

(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
2023年5月4日(04.05.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/074209 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 13/08 (2006.01) G05B 19/4155 (2006.01)
B25J 19/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/035386

(22) 国際出願日: 2022年9月22日(22.09.2022)

(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 2021-175566 2021年10月27日(27.10.2021) JP

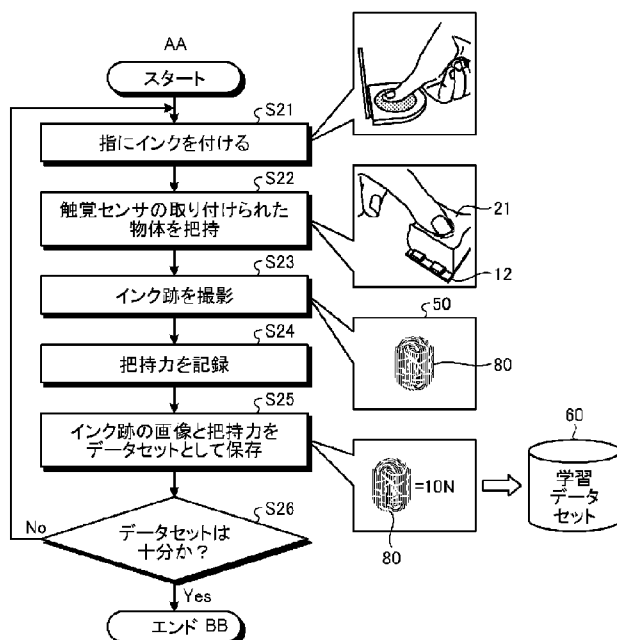
(71) 出願人: ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 関口 舜一 (SEKIGUCHI, Shunichi);
〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソ

ニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 洋貴(SUZUKI, Hirotaka); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 高柳 臣克(TAKAYANAGI, Takayoshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 小林 健(KOBAYASHI, Ken); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 御園生 丈裕(MISONOU, Takehiro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 野元 章裕(NOMOTO, Akihiro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 後藤 哲郎(GOTO, Tetsuro); 〒1080075

(54) Title: GRIPPING FORCE ESTIMATION DEVICE, GRIPPING FORCE ESTIMATION METHOD, AND GRIPPING FORCE ESTIMATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 把持力推定装置、把持力推定方法及び把持力推定プログラム



60 Learning data set
S21 Put ink on finger
S22 Grip object on which tactile sensor is installed
S23 Capture image of ink mark
S24 Record gripping force
S25 Store image of ink mark and gripping force as data set
S26 Is data set sufficient?
AA Start
BB End

(57) Abstract: A gripping force estimation device (100) according to the present disclosure comprises: an acquisition unit (131) that acquires a gripping force when a person grips an object, and a mark left on the object when the object is gripped by the person; and a generation unit (132) that generates, on the basis of learning data combining the gripping force and the mark acquired by the acquisition unit, a model which, when provided with an input of an image containing a mark left when a person gripped a predetermined object, outputs a gripping force when the person gripped the predetermined object.

東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニーグ
ループ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許
事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT
OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が
関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビル
ディング Tokyo (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, 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, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

(57) 要約: 本開示に係る把持力推定装置 (1 0 0) は、人が物体を把持した際の把持力と、当
該把持に際して当該物体に付着した、人の把持による痕跡とを取得する取得部 (1 3 1) と、
前記取得部によって取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の
物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、当該所定の物体を把持した際
の把持力を出力するモデルを生成する生成部 (1 3 2) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

把持力推定装置、把持力推定方法及び把持力推定プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、把持力推定装置、把持力推定方法及び把持力推定プログラムに関する。詳しくは、ロボットアームが物体を把持する際の適切な把持力を推定する情報処理に関する。

背景技術

[0002] 様々な技術分野においてロボットアーム等の機械装置（以下、「ロボット」と総称する）が導入され、工程で重要な役割を果たしている。ロボットに関する制御において肝要な事項の一つとして、ロボットが物体を把持する際の適切な把持力を決定する処理が挙げられる。

[0003] 一例として、モータ駆動電流とモータ回転速度を入力して把持装置の把持力を推定し、その把持力推定値と把持力目標値との偏差を無くすように制御するよう駆動する把持力制御装置が提案されている（例えば、特許文献１）。また、機械学習を利用して、物体の視覚情報から、どのくらいの力でその物体を把持すればよいかといった触覚情報を得る技術が知られている（例えば、特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００２－１７８２８１号公報

特許文献２：特開２０２０－７３８７１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ロボットに様々な物体を把持させる場合、人が試行を繰り返して様々な物体に対する適切な把持力を調査するような手間を省くため、物体と適切な把持力との関係をロボットが自律的に学習するような手法が望ましい。例えば

、ロボットアームのグripperの先に触覚センサを取り付けたうえで様々な物体を把持させ、壊さずに（または落下させずに）把持することができたかを報酬として、物体と適切な把持力の関係を学習させる。この手法では、自律的な学習システムが一度構築できれば、その後は人が介入することなく、適切な把持力による把持を実現することができる。

[0006] しかしながら、触覚センサは壊れやすいため、学習のための試行を繰り返すことで測定値が変化したり、故障したりするおそれがある。また、触覚センサは比較的高価でもあることから、できる限り使用頻度を下げることが望ましい。人の手や指に触覚センサを取り付けて測定した把持力をロボットアームに教示する手法も考えられるが、触覚センサを取り付ける手間がかかること、また、触覚センサを取り付けた手や指では、通常の手先の感覚と違いが出るため、人が適切な把持力で把持できないおそれもある。

[0007] そこで、本開示では、触覚センサの利用頻度を下げ、かつ、人の手先の感覚が変わることなく測定された把持力をロボットに教示することができる把持力推定装置、把持力推定方法及び把持力推定プログラムを提案する。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するために、本開示に係る一形態の把持力推定装置は、人が物体を把持した際の把持力と、当該把持に際して当該物体に付着した、人の把持による痕跡とを取得する取得部と、前記取得部によって取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、当該所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する生成部と、を備えた把持力推定装置。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の技術が適用されうるロボットの把持処理の流れを示すフローチャートである。

[図2]実施形態に係る把持力推定システムの構成の一例を示す図である。

[図3]実施形態に係る学習データセットの取得処理の流れを示すフローチャー

トである。

[図4A]実施形態に係る学習データセットを説明するための図である。

[図4B]実施形態に係るモデルを説明するための図である。

[図5]実施形態に係るモデルの学習処理の流れを示すフローチャートである。

[図6]実施形態に係る教示処理の流れを示すフローチャートである。

[図7]実施形態に係る教示データを説明するための図である。

[図8]実施形態に係る把持力決定処理の流れを示すフローチャートである。

[図9]実施形態に係る情報処理装置の構成例を示す図である。

[図10]本開示の実施形態に係る学習データ記憶部の一例を示す図である。

[図11]本開示の実施形態に係る教示データ記憶部の一例を示す図である。

[図12]指紋跡の補完処理を実行するためのモデルの構成例を示す図である。

[図13]指紋跡に関する補完器の学習処理の流れを示すフローチャートである。

。

[図14]物体の表面特性の抽出処理を実行するモデルの構成例を示す図である。

。

[図15A]表面特性抽出器の学習を行うための拡張学習データセットを説明するための図である。

[図15B]事前学習データセットを説明するための図である。

[図16]表面特性抽出器の学習処理の流れを示すフローチャートである。

[図17]言語指示を考慮した教示処理の流れを示すフローチャートである。

[図18]情報処理装置の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0011] 以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

1. 実施形態

- 1－1．本開示に係る技術の適用例
- 1－2．実施形態に係る把持力推定システムの構成
- 1－3．実施形態に係る把持力推定処理の詳細
- 1－4．実施形態に係る情報処理装置の構成
- 1－5．実施形態の応用例
 - 1－5－1．指紋跡の補完処理
 - 1－5－2．物体の表面特性を考慮した処理
 - 1－5－3．ユーザによる独自表現を考慮した処理
- 1－6．実施形態の変形例
- 2．その他の実施形態
- 3．本開示に係る把持力推定装置の効果
- 4．ハードウェア構成

[0012] (1．実施形態)

(1－1．本開示に係る技術の適用例)

図1は、本開示の技術が適用されうるロボット10の把持処理の流れを示すフローチャートである。図1に示す例では、ロボット10は、2か所の把持箇所を備える、いわゆる並行二指グリッパーを有する。ロボット10は、グリッパーで物体20を把持し、物体20を持ち上げ、任意の場所に移動させる処理を行う。かかる処理の流れについて、図1を用いて説明する。

[0013] まず、ロボット10を利用する管理者等（以下、「ユーザ」と称する）は、ロボット10が物体20を把持するための把持位置姿勢を決定する（ステップS11）。ユーザは、決定した把持位置姿勢をロボット10へ入力する（ステップS12）。図1に示すように、ロボット10は、物体20を把持できる位置姿勢を整えたあと、物体20に対してグリッパーを近づける。

[0014] 続けて、ユーザは、ロボット10が物体20を把持するための把持力を決定する（ステップS13）。ユーザは、決定した把持力をロボット10へ入力する（ステップS14）。図1に示すように、ロボット10は、ユーザに入力された把持力で物体20を把持することで、物体20を損傷することな

く、物体20を把持することができる。

[0015] その後、ロボット10は、ユーザの指示に従い、把持した物体20を任意の場所へ移動させる（ステップS15）。本開示の技術が適用されうるロボット10は、図1で示すような把持処理を行うものとする。

[0016] ここで、一般に、ロボットアームが柔軟物や壊れやすい物体を把持する場合、グripperの先に取り付けられた触覚センサを用いてどの程度の把持力でグripperを閉じているのかを計測し、その値をフィードバックすることで、適切な把持力で物体を壊すことなく把持を実現する。この場合、ユーザは、各々の把持対象物に応じて適切な把持力を決定することを要する。すなわち、ロボットアームが常に最大出力の把持力で把持してしまうと、把持対象物によっては形が変形してしまったり壊れてしまう可能性がある。一方、ロボットアームが適切な値よりも低い把持力で物体を把持した場合、把持対象物を掴み切れず落下させてしまう原因となるからである。

[0017] 適切な把持力による把持を実現する最も簡単な手法は、ロボットアームに様々な把持力で対象物物体を把持させ、試行錯誤的に適切値を決定することである。しかし、この手法では、膨大な時間と手間がかかる。さらに、新規な物体が与えられるたびに、ユーザは、この試行錯誤を繰り返す必要があり、汎化性も低い。これらの膨大な時間と手間を削減する手法として、ロボットアームが自律的に物体と適切な把持力の関係を学習する手法が考えられる。すなわち、グripperの先に触覚センサが取り付けられているロボットアームを利用し、試行錯誤的に様々な壊れやすい物体を把持させて、壊さずに（または落下させずに）把持することができたかを報酬として、自律的に物体と適切な把持力の関係を学習させる。この手法では、自律的な学習のシステムの構築が実現され一度稼働させれば、ユーザが介入することなく、適切な把持力による把持を実現することができる。

[0018] しかしながら、上記手法では、把持力を決定する際に触覚センサが取り付けられたグripperを繰り返し利用する必要がある。一般的に触覚センサは壊れやすいため、把持力を決定する際には、可能な限り触覚センサの利用頻

度を下げて適切な把持力による把持を実現することが望ましい。そこで、人の手、または指に触覚センサを取り付け、人が物体を把持し、その把持力を利用する手法、すなわち、人による教示を利用する方法が考えられる。この手法では、人が把持を行うため、試行錯誤的に把持力を推定する必要がないことから、触覚センサを壊してしまう可能性は低い。しかし、人の手や指に触覚センサを取り付けるのが手間であるのと、触覚センサを取り付けられた手や指では、通常の手先の感覚と違いが出るため、人が適切な把持力で物体を把持できないおそれがある。

[0019] 上述した事情から、触覚センサなどの装置取り付けの手間を低減させ、かつ、人の手先の感覚を狂わせにくい把持力の教示を実現する手法が求められる。そこで、本開示に係る技術では、以下に説明する処理によって、上記課題を解決する。すなわち、本開示に係る技術は、人が物体を把持した際の把持力と、把持に際して物体に付着した人の把持による痕跡とを取得し、取得した把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、当該所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する。

[0020] 例えば、本開示に係る技術は、インクを付けた人の指で物体を把持し、その把持力と、そのインク跡との関係を学習した把持力推定器を生成する。そして、人によるロボット10への把持力の教示を行う際には、人は指にインクを付け物体を把持し、物体についてのインク跡の画像から人がどの程度の把持力で物体を把持したのかを推定する。このように、インクを用いることで、触覚センサといった装置を取り付ける必要がないため、教示の手間を大幅に省くことができ、また、取り付け装置によって手先の感覚が通常と異なってしまうことも少ない。インク跡の画像と把持力の関係を学習する際は、人が指にインクを付けて、触覚センサが取り付けられた物体を様々な把持力で把持し、学習データセットを作成する。一度インク跡の画像から把持力を推定できる推定器を学習すれば、以後の把持力推定処理では、人が装置などを取り付けることなく、インクを付けて教示をすれば良く、前述したような

試行錯誤的に把持力を推定する手法よりも高速に適切な把持力を算出することができる。

[0021] 本開示に係る技術は、図1に示したような例において、ロボット10が物体20を把持する際の把持力の決定に利用される。例えば、ロボット10が家庭用ロボットである場合、ユーザは、本開示に係る技術を家庭用ロボットへの把持力の教示に利用可能である。すなわち、自宅にある様々な物体すべてに対して、事前にどの程度の把持力で把持すべきかをプログラミングしておくのは非常に困難であることから、ユーザがロボットに把持力を教える必要性が高い。しかし、壊れやすい触覚センサを専門家でないユーザが扱うのは難しい。本開示に係る技術は、インクを付けてユーザが物体を把持し、その痕跡を撮影するというシンプルな工程からなり、ユーザが簡単に把持力の教示を実現することが可能になる。

[0022] 以上、本開示に係る技術が適用されうる例について説明した。続いて、本開示に係る技術に関して、図2以下を用いて詳細に説明する。

[0023] (1-2. 実施形態に係る把持力推定システムの構成)

図2は、実施形態に係る把持力推定システム1の構成の一例を示す図である。本開示の実施形態に係る情報処理は、図2に示す把持力推定システム1によって実現される。

[0024] 図2に示すように、把持力推定システム1は、情報処理装置100と、ロボット10とを含む。情報処理装置100およびロボット10は、ネットワークN（インターネットや近距離無線通信等）と有線又は無線で接続され、ネットワークNを介して、情報の送受信を行う。

[0025] 情報処理装置100は、本開示に係る把持力推定装置の一例であり、本開示に係る情報処理を実行する。例えば、情報処理装置100は、インク跡と把持力との関係を学習した学習済みモデル（以下、単に「モデル」と称する）を生成し、生成したモデルを用いて、ロボット10が対象物を把持する際の把持力を推定する。情報処理装置100は、例えば、ユーザからの入力を受け付け可能なコンピュータ、サーバ、タブレット端末等である。

[0026] ロボット１０は、情報処理装置１００と協働して所定の処理を行う機械装置の一例である。実施形態において、ロボット１０は、所定の処理として、物体を把持し、把持した物体を所定の位置に移動させる処理を行う。実施形態では、ロボット１０は、物体を把持するための２つの把持部１１を備える。また、ロボット１０は、必要な場合には、把持部１１の内側（物体を把持する側）に触覚センサ１２を備える。なお、図２での図示は省略するが、ロボット１０は、物体を把持するために利用される一般的な各種センサ（物体検知、画像認識、物体までの距離計測、平衡、加速度等を計測可能なセンサ）を備えてもよい。

[0027] （１－３．実施形態に係る把持力推定処理の詳細）

次に、図３以下を用いて、実施形態の把持力推定処理の詳細を説明する。図３は、実施形態に係る学習データセットの取得処理の流れを示すフローチャートである。

[0028] まずユーザは、物体を把持する指にインクを付ける（ステップＳ２１）。続けて、ユーザは、触覚センサ１２が取り付けられた物体２１を把持する（ステップＳ２２）。なお、物体２１には、物体の裏側、すなわちユーザの指が直接に接触しない側に触覚センサ１２が取り付けられる。

[0029] インクによる指跡、すなわち物体２１への痕跡が付着したのち、ユーザは、そのインク跡８０を撮影する（ステップＳ２３）。すなわち、情報処理装置１００は、インク跡８０を含んだ画像５０を取得する。情報処理装置１００は、インク跡８０が付着した際に観測された把持力を記録する（ステップＳ２４）。

[0030] そして、情報処理装置１００は、インク跡８０を含む画像５７と、把持力（図３の例では１０Ｎ（Newton））とをデータセットとして、学習データセット６０として保存する。すなわち、図３における学習データは、ユーザが物体２１を把持した際の把持力と、把持に際して物体２１に付着した、ユーザの把持による痕跡であるインク跡８０とが組み合わされたデータである。

[0031] その後、情報処理装置１００は、学習に用いるデータセットが十分である

か否かを判定する（ステップS 2 6）。データセットが十分であるか否かの基準は、学習しようとするモデルの種類や、ユーザが求める把持力推定の精度等に応じて、ユーザが任意に定めてもよい。データセットが十分でない場合（ステップS 2 6；N o）、ユーザは、物体2 1を別の物体に変更し、ステップS 2 1からステップS 2 5の流れを任意の回数だけ繰り返す。

[0032] データセットが十分である場合（ステップS 2 6；Y e s）、情報処理装置1 0 0は、学習データセットの取得処理を終了する。

[0033] ここで、図4 Aおよび図4 Bを用いて、実施形態に係る学習データセットおよびモデルについて説明する。図4 Aは、実施形態に係る学習データセットを説明するための図である。

[0034] 図4 Aに示すように、学習データセット6 0として保存される学習データセットとは、物体を把持した際のインク跡8 0を含む画像と、その把持において観測された把持力である。

[0035] 図4 Bは、実施形態に係るモデルを説明するための図である。図4 Bに示すように、実施形態に係るモデル7 0は、インク跡の画像を入力とし、その画像に対応する予測把持力を出力する。モデル7 0は、例えば、C N N（Convolutional Neural Network）としての構成を有する。なお、モデル7 0は、C N Nに限られず、画像を入力とし、その画像に対応する把持力を出力することができれば、どのような構成であってもよい。

[0036] 一般に、比較的大きな把持力でユーザが物体を把持したときの痕跡と、比較的小さな把持力でユーザが物体を把持したときの痕跡とでは、インクの濃淡や指紋の鮮明さ等が異なると推察される。モデル7 0は、このような痕跡の相違を特徴量として扱い、その痕跡が得られた際の把持力との関係を学習する。これにより、学習済みのモデル7 0は、ある痕跡が入力された場合に、その痕跡が得られた際の予測把持力を出力できるようになる。すなわち、モデル7 0によれば、ユーザは、触覚センサ1 2を利用しなくても、物体を把持した際の把持力を認識することができるようになる。

[0037] 次に、図5を用いて、実施形態に係るモデル7 0（推定器）の学習処理の

流れを説明する。図5は、実施形態に係るモデル70の学習処理の流れを示すフローチャートである。

[0038] 情報処理装置100は、図3の処理で取得した学習データセット60から、インク跡の画像と把持力のペアを取り出す（ステップS31）。続いて、情報処理装置100は、モデル70を構成するCNNへインク跡の画像を入力する（ステップS32）。

[0039] 情報処理装置100は、モデル70によって予測された把持力（モデル70から出力された把持力）と、実際の把持力の誤差を計算する（ステップS33）。図5の例では、モデル70は、予測把持力を「9N」と出力したが、実際に当該インク跡と紐づいている実際の把持力は「10N」である。情報処理装置100は、かかる誤差が最小となるよう、CNNのパラメータを更新する（ステップS34）。

[0040] 情報処理装置100は、損失誤差が十分に小さいか否かを判定する（ステップS35）。損失誤差が十分に小さいか否かの基準は、ユーザが求めるモデル70の精度や、CNNの任意の評価基準等に当てはめて、ユーザが任意に定めてもよい。情報処理装置100は、損失誤差がまだ十分に小さくはないと判定した場合（ステップS35；No）、ステップS31からステップS34の処理を繰り返し、学習を継続する。一方、損失誤差が十分に小さいと判定した場合（ステップS35；Yes）、情報処理装置100は、把持力推定が可能なモデル70の生成を完了し、モデル70を取得する。

[0041] なお、図5に示した学習処理の流れは一例であり、情報処理装置100は、NN（Neural Network）の学習に用いられる手法であり、モデル70の目的に沿って学習することのできる手法であれば、他のいずれの手法を採用してもよい。

[0042] 図5までの処理によって、情報処理装置100は、物体の把持力を推定するためのモデルであるモデル70を生成した。図6以下では、情報処理装置100が、モデル70を用いて未知の物体の把持力を推定し、教示データを生成する処理について説明する。

- [0043] 例えば、ユーザは、未知の物体の把持力をロボット 10 に教示するために、図 6 以下の処理を行う。教示ステップでは、ユーザは、ロボット 10 に対して把持力を教示する物体と、インクとを用意する。一方で、学習ステップと異なり、教示ステップでは、触覚センサ 12 が不要となる。
- [0044] 教示ステップの概要は、ユーザが指にインクを付け、把持力を教示したい物体を把持し、その指跡から推定された把持力と物体情報とをデータベースに保存することである。ユーザは、この流れを教示したい物体の数だけ繰り返すことにより、触覚センサ 12 を用いることなく、物体情報と把持力が関連付けされたデータベースを作成することができる。かかる処理について、図 6 を用いて流れに沿って説明する。図 6 は、実施形態に係る教示処理の流れを示すフローチャートである。
- [0045] 図 6 に示すように、ユーザは、把持に用いる指にインクを付ける（ステップ S 4 1）。そして、ユーザは、把持対象である任意の物体 22 を把持する（ステップ S 4 2）。
- [0046] 続いて、ユーザは、物体 22 に付着したインク跡 81 を撮影する（ステップ S 4 3）。これにより、情報処理装置 100 は、インク跡 81 を含む画像を取得する。
- [0047] 情報処理装置 100 は、学習した予測器（すなわちモデル 70）を用いて、物体 22 に対する把持力を推定する（ステップ S 4 4）。すなわち、情報処理装置 100 は、インク跡 81 を含む画像をモデル 70 に入力し、インク跡 81 に対応する予測把持力を出力させる。図 6 の例では、情報処理装置 100 は、ユーザが物体 22 を把持した際の把持力を「2 N」と推定したものとする。
- [0048] 続いて、情報処理装置 100 は、推定した把持力と、把持した物体 22 を識別する識別情報とを組み合わせ、ロボット 10 への教示データを保持するデータベース（図 6 の例では教示データ 61）に保持する。
- [0049] その後、情報処理装置 100 は、教示データの収集を終了するか否かを判定する（ステップ S 4 6）。教示データの収集を続ける場合（ステップ S 4

6 ; N o) 、 情報処理装置 100 は、ステップ S 4 1 からステップ S 4 5 の処理を繰り返し、様々な物体の教示データの収集を続ける。一方、ユーザが必要な数だけ教示データの収集を終えたと判断した場合、情報処理装置 100 は、教示データの収集を終了する（ステップ S 4 6 ; Y e s ）。

[0050] 次に、図 7 を用いて、実施形態に係る教示データについて説明する。図 7 は、実施形態に係る教示データを説明するための図である。

[0051] 図 7 に示すように、教示データ 61 は、ユーザが物体を把持した際の把持力（すなわち、モデル 70 によって推定された把持力）と、ユーザが把持した物体を識別する識別情報とを組み合わせたものである。物体を識別する識別情報は、例えば、物体の名称等の言語情報である。図 7 の例では、物体には、「たまご」という言語情報（ラベル）が付与される。なお、識別情報は、物体を識別する情報であればどのような情報でもよく、例えば、物体を撮影した画像等であってもよい。

[0052] 続いて、図 8 を用いて、ユーザが把持力をロボット 10 に教示する処理について説明する。図 8 は、実施形態に係る把持力決定処理の流れを示すフローチャートである。

[0053] 情報処理装置 100 は、ロボット 10 が把持しようとする物体を認識する（ステップ S 5 1 ）。なお、物体の認識は、例えば、情報処理装置 100 もしくはロボット 10 がカメラ等を用いて物体を撮像した結果を画像認識処理したり、ユーザが物体情報（例えば「たまご」などの名称）を入力したりといった、任意の手法で実現されてよい。

[0054] 続けて、情報処理装置 100 は、教示データ 61 が記憶されたデータベースを参照し、把持しようとする物体の把持力を検索し、ロボット 10 の把持力を決定する（ステップ S 5 2 ）。具体的には、情報処理装置 100 は、教示データの収集において得られた把持力（図 8 の例では、ユーザが物体「たまご」を把持した際の把持力「2 N」）をデータベースから検索し、その結果をロボット 10 に入力することで、把持力を決定する。

[0055] なお、情報処理装置 100 は、教示データがデータベースに存在しない場

合、その旨をユーザに通知してもよい。この場合、ユーザは、指にインクを付けて物体を把持し、そのインク跡を取得する。情報処理装置１００は、そのインク跡を含む画像をモデル７０に入力することで、即座に適した把持力を推定することができる。

[0056] 以上、図２乃至図８を用いて説明したように、情報処理装置１００は、ユーザが物体を把持した際の把持力と、把持に際して物体に付着した、ユーザの把持による痕跡とを取得する。さらに、情報処理装置１００は、取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体をユーザが把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデル７０を生成する。そして、情報処理装置１００は、任意の物体をロボット１０が把持する際には、その物体をユーザが把持した際の把持力としてモデル７０によって推定された値をロボット１０に入力することで、ロボット１０が当該物体を把持するのに適した把持力を決定することができる。

[0057] このように、実施形態に係る情報処理装置１００によれば、触覚センサ１２等を利用せずとも、ロボット１０に適切な把持力を入力することができる。また、その把持力の推定は、ユーザがインクを付けて物体を把持するという、簡易な手法で実現される。さらに、このときユーザは、触覚センサ１２を装着せずに物体を把持できるので、手先の感覚が変わることなく物体を把持できる。このことから、情報処理装置１００は、ロボットへの把持力の入力において、触覚センサ１２の利用頻度を下げ、かつ、人の手先の感覚が変わることなく測定された、適切な把持力をロボット１０に教示することができる。

[0058] （１－４．実施形態に係る情報処理装置の構成）

次に、実施形態に係る情報処理を実行する情報処理装置１００の構成について説明する。図９は、本開示の実施形態に係る情報処理装置１００の構成例を示す図である。

[0059] 図９に示すように、情報処理装置１００は、通信部１１０と、記憶部１２

０と、制御部１３０とを有する。なお、情報処理装置１００は、情報処理装置１００を管理するユーザ等から各種操作を受け付ける入力部（例えば、キーボードやマウス等）や、各種情報を表示するための表示部（例えば、液晶ディスプレイ等）を有してもよい。

[0060] 通信部１１０は、例えば、NIC (Network Interface Card) やネットワークインタフェースコントローラ (Network Interface Controller) 等によって実現される。通信部１１０は、ネットワークNと有線又は無線で接続され、ネットワークNを介して、ロボット１０等と情報の送受信を行う。ネットワークNは、例えば、Bluetooth (登録商標)、インターネット、Wi-Fi (登録商標)、UWB (Ultra Wide Band)、LPWA (Low Power Wide Area)、ELTRES (登録商標) 等の無線通信規格もしくは方式で実現される。

[0061] 記憶部１２０は、例えば、RAM (Random Access Memory)、フラッシュメモリ (Flash Memory) 等の半導体メモリ素子、または、ハードディスク、光ディスク等の記憶装置によって実現される。記憶部１２０は、学習データ記憶部１２１と、教示データ記憶部１２２とを有する。以下、各記憶部について順に説明する。

[0062] 学習データ記憶部１２１は、モデル生成に用いられる学習データセットを記憶する。学習データ記憶部１２１は、例えば、図３に示した学習データセット６０に対応する。なお、学習データ記憶部１２１に記憶される学習データは、情報処理装置１００が保持せずに、外部サーバ等から適宜取得してもよい。

[0063] 図１０に、実施形態に係る学習データ記憶部１２１の一例を示す。図１０は、本開示の実施形態に係る学習データ記憶部１２１の一例を示す図である。図１０に示した例では、学習データ記憶部１２１は、「学習データID」、「画像データ」、「把持力」といった項目を有する。なお、図１０及び図１１では、各項目に保持される情報を「Ｂ０１」といった概念で示す場合があるが、実際には、各項目には下記で説明する具体的な情報が記憶される。

- [0064] 「学習データID」は、各々の学習データを識別する識別情報を示す。「画像データ」は、ユーザが物体を把持した際に物体に付着した痕跡を含む画像を示す。「把持力」は、ユーザが物体を把持した際に触覚センサ12等によって測定された実際の把持力を示す。
- [0065] 次に、教示データ記憶部122について説明する。教示データ記憶部122は、把持対象となる物体に関する情報と、ユーザが当該物体を把持した際の痕跡から推定された把持力とを対応付けて記憶する。
- [0066] 図11に、実施形態に係る教示データ記憶部122の一例を示す。図11は、本開示の実施形態に係る教示データ記憶部122の一例を示す図である。図11に示した例では、教示データ記憶部122は、「教示データID」、「物体情報」、「把持力」といった項目を有する。
- [0067] 「教示データID」は、教示データを識別する識別情報を示す。「物体情報」は、物体を識別するための各種情報を示す。物体情報は、例えば、物体の名称や物体を撮像した画像等、物体を識別することのできるラベル（ID情報）である。「予測把持力」は、痕跡に基づいてモデル70により予測された把持力を示す。
- [0068] 図9に戻り、説明を続ける。制御部130は、例えば、CPU（Central Processing Unit）やMPU（Micro Processing Unit）等によって、情報処理装置100内部に記憶されたプログラム（例えば、本開示に係る把持力推定プログラム）がRAM（Random Access Memory）等を作業領域として実行されることにより実現される。また、制御部130は、コントローラ（controller）であり、例えば、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）やFPGA（Field Programmable Gate Array）等の集積回路により実現されてもよい。
- [0069] 図9に示すように、制御部130は、取得部131と、生成部132と、推定部133と、入力部134とを有し、以下に説明する情報処理の機能や作用を実現または実行する。なお、制御部130の内部構成は、図9に示した構成に限られず、後述する情報処理を行う構成であれば他の構成であって

もよい。

- [0070] 取得部 131 は、各種情報を取得する。例えば、取得部 131 は、ユーザが物体を把持した際の把持力と、把持に際して物体に付着した、ユーザの把持による痕跡とを取得する。
- [0071] 具体的には、取得部 131 は、ユーザが物体を把持した際に触覚センサ 12 等により測定された把持力と、把持によるユーザの指紋跡とを取得する。すなわち、取得部 131 は、事前にインクを付けた指等を用いてユーザが物体を把持した際に物体に付着した、ユーザの指紋跡を取得する。より具体的には、取得部 131 は、ユーザが指紋跡を撮影したことで得られる画像を取得することで、画像に含まれるユーザの指紋跡を取得する。
- [0072] 取得部 131 は、取得した把持力と、ユーザの指紋跡とを対応付けて記憶部 120 に記憶する。
- [0073] 生成部 132 は、取得部 131 によって取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体をユーザが把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデル 70 を生成する。
- [0074] 具体的には、生成部 132 は、把持力とユーザの指紋跡とが組み合わされた学習データを CNN 等の構造を有する学習モデルで学習することで、指紋跡を入力とし、把持力を出力とするモデル 70 を生成する。
- [0075] 推定部 133 は、生成部 132 によって生成されたモデル 70 を用いて、把持対象の物体をユーザが把持した際の痕跡を含む画像から、把持対象の物体を把持した際の把持力を推定（予測）する。
- [0076] また、推定部 133 は、把持対象の物体を把持した際の把持力を推定するとともに、把持対象の物体を識別する識別情報と、推定された把持対象の物体に対する把持力（予測把持力）とを対応付けて教示データ記憶部 122 に記憶する。
- [0077] 入力部 134 は、ロボット 10 が把持対象の物体を把持しようとする場合に、推定部 133 によって推定された把持力をロボット 10 に入力する。

[0078] (1-5. 実施形態の応用例)

(1-5-1. 指紋跡の補完処理)

実施形態に係る情報処理装置100は、より頑健な把持力推定処理を実現するため、下記に説明する種々の処理をさらに実行してもよい。

[0079] 上述したように、実施形態に係る把持力推定処理では、物体に付着したユーザの指紋跡を利用して把持力を推定する。このとき、指紋跡がかすれていたり、一部が欠けていたりするなど、部分的な指紋跡しか取得できない可能性がある。この場合、部分的な指紋跡のみを用いて予測処理を行うと、NNによる予測性能が落ちてしまうおそれがある。

[0080] 一般に、このような部分的な観測情報（本開示の例では指紋跡）が推論時に取得できることを想定する場合は、学習データセット内の画像も部分的になるような前処理を施してから、モデルの学習をする手法が提案されている（データオーグメンテーション等と称される）。しかし、かかる手法は、どの程度情報を欠落させるかといったパラメータ設定が困難であり、情報を欠落させすぎてしまうと、正しく指紋跡の画像と把持力の関係を学習できない可能性がある。

[0081] そこで、本開示では、人の指紋は基本的には変化しないという特性を生かし、部分的な情報を画像生成によって補完する手法と採りうる。例えば、情報処理装置100は、事前にユーザの指紋を完全な状態で獲得しておき、かかる特徴を深層学習のネットワークで学習しておくことで、推論時に、一部の指紋跡のみを用いて全体の復元を行うことができる。具体的には、情報処理装置100は、把持力の予測を行うモデル73の前段に、指紋跡を補完する補完器を生成する。かかる処理について、図12以下を用いて説明する。

[0082] 図12は、指紋跡の補完処理を実行するモデルの構成例を示す図である。図12に示すように、指紋跡の補完処理を実行する場合、把持力を推定するモデル73（予測器）の前段に、指紋跡を補完するための補完器が置かれる。

- [0083] 補完器は、CNNの構造を有するモデル71およびモデル72を有する。モデル71は、実際に観測されたインク跡であって、全体が鮮明でなく部分的な痕跡のみである指紋跡82を入力とする。そして、モデル71は、指紋跡82が入力された場合に、そのかすれの程度などの特徴量をベクトルとして出力する。
- [0084] モデル72は、ユーザの完全な指紋である指紋83と、モデル71から出力された特徴量を示すベクトルとを入力とする。なお、ユーザは、例えばインク跡が写りやすい物体（紙など）を使って指紋を撮影しておくなどして、鮮明な指紋83を予め取得しておく。そして、モデル72は、これらの特徴から生成される指紋、すなわち、指紋跡82から完全な形が復元された（補完された）インク跡である復元指紋84を出力する。
- [0085] そして、情報処理装置100は、補完器から得られた復元指紋84をモデル73に入力することで、指紋跡82が付着した際の把持力を予測することができる。
- [0086] 次に、図13を用いて、補完器の学習処理の流れについて説明する。図13は、指紋跡に関する補完器の学習処理の流れを示すフローチャートである。
- [0087] 図13に示すように、情報処理装置100は、保持しているデータセット（例えば学習データ記憶部121に格納された情報）から、インク跡の画像と把持力のペアを複数取り出す（ステップS61）。補完器の学習では、把持力の値そのものは利用しないため、図13での図示は省略する。図13の例では、情報処理装置100は、学習用インク跡85や学習用インク跡86を取り出すものとする。なお、このペアは、同一ユーザから取得された指紋跡であるものとする。
- [0088] 続けて、情報処理装置100は、1つのペアの入力画像の一部を隠し、補完器へ入力する（ステップS62）。図13の例では、情報処理装置100は、学習用インク跡86の一部を隠した学習用インク跡87を生成し、生成した学習用インク跡87を補完器に入力する。

- [0089] 学習用インク跡 87 は、モデル 71 に入力され、かすれなどの特徴を示す特徴ベクトルとして出力される。その後、特徴ベクトルと、学習用インク跡 86 のペアである学習用インク跡 85 とは、モデル 72 に入力され、予測されたインク跡画像 88 として出力される。
- [0090] そして、情報処理装置 100 は、補完器によって予測されたインク跡画像 88 と、実際のインク跡画像である学習用インク跡 86 とを比較し、その誤差を計算する（ステップ S63）。
- [0091] 情報処理装置 100 は、かかる誤差が最小となるよう、補完器 CNN（すなわち、モデル 71 およびモデル 72）のパラメータを更新する（ステップ S64）。
- [0092] 情報処理装置 100 は、補完器に係る損失誤差が十分に小さいか否かを判定する（ステップ S65）。情報処理装置 100 は、損失誤差がまだ十分に小さくはないと判定した場合（ステップ S65；No）、ステップ S61 からステップ S64 の処理を繰り返し、学習を継続する。一方、損失誤差が十分に小さいと判定した場合（ステップ S65；Yes）、情報処理装置 100 は、補完器に係るモデル 71 およびモデル 72 の生成を完了し、補完器を取得する。
- [0093] 上記のように、情報処理装置 100 は、ユーザの指紋跡のうち一部を隠す処理を行い作成された学習用のインク跡を取得する。そして、情報処理装置 100 は、学習用のインク跡と、学習用のインク跡の元の指紋跡とを組み合わせた学習データに基づいて、把持力予測モデルの前段に置かれる補完モデルであって、部分的に取得された指紋跡から元の指紋跡を復元するための補完モデルを生成する。
- [0094] このように、情報処理装置 100 は、予測器の前段に置かれる補完器を生成することで、実測において一部分が欠けたような指紋を取得した場合であっても、正確にその指紋に対応する把持力を推定することができる。
- [0095] なお、図 12 及び図 13 では、部分的な観測情報から、まずモデル 71 によってかすれの程度などの特徴をベクトルとして抽出し、その後、そのベク

トルと完全な状態の指紋 83 の画像から、インク跡を復元するという構造を採用している。しかし、深層学習ネットワークの構成はこれに限定されず、他の構造を採用してもよい。

[0096] また、かかる処理では、学習データセットから取り出されるペアは同一人から取得される必要があるが、全体のデータセットが同一人から作成される必要はない。

[0097] (1-5-2. 物体の表面特性を考慮した処理)

実施形態に係る情報処理装置 100 は、より頑健な把持力推定処理を実現するため、下記に説明する種々の処理をさらに実行してもよい。

[0098] 上述したように、実施形態に係る把持力推定処理では、物体に付着したユーザの指紋によるインク跡を利用して把持力を推定する。このとき、インク跡が写る物体の表面特性によって、同じ把持力でも、インク跡の写り方が変化する可能性がある。上記実施形態に係る処理では、入力インク跡の画像であるため、物体表面の色特徴等は考慮されるが、同じ色でも表面特性が異なる物体は多いと考えられる。同じ把持力であるにも関わらずインク跡の写り方が変化してしまうと、正しくインク跡の画像と把持力の関係を学習できない可能性がある。

[0099] そこで、情報処理装置 100 は、まず物体の表面特性を抽出し、その抽出した特性を用いて把持力を予測することも可能である。かかる表面特性抽出器は、上述の補完器と同様、予測器の前段に置かれる。かかる処理について、図 14 以下を用いて説明する。

[0100] 図 14 は、物体の表面特性の抽出処理を実行するモデルの構成例を示す図である。図 14 に示すように、物体の表面特性を抽出する処理を実行する場合、把持力を推定するモデル 75 (予測器) の前段に、表面特性抽出器が置かれる。

[0101] 表面特性抽出器は、CNN の構造を有するモデル 74 を有する。モデル 74 は、物体を識別する情報 (物体の名称等の言語情報や、物体を撮像した画像) を入力とし、その表面特性を特徴ベクトルとして出力する。

- [0102] そして、情報処理装置 100 は、表面特性抽出器から得られた特徴ベクトルと指紋跡 89 をモデル 75 に入力することで、指紋跡 89 が物体に付着した際の把持力を予測することができる。
- [0103] 次に、図 15 A および図 15 B は、表面特性抽出器の学習に用いられる学習データについて説明する。表面特性抽出器と予測器を学習するためには、図 4 A で示した学習データセットに加えて、物体の画像情報や言語情報を加える。図 15 A は、表面特性抽出器の学習を行うための拡張学習データセット 62 を説明するための図である。
- [0104] 図 15 A に示すように、拡張学習データセット 62 には、物体の画像情報と、物体の言語情報と、当該物体を把持した際に得られるインク跡の画像と、その把持に際して得られた把持力とが対応付けられる。情報処理装置 100 は、この拡張された学習データセットを用いて表面特性抽出器と予測器のパラメータを同時に学習する。この場合、表面特性抽出器と予測器のパラメータに係るすべてのパラメータは、End-to-end に学習される。
- [0105] また、さらに表面特性を精度よく抽出するために、表面特性抽出器を事前学習する手法も考えられる。図 15 B は、事前学習データセット 63 を説明するための図である。事前学習に用いられるデータは、物体に写された様々な把持力でのインク跡の画像と、その把持力とが対応付けられたものである。可能であれば、かかるインク跡の画像には、紙のような物体に写った、綺麗で鮮明なインク跡の画像が含まれることが望ましい。
- [0106] 次に、図 16 を用いて、表面特性抽出器の学習処理の流れについて説明する。図 16 は、表面特性抽出器の学習処理の流れを示すフローチャートである。
- [0107] 図 16 に示すように、情報処理装置 100 は、まず拡張学習データセット 62 から学習に用いるデータセットを取り出す（ステップ S71）。図 16 の例では、情報処理装置 100 は、物体「たまご」と、その物体を把持した際のインク跡 90 と、把持力 10 N とが対応付けられたデータセットを取り出す。

- [0108] 続いて、情報処理装置１００は、事前学習データセット６３から、ステップＳ７１で取り出した学習データにおける把持力と、およそ同等の把持力が対応付けられた学習データを取り出す（ステップＳ７２）。図１６の例では、情報処理装置１００は、比較的鮮明に指紋が写ったインク跡９１と、把持力１０Ｎとが対応付けられたデータセットを取り出す。
- [0109] 続いて、情報処理装置１００は、表面特性抽出器（図１６に示すモデル７４）に物体情報（物体を識別する情報）を入力し、表面特性を予測する（ステップＳ７３）。続いて、情報処理装置１００は、抽出された表面特性と、事前学習データセット６３から取り出した、綺麗なインク跡９１の画像をインク跡の復元器（モデル７６）へ入力する。すなわち、モデル７６は、物体上にのったインク跡の画像の予測を行い、予測結果であるインク跡９２を出力する（ステップＳ７４）。
- [0110] そして、情報処理装置１００は、インク跡９２と、物体上にのった実際のインク跡の画像であるインク跡９０との誤差を計算する（ステップＳ７５）。
- [0111] 情報処理装置１００は、かかる誤差が最小となるよう、表面特性抽出器に係るＣＮＮ（図１６の例では、モデル７４およびモデル７６）のパラメータを更新する（ステップＳ７６）。
- [0112] 情報処理装置１００は、表面特性抽出器に係る損失誤差が十分に小さいか否かを判定する（ステップＳ７７）。情報処理装置１００は、損失誤差がまだ十分に小さくはないと判定した場合（ステップＳ７７；Ｎｏ）、ステップＳ７１からステップＳ７６の処理を繰り返し、学習を継続する。一方、損失誤差が十分に小さいと判定した場合（ステップＳ７７；Ｙｅｓ）、情報処理装置１００は、表面特性抽出器に係るモデル７４およびモデル７６の生成を完了し、表面特性抽出器を取得する。
- [0113] 図１６に示したような事前学習を行うことで、表面特性抽出器は、綺麗なインク跡９１を実際の物体上に写ったインク跡９０へと変化させるための有用な特徴、つまり、各物体の表面特性を抽出することができるようになる。

なお、図 16 に示した事前学習の際は復元器（モデル 76）が存在するが、図 6 で示したような教示ステップにおいて表面特性抽出器を使用する場合は、復元器は使用されないため、復元器は事前学習時にのみ存在するものである。

[0114] 上記のように、情報処理装置 100 は、ユーザが物体を把持した際の把持力と痕跡とともに、物体を識別する識別情報と、物体が撮像された画像とを取得する。さらに、情報処理装置 100 は、痕跡と、識別情報と、物体が撮像された画像とを学習データとして、把持力予測モデルの前段に置かれるモデルであって、物体の表面特性を抽出する表面特性抽出モデル（表面特性抽出器）を生成する。

[0115] 表面特性抽出器を利用することで、情報処理装置 100 は、表面特性に関する特徴を考慮した予測器を生成することができる。すなわち、情報処理装置 100 は、似たような指紋であっても、物体の表面特性に応じて異なる把持力を予測できるので、物体ごとに、より適した把持力を予測することができる。

[0116] （1-5-3. ユーザによる独自表現を考慮した処理）

人が物体の把持を指示する際には、把持力などの数値表現は困難であることから、「優しく持って」や「しっかり持って」など、ユーザ独自の基準に基づく言語表現による指示が行われる場合がある。これらの指示は、ユーザごとに基準が異なる（「ユーザスペシフィックな情報」等と称される）ことから、このような情報をロボット 10 に教示することは一般に難しい。しかしながら、ユーザがこれらの指示をロボット 10 に与えることで、ロボット 10 が適切な把持力を発揮すれば、ユーザは非常に簡易にロボット 10 を制御することができる。

[0117] そこで、情報処理装置 100 は、上記のようなユーザ独自の指示と、把持力との関係性を学習することで、ユーザ独自の指示に基づいてロボット 10 の把持力を制御する処理を実行してもよい。この点について、図 17 以下を用いて説明する。

- [0118] 図 17 は、言語指示を考慮した教示処理の流れを示すフローチャートである。教示に際して、まずユーザは、指にインクを付ける（ステップ S81）。その後、ユーザは、任意の物体に対して、自身が任意に設定した言語指示で把持する（ステップ S82）。
- [0119] 例えば、ユーザは、たまごのような壊れやすい物体を把持する際に、「優しく」といった言語情報とともに、物体を把持する。その後、ユーザは、物体の把持に際して付着したインク跡を撮影する（ステップ S83）。
- [0120] 情報処理装置 100 は、予め生成しておいた予測器（例えばモデル 70）を用いて、ステップ S83 で得られたインク跡の把持力を推定する（ステップ S84）。
- [0121] その後、情報処理装置 100 は、予測した把持力と、ユーザが任意に設定した言語指示（図 17 の例では「優しく」）とを対応付けてデータベースに保存する（ステップ S85）。なお、情報処理装置 100 は、言語指示について、ユーザから入力されるテキストデータで保存してもよいし、ユーザが発した音声や、音声をテキスト変換したデータで保存してもよい。
- [0122] これにより、情報処理装置 100 は、物体情報と、把持力と、その把持力を発揮する際の言語指示（「優しく」といった指示）とを対応付けた言語付き教示データ 64 を生成することができる。
- [0123] その後、情報処理装置 100 は、教示データの収集を終了するか否かを判定する（ステップ S86）。教示データの収集を続ける場合（ステップ S86；No）、情報処理装置 100 は、ステップ S81 からステップ S85 の処理を繰り返し、様々な物体の教示データの収集を続ける。一方、ユーザが必要な数だけ教示データの収集を終えたと判断した場合、情報処理装置 100 は、教示データの収集を終了する（ステップ S86；Yes）。
- [0124] 上記のように、情報処理装置 100 は、把持対象の物体に対する推定把持力と、把持対象の物体を識別する識別情報と、把持の際におけるユーザの言語指示とを対応付けて記憶部 120 に記憶する。さらに、情報処理装置 100 は、ロボット 10 が把持対象の物体を把持しようとする場合に、ユーザか

ら言語指示を受け付け、言語指示と対応付けて記憶部 120 に格納された把持力をロボット 10 に入力する。

[0125] このように、情報処理装置 100 は、言語指示と触覚情報とを関連付けられて保存してもよい。情報処理装置 100 が、かかる言語付き教示データ 64 を用いてロボット 10 に教示することで、ユーザが「たまごを優しく持って」といった指示をロボット 10 に与えると、ロボット 10 は、たまごを把持する際に、指示に沿った適切な把持力を決定することができる。これにより、ユーザは、言語指示によって感覚的に適切な把持力をロボット 10 に教示できる。

[0126] (1-6. 実施形態の変形例)

上記実施形態は、様々な異なる変形を伴ってもよい。例えば、上記実施形態では、把持力推定システム 1 の情報処理装置 100 がモデルを学習する例を示したが、ロボット 10 自体が学習処理によるエッジ端末として挙動し、モデルを学習してもよい。

[0127] また、上記実施形態では、情報処理装置 100 がコンピュータやサーバ等である例を示した。しかし、情報処理装置 100 は、スマートフォンやタブレット端末等に限らず、インク跡等を撮影可能であり、学習処理を実行可能な装置であれば、いずれの装置でもよい。例えば、情報処理装置 100 は、学習処理を実行可能な AI チップを備えたデジタルカメラ等であってもよい。

[0128] また、上記実施形態では、情報処理装置 100 が、物体に付着した痕跡として、インクによる指紋跡を取得する例を示した。しかし、痕跡は、把持力との関係が得られる情報であれば、指紋跡に限らず、物体を把持した際に付着した手のひらの跡や、ユーザが任意の道具を用いて物体を把持した跡などであってもよい。

[0129] また、上記実施形態では、ロボット 10 が、2 か所の把持箇所を備えた、いわゆる並行二指グリッパーを有するロボットアームである例を示したが、ロボット 10 はこれに限られず、多肢を有するロボットアーム等であっても

よい。

[0130] (2. その他の実施形態)

上述した各実施形態に係る処理は、上記各実施形態以外にも種々の異なる形態にて実施されてよい。

[0131] 例えば、上記各実施形態において説明した各処理のうち、自動的に行われるものとして説明した処理の全部または一部を手動的に行うこともでき、あるいは、手動的に行われるものとして説明した処理の全部または一部を公知の方法で自動的に行うこともできる。この他、上記文書中や図面中で示した処理手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。例えば、各図に示した各種情報は、図示した情報に限られない。

[0132] また、図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部または一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散・統合して構成することができる。

[0133] また、上述してきた各実施形態及び変形例は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

[0134] また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0135] (3. 本開示に係る把持力推定装置の効果)

上述のように、本開示に係る把持力推定装置（実施形態では情報処理装置100）は、取得部（実施形態では取得部131）と、生成部（実施形態では生成部132）とを備える。取得部は、人が物体を把持した際の把持力と、把持に際して物体に付着した、人の把持による痕跡とを取得する。生成部は、取得部によって取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する。

- [0136] このように、把持力推定装置は、ロボットの把持力決定において人の教示を利用する手法を拡張し、事前に痕跡（インク跡等）の画像と把持力の関係を学習したモデルを生成する。これにより、把持力推定装置は、痕跡から把持力を予測できるようになるため、触覚センサの利用頻度を下げ、かつ、人の手先の感覚が変わることなく測定された把持力をロボットに教示することができる。
- [0137] また、取得部は、人が物体を把持した際の把持力と、把持による人の指紋跡とを取得する。生成部は、把持力と指紋跡とを組み合わせた学習データに基づいて、モデルを生成する。
- [0138] このように、把持力推定装置は、人の指紋跡を利用することで、特別な器具やセンサ等を必要とすることなく、適切な把持力をロボットに教示することができる。
- [0139] また、取得部は、人の指紋跡のうち一部を隠す処理を行い作成された学習用指紋跡を取得する。生成部は、学習用指紋跡と、学習用指紋跡の元の指紋跡とを組み合わせた学習データに基づいて、モデルの前段に置かれる補完モデルであって、部分的に取得された指紋跡から元の指紋跡を復元するための補完モデルを生成する。
- [0140] このように、把持力推定装置は、指紋という変化しない情報を用いることで、一部が欠けた指紋であっても、それを補完して推定を行うといった、より頑健な処理を行うことができる。
- [0141] また、取得部は、人が物体を把持した際の把持力と痕跡とともに、物体を識別する識別情報と、物体が撮像された画像とを取得する。生成部は、痕跡と、識別情報と、物体が撮像された画像とを学習データとして、モデルの前段に置かれるモデルであって、物体の表面特性を抽出する表面特性抽出モデルを生成する。
- [0142] このように、把持力推定装置は、物体の表面特性を考慮したモデルを生成することにより、より物体に応じた適切な把持力を予測することができる。
- [0143] また、把持力推定装置は、生成部によって生成されたモデルを用いて、把

持対象の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像から、把持対象の物体を把持した際の把持力を推定する推定部（実施形態では、推定部１３３）をさらに備える。

[0144] このように、把持力推定装置は、モデルを利用して把持力を推定するので、特別な器具や準備を要することなく、適切な把持力を求めることができる。

[0145] また、推定部は、把持対象の物体を把持した際の把持力を推定するとともに、把持対象の物体を識別する識別情報と、推定された把持対象の物体に対する把持力とを対応付けて記憶部（実施形態では、記憶部１２０）に記憶する。

[0146] このように、把持力推定装置は、教示データを記憶部に保存することにより、ロボットへの教示を簡便に行うことができる。

[0147] また、把持力推定装置は、ロボットが把持対象の物体を把持しようとする場合に、推定部によって推定された把持力をロボットに入力する入力部（実施形態では、入力部１３４）をさらに備える。

[0148] このように、把持力推定装置は、人の痕跡に基づいて求められた把持力をロボットに入力することで、ロボットに試行錯誤させながら把持力を決定していくといった、膨大な手間のかかる作業を省略し、適切な把持力をロボットに与えることができる。

[0149] また、推定部は、推定された把持対象の物体に対する把持力と、把持対象の物体を識別する識別情報と、把持の際におけるユーザの言語指示とを対応付けて記憶部に記憶する。

[0150] このように、把持力推定装置は、「優しく持って」などの言語指示とともに把持力を保存することで、言語指示に基づく教示データを採り集めたデータベースを生成することができる。

[0151] また、把持力推定装置は、ロボットが把持対象の物体を把持しようとする場合に、ユーザから言語指示を受け付け、言語指示と対応付けて記憶部に格納された把持力をロボットに入力する入力部をさらに備える。

[0152] このように、把持力推定装置によれば、ロボットを利用する人は、言語指示によって感覚的に適切な把持力をロボットに教示できる。

[0153] (4. ハードウェア構成)

上述してきた各実施形態に係る情報処理装置100、ロボット10等の情報機器は、例えば図18に示すような構成のコンピュータ1000によって実現される。以下、実施形態に係る情報処理装置100を例に挙げて説明する。図18は、情報処理装置100の機能を実現するコンピュータ1000の一例を示すハードウェア構成図である。コンピュータ1000は、CPU1100、RAM1200、ROM(Read Only Memory)1300、HDD(Hard Disk Drive)1400、通信インターフェイス1500、及び入出力インターフェイス1600を有する。コンピュータ1000の各部は、バス1050によって接続される。

[0154] CPU1100は、ROM1300又はHDD1400に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。例えば、CPU1100は、ROM1300又はHDD1400に格納されたプログラムをRAM1200に展開し、各種プログラムに対応した処理を実行する。

[0155] ROM1300は、コンピュータ1000の起動時にCPU1100によって実行されるBIOS(Basic Input Output System)等のブートプログラムや、コンピュータ1000のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。

[0156] HDD1400は、CPU1100によって実行されるプログラム、及び、かかるプログラムによって使用されるデータ等を非一時的に記録する、コンピュータが読み取り可能な記録媒体である。具体的には、HDD1400は、プログラムデータ1450の一例である本開示に係る把持力推定プログラムを記録する記録媒体である。

[0157] 通信インターフェイス1500は、コンピュータ1000が外部ネットワーク1550(例えばインターネット)と接続するためのインターフェイスである。例えば、CPU1100は、通信インターフェイス1500を介し

て、他の機器からデータを受信したり、CPU 1100が生成したデータを他の機器へ送信したりする。

[0158] 入出力インターフェイス1600は、入出力デバイス1650とコンピュータ1000とを接続するためのインターフェイスである。例えば、CPU 1100は、入出力インターフェイス1600を介して、キーボードやマウス等の入力デバイスからデータを受信する。また、CPU 1100は、入出力インターフェイス1600を介して、ディスプレイやスピーカーやプリンタ等の出力デバイスにデータを送信する。また、入出力インターフェイス1600は、所定の記録媒体（メディア）に記録されたプログラム等を読み取るメディアインターフェイスとして機能してもよい。メディアとは、例えばDVD (Digital Versatile Disc)、PD (Phase change rewritable Disk) 等の光学記録媒体、MO (Magneto-Optical disk) 等の光磁気記録媒体、テープ媒体、磁気記録媒体、または半導体メモリ等である。

[0159] 例えば、コンピュータ1000が実施形態に係る情報処理装置100として機能する場合、コンピュータ1000のCPU 1100は、RAM 1200上にロードされた把持力推定プログラムを実行することにより、制御部130等の機能を実現する。また、HDD 1400には、本開示に係る把持力推定プログラムや、記憶部120内のデータが格納される。なお、CPU 1100は、プログラムデータ1450をHDD 1400から読み取って実行するが、他の例として、外部ネットワーク1550を介して、他の装置からこれらのプログラムを取得してもよい。

[0160] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

人が物体を把持した際の把持力と、当該把持に際して当該物体に付着した、人の把持による痕跡とを取得する取得部と、

前記取得部によって取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、当該所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する生

成部と、

を備えた把持力推定装置。

(2)

前記取得部は、

前記人が物体を把持した際の把持力と、当該把持による人の指紋跡とを取得し、

前記生成部は、

前記把持力と前記指紋跡とを組み合わせた学習データに基づいて、前記モデルを生成する、

前記(1)に記載の把持力推定装置。

(3)

前記取得部は、

人の指紋跡のうち一部を隠す処理を行い作成された学習用指紋跡を取得し、

前記生成部は、

前記学習用指紋跡と、当該学習用指紋跡の元の指紋跡とを組み合わせた学習データに基づいて、前記モデルの前段に置かれる補完モデルであって、部分的に取得された指紋跡から元の指紋跡を復元するための補完モデルを生成する、

前記(2)に記載の把持力推定装置。

(4)

前記取得部は、

人が前記物体を把持した際の把持力と前記痕跡とともに、当該物体を識別する識別情報と、当該物体が撮像された画像とを取得し、

前記生成部は、

前記痕跡と、前記識別情報と、前記物体が撮像された画像とを学習データとして、前記モデルの前段に置かれるモデルであって、当該物体の表面特性を抽出する表面特性抽出モデルを生成する、

前記（１）～（３）のいずれかに記載の把持力推定装置。

（５）

前記生成部によって生成されたモデルを用いて、把持対象の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像から、当該把持対象の物体を把持した際の把持力を推定する推定部

をさらに備えた前記（１）～（４）のいずれかに記載の把持力推定装置。

（６）

前記推定部は、

前記把持対象の物体を把持した際の把持力を推定するとともに、当該把持対象の物体を識別する識別情報と、推定された当該把持対象の物体に対する把持力とを対応付けて記憶部に記憶する、

前記（５）に記載の把持力推定装置。

（７）

ロボットが前記把持対象の物体を把持しようとする場合に、前記推定部によって推定された把持力を当該ロボットに入力する入力部、

前記（５）または（６）に記載の把持力推定装置。

（８）

前記推定部は、

前記推定された当該把持対象の物体に対する把持力と、当該把持対象の物体を識別する識別情報と、当該把持の際におけるユーザの言語指示とを対応付けて記憶部に記憶する、

前記（５）～（７）のいずれかに記載の把持力推定装置。

（９）

ロボットが前記把持対象の物体を把持しようとする場合に、前記ユーザから言語指示を受け付け、当該言語指示と対応付けて前記記憶部に格納された把持力を当該ロボットに入力する入力部、

前記（８）に記載の把持力推定装置。

（１０）

コンピュータが、
人が物体を把持した際の把持力と、当該把持に際して当該物体に付着した
、人の把持による痕跡とを取得し、
前記取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所
定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、当該所定
の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する、
ことを含む把持力推定方法。

(11)

コンピュータを
人が物体を把持した際の把持力と、当該把持に際して当該物体に付着した
、人の把持による痕跡とを取得する取得部と、
前記取得部によって取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データ
に基づいて、所定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場
合に、当該所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する生
成部と、
として機能させる把持力推定プログラム。

符号の説明

- [0161] 1 把持力推定システム
- 10 ロボット
- 100 情報処理装置
- 110 通信部
- 120 記憶部
- 121 学習データ記憶部
- 122 教示データ記憶部
- 130 制御部
- 131 取得部
- 132 生成部
- 133 推定部

1 3 4 入力部

請求の範囲

- [請求項1] 人が物体を把持した際の把持力と、当該把持に際して当該物体に付着した、人の把持による痕跡とを取得する取得部と、
- 前記取得部によって取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、当該所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する生成部と、
- を備えた把持力推定装置。
- [請求項2] 前記取得部は、
- 前記人が物体を把持した際の把持力と、当該把持による人の指紋跡とを取得し、
- 前記生成部は、
- 前記把持力と前記指紋跡とを組み合わせた学習データに基づいて、前記モデルを生成する、
- 請求項1に記載の把持力推定装置。
- [請求項3] 前記取得部は、
- 人の指紋跡のうち一部を隠す処理を行い作成された学習用指紋跡を取得し、
- 前記生成部は、
- 前記学習用指紋跡と、当該学習用指紋跡の元の指紋跡とを組み合わせた学習データに基づいて、前記モデルの前段に置かれる補完モデルであって、部分的に取得された指紋跡から元の指紋跡を復元するための補完モデルを生成する、
- 請求項2に記載の把持力推定装置。
- [請求項4] 前記取得部は、
- 人が前記物体を把持した際の把持力と前記痕跡とともに、当該物体を識別する識別情報と、当該物体が撮像された画像とを取得し、
- 前記生成部は、

前記痕跡と、前記識別情報と、前記物体が撮像された画像とを学習データとして、前記モデルの前段に置かれるモデルであって、当該物体の表面特性を抽出する表面特性抽出モデルを生成する、

請求項 1 に記載の把持力推定装置。

[請求項5] 前記生成部によって生成されたモデルを用いて、把持対象の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像から、当該把持対象の物体を把持した際の把持力を推定する推定部

をさらに備えた請求項 1 に記載の把持力推定装置。

[請求項6] 前記推定部は、
前記把持対象の物体を把持した際の把持力を推定するとともに、当該把持対象の物体を識別する識別情報と、推定された当該把持対象の物体に対する把持力とを対応付けて記憶部に記憶する、

請求項 5 に記載の把持力推定装置。

[請求項7] ロボットが前記把持対象の物体を把持しようとする場合に、前記推定部によって推定された把持力を当該ロボットに入力する入力部、

をさらに備えた請求項 5 に記載の把持力推定装置。

[請求項8] 前記推定部は、
前記推定された当該把持対象の物体に対する把持力と、当該把持対象の物体を識別する識別情報と、当該把持の際におけるユーザの言語指示とを対応付けて記憶部に記憶する、

請求項 5 に記載の把持力推定装置。

[請求項9] ロボットが前記把持対象の物体を把持しようとする場合に、前記ユーザから言語指示を受け付け、当該言語指示と対応付けて前記記憶部に格納された把持力を当該ロボットに入力する入力部、

をさらに備えた請求項 8 に記載の把持力推定装置。

[請求項10] コンピュータが、
人が物体を把持した際の把持力と、当該把持に際して当該物体に付着した、人の把持による痕跡とを取得し、

前記取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、当該所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する、

ことを含む把持力推定方法。

[請求項11]

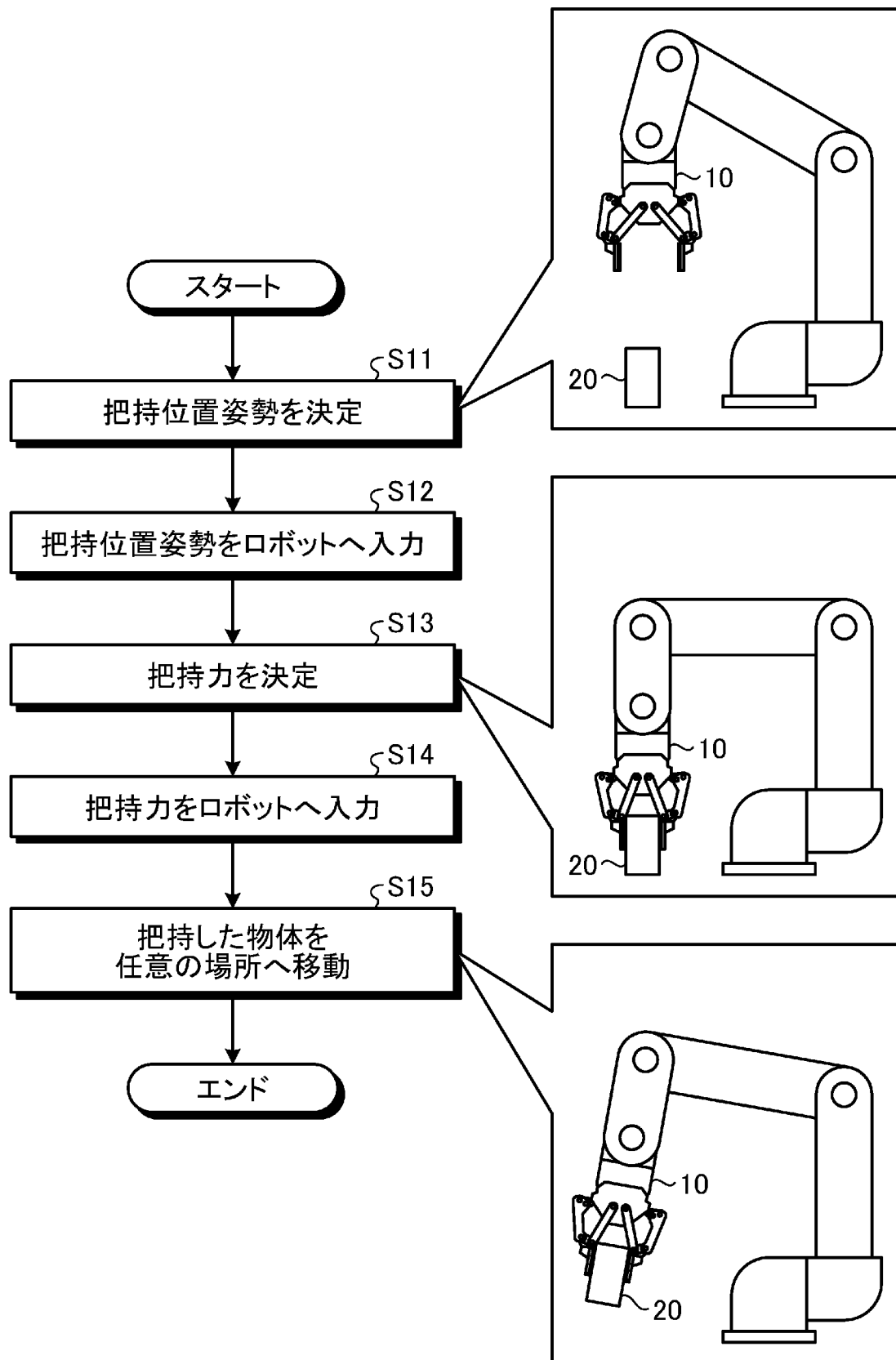
コンピュータを

人が物体を把持した際の把持力と、当該把持に際して当該物体に付着した、人の把持による痕跡とを取得する取得部と、

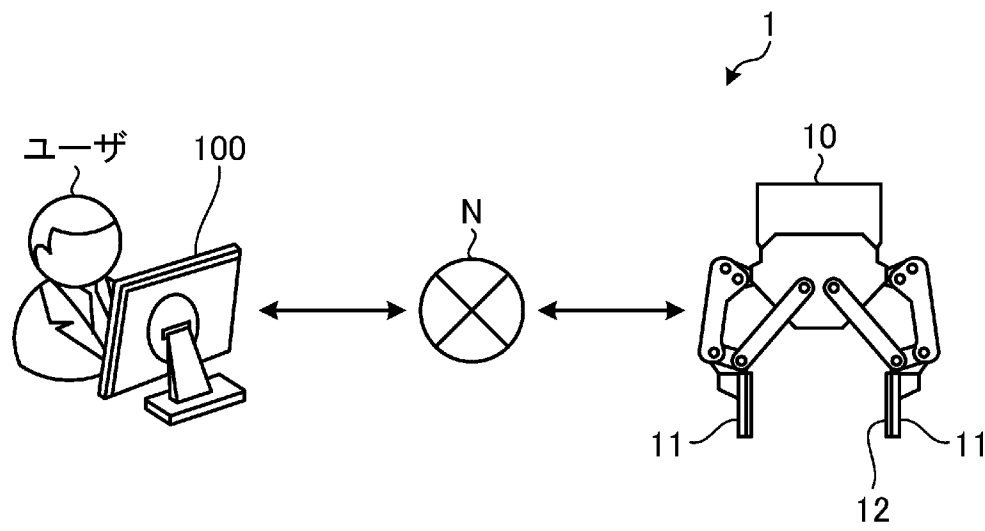
前記取得部によって取得された把持力と痕跡とを組み合わせた学習データに基づいて、所定の物体を人が把持した際の痕跡を含む画像が入力された場合に、当該所定の物体を把持した際の把持力を出力するモデルを生成する生成部と、

として機能させる把持力推定プログラム。

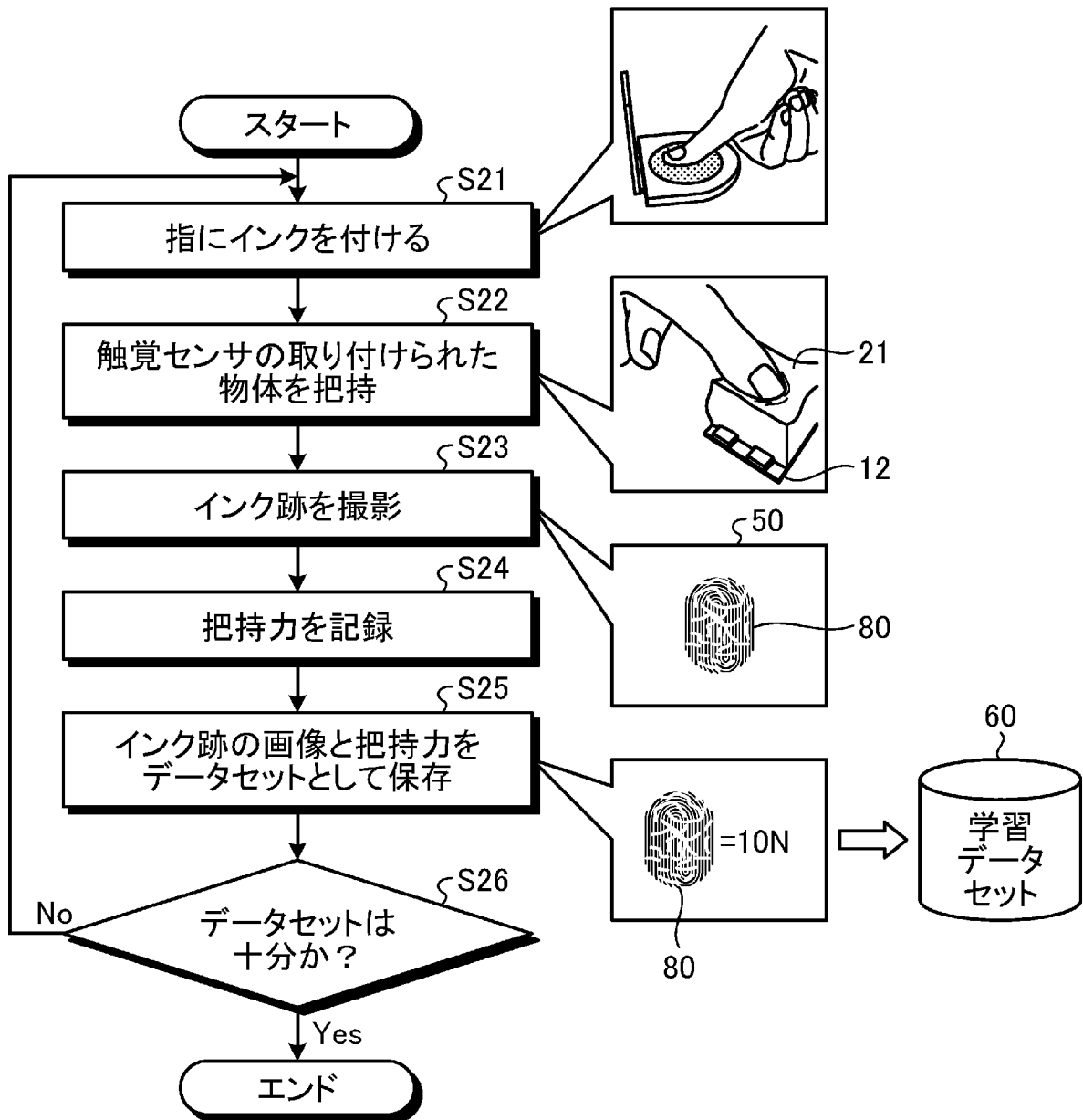
[図1]



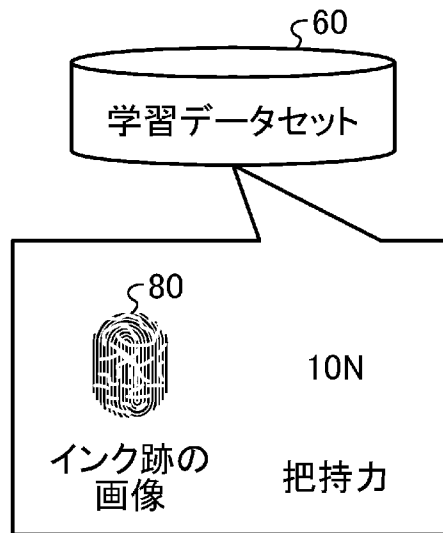
[図2]



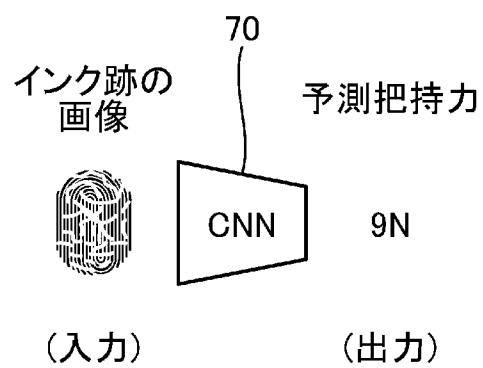
[図3]



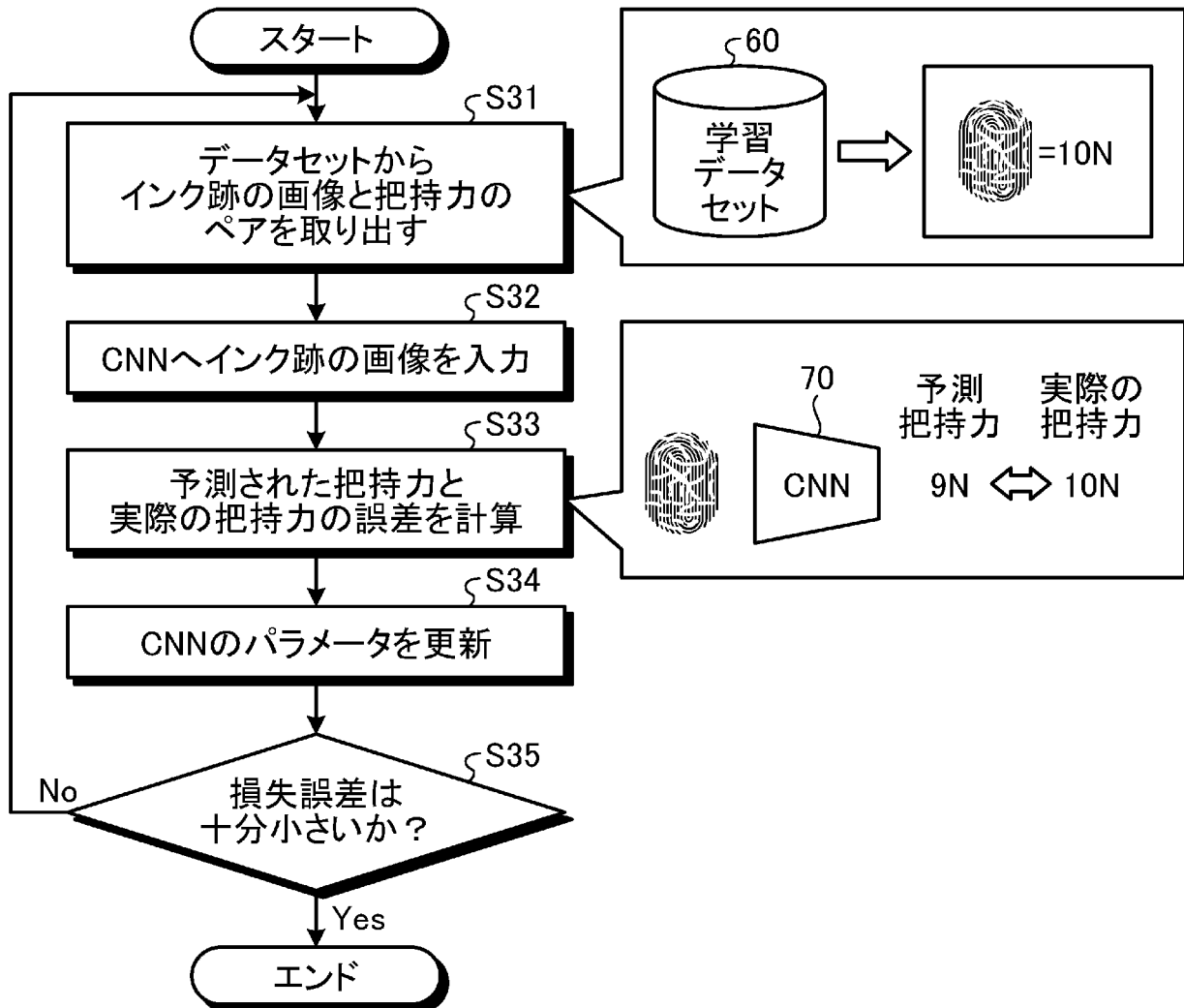
[図4A]



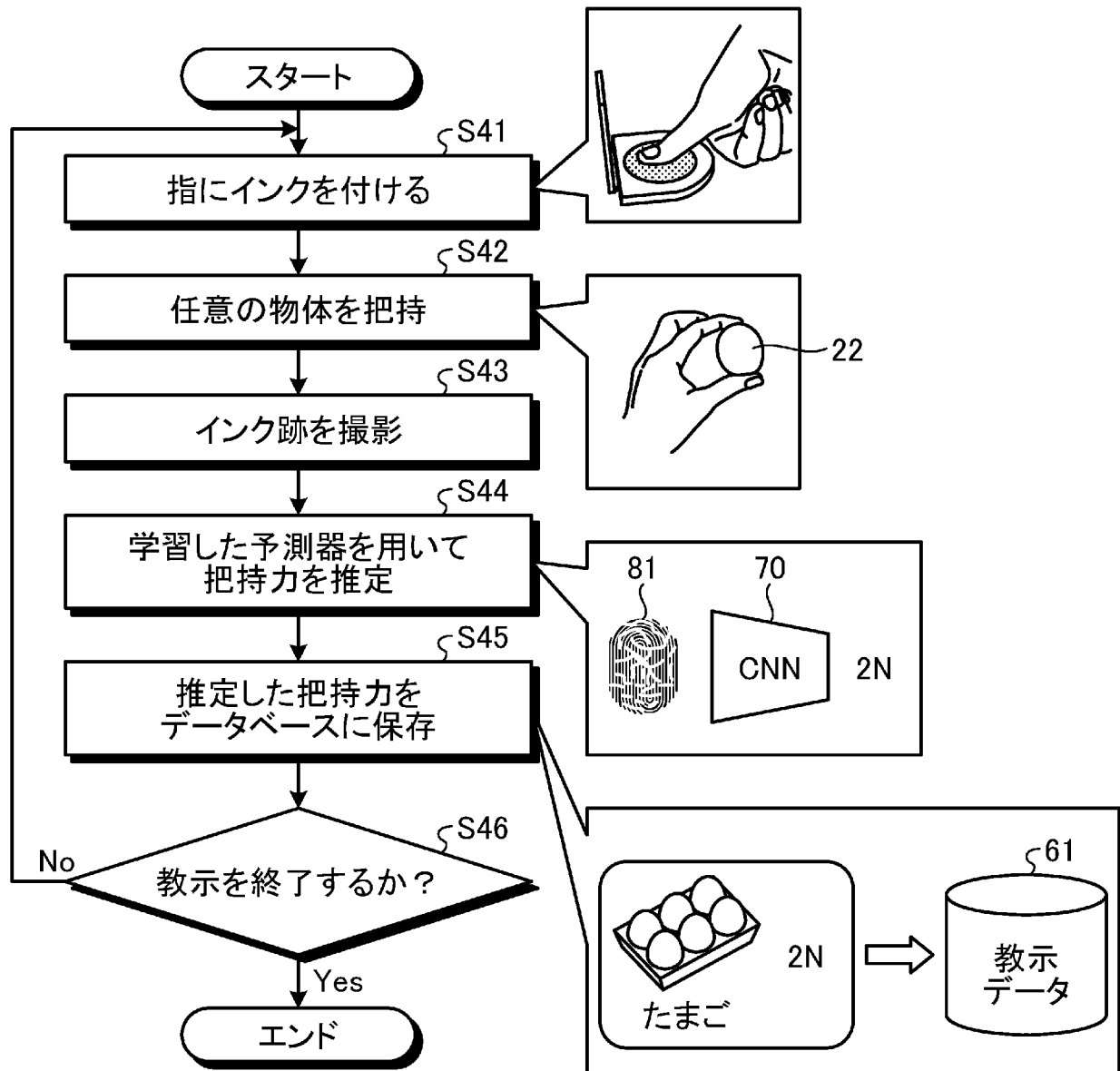
[図4B]



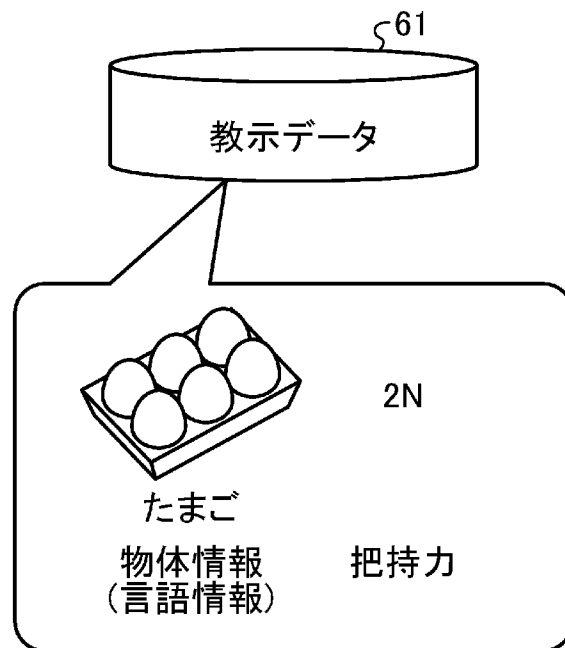
[図5]



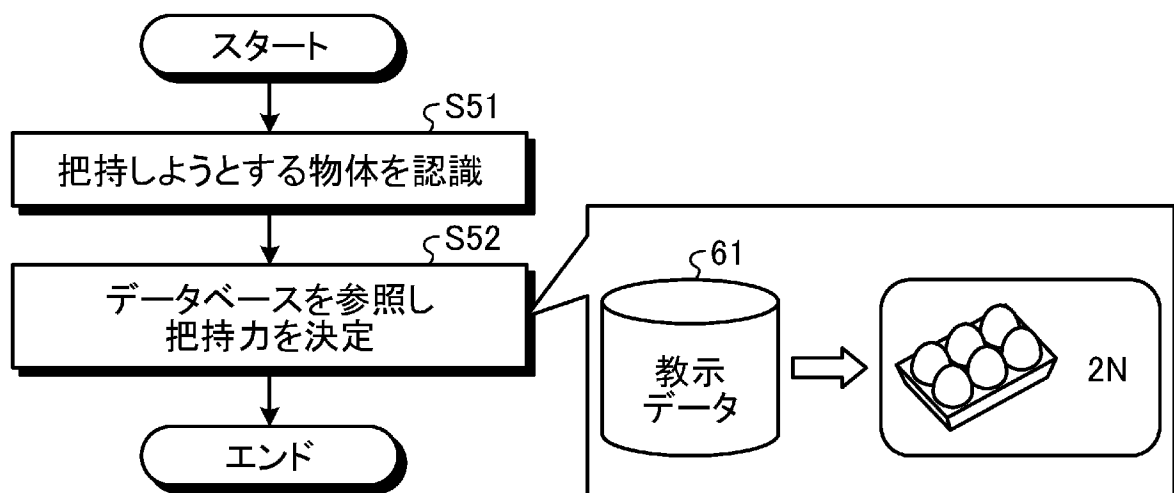
[図6]



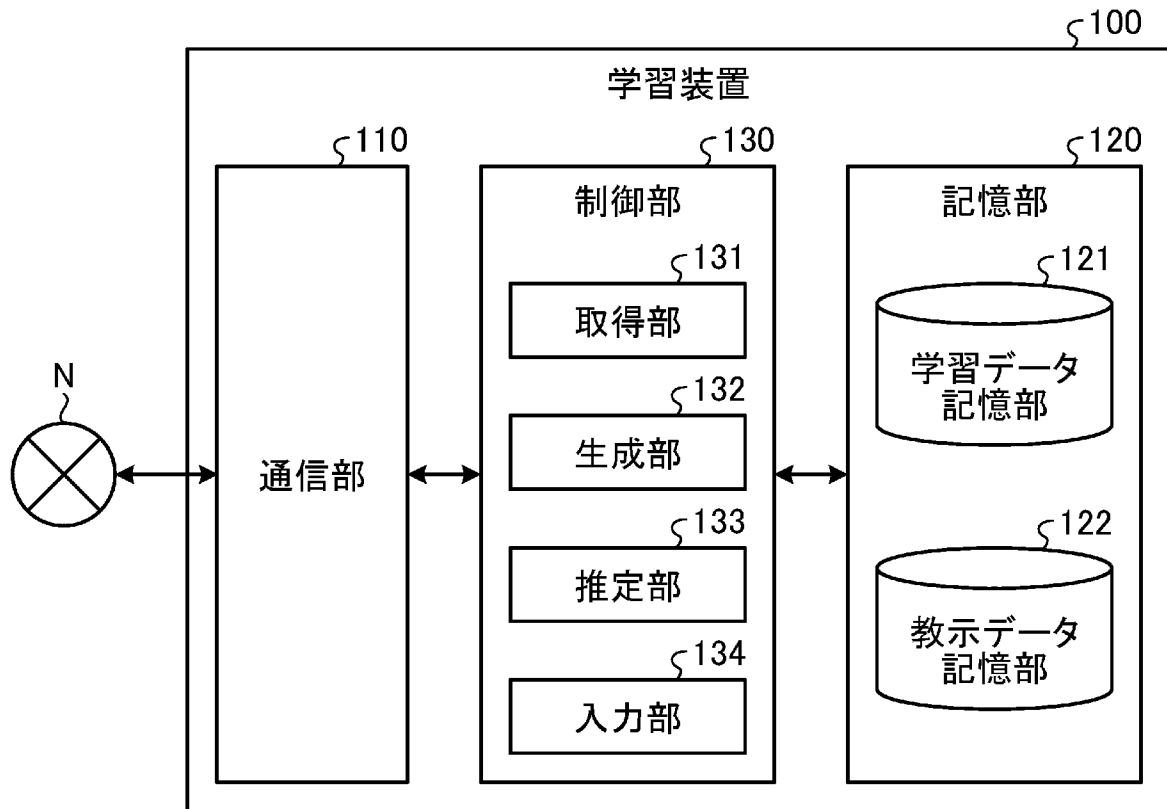
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

121

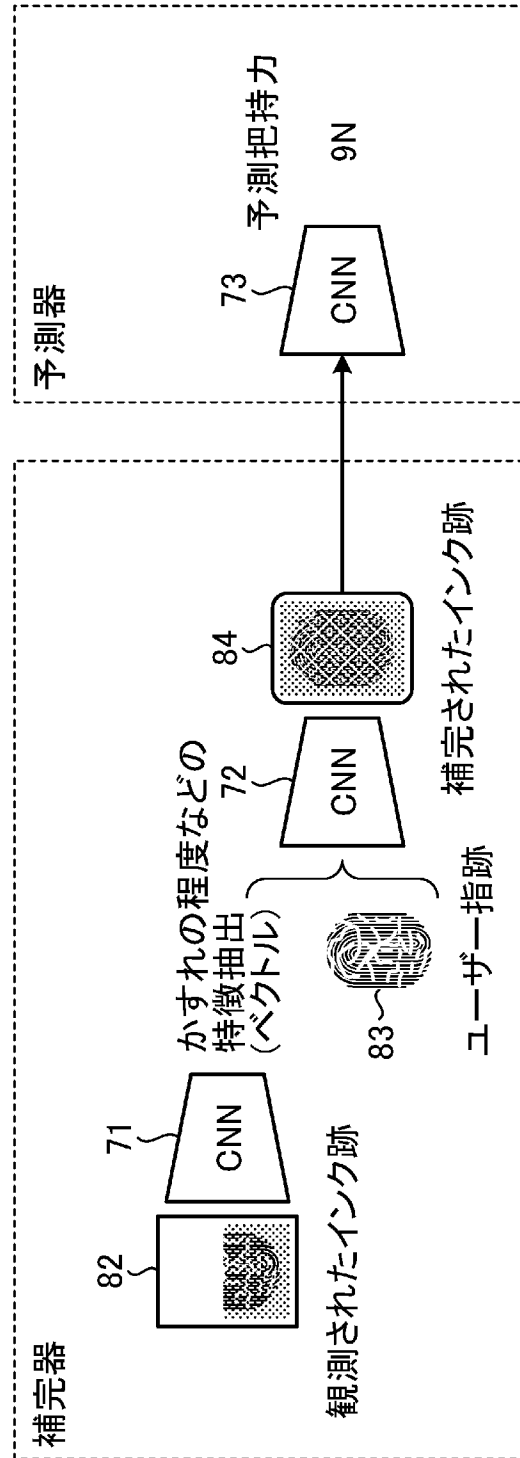
学習データID	画像データ	把持力	...
...	...	...	...
A01	B01	10	...
A02	B02	15	...
A03	B03	3	...
...	...	...	...

[図11]

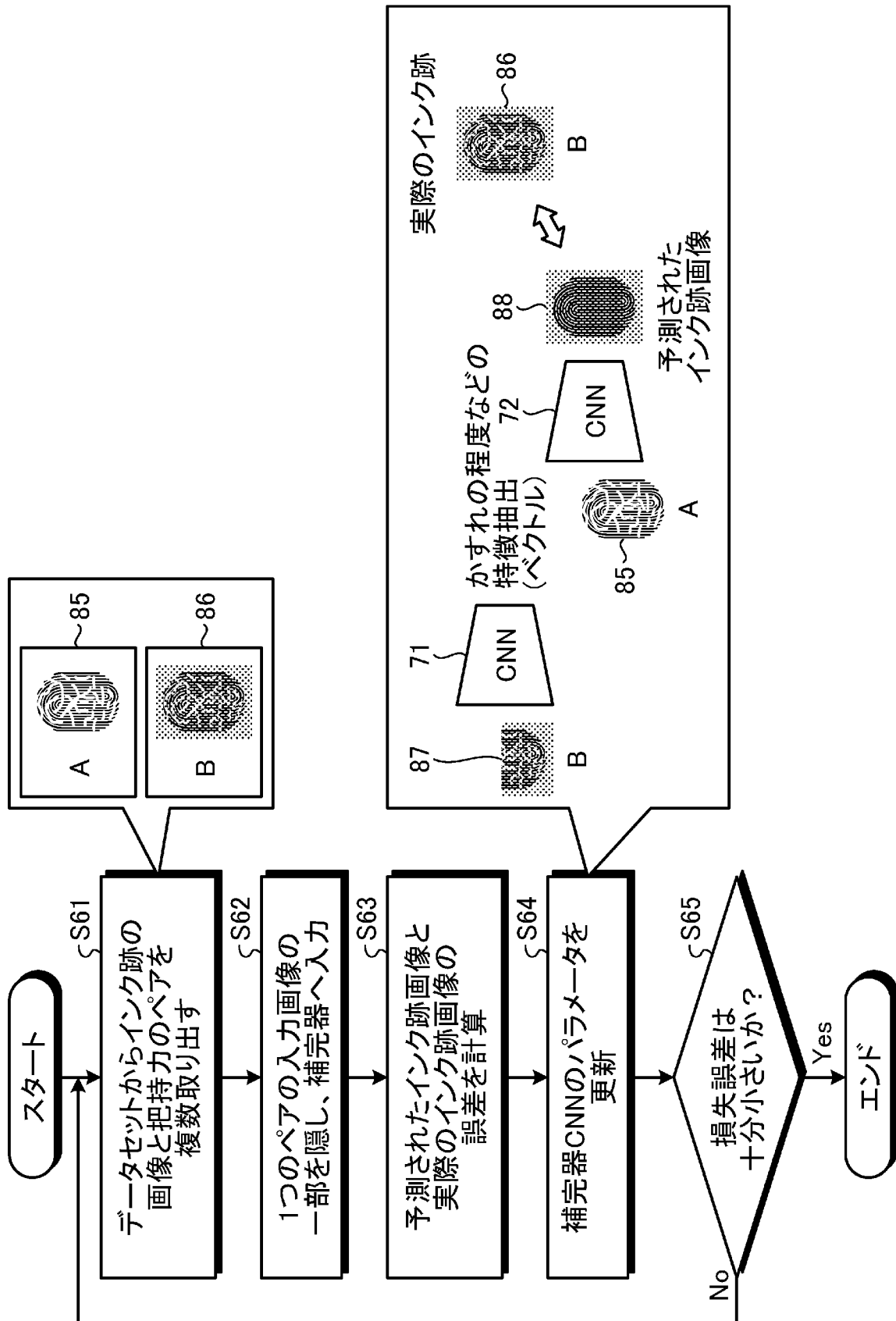
122


教示データID	物体情報	予測把持力	...
...	...	...	...
E01	F01	8	...
E02	F02	13	...
E03	F03	5	...
...	...	...	...

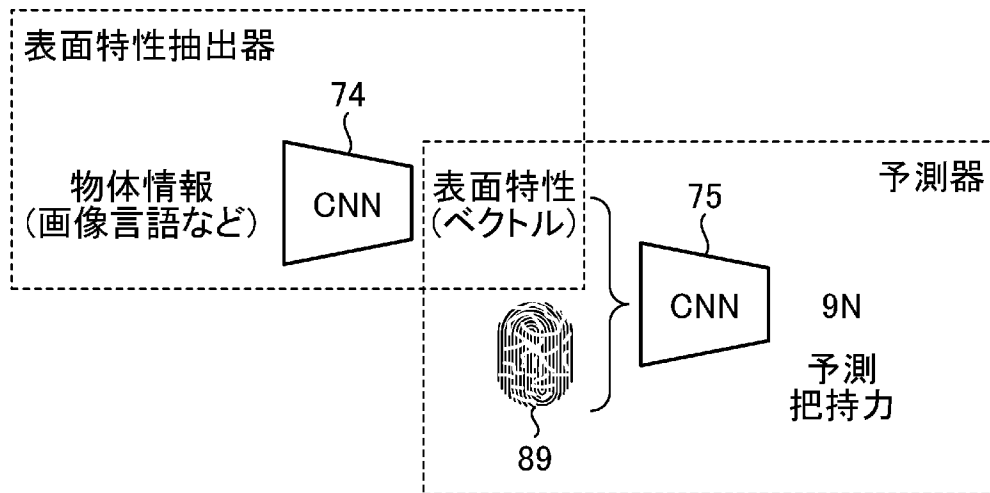
[図12]



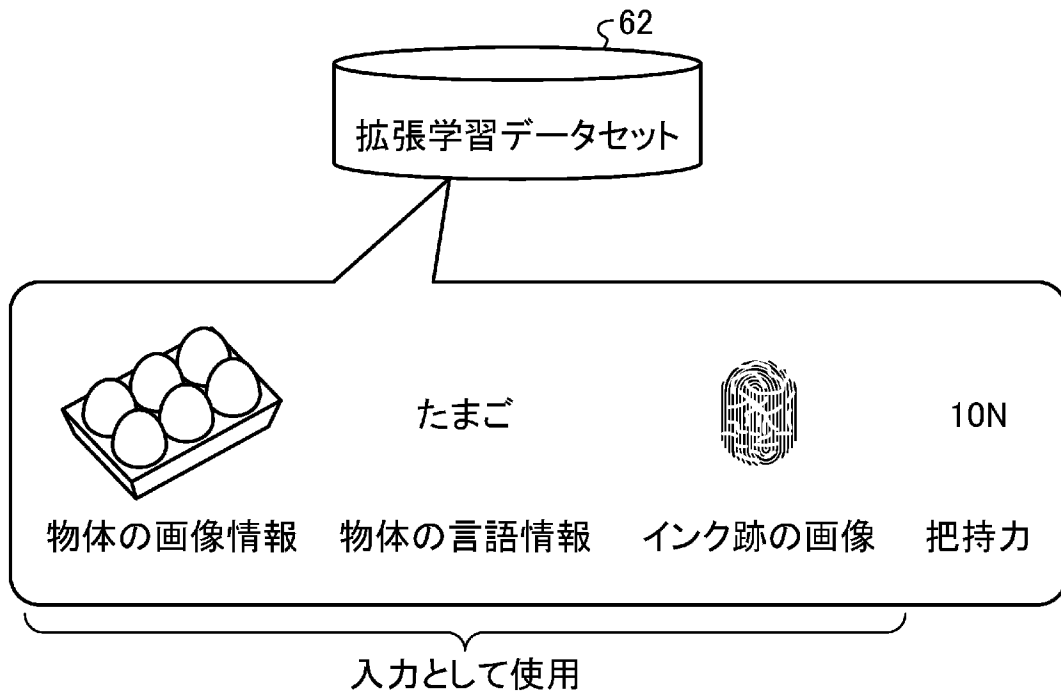
[図13]



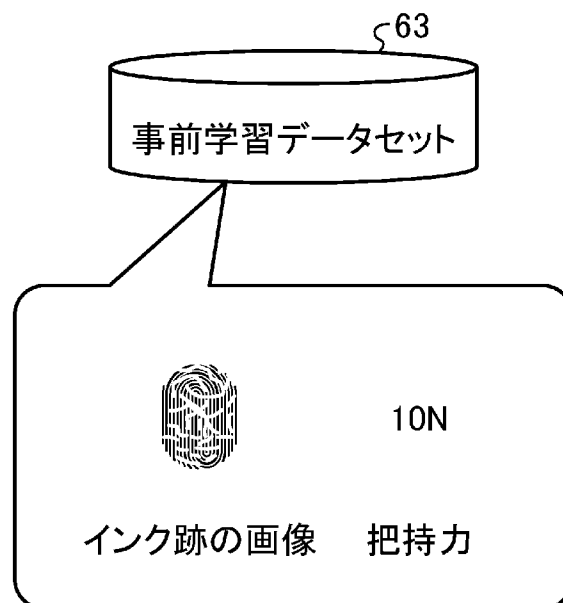
[図14]



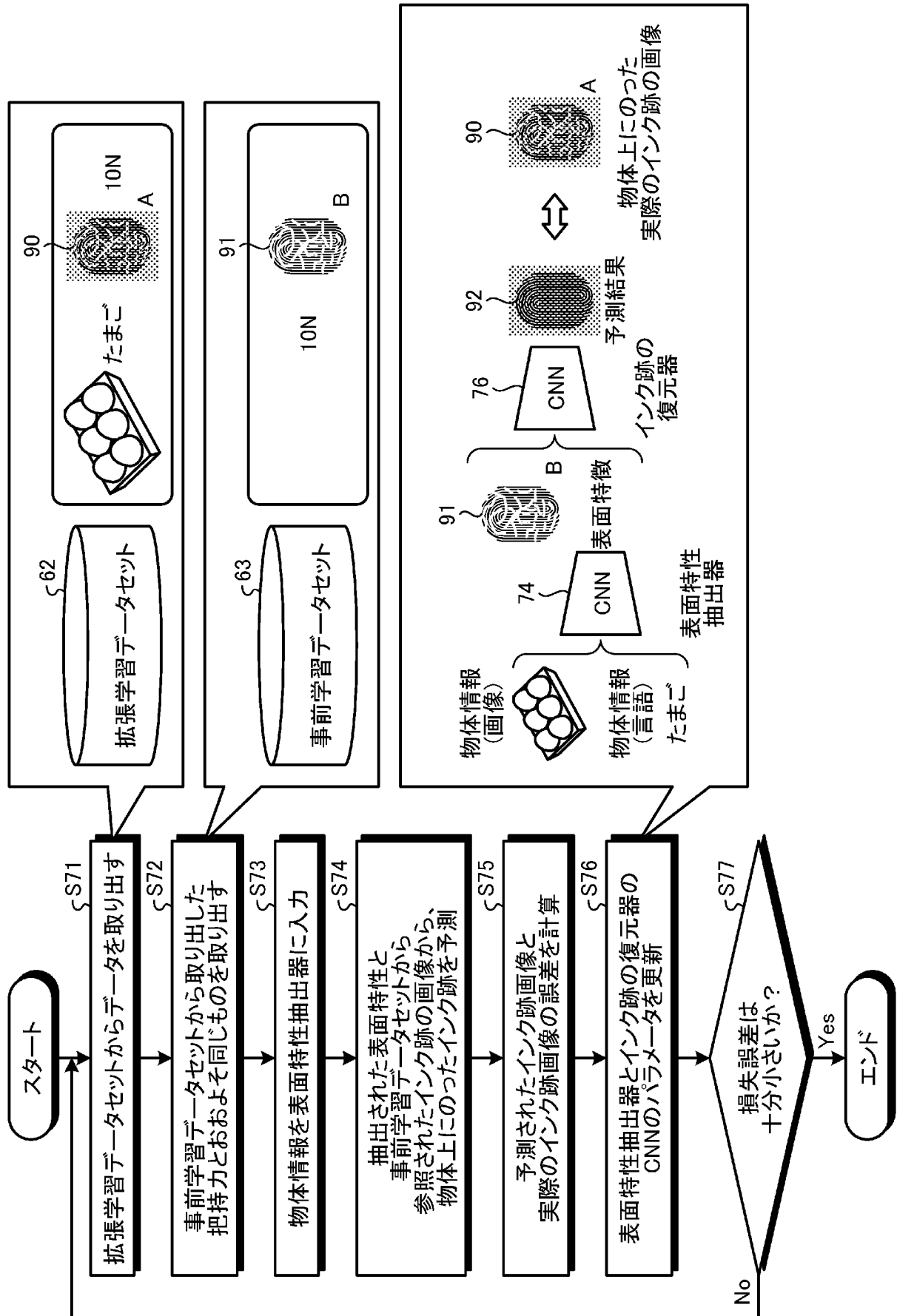
[図15A]



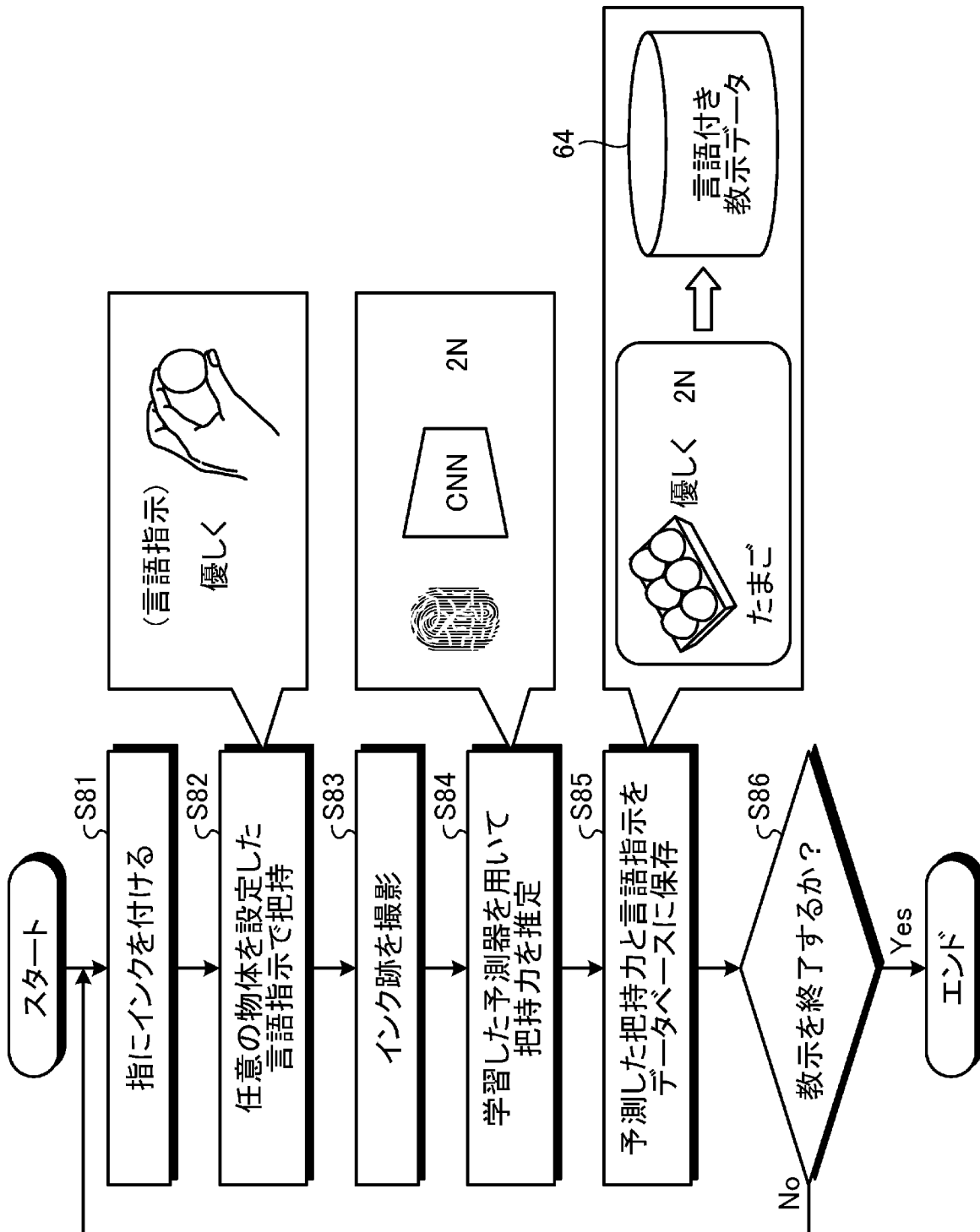
[図15B]



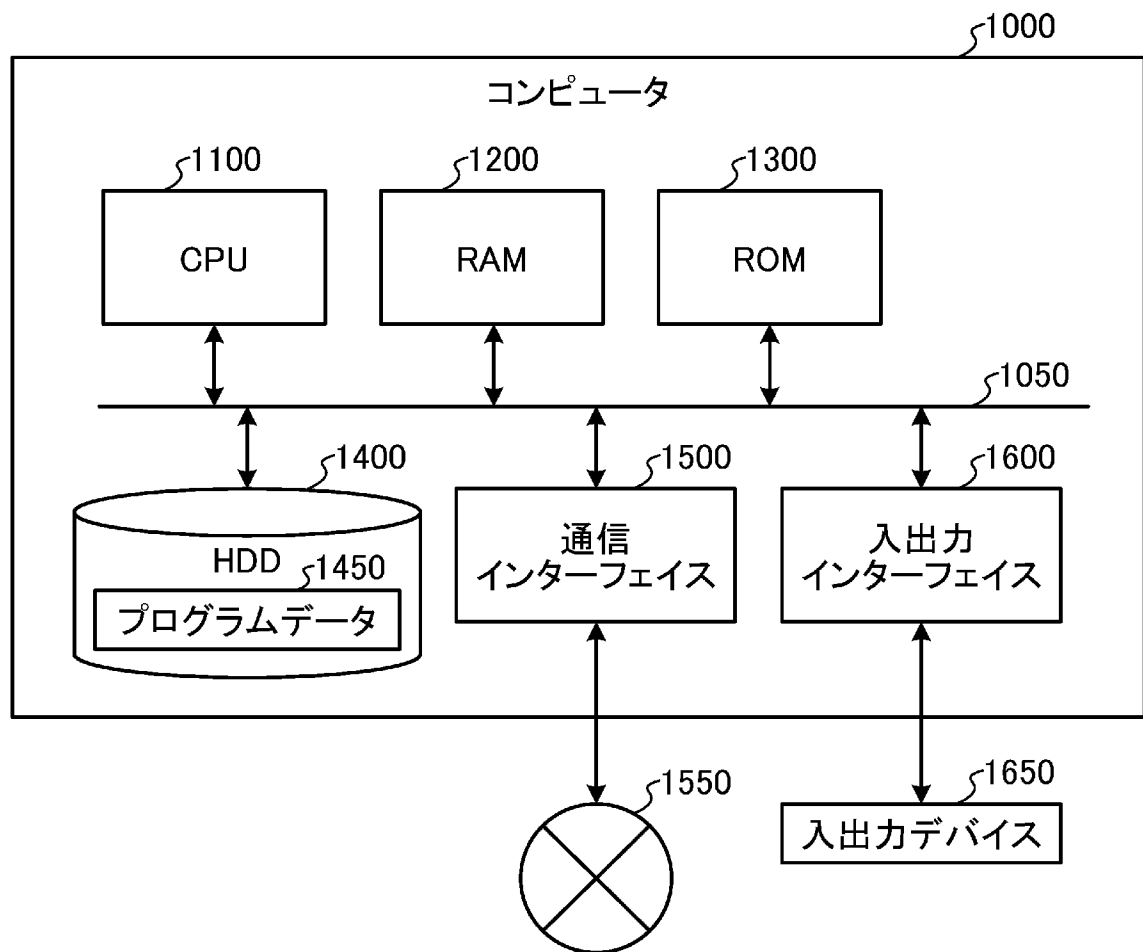
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/035386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B25J 13/08</i> (2006.01)i; <i>B25J 19/04</i> (2006.01)i; <i>G05B 19/4155</i> (2006.01)i FI: B25J13/08 A; B25J19/04; G05B19/4155 V 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) B25J1/00-21/02; G05B19/4155 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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)											
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017-90277 A (KYUSHU UNIV.) 25 May 2017 (2017-05-25) paragraphs [0023]-[0097], fig. 2-4</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="height: 200px;"></td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2017-90277 A (KYUSHU UNIV.) 25 May 2017 (2017-05-25) paragraphs [0023]-[0097], fig. 2-4	1-11			
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
A	JP 2017-90277 A (KYUSHU UNIV.) 25 May 2017 (2017-05-25) paragraphs [0023]-[0097], fig. 2-4	1-11									
☐ 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 “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 02 November 2022		Date of mailing of the international search report 15 November 2022									
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/JP2022/035386

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-90277	A	25 May 2017	(Family: none)	

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; B25J 19/04(2006.01)i; G05B 19/4155(2006.01)i FI: B25J13/08 A; B25J19/04; G05B19/4155 V										
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）） B25J1/00-21/02; G05B19/4155										
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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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								
A	JP 2017-90277 A（国立大学法人九州大学）25.05.2017（2017-05-25） 段落0023-0097, 図2-4	1-11								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 02.11.2022	国際調査報告の発送日 15.11.2022									
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） 國武 史帆 3U 7873 電話番号 03-3581-1101 内線 3364									

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/JP2022/035386

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-90277 A	25.05.2017	(ファミリーなし)	