

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/005185 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 13/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/023349

(22) 国際出願日: 2024年6月27日(27.06.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2023-108145 2023年6月30日(30.06.2023) JP

(71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).

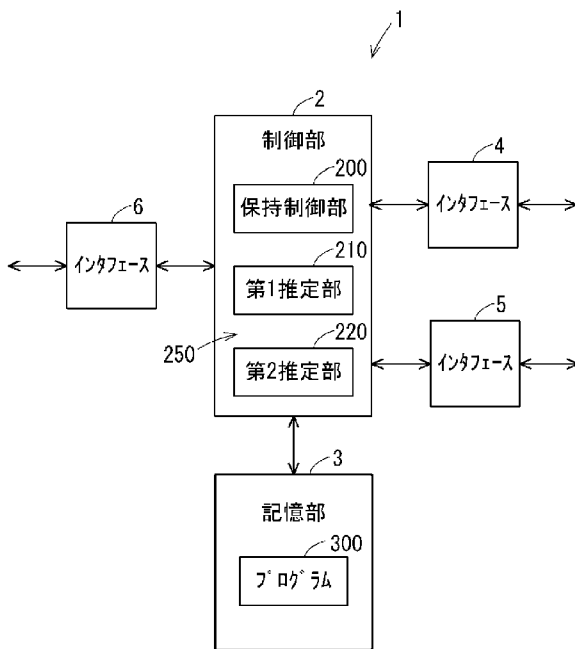
(72) 発明者: 阿南 尚宏 (ANAN Naohiro); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 山岸 友樹 (YAMAGISHI Yuki); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 大野 一樹 (ONO Kazuki); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 吉竹 英俊, 外 (YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪府中央区城見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) Title: PROCESSING DEVICE, ROBOT SYSTEM, END EFFECTOR, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 処理装置、ロボットシステム、エンドエフェクタ及びプログラム



2 Control unit
3 Storage unit
4, 5, 6 Interface
200 Retention control unit
210 First estimation unit
220 Second estimation unit
300 Program

(57) Abstract: This processing device comprises a control unit that detects, from a force detection signal output from a sensor device, an external force being exerted on an end effector. The control unit has an acquisition unit. The acquisition unit acquires an external force being exerted on the end effector on the basis of a plurality of first decomposition components of the gravity of the end effector itself that is exerted on the end effector in a first pose, which is a pose at the time of reference setting of the sensor device, a plurality of second decomposition components of the gravity of the end effector

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

itself that is exerted on the end effector in a second pose, which is a pose at the time of the exertion of the external force on the end effector, and a force detection signal at the time of the exertion of the external force on the end effector.

(57) 要約: 処理装置は、センサデバイスから出力される力検出信号から、エンドエフェクタに作用する外力を検出する制御部を備える。制御部は取得部を有する。取得部は、センサデバイスの基準設定時の姿勢である第1姿勢のエンドエフェクタに作用するエンドエフェクタ自体の重力の複数の第1分解成分と、エンドエフェクタの外力の作用時の姿勢である第2姿勢のエンドエフェクタに作用するエンドエフェクタ自体の重力の複数の第2分解成分と、エンドエフェクタの外力の作用時の力検出信号とに基づいて、エンドエフェクタに作用する外力を取得する。

明 細 書

発明の名称：

処理装置、ロボットシステム、エンドエフェクタ及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、センサデバイスを使用する技術に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、ロボットに関する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平7-205075号公報

発明の概要

[0004] 処理装置、ロボットシステム、エンドエフェクタ及びプログラムが開示される。一の実施の形態では、処理装置は、センサデバイスから出力される力検出信号から、エンドエフェクタに作用する外力を検出する制御部を備える。制御部は取得部を有する。取得部は、センサデバイスの基準設定時の姿勢である第1姿勢のエンドエフェクタに作用するエンドエフェクタ自体の重力の複数の第1分解成分と、エンドエフェクタの外力の作用時の姿勢である第2姿勢のエンドエフェクタに作用するエンドエフェクタ自体の重力の複数の第2分解成分と、エンドエフェクタの外力の作用時の力検出信号とに基づいて、エンドエフェクタに作用する外力を取得する。

[0005] また、一の実施の形態では、ロボットシステムは、上記の処理装置と、処理装置が取得した外力に基づいて制御されるエンドエフェクタを有するロボットとを備える。

[0006] また、一の実施の形態では、エンドエフェクタは、上記の処理装置が取得した外力に基づいて制御されるエンドエフェクタである。

[0007] また、一の実施の形態では、プログラムは、コンピュータ装置を上記の処理装置として機能させるためのプログラムである。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]処理装置の一例を説明するための概略図である。
- [図2]ロボットシステムの構成の一例を示す概略図である。
- [図3]処理装置の構成の一例を示す概略図である。
- [図4]処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。
- [図5]制御システムの動作の一例を示すフローチャートである。
- [図6]処理装置の動作の一例を説明するための概略図である。
- [図7]処理装置の構成の一例を示す概略図である。
- [図8]エンドエフェクタ（保持機構）の保持姿勢の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

- [0009] 図1は処理装置1の一例を説明するための概略図である。処理装置1には、例えば、姿勢が変化するエンドエフェクタ12に作用する力を検出するセンサデバイス20が出力する力検出信号21が入力される。センサデバイス20はエンドエフェクタ12に固定され、エンドエフェクタ12の姿勢の変化に応じて力覚センサ20の姿勢が変化する。センサデバイス20は、エンドエフェクタ12の外側からエンドエフェクタ12に作用する力を検出することが可能である。具体的には、センサデバイス20は、エンドエフェクタ12に作用する、重力を含む外力を検出することが可能である。言い換えれば、センサデバイス20は、エンドエフェクタ12に作用する重力と、エンドエフェクタ12に作用する、重力以外の外力とを検出することが可能である。センサデバイス20は、検出結果を示す力検出信号21を出力する。処理装置1は、力検出信号21から、当該力検出信号21に含まれる、エンドエフェクタ12に作用する重力の影響を除去して、エンドエフェクタ12に作用する、重力を除く外力を取得（言い換えれば推定または演算）することが可能である。

- [0010] 以後、ある物体に作用する力といえば、当該ある物体に作用する、重力を含む外力を意味する。また、ある物体に作用する外力といえば、当該ある物体に作用する、重力を除く外力を意味する。ある物体に作用する外力は、当

該ある物体に外側から作用する、重力を除く力といえる。

[0011] エンドエフェクタ 12 は、例えば、対象物（保持対象物ともいう）を保持することが可能な保持機構であってもよい。この場合、センサデバイス 20 は、保持機構に作用する力を検出することが可能である。また、エンドエフェクタ 12 は、保持機構以外であってもよい。例えば、エンドエフェクタ 12 は、工作機械の先端の加工部材であってもよい。また、エンドエフェクタ 12 は、例えば、ねじを締める部材であったり、塗装作業を行う部材であったり、溶接作業を行う部材であったり、または切断作業を行う部材であってもよい。対象物は、例えば、電子デバイスまたはねじなどの工業製品であってもよいし、野菜またはパンなどの食品であってもよいし、おむつ、歯ブラシまたはコップなどの生活雑貨であってもよい。

[0012] 以下では、エンドエフェクタ 12 が、ロボット 10 のエンドエフェクタである場合を例に挙げて処理装置 1 の一例について説明する。図 2 は、処理装置 1 及びロボット 10 を備えるロボットシステム 100 の構成の一例を示す概略図である。

[0013] 図 2 に示されるように、ロボットシステム 100 は、例えば、ロボット 10 と、ロボット 10 を制御する制御システム 50 とを備える。制御システム 50 は、例えば、制御装置あるいはコントローラともいえる。

[0014] <ロボットの構成例>

ロボット 10 は、例えば、アーム型ロボットである。ロボット 10 は、例えば、アーム 11 と、エンドエフェクタ 12 としての保持機構と、センサデバイス 20 とを備える。エンドエフェクタ 12 は、対象物 80 を保持する保持機構である。エンドエフェクタ 12 はアーム 11 に接続されている。エンドエフェクタ 12 は、例えば、複数の指部を有しており、当該複数の指部で対象物 80 を把持することができる。エンドエフェクタ 12 は、例えば、複数の指部を駆動するモータを備える。複数の指部は、モータで駆動されることによって、対象物 80 を把持することができる。なお、エンドエフェクタ 12 は対象物 80 を吸引して保持してもよい。

- [0015] アーム 11 は、例えば、少なくとも一つの関節を備えている。アーム 11 は、例えば、少なくとも一つの関節を回転させるモータを備える。アーム 11 は、その姿勢を変化させることができる。アーム 11 の姿勢の変化に応じてエンドエフェクタ 12 の姿勢が変化する。
- [0016] ロボット 10 は、例えば、対象物 80 を保持して移動する作業を行う。ロボット 10 は、例えば、エンドエフェクタ 12 で対象物 80 を保持した状態でアーム 11 の姿勢を変化させることで、対象物 80 を移動することができる。ロボット 10 は、例えば、作業台 90 に載置された対象物 80 をエンドエフェクタ 12 で保持する。次に、ロボット 10 は、アーム 11 を動かして、保持した対象物 80 を作業台 90 から作業台 91 に移動する。そして、ロボット 10 は、エンドエフェクタ 12 に対象物 80 の保持を解除させて、対象物 80 を作業台 91 に載置する。このような作業はピックアンドプレイスと呼ばれることがある。
- [0017] ロボット 10 が行う作業は上記の例に限られない。例えば、ロボット 10 は、バラ積みされた複数の対象物 80 から一つずつ対象物 80 を保持して移動してもよい。また、ロボット 10 は、作業台 90 上の対象物 80 を保持して裏返した後に、作業台 90 に再度置いてもよい。
- [0018] センサデバイス 20 は、エンドエフェクタ 12 に作用する力（作用力ともいう）を検出することが可能である。センサデバイス 20 は、作用力を繰り返し検出し、作用力の検出結果を示す力検出信号 21 を繰り返し出力する。センサデバイス 20 は、例えば力覚センサ 20 である。力覚センサ 20 が検出する作用力には、力覚センサ 20 が検出する、エンドエフェクタ 12 に作用する重力（作用重力ともいう）と、力覚センサ 20 が検出する、エンドエフェクタ 12 に作用する外力（作用外力ともいう）とが含まれる。力覚センサ 20 は、例えば、電気抵抗式であってもよいし、静電容量式であってもよいし、圧電式であってもよいし、光学式であってもよい。
- [0019] 力覚センサ 20 は、例えば、アーム 11 とエンドエフェクタ 12 との間に位置し、エンドエフェクタ 12 に固定されている。力覚センサ 20 とエンド

エフェクタ 1 2 との間の相対的な姿勢関係は一定である。力覚センサ 2 0 は、例えば、エンドエフェクタ 1 2 が地面等のある面の上に置かれておらず空中に存在するとき、エンドエフェクタ 1 2 に作用する重力を検出することができる。エンドエフェクタ 1 2 の姿勢の変化に応じて力覚センサ 2 0 の姿勢が変化する。アーム 1 1 の姿勢の変化に応じてエンドエフェクタ 1 2 の姿勢が変化的ることから、アーム 1 1 の姿勢の変化に応じて力覚センサ 2 0 の姿勢が変化する。

[0020] 力覚センサ 2 0 には、例えば、 x y z 直交座標系が設定されている。以後、力覚センサ 2 0 に設定されている x y z 直交座標系をセンサ座標系と呼ぶ。また、センサ座標系の x 軸方向、 y 軸方向及び z 軸方向を、それぞれ、 x 方向、 y 方向及び z 方向と呼ぶ。

[0021] 力覚センサ 2 0 の姿勢の変化に応じてセンサ座標系の姿勢が変化する。エンドエフェクタ 1 2 の姿勢の変化に応じて力覚センサ 2 0 の姿勢が変化的ことから、エンドエフェクタ 1 2 の姿勢の変化に応じてセンサ座標系の姿勢が変化する。また、アーム 1 1 の姿勢の変化に応じて力覚センサ 2 0 の姿勢が変化的ことから、アーム 1 1 の姿勢の変化に応じてセンサ座標系の姿勢が変化する。

[0022] 力覚センサ 2 0 は、例えば、作用力の x 方向の成分（作用力 x 成分ともいう）と、作用力の y 方向の成分（作用力 y 成分ともいう）と、作用力の z 方向の成分（作用力 z 成分ともいう）とを検出することができる。以後、力覚センサ 2 0 が検出した作用力 x 成分を検出作用力 x 成分と呼ぶ。また、力覚センサ 2 0 が検出した作用力 y 成分を検出作用力 y 成分と呼ぶ。また、力覚センサ 2 0 が検出した作用力 z 成分を検出作用力 z 成分と呼ぶ。力覚センサ 2 0 から出力される力検出信号 2 1 は、検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分を示す。

[0023] 力覚センサ 2 0 は、例えば、作用重力の x 方向の成分（作用重力 x 成分ともいう）と、作用重力の y 方向の成分（作用重力 y 成分ともいう）と、作用重力の z 方向の成分（作用重力 z 成分ともいう）とを検出することができる。

。以後、力覚センサ 20 が検出した作用重力 x 成分を検出作用重力 x 成分と呼ぶ。また、力覚センサ 20 が検出した作用重力 y 成分を検出作用重力 y 成分と呼ぶ。また、力覚センサ 20 が検出した作用重力 z 成分を検出作用重力 z 成分と呼ぶ。

[0024] 力覚センサ 20 は、例えば、作用外力の x 方向の成分（作用外力 x 成分ともいう）と、作用外力の y 方向の成分（作用外力 y 成分ともいう）と、作用外力の z 方向の成分（作用外力 z 成分ともいう）とを検出することができる。以後、力覚センサ 20 が検出した作用外力 x 成分を検出作用外力 x 成分と呼ぶ。また、力覚センサ 20 が検出した作用外力 y 成分を検出作用外力 y 成分と呼ぶ。また、力覚センサ 20 が検出した作用外力 z 成分を検出作用外力 z 成分と呼ぶ。

[0025] 検出作用力 x 成分には、検出作用重力 x 成分及び検出作用外力 x 成分が含まれる。力覚センサ 20 が作用重力の x 方向の成分を検出しない場合には、検出作用重力は零となる。また、力覚センサ 20 が作用外力の x 方向の成分を検出しない場合には、検出作用外力は零となる。検出作用力 y 成分には、検出作用重力 y 成分及び検出作用外力 y 成分が含まれ、検出作用力 z 成分には、検出作用重力 z 成分及び検出作用外力 z 成分が含まれる。

[0026] 本例では、力検出信号 21 の基準点を調整する基準設定が行われる。例えば、力覚センサ 20 が、処理装置 1 からの実行指示に応じて基準設定を行う。基準設定は、力検出信号 21 の基準点を設定する基準点設定とも呼ばれる。基準設定は、例えば、オフセットとも呼ばれる。基準設定では、例えば、検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分の基準点が調整（言い換えれば設定）される。基準設定後の力検出信号 21 は、基準設定後の検出作用力 x 成分と、基準設定後の検出作用力 y 成分と、基準設定後の検出作用力 z 成分とを示す。基準点は例えばゼロ点とも呼ばれ、基準設定は例えばゼロ点設定またはゼロ点調整とも呼ばれる。

[0027] 基準設定では、それが実行されるときに検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分が基準点に設定される。ここで、基準点に設定さ

れる検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分、つまり、基準設定が実行されときの検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分を、それぞれ、 x 成分調整値、 y 成分調整値及び z 成分調整値とする。

[0028] 検出作用力 x 成分から x 成分調整値が差し引かれて得られる値が基準設定後の検出作用力 x 成分となる。また、検出作用力 y 成分から y 成分調整値が差し引かれて得られる値が基準設定後の検出作用力 y 成分となる。また、検出作用力 z 成分から z 成分調整値が差し引かれて得られる値が基準設定後の検出作用力 z 成分となる。以後、頭に「基準設定後の」という記載がない検出作用力 x 成分は、基準設定後の検出作用力 x 成分ではなく、基準設定が行われない場合の元々の検出作用力 x 成分を意味する。検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分についても同様である。

[0029] 基準設定後の検出作用力 x 成分は、検出作用力 x 成分（つまり、基準設定が行われない場合の元々の検出作用力 x 成分）についての基準設定時からの変化量を示す。基準設定後の検出作用力 x 成分には、検出作用重力 x 成分についての基準設定時からの変化量が含まれる。

[0030] 基準設定後の検出作用力 y 成分は、検出作用力 y 成分についての基準設定時からの変化量を示す。基準設定後の検出作用力 y 成分には、検出作用重力 y 成分についての基準設定実行時からの変化量が含まれる。

[0031] 基準設定後の検出作用力 z 成分は、検出作用力 z 成分についての基準設定時からの変化量を示す。基準設定後の検出作用力 z 成分には、検出作用重力 z 成分についての基準設定実行時からの変化量が含まれる。

[0032] 基準設定後に再度基準設定が行われる場合には、再度の基準設定の実行時の検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分が、あらたな基準点に設定される。つまり、再度の基準設定の実行時の検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分が、それぞれ、 x 成分調整値、 y 成分調整値及び z 成分調整値とされて、検出作用力 x 成分、作用力 y 成分及び作用力 z 成分から x 成分調整値、 y 成分調整値及び z 成分調整値がそれぞれ

れ差し引かれる。

[0033] 力検出信号 21 の基準設定が行われることによって、検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分に含まれるオフセットが除去される。また、基準設定が繰り返し行われることによって、検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分に表れる温度ドリフトを小さくすることができる。

[0034] <制御システムの構成例>

ロボット 10 を制御する制御システム 50 は、例えば、メインコントローラ 60 と、処理装置 1 とを備える。処理装置 1 は、例えば、エンドエフェクタ 12 を制御するコントローラ 1 として機能する。

[0035] メインコントローラ 60 は、例えば、ロボット 10 全体の動作を管理する制御装置である。メインコントローラ 60 は、例えばロボットコントローラとも呼ばれる。メインコントローラ 60 は、アーム 11 を制御することが可能である。また、メインコントローラ 60 は、処理装置 1 を通じてエンドエフェクタ 12 を制御することができる。メインコントローラ 60 は処理装置ともいえる。

[0036] 処理装置 1 は、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持を制御することができる。処理装置 1 は、エンドエフェクタ 12 に対象物 80 を保持させたり、対象物 80 の保持を解除させたりすることができる。また、処理装置 1 は、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持力を制御することができる。本例では、エンドエフェクタ 12 は対象物 80 を把持することから、処理装置 1 は、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の把持力を制御することができるともいえる。処理装置 1 は、エンドエフェクタ 12 が有する、対象物 80 を保持する複数の指部の間隔を調整することによって、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持力を調整することができる。

[0037] <処理装置の構成例>

図 3 は処理装置 1 の構成の一例を示す概略図である。処理装置 1 は、例えばコンピュータ装置である。処理装置 1 は、図 3 に示されるように、例えば

、制御部 2 と、記憶部 3 と、インタフェース 4 と、インタフェース 5 と、インタフェース 6 とを備える。処理装置 1 は、例えば処理回路ともいえる。

[0038] インタフェース 6 は、メインコントローラ 60 と通信することが可能である。インタフェース 6 は、メインコントローラ 60 と有線通信を行ってもよいし、無線通信を行ってもよい。インタフェース 6 は、例えば、インタフェース回路、通信部または通信回路ともいえる。メインコントローラ 60 が処理装置 1 に対して行う指示及び通知等は、インタフェース 6 を通じて制御部 2 に入力される。また、制御部 2 は、メインコントローラ 60 に対して、インタフェース 6 を通じて通知等を行うことができる。

[0039] インタフェース 4 は、力覚センサ 20 と通信することが可能である。インタフェース 4 は、力覚センサ 20 と有線通信を行ってもよいし、無線通信を行ってもよい。インタフェース 4 は、例えば、インタフェース回路、通信部または通信回路ともいえる。インタフェース 4 が力覚センサ 20 から受信する力検出信号 21 は制御部 2 に入力される。

[0040] インタフェース 5 は、制御部 2 からの指示に応じて、エンドエフェクタ 12 を駆動することが可能である。インタフェース 5 は、例えば、インタフェース回路または駆動回路ともいえる。インタフェース 5 は、例えば、エンドエフェクタ 12 が備えるモータを駆動することができる。

[0041] 制御部 2 は、処理装置 1 の他の構成要素を制御することによって、処理装置 1 の動作を統括的に管理することが可能である。制御部 2 は、例えば制御回路ともいえる。制御部 2 は、以下にさらに詳細に述べられるように、種々の機能を実行するための制御及び処理能力を提供するために、少なくとも 1 つのプロセッサを含む。

[0042] 種々の実施形態によれば、少なくとも 1 つのプロセッサは、単一の集積回路（IC）として、又は複数の通信可能に接続された集積回路 IC 及び／又はディスクリート回路（discrete circuits）として実行されてもよい。少なくとも 1 つのプロセッサは、種々の既知の技術に従って実行されることが可能である。

- [0043] 1つの実施形態において、プロセッサは、例えば、関連するメモリに記憶された指示を実行することによって1以上のデータ計算手続又は処理を実行するように構成された1以上の回路又はユニットを含む。他の実施形態において、プロセッサは、1以上のデータ計算手続又は処理を実行するように構成されたファームウェア（例えば、ディスクリトリックコンポーネント）であってもよい。
- [0044] 種々の実施形態によれば、プロセッサは、1以上のプロセッサ、コントローラ、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、特定用途向け集積回路（ASIC）、デジタル信号処理装置、プログラマブルロジックデバイス、フィールドプログラマブルゲートアレイ、又はこれらのデバイス若しくは構成の任意の組み合わせ、又は他の既知のデバイス及び構成の組み合わせを含み、以下に説明される機能を実行してもよい。
- [0045] 制御部2は、例えば、プロセッサとしてのCPU（Central Processing Unit）を備えてもよい。記憶部3は、ROM（Read Only Memory）及びRAM（Random Access Memory）などの、制御部2のCPUが読み取り可能な非一時的な記録媒体を含んでもよい。記憶部3には、例えば、処理装置1を制御するためのプログラム300が記憶されている。制御部2の各種機能は、例えば、制御部2のCPUが記憶部3内のプログラム300を実行することによって実現される。
- [0046] 制御部2の構成は上記の例に限られない。例えば、制御部2は、複数のCPUを備えてもよい。また制御部2は、少なくとも一つのDSP（Digital Signal Processor）を備えてもよい。また、制御部2のすべての機能または制御部2の一部の機能は、その機能の実現にソフトウェアが不要なハードウェア回路によって実現されてもよい。また、記憶部3は、ROM及びRAM以外の、コンピュータが読み取り可能な非一時的な記録媒体を備えてもよい。記憶部3は、例えば、小型のハードディスクドライブ及びSSD（Solid State Drive）などを備えてもよい。
- [0047] なお、メインコントローラ60は、処理装置1と同様の構成を備えてもよ

い。例えば、メインコントローラ 60 は、制御部 2 と同様の制御部と、記憶部 3 と同様の記憶部と、処理装置 1 と通信するインタフェースと、アーム 11 を駆動するインタフェースとを備えてもよい。

[0048] <作用外力の推定処理の一例>

制御部 2 は、力検出信号 21 に基づいて作用外力を推定する外力推定処理を実行する。外力推定処理は、力検出信号 21 から、エンドエフェクタ 12 に作用する外力が検出される処理であるともいえる。制御部 2 は、力検出信号 21 から作用外力を検出することが可能である。制御部 2 は、外力推定処理で推定した作用外力に基づいて、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持力を制御する。

[0049] 制御部 2 の CPU が記憶部 3 内のプログラム 300 を実行することによって、制御部 2 には、例えば、保持制御部 200 及び取得部 250 が機能ブロックとして形成される。保持制御部 200 は、インタフェース 5 を通じて、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持を制御する。取得部 250 は、インタフェース 4 が受け取る力検出信号 21 から作用外力を推定（言い換えれば検出）する。

[0050] 取得部 250 は、例えば、第 1 推定部 210 及び第 2 推定部 220 を有する。第 1 推定部 210 は、例えば、基準設定時に力覚センサ 20 が検出する作用重力の検出結果を推定（言い換えれば演算）する。第 2 推定部 220 は、基準設定後の力検出信号 21 及び第 1 推定部 210 での推定結果等に基づいて作用外力を推定（言い換えれば演算）する。

[0051] なお、保持制御部 200 のすべての機能または保持制御部 200 の一部の機能は、その機能の実現にソフトウェアが不要なハードウェア回路によって実現されてもよい。取得部 250、第 1 推定部 210 及び第 2 推定部 220 についても同様である。

[0052] 図 4 は制御部 2 の動作の一例を示すフローチャートである。図 4 に示されるように、ステップ s1 の校正処理が実行された後に、ステップ s2 の外力推定処理が実行される。校正処理は、作用外力を推定するための準備処理で

あるともいえる。

[0053] 校正処理では、ステップs 11において、制御部2は、インタフェース4を通じて、力覚センサ20に対して、基準設定の実行指示を行う。制御部2は、エンドエフェクタ12に外力が作用していないときに、基準設定の実行指示を力覚センサ20に行う。これにより、基準設定は、エンドエフェクタ12に外力が作用していないときに実行される。制御部2からの実行指示を受けた力覚センサ20は基準設定を行う。力覚センサ20は、基準設定を行うと、基準設定後の力検出信号21を出力する。以後、基準設定が行われるときのエンドエフェクタ12の姿勢を、言い換えれば、基準設定の実行指示が制御部2から力覚センサ20に行われるときのエンドエフェクタ12の姿勢を、基準設定時姿勢又は第1姿勢と呼ぶ。基準設定時姿勢は、特定の姿勢に限定されず、どのような姿勢であってもよい。

[0054] ステップs 11の後、ステップs 12において、第1推定部210は、基準設定時に力覚センサ20が検出する作用重力成分の第1検出結果を推定する。言い換えれば、第1推定部210は、外力が作用していないエンドエフェクタ12が基準設定時姿勢のときに力覚センサ20が検出する作用重力の第1検出結果を推定する。第1検出結果には、検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分が含まれる。第1推定部210は、基準設定時の検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第1予測値を求めることで、第1検出結果を推定する。

[0055] 第1推定部210は、エンドエフェクタ12の基準設定時姿勢と、エンドエフェクタ12の重量と、重力加速度とに基づいて、第1検出結果を推定する。つまり、第1推定部210は、基準設定時姿勢と、エンドエフェクタ12の重量と、重力加速度とに基づいて、検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第1予測値を求める。

[0056] ここで、基準設定時のセンサ座標系の x 方向、 y 方向及び z 方向を、それぞれ、基準設定時 x 方向、基準設定時 y 方向及び基準設定時 z 方向と呼ぶ。第1推定部210は、エンドエフェクタ12の重量と重力加速度とに基づい

て、エンドエフェクタ 12 に作用する重力の基準設定時 x 方向の成分を求めて、求めた値を、検出作用重力 x 成分の予測値とする。また、第 1 推定部 210 は、エンドエフェクタ 12 の重量と重力加速度とに基づいて、エンドエフェクタ 12 に作用する重力の基準設定時 y 方向の成分を求めて、求めた値を、検出作用重力 y 成分の予測値とする。そして、第 1 推定部 210 は、エンドエフェクタ 12 の重量と重力加速度とに基づいて、エンドエフェクタ 12 に作用する重力の基準設定時 z 方向の成分を求めて、求めた値を、検出作用重力 z 成分の予測値とする。

[0057] 第 1 推定部 210 が求める検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第 1 予測値は、基準設定時姿勢（言い換えれば第 1 姿勢）のエンドエフェクタ 12 に作用するエンドエフェクタ 12 自体の重力の複数の第 1 分解成分であるといえる。

[0058] エンドエフェクタ 12 の重量及び重力加速度に関する情報は記憶部 3 に予め記憶されている。第 1 推定部 210 は、エンドエフェクタ 12 の基準設定時姿勢を認識することができる。例えば、エンドエフェクタ 12 の姿勢を検出する加速度センサがエンドエフェクタ 12 に設けられている場合を考える。この場合、第 1 推定部 210 は、例えば、ステップ s12 において、加速度センサからその検出結果を取得し、取得した当該検出結果に基づいてエンドエフェクタ 12 の現在の姿勢を特定する。そして、第 1 推定部 210 は、特定した姿勢を基準設定時姿勢として使用する。

[0059] また、第 1 推定部 210 は、アーム 11 の姿勢を制御するメインコントローラ 60 から、エンドエフェクタ 12 の現在の姿勢が通知されてもよい。この場合、例えば、メインコントローラ 60 は、エンドエフェクタ 12 の現在の姿勢を繰り返し特定し、特定した現在の姿勢を処理装置 1 に繰り返し通知する。アーム 11 を制御するメインコントローラ 60 は、例えば、アーム 11 の現在の姿勢に基づいてエンドエフェクタ 12 の現在の姿勢を特定することができる。第 1 推定部 210 は、ステップ s12 においてメインコントローラ 60 が処理装置 1 に通知する、エンドエフェクタ 12 の現在の姿勢を、

基準設定時姿勢として使用する。

- [0060] ステップs 1 2 が実行されて校正処理が終了すると、外力推定処理が実行される。外力推定処理は、校正処理の実行後すぐに実行されてもよいし、校正処理の実行後、しばらく経過した後に実行されてもよい。また、外力推定処理は、校正処理の後、複数回実行されてもよい。
- [0061] 外力推定処理では、まずステップs 2 1 において、第2 推定部2 2 0 が、力覚センサ2 0 が出力する基準設定後の力検出信号2 1 を取得する。また、ステップs 2 1 において、第2 推定部2 2 0 は、力覚センサ2 0 が現在検出する作用重力の第2 検出結果を推定する。ここで、外力推定処理が実行されるときのエンドエフェクタ1 2 の姿勢を外力推定時姿勢又は第2 姿勢と呼ぶ。外力推定時姿勢は、基準設定後のエンドエフェクタ1 2 の姿勢である。
- [0062] ステップs 2 1 において、第2 推定部2 2 0 は、エンドエフェクタ1 2 が外力推定時姿勢のときに力覚センサ2 0 が検出する作用重力の第2 検出結果を推定するともいえる。また、第2 推定部2 2 0 は、外力推定処理の実行時（外力推定時ともいう）に力覚センサ2 0 が検出する作用重力の第2 検出結果を推定するともいえる。また、第2 推定部2 2 0 は、作用外力の推定時に力覚センサ2 0 が検出する作用重力の第2 検出結果を推定するともいえる。
- [0063] 外力推定時姿勢は、特定の姿勢に限定されず、どのような姿勢であってもよい。外力推定時姿勢は、基準設定時姿勢と同じであってもよいし、基準設定時姿勢と異なってもよい。
- [0064] 第2 検出結果には、検出作用重力x 成分、検出作用重力y 成分及び検出作用重力z 成分が含まれる。第2 推定部2 2 0 は、力覚センサ2 0 での現在の検出作用重力x 成分、検出作用重力y 成分及び検出作用重力z 成分の第2 予測値を求めることによって、力覚センサ2 0 での現在の第2 検出結果を推定する。つまり、第2 推定部2 2 0 は、外力推定時の検出作用重力x 成分、検出作用重力y 成分及び検出作用重力z 成分の第2 予測値を求めることによって、外力推定時の第2 検出結果を推定する。
- [0065] 第2 推定部2 2 0 は、エンドエフェクタ1 2 の外力推定時姿勢と、エンド

エフェクタ 12 の重量と、重力加速度とに基づいて、外力推定時の第 2 検出結果を推定する。つまり、第 2 推定部 220 は、エンドエフェクタ 12 の外力推定時姿勢と、エンドエフェクタ 12 の重量と、重力加速度とに基づいて、外力推定時の検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第 2 予測値を求める。ステップ $s21$ において、第 2 推定部 220 は、エンドエフェクタ 12 に設けられた加速度センサの検出結果に基づいて、エンドエフェクタ 12 の現在の姿勢を特定し、特定した姿勢を外力推定時姿勢として使用してもよい。また、第 2 推定部 220 は、ステップ $s21$ において、メインコントローラ 60 から通知される、エンドエフェクタ 12 の現在の姿勢を外力推定時姿勢としてもよい。検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第 2 予測値の求め方は、ステップ $s12$ での検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第 1 予測値の求め方と同様である。

[0066] 第 2 推定部 220 が求める検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第 2 予測値は、外力推定時姿勢（言い換えれば第 2 姿勢）のエンドエフェクタ 12 に作用するエンドエフェクタ 12 自体の重力の複数の第 2 分解成分であるといえる。

[0067] ステップ $s21$ の後、ステップ $s22$ において、第 2 推定部 220 は、エンドエフェクタ 12 に現在作用する作用外力を推定する。言い換えれば、第 2 推定部 220 は、外力推定時姿勢のエンドエフェクタ 12 に作用する作用外力を推定する。さらに言い換えれば、第 2 推定部 220 は、外力推定時にエンドエフェクタ 12 に作用する作用外力を推定する。第 2 推定部 220 は、ステップ $s21$ で取得した力検出信号 21 と、推定した第 2 検出結果と、ステップ $s12$ において第 1 推定部 210 で推定された第 1 検出結果とに基づいて、エンドエフェクタ 12 に現在作用する作用外力を推定する。例えば、第 2 推定部 220 は、エンドエフェクタ 12 に現在作用する作用外力の x 方向の成分、 y 方向の成分及び z 方向の成分の予測値を求めることによって、当該作用外力を予測する。第 2 推定部 220 は、エンドエフェクタ 12 が

外力推定時姿勢のときの力検出信号 2 1 と、推定した第 2 検出結果と、ステップ s 1 2 で推定された第 1 検出結果とに基づいて、外力推定時姿勢のエンドエフェクタ 1 2 に作用する作用外力を推定するともいえる。

[0068] ここで、第 1 推定部 2 1 0 で推定された第 1 検出結果、つまり、検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第 1 予測値（言い換えれば複数の第 1 分解成分）を、それぞれ、 F_{g1x} 、 F_{g1y} 及び F_{g1z} とする。また、第 2 推定部 2 2 0 で推定された第 2 検出結果、つまり、検出作用重力 x 成分、検出作用重力 y 成分及び検出作用重力 z 成分の第 2 予測値（言い換えれば複数の第 2 分解成分）を、それぞれ、 F_{g2x} 、 F_{g2y} 及び F_{g2z} とする。また、ステップ s 2 1 で取得された力検出信号 2 1 が示す基準設定後の検出作用力 x 成分、基準設定後の検出作用力 y 成分及び基準設定後の検出作用力 z 成分を、それぞれ、 F_{mx} 、 F_{my} 及び F_{mz} とする。そして、エンドエフェクタ 1 2 に現在作用する作用外力の x 方向の成分、y 方向の成分及び z 方向の成分の予測値を、それぞれ、 F_{ox} 、 F_{oy} 及び F_{oz} とする。

[0069] 第 2 推定部 2 2 0 は、以下の式（1）を用いて、 F_{ox} 、 F_{oy} 及び F_{oz} を求める。

[0070] [数1]

$$\begin{pmatrix} F_{ox} \\ F_{oy} \\ F_{oz} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_{g1x} \\ F_{g1y} \\ F_{g1z} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} F_{mx} \\ F_{my} \\ F_{mz} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} F_{g2x} \\ F_{g2y} \\ F_{g2z} \end{pmatrix} \cdots (1)$$

[0071] F_{mx} には、現在の検出作用重力 x 成分についての基準設定時からの変化量が含まれる。したがって、基準設定時の検出作用重力 x 成分の第 1 予測値 F_{g1x} に対して F_{mx} を足し合わせて得られる値には、現在の検出作用重力 x 成分に相当する値と、現在の作用外力の x 方向の成分とが含まれている。よって、 F_{g1x} に対して F_{mx} を足し合わせて得られる値から、現在の検出作用重力 x 成分の第 2 予測値 F_{g2x} を差し引いて得られる値は、現在

の作用外力（言い換えれば、外力推定時にエンドエフェクタ 1 2 に作用する作用外力）の x 方向の成分に相当する値となる。つまり、 $(F_{g1x} + F_{mx} - F_{g2x})$ は、現在の作用外力の x 方向の成分の予測値 F_{ox} であるといえる。

[0072] 同様に、 F_{g1y} に対して F_{my} を足し合わせて得られる値から、現在の検出作用重力 y 成分の第 2 予測値 F_{g2y} を差し引いて得られる値は、現在の作用外力の y 方向の成分に相当する値となる。つまり、 $(F_{g1y} + F_{my} - F_{g2y})$ は、現在の作用外力の y 方向の成分の予測値 F_{oy} であるといえる。

[0073] 同様に、 F_{g1z} に対して F_{mz} を足し合わせて得られる値から、現在の検出作用重力 z 成分の第 2 予測値 F_{g2z} を差し引いて得られる値は、現在の作用外力の z 方向の成分に相当する値となる。つまり、 $(F_{g1z} + F_{mz} - F_{g2z})$ は、現在の作用外力の z 方向の成分の予測値 F_{oz} であるといえる。

[0074] このように、基準設定後の力検出信号 2 1 に対して、基準設定時の作用重力の第 1 検出結果の予測値を足し合わせるとともに、基準設定後の作用重力の第 2 検出結果の予測値を差し引くことによって、基準設定後の力検出信号 2 1 から、作用重力の影響を除去することができる。これにより、作用外力を推定することができる。つまり、作用外力を取得することができる。なお、作用外力の x 方向の成分、y 方向の成分および z 方向の成分が作用外力として取得されてもよいし、後述する作用外力の大きさ（x 方向の成分、y 方向の成分および z 方向の成分を合成した値）が作用外力として取得されてもよい。

[0075] 複数種類のエンドエフェクタ 1 2 が存在する場合であって、エンドエフェクタ 1 2 の各種類に応じた重量が記憶部 3 に記憶されている場合には、第 1 推定部 2 1 0 は、現在の制御対象のエンドエフェクタ 1 2 の種類に応じた重量を記憶部 3 から読み出してステップ s 1 2 で使用してもよい。この場合、例えば、ロボット 1 0 が現在備えるエンドエフェクタ 1 2 の種類を示すエフ

エクタ種類情報が記憶部 3 に記憶されている。第 1 推定部 210 は、記憶部 3 内のエフェクタ種類情報に基づいて、ロボット 10 が現在備えるエンドエフェクタ 12 の種類を特定することができる。また、ロボット 10 が現在備えるエンドエフェクタ 12 の種類は、メインコントローラ 60 から処理装置 1 に通知されてもよい。

[0076] また、基準設定時姿勢を特定するための姿勢特定情報が記憶部 3 に記憶されてもよい。この場合、第 1 推定部 210 は、記憶部 3 内の姿勢特定情報を使用して、ステップ s 12 を、図 4 の例とは異なり基準設定時とは違うタイミングで実行してもよい。例えば、第 1 推定部 210 は、基準設定からしばらく経過した後に、ステップ s 12 を実行してもよい。

[0077] 図 4 に示される校正処理及び外力推定処理は様々な状況で実行されることができる。図 5 は、ロボット 10 が作業台 90 上の対象物 80 に対してピックアップアンドプレースを行う場合に校正処理及び外力推定処理が実行されるときの制御システム 50 の動作の一例を示すフローチャートである。

[0078] 図 5 に示されるように、ステップ s 51 において、制御システム 50 のメインコントローラ 60 は、アーム 11 の動きを制御して、エンドエフェクタ 12 を初期位置に移動する。初期位置は、例えば、作業台 90 上の対象物 80 の上方に設定される。

[0079] 次にステップ s 52 において、メインコントローラ 60 は、アーム 11 の動きを制御して、エンドエフェクタ 12 を作業台 90 上の対象物 80 に近づける。具体的には、メインコントローラ 60 は、アーム 11 の動きを制御して、エンドエフェクタ 12 の複数の指部の間に対象物 80 が位置するようにエンドエフェクタ 12 を対象物 80 に近づける。そして、ステップ s 53 において、メインコントローラ 60 は、処理装置 1 に対して、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持の実行指示（保持実行指示ともいう）を行う。

[0080] 保持実行指示を受けた処理装置 1 では、上述のステップ s 1 が実行されて、校正処理が実行される。これにより、保持制御部 200 がエンドエフェクタ 12 に対象物 80 を保持させる前に、基準設定と、基準設定時の作用重力

の第1検出結果の推定とが行われる。

- [0081] ステップs 1の後、ステップs 6 1において、保持制御部2 0 0は、エンドエフェクタ1 2を制御して、エンドエフェクタ1 2に対象物8 0を一定の保持力で保持させる。エンドエフェクタ1 2で対象物8 0が保持されると、エンドエフェクタ1 2での対象物8 0の保持が完了したことを通知する保持完了通知が、ステップs 6 2において処理装置1からメインコントローラ6 0に行われる。
- [0082] 保持完了通知を受けたメインコントローラ6 0は、ステップs 5 4において、ロボット1 0に、エンドエフェクタ1 2で保持された対象物8 0の作業台9 1への移動を開始させる。メインコントローラ6 0は、アーム1 1の動きを制御して、ロボット1 0に対象物8 0を作業台9 1まで移動させることができる。ロボット1 0は、作業台9 0上の対象物8 0を作業台9 1まで移動する場合、まず、作業台9 0から対象物8 0を持ち上げる。その後、ロボット1 0は、持ち上げた対象物8 0を作業台9 1まで移動させる。
- [0083] 処理装置1では、ステップs 6 2の後、上述のステップs 2が実行されて、外力推定処理が実行される。外力推定処理の実行により、エンドエフェクタ1 2に現在作用する外力が推定される。処理装置1は、ロボット1 0が対象物8 0を作業台9 0から持ち上げて対象物8 0が作業台9 0から離れるまで、外力推定処理を繰り返し実行する。これにより、第2推定部2 2 0は、対象物8 0がエンドエフェクタ1 2で保持されてから対象物8 0が持ち上げられる間、エンドエフェクタ1 2に作用する作用外力を複数回推定する。言い換えれば、第2推定部2 2 0は、対象物8 0がエンドエフェクタ1 2で保持されてから対象物8 0が持ち上げられる間の複数のタイミングのそれぞれについて、当該タイミングにおいてエンドエフェクタ1 2に作用する作用外力を推定する。第2推定部2 2 0は、対象物8 0がエンドエフェクタ1 2で保持されてから対象物8 0が持ち上げられる間に行う複数回の外力推定処理のそれぞれにおいて、ステップs 5 3の直後の校正処理で推定された第1検出結果を使用する。

[0084] 第2推定部220は、外力推定処理を実行するたびに、ステップs63においてロボット10による対象物80の持ち上げが完了したか否かを判断する。そして、第2推定部220は、ロボット10による対象物80の持ち上げが完了したと判断すると（ステップs63でのYES）、言い換えれば、対象物80が作業台90から離れたと判断すると、外力推定処理の繰り返し実行を終了する。

[0085] 保持制御部200は、対象物80がエンドエフェクタ12で保持されてから対象物80が持ち上げられる間、第2推定部220で推定される作用外力に基づいて、エンドエフェクタ12での対象物80の保持力を制御してもよい。つまり、保持制御部200は、ステップs61が実行されてから、ステップs63においてYESと判定されるまで、第2推定部220で繰り返し推定される作用外力に基づいて、エンドエフェクタ12での対象物80の保持力を制御してもよい。以後、単に保持力といえは、エンドエフェクタ12での対象物80の保持力を意味する。

[0086] 図6は、保持制御部200での保持力の制御の一例を説明するための概略図である。図6の上側に示されるグラフは、対象物80がエンドエフェクタ12で保持されてから対象物80が持ち上げられる間、エンドエフェクタ12に作用する作用外力の大きさがどのように変化するかの一例を示すグラフである。図6の下側に示されるグラフは、対象物80がエンドエフェクタ12で保持されてから対象物80が持ち上げられる間において、保持力がどのように制御されるかの一例を示すグラフが示されている。本例では、対象物80がエンドエフェクタ12で保持されてから対象物80が持ち上げられる間、エンドエフェクタ12には、それが保持する対象物80の重量による外力と、重力とだけが作用するものとする。

[0087] 本例では、図6の上側のグラフに示されるように、対象物80がエンドエフェクタ12で保持されて持ち上げられようとする前までは、エンドエフェクタ12に重力以外の外力が作用しておらず、作用外力（つまり、エンドエフェクタ12に対して外側から作用する、重力を除く力）の大きさは零とな

っている。そして、本例では、ロボット１０が対象物８０を作業台９０から離れるように持ち上げようとする、つまり、ロボット１０の対象物８０の持ち上げ動作が開始すると、作用外力の大きさが徐々に大きくなっている。その後、対象物８０の持ち上げが完了すると、つまり、対象物８０が作業台９０から離れると、作用外力の大きさが一定となる。

[0088] 第２推定部２２０は、外力推定処理を実行するたびに、当該外力推定処理で推定される作用外力の大きさを求める。本例では、外力推定処理で求められた、作用外力の x 方向の成分、 y 方向の成分及び z 方向の成分の予測値の合成ベクトルの大きさが、外力推定処理で推定された作用外力の大きさとなる。そして、第２推定部２２０は、繰り返し実行する外力推定処理で推定される作用外力の大きさが徐々に大きくなって一定となると、対象物８０の持ち上げが完了したと判断して（ステップｓ６３でのＹＥＳ）、外力推定処理の繰り返し実行を終了する。

[0089] 保持制御部２００は、図６の下側のグラフに示されるように、例えば、対象物８０がエンドエフェクタ１２で保持されてから対象物８０が持ち上げられる間、第２推定部２２０で推定される作用外力の大きさの漸増に応じて保持力を徐々に大きくしてもよい。これにより、エンドエフェクタ１２で保持される対象物８０をロボット１０が持ち上げるときに、対象物８０がエンドエフェクタ１２から落下しにくくなる。

[0090] なお、エンドエフェクタ１２が対象物８０を保持する姿勢は、特定の姿勢に限定されず、どのような姿勢であってもよい。また、エンドエフェクタ１２で保持された対象物８０をロボット１０が持ち上げるときのエンドエフェクタ１２の姿勢は、特定の姿勢に限定されず、どのような姿勢であってもよい。

[0091] ステップｓ５４が実行されて対象物８０の移動が開始した後、ステップｓ５５において、メインコントローラ６０が、ロボット１０に、対象物８０を作業台９１まで移動させると、ステップｓ５６が実行される。ステップｓ５６では、メインコントローラ６０が、エンドエフェクタ１２での対象物８０

の保持の解除指示（保持解除指示ともいう）を処理装置１に行う。

[0092] 保持解除指示を受けた処理装置１では、ステップs 64において、保持制御部２００が、エンドエフェクタ１２に対象物８０の保持を解除させる。これにより、ピックアンドプレースが終了する。

[0093] 作業台９０にあらたな対象物８０が載置されると、制御システム５０は、図５に示される一連の処理を実行して、ロボット１０に、あらたな対象物８０に対するピックアンドプレースを実行させる。以後、ロボットシステム１００は、作業台９０にあらたな対象物８０が載置されるたびに同様に動作する。

[0094] 作業台９０上でバラ積みされた複数の対象物８０をロボット１０が一つずつ保持して作業台９１まで移動させる場合であっても、制御システム５０は、図５の例と同様に動作することができる。この場合、例えば、ロボットシステム１００は、バラ積みされた複数の対象物８０を撮影するカメラを備える。メインコントローラ６０は、ステップs 52において、カメラで得られるカメラ画像に基づいて、バラ積みされた複数の対象物８０から、作業対象としての対象物８０を決定する。次に、メインコントローラ６０は、カメラ画像に基づいて、作業対象として決定した対象物８０に対してエンドエフェクタ１２をどの方向からアプローチさせるかを決定する。つまり、メインコントローラ６０は、カメラ画像に基づいて、作業対象として決定した対象物８０に対するエンドエフェクタ１２のアプローチ方向を決定する。エンドエフェクタ１２のアプローチ方向が決定されることによって、エンドエフェクタ１２が対象物８０にアプローチして保持する保持姿勢が決定される。そして、メインコントローラ６０は、アーム１１の動きを制御して、エンドエフェクタ１２を、決定したアプローチ方向から対象物８０に近づける。その後、ステップs 53、ステップs 1及びs 61が実行されて、エンドエフェクタ１２が対象物８０を保持する。以後、制御システム５０は同様に動作する。

[0095] なお、外力推定処理は、エンドエフェクタ１２が対象物８０を保持してか

ら、対象物 80 が移動してエンドエフェクタ 12 が対象物 80 の保持を解除するまで、繰り返し実行されてもよい。この場合、ステップ s 63 は実行されなくてもよい。また、この場合、保持制御部 200 は、エンドエフェクタ 12 が対象物 80 を保持してから、エンドエフェクタ 12 が対象物 80 の保持を解除するまでの間、第 2 推定部 220 で推定される作用外力に基づいて、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持力を制御してもよい。エンドエフェクタ 12 が対象物 80 を移動している間に外力推定処理が繰り返し実行される場合、対象物 80 の移動中にエンドエフェクタ 12 の姿勢が変化することで、外力推定処理での第 2 姿勢（言い換えれば外力推定時姿勢）が変化してもよい。つまり、エンドエフェクタ 12 の姿勢が変化する場合に、外力推定処理が繰り返し実行されてもよい。

[0096] 以上のように、本例では、取得部 250 は、基準設定時姿勢（言い換えれば第 1 姿勢）のエンドエフェクタ 12 に作用するエンドエフェクタ 12 自体の重力の複数の第 1 分解成分と、外力作用時姿勢（言い換えれば第 2 姿勢）のエンドエフェクタ 12 に作用するエンドエフェクタ 12 自体の重力の複数の第 2 分解成分と、エンドエフェクタ 12 の外力の作用時の力検出信号 21 とに基づいて、エンドエフェクタ 12 に作用する外力を取得する。これにより、処理装置 1 は、エンドエフェクタ 12 に作用する外力（つまり、エンドエフェクタ 12 に対して外側から作用する、重力を除く力）を適切に取得することができる。よって、処理装置 1 の利便性が向上する。

[0097] また、本例では、エンドエフェクタ 12 の基準設定時姿勢及び外力推定時姿勢のそれぞれが特定の姿勢に限定されないことから、処理装置 1 は、エンドエフェクタ 12 の姿勢の制約を受けずに、エンドエフェクタ 12 に作用する外力を取得することができる。

[0098] また、本例では、エンドエフェクタ 12 の基準設定時姿勢がどのような姿勢であっても、基準設定後にエンドエフェクタ 12 に作用する外力を取得することができることから、処理装置 1 は、エンドエフェクタ 12 の姿勢の制約を受けずに、繰り返し基準設定を行って、力覚センサ 20 の検出結果に表

れる温度ドリフトの影響を小さくすることができる。これにより、例えば、エンドエフェクタ 12 がロボット 10 のエンドエフェクタ 12 である場合、ロボット 10 の作業を中断せずに繰り返し基準設定を行って、力覚センサ 20 の検出結果に表れる温度ドリフトの影響を小さくすることができる。よって、ロボット 10 の作業効率を向上させることができる。

[0099] また、本例のように、保持制御部 200 が、対象物 80 がエンドエフェクタ 12 で保持されている間、第 2 推定部 220 で推定される作用外力に基づいて、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持力を制御することによって、対象物 80 がエンドエフェクタ 12 から落下しにくくすることができる。

[0100] また、本例では、処理装置 1 がメインコントローラ 60 から保持実行指示を受けた場合、保持制御部 200 がエンドエフェクタ 12 に対象物 80 を保持させる前に、基準設定が行われている。エンドエフェクタ 12 が対象物 80 を保持する前においては、エンドエフェクタ 12 に対して外力が作用しにくい。よって、対象物 80 が保持される前に基準設定が行われることによって、エンドエフェクタ 12 に対して外力が作用していないときに基準設定を確実に実行することができる。

[0101] 上記の例では、力覚センサ 20 が基準設定を行っているが、処理装置 1 の制御部 2 が基準設定を行ってもよい。この場合、校正処理のステップ s 11 において、制御部 2 が、力覚センサ 20 から出力される最新の力検出信号 21 が示す検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分を基準点に設定して、基準設定を行う。つまり、制御部 2 は、ステップ s 11 において、力覚センサ 20 から出力される最新の力検出信号 21 が示す検出作用力 x 成分、検出作用力 y 成分及び検出作用力 z 成分を、それぞれ、x 成分調整値、y 成分調整値及び z 成分調整値として、基準設定を行う。基準設定後、制御部 2 は、力覚センサ 20 からの力検出信号 21 が示す検出作用力 x 成分から x 成分調整値を差し引いて得られる値を、基準設定後の力検出信号 21 が示す検出作用力 x 成分（つまり、基準設定後の検出作用力 x 成分）とす

る。また、基準設定後、制御部 2 は、力覚センサ 20 からの力検出信号 21 が示す検出作用力 y 成分から y 成分調整値を差し引いて得られる値を、基準設定後の力検出信号 21 が示す検出作用力 y 成分（つまり、基準設定後の検出作用力 y 成分）とする。また、基準設定後、制御部 2 は、力覚センサ 20 からの力検出信号 21 が示す検出作用力 z 成分から z 成分調整値を差し引いて得られる値を、基準設定後の力検出信号 21 が示す検出作用力 z 成分（つまり、基準設定後の検出作用力 z 成分）とする。

[0102] 外力推定処理は、対象物 80 が持ち上げられた後に実行されてもよい。例えば、外力推定処理は、対象物 80 が持ち上げられてから、対象物 80 が作業台 91 まで移動するまでの間、少なくとも 1 回実行されてもよい。この場合、制御部 2 は、エンドエフェクタ 12 が障害物に衝突するなどして、第 2 推定部 220 で推定される作用外力の大きさがしきい値以上になった場合、インタフェース 6 を通じてメインコントローラ 60 にエラー通知を行ってもよい。エラー通知を受けたメインコントローラ 60 は、アーム 11 の動きを止めてロボット 10 を停止させてもよい。

[0103] また、外力推定処理は、エンドエフェクタ 12 が対象物 80 を保持していないときに行われてもよい。例えば、外力推定処理は、エンドエフェクタ 12 が、作業台 91 に対象物 80 を載置した後、次の対象物 80 を保持するために初期位置まで移動しているときに、少なくとも 1 回行われてもよい。この場合、制御部 2 は、エンドエフェクタ 12 が障害物に衝突するなどして、第 2 推定部 220 で推定される作用外力の大きさがしきい値以上になった場合、インタフェース 6 を通じてメインコントローラ 60 にエラー通知を行ってもよい。

[0104] また、第 2 推定部 220 は、エンドエフェクタ 12 の互いに異なる複数の姿勢のそれぞれについて、当該姿勢のエンドエフェクタ 12 に作用する作用外力を推定してもよい。例えば、エンドエフェクタ 12 で保持された対象物 80 をロボット 10 が作業台 91 まで移動しているときに、エンドエフェクタ 12 の姿勢が変化する場合を考える。この場合、第 2 推定部 220 は、対

象物 80 が移動しているときにエンドエフェクタ 12 が示す複数の姿勢のそれぞれについて、当該姿勢のエンドエフェクタ 12 に作用する作用外力を推定してもよい。つまり、第 2 推定部 220 は、対象物 80 が移動しているときにエンドエフェクタ 12 が示す複数の第 2 姿勢のそれぞれについて、当該第 2 姿勢のエンドエフェクタ 12 に作用する作用外力を推定してもよい。

[0105] また、制御部 2 の取得部 250 は、第 2 推定部 220 で推定される作用外力に基づいて対象物 80 の重量を取得してもよい。図 7 は、この場合の処理装置 1 の構成の一例を示す概略図である。図 7 の例では、取得部 250 は、第 2 推定部 220 で推定される作用外力に基づいて対象物 80 の重量を推定する重量推定処理を行う重量推定部 230 を備える。重量推定処理は、対象物 80 の重量を取得する重量取得処理であるともいえる。重量推定部 230 は、制御部 2 の CPU が記憶部 3 内のプログラム 300 を実行することによって実現される機能ブロックである。なお、重量推定部 230 のすべての機能または重量推定部 230 の一部の機能は、その機能の実現にソフトウェアが不要なハードウェア回路によって実現されてもよい。

[0106] 重量推定部 230 は、例えば、エンドエフェクタ 12 が保持している対象物 80 をロボット 10 が持ち上げた後に、重量推定処理を行ってもよい。この場合、対象物 80 が持ち上げられた後に、外力推定処理及び重量推定処理から成る外力・重量推定処理が実行される。外力・重量推定処理において、重量推定部 230 は、当該外力・重量推定処理で推定された作用外力の大きさを重力加速度の大きさを除算した値を、対象物 80 の重量の推定値とすることで、対象物 80 の重量を推定する。

[0107] 制御部 2 は、外力・重量推定処理で推定された重量が第 1 しきい値よりも小さくて当該重量が小さすぎる場合、インタフェース 6 を通じてメインコントローラ 60 にエラー通知を行ってもよい。また、制御部 2 は、外力・重量推定処理で推定された重量が、第 1 しきい値よりも大きい第 2 しきい値よりも大きくて当該重量が大きすぎる場合、インタフェース 6 を通じてメインコントローラ 60 にエラー通知を行ってもよい。

[0108] また、重量推定部 230 は重量推定処理を複数回実行してもよい。この場合、例えば、対象物 80 が持ち上げた後、外力推定処理及び重量推定処理からなる外力・重量推定処理が複数回実行されてもよい。

[0109] また、制御部 2 は、エンドエフェクタ 12 が対象物 80 を保持する、互いに異なる複数の保持姿勢のそれぞれについて、エンドエフェクタ 12 が当該保持姿勢のとき、対象物 80 の重量を力検出信号 21 に基づいて推定してもよい。この場合、制御部 2 は、複数の保持姿勢のそれぞれについて、エンドエフェクタ 12 が当該保持姿勢のとき、対象物 80 の重量を力検出信号 21 に基づいて推定する推定部として機能する。以下にこの例について説明する。

[0110] 例えば、バラ積みの複数の対象物 80 をエンドエフェクタ 12 が一つずつ保持するときに、複数の対象物 80 に含まれる第 1 対象物 80（第 1 対象物 80 a ともいう）に対するエンドエフェクタ 12 のアプローチ方向と、複数の対象物 80 に含まれる第 2 対象物 80（第 2 対象物 80 b ともいう）に対するエンドエフェクタ 12 のアプローチ方向と、複数の対象物 80 に含まれる第 3 対象物 80（第 3 対象物 80 c ともいう）に対するエンドエフェクタ 12 のアプローチ方向とが互いに異なる場合を考える。このような場合、エンドエフェクタ 12 が第 1 対象物 80 a にアプローチして第 1 対象物 80 a を保持する第 1 保持姿勢と、エンドエフェクタ 12 が第 2 対象物 80 b にアプローチして第 2 対象物 80 b を保持する第 2 保持姿勢と、エンドエフェクタ 12 が第 3 対象物 80 c にアプローチして第 3 対象物 80 c を保持する第 3 保持姿勢とは互いに異なる。

[0111] 図 8 は、第 1 保持姿勢のエンドエフェクタ 12、第 2 保持姿勢のエンドエフェクタ 12 及び第 3 保持姿勢のエンドエフェクタ 12 の一例を示す概略図である。図 8 の上側に第 1 保持姿勢のエンドエフェクタ 12 の一例が示され、図 8 の中央部に第 2 保持姿勢のエンドエフェクタ 12 の一例が示され、図 8 の下側に第 3 保持姿勢のエンドエフェクタ 12 の一例が示されている。

[0112] 本例では、エンドエフェクタ 12 が第 1 保持姿勢で第 1 対象物 80 a を保

持している状態で、第1対象物80aが持ち上げられた後に外力・重量推定処理が実行される。この外力・重量推定処理では、エンドエフェクタ12が第1保持姿勢のときに、第2推定部が作用外力を推定し、さらに、重量推定部230が第2推定部220で推定された作用外力に基づいて第1対象物80aの重量を推定する。

[0113] また、エンドエフェクタ12が第2保持姿勢で第2対象物80bを保持している状態で、第2対象物80bが持ち上げられた後に外力・重量推定処理が実行される。この外力・重量推定処理では、エンドエフェクタ12が第2保持姿勢のときに、第2推定部220が作用外力を推定し、さらに、重量推定部230が第2推定部220で推定された作用外力に基づいて第2対象物80bの重量を推定する。

[0114] また、エンドエフェクタ12が第3保持姿勢で第3対象物80cを保持している状態で、第3対象物80cが持ち上げられた後に外力・重量推定処理が実行される。この外力・重量推定処理では、エンドエフェクタ12が第3保持姿勢のときに、第2推定部220が作用外力を推定し、さらに、重量推定部230が第2推定部220で推定された作用外力に基づいて第3対象物80cの重量を推定する。

[0115] なお、対象物80が作業台91まで移動しているときにエンドエフェクタ12の姿勢が変化する場合、制御部2は、対象物80が移動しているときにエンドエフェクタ12が示す互いに異なる複数の保持姿勢のそれぞれについて、エンドエフェクタ12が当該保持姿勢のとき、対象物80の重量を推定してもよい。

[0116] このように、本例では、制御部2は、エンドエフェクタ12の保持姿勢にかかわらず、エンドエフェクタ12が保持する対象物80の重量を推定することができることから、処理装置1の利便性が向上する。

[0117] 上記の例では、エンドエフェクタ12を制御するコントローラとして機能する処理装置1が校正処理及び外力推定処理を行っているが、メインコントローラ60が校正処理及び外力推定処理を行ってもよい。つまり、メインコ

ントローラ 60 の制御部が、処理装置 1 の第 1 推定部 210 及び第 2 推定部 220 として機能してもよい。この場合、メインコントローラ 60 は、力覚センサ 20 と通信して、力覚センサ 20 から力検出信号 21 を受け取る。そして、メインコントローラ 60 は、外力推定処理で推定した作用外力を処理装置 1 に通知する。処理装置 1 では、制御部 2 の保持制御部 200 が、メインコントローラ 60 で推定された作用外力に基づいて、エンドエフェクタ 12 での対象物 80 の保持力を制御する。また、メインコントローラ 60 が、校正処理、外力推定処理及び重量推定処理を行ってもよい。つまり、メインコントローラ 60 の制御部が、処理装置 1 の第 1 推定部 210、第 2 推定部 220 及び重量推定部 230 として機能してもよい。

[0118] なお、図 3 の例のように、エンドエフェクタ 12 を制御する処理装置 1 が、エンドエフェクタ 12 に作用する作用外力を推定する場合、メインコントローラ 60 が作用外力を推定する場合と比較して、保持制御部 200 は、作用外力の推定結果をすぐに取得することができる。そのため、図 3 の例では、保持制御部 200 は、例えば、推定された作用外力に応じた保持力の制御をリアルタイムに実行することが可能となる。

[0119] 以上のように、処理装置及びそれを備えるシステムは詳細に説明されたが、上記した説明は、全ての局面において例示であって、この開示がそれに限定されるものではない。また、上述した各種例は、相互に矛盾しない限り組み合わせて適用可能である。そして、例示されていない無数の例が、この開示の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

[0120] 例えば、処理装置 1 はクラウドサーバ 1 であってもよい。この場合、クラウドサーバ 1 は、検出（言い換えれば推定）した作用外力の情報（作用外力情報ともいう）を、クラウドサーバ 1 とは別の装置に送信し、当該装置が、受け取った作用外力情報に基づいてエンドエフェクタ 12 の保持力を制御してもよい。また、メインコントローラ 60 はクラウドサーバであってもよい。

[0121] また、上記の例では、エンドエフェクタ 12 が対象物を保持しているが、

エンドエフェクタ 12 が保持する対象は、人間又は動物などの生物であってもよい。また、上記の例では、ロボット 10 は、アーム型のロボットであるが、これに限られない。例えば、ロボット 10 は、介護用のロボットであってもよいし、遠隔操作用のロボットであってもよい。また、ロボット 10 は、人型のロボットであってもよい。

[0122] 本開示には以下の内容が含まれる。

[0123] 一実施形態において、(1) 処理装置は、センサデバイスから出力される力検出信号から、エンドエフェクタに作用する外力を検出する制御部を備え、前記制御部は、前記センサデバイスの基準設定時の姿勢である第 1 姿勢の前記エンドエフェクタに作用する前記エンドエフェクタ自体の重力の複数の第 1 分解成分と、前記エンドエフェクタの前記外力の作用時の姿勢である第 2 姿勢の前記エンドエフェクタに作用する前記エンドエフェクタ自体の重力の複数の第 2 分解成分と、前記エンドエフェクタの前記外力の作用時の前記力検出信号と、に基づいて、前記エンドエフェクタに作用する前記外力を取得する取得部を有する。

[0124] (2) 上記 (1) の処理装置において、前記取得部は、前記エンドエフェクタの互いに異なる複数の第 2 姿勢のそれぞれについて、当該第 2 姿勢の前記エンドエフェクタに作用する前記外力を取得する。

[0125] (3) 上記 (1) または (2) の処理装置において、前記取得部は、前記外力の大きさを求める。

[0126] (4) 上記 (1) から (3) のいずれか一つの処理装置において、前記エンドエフェクタは、対象を保持することが可能な保持機構である。

[0127] (5) 上記 (4) の処理装置において、前記取得部は、前記保持機構が前記対象を保持しているときに取得した前記外力に基づいて、前記対象の重量を取得する。

[0128] (6) 上記 (5) の処理装置において、前記取得部は、前記保持機構が前記対象を保持する、互いに異なる複数の保持姿勢のそれぞれについて、前記重量を取得する。

- [0129] (7) 上記(4)から(6)のいずれか一つの処理装置において、前記保持機構での前記対象の保持を制御する保持制御部が設けられている。
- [0130] (8) 上記(7)の処理装置において、前記処理装置が前記保持機構での前記対象の保持の実行指示を受けた場合、前記保持制御部が前記保持機構に前記対象を保持させる前に、前記基準設定が行われる。
- [0131] (9) 上記(7)または(8)の処理装置において、前記保持制御部は、前記取得部で取得された前記外力に基づいて、前記保持機構での前記対象の保持力を制御する。
- [0132] (10) 上記(9)の処理装置において、前記対象が前記保持機構で保持されてから前記対象が持ち上げられる間に、前記取得部が前記保持機構に作用する前記外力を複数回取得し、前記保持制御部が前記取得部で取得される前記外力に基づいて前記保持力を制御する。
- [0133] (11) ロボットシステムは、上記(1)から(10)のいずれか一つの処理装置と、前記処理装置が取得した前記外力に基づいて制御される前記エンドエフェクタを有するロボットとを備える。
- [0134] (12) エンドエフェクタは、上記(1)から(10)のいずれか一つの処理装置が取得した前記外力に基づいて制御されるエンドエフェクタである。
- [0135] (13) 処理装置は、保持機構が対象物を保持する、互いに異なる複数の保持姿勢のそれぞれについて、前記保持機構が当該保持姿勢のとき、前記対象物の重量を、前記保持機構に作用する力を検出する力覚センサが出力する力検出信号に基づいて推定する推定部を備える。
- [0136] (14) プログラムは、コンピュータ装置を、上記(1)から(10)及び(13)のいずれか一つの処理装置として機能させるためのものである。

符号の説明

- [0137] 1 処理装置
12 エンドエフェクタ
20 センサデバイス

2 1 力検出信号
6 0 メインコントローラ
8 0 対象物
1 0 0 ロボットシステム
2 5 0 取得部

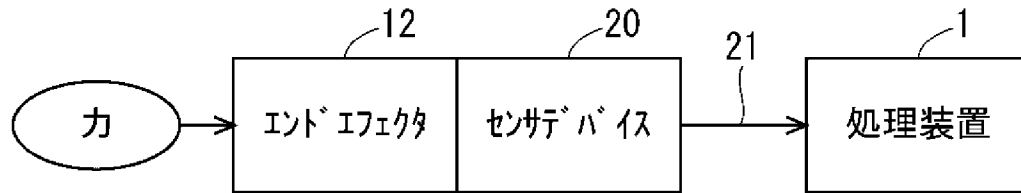
請求の範囲

- [請求項1] センサデバイスから出力される力検出信号から、エンドエフェクタに作用する外力を検出する制御部を備え、
- 前記制御部は、
- 前記センサデバイスの基準設定時の姿勢である第1姿勢の前記エンドエフェクタに作用する前記エンドエフェクタ自体の重力の複数の第1分解成分と、
- 前記エンドエフェクタの前記外力の作用時の姿勢である第2姿勢の前記エンドエフェクタに作用する前記エンドエフェクタ自体の重力の複数の第2分解成分と、
- 前記エンドエフェクタの前記外力の作用時の前記力検出信号と、に基づいて、前記エンドエフェクタに作用する前記外力を取得する取得部を有する、処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の処理装置であって、
- 前記取得部は、前記エンドエフェクタの互いに異なる複数の第2姿勢のそれぞれについて、当該第2姿勢の前記エンドエフェクタに作用する前記外力を取得する、処理装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の処理装置であって、
- 前記取得部は、前記外力の大きさを求める、処理装置。
- [請求項4] 請求項1から請求項3のいずれか一つに記載の処理装置であって、
- 前記エンドエフェクタは、対象を保持することが可能な保持機構である、処理装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の処理装置であって、
- 前記取得部は、前記保持機構が前記対象を保持しているときに取得した前記外力に基づいて、前記対象の重量を取得する、処理装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の処理装置であって、
- 前記取得部は、前記保持機構が前記対象を保持する、互いに異なる複数の保持姿勢のそれぞれについて、前記重量を取得する、処理装置

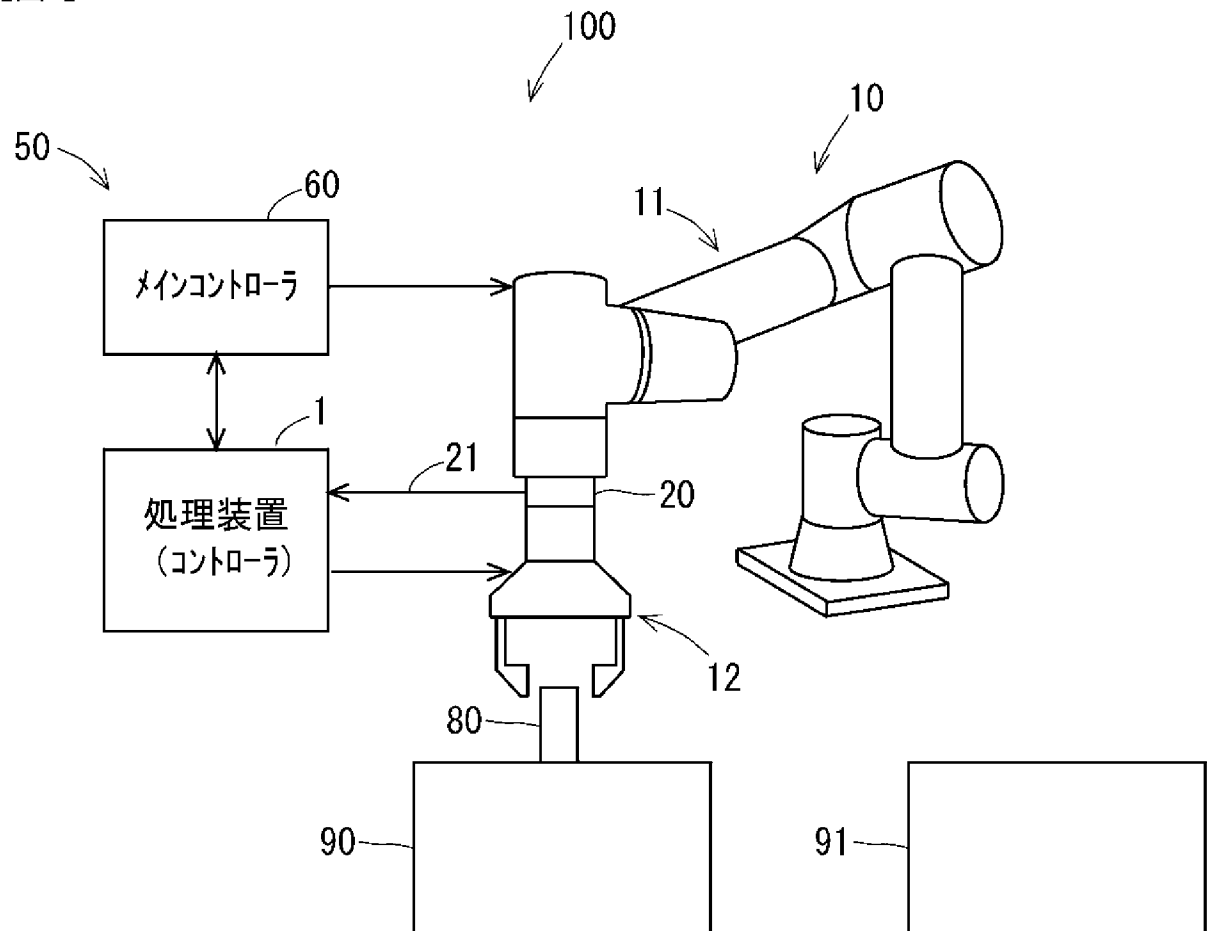
。

- [請求項7] 請求項4から請求項6のいずれか一つに記載の処理装置であって、前記保持機構での前記対象の保持を制御する保持制御部を備える、処理装置。
- [請求項8] 請求項7に記載の処理装置であって、前記処理装置が前記保持機構での前記対象の保持の実行指示を受けた場合、前記保持制御部が前記保持機構に前記対象を保持させる前に、前記基準設定が行われる、処理装置。
- [請求項9] 請求項7または請求項8に記載の処理装置であって、前記保持制御部は、前記取得部で取得された前記外力に基づいて、前記保持機構での前記対象の保持力を制御する、処理装置。
- [請求項10] 請求項9に記載の処理装置であって、前記対象が前記保持機構で保持されてから前記対象が持ち上げられる間に、前記取得部が前記保持機構に作用する前記外力を複数回取得し、前記保持制御部が前記取得部で取得される前記外力に基づいて前記保持力を制御する、処理装置。
- [請求項11] 請求項1から請求項10のいずれか一つに記載の処理装置と、前記処理装置が取得した前記外力に基づいて制御される前記エンドエフェクタを有するロボットとを備える、ロボットシステム。
- [請求項12] 請求項1から請求項10のいずれか一つに記載の処理装置が取得した前記外力に基づいて制御されるエンドエフェクタ。
- [請求項13] コンピュータ装置を、請求項1から請求項10のいずれか一つに記載の処理装置として機能させるためのプログラム。

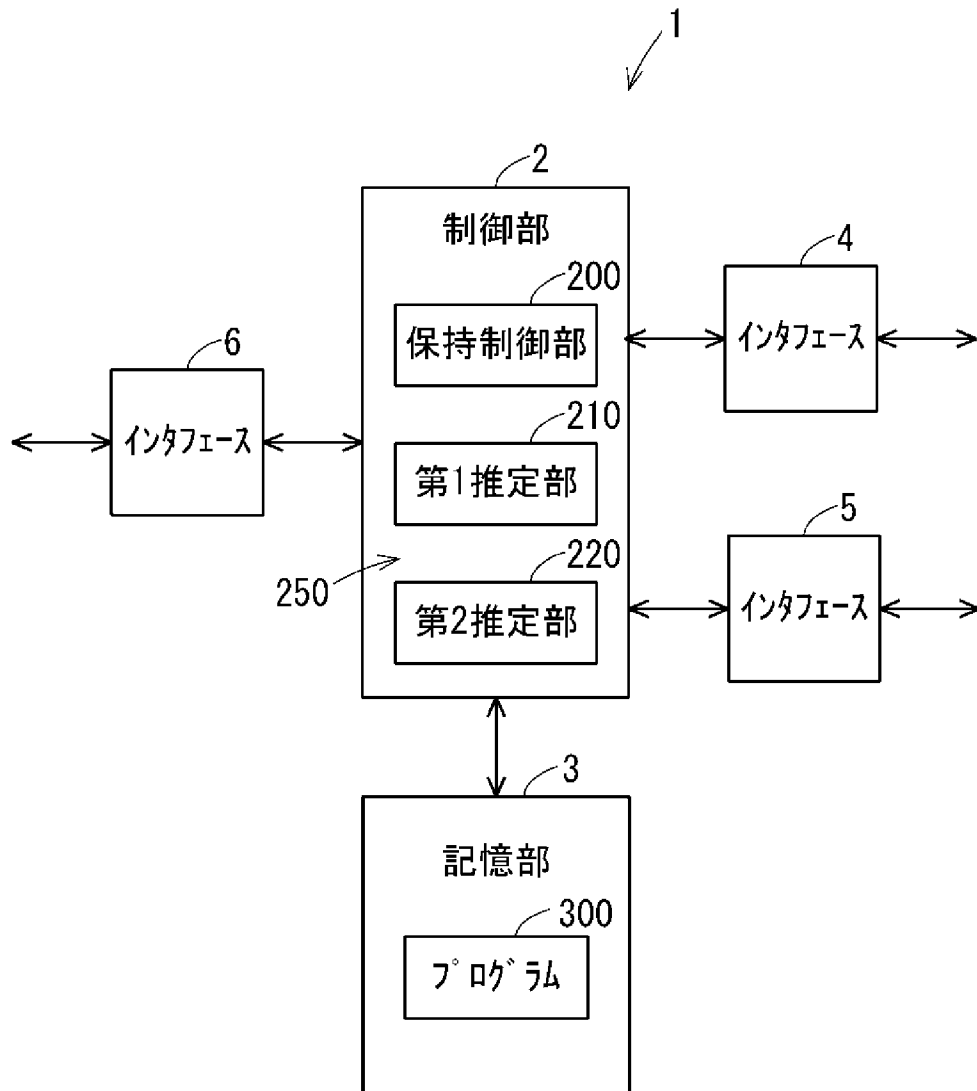
[図1]



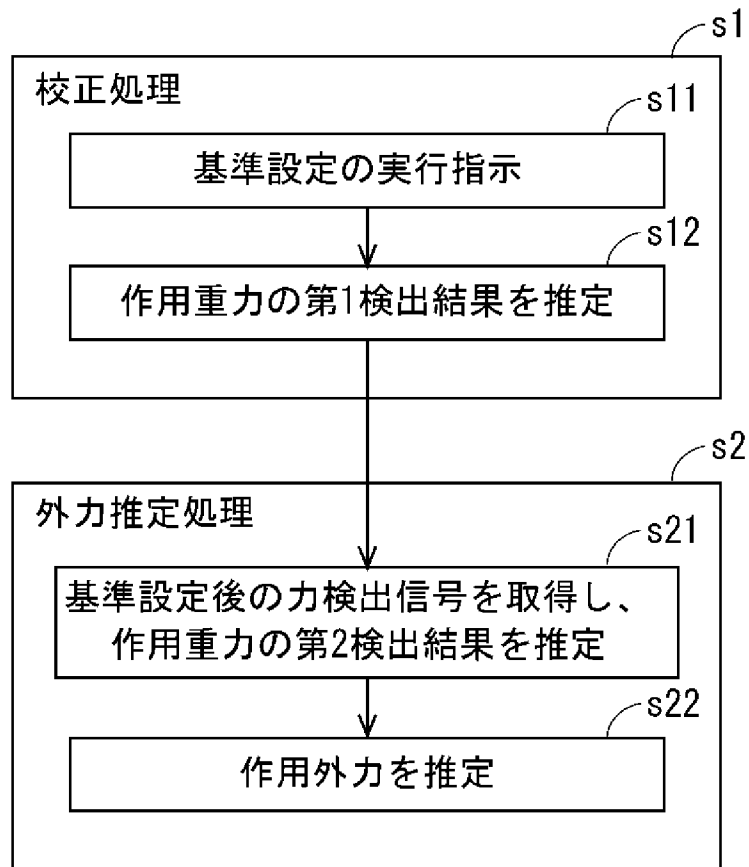
[図2]



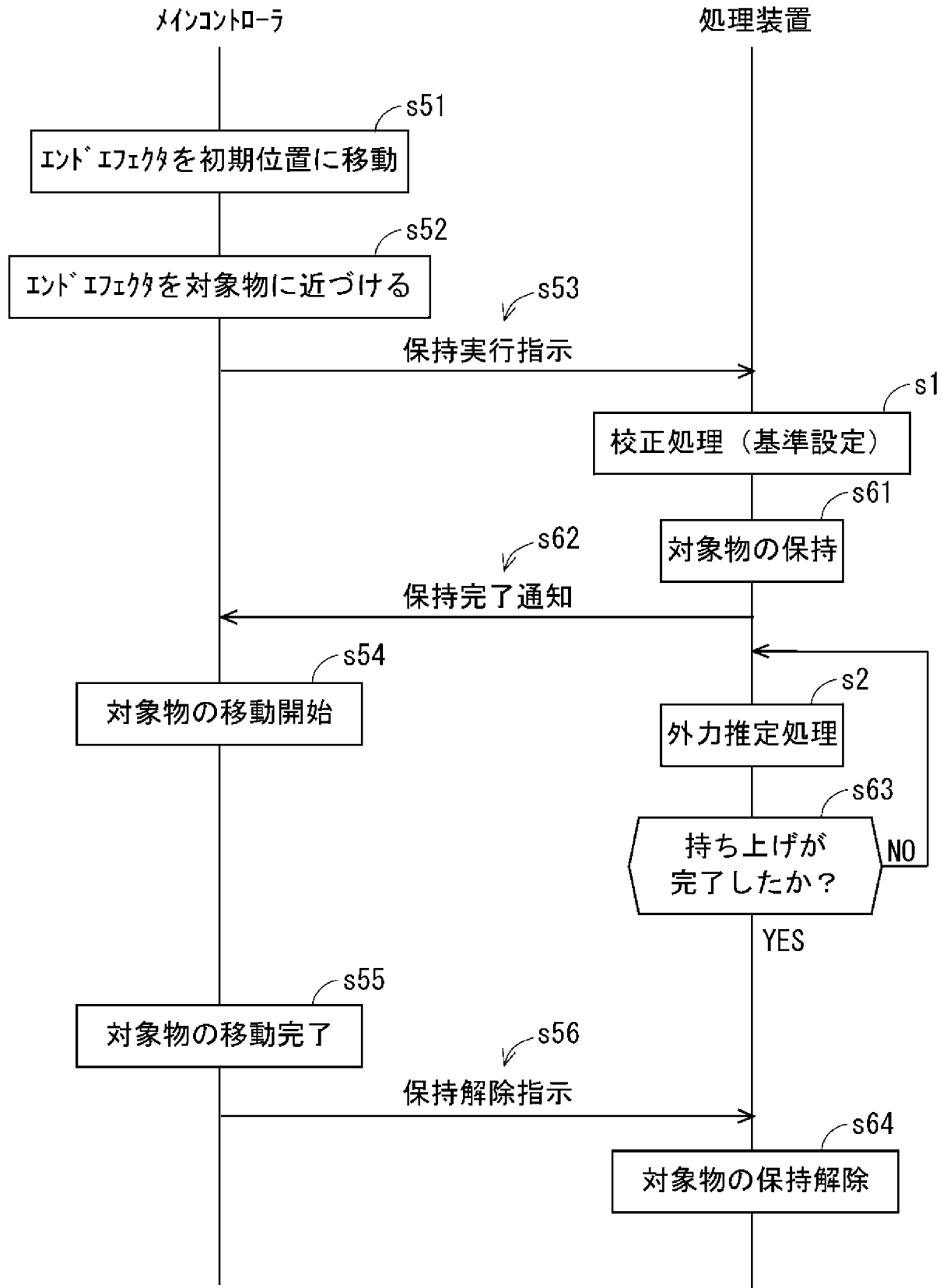
[図3]



[図4]

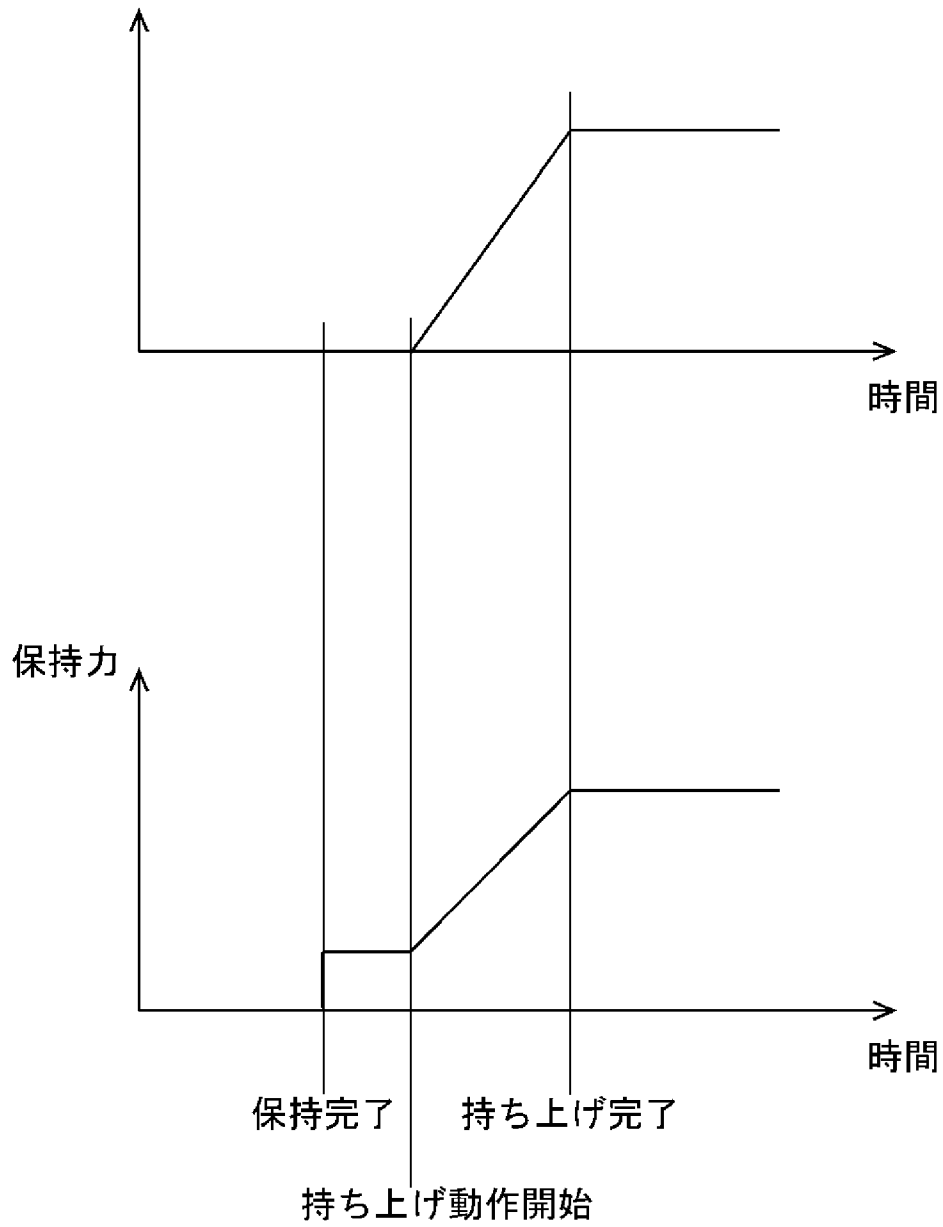


[図5]

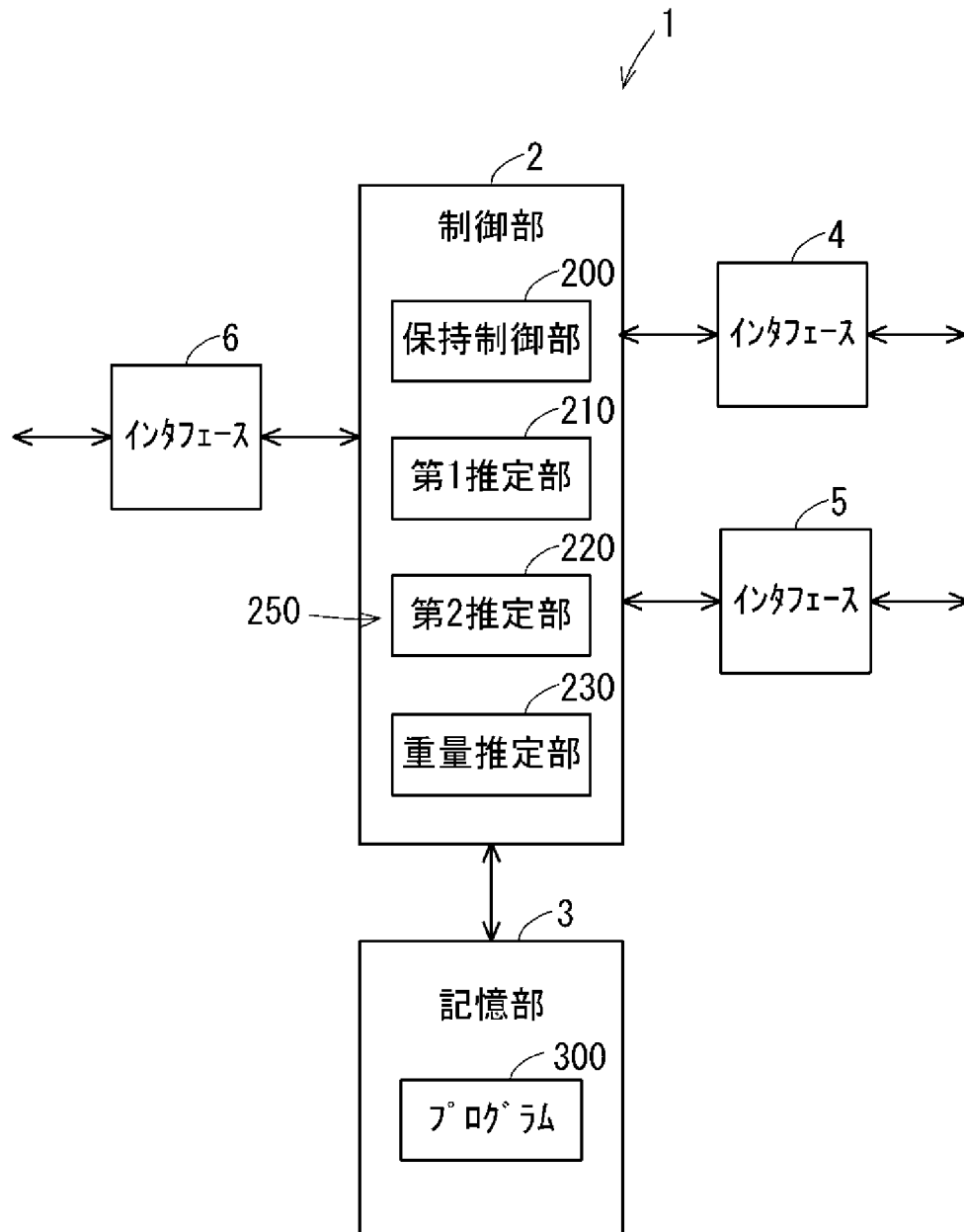


[図6]

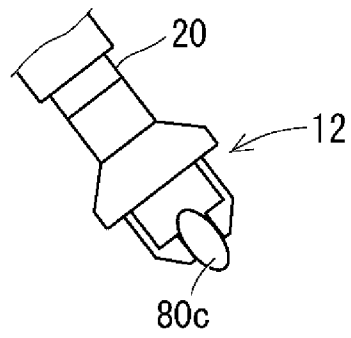
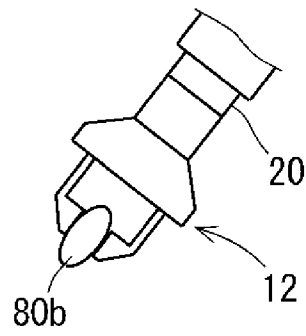
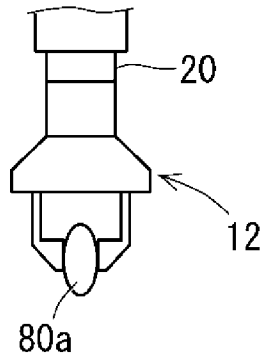
作用外力の大きさ



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/023349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B25J 13/08 (2006.01)i FI: B25J13/08 Z According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B25J13/08 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-262563 A (FANUC CORPORATION) 20 September 1994 (1994-09-20) fig. 1-4	1-4, 7-8, 11-13
Y		5-6, 9-10
Y	JP 2020-011340 A (OMRON CORPORATION) 23 January 2020 (2020-01-23) claims, paragraph [0054]	5-6, 9-10
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 July 2024		Date of mailing of the international search report 06 August 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/023349

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	6-262563	A	20 September 1994	(Family: none)	
JP	2020-011340	A	23 January 2020	US 2021/0248291 A1	
				claims, paragraph [0064]	
				WO 2020/017266 A1	
				EP 003825073 A1	
				CN 112236271 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

B25J 13/08(2006.01)i

FI: B25J13/08 Z

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

B25J13/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報

1922 - 1996年

日本国公開実用新案公報

1971 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 6-262563 A（ファナック株式会社）20.09.1994（1994 - 09 - 20） 第1-4図	1-4, 7-8, 11-13
Y		5-6, 9-10
Y	JP 2020-011340 A（オムロン株式会社）23.01.2020（2020 - 01 - 23） 特許請求の範囲、段落 [0054]	5-6, 9-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 07. 2024

国際調査報告の発送日

06. 08. 2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

杉山 悟史 3U 3322

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/023349

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	6-262563	A	20.09.1994	(ファミリーなし)	
JP	2020-011340	A	23.01.2020	US 2021/0248291 A1	
				特許請求の範囲、段落	
				[0064]	
				WO 2020/017266 A1	
				EP 003825073 A1	
				CN 112236271 A	