

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6320664号
(P6320664)

(45) 発行日 平成30年5月9日(2018.5.9)

(24) 登録日 平成30年4月13日(2018.4.13)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 B 21/20 (2006.01) GO 1 B 21/20 C
GO 1 C 7/02 (2006.01) GO 1 C 7/02

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-500747 (P2018-500747)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成28年3月7日(2016.3.7)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/056925		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02017/154061	(74) 代理人	100123434
(87) 国際公開日	平成29年9月14日(2017.9.14)		弁理士 田澤 英昭
審査請求日	平成30年1月9日(2018.1.9)	(74) 代理人	100101133
早期審査対象出願			弁理士 濱田 初音
		(74) 代理人	100199749
			弁理士 中島 成
		(74) 代理人	100188880
			弁理士 坂元 辰哉
		(74) 代理人	100197767
			弁理士 辻岡 将昭
		(74) 代理人	100201743
			弁理士 井上 和真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 地図作成装置および地図作成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサーから地物表面の各点までの距離と方向を計測して前記センサーを中心とする相対空間の点群データを生成する相対位置取得手段と、

前記センサーの位置と姿勢を計測してセンサー位置データを生成するセンサー位置取得手段と、

前記相対空間の点群データと前記センサー位置データとに基づいて絶対空間における点群の位置情報を算出する絶対位置算出手段と、

前記相対空間の点群データと前記センサー位置データに基づき、絶対空間における前記センサーから点群の各点への方向ベクトルを求める方向ベクトル算出手段と、

絶対空間における前記点群の位置情報と前記方向ベクトルに基づき、面を構成する点を抽出し、抽出された点の分布に基づき領域の輪郭を求める領域検出手段と、

検出した前記領域の輪郭を線で示した図を作成する作図手段と、

を備え、

前記領域検出手段は、

三次元空間内に基準とする基準面を設定する基準面設定手段と、

近傍点の方向ベクトルの分布が前記基準面と前記センサー位置データの位置関係から推定したベクトル分布に適合する点を抽出する点群抽出手段と、

を有することを特徴とする地図作成装置。

【請求項 2】

センサーから地物表面の各点までの距離と方向を計測して前記センサーを中心とする相対空間の点群データを生成する相対位置取得ステップと、

前記センサーの位置と姿勢を計測してセンサー位置データを生成するセンサー位置取得ステップと、

前記相対空間の点群データと前記センサー位置データとに基づいて絶対空間における点群の位置情報を算出する絶対位置算出ステップと、

前記相対空間の点群データと前記センサー位置データに基づき、絶対空間における前記センサーから点群の各点への方向ベクトルを求める方向ベクトル算出ステップと、

絶対空間における前記点群の位置情報と前記方向ベクトルに基づき面を構成する点を抽出し、抽出された点の分布に基づき領域の輪郭を求める領域検出ステップと、

検出した前記領域の輪郭を線で示した図を作成する作図ステップと、

を備え、

前記領域検出ステップは、

三次元空間内に基準とする基準面を設定する基準面設定ステップと、

近傍点の方向ベクトルの分布が前記基準面と前記センサー位置データの位置関係から推定したベクトル分布に適合する点を抽出する点群抽出ステップと、

を有することを特徴とする地図作成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、道路周辺の地物の位置や形状を計測して地図を作成する地図作成装置および地図作成方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、走行する車両に設置したレーザー計測装置を用いて得られる点群データを用いて道路周辺の地物の位置を求めて地図を生成する装置が示されている。この装置の説明の中で、操作者が画面上で指示した位置に対応するレーザー計測点を求め、点の位置情報に基づき地物の輪郭を決定する方法が示されている。また、得られた地物の位置情報に基づき地図を作成する方法が示されている。

【0003】

また、非特許文献1には、車両に設置したレーザー計測装置を用いて得られる点群データを用いて道路周辺の建物等の3次元形状を求める方法が示されている。示された方法は、点群データをコンピュータプログラムにより解析して建物の壁などの領域を検出し、領域の輪郭を求めることにより建物の3次元形状を求めるものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-204615号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Previtali, M., M. Scaioni, L. Barazzetti, and R. Brumana., "A Flexible Methodology for Outdoor/indoor Building Reconstruction from Occluded Point Clouds", ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. II-3, 2014, pp.119-26.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の地図作成装置は上記のように構成されていた。このため、操作者が画面上で地物の輪郭を指示して位置を求める方法では、地物の形状が複雑な場合や多くの地物の数が多い場合は操作者の指示の回数が増え、作業が煩雑になるという問題があった。また、点群

10

20

30

40

50

データをコンピュータプログラムにより解析して領域を検出して3次元形状を求める方法では、異なる面を構成する点が近傍に存在すると、これらを同一の面を構成すると誤り、実際には存在しない領域を検出してしまう場合があった。この場合、操作者が誤りを修正する必要があり、作業が煩雑になるという問題があった。

【0007】

また、レーザー計測において発生する領域の欠損などのために実際と異なる領域が検出され、これを修正するために多大な作業が必要となるという問題があった。特に、レーザー計測装置は手前に障害物があるとその背後にある地物を検出することができないという性質がある。このため、例えば道路上に樹木があると、その背後の建物の点群データに欠損が生じ、正しく領域を検出できず、正確な地図が生成できないという問題があった。

10

【0008】

この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、簡単な操作により正確な地図を生成可能な地図生成装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明に係る地図作成装置は、
 センサーから地物表面の各点までの距離と方向を計測して前記センサーを中心とする相対空間の点群データを生成する相対位置取得手段と、
 前記センサーの位置と姿勢を計測してセンサー位置データを生成するセンサー位置取得手段と、

20

前記相対空間の点群データと前記センサー位置データとに基づいて絶対空間における点群の位置情報を算出する絶対位置算出手段と、

前記相対空間の点群データと前記センサー位置データに基づき、絶対空間における前記センサーから点群の各点への方向ベクトルを求める方向ベクトル算出手段と、

絶対空間における前記点群の位置情報と前記方向ベクトルに基づき、面を構成する点を抽出し、抽出された点の分布に基づき領域の輪郭を求める領域検出手段と、

検出した前記領域の輪郭を線で示した図を作成する作図手段と、

を備え、

前記領域検出手段は、

三次元空間内に基準とする基準面を設定する基準面設定手段と、

30

近傍点の方向ベクトルの分布が前記基準面と前記センサー位置データの位置関係から推定したベクトル分布に適合する点を抽出する点群抽出手段と、

を有することを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0010】

この発明によれば、簡単な操作により正確な地図を生成可能な地図生成装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】この発明の実施の形態1に係る地図作成装置の構成を示す図である。

40

【図2】この発明の実施の形態1に係る地図作成装置の処理フローの例を示すフローチャートである。

【図3】この発明の実施の形態1に係る地図作成装置における移動計測車両により取得するデータの形式の例を示す説明図である。

【図4】この発明の実施の形態1に係る地図作成装置におけるデータ処理装置により生成される点群データの形式の例を示す説明図である。

【図5】この発明の実施の形態1に係る地図作成装置における領域検出手段の処理フローの例を示すフローチャートである。

【図6】この発明の実施の形態1に係る地図作成装置の領域検出について説明する説明図である。

50

【図 7】この発明の実施の形態 2 に係る地図作成装置の動作を説明する説明図である。

【図 8】この発明の実施の形態 2 に係る地図作成装置における領域検出手段の処理フローの例を示すフローチャートである。

【図 9】この発明の実施の形態 2 に係る地図作成装置の領域検出について説明する説明図である。

【図 10】この発明の実施の形態 2 に係る地図作成装置の領域検出について説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

実施の形態 1 .

10

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る地図作成装置の構成例を示した図である。また、図 2 はこの発明の実施の形態 1 に係る地図作成装置の処理フローの例を示した図である。この図は実施の形態 1 に係る地図作成装置の機能ブロック図にも対応している。

図 1 において、1 は移動計測車両、2 はデータ処理装置、11 はレーザー計測装置、12 は I M U (Inertial Measurement Unit ; 慣性計測装置)、13 は G P S (Global Positioning System) 受信機、14 は外部記憶装置、15 は P C (制御装置)、21 は P C (Personal Computer ; パーソナルコンピュータ)、22 は外部記憶装置、23 は入力装置 (マウス、キーボード)、24 はディスプレイ、25 はプリンタ、である。

【0013】

(システム構成)

20

次に図 1 に示すシステムの各構成要素について説明する。

移動計測車両 1 は、車両に以下の各装置を搭載し、走行しながら計測データを取得する。レーザー計測装置 11 は、レーザー光を各方向に照射し、反射光を観測することにより対象までの距離と方向を計測する装置である。I M U 12 は、慣性の法則を利用して車両の姿勢変化を計測する装置である。G P S 受信機 13 は、衛星からの電波を受信し、車両の絶対位置を計測する装置である。外部記憶装置 14 は、各装置の計測データを時刻と対応付けて記憶する。P C (制御装置) 15 は、レーザー計測装置 11、I M U 12、G P S 受信機 13 を制御し、計測データを外部記憶装置 14 に記憶する。パーソナルコンピュータを用いて構成することができる。

【0014】

30

データ処理装置 2 は、移動計測車両により取得した計測データを処理し、地図を生成する装置である。以下の各装置により構成される。P C (パーソナルコンピュータ) 21 は、内部に中央処理装置 (C P U ; Central Processing Unit) および主記憶装置を含み、予め用意したソフトウェアを実行することによりデータ処理を行う。

【0015】

外部記憶装置 22 は、移動計測車両 1 により取得した計測データをこの装置に記憶し、これを P C 21 から読み込むことによりデータ処理を行う。図 1 では、移動計測車両 1 とデータ処理装置 2 のそれぞれに外部記憶装置 14、22 を備えたものを示しているが、移動計測車両 1 の外部記憶装置 14 を取り外してデータ処理装置 2 の P C 21 に接続して外部記憶装置 22 としても良いし、移動計測車両 1 とデータ処理装置 2 をネットワーク接続してデータをコピーしても良い。データ処理の結果生成された地図の情報もこの装置に記憶する。

40

【0016】

入力装置 23 は、マウス、キーボード等からなり、地図作成に関するユーザの指示を入力する。ディスプレイ 24 は、計測データや作成した地図データを画面に表示する。プリンタ 25 は、作成した地図データを印刷する

【0017】

(動作説明)

次にこのシステムにおける地図作成装置の処理の流れについて、図 2 を参照しながら説明する。

50

【 0 0 1 8 】

(a) 相対位置取得

移動計測車両 1 において、レーザー計測装置 1 1 はレーザー照射装置を連続的に回転させながらレーザー光を様々な方向に照射し、レーザー光が対象に反射して戻ってくるまでの時間を計測することにより反射点までの距離と方向を算出する。さらに距離と方向に基づき、相対空間における位置 (x , y , z) を算出する。

得られる計測データの形式は図 3 (a) に示すように、レーザーを照射した時刻と相対空間における位置 (x , y , z) を組にしたものとなる。ここで相対空間は、レーザー計測装置 1 1 の位置を原点とした 3 次元直交座標である。x 軸、y 軸、z 軸は例えばそれぞれ、車両進行方向に対して右方向、車両進行方向、車両進行方向に対して上方向と定義する。

10

【 0 0 1 9 】

(b) センサー位置取得

G P S 受信機 1 3 により例えば 0 . 1 秒毎に移動計測車両 1 の絶対位置を取得し、時刻と対応づけて記録する。

G P S 受信機 1 3 を用いると緯度・経度・高度の情報が得られるが、この実施の形態ではこれを E N U (East , North , Up) 座標 (緯度・経度・高度により定めたある地点を原点とし、X 軸を東、Y 軸を北、Z 軸を天頂方向に向けた 3 次元直交座標) に変換して記録する。

【 0 0 2 0 】

20

また、I M U 1 2 の出力に基づき各時刻における車両 1 の姿勢を計測し、同様に時刻と対応づけて記録する。ここで車両の姿勢はロール (R)、ピッチ (P)、ヨー (Y) の 3 つの角度の組により表現する。ロールは進行方向の軸 (y 軸) を中心とする回転の角度、ピッチは進行方向に対して右方向の軸 (x 軸) を中心とする回転の角度、ヨーは進行方向に対して上方向の軸 (z 軸) を中心とする回転の角度である。

図 3 (b) にセンサー位置データ形式の例を示す。

ここまでの処理は、移動計測車両 1 において行われ、得られた点群データ (相対位置) とセンサー位置データは移動計測車両 1 の外部記憶装置 1 4 に蓄えられる。

【 0 0 2 1 】

(c) 絶対位置算出

30

ここからの処理は、データ処理装置 2 における処理である。上記で得られた点群データ (相対位置) とセンサー位置データは移動計測車両 1 の外部記憶装置 1 4 からデータ処理装置 2 の外部記憶装置 2 2 に移される。

データ処理装置 2 では、P C 2 1 で動作するプログラムにより、センサー位置データを用いて、点群データの相対座標を絶対座標に変換する。時刻 t に計測した点の相対座標 (x , y , z) を絶対座標 (X , Y , Z) に変換する処理は、次式に従う。

【 0 0 2 2 】

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + T \quad (\text{式 1})$$

40

【 0 0 2 3 】

ここで、R はセンサーの時刻 t における姿勢データ R t、P t、Y t から既知の計算式で計算することができる回転行列、T は、時刻 t におけるセンサーの位置データを X t、Y t、Z t とすると次式により与えられる並進ベクトルである。

【 0 0 2 4 】

【数 2】

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} \quad (式 2)$$

【0025】

図 4 (a) に、得られた点群データ (絶対位置) の形式の例を示す。

【0026】

10

(d) 方向ベクトル算出

次に、センサー位置データと点群データの相対座標をもとに、絶対空間における方向ベクトルを求める。時刻 t に計測した点の方向ベクトル (U , V , W) は次式で求めることができる。

【0027】

【数 3】

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad (式 3) \quad 20$$

【0028】

ここで、R は絶対位置算出で使用したのと同じ回転行列、(x , y , z) は時刻 t に計測した点の相対座標である。

得られた方向ベクトルは点群データを構成する各点の属性情報として記憶する。

図 4 (b) に、得られた点群データ (方向ベクトル付き) の形式の例を示す。

【0029】

(e) 領域検出

領域検出の処理の流れを図 5 に示す。図 5 は実施の形態 1 に係る地図作成装置の領域検出手段をさらに細分化した機能ブロック図にも対応している。

30

【0030】

(e - 1) 基準面設定

図 6 (a) に計測対象とする地物の例を示す。図に示すように、計測対象は歩道領域と車道領域に分かれている。移動車両に設置したセンサーに対する歩道領域と車道領域の相対的な高さはほぼ一定であるので、この値 z 0 、 z 1 を予め設定しておく。当該領域付近の計測を行ったある時刻における回転行列 R と並進ベクトル T を用い、前記 (式 1) を相対座標 z 0 、 z 1 に適用するとそれぞれの Z 座標 Z 0 、 Z 1 が計算できる。これらの Z 座標で定義される 2 つの平面 Z = Z 0 , および Z = Z 1 をそれぞれ歩道領域の基準面、車道領域の基準面として設定する。

40

【0031】

(e - 2) 点群抽出

図 6 (b) は図 6 (a) の地物を計測して得られる点群データの例を図示したものである。歩道領域および車道領域を構成する点はそれぞれ歩道領域の基準面や車道領域の基準面の近傍にあると想定されるため、各基準面から一定距離以内の点群を抽出し、各領域を構成する点群とする。

【0032】

(e - 3) 領域推定

歩道を構成する点群および車道を構成する点群のそれぞれについて、各点を X 座標と Y 座標で規定された 2 次元の点群と考え、既知の手法により、点群をその輪郭に沿って囲む

50

多角形を求める。これを求める領域とする。これにより図6(c)に示すように、歩道領域および車道領域がそれぞれ検出される。

【0033】

以上は、領域検出の基本的な流れである。ここまでの処理は点群データに含まれる方向ベクトルの情報を使っていない。次に、方向ベクトルの情報を使って領域検出の精度を向上する方法を示す。図6(e)に、車道上に車両が停車している場合の例を示す。このような場合、上述の基本的な流れを適用すると、車両を構成する点のうち歩道の基準面の近傍の点が歩道領域を構成する点として抽出される。その抽出結果を使って領域推定を行うと、歩道が車道にはみだしているような領域推定結果となる。これを回避するため、次のような処理を行う。

10

【0034】

まず、この実施の形態で移動計測車両1に搭載するレーザー計測装置11は、ほぼ全方向にレーザーを照射することができるものとする。すると、走行しながら計測を行うとほぼ同一の点に前後からレーザーを照射することになる。点群データ(方向ベクトル付き)を調べ、ほぼ同一の位置にある近傍点を見つける。近傍点の方向ベクトルの分布は、この点が属する面の向きとセンサー位置に依存する。すなわち、歩道や車道のように前後からレーザーが照射される場合は面を構成する点の方向ベクトルは前向きと後ろ向きが混在する。しかし、車両の背面のように後ろ向きの面に属する点の方向ベクトルは前向きのみとなる。そこで、各候補点について、基準面の向きとセンサー位置に基づいて方向ベクトルの分布を推定し、近傍点の方向ベクトルの分布が上記推定された方向ベクトルの分布に合

20

【0035】

(e-2)点群抽出(拡張)

点群を構成する各点を順に候補点として以下の判定処理を行い、条件を満たす点を抽出する。

【0036】

(e-2-1)方向ベクトルの分布推定

レーザー計測は、センサーが計測対象の面の後ろ側にある場合は計測がされないため、面とセンサー位置との関係によって方向ベクトルの分布範囲が変化する。候補点近辺の面が基準面に一致するものと仮定すると、候補点の位置と、基準面の向き、センサーの移動軌跡の情報から方向ベクトルの軌跡を推定することができる。

30

センサーの移動軌跡はセンサー位置データから取得することができる。センサー位置データの中から、基準面の前面にあり、センサー位置から候補点位置までの距離がレーザーの到達範囲にある時刻を選択し、その時刻の位置と候補点の位置から方向ベクトルを求める。これが推定方向ベクトルである。これをすべてのセンサー位置について行うと推定方向ベクトルの軌跡を求めることができる。

ここではセンサーの移動軌跡は直線であると仮定する。すると、推定方向ベクトルの軌跡は円弧になる。この場合、推定方向ベクトルの軌跡は開始方向ベクトルと終了方向ベクトルにより表現される。

【0037】

40

(e-2-2)近傍点抽出

候補点から所定の距離以内にある点を抽出して近傍点とする。(近傍点には候補点も含む。)

【0038】

(e-2-3)方向ベクトルの適合判定

次に近傍点の方向ベクトルの分布を調べる。まず、各方向ベクトルが、先にもとめた推定方向ベクトルの軌跡上に位置するかを調べる。推定方向ベクトルの軌跡を円弧により表現した場合は、近傍点の方向ベクトルの終点と円弧との最短距離を求め、所定の距離以内であれば、この方向ベクトルは推定方向ベクトルの軌跡上に位置すると判定する。

近傍点の方向ベクトルの中に、推定方向ベクトルの軌跡上に位置すると判定されないも

50

のがある場合、不適合と判定する。

すべての近傍点の方向ベクトルが推定方向ベクトルの軌跡上に位置すると判定した場合、近傍点の方向ベクトルの軌跡を求める。これは例えば、先に対応付けた推定方向ベクトルの軌跡が作る円弧において上記方向ベクトルが存在する範囲を求めることにより実現される。推定方向ベクトルの軌跡の長さと同傍点の方向ベクトルの軌跡の長さを比較し、その比が所定の範囲内であれば、適合と判定する。

上記のようにすれば、車両の背面や前面を構成する点は、車道や歩道の方向ベクトルの分布に合致しないため、抽出される点には含まれず、正しく、歩道、車道を抽出することができる。

【0039】

(f) 作図

上記の方法で得られた領域情報に基づき、領域の輪郭を線で描画することにより地図を生成する。図6(d)は作図結果の例である。

【0040】

実施の形態1の描画装置は以上のように構成される。

この構成によれば、三次元空間内に基準面を設定し、位置が基準面に近く、かつ方向ベクトルの分布が基準面の向きに適合する点を抽出してその分布に基づき領域を検出するので、操作者が地物の形状を細かく指定しなくても簡単な操作により地図を作成ことができ、かつ異なる面に属する点から誤った領域を検出することなく正確な地図を生成することが可能になるという効果がある。

【0041】

実施の形態2

図1はこの発明の実施の形態2に係る地図作成装置の構成例を示した図であり、実施の形態1における構成例と同様のものである。また、図2および図8はこの発明の実施の形態2に係る地図作成装置の処理フローの例を示した図であり、このうち図2は実施の形態1における処理フローの例と同様のものである。この発明の実施の形態2に係る地図作成装置の機能ブロック図にも対応している。図8は実施の形態2に係る地図作成装置の領域検出手段をさらに細分化した機能ブロック図にも対応している。

【0042】

図7(a)は計測対象の例を模式的に示したものである。この例では歩道上に街路樹などの構造物が存在する。車道側のセンサーからレーザーを照射すると、図に示すように歩道上に街路樹の陰となりレーザーが到達しない領域が生じる。これを実施の形態1に示した方法で処理すると、図7(b)に示すような欠損領域が生じてしまう。

実施の形態2は、このような欠損領域の発生を回避するための形態である。

【0043】

(システム構成)

システム構成は実施の形態1と同様のものである。

【0044】

(動作説明)

(a) 相対位置取得、から(d) 方向ベクトル算出、までの動作は実施の形態1と同様である。

【0045】

(e) 領域検出

ここでは、図7(a)に示すような計測対象から歩道領域を検出する領域検出処理の流れを示す。

【0046】

(e-1) 基準面設定

まず、判定を行うための基準面を定義する。この基準面は検出しようとする領域になるべく近く、かつ領域面との間の傾きがなるべく小さくなるように定義するのが望ましい。例えば、歩道領域を検出するのであれば、地面近辺に水平な面を定義するのが良い。

10

20

30

40

50

基準面の範囲は、作成しようとする地図の範囲に対応したものとする。長方形の地図を生成するのであれば、縦の辺が南北方向、横の辺が東西方向に一致する長方形とするのが良い。

【 0 0 4 7 】

(e - 2) 投影

次に、点群の各点について、点を方向ベクトルの方向に投影する。

以下に詳しく説明する。

【 0 0 4 8 】

(e - 2 - 1) 2次元配列初期化

(e - 1) で定めた基準面を例えば 5 c m 間隔のメッシュに区切る。仮に基準面が縦 1 0 m、横 5 m であれば、基準面は縦 2 0 0、横 1 0 0、合わせて 2 0 0 0 0 個のメッシュに区切られることになる。

次に、データ処理装置 (2) の P C (2 - 1) において、上記メッシュ構造に対応する 2次元配列を主記憶装置内に確保し初期化する。初期値としては例えば - 1 などを設定する (図 1 0 (a) 参照)。

さらに、生成された点群を構成する各点について、次の処理を行う。

【 0 0 4 9 】

(e - 2 - 2) 交点検出

点をその点の方向ベクトルの方向に投影する。図 9 に示すように、点 (X , Y , Z) を通ってその方向ベクトル (U , V , W) を向く直線を求め、この直線と基準面との交点を求める。この交点を基準点の座標系 (e , n) により表現する。

【 0 0 5 0 】

(e - 2 - 3) 2次元配列への登録

次に、その交点が属するメッシュを求める。交点を (e , n)、その交点に対応する配列要素を (i , j) とする。1つのメッシュのサイズを m とすると、

$$i = e / m$$

$$j = n / m$$

により対応する配列要素が定まる。交点 (e , n) から点 (X , Y , Z) までの距離 d を求め、その値にもとづいて該当の配列要素にラベル付けを行う。

距離 d が所定の値 t h 1 より小さい場合は、点が基準面の近傍に存在するものと考えられるので、領域を構成する点と判定し、ラベル 1 をつける。距離 d が t h 1 以上であるが、別の所定の値 t h 2 より小さい場合は車道など対象外の領域と判定し、ラベル 0 をつける。距離 d が t h 2 以上の場合は、歩道や車道など路面近傍の点ではないため、街路樹などの構造物により反射したためにその領域が欠損領域となっている可能性があるためと判定しラベル 9 をつける (図 1 0 (b) 参照)。

【 0 0 5 1 】

(e - 3) 欠損領域補完

2次元配列においてラベル 9 がついているメッシュが欠損領域の候補である。ラベル 1 のメッシュに隣接するラベル 9 のメッシュは歩道領域と判定し、ラベル 9 をラベル 1 に変更する。この処理を数回繰り返す。得られた結果を図 1 0 (c) に示す。図に示すように欠損領域が解消している。ラベル 9 が残っているメッシュは、別の構造物により車道上に発生した欠損領域と考えられる。このメッシュはラベル 1 のメッシュに隣接していないため、補完されない。このようにして歩道と推定されるメッシュだけにラベル 1 をつけることができる。図 1 0 (d) に示すようにラベル 1 がついているメッシュが構成する領域の輪郭を求めると、これが歩道領域となる。

【 0 0 5 2 】

(f) 作図

実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 5 3 】

実施の形態 2 の地図作成装置は以上のように構成される。

10

20

30

40

50

この構成によれば、領域検出手段は、三次元空間内に基準とする面を設定し、設定した基準面に点群を構成する各点から方向ベクトルの方向に投影し、基準面への投影結果から欠損領域を抽出して補完し、その結果に基づいて領域を検出するので、点群データに欠損があっても正しく領域を検出することができ、簡単な操作により正確な地図を生成することが可能になるという効果がある。

【産業上の利用可能性】

【0054】

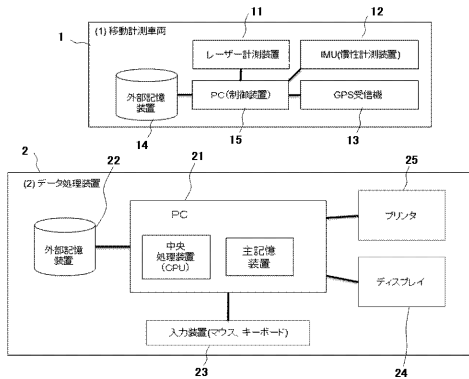
本発明にかかる地図作成装置および地図作成方法は、道路周辺の地物の位置や形状を計測して地図を作成する装置等に適用できる。

【符号の説明】

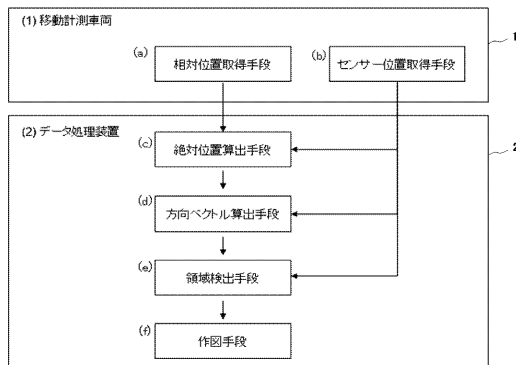
【0055】

- 1 移動計測車両、 2 データ処理装置、 11 レーザー計測装置、 12 IMU、 13 GPS受信機、 14 外部記憶装置、 15 PC、 21 PC、 22 外部記憶装置、 23 入力装置、 24 ディスプレイ、 25 プリンタ

【図1】



【図2】



【図3】

時刻	相対位置		
	x	y	z

(a) 点群データ(相対位置)の形式

時刻	絶対位置			姿勢		
	X	Y	Z	R	P	Y

(b) センサー位置データの形式

【図4】

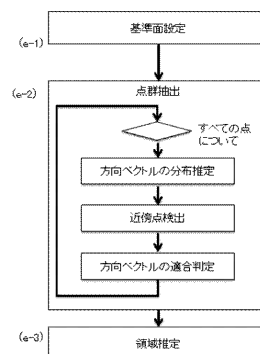
位置		
X	Y	Z

(a) 点群データ(絶対位置)の形式

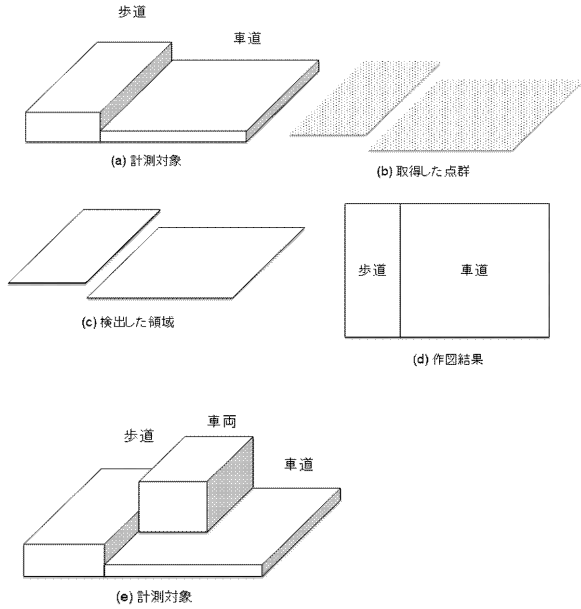
位置			方向			
X	Y	Z	U	V	W	

(b) 点群データ(方向ベクトル付き)の形式

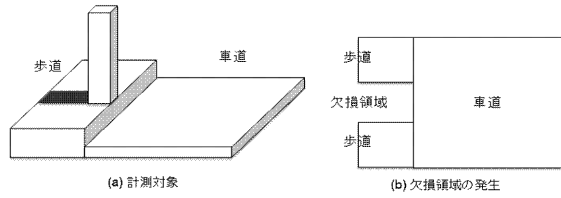
【図5】



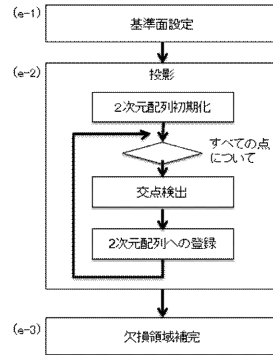
【図 6】



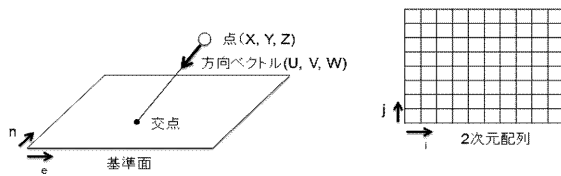
【図 7】



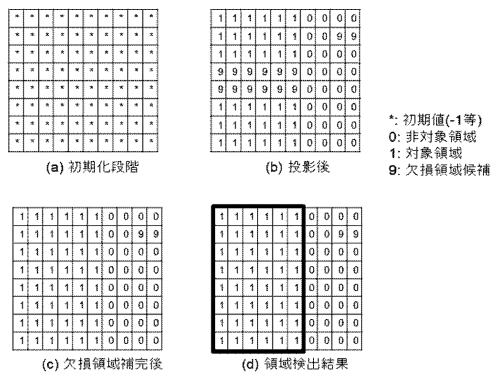
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 脇本 浩司
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

審査官 三好 貴大

(56)参考文献 特表2010-533282(JP,A)
特開2009-204615(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30

G01B 17/00 - 17/08

G01B 21/00 - 21/32

G01C 1/00 - 15/14