

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7489670号  
(P7489670)

(45)発行日 令和6年5月24日(2024.5.24)

(24)登録日 令和6年5月16日(2024.5.16)

(51)国際特許分類	F I
G 0 1 B 11/00 (2006.01)	G 0 1 B 11/00 H
G 0 6 T 7/60 (2017.01)	G 0 6 T 7/60 1 8 0
G 0 6 T 7/80 (2017.01)	G 0 6 T 7/80

請求項の数 11 (全33頁)

(21)出願番号	特願2021-551140(P2021-551140)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日	令和2年6月16日(2020.6.16)	(74)代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/023535	(74)代理人	100137235 弁理士 寺谷 英作
(87)国際公開番号	WO2021/070415	(74)代理人	100131417 弁理士 道坂 伸一
(87)国際公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	(72)発明者	今川 太郎 日本国大阪府門真市大字門真1006番 地 パナソニック株式会社内
審査請求日	令和5年5月26日(2023.5.26)	(72)発明者	野田 晃浩 日本国大阪府門真市大字門真1006番 地 パナソニック株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2019-186791(P2019-186791)		
(32)優先日	令和1年10月10日(2019.10.10)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 補正パラメータ算出方法、変位量算出方法、補正パラメータ算出装置、及び、変位量算出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、

前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得ステップと、

前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得ステップと、

3次元における前記対象物の変位の方向を示す変位方向情報を取得する第3取得ステップと、

前記第1画像データにおける前記対象物の位置と、前記第2画像データにおける前記対象物の位置とを対応づける対応づけステップと、

対応づけ結果と前記第2距離データとに基づいて、前記第2撮像装置に対する前記第1撮像装置の位置を推定する推定ステップと、

前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出ステップと、

前記第1撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データと前記変位方向情報とを用いて算出するパラメータ算出ステップと

10

20

を含む

補正パラメータ算出方法。

【請求項 2】

画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、

前記対象物を撮像して得られる第 1 画像データを、第 1 撮像装置から取得する第 1 取得ステップと、

前記第 1 撮像装置と異なる位置に配置された第 2 撮像装置から前記対象物までの第 2 距離データ、及び、前記対象物と前記第 1 撮像装置を撮像して得られる第 2 画像データを、前記第 2 撮像装置から取得する第 2 取得ステップと、

3 次元における前記対象物の変位の方向を示す変位方向情報を取得する第 3 取得ステップと、

前記第 2 画像データにおける第 1 撮像装置の形状を検出するステップと、

検出結果に基づいて、前記第 1 撮像装置の位置を推定する推定ステップと、

前記第 1 撮像装置の位置と前記第 2 距離データとに基づいて、前記第 1 撮像装置から前記対象物までの第 1 距離データを算出する距離算出ステップと、

前記第 1 撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した 2 以上の第 3 画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第 1 距離データと前記変位方向情報とを用いて算出するパラメータ算出ステップとを含む

補正パラメータ算出方法。

【請求項 3】

前記対象物における前記変位を計測する計測点は 2 以上あり、

前記距離算出ステップでは、2 以上の計測点の各々から前記第 1 撮像装置までの 2 以上の前記第 1 距離データを算出し、

前記パラメータ算出ステップでは、2 以上の前記第 1 距離データに基づいて、前記 2 以上の計測点ごとに当該計測点に対応する補正值を前記補正パラメータとして算出する

請求項 1 又は 2 に記載の補正パラメータ算出方法。

【請求項 4】

前記距離算出ステップでは、前記 2 以上の計測点を含む前記対象物における複数の表面点の各々から前記第 1 撮像装置までの複数の前記第 1 距離データを算出し、

前記パラメータ算出ステップでは、複数の前記第 1 距離データに基づいて、前記複数の表面点ごとに当該表面点に対応する補正值を算出し、算出した複数の補正值に基づいて補正值マップを前記補正パラメータとして生成する

請求項 3 に記載の補正パラメータ算出方法。

【請求項 5】

前記変位方向情報は、入力装置を介して取得される

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の補正パラメータ算出方法。

【請求項 6】

前記第 1 撮像装置は、第 1 カメラを有し、

前記第 2 撮像装置は、前記第 2 画像データを撮像する第 2 カメラと、前記第 2 距離データを計測するデプスセンサとを有し、

前記第 1 カメラは、前記第 2 カメラより高解像度または高フレームレートである

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の補正パラメータ算出方法。

【請求項 7】

前記対象物には、前記対象物の変位方向に関する情報を示す対象物変位情報が付されており、

前記変位方向情報は、前記対象物変位情報を含む前記対象物を撮像した前記第 1 画像データに基づいて取得される

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の補正パラメータ算出方法。

## 【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の補正パラメータ算出方法を用いて算出された前記補正パラメータを取得する第 4 取得ステップと、

前記 2 以上の第 3 画像データを取得する第 5 取得ステップと、

前記補正パラメータに基づいて、前記 2 以上の第 3 画像データにおける前記画素変位量を前記実寸変位量に換算する換算ステップとを含む

変位量算出方法。

## 【請求項 9】

画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置であって、

前記対象物を撮像して得られる第 1 画像データを、第 1 撮像装置から取得する第 1 取得部と、

前記第 1 撮像装置と異なる位置に配置された第 2 撮像装置から前記対象物までの第 2 距離データ、及び、前記対象物を撮像して得られる第 2 画像データを、前記第 2 撮像装置から取得する第 2 取得部と、

3 次元における前記対象物の変位の方向を示す変位方向情報を取得する第 3 取得部と、

前記第 1 画像データにおける前記対象物の位置と、前記第 2 画像データにおける前記対象物の位置とを対応づけるマッチング部と、

対応づけ結果と前記第 2 距離データとに基づいて、前記第 2 撮像装置に対する前記第 1 撮像装置の位置を推定する位置推定部と、

前記第 1 撮像装置の位置と前記第 2 距離データとに基づいて、前記第 1 撮像装置から前記対象物までの第 1 距離データを算出する距離算出部と、

前記第 1 撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した 2 以上の第 3 画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第 1 距離データと前記変位方向情報とを用いて算出するパラメータ算出部とを備える補正パラメータ算出装置。

## 【請求項 10】

画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置であって、

前記対象物を撮像して得られる第 1 画像データを、第 1 撮像装置から取得する第 1 取得部と、

前記第 1 撮像装置と異なる位置に配置された第 2 撮像装置から前記対象物までの第 2 距離データ、及び、前記対象物と前記第 1 撮像装置とを撮像して得られる第 2 画像データを、前記第 2 撮像装置から取得する第 2 取得部と、

3 次元における前記対象物の変位の方向を示す変位方向情報を取得する第 3 取得部と、

前記第 2 画像データにおける第 1 撮像装置の形状を検出し、検出した検出結果に基づいて、前記第 1 撮像装置の位置を推定する位置推定部と、

前記第 1 撮像装置の位置と前記第 2 距離データとに基づいて、前記第 1 撮像装置から前記対象物までの第 1 距離データを算出する距離算出部と、

前記第 1 撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した 2 以上の第 3 画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第 1 距離データと前記変位方向情報とを用いて算出するパラメータ算出部とを備える補正パラメータ算出装置。

## 【請求項 11】

請求項 9 又は 10 に記載の補正パラメータ算出装置を用いて算出された前記補正パラメータを取得する第 4 取得部と、

前記 2 以上の第 3 画像データを取得する第 5 取得部と、

前記補正パラメータに基づいて、前記 2 以上の第 3 画像データにおける前記画素変位量を前記実寸変位量に換算する換算部とを備える

変位量算出装置。

10

20

30

40

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本開示は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法、変位量算出方法、補正パラメータ算出装置、及び、変位量算出装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、カメラで対象物を撮像した画像データと、レーザ距離計などの距離計測装置で計測した対象物までの距離測定値とを用いて、対象物の周囲の状態を非接触測定できる撮像装置が開示されている（特許文献1参照）。状態とは、例えば、対象物が橋梁である場合、橋梁の撓み量などである。

10

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【文献】特許第5281610号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献1の撮像装置においては、対象物の状態を精度よく測定するためには、カメラの光軸と距離計測装置の光軸とが平行となるようにカメラと距離計測装置とを設置する必要がある。そのため、特許文献1では、カメラの光軸と距離計測装置の光軸とが平行となるようにカメラと距離計測装置とを取り付けるための取り付け器具を用いることが開示されている。このように、特許文献1の撮像装置では、精度よく物体の状態を計測するためには取り付け器具を準備する必要があり、精度よく、かつ、容易に変位の実寸値を計測することが困難である。

20

**【0005】**

そこで、本開示は、画像を用いた変位計測において、精度よく、かつ容易に変位量を実寸値に換算することができる補正パラメータ算出方法等に関する。

**【課題を解決するための手段】**

30

**【0006】**

本開示の一態様に係る補正パラメータ算出方法は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得ステップと、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得ステップと、前記第1画像データにおける前記対象物の位置と、前記第2画像データにおける前記対象物の位置とを対応づける対応づけステップと、対応づけ結果と前記第2距離データとに基づいて、前記第2撮像装置に対する前記第1撮像装置の位置を推定する推定ステップと、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出ステップと、前記第1撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出ステップとを含む。

40

**【0007】**

本開示の一態様に係る補正パラメータ算出方法は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得ステップと、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置

50

から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物と前記第1撮像装置を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得ステップと、前記第2画像データにおける第1撮像装置の形状を検出するステップと、検出結果に基づいて、前記第1撮像装置の位置を推定する推定ステップと、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出ステップと、前記第1撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出ステップとを含む。

**【0008】**

また、本開示の一態様に係る補正パラメータ算出方法は、画像を用いて対象物の実空間での物理量の実寸値である実寸物理量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得ステップと、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得ステップと、前記第1画像データにおける前記対象物の位置と、前記第2画像データにおける前記対象物の位置とを対応づける対応づけステップと、対応づけ結果と前記第2距離データとに基づいて、前記第2撮像装置に対する前記第1撮像装置の位置を推定する推定ステップと、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出ステップと、前記第1撮像装置が撮像した第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素上での物理量を前記実空間上での物理量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出ステップとを含む。

**【0009】**

また、本開示の一態様に係る補正パラメータ算出方法は、画像を用いて対象物の実空間での物理量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得ステップと、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物と前記第1撮像装置を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得ステップと、前記第2画像データにおける第1撮像装置の形状を検出するステップと、検出結果に基づいて、前記第1撮像装置の位置を推定する推定ステップと、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出ステップと、前記第1撮像装置が撮像した第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素物理量を前記実空間上での実寸物理量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出ステップとを含む。

**【0010】**

本開示の一態様に係る変位量算出方法は、上記の補正パラメータ算出方法を用いて算出された前記補正パラメータを取得する第4取得ステップと、前記2以上の第3画像データを取得する第5取得ステップと、前記補正パラメータに基づいて、前記2以上の第3画像データにおける前記画素変位量を前記実寸変位量に換算する換算ステップとを含む。

**【0011】**

本開示の一態様に係る補正パラメータ算出装置は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得部と、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得部と、前記第1画像データにおける前記対象物の位置と、前記第2画像データにおける前記対象物の位置とを対応づけるマッチング部と

10

20

30

40

50

、対応づけ結果と前記第2距離データとに基づいて、前記第2撮像装置に対する前記第1撮像装置の位置を推定する位置推定部と、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出部と、前記第1撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出部とを備える。

【0012】

また、本開示の一態様に係る補正パラメータ算出装置は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得部と、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物と前記第1撮像装置とを撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得部と、前記第2画像データにおける第1撮像装置の形状を検出し、検出した検出結果に基づいて、前記第1撮像装置の位置を推定する位置推定部と、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出部と、前記第1撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出部とを備える。

10

【0013】

また、本開示の一態様に係る補正パラメータ算出装置は、画像を用いて対象物の実空間での物理量の実寸値である実寸物理量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得部と、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得部と、前記第1画像データにおける前記対象物の位置と、前記第2画像データにおける前記対象物の位置とを対応づける対応づけマッチング部と、対応づけ結果と前記第2距離データとに基づいて、前記第2撮像装置に対する前記第1撮像装置の位置を推定する位置推定部と、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出部と、前記第1撮像装置が撮像した第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素上での物理量を前記実空間上での物理量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出部とを備える。

20

30

【0014】

また、本開示の一態様に係る補正パラメータ算出装置は、画像を用いて対象物の実空間での物理量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得部と、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物と前記第1撮像装置を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得部と、前記第2画像データにおける第1撮像装置の形状を検出し、検出した検出結果に基づいて、前記第1撮像装置の位置を推定する位置推定部と、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出部と、前記第1撮像装置が撮像した第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素物理量を前記実空間上での実寸物理量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出部とを備える。

40

【0015】

本開示の一態様に係る変位量算出装置は、上記の補正パラメータ算出装置を用いて算出された前記補正パラメータを取得する第3取得部と、前記2以上の第3画像データを取得する第4取得部と、前記補正パラメータに基づいて、前記2以上の第3画像データにお

50

る前記画素変位量を前記実寸変位量に換算する換算部とを備える。

【発明の効果】

【0016】

本開示の一態様に係る補正パラメータ算出方法等によれば、精度よく、かつ容易に変位量を実寸値に換算することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、実施の形態1に係る変位計測システムの概略構成を示す図である。

【図2】図2は、実施の形態1に係る変位計測システムの機能構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、実施の形態1に係る変位計測システムの動作を示すフローチャートである。

【図4】図4は、実施の形態1に係るマッチング部における特徴点マッチングを説明するための図である。

【図5】図5は、実施の形態1に係る変位の実寸換算方法を説明するための図である。

【図6】図6は、実施の形態1の変形例に係る変位計測システムの動作を示すフローチャートである。

【図7A】図7Aは、実施の形態1の変形例に係る変位方向を考慮した変位補正を説明するための第1図である。

【図7B】図7Bは、実施の形態1の変形例に係る変位方向を考慮した変位補正を説明するための第2図である。

【図8】図8は、実施の形態1の変形例に係る変位の実寸換算方法を説明するための図である。

【図9】図9は、実施の形態2に係る変位計測システムの概略構成を示す図である。

【図10】図10は、実施の形態2に係る変位計測システムの機能構成を示すブロック図である。

【図11】図11は、実施の形態2に係る第1撮像置に貼り付けられているマーカの一例を示す図である。

【図12】図12は、実施の形態2に係る変位計測システム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】

【0018】

(本開示に至った経緯)

特許文献1に記載の撮像装置では、上記でも説明したように、対象物の状態を精度よく計測するためには、カメラの光軸と距離計測装置の光軸とが平行となるようにカメラと距離計測装置とを設置することが必要となる。特許文献1では、カメラの光軸と距離計測装置の光軸とが平行となるように、専用の取り付け器具を用いている。

【0019】

しかしながら、画像を用いた変位計測において、精度よく、かつ容易に変位量などの物理量の実寸値を計測することが望まれる。例えば、特許文献1のように、カメラの光軸と距離計測装置の光軸とが平行でなくても変位を精度よく計測することが望まれる。また、例えば、専用の取り付け器具などを準備することなく、容易に変位の実寸値を計測することが望まれる。

【0020】

また、変位の実寸値を計測する他の方法として、変位計測を行う対象物において長さが既知である特定部分を含む画像を撮像し、当該特定部分に対応する画像上の部分の画素数と、既知の長さとに基づいて、1画素を実寸値に換算するための補正値を算出する方法がある。しかしながら、この方法では、当該特定部分は、平面であることが望まれる。つまり、当該方法には対象物の当該特定部分の形状に関する制約があり、形状が複雑な対象物の計測点の変位の実寸値を計測することは困難である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

また、この方法では、当該特定部分における変位の実寸値を精度よく計測することは可能であるが、当該特定部分以外の部分における変位の実寸値を精度よく計測することは困難である。これは、撮像装置から特定部分までの距離と、撮像装置から当該特定部分以外の部分までの距離とが異なる場合、それぞれの部分における適切な補正値が異なるためである。また、この方法では、特定部分の長さが既知でないと、変位の実寸値の計測が行えない。

## 【 0 0 2 2 】

そこで、発明者らは、カメラと距離計測装置との設置における制約、及び、対象物の形状による制約が少ない、つまり容易に、かつ、精度よく変位の実寸値の計測を行うための補正パラメータ算出方法等について鋭意検討を行い、以下に説明する補正パラメータ算出方法等を創案した。

10

## 【 0 0 2 3 】

本開示の一態様に係る補正パラメータ算出方法は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得ステップと、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物を撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得ステップと、前記第1画像データにおける前記対象物の位置と、前記第2画像データにおける前記対象物の位置とを対応づける対応づけステップと、対応づけ結果と前記第2距離データとに基づいて、前記第2撮像装置に対する前記第1撮像装置の位置を推定する推定ステップと、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出ステップと、前記第1撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出ステップとを含む。

20

## 【 0 0 2 4 】

これにより、補正パラメータ算出方法によれば、推定した第1撮像装置の位置に基づいて第1撮像装置から対象物までの第1距離を算出することができるので、第1撮像装置の光軸と第2撮像装置の光軸とが平行となるように第1撮像装置と第2撮像装置とを設置する必要がない。また、補正パラメータ算出方法によれば、第1距離に基づいて補正パラメータを算出することができるので、対象物の特定部分の長さがわかっていなくても、画素変位量を実寸変位量に換算するための補正パラメータを算出することができる。

30

## 【 0 0 2 5 】

また、補正パラメータ算出方法によれば、第1距離を推定することで、第1撮像装置から対象物までの距離を正確に取得することができる。そのため、補正パラメータ算出方法によれば、当該第1距離を用いて補正パラメータを算出することで、より正確な実寸変位量を算出することができる補正パラメータを取得することができる。例えば、第2距離を用いた場合に比べて、精度がよい実寸変位量を算出するための補正パラメータを取得することができる。よって、本開示に係る補正パラメータ算出方法によれば、当該補正パラメータ算出方法により算出された補正パラメータを用いて変位量が算出されることで、画像を用いた変位計測において、精度よく、かつ容易に変位量を実寸値に換算することができる。

40

## 【 0 0 2 6 】

本開示の一態様に係る補正パラメータ算出方法は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得ステップと、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物と前記第1撮像装置を撮像して

50

得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得ステップと、前記第2画像データにおける第1撮像装置の形状を検出するステップと、検出結果に基づいて、前記第1撮像装置の位置を推定する推定ステップと、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出ステップと、前記第1撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出ステップとを含む。

**【0027】**

これにより、第2画像データ及び距離データのみを用いて第1撮像装置の位置情報を推定することができるため、画像中から得られる特徴点の位置や数に影響されずに、第1撮像装置の位置情報を推定することができる。つまり、容易に第1撮像装置の位置情報を推定することができる。

10

**【0028】**

また、補正パラメータ算出方法によれば、第1距離を推定することで、第1撮像装置から対象物までの距離を正確に取得することができる。そのため、補正パラメータ算出方法によれば、当該第1距離を用いて補正パラメータを算出することで、より正確な実寸変位量を算出することができる補正パラメータを取得することができる。例えば、第2距離を用いた場合に比べて、精度がよい実寸変位量を算出するための補正パラメータを取得することができる。よって、本開示に係る補正パラメータ算出方法によれば、当該補正パラメータ算出方法により算出された補正パラメータを用いて変位量が算出されることで、画像を用いた変位計測において、精度よく、かつ容易に変位量を実寸値に換算することができる。

20

**【0029】**

また、例えば、前記対象物における前記変位を計測する計測点は2以上あり、前記距離算出ステップでは、2以上の計測点の各々から前記第1撮像装置までの2以上の前記第1距離データを算出し、前記パラメータ算出ステップでは、2以上の前記第1距離データに基づいて、前記2以上の計測点ごとに当該計測点に対応する補正值を前記補正パラメータとして算出する。

**【0030】**

これにより、補正パラメータ算出方法によれば、複数の計測点の各々において補正值を算出するので、複数の計測点の各々の実寸変位量を精度よく算出することができる。

30

**【0031】**

また、例えば、前記距離算出ステップでは、前記2以上の計測点を含む前記対象物における複数の表面点の各々から前記第1撮像装置までの複数の前記第1距離データを算出し、前記パラメータ算出ステップでは、複数の前記第1距離データに基づいて、前記複数の表面点ごとに当該表面点に対応する補正值を算出し、算出した複数の補正值に基づいて補正值マップを前記補正パラメータとして生成する。

**【0032】**

これにより、補正パラメータ算出方法によれば、計測点以外の位置における実寸変位量を計測したい場合に、補正值マップを用いることで、当該実寸変位量を容易に計測することができる。よって、補正パラメータ算出方法の利便性が向上する。

40

**【0033】**

また、例えば、さらに、前記対象物の変位の方向を示す変位方向情報を取得する第3取得ステップを含み、前記パラメータ算出ステップでは、さらに、前記変位方向情報を用いて前記補正パラメータを算出する。

**【0034】**

これにより、補正パラメータ算出方法によれば、対象物を上方から見たときに、対象物が第1撮像装置の撮像面と交差する方向に変位する場合に、変位方向情報を用いて補正值を算出することができるので、当該変位の実寸値をさらに精度よく計測することができる。

50

## 【 0 0 3 5 】

また、例えば、前記第 1 撮像装置は、第 1 カメラを有し、前記第 2 撮像装置は、前記第 2 画像データを撮像する第 2 カメラと、前記第 2 距離データを計測するデプスセンサとを有し、前記第 1 カメラは、前記第 2 カメラより高解像度または高フレームレートである。

## 【 0 0 3 6 】

これにより、モノクロカメラにより撮像されたモノクロ画像データに基づいて、対象物のモノクロ画像データ上の画素変位量を取得することができる。一般的にモノクロカメラはカラーカメラより高精細な画像を撮像可能である。そのため、モノクロカメラにより撮像されたモノクロ画像に基づいて変位を計測することで、当該変位を高精度に計測することができる。また、デプスセンサは容易に入手することができるので、汎用性に優れた補正パラメータ算出方法を提供することができる。

10

## 【 0 0 3 7 】

本開示の一態様に係る変位量算出方法は、上記の補正パラメータ算出方法を用いて算出された前記補正パラメータを取得する第 4 取得ステップと、前記 2 以上の第 3 画像データを取得する第 5 取得ステップと、前記補正パラメータに基づいて、前記 2 以上の第 3 画像データにおける前記画素変位量を前記実寸変位量に換算する換算ステップとを含む。

## 【 0 0 3 8 】

これにより、上記の補正パラメータ算出方法により算出された補正パラメータを用いて実寸変位量を計測することができるので、精度よく、かつ、容易に対象物の実寸変位量を計測することができる。

20

## 【 0 0 3 9 】

本開示の一態様に係る補正パラメータ算出装置は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置であって、前記対象物を撮像して得られる第 1 画像データを、第 1 撮像装置から取得する第 1 取得部と、前記第 1 撮像装置と異なる位置に配置された第 2 撮像装置から前記対象物までの第 2 距離データ、及び、前記対象物を撮像して得られる第 2 画像データを、前記第 2 撮像装置から取得する第 2 取得部と、前記第 1 画像データにおける前記対象物の位置と、前記第 2 画像データにおける前記対象物の位置とを対応づけるマッチング部と、対応づけ結果と前記第 2 距離データとに基づいて、前記第 2 撮像装置に対する前記第 1 撮像装置の位置を推定する位置推定部と、前記第 1 撮像装置の位置と前記第 2 距離データとに基づいて、前記第 1 撮像装置から前記対象物までの第 1 距離データを算出する距離算出部と、前記第 1 撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した 2 以上の第 3 画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第 1 距離データを用いて算出するパラメータ算出部とを備える。

30

## 【 0 0 4 0 】

これにより、上記の補正パラメータ算出方法と同様の効果を奏する。具体的には、補正パラメータ算出装置によれば、推定した第 1 撮像装置の位置に基づいて第 1 撮像装置から対象物までの第 1 距離を算出することができるので、第 1 撮像装置の光軸と第 2 撮像装置の光軸とが平行となるように第 1 撮像装置と第 2 撮像装置とを設置する必要がない。また、補正パラメータ算出装置によれば、第 1 距離に基づいて補正パラメータを算出することができるので、対象物の特定部分の長さがわかっていなくても、画素変位量を実寸変位量に換算するための補正パラメータを算出することができる。

40

## 【 0 0 4 1 】

また、補正パラメータ算出装置によれば、第 1 距離を推定することで、第 1 撮像装置から対象物までの距離を正確に取得することができる。そのため、補正パラメータ算出装置によれば、当該第 1 距離を用いて補正パラメータを算出することで、より正確な実寸変位量を算出することができる補正パラメータを取得することができる。例えば、第 2 距離を用いた場合に比べて、精度がよい実寸変位量を算出するための補正パラメータを取得することができる。よって、上記の補正パラメータ算出装置によれば、当該補正パラメータ算出装置により算出された補正パラメータを用いて変位量が算出されることで、画像を用い

50

た変位計測において、精度よく、かつ容易に変位量を実寸値に換算することができる。

【 0 0 4 2 】

本開示の一態様に係る補正パラメータ算出装置は、画像を用いて対象物の動きを示す変位の実寸値である実寸変位量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置であって、前記対象物を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置から取得する第1取得部と、前記第1撮像装置と異なる位置に配置された第2撮像装置から前記対象物までの第2距離データ、及び、前記対象物と前記第1撮像装置とを撮像して得られる第2画像データを、前記第2撮像装置から取得する第2取得部と、前記第2画像データにおける第1撮像装置の形状を検出し、検出した検出結果に基づいて、前記第1撮像装置の位置を推定する位置推定部と、前記第1撮像装置の位置と前記第2距離データとに基づいて、前記第1撮像装置から前記対象物までの第1距離データを算出する距離算出部と、前記第1撮像装置が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく前記対象物の計測点の画素変位量を実寸変位量に換算するための前記補正パラメータを、前記第1距離データを用いて算出するパラメータ算出部とを備える。

10

【 0 0 4 3 】

これにより、上記の補正パラメータ算出方法と同様の効果を奏する。具体的には、補正パラメータ算出装置は、第2画像データ及び距離データのみを用いて第1撮像装置の位置情報を推定することができるので、容易に第1撮像装置の位置情報を推定することができる。

【 0 0 4 4 】

また、補正パラメータ算出装置によれば、第1距離を推定することで、第1撮像装置から対象物までの距離を正確に取得することができる。そのため、補正パラメータ算出装置によれば、当該第1距離を用いて補正パラメータを算出することで、より正確な実寸変位量を算出することができる補正パラメータを取得することができる。例えば、第2距離を用いた場合に比べて、精度がよい実寸変位量を算出するための補正パラメータを取得することができる。よって、上記の補正パラメータ算出装置によれば、当該補正パラメータ算出装置により算出された補正パラメータを用いて変位量が算出されることで、画像を用いた変位計測において、精度よく、かつ容易に変位量を実寸値に換算することができる。

20

【 0 0 4 5 】

本開示の一態様に係る変位量算出装置は、上記の補正パラメータ算出装置を用いて算出された前記補正パラメータを取得する第3取得部と、前記2以上の第3画像データを取得する第4取得部と、前記補正パラメータに基づいて、前記2以上の第3画像データにおける前記画素変位量を前記実寸変位量に換算する換算部とを備える。

30

【 0 0 4 6 】

これにより、上記の変位量算出方法と同様の効果を奏する。

【 0 0 4 7 】

なお、これらの全般的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータで読み取り可能なCD-ROM等の非一時的記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。プログラムは、記録媒体に予め記憶されていてもよいし、インターネット等を含む広域通信網を介して記録媒体に供給されてもよい。

40

【 0 0 4 8 】

以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【 0 0 4 9 】

なお、以下で説明する実施の形態及び変形例は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。以下の実施の形態及び変形例で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【 0 0 5 0 】

50

なお、各図は模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。また、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付し、重複する説明は省略または簡略化される場合がある。

【 0 0 5 1 】

また、本明細書において、直交、等しいなどの要素間の関係性を示す用語、及び、数値は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度の差異をも含むことを意味する表現である。

【 0 0 5 2 】

また、以下の明細書において、画像は、静止画像であるが動画画像であってもよい。

【 0 0 5 3 】

(実施の形態 1)

以下、実施の形態 1 に係る補正パラメータ算出方法等について、図 1 ~ 図 5 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 4 】

[ 1 - 1. 変位計測システムの構成 ]

まずは、実施の形態 1 に係る補正パラメータ算出方法を実行する補正パラメータ算出部 110 を備える変位計測システム 1 について、図 1 及び図 2 を参照しながら説明する。図 1 は、実施の形態 1 に係る変位計測システム 1 の概略構成を示す図である。図 2 は、実施の形態 1 に係る変位計測システム 1 の機能構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 5 】

図 1 に示すように、実施の形態 1 に係る変位計測システム 1 は、互いに異なる位置に配置された 2 つの撮像装置を用いて、対象物 60 の変位の実寸値を計測する情報処理システムである。第 1 撮像装置 10 及び第 2 撮像装置 20 は、互いに異なる視点から対象物 60 を撮像する。対象物 60 は、変位を計測する対象であり、例えば、モータなどの動作時に変位（振動など）する機器であるがこれに限定されず、例えば、インフラ構造物などの外部からの応力により変位（変形など）する構造物であってもよい。インフラ構造物は、例えば、自動車又は鉄道などの車両が走行する橋梁であってもよい。なお、本明細書における変位には、対象物 60 の振動はもとより、対象物 60 の変形及び位置の変化も含まれる。変位は、対象物の動きを示すとも言える。

【 0 0 5 6 】

図 1 及び図 2 に示すように、変位計測システム 1 は、第 1 撮像装置 10 と、第 2 撮像装置 20 と、変位計測装置 30 と、出力装置 40 と、入力装置 50 とを備える。

【 0 0 5 7 】

第 1 撮像装置 10 は、対象物 60 の変位を計測するための画像を撮像する。第 1 撮像装置 10 が撮像する画像は、対象物 60 の変位に対する画像上の変位量（画素数）を検出するために用いられる。なお、以下において、第 1 撮像装置 10 が撮像した画像を第 1 画像とも記載し、対象物 60 の変位に対する画像上の変位量を画素変位量とも記載する。画素変位量は、画素上での物理量（例えば、画素数）の一例である。また、第 1 画像は、後述する補正值を算出するために用いられてもよい。

【 0 0 5 8 】

第 1 撮像装置 10 は、例えば、モノクロカメラである。言い換えると、第 1 画像は、例えば、モノクロ画像である。なお、第 1 撮像装置 10 は、モノクロカメラであることに限定されず、カラーカメラであってもよい。第 1 撮像装置 10 は、例えば、イメージセンサを有するデジタルビデオカメラ又はデジタルスチルカメラである。なお、第 1 撮像装置 10 は、撮像装置の一例である。第 1 撮像装置 10 が有するモノクロカメラ又はカラーカメラは、第 1 カメラの一例である。第 1 カメラは、後述する第 2 カメラより高解像度又は高フレームレートである。第 1 カメラは、例えば、第 2 カメラに比べて高解像度の画像を撮像可能である、又は、高フレームレートで画像を撮像可能なカメラである。

【 0 0 5 9 】

第 2 撮像装置 20 は、対象物 60 の変位の実寸値を計測するための画像を撮像する。第

10

20

30

40

50

2 撮像装置 2 0 は、対象物 6 0 を撮像した画像と、第 2 撮像装置 2 0 から対象物 6 0 までの距離とを取得可能な構成を有する。第 2 撮像装置 2 0 が撮像する画像及び第 2 撮像装置 2 0 が計測する距離は、第 1 撮像装置 1 0 の位置を推定するために用いられる。なお、以下において、第 2 撮像装置 2 0 が撮像した画像を第 2 画像とも記載し、対象物 6 0 の変位の実寸値を実寸変位置とも記載する。実寸変位置は、実空間での物理量（例えば、画素数に対応する距離）の一例である。また、第 2 撮像装置 2 0 から対象物 6 0 までの距離は、第 2 距離の一例である。

#### 【 0 0 6 0 】

第 2 撮像装置 2 0 は、第 2 画像を撮像するための撮像部と、距離を計測するための距離計測部とを有する。撮像部は、例えば、カラーカメラであるが、モノクロカメラであってもよい。撮像部は、対象物 6 0 の濃淡画像を取得できればよい。距離測定部は、例えば、デプスセンサを有する。デプスセンサは、対象物 6 0 の 1 点又は複数点までの距離を計測可能であり、例えば、レーザー光が対象物 6 0 に当たってはね返ってくるまでの時間に基づいて第 2 撮像装置 2 0 と対象物 6 0 との距離（例えば、位置関係）を取得する。デプスセンサは、例えば、レーザーライダであってもよい。なお、距離測定部は、デプスセンサを有することに限定されず、例えば、TOF方式のセンサを有していてもよい。第 2 撮像装置 2 0 は、例えば、撮像部と距離計測部とが一体的に構成されていてもよいし、取り外し可能なように構成されていてもよい。なお、第 2 撮像装置 2 0 は、計測装置の一例である。第 2 撮像装置 2 0 が有するモノクロカメラ又はカラーカメラは、第 2 カメラの一例である。

#### 【 0 0 6 1 】

対象物 6 0 の変位が所定値以下である場合、第 1 撮像装置 1 0 と第 2 撮像装置 2 0 とは、例えば、互いに異なるタイミングで同一の対象物 6 0 を撮像してもよい。また、対象物 6 0 の変位が所定値より大きい場合、第 1 撮像装置 1 0 と第 2 撮像装置 2 0 とは、例えば、同期して対象物 6 0 を撮像してもよい。所定値は、変位の誤差の許容値などに基づいて、設定されるとよい。

#### 【 0 0 6 2 】

また、第 2 撮像装置 2 0 は、設置された後、少なくとも 1 回撮像及び計測を行えばよい。第 2 撮像装置 2 0 の撮像部による撮像、及び、距離計測部による計測は、対象物 6 0 の変位が所定値以下である場合には、互いに異なるタイミングで行われてもよく、対象物 6 0 の変位が所定値より大きい場合には、同期して行われるとよい。

#### 【 0 0 6 3 】

第 1 撮像装置 1 0 及び第 2 撮像装置 2 0 の各々は、撮像時に位置が動かないように固定されてもよい。また、第 2 撮像装置 2 0 は、第 1 撮像装置 1 0 の近くに配置されるとよい。第 1 撮像装置 1 0 及び第 2 撮像装置 2 0 の各々は、対象物 6 0 の計測点の各々を含む画像を取得可能な位置に配置されるとよい。

#### 【 0 0 6 4 】

第 1 画像は、第 2 画像より解像度が高い画像であってもよいし、第 2 画像よりフレームレートが高い撮像条件で撮像された画像であってもよい。なお、実施の形態 1 では、第 1 画像はモノクロ画像であり、第 2 画像はカラー画像であるが、これに限定されない。

#### 【 0 0 6 5 】

変位計測装置 3 0 は、第 1 撮像装置 1 0 及び第 2 撮像装置 2 0 から取得した画像データ及び距離データに基づいて、画素変位置を実寸変位置に換算するための補正値を算出し、算出した補正値を用いて、対象物 6 0 の実寸変位置を出力する情報処理装置である。変位計測装置 3 0 は、例えば、サーバ装置であってもよい。変位計測装置 3 0 は、補正パラメータ算出部 1 1 0 と、変位検出部 1 2 0 と、変位置算出部 1 3 0 とを有する。

#### 【 0 0 6 6 】

補正パラメータ算出部 1 1 0 は、第 1 撮像装置 1 0 及び第 2 撮像装置 2 0 から取得した画像データ及び距離データに基づいて、画素変位置を実寸変位置に換算するための補正値を算出する。補正パラメータ算出部 1 1 0 は、第 1 取得部 1 1 1 と、第 2 取得部 1 1 2 と、マッチング部 1 1 3 と、位置推定部 1 1 4 と、距離算出部 1 1 5 と、補正値算出部 1 1

10

20

30

40

50

6とを有する。

【0067】

第1取得部111は、第1撮像装置10から第1画像を示す第1画像データを取得する。

【0068】

第2取得部112は、第2撮像装置20から距離画像データを取得する。第2取得部112は、例えば、第2画像を示す第2画像データ及び距離データを取得する。

【0069】

第1取得部111及び第2取得部112は、無線通信又は有線通信を介して第1撮像装置10及び第2撮像装置20のそれぞれと通信可能に接続される通信インターフェース(通信回路)である。

【0070】

マッチング部113は、第1画像データ及び第2画像データの特徴点マッチングにより、第1画像データにおける対象物60の位置と、第2画像データにおける対象物60の位置とを対応づける。マッチング部113は、例えば、第1画像データ及び第2画像データにおける対象物60の位置(例えば、画素位置)を対応づける。これにより、マッチング部113は、第1画像データにおける対象物60の位置及び第2画像データにおける対象物60の位置の対応関係を示す対応情報を取得する。特徴点検出方式は、SIFT(Scale Invariant Feature Transform:スケール不変特徴換算)などの既存のいかなる技術が用いられてもよい。

【0071】

位置推定部114は、対応情報、距離データ及び第1撮像装置10の内部パラメータに基づいて、第1撮像装置10の位置を推定する。具体的には、位置推定部114は、第2撮像装置20の座標系における第1撮像装置10の位置を推定する。なお、第1撮像装置10の内部パラメータは、既知であるとする。また、内部パラメータは、例えば、3行×3列のパラメータ行列(camera Matrix)、レンズの歪係数(dist Coeffs)、焦点距離などの少なくとも1つを含む。

【0072】

距離算出部115は、第1撮像装置10の位置を示す位置情報及び距離データに基づいて、第1撮像装置10から対象物60までの距離を示す距離情報を算出する。距離算出部115は、例えば、第1撮像装置10から対象物60の1以上の計測点の各々までの距離を算出する。距離算出部115は、例えば、対象物60における変位を計測する計測点を含む複数の表面点までの距離を算出してよい。そして、距離算出部115は、第1撮像装置10から対象物60までの距離を配列した距離マップを生成してもよい。なお、対象物60の計測点の数は、特に限定されず、2以上であってもよい。

【0073】

補正值算出部116は、第1撮像装置10の位置、第1撮像装置10から対象物60までの距離、及び、第1撮像装置10の内部パラメータに基づいて、画素変位量を実寸変位量に換算するための補正值を算出する。補正值算出部116による補正值の算出については、後述する。また、補正值算出部116は、例えば、複数の表面点の各々において、補正值を算出し、算出した補正值を配列した補正值マップを生成してもよい。なお、補正值及び補正值マップは、補正パラメータの一例である。また、補正值算出部116は、パラメータ算出部の一例である。

【0074】

なお、補正パラメータ算出部110は、変位計測装置30に内蔵されている例について説明したが、これに限定されない。補正パラメータ算出部110は、単独の装置として実現されてもよい。この場合は、補正パラメータ算出部110は、補正パラメータ算出装置として機能する。

【0075】

なお、変位計測装置30は、変位量算出装置の一例である。

【0076】

10

20

30

40

50

変位検出部 120 は、第 1 撮像装置 10 が撮像した 2 以上の第 1 画像データに基づいて、対象物 60 の変位に対応する画像上の画素変位量（画素数）を検出する。変位検出部 120 は、例えば、計測点ごとに画素変位量を検出する。

【0077】

変位量算出部 130 は、画素変位量と、補正パラメータを示す補正情報とに基づいて、画素変位量を実寸変位量に換算することで、対象物 60 の実寸変位量を算出する。変位量算出部 130 は、例えば、対象物 60 の複数の計測点の各々の補正值と、当該複数の計測点の各々の画素変位量とに基づいて、当該複数の計測点の各々の実寸変位量を算出する。

【0078】

出力装置 40 は、変位計測装置 30 から実寸変位量を含む提示情報を取得し、取得した提示情報を出力する装置である。出力装置 40 は、例えば、提示情報を画像として表示する表示装置である。出力装置 40 は、例えば、液晶ディスプレイ等である。出力装置 40 が出力した画像は作業員によって視認される。

10

【0079】

出力装置 40 は、据え置き型の装置であってもよいし、作業員が所持する携帯端末が有する装置であってもよい。携帯端末は、出力装置 40 を有し、かつ、変位計測装置 30 と通信可能であれば特に限定されず、例えば、スマートフォン、タブレットなどであってもよい。携帯端末が出力装置 40 を有する場合、作業員は、対象物 60 の周辺において、携帯端末の出力装置 40 を確認することで、実寸変位量を知ることができる。なお、作業員は、ユーザの一例である。

20

【0080】

変位計測システム 1 は、表示装置とともに、又は、表示装置に替えて、音を出力する装置を出力装置 40 として備えていてもよい。また、変位計測システム 1 は、プロジェクタなどの対象物（例えば、スクリーン）に提示情報を表示する装置を出力装置 40 として備えていてもよい。また、変位計測装置 30 が遠隔地に配置されている場合、変位計測装置 30 と出力装置 40 とは、ネットワークを介して接続されていてもよい。

【0081】

入力装置 50 は、作業員から変位の計測における所定の情報を受け付けるユーザインタフェースである。入力装置 50 は、例えば、作業員から補正值を算出するための情報を受け付けてもよいし、対象物 60 の変位方向に関する情報を受け付けてもよいし、第 1 撮像装置 10 の略位置に関する情報を受け付けてもよい。また、入力装置 50 は、音声により所定の情報の入力を受け付けてもよい。なお、略位置は、第 1 撮像装置 10 の設置位置の推定値である。

30

【0082】

入力装置 50 は、ハードウェアキー（ハードウェアボタン）、スライドスイッチ、タッチパネルなどにより実現される。入力装置 50 は、据え置き型の装置であってもよいし、作業員が所持する携帯端末が有する装置であってもよい。

【0083】

[ 1 - 2. 変位計測システムの動作 ]

次に、変位計測システム 1 の動作について、図 3 ~ 図 5 を参照しながら説明する。図 3 は、実施の形態 1 に係る変位計測システム 1 の動作を示すフローチャートである。具体的には、図 3 は、変位計測装置 30 の動作を示すフローチャートである。また、図 3 に示すステップ S 11 ~ ステップ S 16 は、補正パラメータ算出部 110 の動作を示す。また、図 4 は、実施の形態 1 に係るマッチング部 113 における特徴点マッチングを説明するための図である。なお、図 4 では、対象物 60 a が家具である例を示している。また、特徴点をわかりやすく説明するため、特徴点の一部に QR ( Quick Response ) コード（登録商標）を貼り付けている。QR コード（登録商標）のそれぞれは、対象物 60 a の計測点に対応して設けられてもよい。

40

【0084】

図 3 に示すように、第 1 取得部 111 は、第 1 撮像装置 10 から第 1 画像を示す第 1 画

50

像データを取得する (S 1 1)。第 1 取得部 1 1 1 は、例えば、図 4 の (a) に示すような第 1 画像データ I 1 を取得する。図 4 の (a) において、「○」で示す位置 (x、y) は、例えば、第 1 画像データ I 1 上における特徴点の画素位置を示す。図 4 の (a) では、5 つの特徴点の位置を図示している。また、第 1 画像データ I 1 には、QR コード (登録商標) が写っている。

【0085】

なお、第 1 取得部 1 1 1 は、補正値を算出するためには、ステップ S 1 1 において、少なくとも 1 枚の第 1 画像データを取得すればよい。また、第 1 取得部 1 1 1 は、変位を計測するためには、ステップ S 1 1 において、互いに異なるタイミングで撮像された 2 以上の第 1 画像データを取得すればよい。

10

【0086】

第 1 取得部 1 1 1 は、複数の第 1 画像データを取得した場合、少なくとも 1 枚の第 1 画像データをマッチング部 1 1 3 に出力し、かつ、2 以上の第 1 画像データを変位検出部 1 2 0 に出力する。第 1 取得部 1 1 1 は、マッチング部 1 1 3 及び変位検出部 1 2 0 に互いに異なる第 1 画像データを出力してもよいし、少なくとも一部が同じ第 1 画像データを出力してもよい。変位検出部 1 2 0 に出力される 2 以上の第 1 画像データは、互いに異なるタイミングで撮像された画像データであり、第 3 画像データの一例である。また、ステップ S 1 1 は、第 1 取得ステップの一例である。また、ステップ S 1 1 は、後述する変位量算出方法における第 5 取得ステップの一例であってもよい。また、第 1 取得部 1 1 1 は、2 以上の第 3 画像データを取得する第 4 取得部として機能してもよい。

20

【0087】

次に、第 2 取得部 1 1 2 は、第 2 撮像装置 2 0 から第 2 画像を示す第 2 画像データ及び距離を示す距離データを取得する (S 1 2)。第 2 取得部 1 1 2 は、例えば、図 4 の (b) に示すような第 2 画像データ及び距離データを示す距離画像データ I 2 を取得する。距離画像データ I 2 は、第 2 撮像装置 2 0 に対する対象物 6 0 の位置 (例えば、図 4 の (b) において、「○」で示す) を示す座標 (X、Y、Z) と、当該位置における色を示す画素値 (R、G、B) とを含む。座標 (X、Y、Z) は、第 2 撮像装置 2 0 の位置を基準 (例えば、座標 (0、0、0)) とする座標である。距離データは、第 2 距離データの一例である。

【0088】

30

なお、距離画像データ I 2 は、色の情報を含んでいなくてもよい。距離画像データ I 2 は、第 1 画像データ I 1 との特徴点マッチングを行える画像であり、かつ、第 2 撮像装置 2 0 に対する対象物 6 0 の位置を示す座標 (X、Y、Z) を含む画像であればよい。距離画像データ I 2 は、例えば、対象物 6 0 の濃淡がわかる画像であり、かつ、第 2 撮像装置 2 0 に対する対象物 6 0 の位置を示す座標 (X、Y、Z) を含むデータであってもよい。距離画像データ I 2 は、対象物 6 0 を撮像したモノクロ画像又は濃淡画像を含んでいてもよい。

【0089】

第 2 取得部 1 1 2 は、距離画像データ I 2 をマッチング部 1 1 3 及び位置推定部 1 1 4 に出力する。なお、第 2 画像データは、色を示す画素値 (R、G、B) を含むデータであり、距離データは、第 2 撮像装置 2 0 に対する対象物 6 0 の位置を示す座標 (X、Y、Z) を含むデータである。また、ステップ S 1 2 は、第 2 取得ステップの一例である。

40

【0090】

次に、マッチング部 1 1 3 は、第 1 画像データ I 1 及び距離画像データ I 2 の第 2 画像データにおける対象物 6 0 の位置の対応づけを実行する (S 1 3)。図 4 に示す第 1 画像データ I 1 及び距離画像データ I 2 を用いて説明すると、例えば、5 箇所の特徴点マッチング候補 (例えば、図 4 の (a) 及び (b) において、「○」) を抽出し、第 1 画像データ I 1 及び距離画像データ I 2 の位置の対応づけを実行する。マッチング部 1 1 3 は、第 1 画像データ I 1 における画素位置 (x、y) と、距離画像データ I 2 における座標 (X、Y、Z) とを対応づける。マッチング部 1 1 3 は、例えば、第 1 画像データ I 1 上の画

50

素位置 (  $x$ 、 $y$  ) における対象物 60 の部分が距離画像データ I 2 上のどの位置にあるかを特定することで、対応づけを行う。

【0091】

そして、マッチング部 113 は、例えば、第 1 画像データ I 1 における画素位置 (  $x$ 、 $y$  ) と、第 2 画像データにおける画素位置 (  $x_1$ 、 $y_1$  ) との対応づけから、第 1 画像データ I 1 における画素位置 (  $x$ 、 $y$  ) と、距離データにおける当該画素位置 (  $x$ 、 $y$  ) に対応する座標 (  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  ) とを対応づける。マッチング部 113 は、第 1 画像データ I 1 上の画素位置 (  $x$ 、 $y$  ) に、当該画素位置に対応する距離データを関係づける。

【0092】

マッチング部 113 は、例えば、特徴点の組を 5 組決定するが、特徴点の組は 5 組に限  
10  
定されず、対応関係の取得方法等によって適宜決定される。マッチング部 113 は、例えば、特徴点の組を 4 組決定してもよいし、6 組決定してもよい。なお、対応関係の算出方法、及び、特徴点の数などは一例であり、上記に限定されない。以下では、特徴点の組の数を  $n$  組と記載する。

【0093】

マッチング部 113 は、第 1 画像データ I 1 と第 2 画像データとの位置の対応関係を示す対応情報を位置推定部 114 に出力する。マッチング部 113 は、例えば、上記で決定した 5 組の特徴点を示す対応情報を出力する。なお、ステップ S 13 は、対応づけステップの一例である。

【0094】

次に、位置推定部 114 は、対応情報、距離データ及び第 1 撮像装置 10 の内部パラメータに基づいて、第 2 撮像装置 20 に対する第 1 撮像装置 10 の位置を推定する ( S 14 )。位置推定部 114 は、第 1 画像データ I 1 と距離画像データ I 2 との  $n$  組の特定  
20  
点の対応関係がわかると、P n P 問題 ( *Perspective-n-Point Problem* ) を解くことで第 2 撮像装置 20 の座標系での第 1 撮像装置 10 の位置が推定可能である。なお、第 1 撮像装置 10 の内部パラメータは、既知であるとする。

【0095】

位置推定部 114 は、例えば、再投影誤差が基準値以下の特徴点の組の各々を用いて、  
30  
 $R$  ( 回転 )、及び、 $T$  ( 位置 ) を算出することで、第 2 撮像装置 20 に対する第 1 撮像装置 10 の位置及び姿勢を推定する。位置推定部 114 は、例えば、再投影誤差を最小化する  $R$  ( 回転行列 )、及び、 $T$  ( 並進ベクトル ) を算出する。 $R$  ( 回転行列 ) は、第 1 撮像装置 10 の姿勢を示す外部パラメータである。 $T$  ( 並進ベクトル ) は、第 1 撮像装置 10 の位置を示す外部パラメータである。なお、位置推定部 114 は、少なくとも位置を推定すればよい。

【0096】

マッチング部 113 及び位置推定部 114 は、例えば、特徴点の誤った対応づけを除去するために外れ値の影響を小さくするロバスト推定により、第 1 撮像装置 10 の位置を推定する処理を実行してもよい。マッチング部 113 及び位置推定部 114 は、例えば、ロ  
40  
バスト推定の一例である RANSAC ( *RANdOm SAmple Consensus* ) 推定、メジアン推定、M 推定などにより、第 1 撮像装置 10 の位置を推定してもよい。 $RANSAC$  推定は、例えば、再投影誤差に基づいた推定方法であってもよい。再投影誤差は、2 つの座標系を換算する関数を用いて得られる距離データ上における第 1 位置 (  $X_i$ 、 $Y_i$ 、 $Z_i$  ) を投影した第 2 画像データ上における第 2 位置 (  $x_i$ 、 $y_i$  ) と、当該第 2 位置に対応する第 1 画像データ上における第 3 位置 (  $x_{i0}$ 、 $y_{i0}$  ) との 2 乗誤差で表される。2 つの座標系を換算する関数は、例えば、*projectPoints* 関数などである。

【0097】

マッチング部 113 は、例えば、特徴点の組をランダムに  $n$  組選択し、第 1 撮像装置 10 の位置を算出する。そして、マッチング部 113 は、 $n$  組のうち再投影誤差が基準値以下になる特定点の組の数を算出する。マッチング部 113 は、画像における特徴点のすべ  
50

てにおいて、上記の処理を繰り返し、再投影誤差が基準値以下になる特定点の組の数が最大となる n 組の特徴点を決定する。そして、位置推定部 114 は、例えば、当該 n 組の特徴点を用いて、第 1 撮像装置 10 の位置を推定してもよい。なお、n 組は、例えば、6 組であってもよい。つまり、位置推定部 114 は、P6P 問題を解くことで、第 1 撮像装置 10 の位置を推定してもよい。

【0098】

このように、マッチング部 113 及び位置推定部 114 により、第 1 画像データ I1 及び第 2 画像データにおける対象物 60 の特徴点の対応関係が取得され、かつ、当該対応関係を用いて第 1 撮像装置 10 の位置が推定される。つまり、実施の形態 1 に係る変位計測装置 30 は、第 1 撮像装置 10 及び第 2 撮像装置 20 の設置位置及び設置姿勢が異なっても、第 1 撮像装置 10 の位置を推定可能である。

10

【0099】

位置推定部 114 は、推定した第 1 撮像装置 10 の位置を示す位置情報を距離算出部 115 に出力する。なお、ステップ S14 は、推定ステップの一例である。

【0100】

距離算出部 115 は、位置情報及び距離データに基づいて、第 1 撮像装置 10 から対象物 60 までの距離を算出する (S15)。距離算出部 115 は、位置情報に含まれる第 1 撮像装置 10 の位置 (座標) と、距離データに基づく対象物 60 の座標 (X、Y、Z) とに基づいて、第 1 撮像装置 10 から対象物 60 までの距離を算出する。距離算出部 115 は、第 2 撮像装置 20 の距離計測部が計測した対象物 60 までの距離を、第 1 撮像装置 10 から見た対象物 60 までの距離に換算するとも言える。これにより、第 1 撮像装置 10 から見たときの対象物 60 の位置が取得される。例えば、第 1 撮像装置 10 から見たときの対象物 60 の各計測点までの距離が取得される。距離算出部 115 が算出する距離 (第 1 撮像装置 10 から対象物 60 までの距離) を含むデータは、第 1 距離データの一例である。また、距離算出部 115 が算出する距離は、第 1 距離の一例である。距離算出部 115 は、第 1 撮像装置 10 と対象物 60 との距離を示す距離情報を補正值算出部 116 に出力する。なお、ステップ S15 は、距離算出ステップの一例である。

20

【0101】

補正值算出部 116 は、第 1 撮像装置 10 の位置、距離情報、及び、第 1 撮像装置 10 の内部パラメータに基づいて、画素変位量を実寸変位量に換算するための補正值を算出する (S16)。補正值算出部 116 は、例えば、対象物 60 の複数の計測点ごとに補正值を算出する。補正值は、例えば、当該計測点における 1 画素に対応する実寸値を示す情報を含む。ステップ S16 は、パラメータ算出ステップの一例である。また、ステップ S16 は、第 4 取得ステップの一例であってもよい。

30

【0102】

ここで、補正值算出部 116 の処理について、図 5 を参照しながら説明する。図 5 は、実施の形態 1 に係る変位の実寸換算方法を説明するための図である。なお、図 5 では、対象物 60 は、第 1 撮像装置 10 の撮像面 (投影面) と平行な方向に変位している例を示している。図 5 に示す光学中心 O は、第 1 撮像装置 10 のレンズ 11 の中心を示し、位置 P1 (x、y) は、対象物 60 の第 1 時点における計測点の位置 M1 (X、Y、Z) に対応する撮像面上の位置を示し、画像上の変位 (x1、y1) は、第 1 時点とは異なる第 2 時点における当該計測点の位置 M2 に対応する撮像面上の位置 P2 と位置 P1 との差を示す。変位 (x1、y1) は、画像上の画素数である。

40

【0103】

図 5 に示すように、三角形 OP1P2 と三角形 OM1M2 とは相似の関係にあり、補正值算出部 116 は、例えば、当該相似の関係を用いて、画素変位量を実寸変位量に換算するための補正值を算出する。第 1 撮像装置 10 の撮像面における画像中心 (Cx、Cy) と光学中心 O との距離を焦点距離 f とすると、光学中心 O と位置 P1 までの距離 L1 は、

$$L1 = (f^2 + x^2 + y^2) \quad (\text{式 1})$$

50

により算出される。第1時点は、例えば、対象物60が変位していない初期の時点である。

【0104】

また、実寸変位量を変位( $Dx1$ 、 $Dy1$ )とすると、三角形 $OP1P2$ と三角形 $OM1M2$ との相似の関係から、光学中心 $O$ と位置 $M1$ までの距離 $L2$ は、

$$L2 : L1 = Dy1 : y1 = Dx1 : x1 \quad (\text{式2})$$

が成り立つ。(式2)から、距離 $L2$ 、つまり、光学中心 $O$ から位置 $M1$ までの距離がわかれば、実寸変位量である変位( $Dx1$ 、 $Dy1$ )を算出できることがわかる。距離算出部115は、計測点ごとに距離 $L2$ が異なり得るので、計測点ごとに距離 $L2$ を算出する。

【0105】

補正值算出部116は、上記の(式2)に基づいて、補正值を算出する。変位 $Dx1$ を算出するための補正值は、(式2)に基づく補正值であって、 $L2/L1$ である。また、変位 $Dy1$ を算出するための補正值も、(式2)に基づく補正值であって、 $L2/L1$ である。

10

【0106】

なお、画像中心( $Cx$ 、 $Cy$ )、及び、焦点距離 $f$ は、第1撮像装置10の内部パラメータとして取得される。補正值算出部116は、チャート画像を用いて第1撮像装置10の内部パラメータを算出してよい。

【0107】

補正值算出部116は、算出した補正值を示す補正情報を変位量算出部130に出力する。変位量算出部130は、補正值算出部116から補正情報を取得する。変位量算出部130は、補正パラメータを取得する第3取得部として機能する。

20

【0108】

次に、変位検出部120は、第1画像データ $I1$ から対象物60の変位の当該第1画像データ $I1$ 上における画素変位量を算出する( $S17$ )。変位検出部120は、例えば、第1撮像装置10の撮像面に投影された対象物60の変位から画素変位量を算出する。変位検出部120は、例えば、対象物60の複数の計測点ごとに、当該計測点における変位が画像上の何画素であるかを算出する。変位検出部120は、算出した画素変位量を変位量算出部130に出力する。

【0109】

変位量算出部130は、画素変位量と、補正值とに基づいて、実寸変位量を算出する( $S18$ )。変位量算出部130は、対象物60の複数の計測点ごとに、当該計測点における画素変位量と当該計測点における補正值とを演算することで当該計測点における実寸変位量を算出する。このように、変位量算出部130は、補正情報に基づいて、2以上の第3画像データにおける画素変位量を実寸変位量に換算する換算部として機能する。

30

【0110】

変位量算出部130は、算出した実寸変位量を含む提示情報を出力装置40に出力する( $S19$ )。そして、出力装置40は、変位量算出部130から取得した提示情報を画像として表示する。なお、ステップ $S19$ は、換算ステップの一例である。

【0111】

なお、図3に示すステップ $S11$ ~ステップ $S16$ までの動作は、対象物60の実寸変位量を算出する処理を実行するごとに行われてもよいし、第1撮像装置10及び第2撮像装置20の少なくとも一方の設置位置、姿勢、及び、カメラパラメータ(内部パラメータを含む)の少なくとも1つが変更されるごとに行われてもよい。また、補正值算出部116は、算出した補正值を記憶部(図示しない)に記憶してもよい。そして、補正值算出部116は、対象物60の実寸変位量を算出する場合に、記憶部から補正值を読み出し、読み出した補正值を変位量算出部130に出力してもよい。つまり、補正值算出部116は、過去に算出した補正值を、現在の実寸変位量を算出するための補正值として用いてもよい。これにより、補正パラメータ算出部110の処理量を低減することができる。

40

【0112】

上記のステップ $S11$ ~ステップ $S16$ は、補正パラメータを算出する補正パラメータ

50

算出方法において実行される処理である。また、上記のステップS 1 7～ステップS 1 9は、実寸変位量を算出する変位量算出方法において実行される処理である。なお、変位量算出方法は、ステップS 1 1～ステップS 1 6の処理を含んでいてもよい。

【0 1 1 3】

上記のように、実施の形態1に係る変位計測システム1は、互いに異なる位置に配置された第1撮像装置10及び第2撮像装置20と、補正パラメータ算出部110を有する変位計測装置30とを備える。補正パラメータ算出部110は、第1撮像装置10から取得した第1画像データI1と、第2撮像装置20から取得した距離画像データI2とに基づいて、第1撮像装置10の位置を推定する。変位計測装置30は、補正パラメータ算出部110が第1撮像装置10の位置を推定するので、初期的に第1撮像装置10及び第2撮像装置20の位置及び姿勢が異なっても精度よく変位の実寸値を算出することができる。

10

【0 1 1 4】

このように、変位計測システム1によれば、第1撮像装置10及び第2撮像装置20の位置及び姿勢における制約が少ないので、第1撮像装置10及び第2撮像装置20の位置及び姿勢を細かく調整する必要がない。そのため、計測現場における設置時間を短縮することができる。また、多視点方式により対象物60の実寸変位量を計測する場合に比べて、設置する撮像装置の数が少ないので、計測現場における撮像装置の設置及び回収を容易に行うことができる。

【0 1 1 5】

また、上記のように、補正パラメータ算出部110は、例えば、推定した第1撮像装置10の位置を用いて、画素変位量を実寸変位量に換算するための補正値を算出する。これにより、補正パラメータ算出部110は、スケールマーカが貼れない対象物60、又は、特定部分の実寸長さが不明な対象物60であっても、当該対象物60の実寸変位量の計測が可能である。

20

【0 1 1 6】

また、上記のように、補正パラメータ算出部110は、例えば、対象物60の複数の計測点ごとに補正値を算出する。これにより、作業者は、第1撮像装置10と複数の計測点の各々との距離の差を気にすることなく、計測点を選択することができる。つまり、補正パラメータ算出部110によれば、計測点を選択する自由度が増す。

30

【0 1 1 7】

また、変位計測装置30は、第1撮像装置10が撮像した2以上の第1画像データを用いて、対象物60の変位の実寸変位量を計測する。これにより、変位計測装置30は、対象物60の変位がレーザ変位計などを用いて計測できない程度の周期の振動に基づくものであっても、実寸変位量を計測することができる。

【0 1 1 8】

なお、本実施の形態では、実空間での物理量が実寸変位量である例について説明したが、これに限定されない。実空間での物理量は、画像データから取得可能な物理量であれば特に限定されず、例えば、長さ、面積などであってもよい。また、実空間での物理量は、複数フレームの実寸変位量に基づく、変位の速度などであってもよい。この場合、パラメータ算出ステップ(S 1 6に相当)では、第1撮像装置10が互いに異なるタイミングで撮像した2以上の第3画像データに基づく対象物60の計測点の画素上での物理量を実空間上での物理量に換算するための補正パラメータが第1距離データを用いて算出される。また、この場合、本実施の形態で説明した変位計測装置30は、物理量計測装置であるとも言える。

40

【0 1 1 9】

このような実空間での物理量を算出するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法は、以下で示される。例えば、画像を用いて対象物60の実空間での物理量の実寸値である実寸物理量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、対象物60を撮像して得られる第1画像データI1を、第1撮像装置10

50

から取得する第1取得ステップ(S11に相当)と、第1撮像装置10と異なる位置に配置された第2撮像装置20から対象物60までの第2距離データ、及び、対象物60を撮像して得られる第2画像データを、第2撮像装置20から取得する第2取得ステップ(S12に相当)と、第1画像データI1における対象物60の位置と、第2画像データにおける対象物60の位置とを対応づける対応づけステップ(S13に相当)と、対応づけ結果と第2距離データとに基づいて、第2撮像装置20に対する第1撮像装置10の位置を推定する推定ステップ(S14)と、第1撮像装置10の位置と第2距離データとに基づいて、第1撮像装置10から対象物60までの距離データを算出する距離算出ステップ(S15)と、第1撮像装置10が撮像した第3画像データに基づく対象物60の計測点の画素上での物理量を実空間上での物理量に換算するための補正值(補正パラメータの一例)を、第1距離データを用いて算出するパラメータ算出ステップ(S16に相当)とを含んでもよい。

10

#### 【0120】

また、例えば、画像を用いて対象物60の実空間での物理量の実寸値である実寸物理量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置110として実現されてもよい。例えば、補正パラメータ算出装置110は、対象物60を撮像して得られる第1画像データを、第1撮像装置10から取得する第1取得部111と、第1撮像装置10と異なる位置に配置された第2撮像装置20から対象物60までの第2距離データ、及び、対象物60を撮像して得られる第2画像データを、第2撮像装置20から取得する第2取得部112と、第1画像データにおける対象物60の位置と、第2画像データにおける対象物60の位置とを対応づける対応づけマッチング部113と、対応づけ結果と第2距離データとに基づいて、第2撮像装置20に対する第1撮像装置10の位置を推定する位置推定部114と、第1撮像装置10の位置と第2距離データとに基づいて、第1撮像装置10から対象物60までの第1距離データを算出する距離算出部115と、第1撮像装置10が撮像した第3画像データに基づく対象物60の計測点の画素上での物理量を実空間上での物理量に換算するための補正パラメータを、第1距離データを用いて算出する補正值算出部116とを備えてもよい。

20

#### 【0121】

(実施の形態1の変形例)

以下、本変形例に係る補正パラメータ算出方法等について、図6～図8を参照しながら説明する。なお、以下の説明では、実施の形態1との相違点を中心に説明し、実施の形態1と同様の構成については同一の符号を付し、説明を省略又は簡略化する場合がある。本変形例に係る変位計測システムの構成は、実施の形態1に係る変位計測システム1と同様であり、説明を省略する。

30

#### 【0122】

本変形例に係る変位計測システム1は、対象物60の変位方向が第1撮像装置10の撮像面(投影面)と水平な方向と異なる場合であっても、精度よく実寸変位量を算出することができる点に特徴を有する。図6は、本変形例に係る変位計測システム1の動作を示すフローチャートである。

#### 【0123】

図6に示すように、補正值算出部116は、対象物60の変位方向情報を取得する(S21)。補正值算出部116は、例えば、入力装置50を介して変位方向情報を取得してもよい。変位方向情報は、例えば、対象物60がモータである場合、モータの駆動部の駆動方向に基づいた変位方向を示す情報であってもよい。また、変位方向情報は、例えば、対象物60の変位方向が設計的に予測できる場合、予測された変位方向を示す情報であってもよい。また、変位方向情報は、例えば、対象物60が橋梁などであり、車両などから応力を受ける場合、当該応力を受ける方向(例えば、鉛直方向)を示す情報であってもよい。また、変位方向情報は、例えば、第1撮像装置10の撮像面に対する方向を示す情報であってもよい。また、変位方向情報が示す変位方向は1つに限定されず、2つ以上であってもよい。ステップS21は、第3取得ステップの一例である。

40

50

## 【 0 1 2 4 】

なお、変位方向情報は、入力装置 5 0 を介して取得されることに限定されない。変位方向情報は、例えば、2 以上の距離画像データ I 2（例えば、第 2 画像データ）に基づいて、決定されてもよい。この場合、第 2 取得部 1 1 2 は、第 2 撮像装置 2 0 から互いに異なるタイミングで撮像された 2 以上の距離画像データ I 2 を取得し、取得した少なくとも 2 以上の距離画像データ I 2 を補正值算出部 1 1 6 に出力する（図示しない）。補正值算出部 1 1 6 は、2 以上の距離画像データ I 2 の各々に含まれる所定の計測点の位置（X、Y、Z）に基づいて変位方向を特定することで変位方向情報を取得してもよい。2 以上の距離画像データ I 2 を用いることで、変位が周期の短い振動などである場合、実寸変位量を正確に計測することは難しいが、変位方向は取得可能である。

10

## 【 0 1 2 5 】

また、距離画像データ I 2 から対象物 6 0 上の変位計測点の面の向きを取得し、この面の向きを基準として変位方向を定義（面の法線方向や面と平行な方向など）してもよい。

## 【 0 1 2 6 】

なお、変位方向情報は、第 1 画像データ I 1 に基づいて取得されてもよい。対象物 6 0 は、例えば、図 4 の（a）に示すように、QRコード（登録商標）が貼り付けられていてもよい。そして、当該 QRコード（登録商標）には、対象物 6 0 の変位方向に関する情報が記憶されていてもよい。補正值算出部 1 1 6 は、第 1 画像データ I 1 に含まれる QRコード（登録商標）に基づいて、対象物 6 0 の変位方向を取得してもよい。この場合、変位方向は、例えば、QRコード（登録商標）が貼り付けられている対象物 6 0 の面を基準とする方向であってもよい。

20

## 【 0 1 2 7 】

なお、第 1 画像データ I 1 に基づいて変位方向情報が取得できれば、対象物 6 0 に QRコード（登録商標）が貼り付けられていることに限定されない。例えば、対象物 6 0 に ARマーカが貼り付けられていてもよい。そして、補正值算出部 1 1 6 は、例えば、第 1 画像データ I 1 に含まれる ARマーカに基づいて、当該 ARマーカに対応づけられた情報である変位方向情報を取得してもよい。当該変位方向情報は、例えば、第 1 画像データ I 1 に重畳して表示されてもよい。

## 【 0 1 2 8 】

そして、補正值算出部 1 1 6 は、第 1 撮像装置 1 0 の位置、距離情報、第 1 撮像装置 1 0 の内部パラメータ、及び、変位方向情報に基づいて、画素変位量を実寸変位量に換算するための補正值を算出する（S 2 2）。つまり、補正值算出部 1 1 6 は、実施の形態 1 に加えて、変位方向情報を用いて補正值を算出する。なお、ステップ S 2 2 は、パラメータ算出ステップの一例である。

30

## 【 0 1 2 9 】

ここで、変位方向情報を用いて変位補正を行うことについて、図 7 A 及び図 7 B を参照しながら説明する。図 7 A は、本変形例に係る変位方向を考慮した変位補正を説明するための第 1 図である。また、図 7 B は、本変形例に係る変位方向を考慮した変位補正を説明するための第 2 図である。図 7 A 及び図 7 B は、対象物 6 0 b を上方からみた俯瞰図である。また、対象物 6 0 b の形状は、便宜上、正方形としている。

40

## 【 0 1 3 0 】

図 7 A 及び図 7 B に示すように、対象物 6 0 b を上方からみた場合に、第 1 撮像装置 1 0 の撮像面に対して、対象物 6 0 b の変位方向が当該撮像面と平行ではないとき、撮像面には対象物 6 0 b の変位のうち、当該撮像面と平行な方向における変位のみが投影される。図 7 A では、変位方向は、紙面上の左上と右下とを結ぶ方向である。この場合、例えば、対象物 6 0 b の計測点の変位が A 1 であったとすると、撮像面に投影された対象物 6 0 b の計測点の変位は A 2 となる。変位 A 2 は、変位 A 1 における撮像面と平行な方向の成分となる。

## 【 0 1 3 1 】

また、図 7 B では、変位方向は、紙面上の左下と右上とを結ぶ方向である。この場合、

50

例えば、対象物 60b の計測点の変位が B1 であったとすると、撮像面に投影された対象物 60b の計測点の変位は B2 となる。変位 B2 は、変位 B1 における撮像面と平行な方向の成分となる。例えば、変位 A1 の方向と、変位 B1 の方向とが互いに直交する方向であり、かつ、変位量が等しい場合、撮像面上における変位 A2 及び B2 の方向及び大きさは等しくなる。なお、変位 A1 及び B1 は、実寸変位量であり、例えば、実寸値である。また、変位 A2 及び B2 は、画素変位量であり、例えば、画素数である。

#### 【0132】

このように、実際の変位方向が異なる変位 A1 及び B1 が、撮像面上においては、同じ方向の変位として検出されることがある。これでは、撮像面と水平な方向における変位については計測ができるが、撮像面と垂直な方向における変位については計測ができない。

10

#### 【0133】

そこで、本変形例では、補正值算出部 116 は、上記でも説明したように、ステップ S21 で対象物 60 の変位方向情報を取得し、ステップ S22 で当該変位方向情報を用いて、第 1 画像データ I1 上における対象物 60 の画素変位量を実寸変位量に換算するための補正值を算出する。ここでの補正值は、1 画素に対応する実寸値、及び、変位方向を示す情報を含む。補正值は、例えば、1 画素に対応する実寸値 (Xa、Yb、Zc) を示す情報を含んでいてもよい。実寸値 Xa は、撮像面上で 1 画素ずれたときの、実空間の 3 次元直交座標系における X 軸方向への変位の実寸値を示す。実寸値 Yb は、撮像面上で 1 画素ずれたときの、実空間の 3 次元直交座標系における Y 軸方向への変位の実寸値を示す。Xc は、撮像面上で 1 画素ずれたときの、実空間の 3 次元直交座標系における Z 軸方向への変位の実寸値を示す。実寸値 (Xa、Yb、Zc) は、補正パラメータの一例である。なお、補正值の算出方法は、上記に限定されない。

20

#### 【0134】

ここで、補正值算出部 116 の処理について、図 8 を参照しながら説明する。図 8 は、本変形例に係る変位の実寸換算方法を説明するための図である。

#### 【0135】

図 8 に示すように、対象物 60 の第 1 時点における計測点の位置 M1 (X、Y、Z) に対応する撮像面上の位置 P1 を (x、y) とすると、光学中心 O から位置 P1 までの距離 L1 は、(式 1) により算出可能である。第 1 時点は、例えば、対象物 60 が変位していない初期の時点である。また、第 1 時点とは異なる第 2 時点における計測点の位置 M3 に対応する撮像面上の位置 P3 と位置 P1 との差 (変位) を (x2、y2) とすると、第 1 補正值は、(式 2) により算出可能である。ここでの第 1 補正值は、第 1 撮像装置 10 の撮像面と平行な方向における変位の実寸変位量を算出可能な値である。第 1 補正值は、例えば、画像上の変位 (x2、y2) から、実寸値の変位 (Dx2、Dy2、Dz2) のうち変位 (Dx2、Dy2) を算出可能な値である。

30

#### 【0136】

補正值算出部 116 は、算出した第 1 補正值と、変位方向情報とに基づいて、当該第 1 補正值を 3 次元情報である第 2 補正值に換算する。補正值算出部 116 は、撮像面上の変位を示す 2 次元情報である画素変位量を 3 次元情報である実寸変位量に換算するための第 2 補正值を算出する。補正值算出部 116 は、第 1 補正值と、第 1 撮像装置 10 の撮像面及び変位方向のなす角度とに基づいて、第 2 補正值を算出してもよい。第 2 補正值は、例えば、画像上の変位 (x2、y2) から実寸値の変位 (Dx2、Dy2、Dz2) を算出可能な値である。なお、補正值算出部 116 が第 2 補正值を算出する方法は、上記に限定されない。

40

#### 【0137】

上記のように、本変形例に係る変位計測システム 1 の補正パラメータ算出部 110 は、さらに、対象物 60 の変位方向を示す変位方向情報を用いて、画素変位量を実寸変位量に変換するための補正值を算出する。

#### 【0138】

これにより、変位計測システム 1 は、対象物 60 を上方から見たときに、対象物 60 が

50

第1撮像装置10の撮像面と交差する方向に変位する場合に、変位方向情報を用いて補正値を算出することができるので、当該変位の実寸値を精度よく計測することができる。

【0139】

(実施の形態2)

[2-1.変位計測システムの構成]

実施の形態2に係る変位計測システム1aの構成について、図9～図11を参照しながら説明する。図9は、実施の形態2に係る変位計測システム1aの概略構成を示す図である。図10は、実施の形態2に係る変位計測システム1aの機能構成を示すブロック図である。実施の形態2に係る変位計測装置30aは、主に第2取得部112が第1撮像装置10を含む第2画像データ及び距離データを第2撮像装置20から取得し、かつ、位置推定部114が第2画像データ及び距離データのみを用いて第1撮像装置10の位置情報を推定する点において、実施の形態1に係る変位計測装置30と相違する。なお、以下の説明では、実施の形態1との相違点を中心に説明し、実施の形態1と同様の構成については同一の符号を付し、説明を省略又は簡略化する場合がある。

10

【0140】

図9に示すように、実施の形態2に係る変位計測システム1aは、互いに異なる位置に配置された2つの撮像装置を用いて、対象物60の変位の実寸値を計測する情報処理システムである。第1撮像装置10及び第2撮像装置20は、互いに異なる視点から対象物60を撮像する。

【0141】

図9及び図10に示すように、変位計測システム1aは、第1撮像装置10と、第2撮像装置20と、変位計測装置30aと、出力装置40と、入力装置50とを備える。

20

【0142】

第2撮像装置20は、第1撮像装置10及び対象物60を含む画像を撮像する。第2撮像装置20は、第1撮像装置10の形状を検出できる程度に当該第1撮像装置10を含む画像を撮像してもよいし、第1撮像装置10の筐体にマーカが付加されている場合、当該マーカが写るように撮像してもよい。第2撮像装置20は、例えば、第1撮像装置10を構成する複数の面のうち、少なくとも1つの面を含む画像を撮像する。

【0143】

また、第2撮像装置20は、第1撮像装置10と対象物60とが重ならない位置又は姿勢で撮像するとよい。第2撮像装置20は、例えば、第1撮像装置10の後方に配置されてもよい。

30

【0144】

変位計測装置30aは、マッチング部113を有してない点で実施の形態1の変位計測装置30と相違する。

【0145】

第1取得部111は、第1撮像装置10から対象物60を含む第1画像を示す第1画像データを取得する。そして、第1取得部111は、取得した第1画像データを変位検出部120に出力する。

【0146】

第2取得部112は、第2撮像装置20から第1撮像装置10及び対象物60を含む第2画像を示す第2画像データ及び距離データを取得する。

40

【0147】

位置推定部114は、距離データまたは第2画像データから、第1撮像装置10を検出する。第1撮像装置10の外見、大きさ及び形状の少なくとも1つは予め既知であるため、位置推定部114は、2次元または3次元のパターンマッチングにより第1撮像装置10を検出してよい。また、位置推定部114は、第1撮像装置10の筐体若しくはレンズ又は図11に示すような、第1撮像装置10の筐体に付加されたマーカなどにより第1撮像装置10を検出してよい。

【0148】

50

図 1 1 は、実施の形態 2 に係る第 1 撮像装置 1 0 に貼り付けられているマーカ 2 0 0 の一例を示す図である。図 1 1 の ( a ) は、マーカ 2 0 0 が第 1 撮像装置 1 0 の上面に貼り付けられている状態を示す。図 1 1 ( b ) は、マーカ 2 0 0 が第 1 撮像装置 1 0 の側面に貼り付けられている状態を示す。マーカは、第 1 撮像装置 1 0 に少なくとも 1 つ貼り付けられる。

#### 【 0 1 4 9 】

そして、位置推定部 1 1 4 は、検出した第 1 撮像装置 1 0 の位置に基づき、光学中心の 3 次元位置座標を決定する。第 1 撮像装置 1 0 の筐体等に対する光学中心位置は、第 2 カメラ及びレンズの組み合わせに対して設計値から決定するか、事前に光学キャリブレーションにより求めておくことが出来る。位置推定部 1 1 4 は、求めた光学中心を基準（原点）とした場合の第 1 撮像装置 1 0 の位置座標を含む位置情報を距離算出部 1 1 5 に出力する。なお、変位計測システム 1 a が備える他の構成ならびに動作は、実施の形態 1 と同様である。実施の形態 2 では、位置推定部 1 1 4 が第 2 画像データ及び距離データのみを用いて第 1 撮像装置 1 0 の位置情報を推定するため、画像中から得られる特徴点の位置又は数に影響されずに、第 1 撮像装置 1 0 の位置情報を推定できる利点がある。

10

#### 【 0 1 5 0 】

##### [ 2 - 2 . 変位計測システムの動作 ]

次に、変位計測システム 1 a の動作について、図 1 2 を参照しながら説明する。図 1 2 は、実施の形態 2 に係る変位計測システム 1 a の動作を示すフローチャートである。具体的には、図 1 2 は、変位計測装置 3 0 a の動作を示すフローチャートである。

20

#### 【 0 1 5 1 】

図 1 2 に示すように、第 1 取得部 1 1 1 は、第 1 撮像装置 1 0 から第 1 画像を示す第 1 画像データを取得する ( S 1 1 )。第 1 取得部 1 1 1 は、例えば、図 4 の ( a ) に示すような第 1 画像データ I 1 を取得する。ステップ S 1 1 は、第 1 取得ステップの一例である。

#### 【 0 1 5 2 】

次に、第 2 取得部 1 1 2 は、第 2 撮像装置 2 0 から第 2 画像を示す第 2 画像データ及び距離を示す距離データを取得する ( S 3 1 )。第 2 取得部 1 1 2 は、第 2 撮像装置 2 0 から対象物 6 0 及び第 1 撮像装置 1 0 の両方を含む第 2 画像データ及び距離を示す距離データを取得する。第 2 取得部 1 1 2 は、取得した第 2 画像データ及び距離データを位置推定部 1 1 4 に出力する。ステップ S 3 1 は、第 2 取得ステップの一例である。

30

#### 【 0 1 5 3 】

位置推定部 1 1 4 は、距離データまたは第 2 画像データから、第 1 撮像装置 1 0 を検出する。位置推定部 1 1 4 は、例えば、距離データまたは第 2 画像データから、第 2 画像データにおける第 1 撮像装置 1 0 を検出する ( S 3 2 )。位置推定部 1 1 4 は、例えば、上記の方法により第 2 画像データにおける第 1 撮像装置 1 0 の形状を検出する。

#### 【 0 1 5 4 】

そして、位置推定部 1 1 4 は、検出した第 1 撮像装置 1 0 の位置に基づき、光学中心の 3 次元位置座標を推定する。位置推定部 1 1 4 は、検出した第 1 撮像装置 1 0 の位置に基づき、第 2 撮像装置 2 0 に対する第 1 撮像装置 1 0 の位置を推定するとも言える ( S 3 3 )。言い換えると、位置推定部 1 1 4 は、2 つの画像の対応情報を用いずに、第 1 撮像装置 1 0 の位置を推定する。位置推定部 1 1 4 は、求めた光学中心を基準（原点）とした第 1 撮像装置 1 0 の位置座標を含む位置情報を距離算出部 1 1 5 に出力する。なお、位置情報には、第 2 取得部 1 1 2 が取得した距離データも含まれる。

40

#### 【 0 1 5 5 】

ステップ S 1 5 以降の処理は、実施の形態 1 と同様であるため、説明を省略する。

#### 【 0 1 5 6 】

このように、変位計測システム 1 a によれば、位置推定部 1 1 4 が第 1 撮像装置 1 0 を含む第 2 画像データ及び距離データを用いて第 1 撮像装置 1 0 の位置情報を推定するので、2 つの画像の特徴点の位置又は数に影響されずに、第 1 撮像装置 1 0 の位置情報を推定できる。

50

## 【 0 1 5 7 】

なお、本実施の形態では、実空間での物理量が実寸変位量である例について説明したが、これに限定されない。実空間での物理量は、画像データから取得可能な物理量であれば特に限定されず、例えば、長さ、面積などであってもよい。また、実空間での物理量は、複数フレームの実寸変位量に基づく、変位の速度などであってもよい。この場合、パラメータ算出ステップ（S 1 6 に相当）では、第 1 撮像装置 1 0 が互いに異なるタイミングで撮像した 2 以上の第 3 画像データに基づく対象物 6 0 の計測点の画素上での物理量を実空間上での物理量に換算するための補正パラメータが第 1 距離データを用いて算出される。また、この場合、本実施の形態で説明した変位計測装置 3 0 a は、物理量計測装置であるとも言える。

10

## 【 0 1 5 8 】

また、例えば、画像を用いて対象物の実空間での物理量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出方法であって、対象物 6 0 を撮像して得られる第 1 画像データ I 1 を、第 1 撮像装置 1 0 から取得する第 1 取得ステップ（S 1 1 に相当）と、第 1 撮像装置 1 0 と異なる位置に配置された第 2 撮像装置 2 0 から対象物までの第 2 距離データ、及び、対象物 6 0 と第 1 撮像装置 1 0 を撮像して得られる第 2 画像データを、第 2 撮像装置 2 0 から取得する第 2 取得ステップ（S 3 1 に相当）と、第 2 画像データにおける第 1 撮像装置 1 0 の形状を検出するステップ（S 3 2 に相当）と、検出結果に基づいて、第 1 撮像装置 1 0 の位置を推定する推定ステップ（S 3 3 に相当）と、第 1 撮像装置 1 0 の位置と第 2 距離データとに基づいて、第 1 撮像装置 1 0 から対象物 6 0 までの第 1 距離データを算出する距離算出ステップ（S 1 5 に相当）と、第 1 撮像装置 1 0 が撮像した第 3 画像データに基づく対象物 6 0 の計測点の画素物理量を実空間上での実寸物理量に換算するための補正值（補正パラメータの一例）を、第 1 距離データを用いて算出するパラメータ算出ステップ（S 1 6 に相当）とを含んでもよい。

20

## 【 0 1 5 9 】

また、例えば、画像を用いて対象物の実空間での物理量を計測するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出装置 1 1 0 として実現されてもよい。例えば、補正パラメータ算出装置 1 1 0 は、対象物 6 0 を撮像して得られる第 1 画像データを、第 1 撮像装置 1 0 から取得する第 1 取得部 1 1 1 と、第 1 撮像装置 1 0 と異なる位置に配置された第 2 撮像装置 2 0 から対象物 6 0 までの第 2 距離データ、及び、対象物 6 0 と第 1 撮像装置 1 0 を撮像して得られる第 2 画像データを、第 2 撮像装置 2 0 から取得する第 2 取得部 1 1 2 と、第 2 画像データにおける第 1 撮像装置 1 0 の形状を検出し、検出した検出結果に基づいて、第 1 撮像装置 1 0 の位置を推定する位置推定部 1 1 4 と、第 1 撮像装置 1 0 の位置と第 2 距離データとに基づいて、第 1 撮像装置 1 0 から対象物 6 0 までの第 1 距離データを算出する距離算出部 1 1 5 と、第 1 撮像装置 1 0 が撮像した第 3 画像データに基づく対象物 6 0 の計測点の画素物理量を実空間上での実寸物理量に換算するための補正パラメータを、第 1 距離データを用いて算出する補正值算出部 1 1 6 とを備えてもよい。

30

## 【 0 1 6 0 】

（他の実施の形態）

以上、本開示の 1 つまたは複数の態様に係る補正パラメータ算出方法等について、実施の形態 1、実施の形態 2、及び、変形例（以降において、実施の形態等とも記載する）に基づいて説明したが、本開示は、この実施の形態等に限定されるものではない。本開示の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を実施の形態等に施したのものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせる構築される形態も、本開示の 1 つまたは複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

40

## 【 0 1 6 1 】

例えば、上記実施の形態等では、第 1 撮像装置及び第 2 撮像装置は、地面に固定される撮像装置である例について説明したが、これに限定されない。第 1 撮像装置及び第 2 撮像装置の少なくとも 1 つは、例えば、ドローンなどの飛行体に設けられた撮像装置であってもよい。

50

## 【0162】

また、上記実施の形態等において、第1取得部及び第2取得部は通信部である例について説明したが、これに限定されない。第1取得部及び第2取得部の少なくとも1つは、例えば、記録媒体が接続される接続部であってもよい。接続部は、例えば、USB(Universal Serial Bus)が接続されるUSB端子、SDカードが差し込まれるSDカードスロット、光ディスクが挿入される光学ドライブなどであってもよい。

## 【0163】

また、フローチャートにおける各ステップが実行される順序は、本開示を具体的に説明するために例示するためのものであり、上記以外の順序であってもよい。また、上記ステップの一部が、他のステップと同時(並列)に実行されてもよい。

10

## 【0164】

また、ブロック図における機能ブロックの分割は一例であり、複数の機能ブロックを一つの機能ブロックとして実現したり、一つの機能ブロックを複数に分割したり、一部の機能を他の機能ブロックに移してもよい。また、類似する機能を有する複数の機能ブロックの機能を単一のハードウェア又はソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

## 【0165】

また、上記実施の形態等における補正パラメータ算出装置は、単一の装置で実現されてもよいし、互いに接続された複数の装置で実現されてもよい。補正パラメータ算出装置が複数の装置によって実現される場合、補正パラメータ算出装置が備える構成要素は、複数の装置にどのように振り分けられてもよい。

20

## 【0166】

また、上記実施の形態等では、変位計測装置は、出力装置を有していない、つまり、変位計測装置と、出力装置とは、別体である例について説明したが、出力装置を有していてもよい。この場合には、出力装置は、変位計測装置の一部である出力部(例えば、表示部)として機能する。

## 【0167】

また、上記実施の形態等における変位計測システムが備える装置間の通信方法については特に限定されるものではない。装置間では、無線通信が行われてもよいし、有線通信が行われてもよい。また、装置間では、無線通信および有線通信が組み合わせられてもよい。

## 【0168】

また、上記実施の形態等における算出装置が備える構成要素の一部または全部は、1個のシステムLSI(Large Scale Integration:大規模集積回路)から構成されているとしてもよい。

30

## 【0169】

システムLSIは、複数の処理部を1個のチップ上に集積して製造された超多機能LSIであり、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)などを含んで構成されるコンピュータシステムである。ROMには、コンピュータプログラムが記憶されている。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムに従って動作することにより、システムLSIは、その機能を達成する。

40

## 【0170】

なお、ここでは、システムLSIとしたが、集積度の違いにより、IC、LSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)、あるいはLSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。

## 【0171】

さらには、半導体技術の進歩または派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。

50

バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

【 0 1 7 2 】

また、上記各種処理の全部又は一部は、電子回路等のハードウェアにより実現されても、ソフトウェアを用いて実現されてもよい。なお、ソフトウェアによる処理は、変位計測装置に含まれるプロセッサがメモリに記憶されたプログラムを実行することにより実現されるものである。

【 0 1 7 3 】

また、本開示の一態様は、補正パラメータ算出方法に含まれる特徴的な各ステップをコンピュータに実行させるコンピュータプログラムであってもよい。また、本開示の一態様は、そのようなプログラムが記録された、コンピュータ読み取り可能な非一時的な記録媒体であってもよい。例えば、そのようなプログラムを記録媒体に記録して頒布又は流通させてもよい。例えば、頒布されたプログラムを、他のプロセッサを有する装置にインストールして、そのプログラムをそのプロセッサに実行させることで、その装置に、上記各処理を行わせることが可能となる。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 1 7 4 】

本開示は、画像を用いた対象物の変位計測において、変位の実寸値を計測する装置等に広く利用可能である。

【符号の説明】

【 0 1 7 5 】

20

1、1 a 変位計測システム

1 0 第1撮像装置

1 1 レンズ

2 0 第2撮像装置

3 0、3 0 a 変位計測装置

4 0 出力装置

5 0 入力装置

6 0、6 0 a、6 0 b 対象物

1 1 0 補正パラメータ算出部 (補正パラメータ算出装置)

1 1 1 第1取得部

30

1 1 2 第2取得部

1 1 3 マッチング部

1 1 4 位置推定部

1 1 5 距離算出部

1 1 6 補正值算出部 (パラメータ算出部)

1 2 0 変位検出部

1 3 0 変位量算出部

2 0 0 マーカ

A 1、A 2、B 1、B 2 変位

f 焦点距離

40

I 1 第1画像データ

I 2 距離画像データ

L 1、L 2 距離

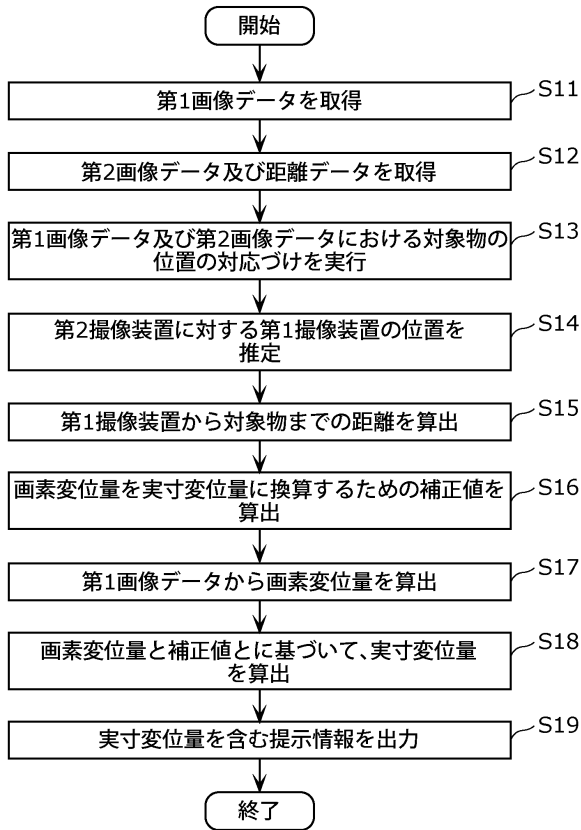
M 1 ~ M 3、P 1 ~ P 3、T 位置

O 光学中心

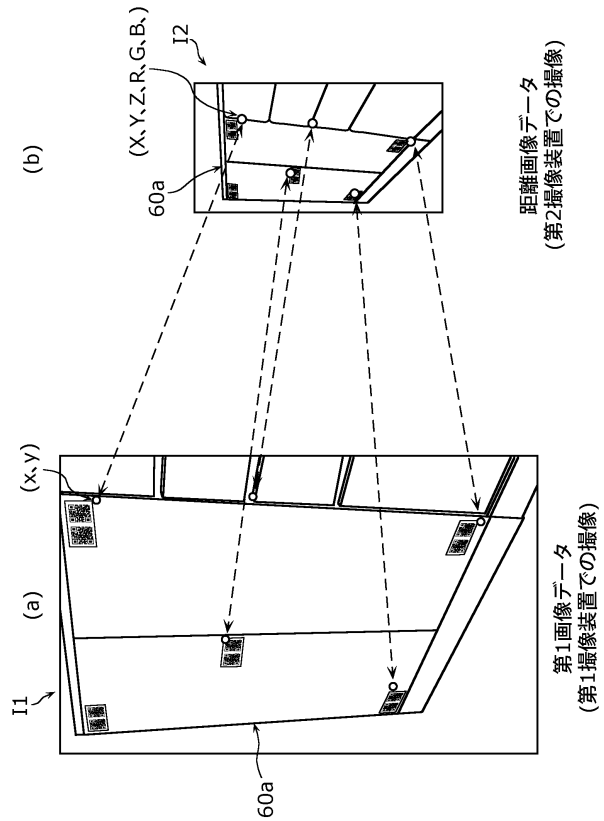
50



【図3】



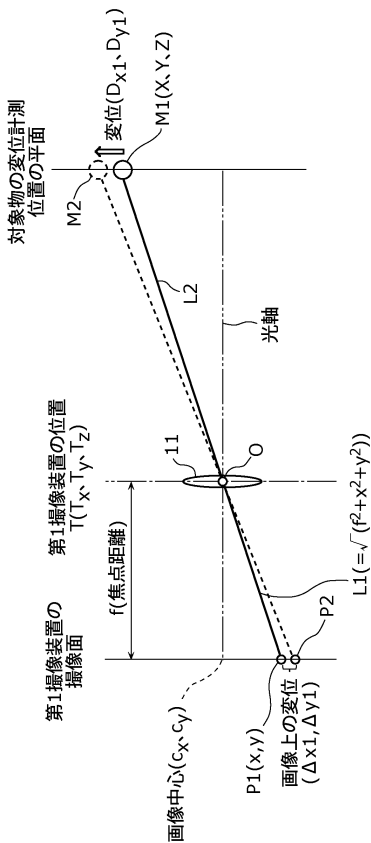
【図4】



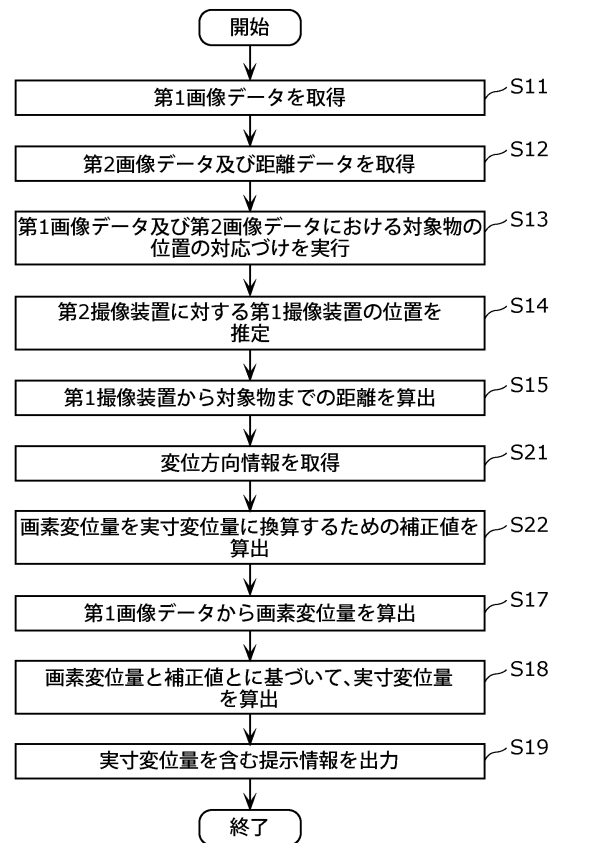
10

20

【図5】



【図6】

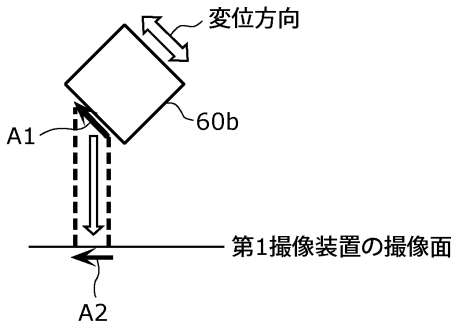


30

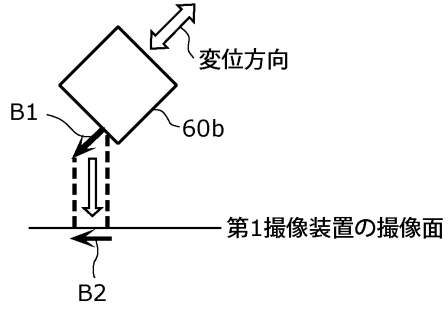
40

50

【図 7 A】

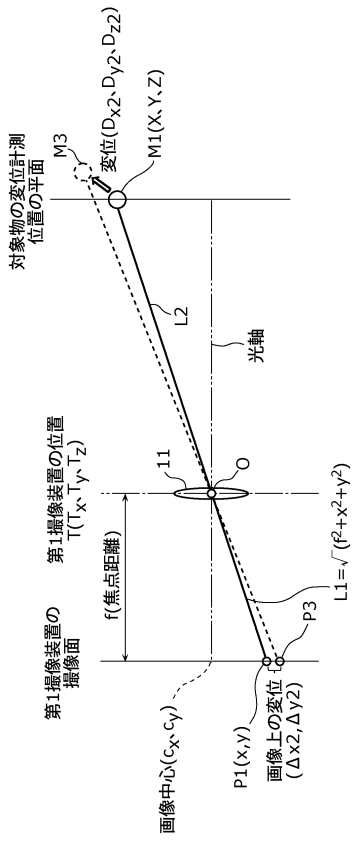


【図 7 B】

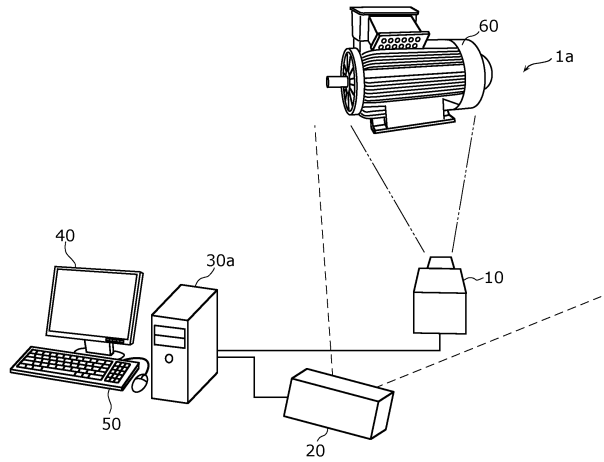


10

【図 8】



【図 9】



20

30

40

50



## フロントページの続き

- (72)発明者 丸山 悠樹  
日本国大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 日下 博也  
日本国大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- 審査官 山 崎 和子
- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 2 1 5 3 0 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 1 7 1 0 9 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 8 - 0 6 7 3 0 0 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 6 / 1 5 8 8 5 5 ( W O , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0  
2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 2  
G 0 1 C 1 / 0 0 - 2 1 / 3 6  
2 3 / 0 0 - 2 5 / 0 0  
G 0 6 T 1 / 0 0 - 1 / 4 0  
3 / 0 0 - 5 / 9 4  
7 / 0 0 - 7 / 9 0  
G 0 6 V 1 0 / 0 0 - 2 0 / 9 0  
3 0 / 4 1 8、4 0 / 1 6、4 0 / 2 0  
G 0 1 D 1 / 0 0 - 1 / 8 7