

(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2018-165657

(P2018-165657A)

(43) 公開日 平成30年10月25日(2018.10.25)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO 1 B 11/24 (2006.01)		GO 1 B	11/24 A	2 F 0 6 5
GO 1 S 7/487 (2006.01)		GO 1 S	7/487	5 J 0 8 4
GO 1 S 17/42 (2006.01)		GO 1 S	17/42	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-62855 (P2017-62855)
 (22) 出願日 平成29年3月28日 (2017. 3. 28)

(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
 (74) 代理人 110000800
 特許業務法人創成国際特許事務所
 (72) 発明者 小室 聡
 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
 (72) 発明者 飯倉 裕樹
 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

最終頁に続く

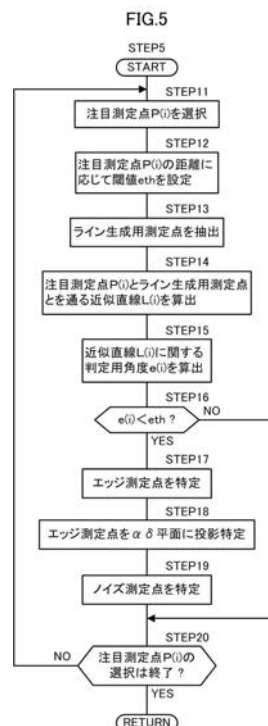
(54) 【発明の名称】 レーザ式測距装置を使用した物体エッジの検出方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザ式測距装置によって得られた計測データを用いて、物体のエッジを適切に検出することができる方法を提供する。

【解決手段】 レーザ式測距装置1により距離計測を行った複数の測定点から、互いに近接するn個の投光ラインのそれぞれに対応するn個の測定点P(i), P(i-1), P(i+1)を抽出し、n個の測定点を通る近似直線L(i)を算出する。n個の測定点にそれぞれ対応する投光ラインのうちの代表ラインに対する近似直線L(i)の傾き度合e(i)を求め、この傾き度合が所定の閾値よりも小さい場合に、n個の測定点のうちの1つの測定点を物体のエッジの測定点として特定する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光を所定の方向に走査し、該レーザ光の走査範囲における該レーザ光の複数の投光ラインにそれぞれ対応する複数の測定点のそれぞれの距離を計測するレーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点のそれぞれの計測データを用いて物体のエッジを検出する方法であって、

前記複数の測定点から、互いに近接する n 個 (n : 2 以上の整数) の投光ラインのそれぞれに対応する n 個の測定点を抽出する第 1 ステップと、

該 n 個の測定点のそれぞれの計測データを用いて、該 n 個の測定点を通る近似直線を算出する第 2 ステップと、

前記 n 個の測定点にそれぞれ対応する前記投光ラインのうちの代表ライン、又は、前記 n 個の測定点にそれぞれ対応する前記投光ラインの方向を平均化してなる方向のラインである平均化ラインに対する前記近似直線の傾き度合を求める第 3 ステップと、

前記傾き度合が所定の閾値よりも小さい場合に、前記 n 個の測定点のうちの 1 つの測定点を、物体のエッジの測定点として特定する第 4 ステップとを備えることを特徴とする物体エッジの検出方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の物体エッジの検出方法において、

前記傾き度合が前記所定の閾値よりも小さい場合に、前記 n 個の測定点のうち、距離の計測値が最も大きい測定点に対応する計測データをノイズデータとして特定する第 5 ステップをさらに備えることを特徴とする物体エッジの検出方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の物体エッジの検出方法において、

前記第 4 ステップで使用する前記所定の閾値を、前記 n 個の測定点のそれぞれの距離の計測値のうちの代表値、又は前記 n 個の測定点のそれぞれの距離の計測値を平均化してなる距離平均値に応じて可変的に設定する第 6 ステップをさらに備えることを特徴とする物体エッジの検出方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の物体エッジの検出方法において、

前記第 1 ステップから前記第 4 ステップまでの処理を繰り返すと共に、当該繰り返しの各回の前記第 1 ステップにおいて抽出する n 個の測定点のうちの少なくとも 1 つの測定点が、他の回の前記第 1 ステップで抽出する測定点と異なる測定点となるように、各回の前記第 1 ステップの処理を実行するように構成されていることを特徴とする物体エッジの検出方法。

【請求項 5】

請求項 4 記載の物体エッジの検出方法において、

前記レーザ式測距装置は、前記レーザ光の走査を、第 1 軸の周りの回転方向で行うように構成されていると共に、前記レーザ光の出力部を前記第 1 軸と直交する方向の第 2 軸の周りに回転させ得るように構成されており、

前記第 2 軸周りの方向での前記レーザ光の出力部の複数の回転位置で、前記第 1 軸周りの回転方向での前記レーザ光の走査を行うように、該レーザ光の出力部の回転と前記レーザ光の走査とを行うことにより、前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれにおける前記レーザ光の走査によって前記レーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点の計測データを取得する第 7 ステップをさらに備え、

前記第 1 ステップから第 4 ステップまでの処理の繰り返しは、前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれに対応する前記レーザ光の各回の走査によって前記レーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点のグループ毎に実行され、

前記複数の測定点の各グループに対する前記第 1 ステップから第 4 ステップまでの処理の繰り返しにより特定された各エッジの測定点を、前記第 1 軸周り方向の方位角と、前記第 2 軸周り方向の方位角とを 2 つの座標軸成分とする 2 次元平面に投影する第 8 ステップ

10

20

30

40

50

と、

該２次元平面上で直線状に並ぶ投影点の群により形成されるラインを、物体のエッジラインとして特定する第９ステップとをさらに備えることを特徴とする物体エッジの検出方法。

【請求項６】

請求項５記載の物体エッジの検出方法において、

前記第９ステップは、前記２次元平面上で直線状に並ぶ投影点の群により各々形成される一対のラインであって、互いに平行に延在する一対のラインを、棒状に延在する物体の両側のエッジラインとして特定するステップをさらに含むことを特徴とする物体エッジの検出方法。

【請求項７】

レーザ光を所定の方向に走査し、該レーザ光の走査範囲における該レーザ光の複数の投影ラインにそれぞれ対応する複数の測定点のそれぞれの距離を計測するレーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点のそれぞれの計測データを用いて物体のエッジを検出する方法であって、

前記レーザ式測距装置は、前記レーザ光の走査を、第１軸の周りの回転方向で行うように構成されていると共に、前記レーザ光の出力部を前記第１軸と直交する方向の第２軸の周りに回転させ得るように構成されており、

前記第２軸周りの方向での前記レーザ光の出力部の複数の回転位置で、前記第１軸周りの回転方向での前記レーザ光の走査を行うように、該レーザ光の出力部の回転と前記レーザ光の走査とを行うことにより、前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれにおける前記レーザ光の走査によって前記レーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点の計測データを取得する第Ａステップと、

前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれに対応して得られた前記複数の測定点の計測データに基づいて、該複数の測定点から物体のエッジの測定点を特定する第Ｂステップと、

前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれに対応して特定された各エッジの測定点を、前記第１軸周り方向の方位角と、前記第２軸周り方向の方位角とを２つの座標軸成分とする２次元平面に投影する第Ｃステップと、

前記２次元平面上で直線状に並ぶ投影点の群により形成されるラインを、物体のエッジラインとして特定する第Ｄステップとを備えることを特徴とする物体エッジの検出方法。

【請求項８】

請求項７記載の物体エッジの検出方法において、

前記第Ｄステップは、前記２次元平面上で直線状に並ぶ投影点の群により各々形成される一対のラインであって、互いに平行に延在する一対のラインを、棒状に延在する物体の両側のエッジラインとして特定するステップをさらに含むことを特徴とする物体エッジの検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、レーザ・レンジ・ファインダ（Laser Range Finder）等のレーザ式測距装置によって得られた計測データを用いて物体のエッジを検出する方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

レーザ・レンジ・ファインダ（Laser Range Finder）等のレーザ式測距装置は、レーザ光を走査し、その走査範囲内の複数の測定点（レーザ光の反射点）の距離を計測し得るように構成されている。この種のレーザ式測距装置は、例えば、物体の外形状の認識用のセンサ、あるいは、移動体の動作環境における環境認識用のセンサ等として使用される（例えば、特許文献１、２を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2014/132509号

【特許文献2】特開2004-234349号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

レーザ・レンジ・ファインダ等のレーザ式測距装置を用いて、物体の形状認識や、周囲の環境認識を行う場合、物体の外周の境界となるエッジを適正に検出し得ることが望まれる。この場合、レーザ式測距装置により得られた計測データから距離画像を作成し、その距離画像を基に、エッジ検出を行うことが一般的である。

10

【0005】

しかしながら、レーザ式測距装置により得られる距離の計測値、特に、物体のエッジの近辺の測定点での距離の計測値には、所謂マルチエコー等の影響で、信頼性の乏しい計測値が含まれやすい。また、距離画像の基準とする座標系と、レーザ式測距装置との位置関係の誤差に起因して、距離画像の全体の誤差が生じる虞もある。

【0006】

このため、距離画像に基づいてエッジの検出を行うと、エッジの位置が誤検出されるという状況が発生し易い。

【0007】

20

本発明はかかる背景に鑑みてなされたものであり、レーザ式測距装置によって得られた計測データを用いて、物体のエッジを適切に検出することができる方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の物体エッジの検出方法は、上記の目的を達成するために、レーザ光を所定の方

向に走査し、該レーザ光の走査範囲における該レーザ光の複数の投光ラインにそれぞれ対応する複数の測定点のそれぞれの距離を計測するレーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点のそれぞれの計測データを用いて物体のエッジを検出する方法であって、

前記複数の測定点から、互いに近接する n 個（ n ：2以上の整数）の投光ラインのそれぞれに対応する n 個の測定点を抽出する第1ステップと、

30

該 n 個の測定点のそれぞれの計測データを用いて、該 n 個の測定点を通る近似直線を算出する第2ステップと、

前記 n 個の測定点にそれぞれ対応する前記投光ラインのうちの代表ライン、又は、前記 n 個の測定点にそれぞれ対応する前記投光ラインの方向を平均化してなる方向のラインである平均化ラインに対する前記近似直線の傾き度合を求める第3ステップと、

前記傾き度合が所定の閾値よりも小さい場合に、前記 n 個の測定点のうちの1つの測定点を、物体のエッジの測定点として特定する第4ステップとを備えることを特徴とする（第1発明）。

【0009】

40

ここで、本発明における用語について捕捉しておく。前記「投光ライン」は、レーザ式測距装置が、前記走査範囲内で出力するレーザ光の経路を表すラインを意味する。

【0010】

また、「互いに近接する n 個（ n ：2以上の整数）の投光ライン」というのは、前記走査範囲の全体のうちの一部の局所範囲に属する n 個の投光ラインを意味する。

【0011】

この場合、レーザ光の方向を変化させるように該レーザ光の走査を行うレーザ式測距装置では、「互いに近接する n 個（ n ：2以上の整数）の投光ライン」は、投光ラインの方向が互いに近似する（例えば、当該方向の差が既定の範囲内に収まる） n 個の投光ラインを意味する。また、レーザ光の方向を一定に保って、該レーザ光の走査をリニアに行うレ

50

ーザ式測距装置では、「互いに近接する n 個 (n : 2 以上の整数) の投光ライン」は、投光ラインの位置が互いに近似する (例えば、当該位置の差が既定の範囲内に収まる) n 個の投光ラインを意味する。

【0012】

また、「物体のエッジの測定点」というのは、より詳しくは、該測定点に対応するレーザ光の投光ラインの方向で物体を見た場合 (換言すれば、該投光ラインに直交する平面に物体を投影して見た場合) に、該測定点が、物体のエッジのライン上の位置もしくは該ラインに近い位置に存することとなる測定点を意味する。

【0013】

本願発明者の各種実験、検討によれば、前記 n 個の投光ラインが物体のエッジの近辺を通るラインである場合、マルチエコーの影響の有無によらずに、前記近似直線の傾き度合が、小さいものとなる傾向がある。

【0014】

そこで、本発明では、前記傾き度合が所定の閾値よりも小さい場合に、前記傾き度合が所定の閾値よりも小さい場合に、前記 n 個の測定点のうちの 1 つの測定点を、物体のエッジの測定点として特定する。

【0015】

これにより、本発明によれば、レーザ式測距装置によって得られた計測データを用いて、物体のエッジの測定点を適切に (高い信頼性で) 特定することができる。

【0016】

上記第 1 発明では、前記傾き度合が前記所定の閾値よりも小さい場合に、前記 n 個の測定点のうち、距離の計測値が最も大きい測定点に対応する計測データをノイズデータとして特定する第 5 ステップをさらに備えてもよい (第 2 発明)。

【0017】

これによれば、レーザ式測距装置によって得られた計測データから、信頼性の乏しい距離の計測値を有するノイズデータを適切に特定することができる。

【0018】

上記第 1 発明又は第 2 発明では、前記第 4 ステップで使用する前記所定の閾値を、前記 n 個の測定点のそれぞれの距離の計測値のうちの代表値、又は前記 n 個の測定点のそれぞれの距離の計測値を平均化してなる距離平均値に応じて可変的に設定する第 6 ステップをさらに備えることが好ましい (第 3 発明)。

【0019】

これによれば、前記ノイズデータの特定の信頼性をより一層高めることができる。

【0020】

上記第 1 ~ 第 3 発明では、前記第 1 ステップから前記第 4 ステップまでの処理を繰り返すと共に、当該繰り返しの各回の前記第 1 ステップにおいて抽出する n 個の測定点のうちの少なくとも 1 つの測定点が、他の回の前記第 1 ステップで抽出する測定点と異なる測定点となるように、各回の前記第 1 ステップの処理を実行するように構成されていることが好ましい (第 4 発明)。

【0021】

これによれば、レーザ光の走査範囲の全体もしくはほぼ全体において、物体のエッジの測定点を特定することができる。また、第 4 発明を前記第 2 発明と組み合わせた場合には、レーザ光の走査範囲の全体もしくはほぼ全体において、ノイズデータを特定することもできる。

【0022】

上記第 4 発明では、前記レーザ式測距装置は、前記レーザ光の走査を、第 1 軸の周りの回転方向で行うように構成されていると共に、前記レーザ光の出力部を前記第 1 軸と直交する方向の第 2 軸の周りに回転させ得るように構成され得る。

【0023】

この場合、前記第 2 軸周りの方向での前記レーザ光の出力部の複数の回転位置で、前記

10

20

30

40

50

第 1 軸周りの回転方向での前記レーザ光の走査を行うように、該レーザ光の出力部の回転と前記レーザ光の走査とを行うことにより、前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれにおける前記レーザ光の走査によって前記レーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点の計測データを取得する第 7 ステップをさらに備え、

前記第 1 ステップから第 4 ステップまでの処理の繰り返し、前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれに対応する前記レーザ光の各回の走査によって前記レーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点のグループ毎に実行されるという態様を採用し得る。

【0024】

そして、この場合、前記複数の測定点の各グループに対する前記第 1 ステップから第 4 ステップまでの処理の繰り返しにより特定された各エッジの測定点を、前記第 1 軸周方向の方位角と、前記第 2 軸周方向の方位角とを 2 つの座標軸成分とする 2 次元平面に投影する第 8 ステップと、

該 2 次元平面上で直線状に並ぶ投影点の群により形成されるラインを、物体のエッジラインとして特定する第 9 ステップとをさらに備えることが好ましい（第 5 発明）。

【0025】

なお、第 5 発明において、「前記第 2 軸周方向での前記レーザ光の出力部の複数の回転位置で、前記第 1 軸周方向での前記レーザ光の走査を行う」というのは、前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれにおいて、第 2 軸周方向でのレーザ光の出力部の回転を停止した状態で第 1 軸周方向でのレーザ光の走査を行うという態様に限らず、レーザ光の 1 回の走査の開始時から終了時までの期間内での、レーザ光の出力部の回転位置がほぼ一定に維持されると見なし得る回転速度で、レーザ光の出力部を第 2 軸周方向に回転させながら、第 1 軸周方向でのレーザ光の走査を繰り返すという態様も含まれる。

【0026】

上記第 5 発明によれば、前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれに対応する前記レーザ光の各回の走査によって前記レーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点のグループ毎に前記エッジの測定点が特定される。そして、当該特定された各エッジの測定点が該測定点に対応するレーザ光の投光ラインの第 1 軸周方向の方位角及び第 2 軸周方向の方位角の組に応じて前記 2 次元平面上に投影されることとなる。

【0027】

ここで、前記第 7 ステップによるレーザ光の複数回の走査のそれぞれにおける走査範囲に直線状に延在するエッジラインを有する物体が存在する場合、前記 2 次元平面上にエッジの測定点を投影してなる複数の投影点の群が、直線状に並ぶようになる。

【0028】

従って、前記第 9 ステップによって、物体のエッジラインを特定できる。そして、この場合、エッジの測定点の空間的な（3 次元空間上での）位置データを必要とせず、該測定点に対応するレーザ光の投光ラインの第 1 軸周方向の方位角及び第 2 軸周方向の方位角の組に応じて規定される投影点から、前記 2 次元平面上で物体のエッジラインを特定できる。

【0029】

従って、第 5 発明によれば、物体のエッジラインを高い信頼性で適正に特定することができる。

【0030】

上記第 5 発明では、前記第 9 ステップは、前記 2 次元平面上で直線状に並ぶ投影点の群により各々形成される一対のラインであって、互いに平行に延在する一対のラインを、棒状に延在する物体の両側のエッジラインとして特定するステップをさらに含むという態様を採用し得る（第 6 発明）。

【0031】

これによれば、手摺り等、棒状に延在する物体の両側のエッジラインを適正に特定でき

10

20

30

40

50

る。

【0032】

本発明の物体エッジの検出方法は、次のような態様も採用し得る。すなわち、本発明の物体エッジの検出方法は、レーザ光を所定方向に走査し、該レーザ光の走査範囲における該レーザ光の複数の投光ラインにそれぞれ対応する複数の測定点のそれぞれの距離を計測するレーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点のそれぞれの計測データを用いて物体のエッジを検出する方法であって、

前記レーザ式測距装置は、前記レーザ光の走査を、第1軸の周りの回転方向で行うように構成されていると共に、前記レーザ光の出力部を前記第1軸と直交する方向の第2軸の周りに回転させ得るように構成されており、

前記第2軸周りの方向での前記レーザ光の出力部の複数の回転位置で、前記第1軸周りの回転方向での前記レーザ光の走査を行うように、該レーザ光の出力部の回転と前記レーザ光の走査とを行うことにより、前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれにおける前記レーザ光の走査によって前記レーザ式測距装置により得られた前記複数の測定点の計測データを取得する第Aステップと、

前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれに対応して得られた前記複数の測定点の計測データに基づいて、該複数の測定点から物体のエッジの測定点を特定する第Bステップと、

前記レーザ光の出力部の複数の回転位置のそれぞれに対応して特定された各エッジの測点を、前記第1軸周り方向の方位と、前記第2軸周り方向の方位とを2つの座標軸成分とする2次元平面に投影する第Cステップと、

前記2次元平面上で直線状に並ぶ投影点の群により形成されるラインを、物体のエッジラインとして特定する第Dステップとを備えることを特徴とする（第7発明）。

【0033】

なお、第7発明において、「前記第2軸周りの方向での前記レーザ光の出力部の複数の回転位置で、前記第1軸周りの回転方向での前記レーザ光の走査を行う」ということの意味は、前記第5発明に関して補足説明したことと同様である。

【0034】

上記第7発明によれば、前記第5発明と同様に、エッジの測定点の空間的な（3次元空間上での）位置データを必要とせずに、該測定点に対応するレーザ光の投光ラインの第1軸周り方向の方位角及び第2軸周り方向の方位角の組に応じて規定される投影点から、前記2次元平面上で物体のエッジラインを特定できる。

【0035】

従って、第7発明によれば、物体のエッジラインを高い信頼性で適正に特定することができる。

【0036】

上記第7発明では、前記第Dステップは、前記2次元平面上で直線状に並ぶ投影点の群により各々形成される一対のラインであって、互いに平行に延在する一対のラインを、棒状に延在する物体の両側のエッジラインとして特定するステップをさらに含むという態様を採用し得る（第8発明）。

【0037】

これによれば、手摺り等、棒状に延在する物体の両側のエッジラインを適正に特定できる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】図1Aは本発明の一実施形態におけるレーザ式測距装置の概略を斜視図で示す図、図1Bは該レーザ式測距装置を図1AのS軸方向で見た状態を示す図。

【図2】実施形態のレーザ式測距装置の作動に関する説明図。

【図3】実施形態のレーザ式測距装置の作動に関するグラフ。

【図4】図1Aに示す演算処理装置の処理を示すフローチャート。

【図 5】図 4 の S T E P 5 のサブルーチン処理を示すフローチャート。

【図 6】図 6 A は実施形態のレーザ式測距装置から物体へのレーザ光の走査状態を例示する図、図 6 B 及び図 3 C は、図 5 の S T E P 1 3 ～ 1 5 の処理に関する説明図。

【図 7】図 7 A 及び図 7 B は、図 5 の S T E P 1 2 で設定する閾値に関する説明図。

【図 8】図 5 の S T E P 1 5 で算出される判定用角度の変化パターンの例を示すグラフ。

【図 9】図 9 A、図 9 B 及び図 9 C は、それぞれ図 4 の S T E P 1 7, 1 8 の処理に関する説明図。

【発明を実施するための形態】

【0039】

本発明の一実施形態を図 1 A ～ 図 9 C を参照して以下に説明する。図 1 A 及び図 1 B を参照して、本実施形態で説明するレーザ式測距装置 1 は、その本体部であるレーザ・レンジ・ファインダ (Laser Range Finder) 1 a と、該レーザ・レンジ・ファインダ 1 a (以降、L R F 1 a という) を回転駆動するアクチュエータ 1 b とを備える。

【0040】

L R F 1 a は、レーザ光の出力部としての機能を持つ。この L R F 1 a は、公知の構造のものであり、1 つの軸周り方向、例えば図 1 A 及び図 1 B に示す S 軸周り方向に、所定の走査範囲 (所定の角度範囲) でレーザ光を走査するように出力する。すなわち、L R F 1 a は、図 1 B に示す如く、レーザ光の投光方向を表す投光ライン (レーザ光の投光経路となるラインであり、図 1 B に破線で例示するライン) を、所定の角度範囲内で S 軸周り方向に回転させるようにレーザ光を出力する。

【0041】

そして、L R F 1 a は、走査範囲内のレーザ光の複数 (所定数) の投光方向のそれぞれ毎に、各投光方向に出力されたレーザ光を反射する物体の距離 (L R F 1 から距離) を T O F の計測手法 (T O F : Time of Flight) により計測し、その計測データを出力する。この場合、レーザ光の上記複数の投光方向は、例えば、S 軸周り方向に所定の刻み角度ずつ、ずらした方向である。

【0042】

なお、L R F 1 a は、距離を計測することに加えて、各投光方向に出力されたレーザ光の反射光の強度 (輝度) を検出し、その該強度の検出値を示すデータを距離の計測データと共に出力し得るように構成されていてもよい。

【0043】

レーザ式測距装置 1 のアクチュエータ 1 b は、例えば電動モータにより構成される。そして、該アクチュエータ 1 b は、L R F 1 a を、前記 X 軸方向と直交する方向、例えば図 1 A 及び図 1 B に示す Z 軸周り方向に回転駆動し得るように L R F 1 a に連結されている。これにより、L R F 1 a の向きを Z 軸周り方向で変化させることが可能となっていると共に、Z 軸周り方向における L R F 1 a の複数の回転角度位置で、S 軸周り方向にレーザ光を走査することが可能となっている。

【0044】

例えば、図 3 に例示するパターンで、Z 軸周り方向での L R F 1 a の回転と、X 軸周り方向でのレーザ光の走査とを行うことができる。なお、以降の説明では、図 2 に示すように、Z 軸周り方向の回転角度を参照符号 α で表し、スイング角 α と称する。また、S 軸周り方向でのレーザ光の投光ラインの方位角を参照符 δ で表し、走査角 δ と称する。

【0045】

図 3 に例示するパターンでは、スイング角 α を所定の角度範囲で正弦波状に変化させながら、一定の周期 Δt で、S 軸周り方向でのレーザ光の走査 (走査範囲の一端側から他端側への 1 回の走査) が繰り返される。この場合、例えば、レーザ光の 1 回当たりの走査期間の時間内でのスイング角 α の変化量が十分に小さなものとなるように、スイング角 α の経時変化パターンを設定しておくことで、スイング角 α をほぼ一定に保った状態で、レーザ光の走査を行うことができる。

【0046】

なお、例えば、スイング角 α を所定量づつ、間欠的に変化させ、その変化の都度、スイング角 α を一定に保持した状態（Z 軸周り方向での L R F 1 a の回転を停止させた状態）で、レーザ光の走査を行うようにしてもよい。

【0047】

また、例えば、スイング角 α の単位変化量あたりに実行するレーザ光の走査の回数が一定もしくはほぼ一定になるように、Z 軸周り方向での L R F 1 a の回転速度、あるいは、レーザ光の走査タイミングを制御してもよい。

【0048】

上記の如く、Z 軸周り方向での L R F 1 a の回転と、S 軸周り方向でのレーザ光の走査（回転走査）とを行うことで、L R F 1 の周囲に存在する物体の距離の計測データを3次元的に取得することができる。

10

【0049】

例えば、図2には、L R F 1 a のスイング角 α がある角度であり、且つ、レーザ光の走査角 δ （レーザ光の投光ラインの方位角）がある角度である場合に、L R F 1 a により距離 r が測定される1つの測定点 P（物体の表面におけるレーザ光の反射点）を例示している。この場合、測定点 P の位置は、スイング角 α 又は走査角 δ を変化させることで、3次元的に変化する。従って、本実施形態のレーザ式測距装置1によれば、L R F 1 a の周囲に存在する物体の距離の計測データを3次元的に取得することができることとなる。

【0050】

補足すると、任意の測定点 P に対応する距離 r 、スイング角 α 、及び走査角 δ の組は、該測定点 P の位置を、球面座標系で表現するものである。そして、該測定点 P の位置は、それに対応する距離 r 、スイング角 α 、及び走査角 δ の組から、3軸直交座標系（例えば図2に例示する X Y Z 座標系）で見た位置に座標変換することもできる。

20

【0051】

上記の如く構成されたレーザ式測距装置1は、例えば、移動ロボット、車両等の移動体に搭載され得る。この場合、レーザ式測距装置1は、移動体の周囲に存在する物体（地面、床面、設置物、障害物、他の移動体等）の位置あるいは外面形状等を認識するための外界認識用のセンサとして使用し得る。

【0052】

本実施形態では、L R F 1 a の計測データは、演算処理装置2（図1Aに示す）に入力される。この場合、当該計測データには、距離の計測値を示すデータに加えて、該距離の計測時におけるレーザ光の投光ラインのスイング角 α 及び走査角 δ を示すデータも含まれる。

30

【0053】

演算処理装置2は、例えば、CPU、RAM、ROM、インターフェース回路等を含む1つ以上の電子回路ユニット、あるいは、1つ以上のコンピュータ、あるいは、該電子回路ユニット及びコンピュータの組み合わせにより構成される。

【0054】

この演算処理装置2は、本実施形態では、それに実装されるハードウェア構成又はプログラム（ソフトウェア構成）により実現される機能として、レーザ式測距装置1の作動を制御する機能、L R F 1 a から出力される計測データに基づいて、L R F 1 a の周囲（レーザ光が投光される領域）に存在する物体のエッジを検出する機能、L R F 1 a の計測データのうちのノイズデータを特定して除去する機能等を有する。

40

【0055】

なお、演算処理装置2は、レーザ式測距装置1を搭載した移動体の動作制御を行う機能を有する制御装置であってもよい。

【0056】

以下、演算処理装置2による処理を説明する。まず、物体のエッジの検出及びノイズデータの特定に係る処理の概要を説明する。

【0057】

50

L R F 1 a が走査するレーザ光の投光方向を表す投光ラインのうち、物体のエッジの近辺を通る互いに近接した複数の投光ライン（S 軸周り方向で互いに隣合う投光ライン等、相互の走査角 δ の差が十分に小さい複数の投光ライン）に着目した場合、ある投光ラインに対応する測定点の距離の計測値と、他の投光ラインに対応する測定点の距離の計測値が比較的大きく異なるものとなりやすい。

【0058】

また、レーザ光の投光ラインが、物体のエッジの近辺を通るラインとなる場合、該物体による反射光と、その奥側の他の物体の反射光とが L R F 1 a で受光される場合（所謂、マルチエコーが発生する場合）が多々ある。この場合、当該投光ライン上における物体の距離の計測データが異常なデータとなりやすい。例えば、該計測データにより示される位置には、実際の物体は存在していないというような状況が発生し得る。

10

【0059】

図 6 A はこのような現象が発生する状況を概念的に例示している。この例では、L R F 1 a と、壁等、比較的大きな面積の物体 A との間に、手摺り等の小径の物体 B が存在し、L R F 1 a のスイング角 α が、ある角度で一定もしくはほぼ一定に維持された状態において、L R F 1 a から物体 A に向かってレーザ光（破線で示す）が走査された状況を示している。図中の「×」マークを付した点が、レーザ光の複数の投光ラインのそれぞれの走査角 δ と、各投光ライン上での距離の計測値との組により規定される測定点の位置を示している。また、レーザ光のいくつかの投光ラインに付した $\delta(a+1)$ 等の参照符号は、該投光ラインの走査角 δ を表している。

20

【0060】

この図示例では、物体 B のエッジ付近を通るレーザ光のうち、例えば、走査角 δ がそれぞれ $\delta(a+1)$ 、 $\delta(a)$ 、 $\delta(c+1)$ 、 $\delta(c)$ 、 $\delta(c-1)$ であるレーザ光の投光ラインに対応する測定点が、マルチエコーの影響で、物体 A 又は B の実際の位置から乖離した位置となっていることが示されている。

【0061】

本実施形態では、演算処理装置 2 は、物体のエッジの近辺での上記の如き距離の計測値の変化を利用して、物体のエッジに対応する測定点（以降、エッジ測定点という）を特定すると共に、距離の計測値が異常な値となっている測定点（以降、ノイズ測定点という）を特定する。かかる演算処理装置 2 の処理は、図 4 及び図 5 のフローチャートに示す如く実行される。

30

【0062】

S T E P 1 で、演算処理装置 2 は、Z 軸周り方向での L R F 1 a の回転を開始させ、さらに、S T E P 2 でレーザ光の走査を開始させるようにレーザ式測距装置 1 を制御する。

【0063】

そして、S T E P 3 において、演算処理装置 2 は、レーザ光の走査（走査範囲の一端側から他端側への 1 回の走査）が終了して、S T E P 4 の判断結果が肯定的になるまで、L R F 1 a による計測データを取得する。この計測データには、L R F 1 a から出力されるレーザ光の複数の投光ラインのそれぞれに対応する測定点の距離の計測値を示すデータが含まれると共に、各投光ラインの走査角 δ を示すデータと、各投光ラインでのレーザ光の投光時における L R F 1 a のスイング角 α を示すデータとが含まれる。

40

【0064】

なお、本実施形態は、レーザ光の 1 回の走査時におけるスイング角 α は一定もしくはほぼ一定の値である。この場合、レーザ光の走査時におけるスイング角 α の値は、単一の値（例えば、該走査の開始時におけるスイング角の値）でよい。

【0065】

レーザ光の走査が終了すると、S T E P 4 の判断結果が否定的になる。この場合、演算処理装置 2 は、次に、S T E P 5 でエッジ測定点とノイズ測定点とを特定する処理を実行する。

【0066】

50

このSTEP 5の処理は、STEP 2～4でのレーザ光の走査時に取得した複数の測定点の計測データを用いて、図5のフローチャートに示す如く実行される。STEP 11において、演算処理装置2は、1つの測定点を注目測定点 $P(i)$ として選択する。そして、演算処理装置2は、STEP 12において、エッジ測定点及びノイズ測定点を特定するため閾値 e_{th} を、該注目測定点 $P(i)$ の距離の計測値に応じて設定する。該閾値 e_{th} は、後述の判定用角度 $e(i)$ と比較する正の値の閾値であり、注目測定点 $P(i)$ の距離の計測値から、あらかじめ作成された演算式あるいはマップ等に基づいて決定される。この場合、閾値 e_{th} は、注目測定点 $P(i)$ の距離の計測値が小さいほど、小さい値になる（ゼロに近い値になる）ように設定される。

【0067】

10

次いで、演算処理装置2は、STEP 13において、選択中の注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ラインの方向に近い方向を有する他の1つ以上の投光ラインのそれぞれに対応する測定点を、後述する近似直線を生成するためのライン生成用測定点として抽出する。

【0068】

本実施形態では、例えば、注目測定点 $P(i)$ に対応する投光ラインの両隣の2つの投光ラインのそれぞれに対応する測定点 $P(i+1)$ 、 $P(i-1)$ がライン生成用測定点として抽出される。上記2つの投光ラインは、より詳しくは、注目測定点 $P(i)$ に対応する投光ラインに対して、S軸周りの正方向（S軸の正方向に向かって時計周り方向）に所定の刻み角度だけずれた方向の投光ラインとS軸周りの負方向（S軸の正方向に向かって反時計周り方向）に所定の刻み角度だけずれた方向の投光ラインとの2つの投光ラインである。

20

【0069】

例えば、注目測定点 $P(i)$ が、図6Aで走査角 $\delta(a)$ のレーザ光の投光ラインに対応する測定点である場合、走査角 $\delta(a+1)$ 、 $\delta(a-1)$ のそれぞれのレーザ光の投光ラインに対応する測定点（図6Bに示す $P(a+1)$ 、 $P(a-1)$ ）がライン生成用測定点として抽出される。

【0070】

また、注目測定点 $P(i)$ が、例えば、図6Aで走査角 $\delta(b)$ のレーザ光の投光ラインに対応する測定点である場合、走査角 $\delta(b+1)$ 、 $\delta(b-1)$ のそれぞれのレーザ光の投光ラインに対応する測定点（図6Cに示す $P(b+1)$ 、 $P(b-1)$ ）がライン生成用測定点として抽出される。

30

【0071】

補足すると、本実施形態では、注目測定点 $P(i)$ 及びライン生成用測定点 $P(i+1)$ 、 $P(i-1)$ が、本発明における「 n 個の測定点」に相当し、注目測定点 $P(i)$ 及びライン生成用測定点 $P(i+1)$ 、 $P(i-1)$ にそれぞれ対応するレーザ光の投光ラインが本発明における「互いに近接する n 個の投光ライン」に相当する。

【0072】

次いで、演算処理装置2は、STEP 14において、注目測定点 $P(i)$ と、ライン生成用測定点 $P(i+1)$ 、 $P(i-1)$ とを通る近似直線 $L(i)$ を、これらの測定点 $P(i)$ 、 $P(i+1)$ 、 $P(i-1)$ の距離の計測値と、これらの測定点 $P(i)$ 、 $P(i+1)$ 、 $P(i-1)$ にそれぞれ対応する投光ラインの走査角 $\delta(i)$ 、 $\delta(i+1)$ 、 $\delta(i-1)$ とを用いて算出する。該近似直線 $L(i)$ は例えば最小二乗法により算出される。

40

【0073】

さらに、演算処理装置2は、STEP 15において、上記近似直線 $L(i)$ と、注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ラインとのなす角度 $e(i)$ （鋭角側の角度の絶対値）を判定用角度として算出する。この判定用角度 $e(i)$ は、注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ラインに対する近似直線 $L(i)$ の傾斜度合を表す指標値である。

【0074】

例えば、注目測定点 $P(i)$ が、図6Aで走査角 $\delta(a)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点である場合、STEP 14において、図6Bに示す近似直線 $L(a)$ が算出される。さらに、STEP 15において、図6Bに示す角度 $e(a)$ が判定用角度として算出される。

50

【0075】

また、例えば、注目測定点 $P(i)$ が、図 6 A で走査角 $\delta(b)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点である場合、STEP 14 において、図 6 C に示す近似直線 $L(b)$ が算出される。さらに、STEP 15 において、図 6 C に示す角度 $e(b)$ が判定用角度として算出される。

【0076】

なお、本実施形態では、注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ラインが、本発明における「代表ライン」に相当する。

【0077】

ここで、注目測定点 $P(i)$ 又はライン生成用測定点 $P(i+1)$, $P(i-1)$ が、物体のエッジ付近を通るレーザ光の投光ライン上の測定点である場合には、例えば図 6 B に例示する如く、STEP 14 で算出される近似直線 $L(i)$ (図 6 B では $L(a)$) の方向は、注目測定点 $P(i)$ (図 6 B では $P(a)$) に対応するレーザ光の投光ライン (図 6 B では走査角 $\delta(a)$ のレーザ光の投光ライン) の方向に近い方向となる。従って、この場合の判定用角度 $e(i)$ (図 6 B では $e(a)$) は、比較的小さい角度となる。

【0078】

一方、注目測定点 $P(i)$ 及びライン生成用測定点 $P(i+1)$, $P(i-1)$ が、物体のエッジ付近を通るレーザ光の投光ラインに対応する測定点でない場合には、例えば図 6 C に例示する如く、STEP 14 で算出される近似直線 $L(i)$ (図 6 C では $L(b)$) の方向は、注目測定点 $P(i)$ (図 6 C では $P(b)$) に対応するレーザ光の投光ライン (図 6 C では走査角 $\delta(b)$ のレーザ光の投光方向) の方向と比較的顕著に異なる方向となる。従って、この場合の判定用角度 $e(i)$ (図 6 C では $e(b)$) は、比較的大きい角度 (90 度に近い角度) となる。

【0079】

また、レーザ光の各投光ラインにおける測定点の距離の計測値の誤差 (マルチエコーの影響が無い状態での誤差であって、LRF 1 a の性能に起因する定格の誤差) による該計測値のばらつきを考慮した場合、レーザ光の投光箇所が平坦面であっても、前記 STEP 5 で算出される近似直線 $L(i)$ は、上記誤差の範囲での距離の計測値のばらつきに起因して、該投光箇所の面 (平坦面) に対して、図 7 A 及び図 7 B に示す如く傾きを生じる場合がある。

【0080】

なお、図 7 A はレーザ光を投光する物体 A の距離 (LRF 1 a からの距離) が比較的大きい場合に関する説明図であり、図 7 B はレーザ光を投光する物体 A の距離が比較的小さい場合に関する説明図である。

【0081】

また、図 7 A 及び図 7 B では、走査角 $\delta(i+1)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点 $P(i+1)$ の距離の計測値が、実際の距離よりも小さくなる方向に誤差を有し、走査角 $\delta(i-1)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点 $P(i+1)$ の距離の計測値が、実際の距離よりも大きくなる方向に誤差を有する場合を例示している。

【0082】

これらの図 7 A 及び図 7 B を比較して判るように、物体の距離が大きい場合 (図 7 A) よりも、小さい場合 (図 7 B) の方が、近似直線 $L(i)$ の方向は、上記誤差の範囲での距離の計測値のばらつきに起因して、注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ライン (走査角 $\delta(i)$ の投光ライン) に近い方向になる可能性がある。これは LRF 1 a から物体までの距離が小さいほど、隣り合う 2 つの投光ラインのそれぞれに対応するレーザ光の照射点 (物体 A の表面での照射点) の間隔が小さくなるからである。

【0083】

そこで、本実施形態では、演算処理装置 2 は、前記 STEP 12 において、閾値 e_{th} を、注目測定点 $P(i)$ の距離の計測値が小さいほど、小さい値になる (ゼロに近い値になる) ように設定しておく。

【0084】

なお、例えば、注目測定点 $P(i)$ 及びライン生成用測定点 $P(i-1)$, $P(i+1)$ のそれぞれの距離の計測値の平均値（距離平均値）に応じて、前記閾値 e_{th} を設定してもよい。

【0085】

そして、演算処理装置 2 は、STEP 15 で求めた判定用角度 $e(i)$ を、STEP 12 で設定した閾値 e_{th} と比較する処理（ $e(i) < e_{th}$ であるか否かを判断する処理）を STEP 16 で実行する。

【0086】

この STEP 16 の判断処理で、 $e(i) < e_{th}$ である場合（STEP 16 の判断結果が肯定的である場合）には、演算処理装置 2 は、STEP 17 において、注目測定点 $P(i)$ 及びライン生成用測定点 $P(i+1)$, $P(i-1)$ のうちの 1 つをエッジ測定点として特定する。本実施形態では、例えば注目測定点 $P(i)$ がエッジ測定点として特定される。

10

【0087】

これにより、例えば、注目測定点 $P(i)$ が、図 6 A で走査角 $\delta(a)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点 $P(a)$ である場合、該注目測定点 $P(i)$ ($= P(a)$) がエッジ測定点として特定される。また、例えば、注目測定点 $P(i)$ が、図 6 A で走査角 $\delta(c)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点である場合、該注目測定点 $P(i)$ がエッジ測定点として特定される。

【0088】

なお、エッジ測定点として特定された測定点に対応する計測データ（距離の計測値、スイング角 α 及び走査角 δ の組）は、演算処理装置 2 において、エッジ測定点に関する計測データとして記憶保持される。

20

【0089】

そして、演算処理装置 2 は、STEP 18 において、上記の如く特定したエッジ測定点を $\alpha\delta$ 平面に投影する。ここで、 $\alpha\delta$ 平面というのは、図 9 A ~ 図 9 C に示す如く、スイング角 α と走査角 δ とを 2 つの座標軸成分とする座標平面である。

【0090】

STEP 18 の処理では、演算処理装置 2 は、特定されたエッジ測定点に対応する投光ラインの走査角 δ の値と、スイング角 α の値との組により規定される $\alpha\delta$ 平面上の点を、該 $\alpha\delta$ 平面に対するエッジ測定点の投影点として決定する。そして、演算処理装置 2 は、この投影点の座標値（ α の値と δ の値と組）を記憶保持する。図 9 A ~ 図 9 B にそれぞれ示す黒点は、上記の投影点を例示する点である。

30

【0091】

さらに、演算処理装置 2 は、STEP 19 において、注目測定点 $P(i)$ 及びライン生成用測定点 $P(i+1)$, $P(i-1)$ のうちの、最も距離が大きい測定点をノイズ測定点として特定する。換言すれば、演算処理装置 2 は、該ノイズ測定点に対応する距離の計測データをノイズデータとして特定する。

【0092】

これにより、例えば、注目測定点 $P(i)$ が、図 6 A で走査角 $\delta(a)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点 $P(a)$ である場合、走査角 $\delta(a+1)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点（= 図 6 B に示すライン生成用測定点 $P(a+1)$ ）がノイズ測定点として特定される。また、例えば、注目測定点 $P(i)$ が、例えば、図 6 A で走査角 $\delta(c)$ のレーザ光の投光ライン上の測定点である場合、走査角 $\delta(c-1)$ のレーザ光の投光ラインに対応する測定点がノイズ測定点として特定される。

40

【0093】

一方、STEP 16 の判断処理で、 $e(i) \geq e_{th}$ である場合（STEP 16 の判断結果が否定的である場合）には、演算処理装置 2 は、STEP 17 ~ 19 の処理（エッジ測定点の特定、ノイズ測定点の特定等）を行わない。

【0094】

例えば、注目測定点 $P(i)$ が、図 6 A で走査角 $\delta(b)$ のレーザ光の投光ラインに対応する測定である場合、STEP 16 の判断結果が否定的となるので、STEP 17 ~ 19 の処

50

理は行われない。

【0095】

なお、ノイズ測定点として特定された測定点に対応する計測データ（距離の計測値、スイング角 α 及び走査角 δ の組）は、演算処理装置2において、ノイズ測定点に関する計測データとして記憶保持される。

【0096】

STEP 17～19の処理を実行した場合、あるいは、STEP 16の判断結果が否定的である場合には、演算処理装置2は、次に、STEP 20において、注目測定点 $P(i)$ を順次選択することが終了したか否かを判断する。

【0097】

そして、この判断結果が否定的である場合には、演算処理装置2は、前記STEP 11に戻って、注目測定点 $P(i)$ を新たに選択する。例えば、先に選択した注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ラインに対して、S軸周りの正方向（又は負方向）で隣り合う投光方向に対応する測定点が新たな注目測定点 $P(i)$ として選択される。

【0098】

このようにして、STEP 20の判断結果が肯定的になるまで、STEP 11～20の処理が繰り返される。

【0099】

これにより、エッジ測定点及びノイズ測定点が探索的に特定されていくこととなる。なお、STEP 11～20のループ処理では、エッジ測定点又はノイズ測定点として既に特定された測定点であっても、注目測定点 $P(i)$ 又はライン生成用測定点 $P(i)$ として選択され得る。

【0100】

STEP 20の判断結果が肯定的になると、図5のフローチャートの処理は終了する。以上が、図4のSTEP 5の処理の詳細である。

【0101】

図8は、上記したSTEP 5の処理によって、各注目測定点 $P(i)$ に対応する走査角 $\delta(i)$ と、該注目測定点 $P(i)$ に対応して前記した如く算出される判定用角度 $e(i)$ との関係（走査角に対する判定用角度 $e(i)$ の変化パターン）を表すグラフを例示している。

【0102】

この例は、図6Aに示した如く、LRF aからのレーザ光の走査範囲に、手摺り等の棒状の物体Bと、壁等の物体Aが存在する場合の例である。この場合、走査角 δ_1 のレーザ光の投光ラインに対応する測定点を注目測定点 $P(i)$ として算出される判定用角度 e_1 と、走査角 δ_2 のレーザ光の投光ラインに対応する測定点を注目測定点 $P(i)$ として算出される判定用角度 e_2 とが閾値 e_{th} よりも小さい値となる。そして、これらの走査角 δ_1 、 δ_2 に対応する測定点が、エッジ測定点として特定される。

【0103】

図4に戻って、演算処理装置2は、STEP 5の処理を上記の如く実行した後、次にSTEP 6において、前述の如くエッジ測定点を投影した前記 $\alpha\delta$ 平面から、直線状に並んでいるとみなし得る複数のエッジ測定点により形成される直線を物体のエッジラインとして検出処理を実行する。この処理は、例えばハフ変換等の公知の直線検出手法により実行される。

【0104】

さらに、演算処理装置2は、STEP 7において、互いに平行（もしくはほぼ平行）に延在する2つの直線（エッジライン）の組がある場合に、各組の2つの直線（エッジライン）を、互いに対となる直線としてペアリングする処理を実行する。この場合、ペアリングされた各対の直線（エッジライン）は、手摺り等、棒状に延在する物体の両側のエッジラインに相当するものとしてペアリングされる。

【0105】

なお、LRF 1aの回転の開始後のレーザ光の走査回数が少ない段階では、エッジライ

10

20

30

40

50

ンとしての直線を検出できないか、もしくは、エッジラインを正しく検出できない可能性が高い。従って、STEP 6, 7 の処理は、レーザ光の走査回数が所定数に達してから、実行するようにしてよい。

【0106】

次いで、演算処理装置 2 は、STEP 8 において、LRF 1 a の回転（既定の範囲内での回転）が終了したか否かを判断し、終了していない場合（STEP 8 の判断結果が否定的である場合）には、STEP 2 からの処理を繰り返す。また、LRF 1 a の回転が終了して、STEP 8 の判断結果が肯定的になった場合には、演算処理装置 2 は、前記 STEP 5 の処理で特定された各ノイズ測定点に関する計測データをノイズデータとして消去する。

10

【0107】

以上のようにして、レーザ光の各回の走査毎に、エッジ測定点及びノイズ測定点が特定されると共に、エッジ測定点が $\alpha\delta$ 平面上に投影してなる投影点が決定される。このため、各回のレーザ光の走査範囲に、手摺り等の棒状の物体が延在する場合、該レーザ光の走査が複数回実行された段階での前記した STEP 6, 7 の処理によって、図 9 A ~ 図 9 B にそれぞれ例示する如く、 $\alpha\delta$ 平面上、2 つの互いに平行なエッジラインが検出されると共に、それらの 2 つのエッジラインが、棒状に延在する物体の両側のエッジラインに相当するものとペアリングされる。

【0108】

なお、図 9 B は、破線枠部分に、棒状の物体に部分的に装着された他の物体が存在する場合を例示している。また、図 9 C は、棒状の物体が折れ曲がっているために、エッジラインのペアが、二組検出された場合を例示している。

20

【0109】

これにより、 $\alpha\delta$ 平面上で、物体のエッジラインを特定できる。また、手摺り等の棒状の物体が存在する場合には、該物体の両側のエッジラインを、 $\alpha\delta$ 平面上でペアのエッジラインとして認識することができる。

【0110】

この場合、各測定点（エッジ測定点を含む）を、図 2 に示した XYZ 座標系如き、3 次元の空間座標系の点に変換することを必要とせず（各測定点の空間的な位置情報を必要とせず）、物体のエッジラインを特定できるので、LRF 1 a の回転動作と並行して、物体のエッジラインをすばやく特定することが可能とできると共に、該エッジラインを高い信頼性で特定することができる。

30

【0111】

また、前記判定用角度 $e(i)$ を用いてエッジライン上の点としてのエッジ測定点を特定することにより、マルチエコーの影響等によらずに、エッジ特定点を適切に特定できる。

【0112】

さらに、本実施形態によれば、マルチエコーに起因する信頼性の乏しい計測データ（ノイズデータ）を適正に除去することができるので、該ノイズデータを用いて LRF a の周囲の物体の位置、形状等を誤って認識してしまうような事態を極力防止することができる。

40

【0113】

なお、以上説明した実施形態では、前記注目測定点 $P(i)$ とライン生成用測定点 $P(i+1)$ 、 $P(i-1)$ とから成る 3 個の測定点を用いて、前記近似直線 $L(i)$ を算出するようにした。但し、近似直線 $L(i)$ を算出するためのライン生成用測定点（注目測定点以外の測点）を、例えば次のように決定してもよい。

【0114】

すなわち、レーザ光の各投光方向におけるレーザビームの広がり角を θ とおくと、該広がり角 θ は、近似的に次式（1）により表される。

【0115】

50

$$\theta = \lambda / D_0 \quad \dots \dots (1)$$

なお、 λ は、レーザ光の波長、 D_0 はレーザ光の出力部でのレーザビームの直径である。従って、広がり角 θ は、レーザ式測距装置（前記実施形態では、L R F 1 a）に固有の値である。

【0116】

そして、レーザビームの当該広がり角 θ 内に物体のエッジがある場合に、マルチエコーに起因する異常な計測データが発生しやすい。

【0117】

そこで、例えば、注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ラインを中心として、上記広がり角 θ の範囲内（詳しくは、 $\delta(i) \pm (\theta / 2)$ の範囲内。 $\delta(i)$ ：注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ラインの走査角）に属する各投光ラインに対応する測定点（注目測定点 $P(i)$ を含む）を、前記近似直線を算出するための測定点として用いてもよい。

【0118】

また、前記実施形態では、注目測定点 $P(i)$ に対応するレーザ光の投光ラインと、前記近似直線 $L(i)$ とのなす角度 $e(i)$ を、近似直線 $L(i)$ の傾斜度合を示す指標値として用いた。ただし、例えば、近似直線を算出するために用いる複数の測定点にそれぞれ対応する投光ラインの方向を平均化してなる方向を求め、その平均化方向のラインと、近似直線とのなす角度を、該近似直線 $L(i)$ の傾斜度合を示す指標値として用いてもよい。

【0119】

あるいは、例えば、近似直線を算出するために用いる複数の測定点にそれぞれ対応する投光ラインのうち、これらの投光ラインの中心方向（平均化方向）のラインに最も近い方向の投光ラインを代表ラインとして用い、該代表ラインと、近似直線とのなす角度を、該近似直線 $L(i)$ の傾斜度合を示す指標値として用いてもよい。

【0120】

また、前記実施形態におけるレーザ式測距装置1（L R F 1）は、レーザ光の投光方向を回転させることで、該レーザ光の走査を行うものであるが、本発明におけるレーザ式測距装置は、レーザ光の投光方向を一定もしくはほぼ一定に維持して、該レーザ光をその投光方向と直交する方向にリニアに走査するものであってもよい。この場合であっても、エッジ測定点やノイズ測定点を特定することは前記実施形態と同様に行うことができる。

【0121】

さらに、L R F 1 aが、例えば、距離を計測することに加えて、各投光方向に出力されたレーザ光の反射光の強度（輝度）の検出値を示すデータを距離の計測データと共に出力し得るように構成されている場合には、エッジ測定点を特定する処理において、例えば、距離の計測値に加えて、もしくは距離の計測値の代わりに、レーザ光の反射光の強度の検出値を用いて、エッジ測定点を特定することも可能である。

【符号の説明】

【0122】

1…レーザ式測距装置、1 a…レーザ・レンジ・ファインダ（レーザ光の出力部）。

10

20

30

40

【図 1】

FIG.1A

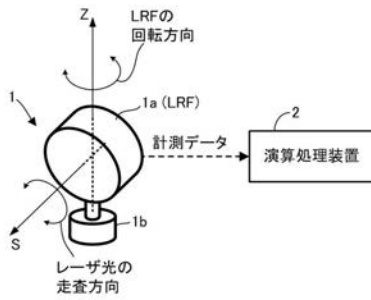
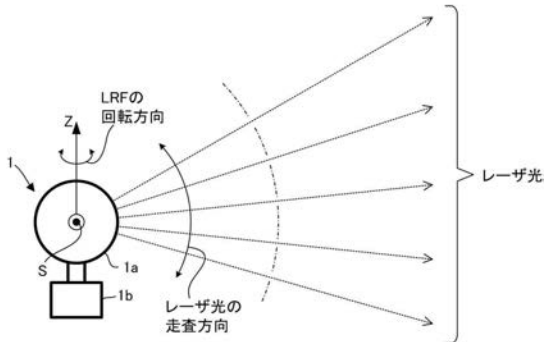
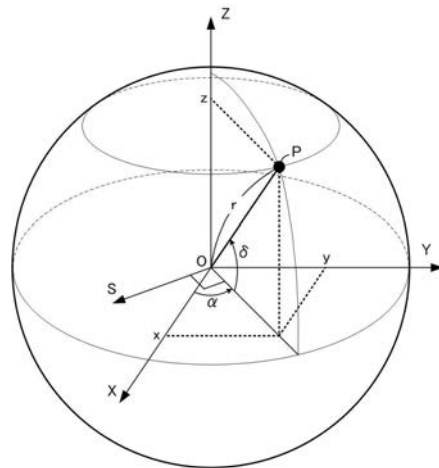


FIG.1B



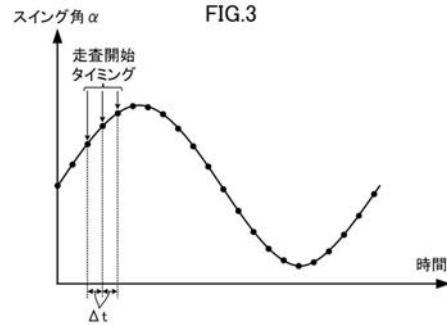
【図 2】

FIG.2



【図 3】

FIG.3



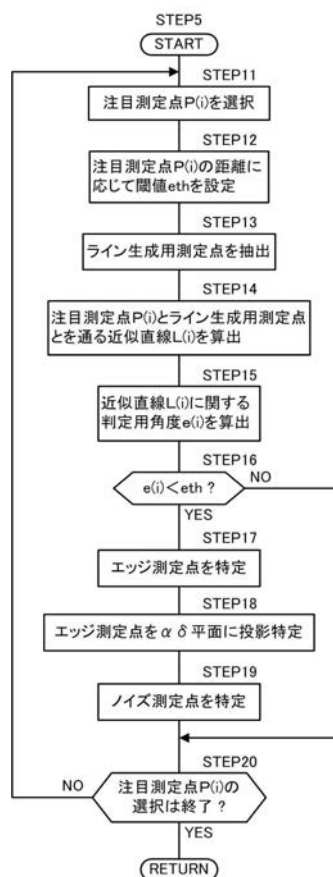
【図 4】

FIG.4



【図 5】

FIG.5



【図 6】

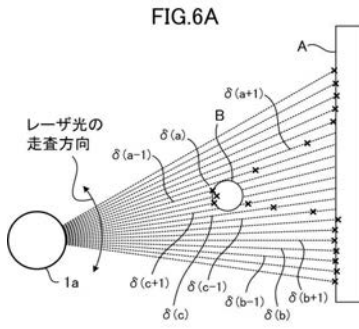


FIG.6B

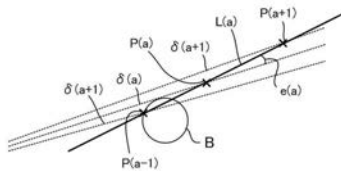
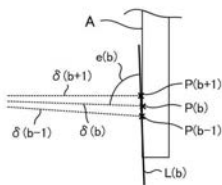
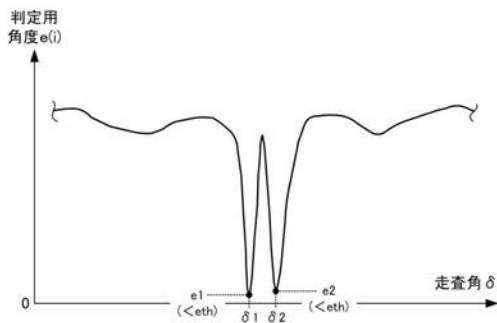


FIG.6C



【図 8】

FIG.8



【図 7】

FIG.7A

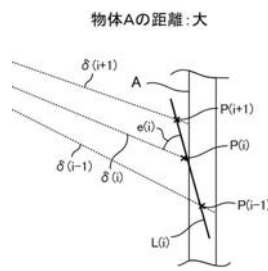
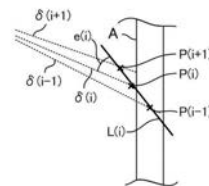


FIG.7B

物体Aの距離: 小



【図 9】

FIG.9A

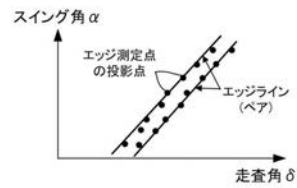


FIG.9B

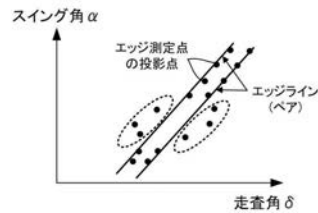
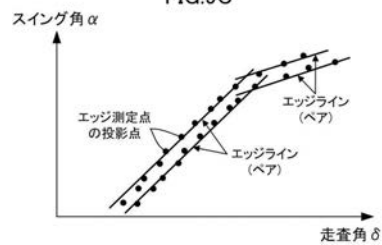


FIG.9C



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 AA12 AA31 BB15 CC11 CC14 CC40 DD04 DD12
FF41 FF65 GG04 MM11 PP25 QQ08 QQ17 QQ23 QQ29 QQ42
QQ45
5J084 AA04 AA13 AB01 AB07 AB16 AC02 AC07 AD01 AD03 BA03
BA48 CA03 CA32 DA01 DA09 EA01 EA04