

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7111114号

(P7111114)

(45)発行日 令和4年8月2日(2022.8.2)

(24)登録日 令和4年7月25日(2022.7.25)

(51)国際特許分類

F I

B 2 5 J 13/08 (2006.01)

B 2 5 J

13/08

A

B 2 5 J 19/04 (2006.01)

B 2 5 J

19/04

G 0 1 B 11/00 (2006.01)

G 0 1 B

11/00

H

G 0 1 B 11/24 (2006.01)

G 0 1 B

11/24

K

G 0 6 T 7/70 (2017.01)

G 0 6 T

7/70

Z

請求項の数 16 (全22頁)

(21)出願番号 特願2019-567861(P2019-567861)

(86)(22)出願日 平成30年10月30日(2018.10.30)

(86)国際出願番号 PCT/JP2018/040276

(87)国際公開番号 WO2019/146201

(87)国際公開日 令和1年8月1日(2019.8.1)

審査請求日 令和3年9月14日(2021.9.14)

(31)優先権主張番号 特願2018-8846(P2018-8846)

(32)優先日 平成30年1月23日(2018.1.23)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(73)特許権者 000002185

ソニーグループ株式会社

東京都港区港南1丁目7番1号

(74)代理人 110002147

特許業務法人酒井国際特許事務所

(72)発明者 寺澤 良

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー

株式会社内

(72)発明者 木下 将也

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー

株式会社内

(72)発明者 本郷 一生

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー

株式会社内

審査官 木原 裕二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法及び情報処理システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第1の位置情報と、

前記第1の視覚センサと相対的に移動する第2の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第2の位置情報に基づいて、

前記第2の視覚センサが配置される可動部の位置を算出する位置算出部、を備える情報処理装置。

【請求項2】

前記位置算出部は、前記第1の位置情報、前記第2の位置情報に基づいて、前記可動部の位置を算出し、

前記第2の位置情報は、前記第1の視覚センサを用いて取得される第2の視覚センサの位置情報を含む、請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記第1の位置情報は、前記マーカと前記第1の視覚センサとの第1の位置関係または第1の姿勢情報を含む、請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項4】

前記第1の位置関係とは、前記マーカと前記第1の視覚センサとの間の距離及び方向を表し、

前記第1の姿勢情報とは、前記マーカに対する前記第1の視覚センサの回転角の情報で

10

20

ある、請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記第 2 の位置情報は、前記マーカと前記第 2 の視覚センサとの第 2 の位置関係または第 2 の姿勢情報を含む、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記第 2 の位置関係とは、前記マーカと前記第 2 の視覚センサとの間の距離及び方向を表し、

前記第 2 の姿勢情報とは、前記マーカに対する前記第 2 の視覚センサの回転角の情報である、請求項 5 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記第 1 の視覚センサの位置を基準として指定された前記可動部の第 1 の目標可動位置を、前記第 2 の視覚センサの位置を基準とした前記可動部の第 2 の目標可動位置として変換する 3 次元情報統合部、を備える、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記第 2 の目標可動位置と前記第 2 の位置情報とに基づいて、前記可動部の位置を算出し、

前記可動部の位置を制御する可動制御部を更に備える、請求項 7 に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

投影するマーカを制御する投影マーカ制御部を備える、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記投影マーカ制御部は、前記第 1 の視覚センサ及び前記第 2 の視覚センサの視覚範囲に応じて、前記マーカの投影場所を制御する、請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 11】

前記投影マーカ制御部は、前記マーカを作成する、請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

前記位置算出部は、投影面形状に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される前記可動部の先端の位置を算出する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 13】

前記マーカは可視光、赤外光及び紫外光を含む、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 14】

前記位置算出部は、物体を把持するエンドエフェクタが設けられる前記可動部の先端の位置を算出する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 15】

第 1 の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第 1 の位置情報と、前記第 1 の視覚センサと相対的に移動する第 2 の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第 2 の位置情報に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される可動部の位置を算出する、情報処理方法。

【請求項 16】

第 1 の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第 1 の位置情報と、前記第 1 の視覚センサと相対的に移動する第 2 の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第 2 の位置情報に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される可動部の空間的な位置を算出する位置算出部と、

前記マーカを投影する投影部と、

前記第 2 の視覚センサが配置され、可動する前記可動部と、

を含む情報処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、情報処理装置、情報処理方法及び情報処理システムに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

従来、下記引用文献 1 には、視覚センサで可動部を常に撮像して、可動部の 3 次元形状又はテクスチャデータを用いて、計算処理を行い可動部の位置を推定する技術が記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 文献 】特開 2 0 0 7 - 3 1 9 9 3 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

【 0 0 0 4 】

しかし、引用文献 1 に記載された方法では、可動部先端の位置を推定する際に、第 1 の視覚センサを用いて取得されたデータを計算処理する際の負荷が高く、可動部が移動する際には、常に視覚センサが可動部を撮像し続けなければならなかった。

【 0 0 0 5 】

上記事情に鑑みれば、処理負荷を抑制して、可動部先端の位置を推定することが望まれていた。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本開示によれば、第 1 の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第 1 の位置情報と、前記第 1 の視覚センサと相対的に移動する第 2 の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第 2 の位置情報に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される可動部の位置を算出する位置算出部、を備える情報処理装置が提供される。

20

【 0 0 0 7 】

また、本開示によれば、第 1 の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第 1 の位置情報と、前記第 1 の視覚センサと相対的に移動する第 2 の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第 2 の位置情報に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される可動部の位置を算出する、情報処理方法が提供される。

30

【 0 0 0 8 】

また、本開示によれば、第 1 の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第 1 の位置情報と、前記第 1 の視覚センサと相対的に移動する第 2 の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第 2 の位置情報に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される可動部の空間的な位置を算出する位置算出部と、前記マーカを投影する投影部と、前記第 2 の視覚センサが配置され、可動する前記可動部と、を含む情報処理システムが提供される。

【 0 0 0 9 】

本開示によれば、第 1 の視覚センサ及び第 2 の視覚センサがそれぞれマーカを読み取ることで、マーカを基準とした第 1 の視覚センサ及び第 2 の視覚センサの位置情報を把握することができ、第 2 の視覚センサが設けられる可動部の位置を算出することができる。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

以上説明したように本開示によれば、処理負荷を抑制して、可動部の先端の位置を算出することができる。

【 0 0 1 1 】

なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 0 1 2 】

【図 1】本開示の一実施形態に係る外部構成を示す図である。

【図 2】同実施形態に係る内部構成を示すブロック図である。

【図 3】同実施形態に係るマーカを投影した一例である。

【図 4】同実施形態に係るマーカの一例である。

【図 5】同実施形態に係るマーカの一例である。

【図 6】同実施形態に係るロボットと把持対象物が存在する所定の空間の様子を示した図である。

【図 7】同実施形態に係る動作の流れの一例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

10

【 0 0 1 3 】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【 0 0 1 4 】

なお、説明は以下の順序で行うものとする。

1. 実施形態

1.1. 技術概要及び外部構成

1.2. 内部構成

1.3. 処理の流れ

20

2. 変形例

【 0 0 1 5 】

< 1. 実施形態 >

< 1.1. 技術概要及び外部構成 >

まず、図 1 を参照して、技術概要及び本開示の一実施形態に係る外部構成について説明する。図 1 は、本開示の一実施形態に係る情報処理システムが適用されたロボット 1 を示す図である。

【 0 0 1 6 】

本実施形態において、ロボット 1 は、電氣的及び／又は磁氣的な作用を用いて可動部 11 の動きを制御可能な機械（装置）であり得る。例えば、ロボット 1 は、人型の自立制御ロボット、四足歩行ロボット、自動運転車、ドローン、産業用ロボット（例えば、機械等の組み立てロボットなど）、サービスロボット（例えば、手術用ロボットなどの医療ロボットや、調理用ロボットなど）、または玩具であってもよく、かかる例に限定されない。以下では、ロボット 1 が、人型の自律制御ロボットである例を中心として、ロボット 1 が物体 H 1 を把持する例を一例として、技術概要及び外部構成に関して説明を行う。

30

【 0 0 1 7 】

（技術概要）

本開示の技術は、ロボット 1 が物体を把持する時に、予め指定された物体を把持するための目標把持位置にて物体を把持するために、ロボット 1 が物体を把持する可動部先端の位置を正確に算出する際に適用され得る。可動部の先端の位置を正確に算出することにより、ロボット 1 は、より正確に目標把持位置にて物体を把持することができる。この際に、ロボット 1 がロボット 1 に備えられる各種センサを用いて、投影されたマーカを読み取ることにより、可動部の先端の位置を算出することで、位置算出の際の計算負荷を低減できる。なお、物体を把持するための目標把持位置は、ユーザまたはロボット 1 の自律機能により与えられ、ロボット 1 が物体を把持する際に、可動部の先端の位置として適当とされる位置のことを称する。

40

【 0 0 1 8 】

本実施形態においては、ロボット 1 は、各種センサとして、第 1 の視覚センサ、第 2 の視覚センサ及び投影面形状センサを備え、それらが撮像装置である一例を挙げて説明する。以下では第 1 の視覚センサを俯瞰カメラ、第 2 の視覚センサを手先カメラと称し、ロボ

50

ット１の外部構成から説明を行う。

【００１９】

（外部構成）

ロボット（移動部）１は、頭部１０、可動部１１、胴体部１２、移動部１３を備えるロボットである。頭部１０は、首部１０２を介して胴体部１２に連結されている。このとき、首部１０２は、胴体部１２に対して所定の回転軸周りに回転可能であり得る。また、頭部１０は、首部１０２に対して回転可能であってもよいし、首部１０２に固定されていてもよい。さらに、頭部１０には、マーカＭ１を読み取る俯瞰カメラ１０１が備えられる。

【００２０】

可動部１１は胴体部１２に連結され得る。可動部１１は、可動することで物体Ｈ１を把持する。可動部１１は、ロボット１の胴体部１２の一側に設けられてもよく、両側に設けられてもよい。また、可動部１１はロボット１に対して複数設けられてもよい。

【００２１】

可動部１１は、例えば、シリアルリンク構造で構成され得る。図１に示すように、可動部１１は、胴体部１２と可動部１１の連結部とエンドエフェクタ１１３との間に、少なくとも一つの関節１１１を有し得る。この様な可動部１１の構造により、可動部１１は複数の自由度を有し得る。関節１１１には、関節１１１を駆動するアクチュエータと、関節１１１の角度位置を検出するエンコーダが設けられている。

【００２２】

可動部１１は、可動部１１の先端にエンドエフェクタ１１３を備える。エンドエフェクタ１１３は、物体Ｈ１を把持可能なように構成され得る。例えば、エンドエフェクタ１１３は、複数の指部を有し、該指部を折り曲げることにより物体Ｈ１を把持してもよく、図１のように一對の板状のエンドエフェクタ１１３を有し、該一對の板の間隔を狭めることにより、物体Ｈ１を把持してもよい。

【００２３】

可動部１１の先端に設けられるエンドエフェクタ１１３の近傍には、手先カメラ１１２が配置され得る。手先カメラ１１２は、俯瞰カメラ１０１と同様に、マーカＭ１を読み取る機能を有する。本実施形態においては、手先カメラ１１２が配置される位置は、可動部１１の先端に設けられたエンドエフェクタ１１３又はエンドエフェクタ１１３の近傍とした。しかしながら、手先カメラ１１２が可動部１１のどの位置に配置されているのかが既知であれば、かかる例に限定されず、可動部の位置の算出場所も、可動部の先端に限られない。なお、手先カメラ１１２が設けられる位置は、可動部１１において位置の算出を行いたい箇所に設けられれば良い。

【００２４】

図１に示すロボット１では、物体Ｈ１を正確に把持するために、物体Ｈ１を把持するエンドエフェクタ１１３の近傍に手先カメラ１１２が設けられている。この構成により、エンドエフェクタ１１３が設けられた箇所の位置算出ができる。特に、本実施形態の様に、エンドエフェクタ１１３の近傍に手先カメラ１１２が設けられる場合には、可動部１１が可動する際に生じる関節１１１の角度または位置に対する機械誤差または可動部１１の撓み等を含めずに、エンドエフェクタ１１３の位置算出が可能である。よって、より精度の高い位置算出ができる。

【００２５】

胴体部１２は、頭部１０、可動部１１、及び移動部１３と連結する。胴体部１２には、プロジェクタ１２１が設けられ、プロジェクタ１２１はマーカＭ１を投影する機能を有する。さらに、胴体部１２には、投影面形状計測センサ１２２が設けられ、マーカＭ１が投影される面の形状を計測し得る。図１を参照すると、例えば、投影面形状計測センサ１２２は、マーカＭ１が投影されるテーブル８０の面形状を計測する。

【００２６】

移動部１３は、胴体部１２と連結し、上述の頭部１０、可動部１１及び胴体部１２を支持する機能を有する。移動部１３は、図１に示したように、例えば、複数の車輪１３１を

10

20

30

40

50

有してもよい。ただし、かかる例に限定されず、移動部 1 3 は、歩行するための複数の脚部（例えば、2 脚または 4 脚など）を有してもよいし、キャタピラ（登録商標）などの無限軌道の機構を有してもよい。

【0027】

ロボット 1 は、上記のような構成を使用して、俯瞰カメラ 1 0 1 及び手先カメラ 1 1 2 が、プロジェクタ 1 2 1 により投影されたマーカ M 1 を読み取ることで、手先カメラ 1 1 2 が設けられる可動部 1 1 の先端の位置を高精度に算出し、予め指定された目標把持位置にて物体 H 1 を正確に把持できる。

【0028】

また、本開示の技術では、可動部 1 1 の先端の位置を高精度に算出する際に、マーカ M 1 を介して算出する手法を用いることから、算出にかかる計算負荷を低減できる。

10

【0029】

例えば、マーカを介さずに可動部の先端の位置の算出を行う手法として、ロボット及び物体の全体を俯瞰できる俯瞰カメラにより物体及び可動部の形状等を取得し、取得したデータと予め有する可動部または物体の形状データとを、照合または画像解析することにより可動部の先端の位置を算出する手法が考えられる。この手法では、画像解析にかかる計算負荷が、本開示の技術にかかる計算負荷よりも高くなる。

【0030】

本開示の技術では、マーカ M 1 を介して可動部 1 1 の先端の位置が算出できるため、予め物体 H 1 の形状データを有する必要もない。よって、物体 H 1 が未知物体であってもロボット 1 は物体 H 1 を正確に把持できる。

20

【0031】

さらに、本開示の技術では、俯瞰カメラ 1 0 1 及び手先カメラ 1 1 2 を用いて、マーカ M 1 の位置、物体 H 1 の位置、俯瞰カメラ 1 0 1 の位置及び手先カメラ 1 1 2 の位置が把握され、それらの位置関係が把握される。そして、それらの位置関係が一度把握されると、ロボット 1 は、手先カメラ 1 1 2 で取得する情報のみを用いて可動部 1 1 を可動して、物体 H 1 を把持できる。これにより、ロボット 1 は、俯瞰カメラ 1 0 1 を継続して使用しなくてもよい。そのため、ロボット 1 の動作負荷を抑制することができる。

【0032】

ロボット 1 においては、俯瞰カメラ 1 0 1、プロジェクタ 1 2 1 及び投影面形状計測センサ 1 2 2 がそれぞれ、ロボット 1 の頭部 1 0 及び胴体部 1 2 に設けられるとした。かかる例に限定されず、俯瞰カメラ 1 0 1 は、必ずしもロボット 1 に設けられる必要はなく、マーカ M 1 及び手先カメラ 1 1 2 を捉えることができ、俯瞰カメラ 1 0 1 の位置が明らかであれば、いかなる場所に設置されてもよい。この様に、ロボット 1 以外の場所に各構成が設けられる場合は、ロボット 1 は情報処理システムとして動作してもよい。

30

【0033】

例えば、俯瞰カメラ 1 0 1、プロジェクタ 1 2 1 及び投影面形状計測センサ 1 2 2 は、所定の空間内における天井等で、投影されたマーカ M 1 と可動部 1 1 を俯瞰できるような場所に設置されてもよい。なお、投影面形状計測センサ 1 2 2 とプロジェクタ 1 2 1 とは設置される場所は限られないとしたが、相互の位置関係が既知である必要がある。相互の位置関係が既知であれば、投影面形状計測センサ 1 2 2 とプロジェクタ 1 2 1 とのそれぞれがロボット 1 に設けられてもよく、ロボット 1 以外の場所に設けられてもよい。

40

【0034】

< 1 . 2 . 内部構成 >

以上までで、本開示の技術概要及び外部構成を説明した。ここでは、本実施形態に係るロボット 1 の内部構成について図 2 を参照して説明する。図 2 は、ロボット 1 の内部構成を示すブロック図である。

【0035】

(頭部 1 0)

頭部 1 0 は、俯瞰カメラ 1 0 1 及びアクチュエータ 1 0 9 を備える。アクチュエータ 1

50

０９は、ロボット１が、頭部１０を可動させる上での機械的な動きを行う機能を有する。俯瞰カメラ１０１は、投影されたマーカＭ１を読み取って、マーカＭ１に関する情報を取得し、該マーカＭ１に関する情報を制御部１４にて処理する。これにより、ロボット１が第１の位置情報を取得する機能を有する。俯瞰カメラ１０１に関して、以下詳しく説明する。

【００３６】

（（俯瞰カメラ１０１））

俯瞰カメラ１０１は、投影されたマーカＭ１を読み取り、マーカ情報を制御部１４に出力する機能を有する。制御部１４では、俯瞰カメラ１０１が読み取ったマーカ情報を処理することで、第１の位置情報が取得される。第１の位置情報とは、空間内におけるマーカＭ１と俯瞰カメラ１０１との位置関係または姿勢情報を含む情報であってもよい。第１の位置関係は、マーカＭ１の位置を基準として、俯瞰カメラ１０１が配置されている位置を示す情報であってもよく、マーカＭ１から俯瞰カメラ１０１までの距離または方向を示す情報であってもよい。第１の位置情報は、空間内におけるマーカＭ１を基準とした俯瞰カメラ１０１の３次元の空間座標を含んでもよい。また、第１の位置情報は、例えば、（ x 、 y 、 z ）の座標にて示されてもよい。第１の姿勢情報は、例えばマーカに対する第１の視覚センサの回転角の情報であってもよく、俯瞰カメラ１０１が、３次元空間の X 軸、 Y 軸、 Z 軸をそれぞれ軸としてどの程度回転しているかを示す回転角の情報（例えば、ロール角、ピッチ角、ヨー角）を含んでもよい。また第１の姿勢情報は、回転行列またはクォータニオンで示されてもよい。

【００３７】

例えば、本実施形態において俯瞰カメラ１０１は、マーカＭ１を読み取るための撮像装置である。撮像装置により得られた撮像画像を制御部１４にて処理することで、ロボット１は第１の位置情報を取得し得る。俯瞰カメラ１０１は、マーカＭ１を読み取るために、複数のマーカＭ１画像を撮像してもよい。

【００３８】

例えば、俯瞰カメラ１０１は、RGBカメラまたはサーモカメラ等であって画像（静止画像又は動画像）を撮像してもよく、レンズ系、駆動系、及び撮像素子を有し得る。俯瞰カメラ１０１により得られた撮像画像を、制御部１４が処理することにより、第１の位置情報が取得され得る。

【００３９】

また、俯瞰カメラ１０１が、投影されたマーカＭ１に加え、手先カメラ１１２を捉えることで、制御部１４により手先カメラの位置情報が取得されてもよい。俯瞰カメラ１０１は、手先カメラ１１２以外にも、物体Ｈ１の位置、マーカＭ１の位置を捉えている。ここで、俯瞰カメラ１０１により、上述の第１の位置情報に加えて、手先カメラ１１２の位置情報が取得されることで、俯瞰カメラ１０１を基準とした手先カメラ１１２の位置、物体Ｈ１の位置、マーカＭ１の位置を把握できる。

【００４０】

上述したような方法で、制御部１４では、俯瞰カメラ１０１を基準とした物体Ｈ１、マーカＭ１、俯瞰カメラ１０１及び手先カメラ１１２の位置情報、位置関係または姿勢情報が把握できる。該位置関係とは、所定の空間内に置ける物体Ｈ１、マーカＭ１、俯瞰カメラ１０１及び手先カメラ１１２のそれぞれの位置、距離または方向等を示し、該姿勢情報はそれぞれの回転角に関する姿勢情報を示し得る。なお、物体Ｈ１を把持するための目標把持位置は、俯瞰カメラ１０１を基準として、ユーザ若しくはロボット１の自律機能により予め指定されている。

【００４１】

よって、位置情報、位置関係または姿勢情報を用いて、俯瞰カメラ１０１を基準とした第１の目標把持位置を、手先カメラ１１２を基準とした第２の目標把持位置に変換することができる。目標把持位置の変換に関する詳細は、後述する。

【００４２】

10

20

30

40

50

(可動部 1 1)

次に可動部 1 1 を説明する。可動部 1 1 は、可動制御部 1 4 7 により制御される。可動部 1 1 は、エンドエフェクタ 1 1 3、手先カメラ 1 1 2 及びアクチュエータ 1 1 9 を備える。アクチュエータ 1 1 9 は、ロボット 1 が、可動部 1 1 を可動させる上での機械的な動きを行う機能を有する。エンドエフェクタ 1 1 3 は、外部構成の項にて説明したように、可動部 1 1 の先端に備えられ、物体を把持する機能を有する。以下、手先カメラ 1 1 2 に関して、詳しく説明する。

【0043】

(手先カメラ 1 1 2)

手先カメラ 1 1 2 は、可動部 1 1 に設けられ、マーカ M 1 を読み取り、マーカ情報を制御部 1 4 に出力する機能を有する。制御部 1 4 が手先カメラ 1 1 2 が読み取ったマーカ情報を処理することで、第 2 の位置情報が取得される。第 2 の位置情報とは、空間内におけるマーカ M 1 と手先カメラ 1 1 2 との位置関係または姿勢情報を含む情報であってもよい。第 2 の位置関係は、マーカ M 1 の位置を基準として、手先カメラ 1 1 2 が配置されている位置を示してもよく、マーカ M 1 から手先カメラ 1 1 2 までの距離または方向を示す情報であってもよい。第 2 の位置情報は、空間内におけるマーカ M 1 を基準とした手先カメラ 1 1 2 の 3 次元の空間座標を含んでもよい。また、第 2 の位置情報は、例えば、(x、y、z) の座標にて示されてもよい。第 2 の姿勢情報は、例えばマーカに対する第 2 の視覚センサの回転角の情報であってもよく、手先カメラ 1 1 2 が、3 次元空間の X 軸、Y 軸、Z 軸をそれぞれ軸としてどの程度回転しているかを示す回転角の情報(例えば、ロール角、ピッチ角、ヨー角)を含んでもよい。また第 2 の姿勢情報は、回転行列またはクォータニオンで示されてもよい。

【0044】

また、第 2 の位置情報は、手先カメラ 1 1 2 の位置情報を含んでもよい。手先カメラ 1 1 2 の位置情報とは、俯瞰カメラ 1 0 1 を基準として、手先カメラ 1 1 2 が配置されている位置を示してもよく、俯瞰カメラ 1 0 1 から手先カメラ 1 1 2 までの距離又は方向を示す情報であってもよい。第 2 の位置情報は、空間内における俯瞰カメラ 1 0 1 を基準とした手先カメラ 1 1 2 の 3 次元の空間座標を含んでもよい。また、第 2 の位置情報は、例えば、(x、y、z) の座標にて示されてもよい。

【0045】

例えば、本実施形態において手先カメラ 1 1 2 は、マーカ M 1 を読み取るために俯瞰カメラ 1 0 1 と同様に、撮像装置である。撮像装置により得られた撮像画像を制御部 1 4 にて処理することで第 2 の位置情報を取得してもよい。手先カメラ 1 1 2 は、俯瞰カメラ 1 0 1 と同様に、マーカ M 1 を読み取るために、複数のマーカ M 1 画像を撮像してもよい。

【0046】

例えば、俯瞰カメラ 1 0 1 と同様に、手先カメラ 1 1 2 は、RGB カメラまたはサーモカメラ等であって画像(静止画像又は動画像)を撮像してもよく、レンズ系、駆動系、及び撮像素子を有し得る。手先カメラ 1 1 2 のカメラにより得られた撮像画像を、制御部 1 4 が画像処理することにより、第 2 の位置情報が取得され得る。

【0047】

(胴体部 1 2)

胴体部 1 2 は、投影面形状計測センサ 1 2 2、プロジェクタ 1 2 1 及びアクチュエータ 1 2 9 を備える。アクチュエータ 1 2 9 は、ロボット 1 が、胴体部 1 2 を可動させる上での機械的な動きを行う機能を有する。以下、プロジェクタ 1 2 1 及び投影面形状計測センサ 1 2 2 に関して説明する。

【0048】

(投影面形状計測センサ 1 2 2)

投影面形状計測センサ 1 2 2 は、マーカ M 1 が投影される面の形状を計測する機能を有する。投影面の形状は、平面、球面等任意の曲面であってもよく、投影面形状計測センサ 1 2 2 は、それら投影面の形状情報を取得する。投影面の形状情報とは、投影面における凹

10

20

30

40

50

凸状況またはテクスチャ等に関する情報を含む。

【 0 0 4 9 】

投影面形状計測センサ 1 2 2 は、カメラのような撮像装置であってもよい。例えば、投影面形状計測センサ 1 2 2 は、RGBカメラまたはサーモカメラ等の画像（静止画像又は動画像）を撮像する撮像装置であってもよく、レンズ系、駆動系、及び撮像素子を有してもよい。投影面形状計測センサ 1 2 2 は、カメラにより得られた撮像画像を画像解析して、マーカ M 1 が投影される面の形状を把握してもよい。

【 0 0 5 0 】

また、投影面形状計測センサ 1 2 2 は、デプスセンサのような空間における深度情報を取得するセンサを備えてもよい。例えば、デプスセンサは、赤外線測距装置、超音波測距装置、LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) 又はステレオカメラ等を含むことで、投影面の深度情報を取得しマーカ M 1 が投影される面の形状を把握してもよい。また、投影面形状計測センサ 1 2 2 は、ToF (Time of Flight) 法を用いて、投影面の深度情報を取得してもよい。

【 0 0 5 1 】

（（プロジェクタ 1 2 1））

プロジェクタ 1 2 1 は、マーカ M 1 を投影する機能を有する。プロジェクタ 1 2 1 は、例えば固定型の広角プロジェクタであってもよいし、投影方向を変更可能ないわゆるムービングプロジェクタであってもよい。

【 0 0 5 2 】

（移動部 1 3）

移動部 1 3 は、ロボット 1 が移動する際に、支持体となって移動する機能を有する。移動部 1 3 は、センサ 1 3 2 及びアクチュエータ 1 3 9 を備える。アクチュエータ 1 3 9 は、ロボット 1 が、移動部 1 3 を可動させる上での機械的な動きを行う機能を有する。

【 0 0 5 3 】

センサ 1 3 2 は、移動部 1 3 に関して各種センシングを行う。センサ 1 3 2 は、例えば、加速度センサ、ジャイロ스코プ、温度センサ、トルクセンサ、重量センサ、カメラ、および/または、マイクロフォン等を含み得る。センサ 1 3 2 を用いて取得した情報に応じて、移動部 1 3 は移動する方向又は位置などを決定し得る。

【 0 0 5 4 】

（制御部 1 4）

次に、ロボット 1 が物体 H 1 の把持を行う際に主となるロボット 1 の各種構成を制御する制御部 1 4 に関して詳しく説明する。

【 0 0 5 5 】

制御部 1 4 は、頭部 1 0、可動部 1 1、胴体部 1 2 及び移動部 1 3 に備えられる各構成に対して、全般的な制御を行う機能を有する。以下では、制御部 1 4 に備えられる各構成に関して説明を行う。

【 0 0 5 6 】

（（投影マーカ制御部 1 4 3））

投影マーカ制御部 1 4 3 は、プロジェクタ 1 2 1 が投影するマーカ M 1 を制御する機能を有する。マーカ M 1 の制御とは、マーカ M 1 を作成したり、マーカ M 1 の投影位置を変更したりする機能を含む。

【 0 0 5 7 】

投影マーカ制御部 1 4 3 は、マーカ M 1 を作成する。投影マーカ制御部 1 4 3 は、点、線または平面構造等の画像特徴が検出できるような記号又はテクスチャパターンを有するマーカ M 1 を作成してもよい。かかる例に限らず、いかなる形状のマーカ M 1 を作成してもよい。これにより、制御部 1 4 が、種々のマーカを用いて可動部 1 1 の先端の位置を算出することが可能となり、ロボット 1 の利便性が向上する。マーカ M 1 は、可視光、赤外光及び紫外光を含んでもよく、俯瞰カメラ 1 0 1 及び手先カメラ 1 1 2 が検出可能な光を発するものであってもよい。投影マーカ制御部 1 4 3 は、どのような画像特徴を有するマ

10

20

30

40

50

ーカM 1が作成され、どの位置から投影されたのか等のマーカ情報を参考マーカ情報として記憶部15に記憶させ得る。

【0058】

図3を参照して、マーカM 1に関してさらに説明を行う。図3では、投影されたマーカM 1の一例を説明する。図3では、所定の空間にテーブル80が設置されており、テーブル80の上に物体H 1が配置されている。物体H 1の近傍にはマーカM 1が投影されている。図3では、マーカM 1が一つだけ投影されているが、投影マーカ制御部143は、複数のマーカM 1を作成し、複数のマーカM 1を投影してもよい。

【0059】

投影マーカ制御部143は、複数のマーカM 1を投影することにより、マーカM 1の一部が遮蔽等の影響を受けた場合であっても、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112が、遮蔽されていない他のマーカM 1を撮像することにより、マーカM 1を読み取ることができる。

10

【0060】

図3には、マーカM 1の一例として、ARマーカを示している。該マーカM 1は、正方形の形状を有し、横の長さaおよび縦の長さbの所定の長さを有している。一辺の長さa及びbは、同一の長さを有する。マーカM 1は、黒色枠で囲まれた白色領域を有し、白色領域内に、点、線または平面構造等が描かれてもよい。

【0061】

投影マーカ制御部143は、マーカM 1の投影位置を制御する機能を有してもよい。マーカM 1の投影位置は、投影面形状が計測できる場所であれば投影場所は限定されない。例えば、ロボット1が物体H 1を把持する場合には、マーカM 1を読み取ることで可動部11の先端の位置算出を行うため、マーカM 1が物体H 1に近いほど、目標把持位置に対する可動部11の撓み等を含む機械誤差が抑制できる。これより、マーカM 1は、物体H 1の近傍に投影されてもよく、物体H 1に投影されてもよい。

20

【0062】

また、投影マーカ制御部143は、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の視覚範囲に応じて、マーカM 1の投影場所を変更制御してもよい。例えば、投影されたマーカM 1が俯瞰カメラ101及び手先カメラ112がセンシング可能な視覚範囲から外れる場合には、投影マーカ制御部143は、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112がセンシング可能な視覚範囲へ、マーカM 1の投影位置を変更してもよい。

30

【0063】

これにより、ロボット1の状況やロボット1の周囲の環境に応じて、マーカM 1の投影位置を変更することができ、利便性を向上させることができる。周囲の環境とは、例えば、ARマーカを投影する際の投影面の環境でもよい。投影面の照度が高い場合、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112によるARマーカの読み取りが困難となる。このような環境であれば、投影マーカ制御部143は、照度が低い場所にARマーカを投影してもよい。なお、マーカM 1の投影場所を変更すると再度、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112を用いて第1及び第2の位置情報の取得を行う。

【0064】

40

((位置算出部141))

位置算出部141は、投影面形状計測センサ122を用いて取得された形状情報に基づいて、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112を用いて取得されたマーカ情報を、予め有している参考マーカ情報と照合して、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の位置を算出する機能を有する。参考マーカ情報とは、投影マーカ制御部143がマーカM 1を作成及び投影する際に記憶部15に記憶されるマーカM 1に関する情報である。参考マーカM 1情報は、例えば、マーカM 1がARマーカである場合、マーカM 1の縦横長さ、マーカM 1の輪郭線、マーカM 1の白色領域に描かれる点、線または平面構造に関する情報を含む。

【0065】

50

位置算出部 141 は、投影面形状計測センサ 122 を用いて取得された形状情報とプロジェクタの位置と参考マーカ情報とを用いることで、マーカ M1 を撮像する位置に応じて、ある位置から投影されたマーカ M1 が任意の位置から撮像されることによりどのような撮像画像となるのかを事前推定し得る。この事前推定した画像と、実際に俯瞰カメラ 101 および手先カメラ 112 が撮像した画像とを照合することにより、俯瞰カメラ 101 および手先カメラ 112 の位置を算出する。

【0066】

図 4 及び図 5 を参照して、位置算出部 141 がマーカ M1 を参考マーカ情報と照合する一例を説明する。マーカ M1 は、上述したように、黒色枠で囲まれた白色領域にて点、線、平面構造等の画像特徴が検出しやすい記号またはテクスチャパターンであり得る。位置算出部 141 は、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 を用いて取得された情報から、点、線、平面構造等の画像特徴を検出して、実世界の 3 次元空間座標と撮像画像の 2 次元座標の対応関係を複数得ることにより、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 のマーカ M1 に対する位置情報、位置関係または姿勢情報を取得することができる。例えば、具体的には空間座標を含む位置情報またはマーカに対する俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 の回転角に関する情報である姿勢情報を取得することができる。

【0067】

図 4 は、平面 81 に投影されたマーカ M1 の一例を示している。位置算出部 141 は、まず、投影面形状計測センサ 122 を用いて取得された形状情報から、マーカ M1 が投影されている場所は平面であると認識する。位置算出部 141 は、マーカ M1 が同一平面上に投影されているのを前提として、マーカ M1 の正方形の点、線または白色領域における平面構造を検出する。検出結果と、参考マーカ情報とを照合させて、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 の位置を算出する。なお、この際にプロジェクタ 121 が配置される位置は既知である。これにより、位置算出部 141 は、どの方向からプロジェクタ 121 がマーカ M1 を投影しているかを把握しているため、上記照合により、プロジェクタ 121 の方向または位置に基づいて、位置の算出が可能である。

【0068】

位置の算出は、例えば、マーカ M1 を囲う輪郭線 L1、L2、L3 及び L4 を検出した後、それらの交点から正方形の 4 隅である M1a、M1b、M1c 及び M1d を抽出する。その後、各辺を俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 の投影方向に延長することで面を生成し、面の法線を算出する。ここで得られたマーカ M1 の白色領域の点、線、平面構造を含む面及び面の法線情報と、参考マーカ情報の白色領域の点、線、平面構造を含む面及び面の法線情報と、を照合して、それらの一致率により、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 がどこからマーカ M1 を撮像しているのかを推定し、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 の位置を算出する。

【0069】

図 5 は、円柱 82 に投影されたマーカ M1 の一例を示している。位置算出部 141 は、まず、投影面形状計測センサ 122 を用いて取得された形状情報から、マーカ M1 が投影されている場所は球面を有した円柱であると認識する。位置算出部 141 は、円柱 82 に投影されたマーカはどのような形状を有するのか等のマーカ M1 に生じる歪を事前推定する。位置算出部 141 は、このようにマーカ M1 が円柱に投影されているのを前提として、事前推定した歪を加味して、マーカ M1 の正方形の点、線または白色領域における平面構造を検出する。検出結果と、参考マーカ情報とを照合させて、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 の位置を算出する。

【0070】

位置の算出は、図 4 と同様に、例えば、マーカ M1 を囲う輪郭線を検出した後、それらの交点から正方形の 4 隅である M1a、M1b、M1c 及び M1d を抽出する。その後、各辺を俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 の投影方向に延長することで面を生成し、面の法線を算出する。ここで得られたマーカ M1 の白色領域の点、線、平面構造を含む面及び面の法線情報と参考マーカ情報の白色領域の点、線、平面構造を含む面及び面の法線

10

20

30

40

50

情報とを照合して、それらの一致率により、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 がどこからマーカ M1 を撮像しているのかを推定し、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 の位置を算出する。

【0071】

位置算出部 141 は、上述の位置算出結果に基づいて、更に可動部 11 の目標可動位置との位置関係を把握して、目標可動位置に対する手先カメラ 112 が配置される可動部 11 の先端の位置を算出する。目標可動位置に対する手先カメラ 112 が配置される可動部 11 の先端の位置の算出は、3次元情報統合部 145 により処理された情報を用いて位置算出部 141 が行う。

【0072】

((3次元情報統合部 145))

3次元情報統合部 145 は、俯瞰カメラ 101 及び手先カメラ 112 を用いて取得された第1の位置情報及び第2の位置情報に基づいて、俯瞰カメラ 101 を基準として指定された可動部先端の第1の目標可動位置を、手先カメラ 112 を基準とした可動部先端の第2の目標可動位置として変換する機能を有する。変換した情報は、位置算出部 141 に出力され、可動部の先端の位置の算出に用いられる。図6を参照して、3次元情報統合部 145 が行う処理の詳細を説明する。本実施形態においては、ロボット1が物体Hを把持する際の一例に関して説明を行っているため、目標可動位置を目標把持位置とも称する。

【0073】

図6では、ロボット1と把持対象物である物体Hとが存在する所定の空間の様子を示している。ロボット1の頭部10には、俯瞰カメラ101が設けられている。胴体部12には、可動部11が設けられ、物体Hを把持するエンドエフェクタ113が可動部11の先端に設けられている。エンドエフェクタ113の近傍には、手先カメラ112が設けられ、マーカM1を読み取る。プロジェクト121は、物体Hの近傍にマーカM1を投影している。図6上部には、俯瞰カメラ101の視覚範囲101v及び手先カメラ112の視覚範囲102vを示す。

【0074】

下記に示す数式(1)を用いて、3次元情報統合部145での空間座標の変換処理を説明する。式(1)は、座標系Xから見た座標系Yへの空間座標を表す同次変換行列である。また、式(1)は、座標系Xから見た座標系Yへの並進移動に関する3次元ベクトルP、回転移動に関する3×3の回転行列Rを示す。この行列が、例えば3次元情報統合部145における空間座標の変換に用いられてもよい。

【0075】

【数1】

$${}^X_YH = \left(\begin{array}{ccc|c} {}^X_YR & & & {}^X_Yp \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \dots (1)$$

【0076】

ロボット1が物体Hを把持する際には、ユーザまたはロボット1の自律機能により、俯瞰カメラ101を基準とした第1の目標把持位置が予め設定される。この設定により、俯瞰カメラ101の座標系C1から見た第1の目標把持位置の座標系Aの空間座標を表す同次変換行列である式(2)が決定する。

【0077】

次に、俯瞰カメラ101がマーカM1を読み取ることで、俯瞰カメラ101の位置を推定でき、この推定により俯瞰カメラ101を基準としたマーカM1の空間座標を推定できる。この推定により、さらに、俯瞰カメラ101の座標系C1から見たマーカM1の座標系Bの空間座標を表す同時変換行列である式(3)を推定できる。

【 0 0 7 8 】

この時、同時変換行列の逆変換を示す式（４）を用いて、マーカ M 1 の座標系 B から見た第 1 の目標把持位置 A の空間座標が、式（５）により求めることができる。

【 0 0 7 9 】

次に、可動部 1 1 に設けられた手先カメラ 1 1 2 がマーカ M 1 を読み取ることで、手先カメラ 1 1 2 の位置を推定でき、この推定により手先カメラ 1 1 2 を基準としたマーカ M 1 の空間座標を推定できる。この推定により、さらに、手先カメラ 1 1 2 の座標系 C 2 から見たマーカ M 1 の座標系 B の空間座標を表す同時変換行列である式（６）を推定できる。

【 0 0 8 0 】

式（６）と式（５）を用いることにより、手先カメラ C 2 から見た第 2 の目標把持位置の空間座標を示す同時変換行列は、式（７）により求めることができる。

10

【 0 0 8 1 】

【数 2】

$${}^{C1}_AH \cdots (2)$$

【 0 0 8 2 】

【数 3】

20

$${}^{C1}_BH \cdots (3)$$

【 0 0 8 3 】

【数 4】

$${}^{B}_{C1}H = {}^{C1}_BH^{-1} \cdots (4)$$

30

【 0 0 8 4 】

【数 5】

$${}^B_AH = {}^B_{C1}H {}^{C1}_AH \cdots (5)$$

【 0 0 8 5 】

【数 6】

40

$${}^{C2}_BH \cdots (6)$$

【 0 0 8 6 】

【数 7】

50

$${}^A_2H = {}^B_2H {}^B_AH \cdots (7)$$

【 0 0 8 7 】

3次元情報統合部145では、例えば、上述したような方法を用いて、俯瞰カメラ101を基準として指定された可動部11の先端の第1の目標可動位置を、手先カメラ112を基準とした可動部11の先端の第2の目標可動位置として変換してもよい。位置算出部141は、第2の目標可動位置に基づいて、目標可動位置に対する可動部11の先端の位置を算出する。

10

【 0 0 8 8 】

言い換えると、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112がマーカM1を撮像し、制御部14が撮像画像の解析処理を行う。この解析処理により、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112のそれぞれが、マーカM1との位置情報、位置関係または姿勢情報を取得する。俯瞰カメラ101及び手先カメラ112が同一のマーカM1を撮像しているため、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の相対的な位置関係を取得することができる。これにより、俯瞰カメラ101を基準とした第1の目標把持位置が手先カメラ112を基準とした第2の目標把持位置へ変換され、ロボット1では手先カメラ112から取得された位置情報を用いて、物体を把持することができる。これにより、制御部14の処理負荷を抑制することができる。また、関節111の機械的なガタツキ、撓みなどの要因が排除されるため、ロボット1では、可動部11の先端のエンドエフェクタ113を高精度に物体Hの位置に移動することが可能である。

20

【 0 0 8 9 】

((可動制御部147))

可動制御部147は、可動部11を制御する機能を有する。可動制御部147は、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112を用いて取得した位置情報に応じて算出された第2の目標可動位置と第2の位置情報とに基づいて、可動部11の位置を算出し、可動部11の位置を制御してもよい。さらには、俯瞰カメラ101が、手先カメラ112を視覚範囲内に捉えることにより、手先カメラ112の位置情報と第2の目標把持位置との情報に基づいて、可動部11の先端の位置を制御してもよい。俯瞰カメラ101は、例えば、撮像画像内に手先カメラ112、その周辺のエンドエフェクタ113または可動部11を収め、撮像してもよい。これにより、制御部14にて該撮像画像の画像解析等を行うことで、可動部11の位置をより正確に算出して、可動部11を目標把持位置へ制御してもよい。手先カメラ112の位置情報とは、手先カメラ112が設けられた可動部11がどの位置に存在するか等の空間座標または姿勢情報を含む情報でもよく、手先カメラ112の空間座標または姿勢情報を含む情報でもよい。

30

【 0 0 9 0 】

上述のように、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112がマーカM1を捉えることにより取得した第1及び第2の位置情報に基づいて、位置算出部141が可動部の位置を算出し、可動制御部147は、関節111に設けられたエンコーダの角度位置を参照しながら、アクチュエータ119を駆動することにより、可動部11の先端の位置を適宜制御することができる。更には、俯瞰カメラ101が手先カメラ112を捉えることにより、俯瞰カメラ101に対する手先カメラ112の位置が、関節111の機械的なガタツキ、撓みなどの要因を含んだ上で判明する。

40

【 0 0 9 1 】

従って、俯瞰カメラ101が手先カメラ112を視覚範囲内に捉えた場合は、俯瞰カメラ101に対する手先カメラ112の位置が判明し、可動部11のリンクの機械的な形状と関節111に設けられたエンコーダの角度位置に基づいて、可動部11の先端の位置を

50

制御することができる。これにより、移動中に機構的ながたつきにより目標位置への追従精度が低くなってしまうことを確実に回避できる。以上のように、俯瞰カメラ101、手先カメラ112、マーカM1、第1及び第2の目標把持位置の俯瞰カメラ101による位置関係が一度把握できれば、その後は、可動制御部147が、手先カメラ112及び第2の目標把持位置に基づいて俯瞰カメラ101を介さずに、目標位置への追従精度を向上させて可動部11を可動させることができる。また、関節111の機械的なガタツキ、撓みなどの要因が排除されるため、ロボット1は、制御部14の処理負荷を抑制して、可動部11の先端のエンドエフェクタ113を高精度に物体Hの位置に移動することが可能である。

【0092】

10

可動制御部147は、可動部11に設けられる手先カメラ112がマーカM1を継続して撮像できるように可動の制御を行ってもよい。例えば、プロジェクタ121とマーカM1との間に可動部11の一部が存在することにより、手先カメラ112が、マーカM1を撮像できない状態となった場合、プロジェクタ121とマーカM1の間とは外れた位置に可動部11を移動させてもよい。手先カメラ112がマーカM1の撮像を継続するほど、可動部11の先端の位置を正確に算出できるため、第2の目標把持位置に対して正確に可動部11を可動できる。

【0093】

(記憶部15)

20

記憶部15は、上述した制御部14が各機能を実行するためのプログラムやパラメータを格納する。例えば記憶部15には、投影マーカ制御部143が作成した参考マーカ情報、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112が取得した撮像画像等の各種情報、制御部14の処理に用いる各種閾値等が記憶されている。

【0094】

(通信部16)

通信部16は、ネットワーク(例えばインターネットや各種のLAN(Local Area Network)など)を介して各部との間で情報の送受信を行う。例えば、通信部16は、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112並びに投影面形状計測センサ122と制御部14とが遠隔して存在する場合に、各センサ101、112、122を用いて取得された情報を制御部14に送信する。

30

【0095】

以上までで、制御部14、記憶部15及び通信部16を説明した。なお、制御部14は、CPU等のプロセッサ、又はプロセッサとメモリ等の記憶素子が搭載された制御基板等であってもよく、DSPまたはHW(Hardware)回路であってもよい。さらに、制御部14は、上述したそれらの組合せであってもよい。また、制御部14は、PC(Personal Computer)等の汎用的な情報処理装置であってもよい。該制御部14のプロセッサが所定のプログラムに従って演算処理を実行することにより、各種の機能が実現され得る。

【0096】

<1.3. 処理の流れ>

40

以上、ロボット1の内部構成について説明した。次に、本実施形態に係る処理の流れについて、図7を参照して説明する。図7は、本実施形態に係る処理の流れの一例を示したフローチャートである。

【0097】

まず、ロボット1は、ロボット1に設けられる電源ボタン等が押されることにより動作を開始する(S100)。

【0098】

次に、ユーザは、所定の操作方法により、俯瞰カメラ101を基準とした物体H1の把持位置である「第1の目標把持位置」を設定する(S102)。

【0099】

50

ユーザが第1の目標把持位置を設定する際には、例えば俯瞰カメラ101の撮像画像をタッチして指定する等して、第1の目標把持位置を設定してもよい。また、ロボット1が自律機能により「第1の目標把持位置」を設定してもよい。

【0100】

次に、投影面形状計測センサ122が、マーカM1が投影される場所の投影面形状を計測する(S104)。制御部14は、投影面形状計測センサ122を用いて取得された投影面形状の形状情報を処理することにより、位置算出部141におけるマーカM1を介した、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の位置算出が可能となる。

【0101】

この際に、ロボット1の制御部14は、投影面形状計測センサ122を用いて取得された投影面の形状を記憶部15に記憶する。

10

【0102】

次に、制御部14の投影マーカ制御部143は、投影するマーカM1を作成する。作成されたマーカM1は、プロジェクタ121により投影される(S106)。

【0103】

次に、ロボット1は、該マーカM1を読み取ることができる位置に、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112を移動する(S108)。

【0104】

次に、制御部14にて、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の両方がマーカM1を認識したか否かを判定する(S110)。判定により、俯瞰カメラ及び手先カメラ101、112の両方がマーカM1を認識していない場合(S110/No)は、制御部14は、俯瞰カメラ及び手先カメラ101、112の両方がマーカM1を認識できる位置に、俯瞰カメラ及び手先カメラ101、112を再度移動させる。

20

【0105】

上記判定により、俯瞰カメラ及び手先カメラ101、112の両方がマーカM1を認識した場合(S110/Yes)には、ロボット1は次の処理に進行する。

【0106】

次に、位置算出部141は、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112から得られたマーカM1の撮像画像により取得された第1及び第2の位置情報と記憶部15に格納された投影面形状の形状情報と、参考マーカ情報とを照合し、俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の位置情報、位置関係または姿勢情報を把握する(S112)。位置情報は、空間内におけるマーカM1を基準とした俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の3次元の空間座標を含んでもよく、例えば、(x、y、z)座標にて示されてもよい。位置関係とは、例えば、マーカM1の位置を基準とした俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の位置を示してもよく、マーカM1の位置を基準として俯瞰カメラ101及び手先カメラ112が存在する位置までの距離または向きであってもよい。姿勢情報とは、3次元空間のX軸、Y軸、Z軸をそれぞれ軸としてどの程度回転しているかを示す回転角の情報(例えば、ロール角、ピッチ角、ヨー角)を含んでもよい。また姿勢情報は、回転行列またはクォータニオンで示されてもよい。

30

【0107】

次に、3次元情報統合部145は、位置算出部141にて算出されたマーカM1に対する俯瞰カメラ101及び手先カメラ112の位置情報、位置関係または姿勢情報に基づいて、俯瞰カメラ101の位置を基準とした第1の目標把持位置を、手先カメラ112を基準とした第2の目標把持位置に変換する。

40

【0108】

この変換処理を行うことにより、ロボット1は、俯瞰カメラ101の撮像画像に基づいた画像処理等を用いることなく、物体H1により近い手先カメラ112を用いて、可動部11を可動し、より正確に物体H1を把持できる。

【0109】

次に、ロボット1は、手先カメラ112を用いて取得された第2の位置情報と第2の目

50

標把持位置とに基づいて、可動部 11 の先端を制御する (S 116)。

【0110】

次に、制御部 14 では、可動部 11 の先端が第 2 の目標把持位置に到達したか否かの判定を行う (S 118)。判定により、可動部 11 の先端が第 2 の目標把持位置に到達していない場合 (S 118 / No) は再度、可動制御部 147 が可動部 11 を移動させる。

【0111】

上記判定により、可動部 11 が第 2 の目標把持位置に到達した場合 (S 118 / Yes) は、可動部 11 が物体 H 1 を把持して、ロボット 1 は動作を終了する (S 120)。

【0112】

<< 2 . 変形例 >>

本実施形態においては、ロボット 1 が物体 H 1 を把持する場合の可動部 11 の先端の位置算出技術に関して説明を行った。かかる例以外に関しても、本開示の技術は適用され得る。例えば、関節を有する可動部 11 の位置校正に適用できる。関節を有する可動部 11 が 6 自由度以下で可動を行う場合、エンコードにより各関節の位置及び開度等が決定する。よって、可動部 11 が可動する際の関節の空間座標が、想定される関節の空間座標と異なる場合に、それらの差を誤差として判別でき、可動部 11 の校正技術として適用できる。

【0113】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【0114】

また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

【0115】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

第 1 の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第 1 の位置情報と、

前記第 1 の視覚センサと相対的に移動する第 2 の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第 2 の位置情報に基づいて、

前記第 2 の視覚センサが配置される可動部の位置を算出する位置算出部、を備える情報処理装置。

(2)

前記位置算出部は、前記第 1 の位置情報、前記第 2 の位置情報に基づいて、前記可動部の位置を算出し、

前記第 2 の位置情報は、前記第 1 の視覚センサを用いて取得される第 2 の視覚センサの位置情報を含む、前記 (1) に記載の情報処理装置。

(3)

前記第 1 の位置情報は、前記マーカと前記第 1 の視覚センサとの第 1 の位置関係または第 1 の姿勢情報を含む、前記 (1) または (2) に記載の情報処理装置。

(4)

前記第 1 の位置関係とは、前記マーカと前記第 1 の視覚センサとの間の距離及び方向を表し、

前記第 1 の姿勢情報とは、前記マーカに対する前記第 1 の視覚センサの回転角の情報である、前記 (3) に記載の情報処理装置。

(5)

前記第 2 の位置情報は、前記マーカと前記第 2 の視覚センサとの第 2 の位置関係または

10

20

30

40

50

第 2 の姿勢情報を含む、前記 (1) ~ (4) のいずれか一項に記載の情報処理装置。

(6)

前記第 2 の位置関係とは、前記マーカと前記第 2 の視覚センサとの間の距離及び方向を表し、

前記第 2 の姿勢情報とは、前記マーカに対する前記第 2 の視覚センサの回転角の情報である、前記 (5) に記載の情報処理装置。

(7)

前記第 1 の視覚センサの位置を基準として指定された前記可動部の第 1 の目標可動位置を、前記第 2 の視覚センサの位置を基準とした前記可動部の第 2 の目標可動位置として変換する 3 次元情報統合部、を備える、前記 (1) ~ (6) のいずれか一項に記載の情報処理装置。

10

(8)

前記第 2 の目標可動位置と前記第 2 の位置情報とに基づいて、前記可動部の位置を算出し、

前記可動部の位置を制御する可動制御部を更に備える、前記 (7) に記載の情報処理装置。

(9)

投影するマーカを制御する投影マーカ制御部を備える、前記 (1) ~ (8) のいずれか一項に記載の情報処理装置。

(10)

前記投影マーカ制御部は、前記第 1 の視覚センサ及び前記第 2 の視覚センサの視覚範囲に応じて、前記マーカの投影場所を制御する、前記 (9) に記載の情報処理装置。

20

(11)

前記投影マーカ制御部は、前記マーカを作成する、前記 (9) または (10) に記載の情報処理装置。

(12)

前記位置算出部は、投影面形状に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される前記可動部の先端の位置を算出する、前記 (1) ~ (11) のいずれか一項に記載の情報処理装置。

(13)

前記マーカは可視光、赤外光及び紫外光を含む、前記 (1) ~ (12) のいずれか一項に記載の情報処理装置。

30

(14)

前記位置算出部は、物体を把持するエンドエフェクタが設けられる前記可動部の先端の位置を算出する、前記 (1) ~ (13) のいずれか一項に記載の情報処理装置。

(15)

第 1 の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第 1 の位置情報と、前記第 1 の視覚センサと相対的に移動する第 2 の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第 2 の位置情報に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される可動部の位置を算出する、情報処理方法。

40

(16)

第 1 の視覚センサが投影されたマーカを読み取ることにより取得された第 1 の位置情報と、前記第 1 の視覚センサと相対的に移動する第 2 の視覚センサが前記マーカを読み取ることにより取得された位置情報を含む第 2 の位置情報に基づいて、前記第 2 の視覚センサが配置される可動部の空間的な位置を算出する位置算出部と、

前記マーカを投影する投影部と、

前記第 2 の視覚センサが配置され、可動する前記可動部と、

を含む情報処理システム。

【符号の説明】

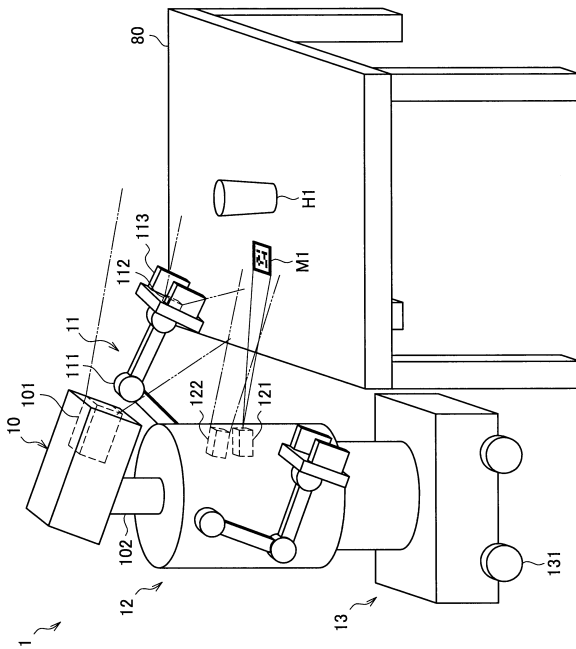
【 0 1 1 6 】

50

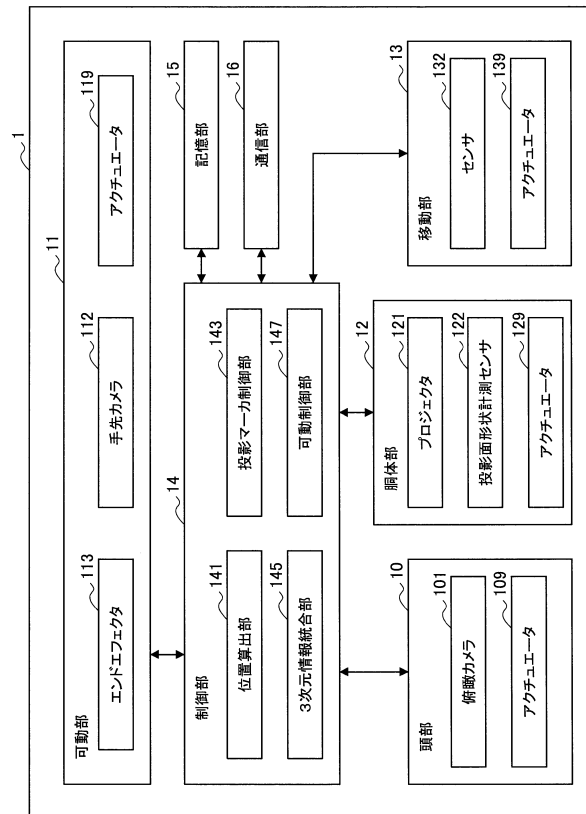
- | | |
|-------|------------|
| 1 0 | 頭部 |
| 1 1 | 可動部 |
| 1 2 | 胴体部 |
| 1 3 | 移動部 |
| 1 4 | 制御部 |
| 1 5 | 記憶部 |
| 1 6 | 通信部 |
| 1 0 1 | 俯瞰カメラ |
| 1 1 2 | 手先カメラ |
| 1 2 2 | 投影面形状計測センサ |

【図面】

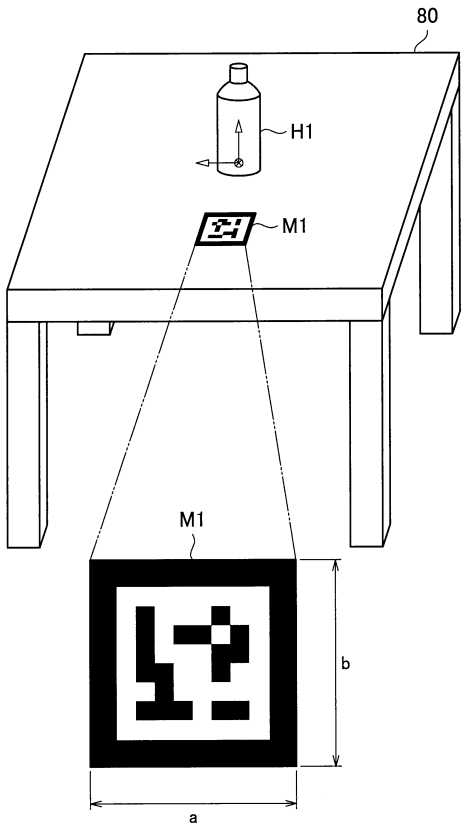
【 図 1 】



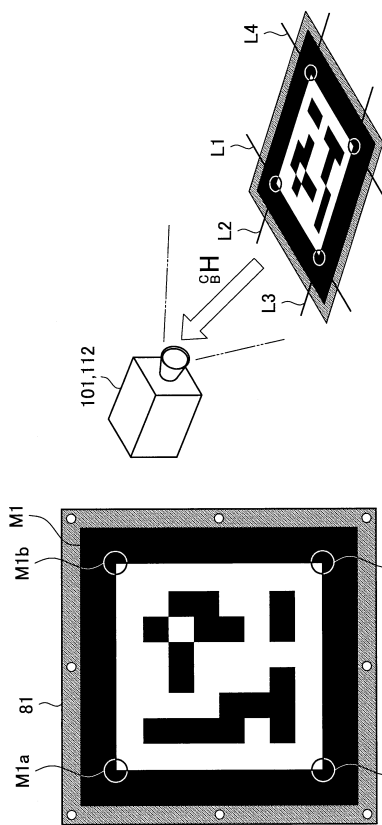
【 図 2 】



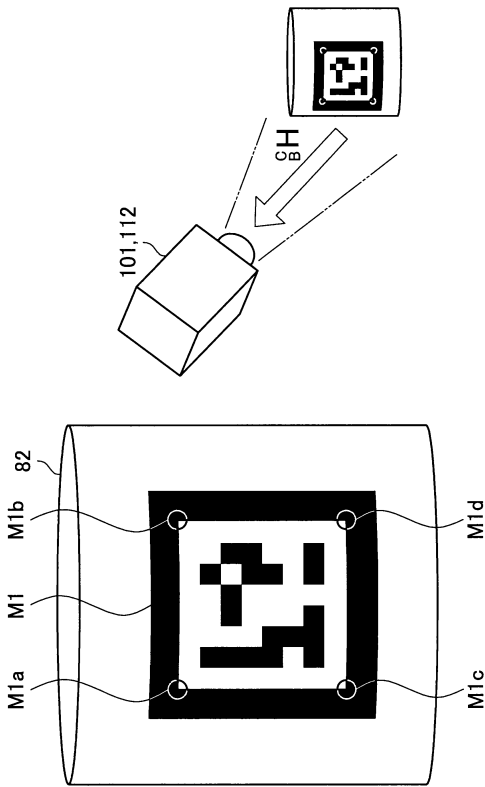
【図 3】



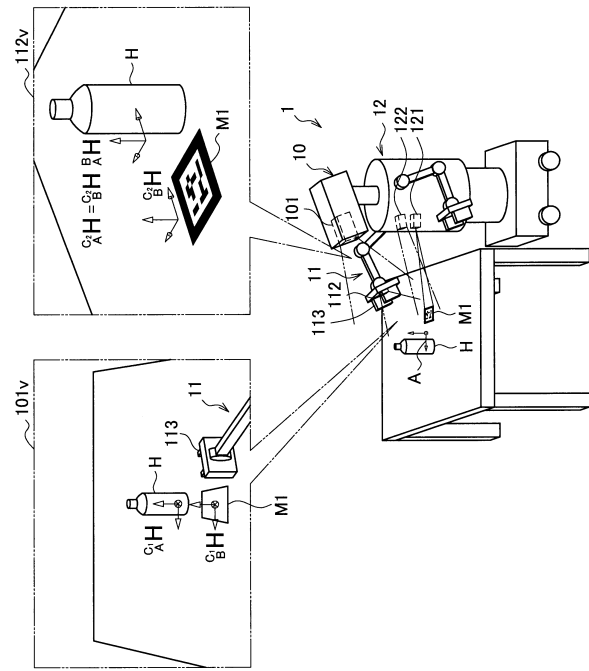
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

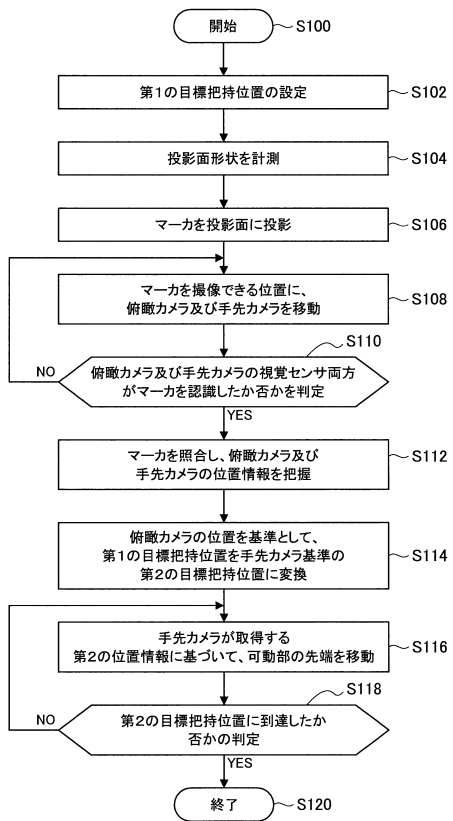
20

30

40

50

【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 1 2 7 7 1 9 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 2 4 4 4 8 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 7 6 3 0 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| B 2 5 J | 1 3 / 0 8 |
| B 2 5 J | 1 9 / 0 4 |
| G 0 1 B | 1 1 / 0 0 |
| G 0 1 B | 1 1 / 2 4 |
| G 0 6 T | 7 / 7 0 |