

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4607095号  
(P4607095)

(45) 発行日 平成23年1月5日(2011.1.5)

(24) 登録日 平成22年10月15日(2010.10.15)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 C	15/00	(2006.01)	GO 1 C	15/00	1 0 3 Z
GO 6 T	1/00	(2006.01)	GO 6 T	1/00	3 1 5
GO 6 T	7/00	(2006.01)	GO 6 T	7/00	3 0 0 D

請求項の数 27 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2006-504718 (P2006-504718)	(73) 特許権者	501116608
(86) (22) 出願日	平成16年3月18日 (2004. 3. 18)		ライカ ジオシステムズ アクチェンゲゼ ルシャフト
(65) 公表番号	特表2006-520891 (P2006-520891A)		Leica Geosystems AG
(43) 公表日	平成18年9月14日 (2006. 9. 14)		スイス国 ヘールブルグ シーエイチー9 4 3 5 ヘインリッヒーウィルドーシュト ラッセ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2004/002800		Heinrich-Wild-Stras se, CH-9435 Heerbru gg, Switzerland
(87) 国際公開番号	W02004/083779	(74) 代理人	100061815
(87) 国際公開日	平成16年9月30日 (2004. 9. 30)		弁理士 矢野 敏雄
審査請求日	平成19年1月30日 (2007. 1. 30)	(74) 代理人	100094798
(31) 優先権主張番号	60/456, 371		弁理士 山崎 利臣
(32) 優先日	平成15年3月21日 (2003. 3. 21)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	03011908.5		
(32) 優先日	平成15年5月27日 (2003. 5. 27)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測量機器において画像処理を行う方法と装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体 ( 1 ) を測量する方法であって、  
 少なくとも測量対象の物体 ( 1 ) の記録画像 ( 4 ) を捕捉する電子的記録手段 ( 3、 3 ' ) を持つ測量機器 ( 2、 2 ' ) を使用し、その際

- ・記録手段 ( 3、 3 ' ) の帯状カバレッジ領域 ( 5 ) への角度方向を求め、
- ・記録画像 ( 4 ) を捕捉し、
- ・記録画像 ( 4 ) の少なくとも一部領域を表示画像 ( 6、 6 '、 6 " ) として視覚的に表示し、
- ・割り当てられた表示画像座標 ( 8、 8 '、 8 " ) を少なくとも1つ確定することにより、
- ・記録画像座標 ( 7 ) を特定し、
- ・記録画像座標 ( 7 ) を少なくとも1つの測定量に変換する、

という各段階をとめない、

この場合、表示画像座標 ( 8、 8 ' ) を少なくとも1つ確定することによる記録画像座標 ( 7 ) の特定は、次の部分的段階すなわち、

- ・測量対象の物体 ( 1 ) をモデル化するテンプレート ( 1 0、 1 0 ' ) を少なくとも1つ呼び出すことと、
- ・少なくとも1つの表示画像座標 ( 8、 8 '、 8 " ) によって、表示画像 ( 6、 6 '、 6 " ) に少なくとも1つのテンプレート ( 1 0、 1 0 ' ) を位置決めすることと
- ・記録された物体 ( 1 a、 1 a ' ) に少なくとも1つのテンプレート ( 1 0、 1 0 ' ) を

適合させることと、

・少なくとも1つのテンプレート(10、10')の少なくとも1つのグラフィックな特徴点(11、11')を用いて記録画像座標(7)を特定することを含む、上記の方法において、

記録された物体(1a、1a')への少なくとも1つのテンプレート(10、10')の適合は、マッチングにより行われ、かつ次の部分的段階すなわち、

・テンプレート(10、10')と記録された物体(1a、1a')との局所的マッチングを、方向ベクトル(18)を持つ補正点(17)の生成によって行い、

・前記局所的マッチングの結果を用いて、記録された物体(1a、1a')との全体的マッチングを、方向ベクトル(18)を持つ補正点(17)の生成によって行い、

ここで、前記全体的マッチングは、複数回の局所的マッチングの結果を組み合わせ、全体として前記記録された物体(1a、1a')を求める、

ことを特徴とする、上記の方法。

#### 【請求項2】

少なくとも1つの表示画像座標(8、8'、8")を確定することによる記録画像座標(7)の特定が、次の部分的段階すなわち、

・表示画像座標(8、8'、8")の確定が、離散的なステップで、画素毎に行われることと、

・表示画像座標(8、8'、8")がそれに対応する記録画像座標(7)に割り当てられることを含む、請求項1に記載の方法。

#### 【請求項3】

少なくとも1つのテンプレート(10、10')が記録画像(4)の、またはそれに先行する記録画像の一部として形成されている、請求項1または2に記載の方法。

#### 【請求項4】

少なくとも1つのテンプレート(10、10')が人工的に生成された画素画像として形成されており、表示画像(6、6'、6")におけるテンプレート(10、10')の移動が、サブピクセル領域では補間法によって決定される、請求項1または2に記載の方法。

#### 【請求項5】

少なくとも1つのテンプレート(10、10')が物体の数学的記述として形成されている、請求項1または2に記載の方法。

#### 【請求項6】

少なくとも1つのテンプレート(10、10')が、線、ポリライン、点、円または矩形/正方形によって形成される、請求項4または5に記載の方法。

#### 【請求項7】

少なくとも1つのテンプレート(10、10')の呼び出しが、先に定義された、または先に定義可能な選択テンプレート(13、13')の選択により、メニュー制御されて行われる、請求項1～6のいずれかに記載の方法。

#### 【請求項8】

メニュー制御による呼び出しが、選択テンプレート(13、13')の少なくとも一部をグラフィック表示する複数のメニュー項目(15)を持つ選択メニュー(14)によって行われる、請求項7に記載の方法。

#### 【請求項9】

表示画像(6、6'、6")上における少なくとも1つのテンプレート(10、10')の位置決めが、表示画像(6、6'、6")上におけるそのテンプレート(10、10')の移動によって行われる、請求項1～8のいずれかに記載の方法。

#### 【請求項10】

表示画像(6、6'、6")上におけるテンプレート(10、10')の位置決めは、少なくとも部分的に自動的に行われ、その部分的段階として、

・記録された物体(1a、1a')上で、テンプレート(10、10')に類似する少な

10

20

30

40

50

くとも1つの構造(16)を見つけることと、

・見つけられた少なくとも1つの構造(16)上でテンプレート(10, 10')を位置決めすることとをともなう、請求項1~8のいずれかに記載の方法。

【請求項11】

見つけられた少なくとも1つの構造(16)上におけるテンプレート(10, 10')の位置決めは、提供され、見つけられた少なくとも1つの構造を、選択することによって行われる、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

表示画像(6, 6', 6")上で複数のテンプレート(10, 10')を順次位置決めする、請求項1~11のいずれかに記載の方法。

10

【請求項13】

記録画像座標(7)の特定は、少なくとも1つのテンプレート(10, 10')の少なくとも1つのグラフィックな特徴点(11, 11')を用いて行われ、その部分的段階として、

・少なくとも1つのテンプレート(10, 10')の少なくとも1つのグラフィックな特徴点(11, 11')を求めることと、

・1つのグラフィックな特徴点(11, 11')を選択することと、

・そのグラフィックな特徴点(11, 11')を記録画像座標(7)に割り当ててを含む、請求項1~12のいずれかに記載の方法。

【請求項14】

前記少なくとも1つのグラフィックな特徴点(11, 11')は、交点、中点、末端点または中心である、請求項13記載の方法。

20

【請求項15】

記録画像座標(7)の少なくとも1つの測定量への変換が、少なくとも記録画像座標(7)と、記録手段(3, 3')の帯状カバレッジ領域(5)への角度方向とを援用して行われる、請求項1~14のいずれかに記載の方法。

【請求項16】

少なくとも1つの測定量が、少なくとも1つの水平角または高度角によって形成される、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

当該変換がその部分的段階として、記録画像(4)の光学的誤差の補償を含む、請求項1~16のいずれかに記載の方法。

30

【請求項18】

光学的誤差の補償が、測量機器(2, 2')それぞれに求められた補正関数または補正表を用いて行われる、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記変換がその部分的段階として、割り当てられた記録画像座標(7)の温度による偏位、または記録手段(3, 3')の帯状カバレッジ領域(5)で求められた角度方向を、測定された温度に応じて補償することを含む、請求項1~18のいずれかに記載の方法。

【請求項20】

温度による偏位の補償が、測量機器(2, 2')それぞれに求められた温度補正手段を用いて行われる、請求項19に記載の方法。

40

【請求項21】

前記変換が、合焦点を援用の下に、または電子的記録手段(3, 3')に前置された光学系ユニット(19, 19')の横倍率を援用の下に行われる、請求項1~20のいずれかに記載の方法。

【請求項22】

当該方法が、その他の部分的段階として、少なくとも1つの測定量を供給することを含む、請求項1~21に記載の方法。

【請求項23】

50

少なくとも1つの測定量の供給が、視覚的表示により行われる、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

少なくとも1つの測定量の供給が、少なくとも1つの立体角を距離計(20)に出力することによって行われ、これはその部分的段階として、

- ・少なくとも1つの立体角を決定する物点(Q)の距離を測定することと、
- ・物点(Q)の距離データを、表示画像(6、6'、6")へのスーパーインポーズによって、表示ウィンドウ(26)を介して供給することを含む、請求項22または23に記載の方法。

【請求項25】

電子的表示・制御装置(31、31')であって、

- ・電子的計算手段(32、32')と、
  - ・記録画像(4)の少なくとも1つの部分領域を、表示画像(6、6'、6")として視覚表示する電子的表示手段(33、33')と、
  - ・計算手段(32、32')に表示画像座標(8、8'、8")を入力するための入力手段(34、34')と、
  - ・記録手段(3、3')の帯状カバレッジ領域(5)への角度方向を求める手段と、
  - ・記録画像(4)を捕捉する手段と、
  - ・記録画像(4)の少なくとも一部領域を表示画像(6、6'、6")として視覚的に表示する手段と、
  - ・割り当てられた表示画像座標(8、8'、8")を少なくとも1つ確定することにより、記録画像座標(7)を特定する手段と、
  - ・記録画像座標(7)を少なくとも1つの測定量に変換する手段と、
  - ・測量対象の物体(1)をモデル化するテンプレート(10、10')を少なくとも1つ記憶するテンプレートメモリ(35、35')と、
- を備えており、

前記記録画像座標(7)を特定する手段は、

- ・測量対象の物体(1)を測量的にモデル化した少なくとも1つのテンプレート(10、10')を呼び出す手段と、
  - ・少なくとも1つの表示画像座標(8、8'、8")を確定することによって、表示画像(6、6'、6")に少なくとも1つのテンプレート(10、10')を位置決めする手段と、
  - ・記録された物体(1a、1a')に少なくとも1つのテンプレート(10、10')を適合させ、少なくとも1つのテンプレート(10、10')の少なくとも1つのグラフィックな特徴点(11、11')を用いて記録画像座標(7)を特定する手段と
- を含む、電子的表示・制御装置において、

記録された物体(1a、1a')へのテンプレート(10、10')の適合をマッチングにより行うために、更に、

- ・テンプレート(10、10')と記録された物体(1a、1a')との局部的マッチングを、方向ベクトル(18)を持つ補正点(17)の生成によって行う手段と、
- ・前記局部的マッチングの結果を用いて、記録された物体(1a、1a')との全体的マッチングを、方向ベクトル(18)を持つ補正点(17)の生成によって行う手段と、

ここで、前記全体的マッチングは、複数回の局部的マッチングの結果を組み合わせ、全体として前記記録された物体(1a、1a')を求める、を含むことを特徴とする、電子的表示・制御装置。

【請求項26】

前記各手段は、測量対象の少なくとも1つの物体(1)の記録画像(4)を捕捉する電子的記録手段(3、3')を備えた測量機器(2、2')内に収容されている、請求項25に記載の電子的表示・制御装置。

【請求項27】

10

20

30

40

50

コンピュータプログラムであって、  
プロセッサに対して、次の各段階、すなわち、  
 ・記録手段(3、3')の帯状カバレッジ領域(5)への角度方向を求め、  
 ・記録画像(4)を捕捉し、  
 ・記録画像(4)の少なくとも一部領域を表示画像(6、6'、6")として視覚的に表示し、  
 ・割り当てられた表示画像座標(8、8'、8")を少なくとも1つ確定することにより、  
 ・記録画像座標(7)を特定し、  
 ・記録画像座標(7)を少なくとも1つの測定量に変換すること  
 を実行させ、

10

この場合、前記表示画像座標(8、8')を少なくとも1つ確定することによる記録画像座標(7)の特定は、次の部分的段階、すなわち、

・測量対象の物体(1)をモデル化するテンプレート(10、10')を少なくとも1つ呼び出し、  
・少なくとも1つの表示画像座標(8、8'、8")によって、表示画像(6、6'、6")に少なくとも1つのテンプレート(10、10')を位置決めし、  
・記録された物体(1a、1a')に少なくとも1つのテンプレート(10、10')を適合させ、  
・少なくとも1つのテンプレート(10、10')の少なくとも1つのグラフィックな特徴点(11、11')を用いて記録画像座標(7)を特定する、  
 と、を含み、

20

記録された物体(1a、1a')への少なくとも1つのテンプレート(10、10')の適合は、マッチングにより行い、かつ前記マッチングが次の部分的段階を含む、すなわち、

・テンプレート(10、10')と記録された物体(1a、1a')との局部的マッチングを、方向ベクトル(18)を持つ補正点(17)の生成によって行い、  
・前記局部的マッチングの結果を用いて、記録された物体(1a、1a')との全体的マッチングを、方向ベクトル(18)を持つ補正点(17)の生成によって行う、

ここで、前記全体的マッチングは、複数回の局部的マッチングの結果を組み合わせ、全体として前記記録された物体(1a、1a')を求める、

30

ことを前記プロセッサに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測量機器の使用の下に、画像処理にサポートされて、物体を測量する方法と装置に関する。

【背景技術】

【0002】

1つの測量環境において定義された各ポイントの特性を、特に空間的基準をともなうデータを記録するためには、古くから数多くの測定装置が知られている。この場合、空間的な標準データとして、測定機器の場所と、場合によっては既存の基準点、ならびに測定点への方向、距離、角度が記録される。これまで行われた改善は多くの場合、新しい技術的方法を採用して、正確さと迅速さを向上するものであった。

40

【0003】

確かに、従来技術によるこのような種類の装置は、依然として、測定されるポイントに測定機器を直接方向づけすることを求める。これは多くの場合、例えば光学望遠鏡といった特殊な視準手段にサポートされて行われる。このような測定機器の一般に知られている例は、セオドライトである。従来技術による測量機器の概要は、R. JockelおよびM. Stober、「電子的測距と測角」第4版、Konrad Witwer書店、シュトゥットガルト(1999年)、およびJ. M. Rueger、第4版、Spri

50

nger書店、ベルリン、ハイデルベルク（1996年）に記載されている。

【0004】

1つの測量機器と、その機器に対して動かすことができる、または独立して運ぶことができるスクリーンとを組み合わせることにより、人間工学的および測量技術的観点上の利点を得ることができる。この場合、望遠鏡の従来型接眼レンズが、電子的記録手段に替えられるので、従来必要とされたユーザの機器への拘束、例えば人間の目を用いるため生じる要件または制限を免れることができる。機器の操作とその機器を用いて行われる測定は、スクリーンの表示と、データや制御コマンドのための適切な入力装置とを介して、電子的に行われる。様々な方法による方向づけを行った後、例えば三角測量またはレーザで補完的測距をとまなう角度偏差の測定を行い、これによって方向づけを行った後、測定が行われる。

10

【0005】

特許公報JP 0213409 AおよびJP 03167412 Aから、セオドライトとビデオカメラの組み合わせが知られている。これは、迅速で正確な3次元測定を可能にしようというものである。この場合、2つのセオドライト・ビデオカメラ組み合わせによって、各カメラによる画像記録と、セオドライトによる測角とが同時に行われる。それぞれビデオカメラとセオドライトの軸は平行で、そのためセオドライトの測角は、その組み合わせのカメラで記録された画像と結合されている。異なる角度で記録された少なくとも2つの画像から、結像された物体の3次元的位置を導き出すことができる。

【0006】

20

欧州特許出願EP 0 481 278と、それにとまなうドイツ実用新案登録DE 90 07 731 Uからは、オプトエレクトロニクスに表示できる空間点の位置を特定する測定装置が知られている。この測定装置は可動型の測定ヘッドを備え、この測定ヘッドは、目標捕捉機器である可動型のカメラと、測距機器とを備える。両機器の視準線は互いに正確に方向を合わせてある。目標点を測定するには、目標点をカメラで捕捉し、次にカメラ軸を目標点に向ける。これにより測距機器の正確な方向づけが得られ、その軸もやはり測定されるポイントを指す。

【0007】

同じ出願者の欧州特許出願（出願番号01127378）には、次のような測定機器が記載されている。この場合、記録・表示手段を分離することにより、人間工学的に有利な操作が可能となる。表示手段をデータ入力手段と適切に組み合わせることにより、適切な取り扱いモジュールが得られる。このモジュールは、測定機器から独立して、取り外して使用できるものであり、通信手段を介して測定機器と結ばれている。センサコンポーネントである複数の測定機器と一緒にこのようなモジュールを用いることにより、遠隔操作可能な測量システムを作ることができる。表示された測定範囲内で1つの位置マークを移動することができる。このマークを介して、測定プロセスのパラメータを確定し、測定プロセスを開始することができる。その後続く測定プロセスは、測定機器の測定に必要なコンポーネントを、位置マークによって決定された位置に向け、測定を実行する。

30

【0008】

国際PCT出願WO99/60335からは、目標範囲をカメラで捕捉し、スクリーンに表示する測量装置が知られている。この範囲内で目標を選択し、その目標の距離を距離計で測定することができる。そのためには、距離計は完結した機器であるものを用い、その軸を選択された目標に向ける。この場合、カメラと距離計は、共同でまたは互いに独立して、モータで動かされる。

40

【0009】

出願番号02022860の欧州特許出願には、次のような測量機器が記載されている。すなわち測定に必要な光束の運動を、光学系のカバレッジ領域内で生じるが、光学系全体または比較的大きなコンポーネントで、それ以外の運動を測定に必要としないような測量機器である。これが可能となるのは、光束を射出するのに、電子的記録手段の光学コンポーネントを用いることによる。記録手段の光学系から射出される光線を用いて、捕捉さ

50

れて表示装置に表示された目標は基本的に全て測定でき、その際記録手段の光軸、または測定機器のもう1つのコンポーネントを、動かす必要はない。この記録手段は、測定点のため目標点を確定するために用いられる、画像生成装置に関するものである。測定を行うに必要な検出器は、この他の測定機器にも組み込むことができる。従って、例えばこのような電子的表示・制御装置を備える測定機器によって、光線による目標の確定と照射が行われる。しかし、測定はもう1つの、またはその他複数の機器が行う。

【0010】

従来の技術による上記全ての装置は、ある1つのポイントに対する測定の度毎に、測定装置の新たな方向づけと信号送出による各ポイントの測定を必要とする。測定の度毎に、測定機器のコンポーネントを動かして、方向づけしなければならない。しかし、フィールドで役に立つシステムこそ、測定機器と測定プロセスが複雑であるかどうかは重要問題である。従って、複雑さを軽減することは直接的な利点をもたらす。それだけでなく、部品をしばしば動かすことは磨耗につながり、磨耗軽減設計、または耐磨耗性設計をコンポーネントに必要とする。

10

【0011】

もう1つの欠点は、測定機器または測定光線の軸を目標に向けるために、いずれの機器もそれぞれ専用の視準手段を必要とすることである。特殊な測定目的のため、常に全ての目標が記録手段のカバレッジ領域内にある場合でも、いずれの測定に対してもポイント毎の方向づけまたは視準を行い、続いて、測定を行わなければならない。

20

【0012】

他方では、測定される目標点を特殊な形態とすることにより、例えば反射器をいわゆる協調型目標として用いることにより、少なくとも部分的に自動化された測定を得ることができる。しかしそのためには、測定されるポイントに協調型目標を取り付けてそれを測定する必要があるが、これは特に複雑な手間を要することになる。それだけでなく、協調型目標の使用は必ずしも全ての条件下で可能なわけではない。例えば、アクセス不可能な場所の測定である。目標検出や方向づけの自動化も、高度な技術的、時間的手間を要する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

従って本発明の1つの課題は、非協調型であるが組織化された目標の半自動的測定を、可能にすることである。

30

【0014】

もう1つの課題は、測定機器のコンポーネントを機械的に動かすことなく、ある領域内の非協調型目標の測定を可能とすることである。

【0015】

もう1つの課題は、この主の測量機器の構造を単純化することである。

【0016】

さらにもう1つの課題は、この種の測量機器を用いる時、それに用いる時間とエネルギーを軽減することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0017】

これらの課題は、独立請求項の諸特徴を実現することによって解決される。その他の方法または有利な方法によって本発明を発展させる諸特徴を、従属請求項に記載した。

【0018】

この解決法は、捕捉された観察領域の電子的記録を利用する。そのためには、1つの測量機器、例えばセオドライトまたはスタジア測量機器によって記録された画像データを用いる。これら画像データを物体の測定に援用できるようにするには、測定機器画像センサシステム全体を較正する必要がある。このような映像測定機器システムを、任意の構造化された物体を測定するために用いることができる。測定者は、半自動化されたポイント特定を行う際に、能動型または協調型の目標に頼る必要がなくなる。測定者を半自動測定プ

50

ロセスに取り込むことによって、人間による操作と、アルゴリズムの信頼性との、理想的結合が得られる。テンプレートは、測定される物体の少なくとも一部を記述するモデルという形態であって、物体の測量されるべき目標点を選択する際に、測量者をサポートする。物体の3番目の次元は、必要であれば、反射器を用いない測距によって特定される。

#### 【0019】

この場合、「測量機器」とは常に、空間的基準を用いて測定する装置、またはデータを点検する装置を持つ測定装置を一般的にいう。これは特に、1つの基準点または測定点に対する方向または角度、および/または距離の測定に関する。しかし、さらにその他の装置、例えば衛星にサポートされた場所特定(例えばGPS、GLONASSまたはGALILEO)のためのコンポーネントを設けることもできる。これらの装置は、補完的測定またはデータ記録のために用いることができる。特にこのような測量機器は、セオドライト、そして電子的測角機能と電子的距離計を持つスタジア測量器であるトータルステーション、そして水平儀をいう。同様に本発明は、類似の機能性を持つ特殊な装置、例えば軍事的なコリメータ、あるいは工業的な工作物またはプロセス監視で使用するのに適している。これらのシステムはこれにより、やはり「測量機器」の概念に含まれる。

#### 【0020】

本測量機器は電子的な記録手段を備え、この記録手段は、帯状カバレッジ領域内の物体、特に測量対象の物体を、記録画像の形で捕捉する。この記録手段は、例えばCCDカメラ、CMOSカメラ、ビデオカメラ、残留光増幅器、またはサーモグラフィカメラを備える。帯状カバレッジ領域への正確な角度方向づけを求めめるため、好ましくは記録手段および/または記録手段の対物レンズの方向づけを、測量機器のロータリーエンコーダで特定する。捕捉された記録画像またはこの記録画像の部分領域は、表示画像の形で表示手段により視覚化される。この表示手段は、特にICディスプレイ、ブラウン管、フラットCRT、通信手段とのインタフェース、および/またはスクリーンを持つ電子計算機、好ましくはノートブックまたはラップトップ型の同電子計算機を備える。また少なくとも1つの表示画像座標を確定する。これは例えば、表示手段上でカーソルを位置決めすることによって行う。この位置決めは特に入力手段を介して、例えばキーボード、ジョイスティック、トラックボール、コンピュータマウス、接触感応型の入力手段、通信ネットワークへのインタフェース、および/または表示手段と組み合わされたユニット、特にタッチスクリーン、または入力手段を備える電子計算機、好ましくはノートブック型、ラップトップ型、またはハンドヘルドPC、特にパームPC型の同電子計算機を介して行われる。確定された表示画像座標は、記録画像座標に直接または間接に割り当てられ、これら記録画像座標はさらに、少なくとも1つの測定量、特に立体角、好ましくは水平角と高度角に変換される。この変換の際には、記録画像座標、記録手段の帯状カバレッジ領域への角度方向づけ、合焦位置、横倍率、光学的誤差、および/または温度による偏位が考慮される。

#### 【0021】

測定量とは、角度や距離のほか例えば、第1には、任意の座標系特に極座標系における1つのポイントの座標または成分のことを、第2には、個々のポイント間の相対的關係、特には角物点の間の距離または角度のことをいう。

#### 【0022】

好ましくは記録画像座標を特定するため、測定者はまず、測量対象の物体の少なくとも一部をモデル化したテンプレートを、呼び出すものとする。このテンプレートを表示画像上に近似的に位置決めする。そのために測定者は例えば、表示画像上にカーソルを位置決めすることにより、少なくとも1つの表示画像座標を確定する。近似的に位置決めされたテンプレートは、記録された測量対象物体に適合される。この適合は、特にマッチングによって行われる。場合によっては適合されたテンプレートの特性点を、例えば末端点、端点、交点、中点などを選択した後、記録画像座標を特定し、続いて、上記の変換を行う。

#### 【0023】

マッチング、特にテンプレートマッチングの様々な方法が、従来技術から知られている。例えばモデルをベースとした自動的または半自動的な物体検出とセグメント化がある

10

20

30

40

50



。このセグメント化の場合、関心対象地域いわゆる「regions of interest」の分類も可能である。

【0024】

本発明による方法は、例えばコンピュータプログラム製品、特にソフトウェアまたはファームウェアとして記憶され、計算手段によって、特にパソコン、ラップトップ、ノートブック、シングルボードコンピュータ、その他の電子的計算・制御ユニットによって実行される。

【0025】

データと測定プロセス結果は、表示手段上に表示することができる。この表示は、文字のスーパーインポーズ、または専用の表示フィールドによって行うことができる。後者の表示は、スクリーンから分離された部分を設けて行い、そこに例えば画像の一部を拡大したものを結像する。

10

【0026】

接触感応型のフラット画像CRTを用いることによって、さらには特殊な入力手段を省くことができ、表示・入力手段をコンパクトなモジュール仕様とすることができる。表示・入力手段のその他の実現方法は、他用途にも使用できる機器に接続することである。例えば通信ネットワークへのインタフェースを経由して、または標準型コンピュータ、特にポータブルなラップトップまたはノートブックを用いることによって、その他の追加的な機能を利用することができる。コンピュータを用いることによって、追加的かつ場合によっては汎用的なソフトウェアを用いることができる。その他、記録された測定データを、利用可能な記憶装置にただちにファイルし、測量機器から分離した後に他の用途にも用いることができる。これらの利点をインターネット接続と組み合わせることができ、このインターネット接続によって、補完的なデータ伝送とウィンドウ制御が可能となる。

20

【0027】

直接的な接眼部を従来備えていた測量機器の望遠鏡を、記録・表示手段と分離することによって、記録手段の方向づけに左右されずに円滑で人間工学的に有利な位置を取ることが、ユーザにはさらに可能となる。従来は利用できなかった領域、例えば部屋の隅や狭い通路に、測定機器を置くこともできる。

【0028】

表示・入力手段がモジュラー構造であれば、本来の測量機器から構造上分離することができる。測量機器が、主としてハウジングと対物レンズのコンポーネント、それに付属の制御コンポーネントを持つセンサエレメントだけから構成される場合、この測量機器への接続は、通信手段、例えば有線、無線接続を経由して行うことができる。この関連で下記では、有線接続というとき常に、データ伝送に用いられる柔軟な通信接続全て、特に光ファイバーや銅線をいうものとする。

30

【0029】

この分離によってその他、純粹にセンサユニットである多数の測量機器を、中央の制御・評価ユニットを用いて制御することができるようになる。後者のユニットは、例えば車両に搭載して、天候条件から保護することができる。車両に搭載することは、機器やユーザにとっての利点であるほか、個々の測定機器に取り付ければその機器の重量を増大することになるようなコンポーネントを、追加することもできるようになる。この複数のセンサユニットを使用することにより、共通または様々なポイントで単純化された同時的な測定、複数の測量機器相互間の方向づけ、オーバーラップした使用が可能となる。この最後に挙げた使用法の場合、センサユニットの一部分だけを測定に使用し、その他の部分は他の立地点に接続される。同時に用いられたセンサユニットの測定領域の表示は、同じスクリーンで順次行うか、または1つのスクリーン内でそれぞれ専用の表示領域に、例えばウィンドウ表示技術または分割画面技術によって、同時に行うことができる。

40

【0030】

下記には、本発明の方法、本発明の電子的表示・制御装置、本発明の測量機器、本発明のコンピュータプログラム製品を、具体的実施例を例に、測定システム、変換モデル、構

50

成、測定法を示し、図面を引用しながら、さらに詳しく説明する。また先に説明した図面の参照番号の一部は、後続の図面で再度用いた。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

図1は測量機器2の略図であって、この測量機器は、測量対象の少なくとも1つの物体1の記録画像を捕捉する電子的記録手段3と、電子的表示・制御装置31とを備える。この測量機器2は、垂直軸24を中心に回転可能かつチルト軸25を中心に旋回可能な光学系ユニット19を備える。この光学系ユニットは記録手段3を、ここでは記録手段として接眼レンズの代わりに設けられたCCDまたはCMOSカメラを持つ。この測量機器2はその他外付けの距離計20を備え、この距離計は、反射鏡なしの測距、および/または光学系ユニット19の焦点合わせを行う。別な方法として距離計20を、光学系ユニット19に内蔵し、および/またはそのカバーレンジ範囲については光学系ユニット19の方向づけと分離することもできる。距離計を内蔵する場合、測量機器2はいわゆるスタジア測量器である。記録手段3は、ある1つの帯状カバーレンジ領域5において、特に光学系ユニット19のパラメータによって決定される帯状カバーレンジ領域において、測量対象の物体1少なくとも1つを含むシーン23を捕捉する。このシーンを、図1では6本の木によって象徴化して示す。垂直軸24およびチルト軸25を中心に、記録手段3を含む光学系ユニット19を回転またはチルトさせることにより、帯状カバーレンジ領域5の方向を決めることができる。必要であれば、光学系ユニット19の横倍率を変えることにより、帯状カバーレンジ領域の大きさを変えることができる。従って、帯状カバーレンジ領域5の方向は、光学系ユニット19の方向から得られ、測量機器2に内蔵されているロータリーエンコーダ（図示せず）によって確認される。帯状カバーレンジ領域5の範囲内のシーン23、特にここで1本の木によって表す測定対象の物体1は、光学系ユニット19によって、例えば画像センサを備える記録手段3に結像される。そしてそこで、帯状カバーレンジ領域5に含まれるシーン23の像を、記録画像4（図1および2には示さない。図3参照）の形で生じる。記録画像4は、1つの信号によって接続線22を經由し、電子的な表示・制御装置31に伝送される。別な方法としては無線接続、または例えばインターネットのような通信ネットワークを經由して伝送することもできる。この電子的な表示・制御装置31は、電子的な計算手段32、電子的な表示手段33、入力手段34、テンプレート記憶装置35を備える。記録画像4、記録画像4の一部分、記録画像を拡大または縮小したものが、表示手段33によって、表示画像6の形で視覚的に表示される。この表示画像は少なくとも、測量対象の物体が記録されたもの1a、ここでは1本の木を含む。表示画像6上の座標（下記では表示画像座標8と呼ぶ）は、入力手段34によって、例えばジョイスティックまたはマウスを用いて動かされるカーソルによって、確定することができる。さらには入力手段34を用いてデータを、例えば測量機器2の座標、ズーム調節、方向調節、その他のデータやコマンドを、特にテンプレートの形の選択補助手段を選択するコマンドを、計算手段32に入力することができる。こうして例えば、表示画像6のうち結像された物体1aを含む部分を著しく拡大したり、表示画像座標を入力したりすることができるようになる。これらの拡大や入力は、結像された物体1aの像点に、カーソルを正確に位置決めすることによって行われる。計算手段32は、ソフトウェアおよび/またはファームウェアに含まれるプログラムを実行するもので、例えばCPUで形成される。テンプレート記憶装置35は、少なくとも1つのテンプレート、例えばグラフィックなモデルの形のテンプレートを記憶するのに用いられる。このテンプレートは、測量対象の物体の少なくとも1つをモデル化するものである。テンプレート記憶装置35の機能を、下記でさらに詳しく説明する。この測量機器2を具体的に実現する際、記録画像を記録するのに、Leica Tachymeter TCXA 110xの改良されたものを用いることができる。接眼レンズを記録手段3のCCDカメラに替えるが、この場合、ライン生産に適した画像検出センサを用いる。光学系ユニット19を形成する望遠鏡にモータを取り付けることにより、自動的な焦点合わせが可能となる。この焦点合わせは、シーン23全体に対しても、決められた一部分に対しても行うことができる。考えられるある1つのシステ

10

20

30

40

50

ムでは、決められた物体への焦点合わせも行うことができる。別な方法として、あるいは簡単なシステムでは、ユーザは手動で焦点合わせすることもできる。

【 0 0 3 2 】

図 2 は、図 1 のシステムで考えられる、また別な実施形態を示す。このシステムでは、測量機器 2'、電子的な表示・制御装置 31' が、共通の一体化ユニットとして形成されている。図 1 と同様にこの測量機器 2' は、垂直軸 24 とチルト軸 25 を中心にして方向づけ可能な光学系ユニット 19' を備え、この光学系ユニットはシーン 23 を捕捉する記録手段 3' を持ち、このシーンは帯状カバレッジ領域 5 内の測量対象の物体 1 を含む。しかし表示・制御装置 31' は、測量機器 2' と同じハウジングに、またはそのハウジング内部に直接取り付けられていて、計算手段 32'、表示手段 33'、入力手段 34'、および点プレート記憶装置 35' を、ただ 1 つの装置内に備える。表示手段 33' は、帯状カバレッジ領域 5 内のシーンの少なくとも一部を、結像された物体 1a の形で再生するものである。この表示手段は、この実施形態では TFT / LCD タッチスクリーンとして形成され、従って入力手段 34' でもある。この入力手段では、手またはペン 36 でスクリーンにタッチすることにより、表示画像 6' に表示画像座標 8' を直接確定することができる。

10

【 0 0 3 3 】

図 3 は、記録画像 4 の記録画像座標を、捕捉された物体 1 の物点 Q の極角に変換する、変換モデルを示す。帯状カバレッジ領域 5 内にある任意の物点 Q の極角を、記録手段 3 の画像センサが捕らえた記録画像 4 におけるその物点の位置と、その記録画像座標とによって特定できるためには、記録画像 4 におけるシーン 23 の結像の数学的計算が知られていなければならない。下記では、記録画像座標系  $x$ 、 $y$ 、 $z$  における各ポイントの、物体座標系  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  への変換を、図 3 を用いて説明する。軸  $Z$  は天頂の方向を示し、垂直軸 24 である。軸  $X$  は、チルト軸 25 によって形成される。

20

【 0 0 3 4 】

正確さが限定されても変換を単純化するために、下記の想定を行う。ただし、この測量機器は、その軸システムと構造原理がセオドライトに相当することが前提である。

【 0 0 3 5 】

- ・ 帯状カバレッジ領域 5 内で捕捉された物体を記録手段 3 に結像する際、その投影中心 41 は、垂直軸 24 とチルト軸 25 の交点に位置する。
- ・ チルト軸 25 は垂直軸 24 に垂直である。
- ・ 光軸 42 とセオドライト軸 43 は、投影中心 41 で交わる。

30

【 0 0 3 6 】

この場合、光軸 42 は光学系ユニット 19 を通る軸、従って、ほぼレンズの中心を通る軸と定義される。セオドライト軸 43 は、垂直軸 24 とチルト軸 25 とを中心としたねじれ角を測定する際に、基準となる軸と定義される。これは、両角度位置測定の際、セオドライト軸 43 と記録手段 3 の画像センサとの交点が、物体 1 の測量対象の物点 Q を正確に示すことを意味する。これは、光学的セオドライトの十字線を基準とする視準線に相当する。

【 0 0 3 7 】

しかし、上記の想定から出発せず、変換を相応に拡張して、この場合、例えば軸誤差特に軸オフセットまたは軸斜行を変換の際に考慮することもできる。これにより変換の正確さをさらに上げることができ、従ってこれは非常に精緻な測量機器に適している。

40

【 0 0 3 8 】

この計算は、次のような結像に限定される。すなわち、より上位の座標系として、水平であって、その原点が投影中心 41 にある座標系がある時、その座標系の物点 Q を記録画像 4 の画像平面に結像させる場合である。任意の座標系への変換は、公知のヘルマート変換による平行と回転を用いて、スケール 1 : 1 で実行することができる。

【 0 0 3 9 】

記録画像座標を物体座標に変換する変換モデルは、次の通りである：

50

【 0 0 4 0 】

【 数 1 】

$$r_Q = r_P + T_0 \cdot \left( \frac{1}{m} \cdot T_{Hz,V} \cdot R_{Inc} \cdot r_Q \right)$$

【 0 0 4 1 】

ここで  $r_Q$  は、座標系 ( X、 Y、 Z ) における点 Q の物体ベクトル。

【 0 0 4 2 】

$r_Q$  は、記録画像座標系 x、 y、 z で測定した時、記録画像 4 において、物点 Q の画像の点 q のベクトル。x 成分と y 成分は、記録画像座標 7 によって決定される。z 成分は較正焦点距離 c に相当する。この較正焦点距離は、投影中心 4 1 から、従って入射瞳から、記録手段 3 まで、従って記録画像 4 までの間隔と定義される。この較正焦点距離は、光学系ユニット 1 9 の集束レンズの位置とともに変化し、従ってスケールと結びついている：

較正焦点距離 c = 横倍率 m × ( 入射瞳から物体までの間隔 )

$r_P$  は主点。これは光軸 4 2 と記録画像 4 との交点 p を記述する。

m は横倍率。

$R_{Inc}$  は回転マトリックス。これはチルトされたセオドライト平面を水平面に変換する。

$T_{Hz,V}$  は変換マトリックス。これは、水平角 H、高度角 V、軸誤差の補正に基づいて、セオドライト軸 4 3 の方向を記述する。

$T_0$  は、光学的ディストーションをモデル化するマトリックス。

【 0 0 4 3 】

図 3 は、上位の座標系 X、 Y、 Z の物点  $R_Q$  の、画像座標系 x、 y、 z への上記の変換をスケッチする。測定された水平角 H、高度角 V、軸補正を用いれば、物点ベクトル  $r_Q$  を記録手段 3 のシステムに結像することができる。セオドライト軸 4 3 に対する光軸 4 2 の偏差と、光学的ディストーションは、適切な変換と較正によって補正される。

【 0 0 4 4 】

この場合に適しているのは、写真測量を手がかりに行う方法、例えば従来の技術として知られているものとして、Brown ( 1971 ) または Bayer ( 1992 ) によるモデル化である。角度の狭いシステムの場合、単純なアフィン変換による補正をモデル化することができる。

【 0 0 4 5 】

測定誤差を防止するためには、主として 3 つの較正を行わなければならない。これらは上記の変換ではマトリックスの形で取り込むことができる：

- ・ 温度。
- ・ 焦点合わせ / 横倍率。
- ・ 画素偏位。角度補正 ( セオドライト軸補正も含む ) において。

【 0 0 4 6 】

下記に温度較正を説明する。

【 0 0 4 7 】

システム全体の温度較正は、光学的セオドライトの較正と同様に行う。画像にサポートされたシステムの利点は、物体の両角度位置とも、手動で照準付けする必要がなくなり、システムが画像分析によって物体の極角を特定することである。光学的ディストーションの影響を排除するために、測量機器を非常に正確に、わずかな c c の範囲で、物体に向けることができる。視準線を決定する十字線と、記録手段 3 の画像センサにおける物点との間の偏位は、上記のモデルを用いて特定される。モデルパラメータの不確かさは無視できる。偏位が非常に小さいからである。

【 0 0 4 8 】

記録画像 4 における画素偏位を、測量対象の物体 1 の極角に換算するには、上記に定義

したシステムの較正焦点距離を、光学系ユニット19と記録手段3から知る必要がある。そのため、帯状カバレッジ領域5内にある目標に対して、光学系ユニット19のその時々  
に最善の合焦位置を、様々に異なる距離について特定する。光学的設計の数学的モデルに  
基づいて、任意の合焦位置から横倍率を導き出せるパラメータを求める。

【0049】

光学的結像の横倍率は較正焦点距離と直接結びついているが、この横倍率を測定中でも  
特定することが、1つのオンライン法によって可能となる。光学系ユニット19と記録手  
段3が運動する結果、帯状カバレッジ領域5内の物点が、記録手段3の画像センサ上を移  
動する。これに基づいて横倍率を特定することができる。この方法は、測量機器2の様  
々に異なる位置に対して、2つ以上の画像における物体を非常に正確に特定することに基づ  
く。この物体特定は、イメージマッチング法を用いて行う。

10

【0050】

視準線の上ではなく、帯状カバレッジ領域5内で任意の1つの点の上にある物体につい  
て、その物体の極角を特定するには、記録画像座標7によって定義された画素偏位を、角  
度補正に正確に換算しなければならない。

【0051】

次のような測定プロセスを用いる。静止した物体を測量機器2でスキャンする。この測  
量機器2は、物体が記録手段3の画像センサに沿って動くように、位置決めする。記録は  
、光学系ユニットの両角度位置（セオドライト望遠鏡の両角度位置と比較できるようにす  
る）で行う。記録手段3の画像センサ上における物体の位置は、イメージ分析によって特  
定する。1つの適切な方法は、テンプレート・マッチング法である。測量機器2で測定さ  
れた水平角と高度角、それに記録手段3の画像センサ上の対応する物体位置から、変換パ  
ラメータを求める。パラメータの信頼性を高めるため、複数の物体を用いることができ  
る。

20

【0052】

軸誤差（高さインデックス誤差、コリメーション誤差、チルト軸誤差）は、光軸に関す  
るこの較正の場合、同時に直接特定される。

【0053】

この測定法は画像処理によって大きく自動化でき、その結果ユーザは、その時々  
に最初の角度位置で照準合わせするだけでよい。システムはその段階で目標を学習し、次にその  
目標を両角度位置で測定する。

30

【0054】

下記に測定原理を説明する。

【0055】

この半自動化された測定法は、ユーザと機器の常時相互作用に基づいている。すなわち  
ユーザは何が測定されるべきかを決め、測定システムは本来の測定を行うが、その際強  
制的に機械的部品が動かされることはない。測定プロセスは階層的に構成されている。最  
初にユーザは、モデルの形のテンプレートをメニューから選択する。このテンプレートは、  
測定される物体の形状を記述する。ユーザは、テンプレートを結像された物体の上に近  
似的に置くことができる。または、自動的に見つけられた物体の中から選択することが  
できる。モデルの選択を通じて、目標の全体的構造をも、局部的構造をも定義する  
ことができる。この測定システムは、わずかな画素の範囲で局部的マッチングを行い、1  
つの物点の位置と方向を画像中で特定する。このような局部的な点を充分多数特定した  
後、全体的なマッチングを行う。この全体的マッチングは、この目標を全体的に定  
義する。それとともに方向角が特定される。第3の次元を得るためには、反射器の  
ない距離計20を用いる。ユーザは、距離計20のレーザの位置決めを、手動により、  
または画像評価機能により自動的に行うことができる。このことを1つの例により、  
図4～8に示す。例として示したこの測定の目的は、ドアフレームまたはドア  
フレームのコーナーを特定することである。

40

【0056】

図4は、表示手段33に表示された表示画像6"を示し、この表示画像は、ドアの形状

50

を持つ、記録された、測定対象の画像 1 a ' を含む。この表示画像 6 " はその他選択メニュー 1 4 を示し、この選択メニューは、選択可能な複数のメニュー項目 1 5 をユーザに提供する。このメニュー項目は選択テンプレート 1 3 を、様々に異なるモデルの形状でグラフィックに表示する。

【 0 0 5 7 】

考えられる第 1 のバリエーションでは、ユーザがカーソルを置くことにより、ドア 1 a 分の測定対象のコーナーでの表示画像座標 8 " を確定する。そのため、ユーザは入力手段 3 4 を用いて、表示画像座標 8 " を記述するカーソルを、画素から画素へと表示手段 3 3 の上で移動させる。計算手段 3 2 は、こうして確定された表示画像座標 8 " から、記録画像座標 7 を直接特定する。この記録画像座標は、記録画像 4 との関連において表示画像 6 " の一部分から、特に拡大図や部分図から得られる。上記の変換モデルに基づいて、これら記録画像座標 7 は、特に記録手段の帯状カバレッジ領域 5 の角度方向、温度、光学的誤差を考慮しながら、1 つの極角に変換される。そして変換の結果は、表示ウィンドウ 2 6 の形で、表示画像 6 " に再生される。その他、距離計 2 0 が物点までの距離を、求められた極角を用いて測定することにより、1 つの測距が行われる。この測距の結果は、やはり表示ウィンドウ 2 6 に表示される。

10

【 0 0 5 8 】

考えられる第 2 のバリエーションを図 5 に示すが、この場合、測定対象の物点の特定は、少なくとも 1 つのテンプレート 1 0 を用いて行なわれる。このテンプレートは、測定対象の物体が記録されたもの 1 a ' の少なくとも一部 ここではドアの右上コーナー をモデル化する。このためユーザは、選択メニュー 1 4 のメニュー項目 1 5 から、それに適したテンプレート 1 3、この場合は 1 本のポリライン ( 訳注 : CAD 用語 ) を選択する。ユーザは入力手段 3 4 を用いて、例えばカーソルを用いて、複数の表示画像座標を確定する。そして選択されたテンプレート 1 0 を測定対象の物体 1 a ' の上に、すなわちドアの右上コーナーに、おおざっぱに置く。図 5 はこのことを示す。テンプレート 1 0 は、物体を画像中においてサブピクセルの精度で特定するために用いられる。そのため計算手段 3 2 を用いて、まず局所的なマッチングを行う。これらマッチング点を、図 6 では小さい四角形の補正点で表す。またエッジの方向を方向ベクトル 1 8 で表示する。これら局所的なマッチング点に基づいて、次に図 7 のように直線 2 1 を当てはめる。直線 2 1 の交点はテンプレート 1 0 の特性点 1 1 である。ここでこの点は、記録画像座標 7 に、そして上記の方法に従って測定対象物体の極座標、ここではドアの右上コーナーに、場合によっては距離を含めて割り当てられる。

20

30

【 0 0 5 9 】

考えられる第 3 のバリエーションを図 8 に示すが、ここではユーザが、選択テンプレートを選擇することによって、測定される物体の少なくとも一部をモデル化するテンプレートを選擇する。その結果として計算手段 3 2 は、記録された画像における構造であってテンプレート 1 0 ' に類似するものを探す。図 8 でユーザは、テンプレート 1 0 ' としてコーナー選択テンプレート 1 3 ' を選擇する。その結果として計算手段 3 2 は、記録された物体 1 a ' におけるコーナー構造を、自動的にマッチングによって探す。この場合、コーナー選択テンプレート 1 3 ' に類似する 2 つの構造が存在する。すなわちドアの左上と右上のコーナーである。テンプレート 1 0 ' は、計算手段が見つけたこの構造 1 6 の上に、自動的に置かれる。特性点 1 1 ' はこの場合、それぞれテンプレート 1 0 ' のコーナー点である。ユーザがこの特性点 1 1 ' を選擇した後、上記のように対応する記録画像座標 7 を特定した後、物点の極角と、場合によっては距離とを特定する。

40

【 0 0 6 0 】

テンプレート 1 0、1 0 ' によっては、テンプレート 1 0、1 0 分毎に複数の特性点 1 1、1 1 '、例えば末端点、コーナー点、中点、交点を利用することもできる。

【 0 0 6 1 】

ユーザは、上記のように、ある一定範囲の選択テンプレート 1 3、1 3 ' を利用できる。これら様々に異なる選択テンプレート 1 3、1 3 ' は、1 つのテンプレート記憶装置 3

50

5に記憶される。この場合、ユーザは、特にテンプレート生成のための3つの方法を利用できる。第1には、実際に記録された画像の一部をテンプレート10、10'として使用できる。第2には、物体の人工的に生成された画素画像を、テンプレート10、10'として使用できる。この場合、サブピクセル領域におけるテンプレート10、10'の移動を、補間法によって特定する。第3の方法は、物体の数学的な記述である。この記述から、あらゆる任意の画像位置に対して、テンプレート10、10'を計算できるものとする。この方法で生成されたテンプレート10、10'は、公知のデータ記憶装置として形成できるテンプレート記憶装置35に記憶される。これは画素画像として、あるいは数学的記述として、どちらかで行われる。前者の場合、画素画像は適切な圧縮法によりその大きさを減少させることができる。後者の場合、テンプレート10、10'を、適切なアルゴリズムによりオンラインで計算し、常時記憶は行わない。

10

**【0062】**

本方法はプログラムとして、特にコンピュータプログラム製品として記憶できる。この製品はソフトウェアとして、例えばFD、CD、またはハードディスク上で、計算手段32によって読み出し、実行可能である。その他このプログラムをファームウェアとして、例えば計算手段32のEPROM(消去可能プログラムROM)上で記憶させることができる。

**【0063】**

本発明によるシステムと方法の利点は特に、人間が測定プロセスに参加して、システムを直接操作できることである。これにより、ユーザによる操作とアルゴリズムの信頼性と、理想的な組み合わせが得られる。このシステムは、物体の特定に必要な重要ポイントだけを測定する。全てのポイントをスキャンするスキャナと比較して、インテリジェントな測定が行われる。このことはデータ量のいちじるしい軽減につながる。他方では、局部的に限定しながら、できるだけ多くの像点が用いられる。これにより物体の記述に冗長性が得られる。その他このシステムは多機能であって、3Dポイントのみならず3次元物体も、直線のように画像評価によって測定することができる。さらには画像データを、記録保存目的で記憶させることもできる。その他の各ポイントの水平角と高度角を特定するため、後日の時点でそれらの画像を用いることができる。各ポイントが位置する平面が知られていれば、3D特定が可能である。

20

**【0064】**

本発明が利用に適する応用分野は、非常に様々である。例えばある特定物体の監視は、本発明のシステムによって大幅に自動化が可能であり、その際監視される領域に目標マークまたはプリズムを取り付ける必要はない。ユーザは監視される物体におおざっぱに照準付けし、その結果物体は画像上に見えるようになる。そのために照準儀またはレーザポインターを用いることができる。その後で焦点合わせをするが、これは手動でも自動でも行うことができる。次のステップでは、この物体をテンプレートとして記憶させる。適切なマッチング法によって、目標を何回も測定することができ、その際ユーザの介入を必要としない。それ以前に決定されたしきい値によって偏差が確認されると、ただちにアラームが作動される。公知の方法と比べての利点は、人工的な目標マークを用いないで、大幅に自動化されることである。

30

40

**【0065】**

建物の測定は、今日一般に手動で行われる。測定されるポイント全てにプリズムを取り付けることができないからである。本発明のシステムによれば、ユーザとの相互作用によって測定を部分的に自動化することができる。ユーザは、広角モードの測量機器を用いて物体に照準付けし、測定される物体全てを画像に描く。識別はテンプレートを置くことによって行われる。各ポイントに対しては、例えばいくつかのポイントが1つの平面または1本の直線上に位置するよう、パラメータを指定することができる。この追加的情報によって、測定プロセスを早めることができる。3D情報に加えて、理想的位置からの可能性ある偏差をも挙げることができる。

**【0066】**

50

1つの測量機器の設置に対して、同じ固定点は何回も用いられる。上記のシステムによれば、画像分析法によってこれらの固定点を特定することができる。従ってこれらのポイントに手で照準付けするという、手間のかかる作業が省かれる。固定点在同一箇所から何回も用いられる場合、本システムは固定点をテンプレートとして記憶し、次の設置の際にふたたび用いることができる。これは測定プロセスをさらに早める。

【0067】

画像でサポートされた本システムを用いれば、さらに非協調的物体の目標追跡をも実現できる。そのためにはここでも物体構造を記憶し、反復して画像中で識別し、位置を特定する。

【図面の簡単な説明】

10

【0068】

【図1】測量機器の図であるが、この測量機器は、記録手段と、別個に設けられた電子的表示・制御装置を備える。

【図2】測量機器の図であるが、この測量機器は、記録手段と、内蔵された電子的表示・制御装置を備える。

【図3】記録画像座標を、捕捉された物体の極角に変換する変換モデル。

【図4】表示手段上の表示画像であるが、テンプレート選択メニューを含み、また表示画像座標が確定済みである。

【図5】表示手段上の表示画像であるが、テンプレート選択メニューを含み、またテンプレートが画像に置かれている。

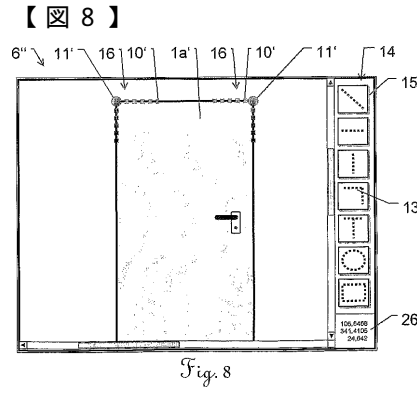
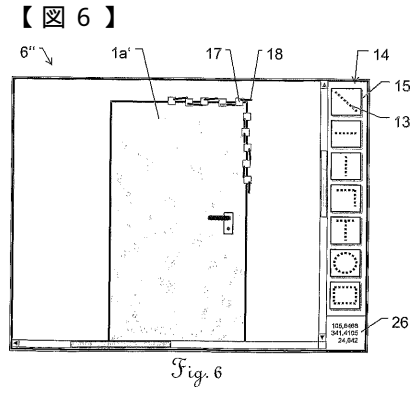
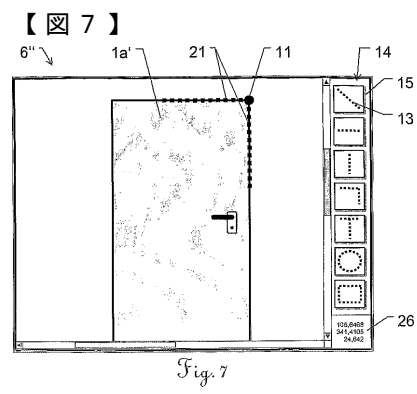
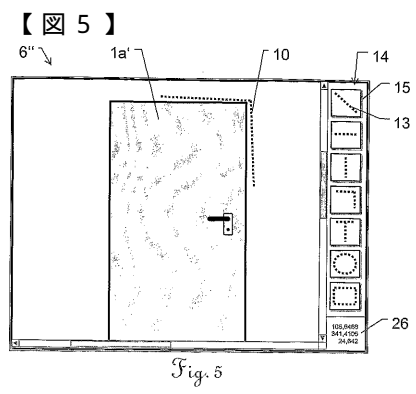
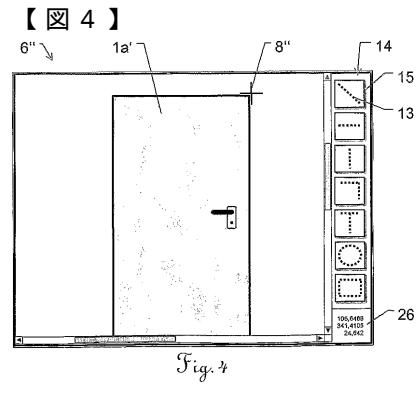
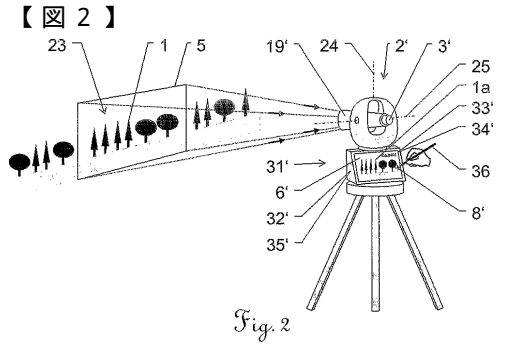
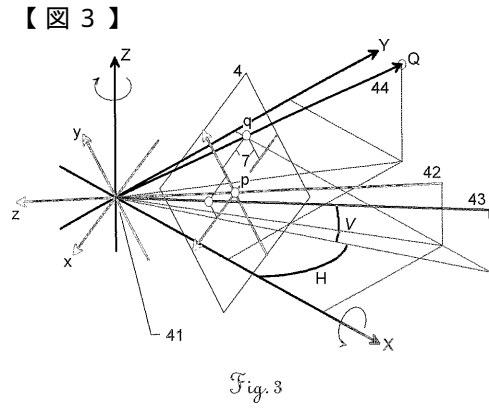
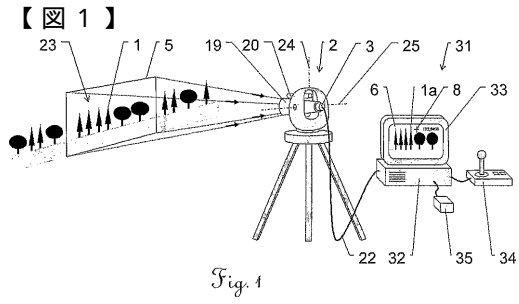
20

【図6】表示手段上の表示画像であるが、テンプレート選択メニューを含み、局部的マッチングによって補正点と方向ベクトルが生成されている。

【図7】表示手段上の表示画像であるが、テンプレート選択メニューを含み、特性点とともに直線が当てはめられている。

【図8】表示手段上の表示画像であるが、テンプレート選択メニューを含み、特性点とともにテンプレートが自動的に、かつ正確に置かれている。





## フロントページの続き

- (74)代理人 100099483  
弁理士 久野 琢也
- (74)代理人 100110593  
弁理士 杉本 博司
- (74)代理人 100112793  
弁理士 高橋 佳大
- (74)代理人 100128679  
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633  
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100114890  
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (72)発明者 ヴァルサー、ベルント  
スイス国 ツェーハー - 9 4 3 5 ヘルブルグ、ルーシュトラーセ 16

審査官 須中 栄治

- (56)参考文献 特開2001-004377(JP, A)  
特開平09-304053(JP, A)  
特開平09-061121(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01C15/00  
G01C1/04