

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4593730号
(P4593730)

(45) 発行日 平成22年12月8日 (2010. 12. 8)

(24) 登録日 平成22年9月24日 (2010. 9. 24)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 C 11/06 (2006. 01) GO 1 C 11/06
GO 1 C 3/06 (2006. 01) GO 1 C 3/06 1 1 0 V
GO 6 T 7/00 (2006. 01) GO 6 T 7/00 3 0 0 D

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-191121 (P2000-191121)
 (22) 出願日 平成12年6月26日 (2000. 6. 26)
 (65) 公開番号 特開2002-5659 (P2002-5659A)
 (43) 公開日 平成14年1月9日 (2002. 1. 9)
 審査請求日 平成19年4月11日 (2007. 4. 11)

(73) 特許権者 000220343
 株式会社トプコン
 東京都板橋区蓮沼町75番1号
 (74) 代理人 100107010
 弁理士 橋爪 健
 (72) 発明者 大谷 仁志
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内
 (72) 発明者 高地 伸夫
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内
 審査官 須中 栄治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステレオ画像の測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一対のステレオ画像を表示する表示部と、
 操作者の操作により、表示された一対のステレオ画像中の一方に基準領域を指示する指示部と、

一対のステレオ画像中の他方において、上記ステレオ画像中の一方で指示された上記基準領域に対応する検索対応領域を相関処理により検索する対応領域検索部と、

上記対応領域検索部と同じ方式により、ステレオ画像中の他方において検索された検索対応領域と対応するステレオ画像中の一方における対応基準領域を求め、この対応基準領域と上記基準領域との位置が一致するかを確認し、上記対応領域検索部が検索した検索対応領域が、上記指示部により指示された上記基準領域に対応するか否かを判断する対応領域位置確認部と、

上記ステレオ画像上の上記基準領域又は上記検索対応領域に上記対応領域位置確認部の判断結果を示すマークを形成するマーク形成部と、

操作者の指示により、上記対応領域検索部が検索した検索対応領域を対応領域と決定する対応領域決定部と、

を備えたステレオ画像の測定装置。

【請求項2】

請求項1記載のステレオ画像の測定装置において、

さらに、上記対応領域位置確認部による確認結果、基準領域及び対応領域並びに上記対

応領域決定部で決定された決定対応領域を記憶する記憶部と、を有することを特徴とするステレオ画像の測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のステレオ画像の測定装置において、

上記マーク形成部は、ステレオ画像のそれぞれを並列して表示する表示部にマークを表示するように構成されていることを特徴とするステレオ画像の測定装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載のステレオ画像の測定装置において、

上記マーク形成部は、さらに、ステレオ画像を立体視可能に構成した第 2 表示部にマークを表示するように構成されていることを特徴とするステレオ画像の測定装置。

10

【請求項 5】

一对のステレオ画像を表示する表示部と、

操作者の操作により、表示された一对のステレオ画像中の一方に基準領域を指示する指示部と、

一对のステレオ画像中の他方において、上記ステレオ画像中の一方で指示された上記基準領域に対応する検索対応領域を相関処理により検索する対応領域検索部と、

上記対応領域検索部と同じ方式により、ステレオ画像中の他方において検索された検索対応領域と対応するステレオ画像中の一方における対応基準領域を求め、この対応基準領域と上記基準領域との位置が一致するかを確認し、上記対応領域検索部が検索した検索対応領域が、上記指示部により指示された上記基準領域に対応するか否かを判断する対応領域位置確認部と、

20

上記ステレオ画像上の上記基準領域又は上記検索対応領域に上記対応領域位置確認部の判断結果を示すマークを形成するマーク形成部と、

操作者の指示により、上記対応領域検索部が検索した検索対応領域を対応領域と決定する対応領域決定部と、

上記対応領域決定部で決定された決定対応領域を記憶する記憶部と、

操作者の指示により、決定対応領域を修正する決定対応領域修正部と、を備え、

上記指示部の指示位置に応じて、上記対応領域検索部が対応領域を求めるための検索モードを中断し、上記決定対応領域修正部の指示に応じて上記対応領域決定部が対応領域を決定するための修正モードに移行するように構成したステレオ画像の測定装置。

30

【請求項 6】

請求項 5 記載のステレオ画像の測定装置において、

上記指示部の指示位置が、上記対応領域位置確認部が少なくとも対応不良と判断した領域近傍となった際に、検索モードを中断し、修正モードに移行するように構成したことを特徴とするステレオ画像の測定装置。

【請求項 7】

請求項 5 記載のステレオ画像の測定装置において、

上記指示部の指示位置が、修正を希望する点近傍とされた際に、上記記憶部に記憶されている位置と一番近い修正点の位置が上記表示部に表示され、修正モードに移行するように構成したことを特徴とするステレオ画像の測定装置。

40

【請求項 8】

請求項 1 または請求項 5 記載のステレオ画像の測定装置において、

上記指示部の基準領域の指示に応じて、上記対応領域検索部が対応領域を求める自動検索モード中に、上記指示部が操作された場合に、自動検索モードを中断し、上記指示部の指示に応じて上記マークを移動させるマニュアル図化モードに移行するように構成したことを特徴とするステレオ画像の測定装置。

【請求項 9】

請求項 5 記載のステレオ画像の測定装置において、

上記指示部の指示位置が、修正を希望する点近傍とされ、上記指示部により Z 方向の指

50

示が行われた際に修正モードに移行するように構成したことを特徴とするステレオ画像の測定装置。

【請求項 10】

請求項 5 記載のステレオ画像の測定装置において、

上記指示部の指示位置が修正を希望する点近傍とされた際、自動的に一番近い上記対応領域位置確認部の判断結果が NG のプロット点を選択され、修正モードに移行することを特徴とするステレオ画像の測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ステレオ画像から三次元計測・図化するステレオ画像の測定装置に係り、特に、人と機器とが相互（対話的）に操作しながら自動的又はマニュアルで三次元計測及び図化を行う（リアルタイム関連確認モード）ステレオ画像の測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年では、電子平板に代表されるような測量機とポータブルコンピュータとの組み合わせにより、計測現場の線画図面が作成されていた。このような従来の電子平板では、トータルステーションや GPS などの測量機を利用してポータブルコンピュータ上で、線画を描画することで図化を行っていた。そして、計測現場の図化を行う際、現地にて現況を見ながら図化したり、別途写真撮影して、それらを見ながらオフィスにて図化を行っていた。また、航空写真などでは、ステレオ撮影していた画像から、解析図化機等を用いて図化を行っていた。

【0003】

そして、従来は、ステレオ画像から三次元計測・図化する場合、解析図化機を用いていた。また、近年ではデジタル写真測量を利用した機器を使って行なっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これら機器は、立体ディスプレイあるいは立体鏡のようなものを覗いて、ハンドルやフットスイッチ等を使って計測・図化作業を行なわなければならなかった。立体視をしながら同時に計測・図化作業を行なうのにはかなりの熟練が必要であり、一般の人にはそれら作業が行なえなかった。また、ハンドルやフットスイッチのかわりに 3 次元マウス等を使って計測・図化するデジタル写真測量機器もあるが、これらも同様に立体視をしながらでないと作業が行なえず、操作が困難で熟練を要していた。逆に、立体ディスプレイを用いず計測する機器もあるが、これら機器は計測結果が正しかったかどうかを確認するのが困難であり、計測結果が正しく信頼性のあるものかどうかわからなかった。

【0005】

本発明は、以上の点に鑑み、ステレオ画像の対応点計測の結果の良否を容易に判断可能とすることを目的とする。また、本発明は、これら計測・図化作業を熟練を要せず誰でも簡単に行なえる機器を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の解決手段によると、

一対のステレオ画像を表示する表示部と、

操作者の操作により、表示された一対のステレオ画像中の一方に基準領域を指示する指示部と、

一対のステレオ画像中の他方において、上記ステレオ画像中の一方で指示された上記基準領域に対応する搜索対応領域を関連処理により搜索する対応領域搜索部と、

上記対応領域搜索部と同じ方式により、ステレオ画像中の他方において搜索された搜索対応領域と対応するステレオ画像中の一方における対応基準領域を求め、この対応基準領域と上記基準領域との位置が一致するかを確認し、上記対応領域搜索部が搜索した搜索対

10

20

30

40

50

応領域が、上記指示部により指示された上記基準領域に対応するか否かを判断する対応領域位置確認部と、

上記ステレオ画像上の上記基準領域又は上記検索対応領域に上記対応領域位置確認部の判断結果を示すマークを形成するマーク形成部と、

操作者の指示により、上記対応領域検索部が検索した検索対応領域を対応領域と決定する対応領域決定部と、

を備えたステレオ画像の測定装置を提供する。

【0007】

本発明の第2の解決手段によると、

一对のステレオ画像を表示する表示部と、

操作者の操作により、表示された一对のステレオ画像中の一方に基準領域を指示する指示部と、

一对のステレオ画像中の他方において、上記ステレオ画像中の一方で指示された上記基準領域に対応する検索対応領域を相関処理により検索する対応領域検索部と、

上記対応領域検索部と同じ方式により、ステレオ画像中の他方において検索された検索対応領域と対応するステレオ画像中の一方における対応基準領域を求め、この対応基準領域と上記基準領域との位置が一致するかを確認し、上記対応領域検索部が検索した検索対応領域が、上記指示部により指示された上記基準領域に対応するか否かを判断する対応領域位置確認部と、

上記ステレオ画像上の上記基準領域又は上記検索対応領域に上記対応領域位置確認部の判断結果を示すマークを形成するマーク形成部と、

操作者の指示により、上記対応領域検索部が検索した検索対応領域を対応領域と決定する対応領域決定部と、

上記対応領域決定部で決定された決定対応領域を記憶する記憶部と、

操作者の指示により、決定対応領域を修正する決定対応領域修正部と、
を備え、

上記指示部の指示位置に応じて、上記対応領域検索部が対応領域を求めるための検索モードを中断し、上記決定対応領域修正部の指示に応じて上記対応領域決定部が対応領域を決定するための修正モードに移行するように構成したステレオ画像の測定装置を提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】

図1に、本発明における測定装置の構成図を示す。

本装置は、通常モニタ(CRT、液晶等)からなる第1表示部1、立体視可能なステレオモニタから構成される第2表示部2、表示部にマウスカーソルを表示させるマーク形成部3、XYZ方向を指示する指示部40、基準領域に対して対応領域を搜索する(逆もある)対応領域検索部6、搜索された領域と基準領域の位置が一致しているかどうか確認する対応領域位置確認部7、搜索された対応領域を対応領域と決定する対応領域決定部11、対応位置確認部7による確認結果や基準領域及び対応領域並びに対応領域決定部で決定された決定対応領域(計測データを図化データとして)を記憶する記憶部10、決定対応領域を修正する決定対応領域修正部12、デジタル化されたステレオ画像を記憶する画像記憶部8、画像を表示させる表示用メモリ9を備える。マーク形成部3は、基準領域の位置や対応領域の位置をマークとして表示するだけでなく、基準領域を対応領域検索部6にて搜索、対応位置確認部7にて確認した結果を識別可能にして表示を行う機能も有する。

【0009】

指示部40は、マウスにより基準領域の平面(X, Y)方向の指示を行なわせる平面方向指示部4、三次元計測の際に奥行き(Z)方向の指示をダイヤル等で行なうZ方向指示部5を有する。

指示部40の平面(X, Y)方向指示部4とZ方向指示部5は、一体化していても別々で

10

20

30

40

50

も良い。例えば、これらが一体化している場合は、平面（ X, Y ）方向制御用マウスと奥行き（ Z ）方向制御用ダイヤルからなった3Dマウス構成とすることができる。さらにボタンがいくつか設けることにより、それらを計測データ確定用や対応領域決定部11や決定対応領域修正部12に利用してもよい。平面と奥行き方向制御が別々の場合は、平面（ X, Y ）方向指示部4として、パソコン用マウス等が利用でき、その場合、マウスのボタンを利用できる。Z方向指示部5は、Z方向制御用ダイヤルとボタン等から構成される。これらボタンをデータ確定用としたり、対応領域決定部11や決定対応領域修正部12に利用してもよい。本発明では、説明の便宜状、一例として、指示部40は、平面方向指示部4をパソコン用マウス、Z方向指示部5にZ方向調節用ダイヤルがついているものとし、データ確定は、マウスの左ボタンを押すことにより行うこととする。

10

【0010】

指示部40は計測位置を指示し、指示された位置は、マーク形成部3によりマークを作成し、第1表示部1又は第2表示部2にてその位置を表示する。自動検索モードにおいては、常に指示部40の指示位置に対応する位置に対応領域検索部6にて検索、対応領域位置確認部7にて確認、マーク形成部3にてその良否を識別可能に表示することが可能である。また、その位置を図化データとして確定する場合は、指示部40のボタンにより対応領域決定部11にて位置確定を行ない、その三次元座標データを記憶部10に記憶させ、表示用メモリ9を経て表示部に表示させることにより行われる（プロット）。また、自動検索モードにてマーク形成部3で識別可能な表示を行わずとも、指示部40の指示位置に対応する対応領域検索部6にて検索、対応領域位置確認部7にて確認した結果やそれら基準領域や対応領域の位置を記憶部10に記憶してもよい。

20

【0011】

なお、基本的に計測値を確定し、記憶部に取込ませることをプロット、それら全体の動作を図化と呼ぶことにする。図化データは基本は点の集合であるが、線や多角形など各種描画図形全体を指すデータである。また、計測・図化とは結果的に三次元計測を行っていることと同じである。

【0012】

また、自動検索モードにおいて、指示部40からの信号が、決定対応領域修正部12を操作してモードを移行させ、マニュアル図化や修正を行なわせる。特に、記憶部10にすでに記憶されている（プロットされている）データの修正に際しては、決定対応領域修正部12の指示により、記憶部10の修正すべき点に対応領域決定部11により決定し、修正を行なう。

30

【0013】

図2に、第1表示部の表示例の説明図を示す。

第1表示部1は、図2に示されるように、左右画像を一つのディスプレイ上に分割して表示する。

第2表示部2は、例えば、3D眼鏡をかけて立体視可能とするような立体ディスプレイであり、方式は、左右画像を2枚のディスプレイにそれぞれ表示させ、偏光フィルタによって合成、偏光眼鏡によって観察するデュアルディスプレイ方式や、1枚の画面に左右画像を交互に表示させ、それら画像を液晶眼鏡や偏光眼鏡によって観察する液晶シャッター方式等がある。

40

【0014】

ステレオ画像による三次元計測・図化装置は、ステレオ法の原理により計測が可能となる。以下に、ステレオ法の原理を示す。図3に、ステレオ法の説明図を示す。

ここでは、簡単のために、同じカメラを2台使用し、それぞれの光軸は平行でカメラレンズの主点からCCD面までの距離 a が等しく、CCDは光軸に直角に置かれているものとして、ステレオ法の原理について説明する。

【0015】

2つの光軸間距離（基線長）を L とする。物体上の点 $P_1(x_1, y_1)$ 、 $P_2(x_2, y_2)$ の座標の間には、以下のような関係がある。

50

$$x_1 = a x / z \quad \text{--- (1)}$$

$$y_1 = y_2 = a y / z \quad \text{--- (2)}$$

$$x_2 - x_1 = a x L / z \quad \text{--- (3)}$$

但し、全体の座標系 (x、y、z) の原点をカメラ 1 のレンズ主点にとるものとする。(3) 式より z を求め、これを用いて (1) 式、(2) 式より x、y が求められる。

【0016】

以下、図 4 に、本発明に関するステレオ画像測定の第 1 のフローチャートを示す。

ステップ S 0 では、デジタル画像を本装置の画像記憶部 8 に読み込む。ステレオ画像は、一般のフィルムカメラや、計測用カメラ、航空写真等をスキャナでスキャンしてデジタル化して読み取るか、デジタルカメラによって直接取得される。これら取得されたステレオ (左右) 画像は、本装置の画像記憶部 8 に読み込んで記憶する。ステップ S 5 では、画像記憶部 8 に取込まれた画像を表示用メモリ 9 に転送、表示部にて表示を行なう。

10

【0017】

ステップ S 10 では、相互標定を行なう。ステレオ計測が可能となるように、相互標定という操作及び処理を行なう。この作業は、計測したカメラの位置と傾きを計算し、立体視可能となる画像を作成する処理である。立体視可能となった状態で、先に説明したステレオ法の原理により立体計測が可能となる。相互標定作業は、第 1 表示部 1 又は第 2 表示部 2 に表示されている基準点もしくは、特徴点を 6 個所以上、左右画像上で計測することにより、計算処理によって各種パラメータを算出し、立体視可能な画像を作成する。なお、相互標定に関しては、本発明の主題ではないので、詳細な説明は行なわない。相互標定が正常に終了すれば、立体視可能となるように偏位修正された画像が第 1 表示部 1 に左右に分割され表示される。第 2 表示部 2 では、眼鏡をかければ立体視可能な状態となって表示される。

20

【0018】

ステップ S 20 では、図化モードに入る。このモードの最初は、第 1 表示部 1 又は第 2 表示部 2 に計測対象の全体、あるいは広範囲にわたった領域を表示する。これにより、表示をみながらマウス操作によりマニュアル図化作業が可能となる。第 1 表示部 1 による作業であれば、左右上の対応点を眼で確認しながら左右画像上にマウスを移動してプロットしていくことが可能となる。第 2 表示部 2 であれば、3D 眼鏡をかけながらマウスにより平面方向を指示 (平面方向指示部 4)、高さ方向 Z 方向指示部 5 により、高さ方向を制御することで、図化が可能となる。

30

【0019】

ステップ S 30 では、自動検索モードに入る。このモードに入るとインタラクティブな自動検索が可能となる。ステップ S 20 のマニュアル図化によるプロットも可能であるが、こちらのモードにすれば、より誰でも簡単な図化が可能となる。ステップ S 40 では、まず最初に、第 1 表示部 1 又は第 2 表示部 2 をみながらマウスで図化したい個所を指示する。ステップ S 50 では、指示されたエリアについて画像を切り出し拡大表示する。拡大の倍率は適宜に設定しておく。画像をクリックすることで、拡大を行なえるようにしてもよい。この場合は、例えば計測しやすい画像となるまで、数回マウスのボタンをクリックすることにより行なう。このようにして所望の大きさに画像を調整する。ステップ S 60 では、所望の大きさに画像が切り出されたら、図化したい点をマウスにより指示する。

40

【0020】

ここで、図 5 に、基準画像と対応画像の説明図を示す。マウスにより指示する点は、例えば図 5 の基準画像 a 中の基準領域 a' の中心である。基準画像 a は左画像、右画像どちらとしてもよい。ステップ S 70 では、マウスで指示された点を中心に基準領域 a' を設定、テンプレート画像 (後述の画像相関処理で詳細を説明) とする。基準領域 a' の大きさはあらかじめパラメータとして設定しておく。計測対象物によって可変として良い。

【0021】

ステップ S 80 では、基準領域 a' に対応する対応領域 b' を対応画像 b から検索する。検索は、対応画像 b 上の基準画像 a と同じエピポーラライン c 上を検索する。なお、基準

50

画像 a と対応画像 b のエピポーラライン c は対応がとれて、一致している。この場合ステップ S 1 0 の相互標定により偏位修正された画像は、図 5 に示すとおり縦視差が除去され、左右画像のオーバーラップ部分には、左右画像の同一ライン上に基準領域 a ' に対する対応領域 b ' が必ず存在するように画像が修正されている。対応画像 b の検索領域 d は、基準画像 a 上でマウスで指示した基準領域 a ' の中心と同じ位置を対応画像 b 上の検索領域 d の中心として検索する。この場合、検索領域幅は、例えば、パラメータ等により適宜決めておく、あるいは対象物により可変としておく。対応点検索処理は、対応領域検索部 6 により演算される。対応点検索には例えば画像相関処理（後述）を利用する。

【 0 0 2 2 】

ステップ S 9 0 では、画像相関処理により計算された相関値の一番高い領域を、対応領域 b ' とする。そして、対応領域 b ' を逆にテンプレートに設定する。ステップ S 1 0 0 では、対応領域 b ' に対応する領域を基準画像 a 上で探索する。

10

【 0 0 2 3 】

図 6 に、基準画像と対応画像の説明図（2）を示す。この場合、同一エピポーラライン c 上をテンプレートをもとに、基準領域 a ' を中心として検索領域 d ' を探索する。この場合も対応領域検索部 6 により、後述の画像相関処理によって探索する。ステップ S 1 1 0 では、基準画像上の対応領域を決定する。この場合相関値の一番高い領域を基準領域 a '' とし、対応領域とする。ステップ S 1 2 0 では、求めた対応領域の位置と最初に指示した基本領域の位置は一致するか対応領域位置確認部 7 により判定する。すなわち、基準領域 a ' と求めた基準領域 a '' が一致するかを確認する。

20

【 0 0 2 4 】

ステップ S 1 3 0 では、OK ならステップ S 1 2 0 で求められた対応画像 b 上の対応領域 b ' の中心位置へ、マーク形成部 3 により形成された OK マークを表示する。ステップ S 1 4 0 では、NG (Not Good) なら（OK でなければ）、ステップ S 1 2 0 で求められた対応画像 b 上の対応領域 b ' の中心位置へマーク形成部 3 により形成された NG マークを表示する。マーク形成部 3 では、対応領域位置確認部 7 によって確認された判定に応じて、対応画像 b 上のマークの色を変える、形状を変える等、識別できるようにする。例えば OK マークであれば緑色のマークを表示、NG であれば赤色表示等とし、一目でわかるようにする。また、ステップ S 1 3 0、S 1 4 0 では、同時に奥行き（Z）を計算、表示しても良く、さらに相関値等も表示してよい。

30

【 0 0 2 5 】

ステップ S 1 5 0 では、ここで、Z 方向指示部 5 の Z 制御用ダイヤルがまわされれば、ステップ S 1 6 0 のマニュアル図化へと移る。すなわちステップ S 1 3 0 又は S 1 4 0 の表示判定が適当でなければ、Z 方向指示部 5 を操作して、Z 方向をマニュアルで計測しながら図化を行なうこととなる。これは、対応画像領域のマーク表示が NG で自動検索モードでは計測が行なえないが図化したい場合や、マーク表示が NG でなくとも信頼性が低かったり間違っていたりしたときに正確に図化したい時等に行なう。Z 方向の指示がされていなければ（ダイヤルがまわされなければ）、ステップ S 1 7 0 へいく。

【 0 0 2 6 】

ステップ S 1 7 0 では、プロットしたければ、ステップ S 1 8 0 へ、したくなければステップ S 1 9 0 へ行く。ステップ S 1 8 0 では、プロットする。すなわち、マウスのボタンにより計測データの確定を行うと（対応領域検索部 6 の対応領域が対応領域決定部 1 1 に決定され）、そのときの計測データが記憶部 1 0 に書きこまれる。プロットが確定された点は、色表示を変えることなどにより識別させる。点で計測したい場合は、OK 表示の個所を順次クリックしていくことにより複数点を計測することができる。図 7 に、複数点を計測する場合の説明図を示す。境界線、輪郭線を描く時など、線や図形で図化したい場合は、マークが OK 表示となっている開始値地点と終点位置をクリックすることでプロットする。さらに線計測を続けたいときは、クリックを続ければ、その点を確定点として線をつなげていくようにすればよい。図 8 に、線計測をする場合の説明図を示す。

40

【 0 0 2 7 】

50

ステップS190では、プロットした点を修正しなくなった場合、修正モードへ行く（後述、図11、12、13のステップS200、ステップS300、ステップS400参照）。修正しなければ、次のステップS195へうつる。ステップS195では、測定を続行させるのであれば、ステップS40へ戻ってこれら処理を繰り返す。

【0028】

以上の処理により、自動検索モードでは常に基準画像a上のマウスの位置に対する対応画像b上の対応位置判定表示が行なえるので簡単な図化が可能となる。

【0029】

ここで、図9に、画像相関処理について説明図を示す。画像相関処理には、残差逐次検定法（SSDA法）や相互相関係数法などがある。ここでは、相互相関係数法を説明する。

10

【0030】

（相互相関係数による方法）

図9に示すように $N_1 \times N_1$ 画素のテンプレート画像を、それより大きい $M_1 \times M_1$ 画素の入力画像内の探索範囲 $(M_1 - N_1 + 1)^2$ 上で動かし、下式のCOR(a, b)が最大になるようなテンプレート画像の左上位置を求めて、テンプレート画像に対し探索されたとみなす。

【0031】

【数1】

20

$$COR(a, b) = \frac{\sum_{m_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \{I_{(a,b)}(m_1, n_1) - \bar{I}\} \{T(m_1, n_1) - \bar{T}\}}{\sqrt{I_{\sigma_{ab}} T_{\sigma}}} \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{ただし、} \bar{I} = \frac{1}{N_1^2} \sum_{m_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_1=0}^{N_1-1} I_{(a,b)}(m_1, n_1) \quad \text{--- (2)}$$

30

$$\bar{T} = \frac{1}{N_1^2} \sum_{m_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_1=0}^{N_1-1} T(m_1, n_1) \quad \text{--- (3)}$$

$$I_{\sigma_{ab}} = \frac{1}{N_1^2} \sum_{m_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \{I_{(a,b)}(m_1, n_1) - \bar{I}\}^2 \quad \text{--- (4)}$$

40

$$T_{\sigma} = \frac{1}{N_1^2} \sum_{m_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \{T(m_1, n_1) - \bar{T}\}^2 \quad \text{--- (5)}$$

$I_{(a,b)}(m_1, n_1)$: 入力画像の部分画像

$T(m_1, n_1)$: テンプレート画像

【0032】

50

この場合では、Tを基準領域a'、としてCOR(a, b)の一番大きい点に対応領域b'として検出されることとなる。対応領域検索部6の処理として、相互相関処理法を説明したが、ここは残差逐次検定法や他の対応点探索法を利用してもよい。

【0033】

ここで、Z方向が指示された場合のステップS160で示したマニュアル図化について説明する。図10に、マニュアル図化の詳細を示す詳細フローを示す。

ステップS161では、Z方向指示部5のダイヤルがまわされたら(ステップS150)、自動的に自動検索モードオフとなり、マニュアル図化モードへ移行する。ステップS162では、Z方向(高さ)を計測する。システム構成が図1の第1表示部1のみの場合は、図5に示されるように、左右画像上の計測したい点在同一エピポーララインc上に必ずあることにより、第1表示部1の左右画像を比較しながら計測する。この場合、平面方向指示部4の位置を基準にして、Z方向指示部5のダイヤルを動かすことによりZ方向を制御して、対応画像上の対応領域上のマークを移動することができるので、これにより正しい位置へとマークを移動させる。この場合、基準画像、対応画像を逆として、対応画像を基準として、基準画像上のマークを動かしても良い。第2表示部2の立体モニタがあるシステム構成の場合は、さらに詳細な計測が可能となる。この場合、計測したい点の計測が間違っていれば、ステレオモニタ上で、本来ある位置よりも浮いたり、沈んだりして計測点が見えるので、第1表示部1より明確に計測できる。計測は、立体モニタを見ながら、Z方向指示部5によりZ方向を制御し、正確な高さ位置へとマークを合わせればよい。

【0034】

ステップS164では、計測がOKならプロットする。OKであれば、マウスのボタンにより計測データの確定を行い、記憶部10に計測データを書きこむ。ステップS166では、このままマニュアル図化を続けたければステップS167へ、マニュアル図化を終了するのであればステップS168へ行く。ステップS167では、次の計測したい個所へマウスを移動させる。そしてステップS162へ行き計測作業を繰り返す。ステップS168では、マニュアル図化作業を終了し、自動検索モードをオンにして、図4のステップS190へ行く。

【0035】

次に、一度プロットした点の修正についてディスプレイで確認後、修正したい場合について説明する。修正モードは、例えば、以下に説明するように3通りある。

図11に、第1の修正モードのフローチャートを示す。

ステップS200では、修正したい点の近くにマウスを移動する。ステップS210では、修正位置確定を行なう。すなわち、修正したい点の近くでマウスのボタンを押すと決定対応領域修正部12が指示を出力し、記憶部10に記憶されているマウスのX, Y位置と一番近い修正点の位置を対応領域決定部11により自動選択し表示する。この作業により、記憶部10の修正プロット点を確定する。ステップS220では、ステップS210と同時に自動検索モードがオフ、修正モードオンとなる。

【0036】

ステップS230では、修正作業を行なう。修正作業は、以下の通りである。システム構成が図1の表示部1のみの場合は、図5に示されるように、左右画像上のプロットした点在同一エピポーララインc上に必ずあることにより、表示部1の左右画像を比較しながら修正する。この場合、平面方向指示部4の位置を基準にして、Z方向指示部5のダイヤルを動かすことによりZ方向を制御して、対応画像上の対応領域上のマークを移動することができるので、これにより正しい位置へとマークを移動させる。この場合、基準画像a、対応画像bを逆として、対応画像bを基準として、基準画像a上のマークを動かしても良い。第2表示部2の立体モニタがあるシステム構成の場合は、さらに詳細な確認、修正が可能となる。この場合、プロットした点が間違っていれば、ステレオモニタ上で、本来ある位置よりも浮いたり、沈んだりしてプロット点が見えるので表示部1より明確に確認できる。修正は、立体モニタを見ながら、Z方向指示部5によりZ方向を制御し、正確な高さ位置へとダイヤルを回しながらマークを合わせれば修正ができる。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 2 4 0 では、修正が OK であれば再プロットする。すなわち、マウスのボタンをクリックすることにより、決定対応領域修正部 1 2 は、修正点が計測されたと解釈し、対応領域決定部 1 1 上に指示部 4 0 から出力されている X, Y, Z 座標値を確定、記憶部 1 0 に再記憶させるよう命令する。この作業により、記憶部 1 0 に修正された計測値が書き込まれる。ステップ S 2 5 0 では、更に修正するのであれば、ステップ S 2 0 0 へ戻って修正作業を続ける。ステップ S 2 6 0 では、修正モード終了であれば、自動検索モードオンとし、ステップ S 1 9 5 へ移る。

【 0 0 3 8 】

つぎに、図 1 2 に、第 2 の修正モードのフローチャートを示す。このフローチャートに従い、自動修正モード切替えについて説明する。この場合は、例えば自動検索モードにて、図化を行なっている最中に間違えてプロットしてしまった点を修正する場合である。

10

【 0 0 3 9 】

ステップ S 3 0 0 では、修正したい点の近傍にマウスを移動させる。ステップ S 3 1 0 では、Z 方向指示を行なう。これにより、自動的に修正点を選択する。Z 方向指示部 5 のダイヤルを修正のためにまわす。この作業がトリガとなって、指示部で指示されている点から一番近い修正プロット点を自動的に確定、記憶部 1 0 上の修正点を選択する。ステップ S 3 2 0 では、自動的に自動検索モードがオフとなり、修正モードに入る。ステップ S 3 3 0 では、そこで、表示部をみながら、Z 方向指示部 5 のダイヤルを修正のためにまわし修正する。修正処理は図 1 1 のステップ S 2 3 0 と同様である。ステップ S 3 4 0 では、修正が OK であれば確定させ、再プロットする。ステップ S 3 5 0 では、更に修正するのであれば、ステップ S 3 0 0 へ戻って修正作業を続ける。ステップ S 3 6 0 では、修正モード終了であれば、自動検索モードオンとし、ステップ S 1 9 5 へ移る。

20

【 0 0 4 0 】

次に、図 1 3 に、第 3 の修正モードのフローチャートを示す。自動検索モードでマーク表示が NG であるにもかかわらず、間違えてプロット（計測）した点の自動修正モード切替えについてこのフローチャートに従って説明する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 4 0 0 では、修正したい点の近傍にマウスを移動する。ステップ S 4 1 0 では、対応画像上のマーク表示 NG となり、自動的に一番近い NG のプロット点を選択される。ステップ S 4 2 0 では、自動検索モードがオフとなり修正モードに入る。ステップ S 4 3 0 では、修正を行なう。修正処理は図 1 1 のステップ S 2 3 0 と同様である。ステップ S 4 4 0 では、修正が OK であれば確定させ、再プロットする。ステップ S 4 5 0 では、更に修正するのであれば、ステップ S 4 0 0 へ戻って修正作業を続ける。ステップ S 4 6 0 では、修正モード終了であれば、自動検索モードオンとし、ステップ S 1 9 5 へ移る。

30

【 0 0 4 2 】

以上で、修正作業が容易に、手間がかからず行なえるようになる。このようにすることで、マニュアル計測したい個所で自動的にマニュアル図化モードに切替え、図化が終わればまた自動検索モードにもどるので、操作が簡単かつ容易となる。このような判定処理とすることで、誰でも簡単に図化が行え、かつ信頼性の高い位置検出が可能となる。

40

【 0 0 4 3 】

自動検索モードでは、基本的にリアルタイム処理が可能であり、記憶部 1 0 にいちいち記憶せずとも図 4 の動作を行なえるが、更に記憶することで以下のことが可能となる。

【 0 0 4 4 】

図 1 4 に、本発明に関するステレオ画像測定の第 2 のフローチャートを示す。このフローチャートは、図 4 と大部分同様であり、相違点は、図 4 のステップ S 1 3 0、ステップ S 1 4 0 で表示するかわりにステップ S 5 0 0 の記憶部に記憶、となったところである。すなわち、指示部 4 0 にて指示された基本領域について対応領域検索部 6 にて検索、対応領域確認部 7 にて確認した結果を記憶部 1 0 に順次記憶していく。この場合、対応領域位置確認部の判定が NG だけを、あるいは OK だけを、あるいは OK か NG かを同

50

時に記憶してもよい。それらを行なうと、次のようなことが可能となる。

【 0 0 4 5 】

NG だけの場合では、この場合、記憶部 1 0 に NG データを記憶してあるので、表示を行なわなくとも、修正モードの処理（図 1 1 ~ 1 3）は同様に行なえる。すなわち、NG である近傍にマウスを移動するだけで修正モードとなって修正すべき点が自動的に選択・修正が可能となる。

【 0 0 4 6 】

OK だけの場合では、この場合、指示部 4 のマウスにてマウスを動かした良い点だけが記憶部 1 0 に取込まれることになるので、連続的に基準領域をマウスにより指示、移動させることにより、対応領域の対応点で OK の個所を連続的にプロットしていくことができる。このようにすると、いちいち確定させずともマウスをなぞるだけで、短時間に大量の点を計測・図化することが可能となる。さらにこのようにして取得した点は、対象物の形状を表現する為にこれら点を接続して三角網を貼ったり、自動 D T M 計測をするときなどに有効に利用される。それら詳細は、特願 2 0 0 0 - 9 3 3 9 8、特願 2 0 0 0 - 9 3 8 8 6 のこと。

OK と NG の場合では、上述した二つのことが行なえるようになる。

【 0 0 4 7 】

【発明の効果】

本発明によれば、三次元計測・図化作業が、立体視に頼らなくとも、コンピュータの自動計算処理により良否判断をくだせるので、熟練が必要なくなり誰でも簡単にこれら作業が行えるようになる。さらに、本発明によると、複雑な個所を詳細に計測したい場合や、間違っ

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明における測定装置の構成図。

【図 2】第 1 表示部の表示例の説明図。

【図 3】ステレオ法の説明図。

【図 4】本発明に関するステレオ画像測定の第 1 のフローチャート。

【図 5】基準画像と対応画像の説明図（1）。

【図 6】基準画像と対応画像の説明図（2）。

【図 7】複数点を計測する場合の説明図。

【図 8】線計測をする場合の説明図。

【図 9】画像相関処理について説明図。

【図 1 0】マニュアル図化の詳細を示す詳細フロー。

【図 1 1】第 1 の修正モードのフローチャート。

【図 1 2】第 2 の修正モードのフローチャート。

【図 1 3】第 3 の修正モードのフローチャート。

【図 1 4】本発明に関するステレオ画像測定の第 2 のフローチャート。

【符号の説明】

1 第 1 表示部

2 第 2 表示部

3 マーク形成部

4 0 指示部

4 平面方向指示部

5 Z 方向指示部

6 対応領域搜索部

7 対応領域位置確認部

8 画像記憶部

10

20

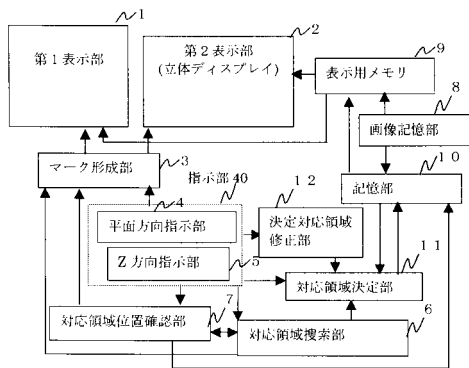
30

40

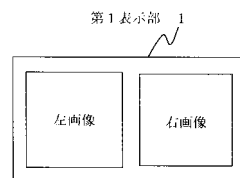
50

- 9 表示用メモリ
- 10 記憶部
- 11 対応領域決定部
- 12 決定対応領域修正部

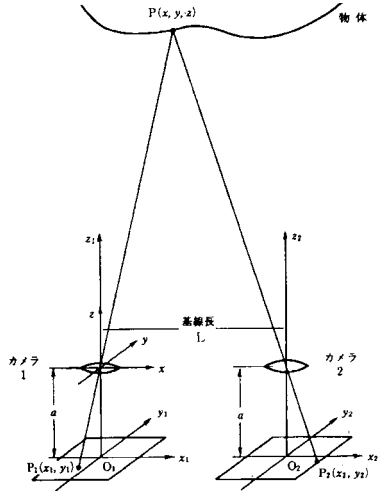
【図1】



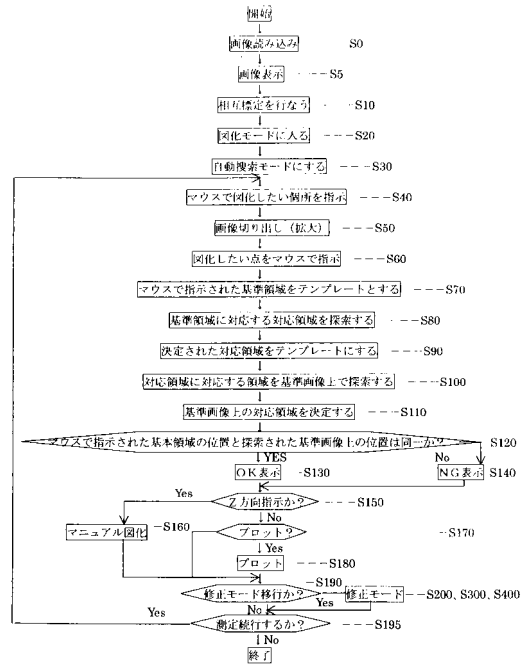
【図2】



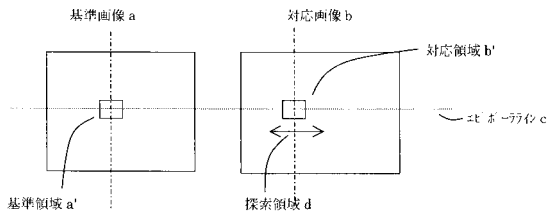
【図3】



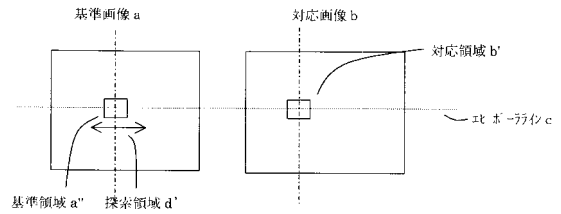
【図4】



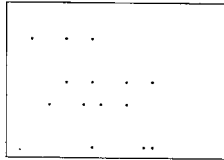
【図5】



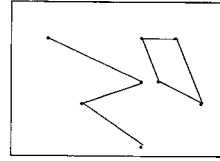
【図6】



【図7】

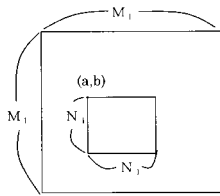


【図8】

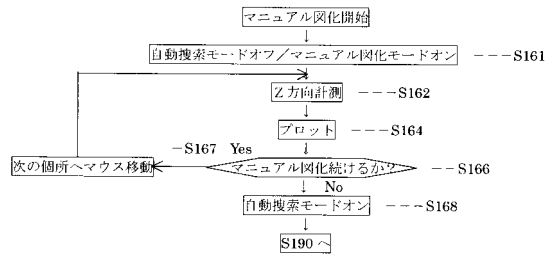


【図9】

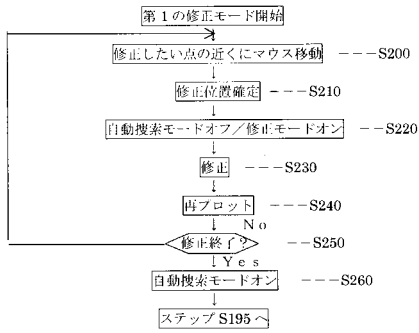
入力画像とテンプレート画像



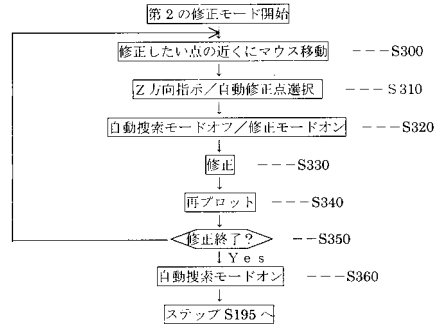
【図10】



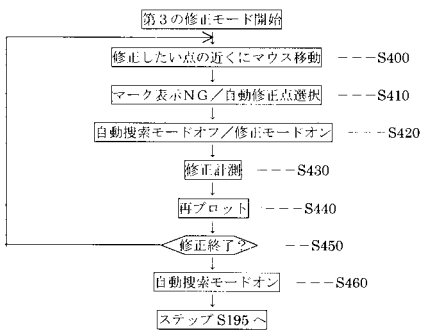
【図 1 1】



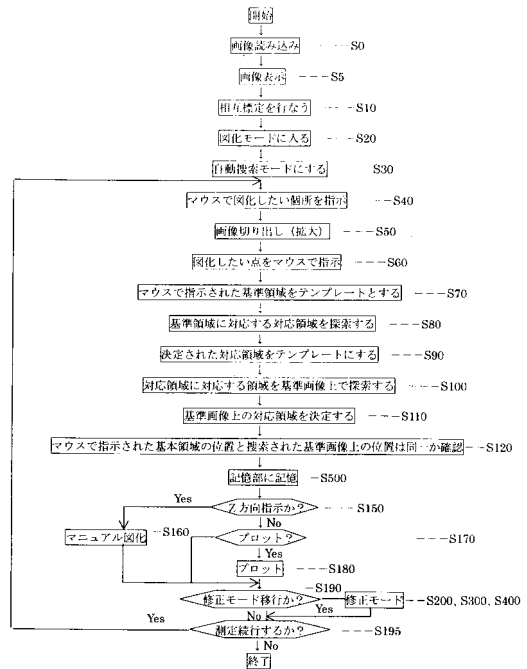
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03-167678(JP,A)
特開平10-318715(JP,A)
特開平02-050274(JP,A)
特開平10-246629(JP,A)
特開昭62-066113(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C11/00
G01C3/00-3/32
G06T1/00-1/40
G06T3/00-5/50
G06T9/00-9/40