

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6717536号
(P6717536)

(45) 発行日 令和2年7月1日 (2020. 7. 1)

(24) 登録日 令和2年6月15日 (2020. 6. 15)

(51) Int. Cl.

F I

GO 6 T 17/05 (2011. 01)

GO 6 T 17/05

GO 6 T 11/20 (2006. 01)

GO 6 T 11/20 3 0 0

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2019-557900 (P2019-557900)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成29年12月5日 (2017. 12. 5)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/043655		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02019/111323	(74) 代理人	100123434
(87) 国際公開日	令和1年6月13日 (2019. 6. 13)		弁理士 田澤 英昭
審査請求日	令和2年2月4日 (2020. 2. 4)	(74) 代理人	100101133
			弁理士 濱田 初音
早期審査対象出願		(74) 代理人	100199749
			弁理士 中島 成
		(74) 代理人	100197767
			弁理士 辻岡 将昭
		(72) 発明者	三浦 衛
			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
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 折れ線作画装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

折れ線作画する対象となる点群を抽出する点群抽出部と、
前記対象となる点群に局所領域を定め、当該局所領域の点群における点について算出された重心に位置する点を代表点として求めると共に、当該重心に位置する点を求めた局所領域内に存在する前記代表点以外の点を取り除き、当該求めた代表点を中心とした円領域を新たな局所領域と定め、当該新たな局所領域の点群における点について算出された重心に位置する点を新たな代表点として求める頂点生成部と、

前記頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線作画する折れ線出力部とを備えたことを特徴とする折れ線作画装置。

【請求項 2】

折れ線作画する対象となる点群を抽出する点群抽出部と、
前記対象となる点群に局所領域を定め、当該局所領域の点群の分布状態を示す点を代表点として求めると共に、前記局所領域の点群の点に対する当該局所領域の中心までの距離を算出し、当該求めた代表点を基準として前記算出された距離の統計量を用いて前記局所領域の形状及び範囲のうち少なくともいずれか一方の値を変更して新たな局所領域を定め、当該新たな局所領域の点群の分布状態を示す点を新たな代表点として求める頂点生成部と、

前記頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線作画する折れ線出力部とを備えたことを特徴とする折れ線作画装置。

【請求項 3】

折れ線を描画する対象となる点群を抽出する点群抽出部と、

前記対象となる点群に局所領域を定め、当該局所領域の点群における点について算出された重心に位置する点を代表点として求めると共に、当該重心に位置する点を求めた局所領域の点群の点に対する当該局所領域の中心までの距離を算出し、当該重心を求めた局所領域内に存在する前記代表点以外の点を取り除き、当該求めた代表点を中心として前記算出された距離の統計量を用いて半径が設定された円領域を新たな局所領域と定め、当該新たな局所領域の点群における点について算出された重心に位置する点を新たな代表点として求める頂点生成部と、

前記頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線を描画する折れ線出力部とを備えたことを特徴とする折れ線描画装置。

10

【請求項 4】

折れ線を描画する対象となる点群を抽出する点群抽出部と、

前記対象となる点群に局所領域を定め、当該局所領域内の点群の各点について、当該局所領域内の最近傍点までの距離を算出し、当該最近傍点までの距離が閾値よりも大きい場合に外れ点とし、当該局所領域内の点群から当該外れ点を除外した点群の分布状態を示す点を代表点として求めると共に、当該求めた代表点を基準として新たな局所領域を定め、当該新たな局所領域の点群の各点について、当該新たな局所領域内の最近傍点までの距離を算出し、当該最近傍点までの距離が閾値よりも大きい場合に外れ点とし、当該新たな局所領域の点群から当該外れ点を除外した点群の分布状態を示す点を新たな代表点として求める頂点生成部と、

前記頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線を描画する折れ線出力部とを備えたことを特徴とする折れ線描画装置。

20

【請求項 5】

折れ線を描画する対象となる点群を抽出する点群抽出部と、

前記対象となる点群に局所領域を定め、当該局所領域内の点群の各点について、当該局所領域内の最近傍点までの距離を算出し、当該最近傍点までの距離が閾値よりも大きい場合に外れ点とし、当該局所領域内の点群から当該外れ点を除外した点群における点について算出された重心に位置する点を代表点として求めると共に当該重心に位置する点を求めた局所領域内に存在する前記代表点以外の点を取り除き、当該求めた代表点を中心とした円領域を新たな局所領域を定め、当該新たな局所領域の点群の各点について、当該新たな局所領域内の最近傍点までの距離を算出し、当該最近傍点までの距離が閾値よりも大きい場合に外れ点とし、当該新たな局所領域の点群から当該外れ点を除外した点群における点について算出された重心に位置する点を新たな代表点として求める頂点生成部と、

前記頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線を描画する折れ線出力部とを備えたことを特徴とする折れ線描画装置。

30

【請求項 6】

前記頂点生成部は、前記新たな局所領域の新たな代表点を求める処理を、前記対象となる点群のうち、いずれの新たな局所領域にも含まれない点が存在しなくなるまで行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の折れ線描画装置。

40

【請求項 7】

前記点群抽出部は、3次元の点群のうち、1次元の座標を所定範囲として、当該所定範囲内の点群を抽出することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の折れ線描画装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、3次元点群データで表現される地形または図形を折れ線（ポリライン）で近似表現する折れ線描画装置に関する。

【背景技術】

50

【0002】

3次元点群データは、物体の形状や空間の構造を把握及び解析するために有用である。3次元点群データは、特定の座標系（一般に三次元計測装置の位置を原点とする）における3次元点座標〔X, Y, Z〕の集合である。用いる三次元計測装置によっては、3次元の点に次のような副次的な情報が含まれる場合がある。すなわち、色情報、レーザの反射強度（レーザを照射する計測装置の場合）、法線の向きなどである。

【0003】

3次元点群データを何らかの表示装置で表示する場合、特定の高さに目安となるような等高線を表示することで、確認や解析の作業が容易になる。例えば、地形を計測して得られた3次元点群データを確認する際に、注目する高さに等高線が表示されていれば、地形をより効率良く把握できる。等高線を引く高さは、予め決められている場合もあるが、ユーザがその時々で指定する場合もある。ユーザによる指定には、高さを数値で入力したり、目的の高さの点をクリックなどで選択したりする。等高線を引く高さが予め決められている場合は、決められた高さの等高線を事前に一度算出しておけばよい。一方、ユーザによる指定の場合は、ユーザが指定した高さに合わせてその場で毎回等高線を算出する必要がある。

10

【0004】

現在では、計算資源の豊富な汎用計算機（いわゆるデスクトップパソコンやワークステーション）だけでなく、比較的計算資源が限られたスマートフォンやタブレットといった端末を用いて3次元点群データを閲覧する場合がある。このような端末は持ち運びが容易であり、三次元計測をする現地でリアルタイムに計測結果を確認するのに便利である。このように比較的計算資源の限られた端末を用いて、かつ円滑に3次元点群データが表す形状を把握する場合に、高速かつ滑らかな等高線の作画が重要である。

20

【0005】

従来、このような等高線作画する方法として、例えば特許文献1に示されるようなものがあった。これは、次のような処理を行うものである。

1. 点群データから等高線を作成する高さの位置を基準位置線とし、基準位置線に対して上方位置線及び下方位置線を定め、上方層及び下方層の二つの層を形成する。
2. 上方層に属する点群データと下方層に属する点群データとの間の2点を最短距離で結ぶ直線を算出し、この直線と基準位置線との交点を求める。従って、直線及び交点は複数算出される。
3. 上記2. で得た交点を順次接続する。接続では、いずれかの交点を端点（開始点）とし、線の端点から最短距離にあたる点を直線でつなぐことを繰り返す。ただし、既に接続された点是对象としないこととし、かつ、接続した前の二点の延長線上からある範囲の角度と距離内にある場合のみ接続する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2003-317112号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記従来の方法では、次のような問題があった。

- (1) 計算量が比較的多いため、等高線の作画及び表示に時間がかかる。
- (2) 点群データの質によっては等高線がぎざぎざになってしまい、視認性が低下する。

上記(1)の計算量が比較的多いという問題点は次の理由からである。すなわち、特許文献1の技術では、点群データを上方層と下方層に分けた後、上方層に属する点と、下方層に属する点を最短距離で結ぶ直線を算出する。この処理では、どちらかの層に属する点1点に対し、もう片方の層で最近傍探索処理を行う必要がある。さらに、算出した直線と基準位置線との交点を求める処理も必要である。これらの処理により、計算量が比較的多

50

くになってしまう。

また、上記（２）の等高線がぎざぎざになるという問題点は次の理由によるものである。すなわち、特許文献１の技術では、入力された点群データ内の点のいくつかを接続して等高線を描画する。点群データ内に、計測誤差の大きい点やノイズが含まれる場合は、これらの点を接続することで、出力である等高線がぎざぎざになってしまう。また、前述の外れ点を含まなかったり、外れ点を何らかの方法で除去できたりしたとしても、複雑な形状をもつ３次元点群データでは、やはり等高線がぎざぎざになってしまう。

【０００８】

この発明は、かかる問題を解決するためになされたもので、折れ線で近似表現する際の処理を高速に行い、かつ折れ線を滑らかに描画することのできる折れ線描画装置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】

【０００９】

この発明に係る折れ線描画装置は、折れ線を描画する対象となる点群を抽出する点群抽出部と、対象となる点群に局所領域を定め、当該局所領域の点群における点について算出された重心に位置する点を代表点として求めると共に当該重心に位置する点を求めた局所領域内に存在する代表点以外の点を取り除き、当該代表点を中心とした円領域を新たな局所領域と定め、当該新たな局所領域の点群における点について算出された重心に位置する点を新たな代表点として求める頂点生成部と、頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線を描画する折れ線出力部とを備えたものである。

【発明の効果】

【００１０】

この発明に係る折れ線描画装置は、局所領域の点群における点について算出された重心に位置する点を代表点と求めると共に、当該局所領域内に存在する新たな代表点以外の点を取り除き、求めた代表点を中心とした円領域を新たな局所領域と定め、新たな局所領域の点群における点について算出された重心に位置する点を新たな代表点として求めるようにしたものである。これにより、折れ線で近似表現する際の処理が高速に行え、かつ折れ線を滑らかに描画することができる。しかも、計算量を削減し、かつ、ノイズや計測誤差に対してロバストとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】この発明の実施の形態１の折れ線描画装置の構成図である。

【図２】この発明の実施の形態１の折れ線描画装置のハードウェア構成図である。

【図３】この発明の実施の形態１の折れ線描画装置の動作を示すフローチャートである。

【図４】この発明の実施の形態２の折れ線描画装置における３次元点群データを座標平面と平行でない特定の平面で切断したときの断面の輪郭線を描画する場合の動作を示すフローチャートである。

【図５】この発明の実施の形態２の折れ線描画装置における移動体の位置を一定時間間隔で取得し３次元空間中にプロットしたデータから移動軌跡を描画する場合の動作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２の折れ線描画装置における白線領域の点のみを抽出し、抽出された点群をもとに白線を描画する場合の動作を示すフローチャートである。

【図７】この発明の実施の形態３の折れ線描画装置の動作を示すフローチャートである。

【図８】この発明の実施の形態４の折れ線描画装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態１．

図１は、本実施の形態による折れ線描画装置とその周辺機器の構成図である。

折れ線作画装置 10 は、3 次元点群データ読込部 11、点群抽出部 12、頂点生成部 13、折れ線出力部 14 を備える。3 次元点群データ読込部 11 は、折れ線を描画する元となる 3 次元点群データを折れ線作画装置 10 に読み込む機能を有している。点群抽出部 12 は、3 次元点群データ読込部 11 によって読み込まれた 3 次元点群データから折れ線を描画する対象となる点群を抽出する機能を有している。頂点生成部 13 は、点群に局所領域を定め、局所領域の点群の分布状態を示す点を代表点として求めると共に、求めた代表点を基準として新たな局所領域を定め、新たな局所領域の点群の分布状態を示す点を新たな代表点として求める処理を、対象となる点群のうち、いずれの局所領域にも含まれない点が存在しなくなるまで行う機能を有している。折れ線出力部 14 は、頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線を描画する機能を有している。

10

周辺機器のパラメータ入力装置 20 は、キーボード及びマウス等の入力機器からなり、折れ線を描画する高さなどのパラメータをユーザが入力するための装置である。また、表示装置 30 は、折れ線出力部 14 から出力された折れ線等のデータを表示する装置であり、例えば液晶ディスプレイで構成される。

【0013】

図 2 は、折れ線作画装置のハードウェア構成図である。

折れ線作画装置はコンピュータを用いて実現されており、プロセッサ 101、メモリ 102、入出力インタフェース（入出力 I/F）103、外部記憶装置 104、バス 105 を備えている。プロセッサ 101 は、3 次元点群データ読込部 11～折れ線出力部 14 の機能に対応したそれぞれのプログラムをメモリ 102 に読み込んで実行することにより、3 次元点群データ読込部 11～折れ線出力部 14 を構成する。メモリ 102 は、各種データを記憶すると共に、プロセッサ 101 の作業領域を構成する。入出力インタフェース 103 は、パラメータ入力装置 20 及び表示装置 30 との信号または他の周辺機器との信号をやり取りするためのインタフェースである。外部記憶装置 104 は、3 次元点群データ読込部 11～折れ線出力部 14 のそれぞれの機能に対応したプログラムを格納すると共に、各種のデータを記憶するための記憶装置である。バス 105 は、プロセッサ 101、入出力インタフェース 103、外部記憶装置 104 を相互に通信接続するための信号路である。

20

【0014】

次に、実施の形態 1 の折れ線作画装置の動作について図 3 のフローチャートを用いて説明する。なお、実施の形態 1 では、折れ線近似の一例を等高線として説明する。

30

等高線を描画する元となる 3 次元点群データは外部記憶装置 104 に格納され、これを 3 次元点群データ読込部 11 が読み込んでメモリ 102 に格納する。パラメータ入力装置 20 より、等高線を描画する高さなどのパラメータが入力された場合、このパラメータは入出力インタフェース 103 を介してメモリ 102 に記憶される。なお、パラメータの入力としては、例えば、キーボードを用いて数値を入力したり、マウスを用いて目的の高さを持つ点を画面上でクリックしたりする。

【0015】

点群抽出部 12 では、3 次元点群データ読込部 11 で読み込まれた点群データのうち、特定の高さを持つ点だけを抽出する。例えば、ユーザに高さ h (m) 及び許容範囲 Δh (m) を指定させ、高さ (Z 座標値) が $(h - \Delta h, h + \Delta h)$ の範囲内である点のみを抽出し、2 次元点群を得る (ステップ ST1)。以降では、このように抽出された 2 次元点群を抽出点群と記す。なお、ステップ ST1 では、メモリ 102 から点群データが読み出され、プロセッサ 101 で処理される。

40

【0016】

頂点生成部 13 では、点群抽出部 12 で抽出された抽出点群から、等高線の頂点及びそれらの接続順を算出する。この処理も、メモリ 102 からデータを読み出し、プロセッサ 101 で実行される。まず、開始点を選び、代表点として登録する (ステップ ST2)。開始点の選び方には様々な方法が考えられるが、例えばユーザが何らかの方法で座標を指定する方法や、抽出点群の重心から最も離れた点を開始点とする方法などがある。次に、

50

頂点生成部 13 は、代表点を中心とする半径 r の円領域を設定する（ステップ S T 3）。また、領域内に代表点以外の点があった場合（ステップ S T 4：Y E S）、円領域内の点について重心を計算し、新たな代表点として登録する。さらに、円領域内に含まれる新たな代表点以外の全ての点を抽出点群から取り除く（ステップ S T 5）。その後、ステップ S T 3 に戻り、新たな代表点を中心とする円領域を設定する。ステップ S T 3 とステップ S T 5 の処理を、ステップ S T 4 において、領域内に代表点以外の点が無くなる（ステップ S T 4：N O）まで繰り返す。

【0017】

折れ線出力部 14 では、頂点生成部 13 で算出された代表点を順に接続することで、等高線を生成する（ステップ S T 6）。等高線の生成では、代表点の間を直線で接続してもよいし、代表点を制御点としたスプライン曲線を描画してもよい。なお、すべての代表点（等高線の頂点）の高さ（Z 座標）は、ユーザが指定した高さ h とする。生成した等高線は、表示装置 30 を用いてユーザに提示される。

10

【0018】

なお、上記例では折れ線近似を等高線であるとして、高さ（Z 座標値）が所定範囲内にある点群を抽出したが、等高線に限定されるものではなく、例えば X 座標値または Y 座標値といった 1 次元の座標値の所定範囲を点群の抽出対象とすることも可能である。

また、上記例では、局所領域の点群の分布状態を示す点として、局所領域の重心を代表点として求めたが、これに限定されるものではない。例えば、領域内の点の各軸座標について中央値をとり、それら中央値を座標とする点を代表点としてもよい。それ以外にも、点の分布モデルが既知ならば、そのようなモデルを当てはめ、分布のピーク位置を代表点の座標とすることも可能である。

20

さらに、上記例では、局所領域を新たな代表点を中心となるよう移動させたが、必ずしも中心となるように移動させなくてもよい。例えば、局所領域内の点群に直線をフィッティングし、局所領域をその直線に沿って一定量だけ移動させる、といった処理であってもよい。

【0019】

以上説明したように、実施の形態 1 の折れ線作画装置によれば、折れ線作画する対象となる点群を抽出する点群抽出部と、対象となる点群に局所領域を定め、局所領域の点群の分布状態を示す点を代表点として求めると共に、求めた代表点を基準として新たな局所領域を定め、新たな局所領域の点群の分布状態を示す点を新たな代表点として求める頂点生成部と、頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線作画する折れ線出力部とを備えたので、折れ線で近似表現する際の処理が高速に行え、かつ折れ線を滑らかに作画することができる。

30

【0020】

また、実施の形態 1 の折れ線作画装置によれば、頂点生成部は、局所領域の代表点を求める処理を、対象となる点群のうち、いずれの局所領域にも含まれない点が存在しなくなるまで行うようにしたので、代表点を正確に求めることができる。

【0021】

また、実施の形態 1 の折れ線作画装置によれば、点群抽出部は、3 次元の点群のうち、1 次元の座標を所定範囲として、所定範囲内の点群を抽出するようにしたので、処理の高速化を図ることができる。

40

【0022】

また、実施の形態 1 の折れ線作画装置によれば、頂点生成部は、代表点を局所領域の重心とし、かつ、新たな局所領域を定める際、重心を中心とした円領域とすると共に、重心を求めた局所領域内の点を取り除いて新たな局所領域を定めるようにしたので、計算量を削減し、かつ、ノイズや計測誤差に対してロバストとすることができる。従って、処理の高速化と滑らかな折れ線の作画が可能となる。

【0023】

また、実施の形態 1 の折れ線作画方法によれば、点群抽出部が、折れ線作画する対象

50

となる点群を抽出する点群抽出ステップと、頂点生成部が、対象となる点群に局所領域を定め、局所領域の点群の分布状態を示す点を代表点として求めると共に、求めた代表点を基準として新たな局所領域を定め、新たな局所領域の点群の分布状態を示す点を新たな代表点として求める頂点生成ステップと、折れ線出力部が、頂点生成ステップで検出した全ての代表点を順に接続して折れ線を作画する作画ステップとを備えたので、折れ線で近似表現する際の処理が高速に行え、かつ折れ線を滑らかに作画することができる。

【0024】

実施の形態2.

実施の形態1では、特定の高さかつ座標平面（例えばXY平面）に平行な等高線を引くことを目的としている。一方で、アプリケーションによっては、前述の条件に当てはまらない、3次元的な線を作図することが必要な場合がある。例えば、3次元点群データを特定の平面（座標平面と平行でない）で切断したときの断面の輪郭線を作図したり、ドローンなどの移動体の位置を一定時間間隔で取得し3次元空間中にプロットしたデータから移動軌跡を作図したりする場合がある。その他にも、モバイルマッピングシステムを用いて取得した道路周辺の3次元点群データから、色情報や反射強度情報を用いて白線領域の点のみを抽出し、抽出された点群をもとに白線を作図する応用も考えられる。このような例を実施の形態2として次に説明する。

【0025】

実施の形態2の折れ線作画装置において、図面上の構成は図1及び図2と同様であるため、これらの図面を用いて説明する。実施の形態2の3次元点群データ読込部11及び折れ線出力部14は実施の形態1と同様である。一方、点群抽出部12は、3次元の領域内で折れ線を作画する対象となる点群を抽出する機能を有している。頂点生成部13は、点群に3次元領域の局所領域を定め、局所領域の点群の分布状態を示す点を代表点として求めると共に、求めた代表点を基準として新たな3次元領域の局所領域を定め、新たな3次元領域の局所領域の点群の分布状態を示す点を新たな代表点として求める処理を、対象となる点群のうち、いずれの局所領域にも含まれない点が存在しなくなるまで行うよう構成されている。図1及び図2においてその他の構成は実施の形態1と同様であるため、ここでの説明は省略する。

【0026】

次に、実施の形態2の折れ線作画装置の動作について説明する。まず、3次元点群データを座標平面と平行でない特定の平面で切断したときの断面の輪郭線を作図する場合の動作について説明する。

図4は、その処理を示すフローチャートである。

点群抽出部12では、3次元点群データ読込部11で読み込まれた点群データのうち、座標平面と平行でない特定の平面で切断したときの断面の一定範囲の点群だけを抽出する（ステップST11）。以降では、このように抽出された3次元点群を抽出点群と記す。

【0027】

頂点生成部13では、点群抽出部12で抽出された抽出点群から、開始点を選び、代表点として登録する（ステップST12）。次に、頂点生成部13は、代表点を中心とする半径 r の球領域を設定する（ステップST13）。また、領域内に代表点以外の点があった場合（ステップST14：YES）、球領域内の点について重心を計算し、これを新たな代表点として登録すると共に、球領域内に含まれる全ての点を抽出点群から取り除く（ステップST15）。その後、ステップST13に戻り、新たな代表点を中心として球領域を設定する。ステップST13とステップST15の処理を、ステップST14において、領域内に代表点以外の点が無くなる（ステップST14：NO）まで繰り返す。

【0028】

折れ線出力部14では、頂点生成部13で算出された代表点を順に接続することで、輪郭線を生成する（ステップST16）。輪郭線の生成では、代表点の間を直線で接続してもよいし、代表点を制御点としたスプライン曲線を描画してもよい。生成した輪郭線は、表示装置30を用いてユーザに提示される。

【0029】

次に、ドローンなどの移動体の位置を一定時間間隔で取得し3次元空間中にプロットしたデータから移動軌跡を作図する場合の処理を図5のフローチャートを用いて説明する。

点群抽出部12では、3次元点群データ読込部11で読み込まれた点群データのうち、作画に不要な点群を取り除いた移動軌跡の点群だけを抽出する(ステップST21)。例えば、移動軌跡から明らかな外れ点を除去した移動軌跡の点群データを求める。以降では、このように抽出された3次元点群を抽出点群と記す。

【0030】

頂点生成部13では、点群抽出部12で抽出された抽出点群から、開始点を選び、代表点として登録する(ステップST22)。次に、頂点生成部13は、代表点を中心とする半径 r の球領域を設定する(ステップST23)。また、領域内に代表点以外の点があった場合(ステップST24: YES)、球領域内の点について重心を計算し、新たな代表点として登録すると共に、球領域内に含まれる全ての点を抽出点群から取り除く(ステップST25)。その後、ステップST23に戻り、新たな代表点を中心として球領域を設定する。ステップST23とステップST25の処理を、ステップST24において、領域内に代表点以外の点が無くなる(ステップST24: NO)まで繰り返す。

【0031】

折れ線出力部14では、頂点生成部13で算出された代表点を順に接続することで、移動軌跡を生成する(ステップST26)。移動軌跡の生成では、代表点の間を直線で接続してもよいし、代表点を制御点としたスプライン曲線を描画してもよい。生成した移動軌跡は、表示装置30を用いてユーザに提示される。

【0032】

次に、道路周辺の3次元点群データから、色情報や反射強度情報を用いて白線領域の点のみを抽出し、抽出された点群をもとに白線を作図する場合の処理を図6のフローチャートを用いて説明する。

点群抽出部12では、3次元点群データ読込部11で読み込まれた点群データのうち、白に近い特定範囲の色または白に近い反射強度を持つ点群だけを抽出する(ステップST31)。これにより、白線領域の点のみを抽出することができる。以降では、このように抽出された3次元点群を抽出点群と記す。

【0033】

頂点生成部13では、点群抽出部12で抽出された抽出点群から、開始点を選び、代表点として登録する(ステップST32)。次に、頂点生成部13は、代表点を中心とする半径 r の球領域を設定する(ステップST33)。また、領域内に代表点以外の点があった場合(ステップST34: YES)、球領域内の点について重心を計算し、新たな代表点として登録すると共に、球領域内に含まれる全ての点を抽出点群から取り除く(ステップST35)。その後、ステップST33に戻り、新たな代表点を中心として球領域を設定する。ステップST33とステップST35の処理を、ステップST34において、領域内に代表点以外の点が無くなる(ステップST34: NO)まで繰り返す。

【0034】

折れ線出力部14では、頂点生成部13で算出された代表点を順に接続することで、白線領域の近似線を生成する(ステップST36)。白線領域の近似線の生成では、代表点の間を直線で接続してもよいし、代表点を制御点としたスプライン曲線を描画してもよい。生成した白線領域の近似線は、表示装置30を用いてユーザに提示される。

【0035】

以上説明したように、実施の形態2の折れ線作画装置によれば、3次元の点群に3次元領域の局所領域を定め、局所領域の点群の分布状態を示す点を代表点として求めると共に、求めた代表点を基準として新たな3次元領域の局所領域を定め、新たな3次元領域の局所領域の点群の分布状態を示す点を新たな代表点として求める頂点生成部と、頂点生成部で求めた全ての代表点を順に接続して折れ線を作画する折れ線出力部とを備えたので、3次元の領域内で折れ線で近似表現する際の処理が高速に行え、かつ折れ線を滑らかに作画

10

20

30

40

50

することができる。

【0036】

実施の形態3.

実施の形態3は、頂点生成部13が、代表点を基準とした局所領域を定める際、局所領域の形状及び範囲のうち少なくともいずれか一方の値を、繰り返しの度に変更するようにした例である。折れ線作画装置における図面上の構成は図1及び図2と同様であるため、これらの図を用いて説明する。

【0037】

実施の形態3の折れ線作画装置における頂点生成部13は、円領域の半径 r を動的に調整するよう構成されている。その他の構成については実施の形態1と同様であるため、こ

10

【0038】

次に、実施の形態3の折れ線作画装置の動作を図7のフローチャートを用いて説明する。図7のフローチャートにおいて、ステップST1～ステップST5の処理は実施の形態1と同様である。ステップST5の処理を行った際、実施の形態3では、領域内の点について、代表点である領域中心からの距離の標準偏差を算出し、この標準偏差を元に、領域の半径 r を再設定する(ステップST7)。例えば、算出された標準偏差を σ とすると、 $r = 2\sigma$ と設定する。なお、ここでは標準偏差を用いて領域の半径を設定したが、標準偏差に限らず、その他の統計量を用いてもよい。ステップST7において半径 r を再設定した後のステップST3以降の動作は実施の形態1と同様である。これにより、円領域に基

20

【0039】

なお、上記例では局所領域の範囲を再設定するようにしたが、局所領域の形状を変更するようにしても良い。また、局所領域の範囲と形状の両方を変更するようにしてもよい。

【0040】

以上説明したように、実施の形態3の折れ線作画装置によれば、頂点生成部は、代表点を基準とする局所領域を定める際、局所領域の形状及び範囲のうち少なくともいずれか一方の値を、代表点を基準とする局所領域を定める処理を行う度に変更するようにしたので、代表点をより正確に求めることができる。

【0041】

また、実施の形態3の折れ線作画装置によれば、頂点生成部は、局所領域に含まれる各点に対し、局所領域の中心までの距離を算出し、距離の統計量を用いて変更する値を決定するようにしたので、変更する値を正確に求めることができる。

30

【0042】

実施の形態4.

実施の形態4は、頂点生成部13が、代表点を基準とした局所領域を定める際、局所領域に含まれる外れ点を除外した後に新たな代表点を定めるようにしたものである。折れ線作画装置における図面上の構成は図1及び図2と同様であるため、これらの図を用いて説明する。

【0043】

実施の形態4の頂点生成部13は、実施の形態1の頂点生成部13の機能に加えて、局所領域の点群の分布状態を示す点を代表点として求める際、外れ点を除外した領域を局所領域とするよう構成されている。その他の構成については実施の形態1と同様であるため、ここでの説明は省略する。

40

【0044】

次に、実施の形態4の折れ線作画装置の動作を図8のフローチャートを用いて説明する。図8のフローチャートにおいて、ステップST1～ステップST4までの処理は実施の形態1と同様である。実施の形態4では、ステップST5aの処理を行った際、頂点生成部13は、外れ点を除去し、その上で新たな代表点を算出する。外れ点の除外は次のようにする。例えば、円領域内の各点について、同領域内で最近傍点を探索し、その最近傍点

50

までの距離を算出する。その後、最近傍点までの距離の平均を算出し、最近傍点までの距離がその平均と比べて大きく異なる点があれば、その点を外れ点として除外する。この判定では、例えば標準偏差を利用し、最近傍点までの距離の平均が d 、標準偏差が σ のとき、最近傍点までの距離が $(d + 2\sigma)$ を超える点を外れ点とする。なお、ここで述べたような、統計量を用いた外れ点の除外方法以外にも、クラスタリングに基づいた外れ点の除去方法を用いてもよい。そのような方法として、例えば、文献：Birant Derya、Alp Kut 著、「ST-DBSCAN:An algorithm for clustering spatial-temporal data」、Data & Knowledge Engineering、vol.60、no.1、pp.208-221、2007年に示す方法も用いることができる。

【0045】

10

また、ステップ S T 5 a において、外れ点を除去した後に、円領域内の点について重心を計算し、新たな代表点として登録すると共に、円領域内に含まれる新たな代表点以外の全ての点を抽出点群から取り除く処理は実施の形態 1 と同様である。さらに、ステップ S T 6 は実施の形態 1 と同様である。

【0046】

以上説明したように、実施の形態 4 の折れ線作画装置によれば、頂点生成部は、局所領域の点群の分布状態を示す点を代表点として求める際、外れ点を除外した領域を局所領域とするようにしたので、代表点をより正確に求めることができる。

【0047】

また、実施の形態 4 の折れ線作画装置によれば、頂点生成部は、局所領域内の各点について、局所領域内の最近傍点までの距離を算出し、最近傍点までの距離が閾値よりも大きい場合に外れ点とするようにしたので、外れ点を正確に求めることができる。

20

【0048】

なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組合せ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは実施の形態の任意の構成要素の省略が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0049】

以上のように、この発明に係る折れ線作画装置及び折れ線作画方法は、3次元点群データから特定の折れ線を求める構成に関するものであり、例えば、地形などの3次元形状を計測して得られた3次元点群データから、等高線を作画するのに適している。

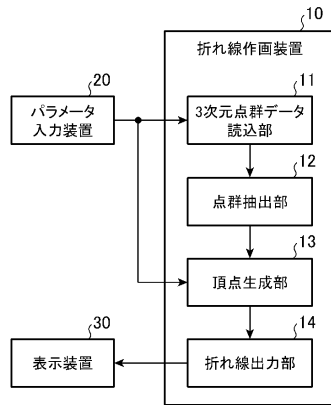
30

【符号の説明】

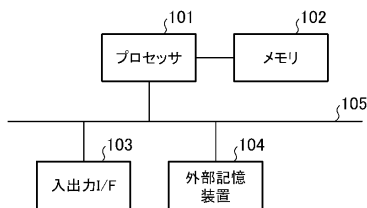
【0050】

10 折れ線作画装置、11 3次元点群データ読込部、12 点群抽出部、13 頂点生成部、14 折れ線出力部、20 パラメータ入力装置、30 表示装置。

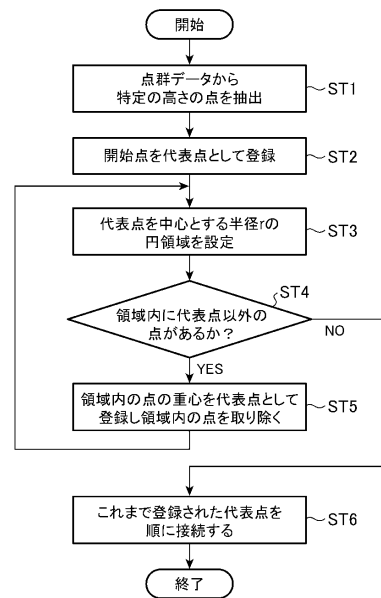
【図 1】



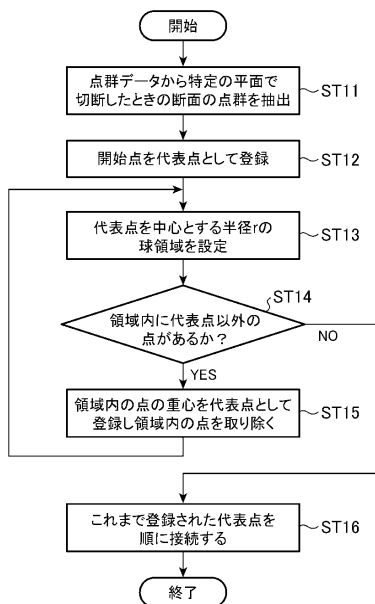
【図 2】



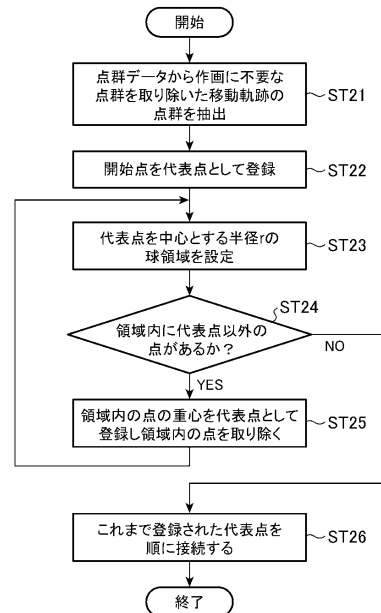
【図 3】



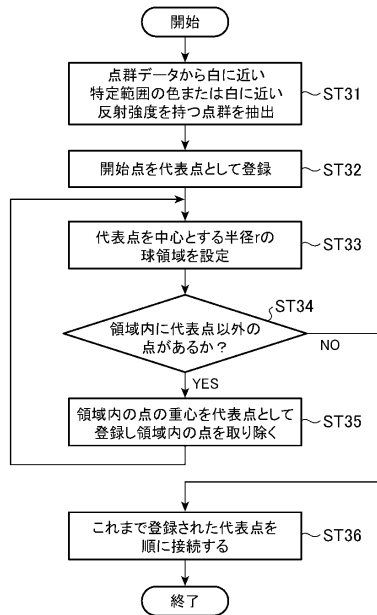
【図 4】



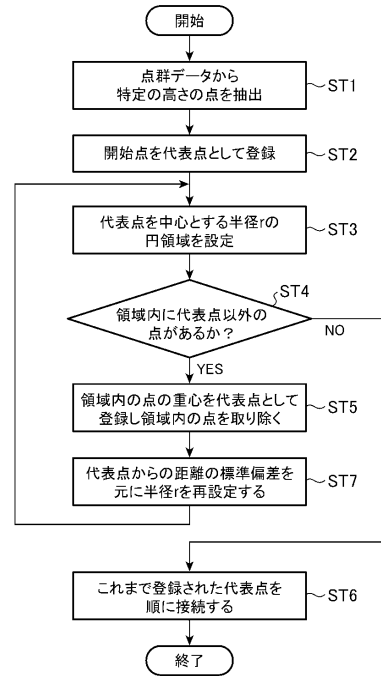
【図 5】



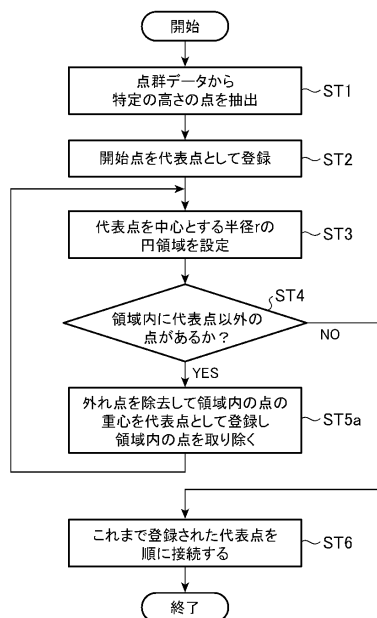
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 岡本 俊威

(56)参考文献 特開2014-191796 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 11/00-19/20