

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7226928号
(P7226928)

(45)発行日 令和5年2月21日(2023.2.21)

(24)登録日 令和5年2月13日(2023.2.13)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 C 15/00 (2006.01)

G 0 1 C 15/00 1 0 3 E

G 0 1 C 15/00 1 0 3 A

請求項の数 5 (全17頁)

(21)出願番号	特願2018-104483(P2018-104483)	(73)特許権者	000220343
(22)出願日	平成30年5月31日(2018.5.31)		株式会社トブコン
(65)公開番号	特開2019-211222(P2019-211222		東京都板橋区蓮沼町75番1号
	A)	(74)代理人	100087826
(43)公開日	令和1年12月12日(2019.12.12)		弁理士 八木 秀人
審査請求日	令和3年5月12日(2021.5.12)	(74)代理人	100187182
			弁理士 川野 由希
		(72)発明者	伊藤 大輔
			東京都板橋区蓮沼町75-1 株式会社
			トブコン内
		審査官	國田 正久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測量装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ターゲットを測量可能な測量部と、
画像を取得可能な撮像部と、
前記測量部を備える望遠鏡と、
前記望遠鏡を鉛直軸周りに水平回転する水平回転駆動部と、
前記望遠鏡を水平軸周りに鉛直回転する鉛直回転駆動部と、
測量装置照明用発光部と、
前記測量部、前記撮像部、前記水平回転駆動部、前記鉛直回転駆動部および前記測量装置照明用発光部を制御するように構成された演算制御部と、
記憶部とを備える測量装置であって、
前記記憶部は、入力ジェスチャである作業者の身体の動作である所定の動作と、測量装置へのオペレーションとを関連付けた入力識別情報を有し、
前記画像は、前記作業者が前記動作を行っている状態を撮像した動画像、および前記作業者の前記動作が一定時間停止している状態を撮影した静止画像、を含み、
前記演算制御部は、前記画像から入力ジェスチャを認識する画像認識部、および該画像認識部で認識された入力ジェスチャに対応する測量装置へのオペレーションを、入力ジェスチャの示す内容として識別する画像識別部を備え、
前記記憶部は、作業者に対する出力内容と、測量装置の動作としての出力ジェスチャとを関連付けた出力変換情報を有し、

前記演算制御部は、前記出力変換情報に基いて作業者に対する出力内容を出力ジェスチャに変換し、前記水平回転駆動部および前記鉛直回転駆動部を回転駆動することにより出力ジェスチャを実行するジェスチャ実行部を備え、

前記出力ジェスチャは前記望遠鏡の水平回転および鉛直回転の組み合わせにより構成され、

前記測量装置照明用発光部は、前記測量装置自体を照明する、
ことを特徴とする測量装置。

【請求項 2】

ジェスチャ照明用発光部を備え、

前記出力ジェスチャは、前記ジェスチャ照明用発光部の発光を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の測量装置。

10

【請求項 3】

作業者照明用発光部を備え、

前記作業者照明用発光部は、前記入力ジェスチャを行う作業者を照明すること
を特徴とする請求項 1 または 2 に記載の測量装置。

【請求項 4】

音声入力部と、

音声出力部とを備え、

前記演算制御部は、前記音声入力部から入力された音声を認識する音声認識部、および
作業者に対する出力内容を音声メッセージに変換し、前記音声出力部に出力する音声変換
部を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の測量装置。

20

【請求項 5】

前記出力ジェスチャは、前記演算制御部の判断の結果を示すことを特徴とする請求項 1
~ 4 のいずれかに記載の測量装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測量装置に関し、より詳細には、測量装置のユーザインタフェースに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、測量装置のユーザインタフェースは、ディスプレイ表示とキー入力の組み合わせ
またはタッチパネル入力であった。例えば特許文献 1 には、作業者の操作感覚と装置の動
きとがマッチングする様にしたタッチパネル式の操作制御パネルを備える測量機が開示さ
れている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2014 - 178274 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

このように、マンマシンインタフェースとしての操作性が向上した操作制御パネルは種
々提案されているが、ディスプレイを見ないと測量装置を操作できず、ディスプレイが小
さかったり、暗かったり、表面反射したりして見づらい場合がある。

【0005】

また、ディスプレイ、キーボードを搭載すると、機械が全体として大型化するという問
題があった。また、入力の際は、測量装置に作業者が直接触れるため、測量装置が設置場
所から動いて、測定角度が変わったり、測量装置が振動したりすることがあるという問題
があった。このため、直接触れずに操作することができる測量装置として、ジェスチャイ
ンタフェースを有する測量装置の開発が求められていた。

50

【 0 0 0 6 】

本発明は、かかる事情を鑑みてなされたものであり、ジェスチャインタフェイスを有する測量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】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、本発明の一つの態様に係る測量装置は、ターゲットを測量可能な測量部と画像を取得可能な撮像部と、前記測量部および前記撮像部を制御するように構成された演算制御部と、記憶部とを備える測量装置であって、前記記憶部は、入力ジェスチャである作業者の所定の動作と、測量装置へのオペレーションとを関連付けた入力識別情報を有し、前記演算制御部は、前記画像から入力ジェスチャを認識する画像認識部、および該画像認識部で認識された入力ジェスチャに対応する測量装置へのオペレーションを、入力ジェスチャの示す内容として識別する画像識別部を備えることを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

また、本発明の別の態様に係る測量装置は、ターゲットを測量可能な測量部と前記測量部を備える望遠鏡と、前記望遠鏡を鉛直軸周りに水平回転する水平回転駆動部と、前記望遠鏡を水平軸周りに鉛直回転する鉛直回転駆動部と、前記測量部、前記水平回転駆動部および前記鉛直回転駆動部を制御する演算制御部と記憶部とを備える測量装置であって、前記記憶部は、作業者に対する出力内容と、測量装置の動作としての出力ジェスチャとを関連付けた出力変換情報を有し、前記演算制御部は、前記出力変換情報に基づいて作業者に対する出力内容を出力ジェスチャに変換し、前記水平回転駆動部および前記鉛直回転駆動部を回転駆動することにより出力ジェスチャを実行するジェスチャ実行部を備えることを特徴とする。

20

【 0 0 0 9 】

上記態様において、前記測量部を備える望遠鏡と、前記望遠鏡を鉛直軸周りに水平回転する水平回転駆動部と、前記望遠鏡を水平軸周りに鉛直回転する鉛直回転駆動部と、前記測量部、前記水平回転駆動部および前記鉛直回転駆動部を制御する演算制御部と記憶部とを備える測量装置であって、前記記憶部は、作業者に対する出力内容と、測量装置の動作としての出力ジェスチャとを関連付けた出力変換情報を有し、前記演算制御部は、前記出力変換情報に基づいて作業者に対する出力内容を出力ジェスチャに変換し、前記水平回転駆動部および前記鉛直回転駆動部を回転駆動することにより出力ジェスチャを実行するジェスチャ実行部を備えることも好ましい。

30

【 0 0 1 0 】

また、上記態様において、第1の照明用発光部を備え、前記ジェスチャ実行部は、前記第1の照明用発光部を制御することにより、ジェスチャを表現することも好ましい。

【 0 0 1 1 】

また、上記態様において、第2の照明用発光部を備え前記第2の照明用発光部は、前記測量装置自体を照明することも好ましい。

【 0 0 1 2 】

また、上記態様において、第3の照明用発光部を備え、前記第3の照明用発光部は、前記入力ジェスチャを行う作業者を照明することも好ましい。

40

【 0 0 1 3 】

また、上記態様において、音声入力部と、音声出力部とを備え、前記演算制御部は、前記音声入力部から入力された音声を認識する音声認識部、および作業者に対する出力内容を音声メッセージに変換し、前記音声出力部に出力する音声変換部を備えることを特徴とすることも好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

上記構成によれば、ジェスチャインタフェイスを有する測量装置の提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

50

- 【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る測量装置の構成ブロック図である。
- 【図 2】同形態に係る測量装置の右方斜視図である。
- 【図 3】同形態に係る測量装置におけるジェスチャ入力のフローチャートである。
- 【図 4】同形態に係る入力識別情報の例を示す図である。
- 【図 5】同形態に係る測量装置におけるジェスチャ出力のフローチャートである。
- 【図 6】同形態に係る出力変換情報の例を示す図である。
- 【図 7】同形態に係る測量装置のジェスチャインタフェースを用いた現況測量のフローチャートである。
- 【図 8】同現況測量に適用される入力識別情報の例を示す図である。
- 【図 9】同形態に係る測量装置のジェスチャインタフェースを用いた杭打ち作業のフローチャートである。
- 【図 10】同杭打ち作業に適用される入力識別情報の例を示す図である。
- 【図 11】同杭打ち作業に適用される出力変換情報の例を示す図である。
- 【図 12】本発明の第 2 の実施の形態に係る測量装置の構成ブロック図である。
- 【図 13】同形態に係る測量装置における入力のフローチャートである。
- 【図 14】同形態に係る測量装置における出力のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下の実施の形態において、同一の構成には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0017】

第 1 の実施の形態

(測量機の構成)

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態にかかる測量装置 TS の構成ブロック図、図 2 は測量装置 TS の右方斜視図である。

【0018】

測量装置 TS は、トータルステーションである。図 2 に示す通り、測量装置 TS は、外觀上、整準器の上に設けられた基盤部 2 a、基盤部 2 a 上を水平回転する托架部 2 b、および托架部 2 b の中央で鉛直回転する望遠鏡 2 c を備える。望遠鏡 2 c は、ターゲットを視準する視準光学系を備える。

【0019】

また、測量装置 TS は、機能的には、図 1 に示すように、EDM 11、水平角検出器 12、鉛直角検出器 13、傾斜センサ 14、自動視準部 15、水平回転駆動部 16、鉛直回転駆動部 17、追尾部 18、演算制御部 20、記憶部 30、入力部 41、表示部 42、第 1 の照明用発光部 43、第 2 の照明用発光部 44、第 3 の照明用発光部 45 および撮像部 46 を備える。

【0020】

EDM 11 は、発光素子、測距光学系および受光素子を備える。EDM 11 は、望遠鏡 2 c の内部に配置され、測距光学系は、視準光学系と光学要素を共有する。EDM 11 は、発光素子から測距光を出射し、ターゲットからの反射光を受光素子で受光して、ターゲットを測距する。

【0021】

水平角検出器 12 および鉛直角検出器 13 は、ロータリーエンコーダであり、後述する水平回転駆動部 16 および鉛直回転駆動部 17 でそれぞれ駆動される托架部 2 b および望遠鏡 2 c の回転軸周りの回転角度を検出し、視準光軸 A の水平角および鉛直角を求める。

【0022】

EDM 11、水平角検出器 12、および鉛直角検出器 13 は、測量装置 TS の要部である測量部 10 を形成している。

【0023】

傾斜センサ 14 は、整準器に備えられ、測量機本体の傾斜を検出し水平に整準するため

10

20

30

40

50

に使用される。

【 0 0 2 4 】

自動視準部 1 5 は、視準光学系、視準用光源、画像センサ等から構成され、視準光を視準用光源から出射し、ターゲットからの反射視準光を画像センサで受光して、受光結果に基づいて、視準光軸をターゲットに合致させる自動視準を行う。

【 0 0 2 5 】

水平回転駆動部 1 6 および鉛直回転駆動部 1 7 はモータであり、演算制御部 2 0 に制御されて、それぞれ托架部 2 b を水平回転させ、望遠鏡 2 c を鉛直回転させる。

【 0 0 2 6 】

追尾部 1 8 は、発光素子、追尾光学系および受光素子を備え、測距光学系と光学要素を共有する。追尾部 1 8 は、測距光とは異なる波長の赤外レーザ光を追尾対象物（ターゲット）に投射し、該追尾対象物からの反射光を受光し、受光結果に基づいて追尾対象物の追尾を行う様に構成されている。

10

【 0 0 2 7 】

演算制御部 2 0 は、CPU (C e n t r a l ・ P r o c e s s i n g ・ U n i t)、GPU (G r a p h i c a l ・ P r o c e s s i n g ・ U n i t) を備える。演算制御部 2 0 は、測量装置 T S の機能を発揮するための種々の処理を行う。

【 0 0 2 8 】

また、演算制御部 2 0 は、機能部として、画像認識部 2 1、画像識別部 2 2、およびジェスチャ実行部 2 3 を備える。

20

【 0 0 2 9 】

画像認識部 2 1 は、後述する撮像部 4 6 により取得された画像を認識する。具体的には、撮像部 4 6 で取得した画像から、作業者の動作を、入力ジェスチャとして認識する。

【 0 0 3 0 】

なお、本明細書において、用語「画像」は、撮影対象が動作を行っている状態を撮影した動画像、および撮影対象の動作が一定時間停止している状態を撮影した静止画像を含む。

【 0 0 3 1 】

画像識別部 2 2 は、後述する、記憶部 3 0 に記憶された、入力ジェスチャである作業者の所定の動作と測量装置へのオペレーションとを関連付けた入力識別情報から、画像認識部 2 1 で認識された入力ジェスチャに対応する測量装置 T S へのオペレーションを、入力ジェスチャの示す内容として識別する。

30

【 0 0 3 2 】

ジェスチャ実行部 2 3 は、記憶部 3 0 に記憶された、作業者に対する出力内容と、測量装置 T S の動作としての出力ジェスチャとを関連付けた変換情報に基いて、作業者に対する出力内容を出力ジェスチャに変換する。また、ジェスチャ実行部 2 3 は、少なくとも水平回転駆動部 1 6 および鉛直回転駆動部 1 7 を回転駆動することにより出力ジェスチャを実行する。

【 0 0 3 3 】

各機能部は、人工知能により制御されるソフトウェアとして構成されていてもよいし、専用の演算回路によって構成されていてもよい。また、ソフトウェア的に構成された機能部と、専用の演算回路によって構成された機能部が混在していてもよい。

40

【 0 0 3 4 】

記憶部 3 0 は、ROM (R e a d ・ O n l y ・ M e m o r y) およびRAM (R a n d a m ・ A c c e s s ・ M e m o r y) を備える。

【 0 0 3 5 】

ROM には、測量装置 T S 全体の動作に必要なプログラムおよびデータを格納する。これらプログラムは、RAM に読み出されて演算制御部 2 0 による実行が開始され、本実施の形態に測量装置 T S の各種処理を行う。

【 0 0 3 6 】

RAM は、ジェスチャ入力処理およびジェスチャ出力を行うためのソフトウェアに従っ

50

て作成されたプログラムおよびジェスチャ入力のデータおよびジェスチャ出力のデータを一時的に保持する。

【 0 0 3 7 】

記憶部 3 0 は、入力ジェスチャである作業者の所定の動作と、測量装置 T S へのオペレーションとを関連付けた入力識別情報および作業者に対する出力内容と、出力ジェスチャとを関連付けた出力変換情報を記憶する。

【 0 0 3 8 】

入力部 4 1 は、例えば、操作ボタンであり、これにより、作業者は、指令を入力したり、設定の選択を行ったりできる。

【 0 0 3 9 】

表示部 4 2 は、例えば、液晶ディスプレイであり、演算制御部 2 0 の指令に応じて測定結果、環境情報、設定情報等種々の情報を表示する。また、入力部 4 1 より、作業者によって入力された指令を表示する。

【 0 0 4 0 】

なお、入力部 4 1 と表示部 4 2 とを一体的に構成して、タッチパネル式ディスプレイとしてもよい。

【 0 0 4 1 】

第 1 の照明用発光部 4 3 は、ガイドライトまたはレーザ照準であり、測設ラインまでの概略誘導を行う光を照射する。光源としては、例えば赤または緑のレーザ光を選択的に発光する L E D が用いられるが、これに限らず可視光を発光するものであってもよい。

【 0 0 4 2 】

また、第 1 の照明用発光部 4 3 は、ジェスチャ実行部 2 3 の制御に従って、点灯、点滅等を行う。第 1 の照明用発光部 4 3 の光は、水平回転駆動部 1 6 および鉛直回転駆動部 1 7 による望遠鏡 2 c の出力ジェスチャに伴って、測量装置 T S の出力ジェスチャを構成することもできる。

【 0 0 4 3 】

第 2 の照明用発光部 4 4 は、例えば、測量装置 T S 本体の上部に備えられ（図 2 においては図示せず）、測量装置 T S 自体を照明する。また、光源としては白色の L E D 等を用いることができる。

【 0 0 4 4 】

第 3 の照明用発光部 4 5 は、例えば、望遠鏡 2 c の側面に、その光軸が、視準光軸 A に平行となるように設けられている。第 3 の照明用発光部 4 5 は、入力ジェスチャを行う作業者を照明する。また、光源としては、白色の L E D 等を用いることができる。

【 0 0 4 5 】

撮像部 4 6 は、ジェスチャ入力を行う手段であり、例えばカメラである。カメラとしては、作業者の身体の動きを撮影可能な R G B カメラ、赤外線カメラ、距離画像カメラや、作業者の身体の動きを検知可能な超音波カメラ、ステレオカメラ等を用いることができる。

【 0 0 4 6 】

撮像部 4 6 は、図 2 のように望遠鏡 2 c の上部に、その光軸が、視準光軸 A と平行になるように配置されている。

【 0 0 4 7 】

（ジェスチャ入力のフロー）

図 3 は、ジェスチャ入力における測量装置 T S の動作のフローチャートである。

【 0 0 4 8 】

まず、ジェスチャ入力が始まると、ステップ S 1 0 1 で、画像認識部 2 1 は、撮像部 4 6 の入力を監視しながら、入力ジェスチャの入力を待機する。

【 0 0 4 9 】

次いで、ステップ S 1 0 2 では、画像認識部 2 1 が、撮像部 4 6 で取得した画像から、作業者の動作を入力ジェスチャとして認識する。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

画像が入力ジェスチャとして認識されない場合（No）、ステップS101に戻り、画像認識部21は、再度入力を待機する。

【0051】

画像が入力ジェスチャとして認識された場合（Yes）、ステップS103で、画像識別部22が、記憶部30に記憶されている、入力ジェスチャである作業者の所定の動作と、測量装置TSへのオペレーションとを関連付けた入力識別情報に基いて、画像認識部21で認識された入力ジェスチャに対応する測量装置TSへのオペレーションを、入力ジェスチャの示す内容として識別する。

【0052】

次いで、ステップS104では、ステップS103における識別結果に基いて、入力ジェスチャに対応する測量装置TSへのオペレーションを実行する。

10

【0053】

図4は、入力識別情報として記憶部30に記憶された入力ジェスチャの例を示す。なお、以下、作業者および測量装置TSのジェスチャの例を示す図の説明において、「左」、「右」、「前」、「後」等の方向は、作業者のジェスチャに関しては、作業者から見た方向を意味し、測量装置TSのジェスチャに関しては、測量装置TSに向かって見た方向を意味するものとする。

【0054】

また、動作の方向は、単なる例示であり、発明の内容を限定するものではない。例えば、図4(c)は、左手を右から左へと動かす入力ジェスチャにより、望遠鏡2cを左方向へと旋回するというオペレーションに関連付けられた例を示すが、これとは反対に、右手を左から右へと動かすジェスチャにより、望遠鏡2cを右方向へと旋回するというような左右対象なジェスチャも可能である。

20

【0055】

このように、本実施の形態に係る測量装置TSによれば、作業者の入力ジェスチャにより測量装置TSに所定の動作を実行させることができるので、測量装置TSに直接触れずに操作することができる。したがって、入力の際に、測量装置TSに作業者が直接触れるために、測量装置が設置場所から動いて測定角度が変わったり、測量装置が振動したりする虞がない。

【0056】

30

なお、本実施の形態において、第3の照明用発光部45を備え、遠隔で入力ジェスチャを行う作業者を照明することは、必須ではないが、このようにすると、画像認識部21による入力ジェスチャの認識が容易になるため好ましい。

【0057】

（ジェスチャ出力のフロー）

次に、ジェスチャ出力における測量装置TSの動作について、図5、図6を参照しながら説明する。

【0058】

記憶部30には、図6に示すような、作業者に対する出力内容と、測量装置TSの動作としての出力ジェスチャとを関連付けた出力変換情報が記憶されている。

40

【0059】

測量装置TSがジェスチャ出力を開始すると、ステップS201において、ジェスチャ実行部23は、記憶部30に記憶された出力変換情報に基いて作業者に対する出力内容を出力ジェスチャに変換する。

【0060】

次に、ステップS202において、ジェスチャ実行部23は、水平回転駆動部16および鉛直回転駆動部17を制御して、回転駆動することにより、指定した出力ジェスチャを実行し、処理を終了する。例えば、水平回転駆動部16と鉛直回転駆動部17との回転駆動の組み合わせにより、図6(a)～図6(d)に示すような出力ジェスチャを実行する。

【0061】

50

あるいは、水平回転駆動部 1 6 と鉛直回転駆動部 1 7 との回転駆動の組み合わせに併せて第 1 の照明用発光部 4 3 を発光制御し、出力ジェスチャを表現してもよい。例えば、図 6 (e) に示すように、望遠鏡 2 c を左右に細かく動かすと共に第 1 の照明用発光部 4 3 を速く点滅させるという出力ジェスチャにより、測量装置 T S にトラブルが発生したことを作業者に報知するようになっていてもよい。

【 0 0 6 2 】

このように、本実施の形態に係る測量装置 T S によれば、測量装置 T S の出力ジェスチャにより、測量装置 T S から作業者に対する指示等を認識することができるので、作業者は表示部 4 2 を確認することなく作業を行うことができる。

【 0 0 6 3 】

また、本実施の形態において、水平回転駆動部 1 6 と鉛直回転駆動部 1 7 との回転駆動の組み合わせに併せて、第 1 の照明用発光部 4 3 が、ジェスチャ実行部 2 3 の制御に従って、点灯、点滅等を行い、出力ジェスチャを表現することは必須ではないが、このようにすると、多様な出力内容に対応することができるため好ましい。さらに、第 1 の照明用発光部 4 3 の発光により、測量装置の動作が視認されやすくなるので好ましい。

【 0 0 6 4 】

また、本実施の形態において、第 2 の照明用発光部 4 4 を備え、測量装置 T S 自体を照明することは、必須ではないが、このようにすると、作業者が遠隔にいる場合に、測量装置 T S のジェスチャの視認性が高くなるので好ましい。

【 0 0 6 5 】

なお、入力識別情報および出力変換情報のリストは、出荷時に予め設定されていてもよいが、編集可能である。また、作業者により、測量機の所定の機能から随時設定可能に構成されていてもよい。

【 0 0 6 6 】

あるいは、画像認識部 2 1 による認識結果および画像識別部 2 2 による識別結果から、複数の作業者の身体的差異やジェスチャの動作的差異等による、誤差を回避できる程度の許容範囲を自律的に学習して、設定内容を自動的に追加および累加されるように構成されていてもよい。

【 0 0 6 7 】

< 実施例 1 >

(ジェスチャインタフェイスを用いた現況測量)

このような測量装置 T S のジェスチャインタフェイスを用いて現況測量を行う例を、図 7 , 8 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 8 】

図 7 は、現況測量に係る測量装置 T S の動作のフローチャートである。現況測量では、測量装置 T S に、基準点の座標データを予め読み込ませ、記憶部 3 0 に記憶させている。作業者は、測量装置 T S を設置し、現況測量動作を開始すると、作業者は、ポールプリズム (上部にプリズムを備える指示棒) を持って、基準点まで移動する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 3 0 1 で、基準点において、作業者が測量装置 T S に向かい、図 8 (a) のように、右手を真上に挙げてから正面に下ろすという入力ジェスチャを行うと、測量装置 T S は基準点の測定を行う。測定が終わると作業者は変化点 (土地の傾斜が変化する点) に移動する。

【 0 0 7 0 】

次に、ステップ S 3 0 2 で、作業者が変化点において、測量装置 T S に向かい、図 8 (b) のように、右手を斜め上にあげてくるくる回すという入力ジェスチャを行うと、測量装置 T S は、変化点の測定を行う。測定が終わると作業者は終了点に移動する。

【 0 0 7 1 】

次に、ステップ S 3 0 3 で、作業者が終了点において、測量装置 T S に向い、図 8 (c) のように、右手を横にパンチを出すように突き出すという入力ジェスチャを行うと、測

10

20

30

40

50

量装置 T S は、終了点の測定を行う。測定が終わると測量装置 T S は処理を終了する。

【 0 0 7 2 】

なお、各測定において、測量装置 T S が、第 1 の照明用発光部 4 3 を点灯することにより、各測定の終了を作業者に報知するようになっていても良い。

【 0 0 7 3 】

通常、現況測量は、測量装置 T S 側に 1 名の作業者と、ポールプリズム側に 1 名の作業者という 2 人一組として、測量装置 T S 側の作業者が、測量装置を操作しつつ、ポールプリズム側の作業者と連携して行う。

【 0 0 7 4 】

しかし、本実施の形態に係る測量装置 T S によれば、ポールプリズム側の作業者は、入力ジェスチャにより、遠隔地から測量装置 T S を操作することが可能であるので、ポールプリズム側の作業者 1 名でも現況測量を行うことが可能となる。

【 0 0 7 5 】

< 実施例 2 >

(ジェスチャインタフェースを用いた杭打ち作業)

このような測量装置 T S のジェスチャインタフェースを用いて杭打ち作業を行う例を図 9 ~ 図 1 1 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 6 】

図 9 は、杭打ち作業に係る測量装置 T S の動作のフローチャートである。測量装置 T S には、あらかじめ杭打ちを実施する複数の測点の設計値データを読み込ませておく。まず作業者は、測量装置 T S を設置し、杭打ち作業用プログラムの実行を開始し、ポールプリズムを持って最初の測点まで移動する。

【 0 0 7 7 】

最初の測点の近傍まで来たら、作業者は、例えば、図 1 0 (a) のように、両手で大きな丸を作るという入力ジェスチャにより、測量装置 T S に対してプリズム追尾開始の指示を行う。すると、測量装置 T S は、ステップ S 4 0 1 で、プリズムの追尾を開始する。

【 0 0 7 8 】

次に、ステップ S 4 0 2 で、測量装置 T S は、ポールプリズムの現在位置と、設定された第 1 の測点の位置とを比較して、ポールプリズムが測点に近づく方向と距離とを算出する。測量装置 T S は、ポールプリズムが測点に合致するように、ジェスチャで作業者を誘導する。

【 0 0 7 9 】

具体的には、例えば、ポールプリズムを右へ大きく移動する必要がある場合には、図 1 1 (a) のように、望遠鏡 2 c を右へ大きくすばやく 2 度振る。あるいは、ポールプリズムを上へ少し移動する必要がある場合には、図 1 1 (b) のように望遠鏡 2 c を上へ小さくゆっくり 2 度振る。これにより、作業者は、測量装置 T S からの指示に従って、ポールプリズムを移動する。

【 0 0 8 0 】

次に、ステップ S 4 0 3 で、測量装置 T S は、ポールプリズムが第 1 の測点に合致したかどうか、例えば、ポールプリズムが測点から $\pm 1 \text{ cm}$ 以内に入ったか否かを判断する。

【 0 0 8 1 】

ポールプリズムが測点から $\pm 1 \text{ cm}$ 以内に入っていない場合 (N o)、ステップ S 4 0 2 に戻り、測量装置 T S は、再度出力ジェスチャによる測点への誘導を行う。

【 0 0 8 2 】

一方、ポールプリズムが測点から $\pm 1 \text{ cm}$ 以内に入った場合 (Y e s)、ステップ S 4 0 4 において、杭打ち点にポールプリズムの位置が決定される。

【 0 0 8 3 】

次いで、ステップ S 4 0 5 で、測量装置 T S は、ポールプリズムの測定を行う。測定が終了すると、ステップ S 4 0 5 で、測量装置 T S は、図 1 1 (c) のように、望遠鏡 2 c を水平方向および鉛直方向にそれぞれ 1 回転し、測定の終了をジェスチャで出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

測定が完了すると、作業者は、杭打ちを行い、例えば図 1 0 (b) のように、ジェスチャにより、杭打ち完了を測量装置 T S に報告する。測量装置 T S は、ステップ S 4 0 7 で入力を確認する。

【 0 0 8 5 】

次に、ステップ S 4 0 8 において、測量装置 T S は、予め設定された全ての測点について、測定が終わっているか否かを判断する。

【 0 0 8 6 】

全ての測点の測定が終わっている場合 (Y e s)、杭打ち作業の処理は終了する。

【 0 0 8 7 】

一方、全ての測点の測定が終わっていない場合 (N o)、ステップ S 4 0 1 に戻り、次の測点に関してプリズムの追尾を開始し、全ての測点について杭打ちが完了するまでステップ S 4 0 1 ~ S 4 0 5 の処理を繰り返す。

【 0 0 8 8 】

なお、本実施例では、追尾部 1 8 は、作業者のジェスチャ入力により、自動追尾を開始し、設計値データに基いて測点を自動追尾するように設定されている。しかし、作業者が測量装置 T S から移動する時点で、測量装置 T S の自動追尾を開始し、自動追尾し続けるように構成されていてもよい。

【 0 0 8 9 】

また、ステップ S 4 0 8 の後、次の測点に移動するまでの間に、作業者が図 1 0 (c) の入力ジェスチャを入力することにより、測量装置 T S が追尾を中断し、W A I T モードになるように構成されていてもよい。

【 0 0 9 0 】

通常、杭打ち作業は、測量装置 T S 側に 1 名の作業者と、ポールプリズム側に 1 名の作業者という 2 人一組として、測量装置 T S 側の作業者が、測量装置を操作しつつ、ポールプリズム側の作業者と連携して行う。

【 0 0 9 1 】

しかし、本実施の形態に係る測量装置 T S によれば、ポールプリズム側の作業者は、入力ジェスチャにより、遠隔地から測量装置 T S を操作することが可能であり、また、測量装置 T S 側の動作状況を入力ジェスチャにより確認することができるので、ポールプリズム側の作業者 1 名でも杭打ち作業を行うことが可能となる。

【 0 0 9 2 】

< 変形例 >

なお、本実施の形態において、測量装置 T S を遠隔から操作可能なリモートコントローラを備え、ジェスチャ入力に代えて、リモートコントローラによる入力を行い、出力のみを測量装置 T S のジェスチャ出力とすることもできる。

【 0 0 9 3 】

第 2 の実施の形態

(測量機の構成)

図 1 2 は、本発明の第 2 の実施の形態にかかる測量装置 T S a の構成ブロック図である。測量装置 T S a は、第 1 の実施の形態に係る測量装置 T S に加えて音声入力部 4 7 および音声出力部 4 8 を備える点で異なる。また、演算制御部 2 0 a が、第 1 の実施形態に係る演算制御部 2 0 に加えて、音声認識部 2 4 および 音声変換部 2 5 を備える点で異なる。

【 0 0 9 4 】

音声入力部 4 7 は、音声を入力する手段であり、例えば、集音マイク、指向性マイクである。音声入力部 4 7 は、托架部 2 b に備えられている。また、音声入力部 4 7 は、作業者が発する音声を集音し、音声信号に変換して演算制御部 2 0 a に出力する。

【 0 0 9 5 】

音声出力部 4 8 は、音声を出力する手段であり、例えば、スピーカである。音声出力部 4 8 は、托架部 2 b に備えられている。また、音声出力部 4 8 は、演算制御部 2 0 a から

10

20

30

40

50

の指示に基いて、音声変換部 2 5 から出力されたメッセージを音声として出力する。

【 0 0 9 6 】

音声認識部 2 4 は、音声入力部 4 7 から入力された音声を、自然言語処理機能により認識し、テキスト指令に変換する。

【 0 0 9 7 】

音声変換部 2 5 は、演算制御部 2 0 a による、作業者への出力内容を、音声メッセージに変換し、音声出力部 4 8 に出力する。

【 0 0 9 8 】

(入力 の フロー)

図 1 3 は、ジェスチャ入力と音声入力を組み合わせた場合の測量装置 T S a の動作のフローチャートである。

10

【 0 0 9 9 】

まず、入力モードが開始すると、ステップ S 4 0 1 で、画像認識部 2 1 および音声認識部 2 4 は、撮像部 4 6 および音声入力部 4 7 の入力を監視しながら、入力を待機する。

【 0 1 0 0 】

次いで、ステップ S 4 0 2 で、画像または音声の入力が発生すると、画像認識部 2 1 および音声認識部 2 4 が入力を検知し、画像が入力された場合には、撮像部 4 6 で取得した画像から、入力された画像を入力ジェスチャとして認識する。また、音声が入力された場合には、音声入力部 4 7 が取得した音声を、入力音声として認識する。

【 0 1 0 1 】

20

ステップ S 4 0 2 で画像も、音声も認識されない場合 (N o)、処理はステップ S 4 0 1 に戻り、画像認識部 2 1 および音声認識部 2 4 が再度入力を待機する。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 4 0 2 で、画像が入力ジェスチャとして認識された場合 (ジェスチャ)、ステップ S 4 0 3 で、画像識別部 2 2 が、記憶部 3 0 に記憶されている、入力ジェスチャである作業者の所定の動作と、測量装置へのオペレーションとを関連付けた入力識別情報に基いて、画像認識部 2 1 で認識された入力ジェスチャに対応する測量装置 T S へのオペレーションを、入力ジェスチャの示す内容として識別する。

【 0 1 0 3 】

次いで、ステップ S 4 0 4 では、ステップ S 4 0 3 における識別結果に基いて、入力ジェスチャに対応する測量装置 T S へのオペレーションを実行し、入力を終了する。

30

【 0 1 0 4 】

ステップ S 4 0 3 で、音声が入力音声として認識された場合 (音声)、ステップ S 4 0 5 で、音声認識部 2 4 が、入力音声をテキスト指令に変換する。

【 0 1 0 5 】

次いで、ステップ S 4 0 6 で、指令に対応するオペレーションを実行し、入力を終了する。

【 0 1 0 6 】

(出力 の フロー)

図 1 4 は、ジェスチャ出力と音声出力を組み合わせた場合の測量装置 T S a の動作のフローチャートである。

40

【 0 1 0 7 】

出力が発生すると、ステップ S 5 0 1 において、演算制御部 2 0 a は、出力内容について、予め定められた出力形式を選択する。

【 0 1 0 8 】

ステップ S 5 0 1 において出力形式がジェスチャの場合 (ジェスチャ)、ステップ S 5 0 2 で、ジェスチャ実行部 2 3 は、記憶部 3 0 に記憶された出力変換情報に基いて作業者に対する出力内容を出力ジェスチャに変換する。

【 0 1 0 9 】

次いで、ステップ S 5 0 3 で、ジェスチャ実行部 2 3 は、水平回転駆動部 1 6 および鉛

50

直回転駆動部 17 を制御して、回転駆動することにより、指定した出力ジェスチャを実行し、処理を終了する。

【0110】

一方、ステップ S501 において、出力形式が音声の場合（音声）、ステップ S504 で、音声変換部 25 は、出力内容から、出力内容に応じた音声メッセージに変換し、音声出力部 48 に出力する。

【0111】

次いで、ステップ S505 で、音声出力部 48 は、音声変換部 25 から入力された音声メッセージを音声として出力し、処理を終了する。

【0112】

このように、第 1 の実施の形態に係る、ジェスチャインタフェースは、音声入出力を用いた場合にも測量装置 T S a に適用することができる。

【0113】

以上、本発明の好ましい実施の形態について述べたが、上記の実施の形態および実施例は本発明の一例であり、それぞれの構成を当業者の知識に基づいて組み合わせることが可能であり、そのような形態も本発明の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0114】

T S 測量装置

T S a 測量装置

2 c 望遠鏡

16 水平回転駆動部

17 鉛直回転駆動部

20 演算制御部

20 a 演算制御部

21 画像認識部

22 画像識別部

23 ジェスチャ実行部

24 音声認識部

25 音声変換部

30 記憶部

43 第 1 の照明用発光部

44 第 2 の照明用発光部

45 第 3 の照明用発光部

46 撮像部

10

20

30

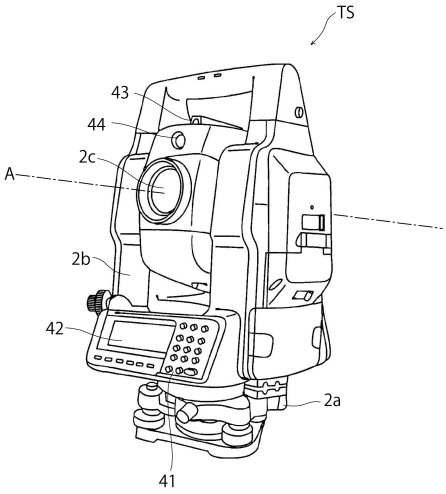
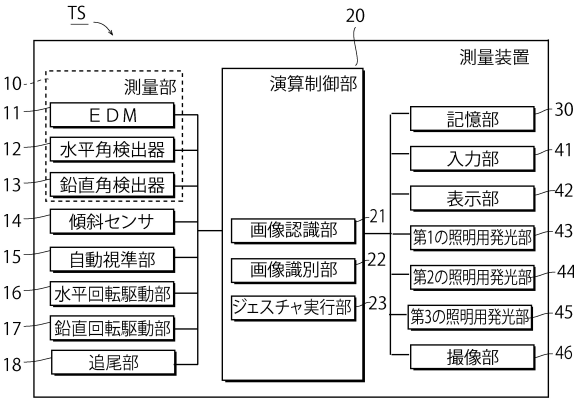
40

50

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

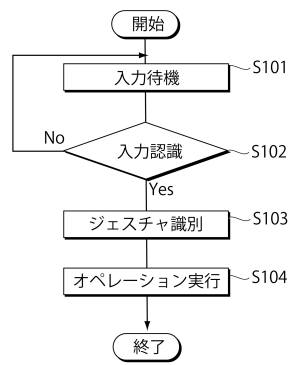
20

30

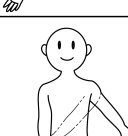
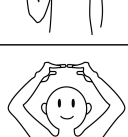
40

50

【図 3】



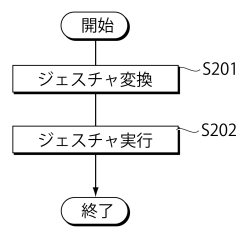
【図 4】

	入力ジェスチャ	オペレーション
(a)		右手を上げる 測定準備を行う
(b)		上げた右手を下げる 手を下げた瞬間に測定を実行する
(c)		左手を右から左へと動かす 測量装置を左方向へ旋回する
(d)		指を 3 本立てる 対回観測の対回数を 3 に設定する。
(e)		両手で大きな丸を作る 測定 OK を示す

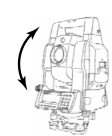
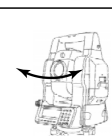
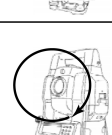
10

20

【図 5】



【図 6】

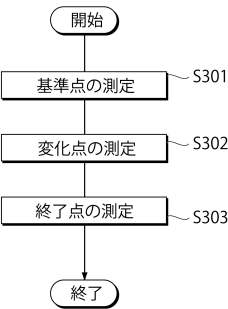
	出力ジェスチャ	出力内容
(a)		望遠鏡を上下に振る Yes / OK
(b)		望遠鏡を左右に振る No / NG
(c)		望遠鏡で円を描く 測定成功
(d)		望遠鏡で × を描く 測定失敗
(e)		望遠鏡を左右に細かく動かす 第 1 の照明用発光部を速く点滅させる 測量装置にトラブルが発生している

30

40

50

【 図 7 】



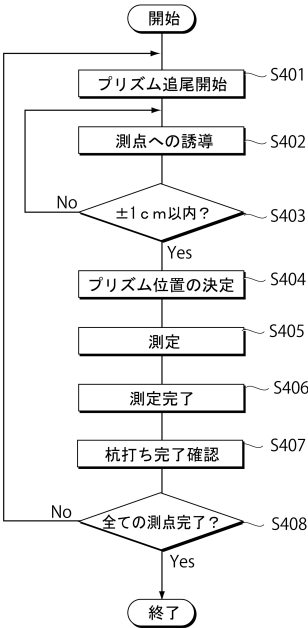
【 図 8 】

	ステップ	入力ジェスチャ		オペレーション
(a)	S 3 0 1		右手を真上に上げてから正面に下ろす	基準点の測定を行う
(b)	S 3 0 2		右手を斜め上に上げてくるくる回す	変化点の測定を行う
(c)	S 3 0 3		右手を横にパンチを出すように突き出す	終了点の測定を行う

10

20

【 図 9 】



【 図 1 0 】

	ステップ	入力ジェスチャ		オペレーション
(a)	S 4 0 1		両手で大きな丸をつくる	測定開始（再開） / 追尾開始（再開）
(b)	S 4 0 7		左手を挙げる	杭打ち完了
(c)	S 4 0 8		手を挙げて左右に振る	測定を中断して WAIT モードにする

30

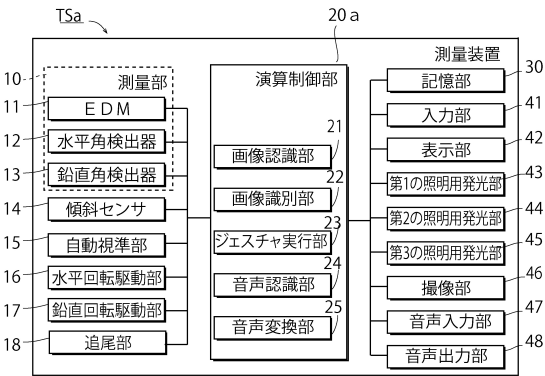
40

50

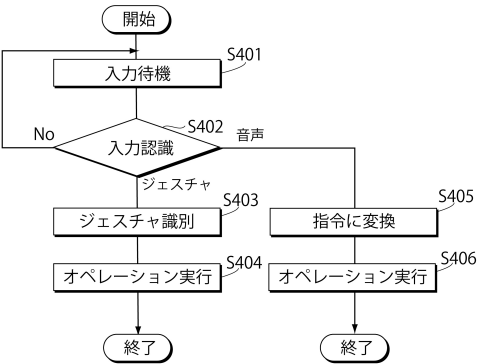
【図 1 1】

	ステップ	出力ジェスチャ	出力内容
(a)	S 4 0 2		望遠鏡を右へ大きく すばやく2度振る ボールプリズムを 右へ大きく移動する 必要あり
(b)	S 4 0 2		望遠鏡を上へ小さく ゆっくり2度振る ボールプリズムを 上へ少し移動する 必要あり
(c)	S 4 0 4		水平方向・鉛直方向に それぞれ1回転する 測定完了

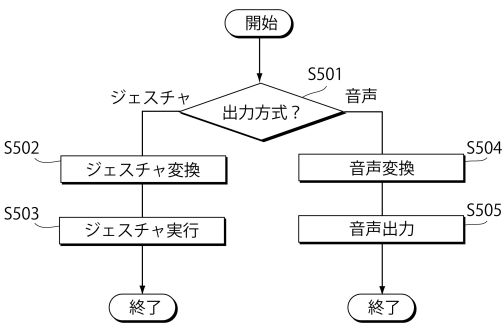
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 7 / 1 5 1 1 9 6 (W O , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 2 7 9 2 0 (U S , A 1)
 登録実用新案第 3 0 9 8 7 8 1 (J P , U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
 G 0 1 C 1 5 / 0 0