中間計測データ23までの長さ、第2計測データ21から中間計測データ23までの長さの割合を $\alpha 2 : \beta 2$ とする。第1計測データ20の精度が第2計測データ21の精度より低い場合、 $\alpha 2 > \beta 2$ となるように中間計測データ23を設定する。たとえば、第1計測データ20の精度が45%であり、第2計測データ21の精度90%であれば、第1計測データ20の精度と第2計測データ21の精度との比が1:2である。このとき、 $\alpha 2 : \beta 2 = 2 : 1$ となるように中間計測データ23を設定してもよい。

[0064] 以上のように、本実施の形態に係る三次元地図生成システムによれば、計測データの精度に基づく重み付けを用いて、更新エリアの計測データを設定することができるので、より精度の高い三次元地図情報を生成することができる。

[0065] 上記の実施の形態では、「部」の各々が独立した機能ブロックとして三次元地図生成システムを構成している。しかし、上記のような構成でなくともよく、三次元地図生成システムの構成は任意である。三次元地図生成システムの機能ブロックは、上記の実施の形態で説明した機能を実現することができれば、任意である。これらの機能ブロックを、他のどのような組み合わせ、あるいは任意のブロック構成で、三次元地図生成システムを構成しても構わない。

[0066] 実施の形態1から6について説明したが、これらの実施の形態のうち、複数の部分を組み合わせて実施しても構わない。あるいは、これらの実施の形態のうち、1つの部分を実施しても構わない。その他、これらの実施の形態を、全体としてあるいは部分的に、どのように組み合わせて実施しても構わない。

なお、上記の実施の形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物および用途の範囲を制限することを意図するものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

符号の説明

[0067] 11 三次元地図情報、12 閾値、20 第1計測データ、21 第2計測データ、23 中間計測データ、25 補間データ、30 データ不足エリア、40 欠陥エリア、50 計測エリア、60 更新エリア、100, 100a 三次元地図生成装置、110 計測データ受付部、120 判定部、130 生成部、140 追加データ要求部、200, 201 計測車両、500, 500a, 500b 三次元地図生成システム、910 プロセッサ、921 メモリ、922 補助記憶装置、930 通信装置、S100, S100a, S100b 三次元地図生成処理。

請求の範囲

[請求項1] 計測エリアを移動する計測車両により取得される計測データを用いて、自動運転に用いられる三次元地図を表す三次元地図情報を生成する三次元地図生成システムにおいて、

前記計測車両から送信される第1計測データに基づいて、前記三次元地図を生成するための計測データが不足しているデータ不足エリアを前記計測エリアから判定する判定部と、

前記データ不足エリアを欠陥エリアとして、前記欠陥エリアの三次元地図情報を補間する補間データを生成する生成部とを備え、

前記生成部は、

前記欠陥エリアの道路を走行速度で走行する走行車両にかかる横方向の遠心力である横Gが、予め定められた閾値以下となるように、前記欠陥エリアの三次元地図情報をNURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) 曲線で補間する前記補間データを生成する三次元地図生成システム。

[請求項2] 前記生成部は、

前記走行速度をVとし、道路の円弧部の曲率半径をRとし、重力加速度をgとした場合に、 $\text{横}G = (V^2 / R / g) \leq 0.5G$ を満たすNURBS曲線により、前記欠陥エリアの三次元地図情報を補間する前記補間データを生成する請求項1に記載の三次元地図生成システム。

[請求項3] 前記生成部は、

$0.2G \leq \text{横}G = (V^2 / R / g) \leq 0.3G$ を満たすNURBS曲線により、前記欠陥エリアの三次元地図情報を補間する前記補間データを生成する請求項2に記載の三次元地図生成システム。

[請求項4] 計測エリアを移動する計測車両により取得される計測データを用いて、自動運転に用いられる三次元地図を表す三次元地図情報を生成す

る三次元地図生成システムの三次元地図生成方法において、

判定部が、前記計測車両から送信される第1計測データに基づいて、前記三次元地図を生成するための計測データが不足しているデータ不足エリアを前記計測エリアから判定し、

生成部が、前記データ不足エリアを欠陥エリアとして、前記欠陥エリアの道路を走行速度で走行する走行車両にかかる横方向の遠心力である横Gが、予め定められた閾値以下となるように、前記欠陥エリアの三次元地図情報をNURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) 曲線で補間する補間データを生成する三次元地図生成方法。

[請求項5]

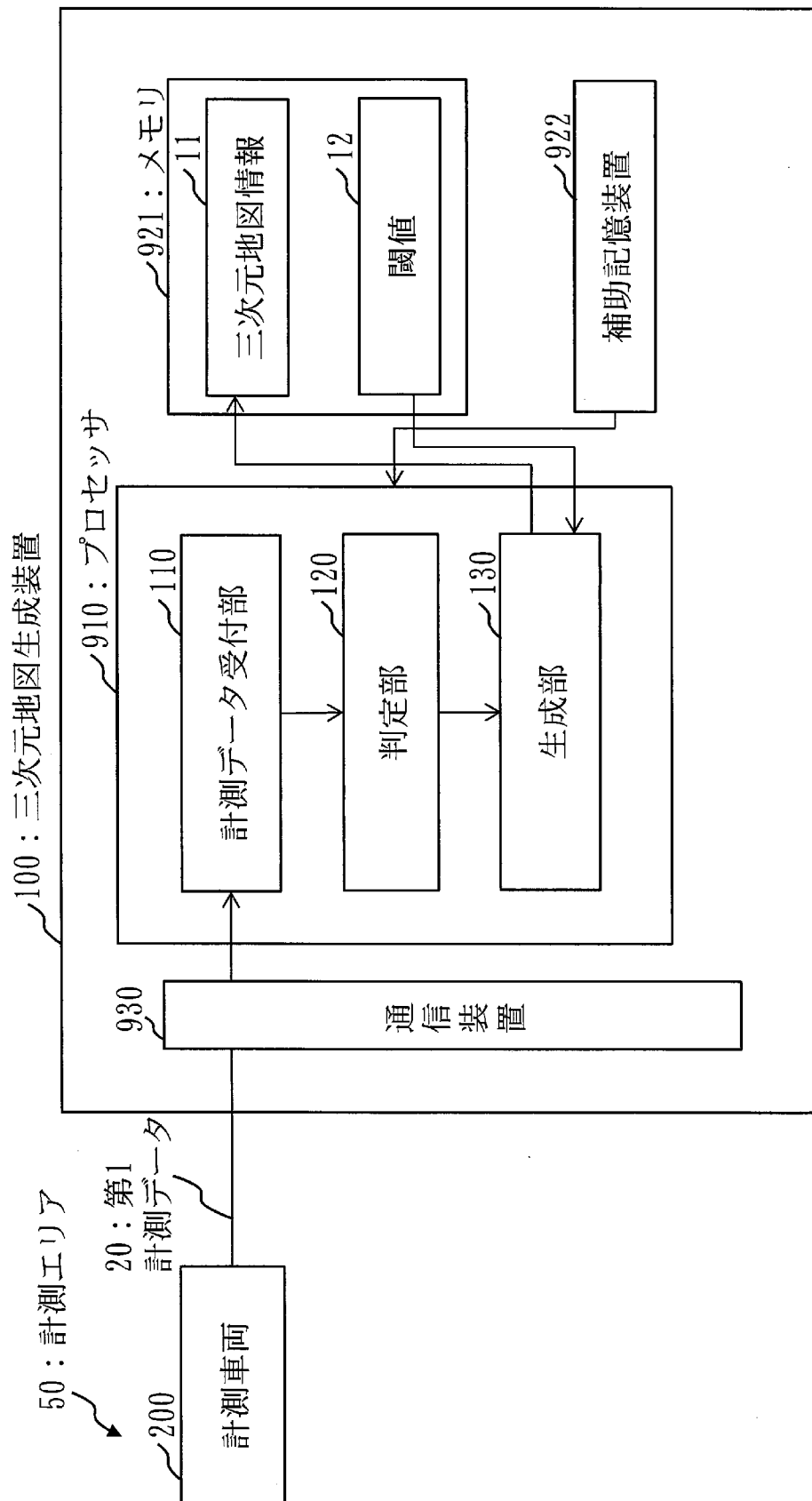
計測エリアを移動する計測車両により取得される計測データを用いて、自動運転に用いられる三次元地図を表す三次元地図情報を生成する三次元地図生成システムの三次元地図生成プログラムにおいて、

判定部が、前記計測車両から送信される第1計測データに基づいて、前記三次元地図を生成するための計測データが不足しているデータ不足エリアを前記計測エリアから判定する判定処理と、

生成部が、前記データ不足エリアを欠陥エリアとして、前記欠陥エリアの道路を走行速度で走行する走行車両にかかる横方向の遠心力である横Gが、予め定められた閾値以下となるように、前記欠陥エリアの三次元地図情報をNURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) 曲線で補間する補間データを生成する生成処理とをコンピュータに実行させる三次元地図生成プログラム。

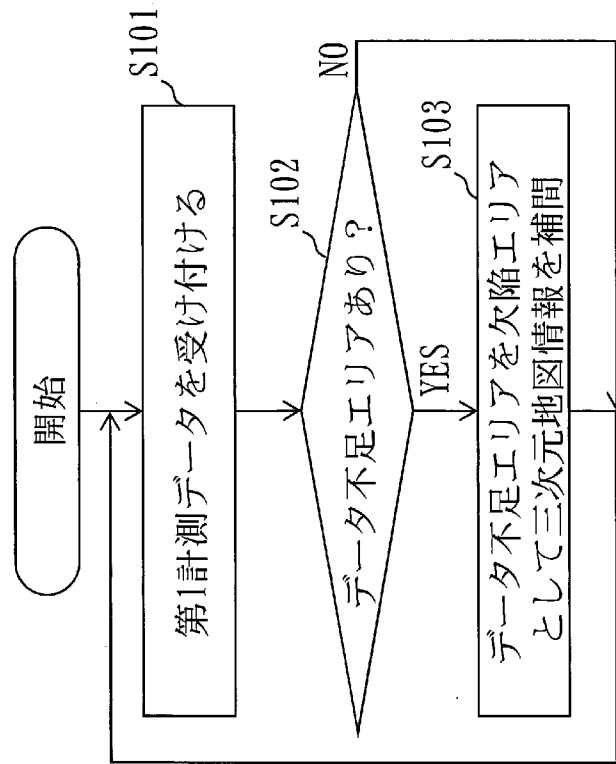
[図1]

500 : 三次元地図生成システム

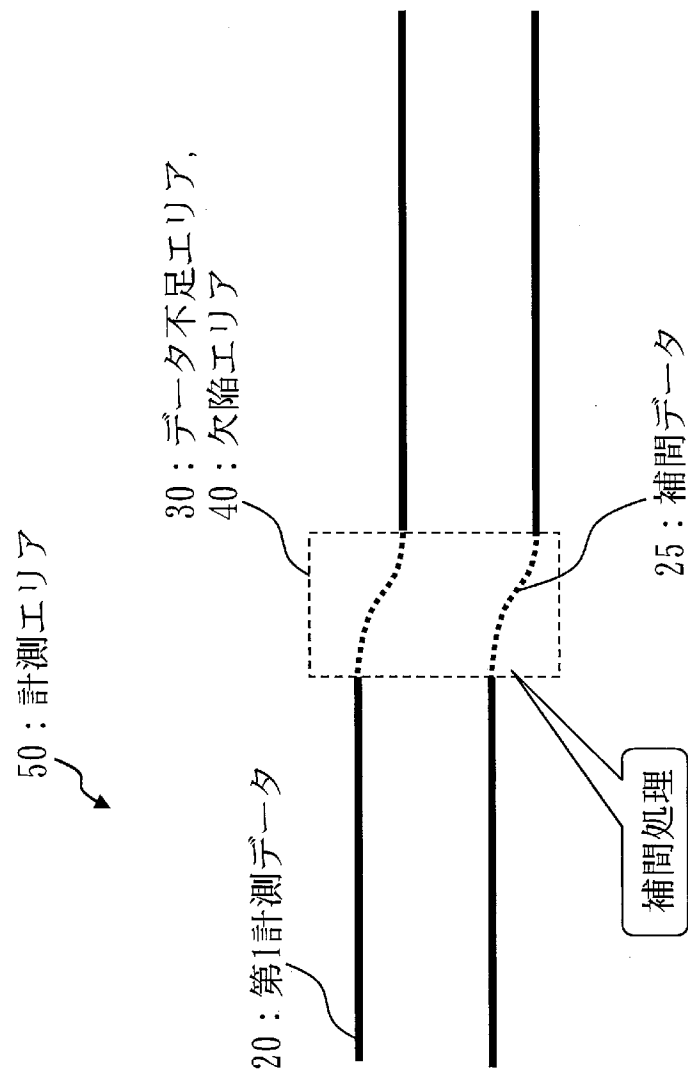


[図2]

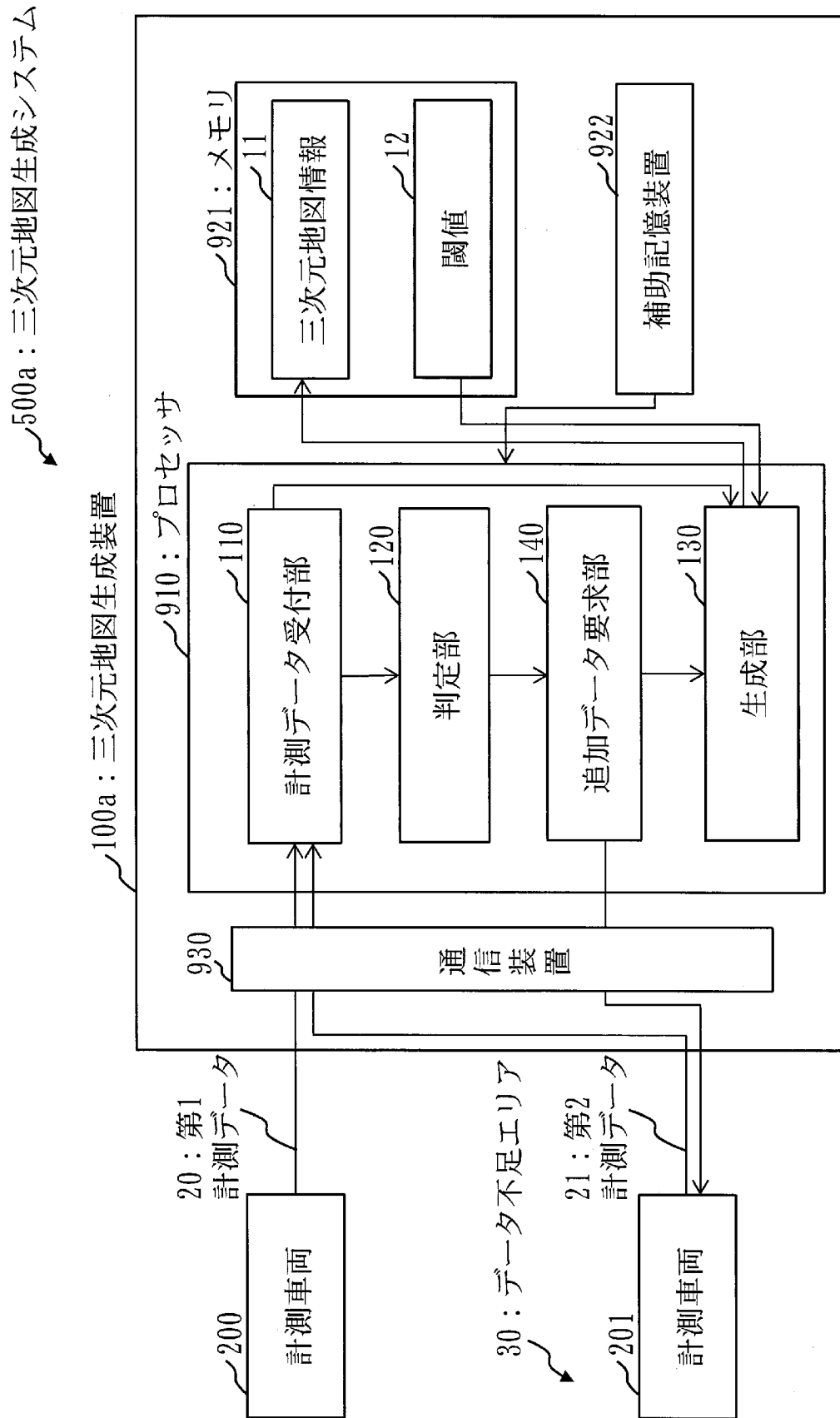
S100 : 三次元地図生成処理



[図3]

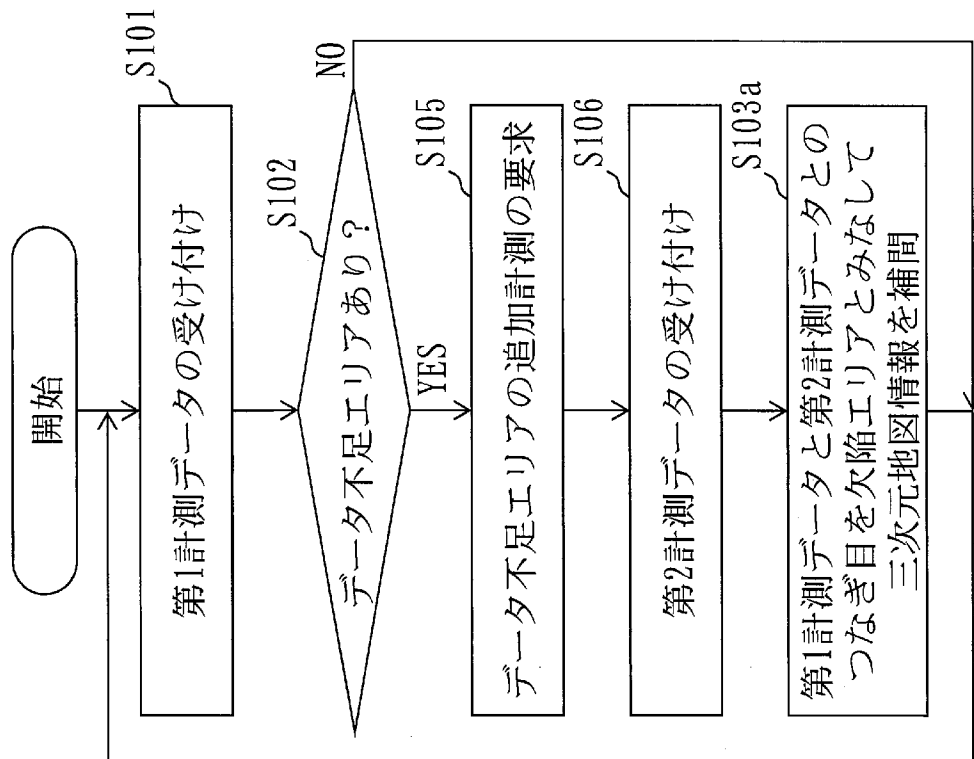


[図5]

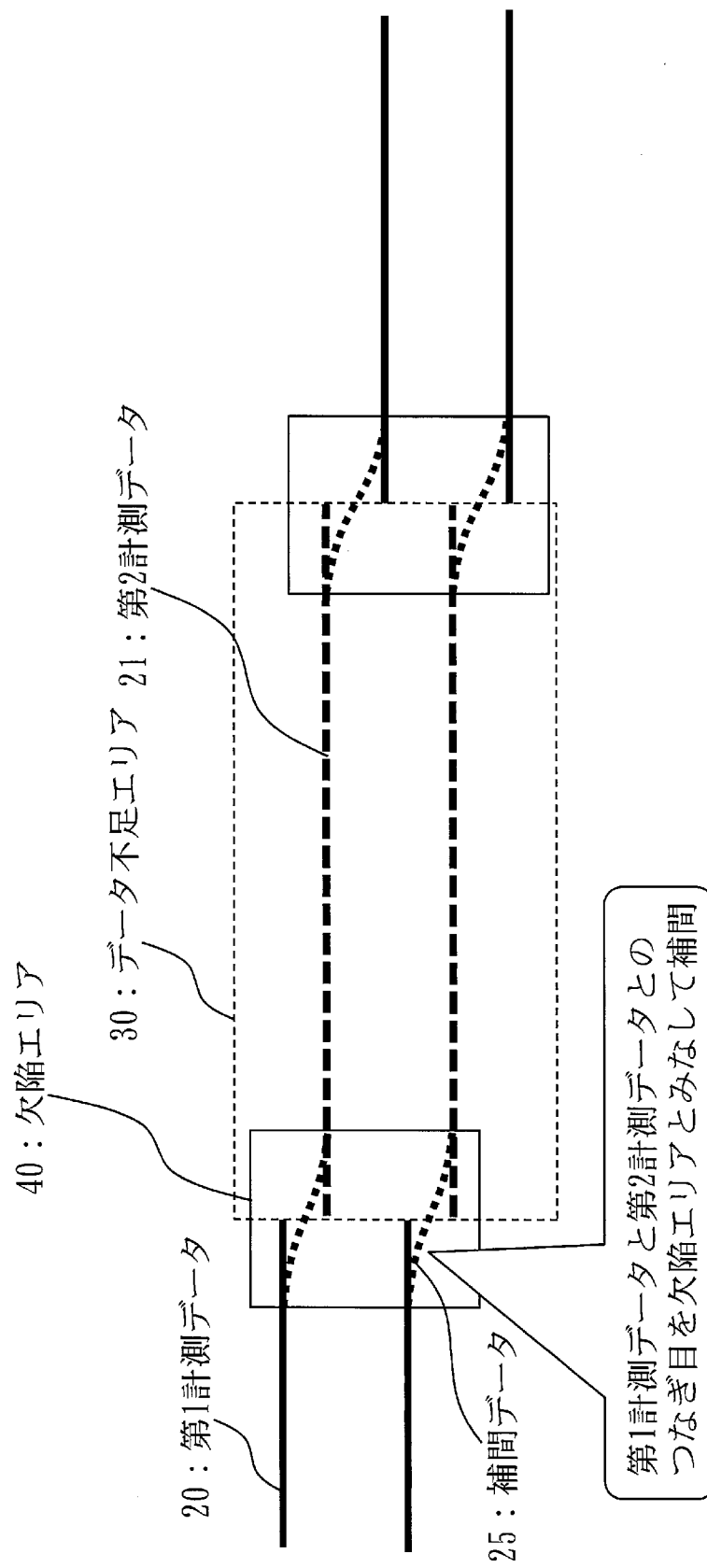


[図6]

S100a : 三次元地図生成処理

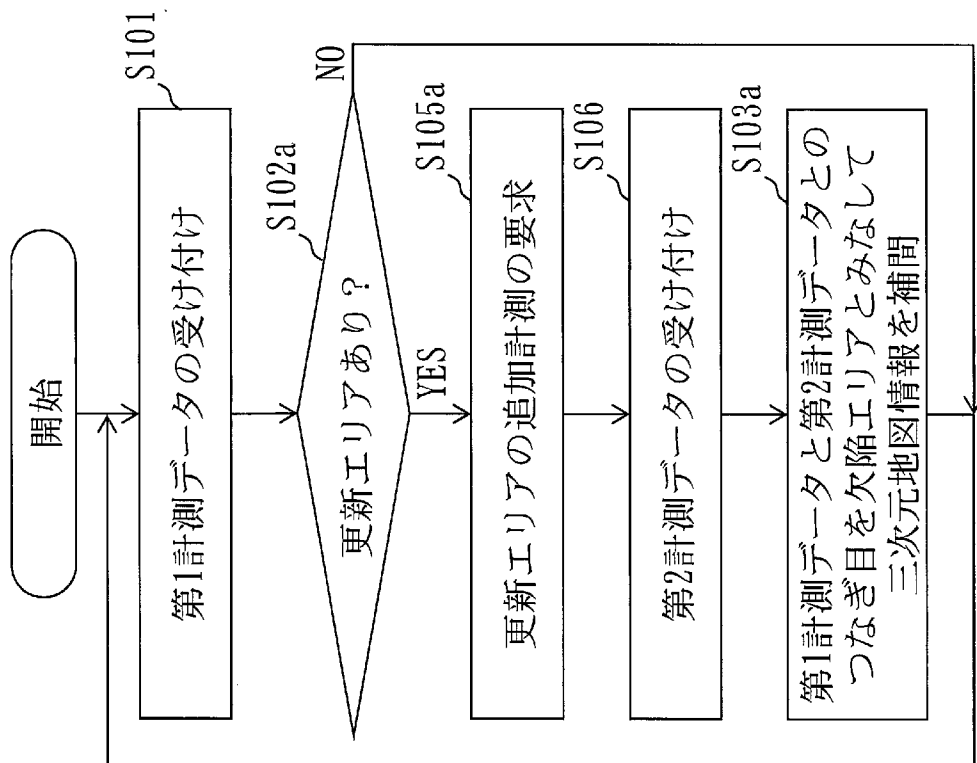


[図7]

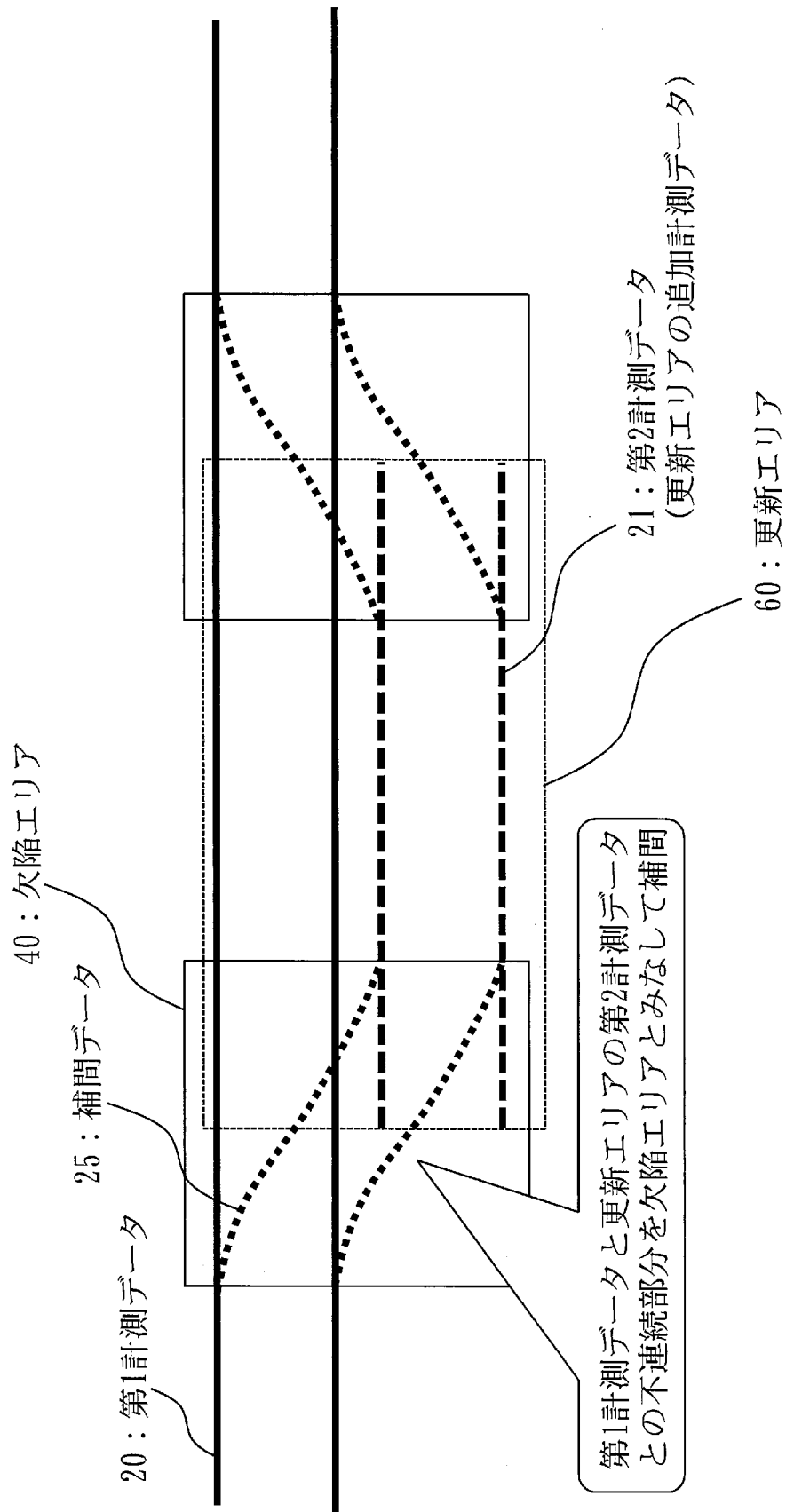


[図8]

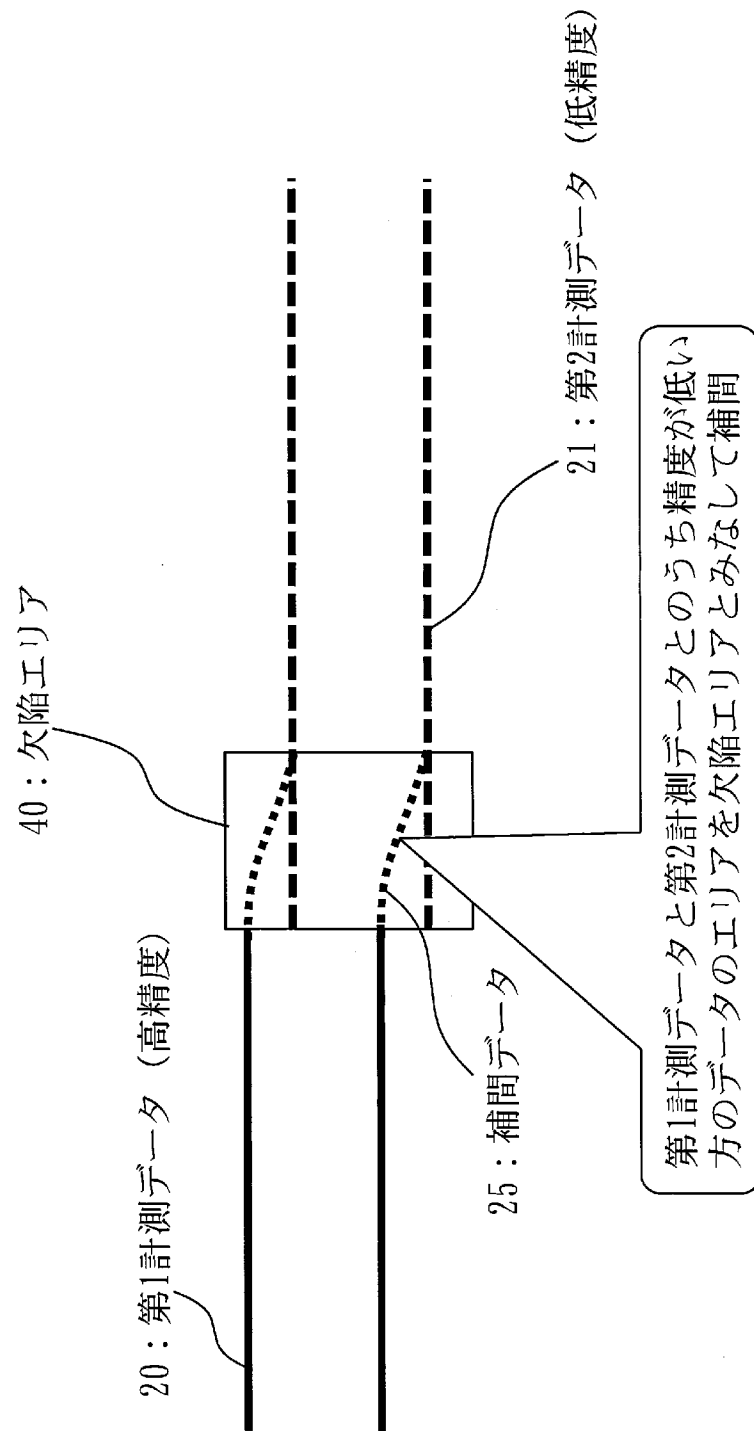
S100b : 三次元地図生成処理



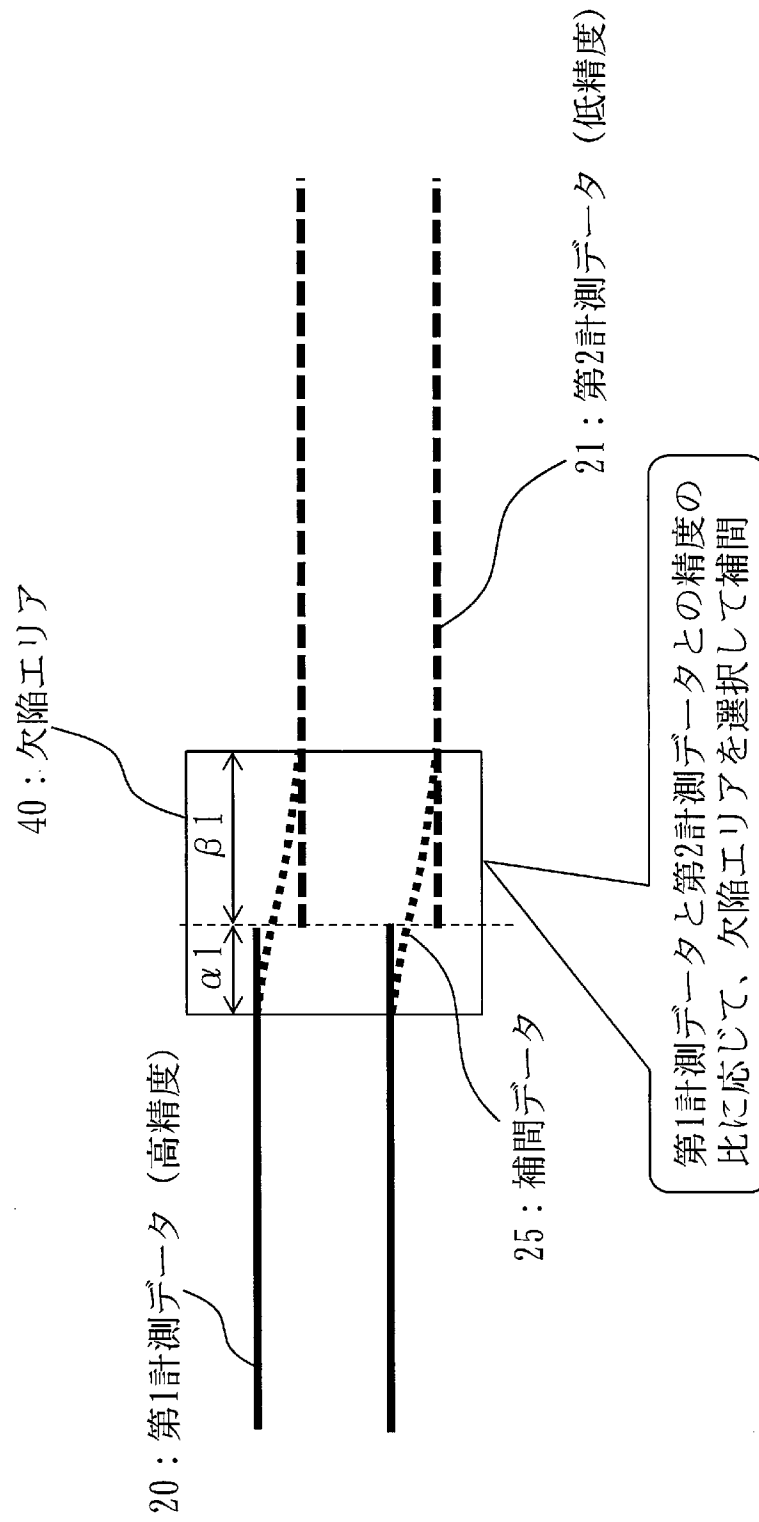
[図9]



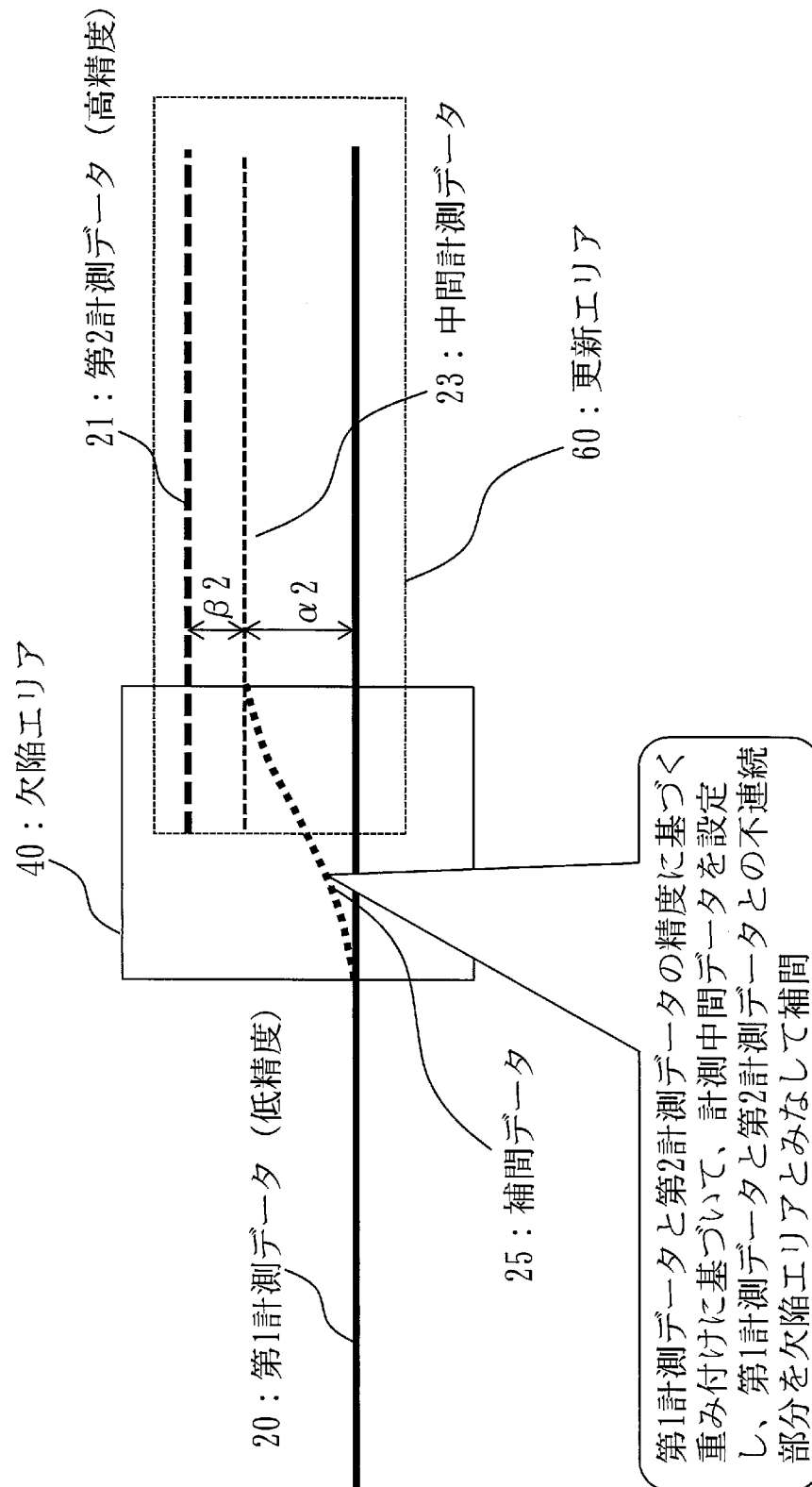
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/044152

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T17/05 (2011.01) i, G09B29/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06T17/05, G09B29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/151770 A1 (HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS CO., LTD.) 08 October 2015, paragraphs [0136]-[0137] (Family: none)	1-5
A	JP 2007-263683 A (XANAUI INFORMATICS CORP.) 11 October 2007, abstract (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 January 2019 (22.01.2019)

Date of mailing of the international search report
29 January 2019 (29.01.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T17/05(2011.01)i, G09B29/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T17/05, G09B29/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2015/151770 A1（株式会社日立産機システム）2015.10.08, 段落 [0136]-[0137]（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2007-263683 A（株式会社ザナヴィ・インフォマティクス） 2007.10.11, [要約]（ファミリーなし）	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.01.2019

国際調査報告の発送日

29.01.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

村松 貴士

5H

9854

電話番号 03-3581-1101 内線 3531