(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
2024年10月3日(03.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/202042 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 9/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/013635

(22) 国際出願日： 2023年3月31日(31.03.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社ニコン (**NIKON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 脇本 健太 (**WAKIMOTO, Kenta**); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 江上 達夫 (**EGAMI, Tatsuo**); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目１６番１０号 ＶＰＯ京橋３階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

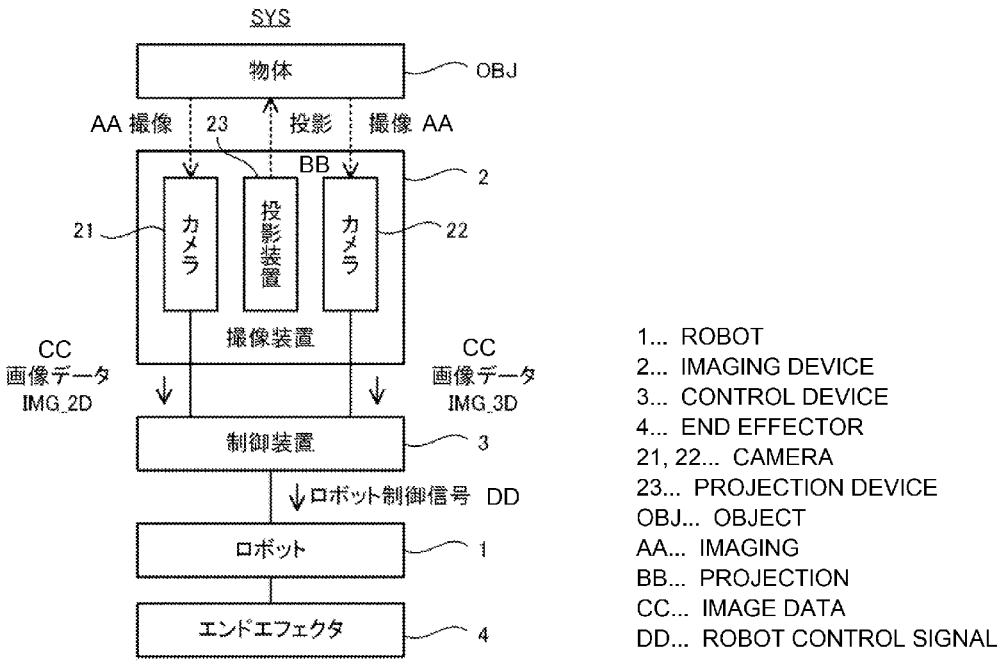
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

WO 2024/202042 A1

(54) **Title:** COMPUTING DEVICE, ROBOT CONTROL METHOD, PROCESSING METHOD, DISPLAY METHOD, COMPUTER PROGRAM, RECORDING MEDIUM, PATH GENERATION METHOD, AND CONVEYANCE METHOD

(54) 発明の名称： 演算装置、ロボット制御方法、処理方法、表示方法、コンピュータプログラム、記録媒体、経路生成方法及び搬送方法

[図 1]



(57) **Abstract:** A computing device according to the present invention comprises: a signal generation unit that generates a display signal for displaying, on a display device, the movement trace of a moving point which moves in following with the driving of the robot when the robot has been driven, without articulating the robot; and an output unit that outputs, to

[続葉有]

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))

the display device, the display signal generated by the signal generation unit.

(57) 要約: 演算装置は、ロボットを動かすことなく、ロボットを駆動した場合にロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動軌跡を表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、信号生成部で生成された表示信号を表示装置に出力する出力部とを備える。

明　細　書

発明の名称 ： 演算装置、ロボット制御方法、処理方法、表示方法、コンピュータプログラム、記録媒体、経路生成方法及び搬送方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、ロボットに関する演算装置、表示方法、経路生成方法、コンピュータプログラム、記録媒体、ロボット制御方法及び搬送方法の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 物体に対して所定の処理を行うロボットの一例が、特許文献１に記載されている。このようなロボットの技術分野では、ロボットが物体に対して所定の処理を行うように事前設定を適切に行うことが求められる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第２０１３／０３１１１５４号明細書

発明の概要

[0004] 第１の態様によれば、ロボットを動かすことなく、前記ロボットを駆動した場合に前記ロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動軌跡を表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部とを備える演算装置が提供される。

[0005] 第２の態様によれば、対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、第１エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第１移動経路と、前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて、前記第２エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前

記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第２移動経路を生成する演算装置が提供される。

[0006] 第３の態様によれば、物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる演算装置であって、前記処理対象位置を設定するために、前記物体の三次元モデルである物体モデルと前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを含む表示画面上で前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、ユーザの指示に関する指示情報に基づいて移動するように表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部とを備え、前記信号生成部は、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第１軸及び前記第１軸に交差する第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する演算装置が提供される。

[0007] 第４の態様によれば、ロボットに取付けられた撮像装置のキャリブレーションに用いられる演算装置であって、前記ロボットに取付けられた前記撮像装置で基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて生成された前記撮像装置の前記キャリブレーションの精度に関する情報を表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部とを備える演算装置が提供される。

[0008] 第５の態様によれば、対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第１周辺物体の三次元モデルである第１周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路のうちの一部である第１部分経路を生成し、前記エンドエフェクタの三次元モデルの拡張量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なる第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元

モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路のうちの他の少なくとも一部である第２部分経路を生成する演算装置が提供される。

[0009] 第６の態様によれば、対象物体を保持可能なエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づくエンドエフェクタモデルと、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに基づく対象物体モデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである周辺物体モデルとに基づいて前記移動経路の少なくとも一部を生成する演算装置が提供される。

[0010] 第７の態様によれば、対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットを制御する演算装置であって、前記対象物体の三次元モデルであるオリジナルモデルから、前記対象物体の少なくとも一部の三次元モデルである部分モデルを生成し、前記部分モデルと、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づくマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成する演算装置が提供される。

[0011] 第８の態様によれば、ロボットを動かすことなく、前記ロボットを駆動した場合に前記ロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動軌跡を表示装置に表示するための表示信号を生成することと、生成された前記表示信号を前記表示装置に出力することとを含む表示方法が提供される。

[0012] 第９の態様によれば、コンピュータに、第８の態様によって提供される表示方法を実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0013] 第１０の態様によれば、第９の態様によって提供されるコンピュータプログラムが記録された記録媒体が提供される。

[0014] 第１１の態様によれば、対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生

成方法であって、第１エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第１移動経路と、前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて、前記第２エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第２移動経路を生成することを含む経路生成方法が提供される。

[0015] 第１２の態様によれば、コンピュータに、第１１の態様によって提供される表示方法を実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0016] 第１３の態様によれば、第１２の態様によって提供されるコンピュータプログラムが記録された記録媒体が提供される。

[0017] 第１４の態様によれば、物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる表示方法であって、前記処理対象位置を設定するために、前記物体の三次元モデルである物体モデルと前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを含む表示画面上で前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、ユーザの指示に関する指示情報に基づいて移動するように表示装置に表示するための表示信号を生成することとと、生成された前記表示信号を前記表示装置に出力することとを含み、前記生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第１軸及び前記第１軸に交差する第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する表示方法が提供される。

[0018] 第１５の態様によれば、コンピュータに、第１４の態様によって提供される表示方法を実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0019] 第１６の態様によれば、第１５の態様によって提供されるコンピュータプログラムが記録された記録媒体が提供される。

[0020] 第１７の態様によれば、ロボットに取付けられた撮像装置のキャリブレーションに用いられる表示方法であって、前記ロボットに取付けられた前記撮像

装置で基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて生成された前記撮像装置の前記キャリブレーションの精度に関する情報を表示装置に表示するための表示信号を生成することと、生成された前記表示信号を前記表示装置に出力することを含む表示方法が提供される。

[0021] 第１８の態様によれば、コンピュータに、第１７の態様によって提供される表示方法を実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0022] 第１９の態様によれば、第１８の態様によって提供されるコンピュータプログラムが記録された記録媒体が提供される。

[0023] 第２０の態様によれば、対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生成方法であって、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第１周辺物体の三次元モデルである第１周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路のうちの一部である第１部分経路を生成することと、前記エンドエフェクタの三次元モデルの拡張量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なる第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路のうちの他の少なくとも一部である第２部分経路を生成することを含む経路生成方法が提供される。

[0024] 第２１の態様によれば、コンピュータに、第２０の態様によって提供される表示方法を実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0025] 第２２の態様によれば、第２１の態様によって提供されるコンピュータプログラムが記録された記録媒体が提供される。

[0026] 第２３の態様によれば、第６の態様によって提供される演算装置で生成された前記移動経路の少なくとも一部に基づいて、ロボットを制御するロボット制御方法が提供される。

[0027] 第２４の態様によれば、第６の態様によって提供される演算装置で生成された前記移動経路の少なくとも一部に基づいて、前記エンドエフェクタに保持された前記対象物体を搬送する搬送方法が提供される。

[0028] 第２５の態様によれば、対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットを制御するロボット制御方法であって、前記対象物体の三次元モデルであるオリジナルモデルから、前記対象物体の少なくとも一部の三次元モデルである部分モデルを生成することと、前記部分モデルと、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づくマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することと、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成することとを含むロボット制御方法が提供される。

[0029] 第２６の態様によれば、コンピュータに、第２５の態様によって提供される表示方法を実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0030] 第２７の態様によれば、第２６の態様によって提供されるコンピュータプログラムが記録された記録媒体が提供される。

[0031] 本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施するための形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]図１は、本実施形態のロボットシステムの構成を示すブロック図である。

[図2]図２は、本実施形態のロボットの外観を示す側面図である。

[図3]図３（ａ）から図３（ｄ）のそれぞれは、載置装置の一例である収容ボックスに収容されたワークを、エンドエフェクタを用いて保持するためのロボットの動作の一例を示す断面図である。

[図4]図４（ａ）から図４（ｄ）のそれぞれは、エンドエフェクタが保持しているワークを載置装置の一例であるパレットに配置するようにエンドエフェクタが保持しているワークをリリースするロボットの動作の一例を示している。

[図5]図５は、本実施形態の制御装置の構成を示すブロック図である。

[図6]図６は、ロボット制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図7]図７は、キャリブレーション部材の一例を示す斜視図である。

[図8]図８は、キャリブレーション精度情報を表示装置に表示するための精度情報表示処理の流れを示すフローチャートである。

[図9]図９は、第１キャリブレーション画像データ群と第２キャリブレーション画像データ群とを示す。

[図10]図１０は、キャリブレーション指標値の表示例を示す。

[図11]図１１は、処理位置姿勢設定画面を示す。

[図12]図１２は、処理位置姿勢設定画面を示す。

[図13]図１３は、移動するエンドエフェクタモデルを示す。

[図14]図１４は、移動するエンドエフェクタモデルを示す。

[図15]図１５は、移動するエンドエフェクタモデルを示す。

[図16]図１６（ａ）及び図１６（ｂ）のそれぞれは、エンドエフェクタモデルと物体モデルとの間の関係を示す。

[図17]図１７は、エンドエフェクタモデルと物体モデルとの間の関係を示す。

[図18]図１８は、エンドエフェクタモデルと物体モデルとの間の関係を示す。

[図19]図１９は、経路生成処理の流れを示すフローチャートである。

[図20]図２０は、経路生成画面を示す。

[図21]図２１は、経路生成画面を示す。

[図22]図２２は、経路生成画面を示す。

[図23]図２３は、経路生成画面を示す。

[図24]図２４（ａ）から図２４（ｃ）のそれぞれは、ツールセンターポイントの移動経路を示す。

[図25]図２５（ａ）から図２５（ｂ）のそれぞれは、ツールセンターポイントの移動経路を示す。

[図26]図２６（ａ）及び図２６（ｂ）のそれぞれは、拡張エンドエフェクタモデルを示す断面図である。

[図27]図２７（ａ）及び図２７（ｂ）のそれぞれは、拡張エンドエフェクタモデルと周辺物体モデルとの間の位置関係を、エンドエフェクタと周辺物体との間の位置関係と共に示す断面図である。

[図28]図２８（ａ）から図２８（ｃ）のそれぞれは、拡張エンドエフェクタモデルと周辺物体モデルとの間の位置関係を示す断面図である。

[図29]図２９（ａ）から図２９（ｄ）のそれぞれは、拡張エンドエフェクタモデルを示す断面図である。

[図30]図３０は、マッチング処理の結果に関する情報の表示例を示す。

[図31]図３１（ａ）は、エンドエフェクタが保持処理を行う場合のツールセンターポイントの移動経路を示す断面図であり、図３１（ｂ）は、エンドエフェクタが物体を保持している場合のツールセンターポイントの移動経路を生成するために用いられるエンドエフェクタモデル及び保持物体モデルを示す断面図であり、図３１（ｃ）は、エンドエフェクタが物体を保持していない場合のツールセンターポイントの移動経路を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルを示す断面図である。

[図32]図３２（ａ）は、エンドエフェクタがリリース処理を行う場合のツールセンターポイントの移動経路を示す断面図であり、図３２（ｂ）は、エンドエフェクタが物体を保持している場合のツールセンターポイントの移動経路を生成するために用いられるエンドエフェクタモデル及び保持物体モデルを示す断面図であり、図３２（ｃ）は、エンドエフェクタが物体を保持していない場合のツールセンターポイントの移動経路を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルを示す断面図である。

[図33]図３３（ａ）から図３３（ｂ）のそれぞれは、モデル生成画面の一例を示す。

[図34]図３４は、複数の部分モデルを示す。

[図35]図３５は、ファイン移動動作の第５変形例で行われるマッチング処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、図面を参照しながら、演算装置、表示方法、経路生成方法、コンピュータプログラム、記録媒体、ロボット制御方法及び搬送方法の実施形態について説明する。以下では、ロボットシステムＳＹＳを用いて、演算装置、表示方法、経路生成方法、コンピュータプログラム、記録媒体、ロボット制御方法及び搬送方法の実施形態について説明する。

[0034] （１）ロボットシステムＳＹＳの構成

はじめに、ロボットシステムＳＹＳの構成について説明する。

[0035] （１－１）ロボットシステムＳＹＳの全体構成

はじめに、図１を参照しながら、ロボットシステムＳＹＳの全体構成について説明する。図１は、ロボットシステムＳＹＳの全体構成を示すブロック図である。

[0036] 図１に示すように、ロボットシステムＳＹＳは、ロボット１と、撮像装置２と、制御装置３と、エンドエフェクタ４とを備えている。

[0037] ロボット１は、物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことが可能な装置である。ロボット１の一例が図２に示されている。図２は、ロボット１の外観を示す側面図である。図２に示すように、ロボット１は、例えば、基台１１と、ロボットアーム１２と、ロボット制御装置１３とを備えている。

[0038] 基台１１は、ロボット１の基礎となる部材である。基台１１は、床面等の支持面Ｓに配置される。基台１１は、支持面Ｓに固定されていてもよい。或いは、基台１１は、支持面Ｓに対して移動可能であってもよい。一例として、基台１１は、支持面Ｓ上を自走可能であってもよい。この場合、基台１１は、自動搬送車（ＡＧＶ：Ａｕｔｏｍａｔｉｃ Ｇｕｉｄｅｄ Ｖｅｈｉｃｌｅ）に設置されていてもよい。基台１１が自動搬送車に設置されている場合には、自動搬送車は、ロボット１の一部であるとみなしてもよい。或いは、自動搬送車（ＡＧＶ：Ａｕｔｏｍａｔｉｃ Ｇｕｉｄｅｄ Ｖｅｈｉｃｌｅ）が、基台１１として用いられてもよい。尚、図２は、基台１１が支持面Ｓに固定されている例を示している。

[0039] ロボットアーム１２は、基台１１に取り付けられている。ロボットアーム１２は、複数のリンク１２１がジョイント１２２を介して連結された装置である。ジョイント１２２には、アクチュエータが内蔵されている。リンク１２１は、ジョイント１２２に内蔵されたアクチュエータによって、ジョイント１２２が規定する軸周りに回転可能であってもよい。尚、少なくとも一つのリンク１２１は、リンク１２１が延びる方向に沿って伸縮可能であってもよい。尚、複数のリンク１２１がジョイント１２２を介して連結された装置と基台１１とを含む装置を、ロボットアーム１２と称してもよい。

[0040] ロボットアーム１２には、エンドエフェクタ４が取り付けられる。つまり、ロボット１には、エンドエフェクタ４が取り付けられる。図２に示す例では、エンドエフェクタ４は、ロボットアーム１２の先端に取り付けられている。エンドエフェクタ４は、ロボットアーム１２の動きによって移動可能である。つまり、ロボットアーム１２は、エンドエフェクタ４を移動させる。つまり、ロボット１は、エンドエフェクタ４を移動させる。

[0041] エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪに対して所定の処理（言い換えれば、所定の動作）を行う装置である。エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことから処理装置と称されてもよい。

[0042] 例えば、エンドエフェクタ４は、所定の処理の一例として、物体ＯＢＪを保持する（言い換えれば、保持する）ための保持処理を行ってもよい。この場合、エンドエフェクタ４は、エンドエフェクタ４が保持するべき物体ＯＢＪに対して保持処理を行っているとみなしてもよい。保持処理を行うことが可能なエンドエフェクタ４は、保持装置と称されてもよい。

[0043] 尚、物体ＯＢＪを保持することは、物体ＯＢＪを把持することを含んでいてもよい。例えば、物体ＯＢＪを保持することは、エンドエフェクタ４の一例である後述のハンドグリッパーを用いて、物体ＯＢＪを把持することを含んでいてもよい。物体ＯＢＪを保持することは、物体ＯＢＪを吸着することを含んでいてもよい。例えば、物体ＯＢＪを保持することは、エンドエフェクタ４の一例である後述のバキュームグリッパーを用いて、物体ＯＢＪを吸着（真空吸

着）することを含んでいてもよい。例えば、物体ＯＢＪを保持することは、エンドエフェクタ４の一例である後述の磁気吸着式グリッパーを用いて、物体ＯＢＪを吸着することを含んでいてもよい。

[0044] 例えば、エンドエフェクタ４は、所定の処理の一例として、保持している物体ＯＢＪをリリースする（つまり、離す）リリース処理を行ってもよい。この場合、エンドエフェクタ４は、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪに対してリリース処理を行っているとみなしてもよい。リリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ４は、リリース装置と称されてもよい。

[0045] 例えば、エンドエフェクタ４は、所定の処理の一例として、保持している第１の物体ＯＢＪが第２の物体ＯＢＪ上に配置されるように、保持している第１の物体ＯＢＪを第２の物体ＯＢＪ上でリリースする（つまり、離す）リリース処理を行ってもよい。この場合、エンドエフェクタ４は、エンドエフェクタ４が第１の物体ＯＢＪを配置するべき第２の物体ＯＢＪに対してリリース処理を行っているとみなしてもよい。同様に、エンドエフェクタ４は、エンドエフェクタ４がリリースするべき第１の物体ＯＢＪに対してリリース処理を行っているとみなしてもよい。

[0046] 保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ４の一例として、ハンドグリッパーがあげられる。ハンドグリッパーは、複数本（例えば、２本、３本又は４本）の指部材又は爪部材を用いて物体ＯＢＪを物理的に挟み込むことで、物体ＯＢＪを保持することが可能なエンドエフェクタ４である。保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ４の他の一例として、バキュームグリッパー及び磁気吸着式グリッパーの少なくとも一つがあげられる。バキュームグリッパーは、物体ＯＢＪを真空吸着することで物体ＯＢＪを保持することが可能なエンドエフェクタ４である。磁気吸着式グリッパーは、磁力で物体ＯＢＪを保持することが可能なエンドエフェクタ４である。図２は、エンドエフェクタ４がハンドグリッパーである例を示している。

[0047] ロボット１は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ４を用いて、物体ＯＢＪを所望位置に配置するための配置処理を行ってもよい。例えば、ロボット１は、エンドエフェクタ４を用いて第１の物体ＯＢＪを保持し、その後、エンドエフェクタ４が保持している第１の物体ＯＢＪを、第１物体ＯＢＪとは異なる第２の物体ＯＢＪの所望位置に配置するための配置処理を行ってもよい。

[0048] ロボット１は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ４を用いて、第１の物体ＯＢＪを、第１の物体ＯＢＪとは異なる第２の物体ＯＢＪにはめ込むためのはめ込み処理を行ってもよい。例えば、ロボット１は、エンドエフェクタ４を用いて第１の物体ＯＢＪを保持し、その後、エンドエフェクタ４が保持している第１の物体ＯＢＪを、第１物体ＯＢＪとは異なる第２の物体ＯＢＪにはめ込むためのはめ込み処理を行ってもよい。以上のはめ込み処理は、エンドエフェクタ４による第１の物体ＯＢＪに対する所定の処理とも言えるし、エンドエフェクタ４による第２の物体ＯＢＪに対する所定の処理とも言える。

[0049] エンドエフェクタ４が所定の処理を行う物体ＯＢＪは、図２に示すように、ワークＷを含んでいてもよい。ワークＷは、例えば、所望の製造物を製造するために用いられる部品又は部材を含んでいてもよい。ワークＷは、例えば、所望の製造物を製造するために加工される部品又は部材を含んでいてもよい。ワークＷは、例えば、所望の製造物を製造するために搬送される部品又は部材を含んでいてもよい。

[0050] エンドエフェクタ４が所定の処理を行う物体ＯＢＪは、図２に示すように、ワークＷが載置される載置装置Ｔを含んでいてもよい。載置装置Ｔの一例として、パレットがあげられる。載置装置Ｔは、支持面Ｓ上に配置されていてもよい。載置装置Ｔは、支持面Ｓに固定されていてもよい。或いは、載置装置Ｔは、支持面Ｓに対して移動可能であってもよい。一例として、載置装置Ｔは、支持面Ｓ上を自走可能であってもよい。尚、図２は、載置装置Ｔが支持面Ｓ上を自走可能である例を示している。この場合、載置装置Ｔは、自動搬送車（Ａ

ＧＶ：Ａｕｔｏｍａｔｉｃ　Ｇｕｉｄｅｄ　Ｖｅｈｉｃｌｅ）と称されてもよい。載置装置Ｔが支持面Ｓに対して移動可能である場合、載置装置Ｔの移動に伴って、載置装置Ｔに載置されたワークＷもまた支持面Ｓに対して移動する。このため、移動可能な載置装置Ｔは、ワークＷを移動させる移動装置として機能可能であってもよい。尚、ベルトコンベアが、載置装置Ｔとして用いられてもよい。尚、載置装置Ｔは、載置部材と称されてもよい。尚、載置装置Ｔは、パレットに限られず、ワークＷを収容可能な収容箱であってもよい。尚、収容箱は、例えば通い箱であってもよい。

[0051] 但し、物体ＯＢＪは、載置装置Ｔを含んでいなくてもよい。尚、載置装置Ｔが支持面Ｓ上を自走可能である場合、支持面Ｓ上を自走可能な自走装置とパレットとが別体であってもよい。この場合、パレットは、自走装置に設置されていてもよい。自走装置とパレットとの双方を含む装置が、載置装置Ｔと称されてもよい。或いは、物体ＯＢＪは、自走装置及びパレットの少なくとも一つを含んでいなくてもよい。自走装置は、自動搬送車と称されてもよい。尚、自走装置に設置される部材は、パレットに限られず、ワークＷを収容可能な収容箱であってもよい。

[0052] 尚、載置装置Ｔは、支持面Ｓ上を飛行可能であってもよい。この場合、載置装置Ｔは、飛行装置と称されてもよい。支持面Ｓ上を飛行可能な飛行装置とパレットとが別体であってもよい。パレットは、飛行装置に設置されていてもよい。飛行装置とパレットとを含む装置が、載置装置Ｔと称されてもよい。飛行装置は、無人航空機と称されてもよい。尚、ワークＷは、載置装置Ｔに載置されていなくてもよい。例えば、ワークＷは、支持面Ｓ上に載置されていてもよい。尚、飛行装置に設置される部材は、パレットに限られず、ワークＷを収容可能な収容箱であってもよい。

[0053] 物体ＯＢＪがワークＷ及び載置装置Ｔを含む場合には、上述した保持処理は、静止している又は移動している載置装置Ｔに載置されたワークＷを保持する処理を含んでいてもよい。上述した保持処理は、支持面Ｓに載置されたワークＷを保持する処理を含んでいてもよい。上述したリリース処理は、エンド

エフェクタ４が保持しているワークＷを静止している又は移動している載置装置Ｔ上の所望位置に配置するために、エンドエフェクタ４が保持しているワークＷをリリースする処理を含んでいてもよい。上述したリリース処理は、エンドエフェクタ４が保持しているワークＷを支持面Ｓ上の所望位置に配置するために、エンドエフェクタ４が保持しているワークＷをリリースする処理を含んでいてもよい。上述したリリース処理は、エンドエフェクタ４が保持している第１のワークＷを、静止している又は移動している載置装置Ｔ上に載置されている第２のワークＷにはめ込むために、エンドエフェクタ４が保持している第１のワークＷをリリースする処理を含んでいてもよい。上述したリリース処理は、エンドエフェクタ４が保持している第１のワークＷを、支持面Ｓ上に載置されている第２のワークＷにはめ込むために、エンドエフェクタ４が保持している第１のワークＷをリリースする処理を含んでいてもよい。

[0054] ロボット制御装置１３は、ロボット１の動作を制御する。

[0055] 具体的には、ロボット制御装置１３は、ロボットアーム１２の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、所望のジョイント１２２が規定する軸周りに所望のリンク１２１が回転するように、ロボットアーム１２の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、ロボットアーム１２に取り付けられたエンドエフェクタ４が所望位置に位置するように、ロボットアーム１２の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、ロボットアーム１２に取り付けられたエンドエフェクタ４が所望位置に移動するように、ロボットアーム１２の動作を制御してもよい。

[0056] ロボット制御装置１３は、ロボット１の動作を制御することに加えて、ロボット１に取り付けられているエンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ４が所望のタイミングで物体ＯＢＪを保持するように、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。つまり、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ４が所望のタイミングで保持処理を行うように、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ４が所望のタイミングで保持

している物体ＯＢＪをリリースするように、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。つまり、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ４が所望のタイミングでリリース処理を行うように、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。エンドエフェクタ４がハンドグリッパーである場合には、ロボット制御装置１３は、ハンドグリッパーが開閉するタイミングを制御してもよい。エンドエフェクタ４がバキュームグリッパーである場合には、ロボット制御装置１３は、バキュームグリッパーのバキューム装置をオン・オフするタイミングを制御してもよい。

[0057] 尚、図２は、ロボット１が、ロボットアーム１２（つまり、垂直多関節型ロボット）である例を示している。しかしながら、ロボット１は、垂直多関節型ロボットとは異なるロボットであってもよい。例えば、ロボット１は、スカラロボット（つまり、水平多関節型ロボット）であってもよい。例えば、ロボット１は、パラレルリンクロボットであってもよい。例えば、ロボット１は、ロボットアーム１２を二つ備える双腕型ロボットであってもよい。例えば、ロボット１は、直交座標型ロボットであってもよい。例えば、ロボット１は、円筒座標型ロボットであってもよい。ロボット１は、可動装置と称されてもよい。可動装置は、ロボット１に加えて、自動搬送車及び無人航空機の少なくとも一つを含んでいてもよい。例えば、自動搬送車及び無人航空機の少なくとも一つにロボット１が設置されていてもよい。

[0058] 再び図１において、撮像装置２は、物体ＯＢＪを撮像する。物体ＯＢＪを撮像するために、撮像装置２は、カメラ２１と、カメラ２２と、投影装置２３とを備えている。但し、後に詳述するように、撮像装置２は、カメラ２１及び２２のいずれか一方を備えていなくてもよい。撮像装置２は、投影装置２３を備えていなくてもよい。

[0059] カメラ２１は、物体ＯＢＪを撮像可能である。カメラ２１は、物体ＯＢＪを撮像することで、画像データＩＭＧ＿２Ｄを生成する。カメラ２１が生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄは、カメラ２１から制御装置３に出力される。本実施形態では、カメラ２１は、単眼カメラである。具体的には、カメラ２１は、単

眼カメラ（言い換えれば、撮像素子）を用いて物体ＯＢＪを撮像可能である。尚、カメラ２１は、単眼カメラに限られない。カメラ２１は、２つの単眼カメラを用いて物体ＯＢＪを撮像可能なステレオカメラであってもよいし、３つ以上の単眼カメラを含んでいてもよい。尚、カメラ２１は、ライトフィールドカメラ、プレノプティックカメラ、及びマルチスペクトルカメラの少なくとも一つであってもよい。

[0060] カメラ２２は、カメラ２１と同様に、物体ＯＢＪを撮像可能である。本実施形態では、カメラ２２は、ステレオカメラである。具体的には、カメラ２２は、二つの単眼カメラ（言い換えれば、二つの撮像素子）を用いて物体ＯＢＪを撮像可能なステレオカメラである。カメラ２２は、物体ＯＢＪを撮像することで、画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成する。具体的には、カメラ２２がステレオカメラであるがゆえに、カメラ２２は、二つの単眼カメラがそれぞれ生成する二つの画像データを含む画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成する。カメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄは、カメラ２２から制御装置３に出力される。尚、カメラ２２は、ステレオカメラに限られない。カメラ２２は、単眼カメラであってもよいし、３つ以上の単眼カメラを含んでいてもよい。尚、カメラ２２は、ライトフィールドカメラ、プレノプティックカメラ、及びマルチスペクトルカメラの少なくとも一つであってもよい。

[0061] 投影装置２３は、物体ＯＢＪに投影光を照射可能な装置である。特に、投影装置２３は、物体ＯＢＪに投影光を照射することで、物体ＯＢＪに所望の投影パターンを投影可能な装置である。尚、投影パターンは、物体ＯＢＪへ投影する光の強度分布と称されてもよい。投影する光の強度分布が変われば、投影パターンも変わる。所望の投影パターンは、例えば、ランダムパターンを含んでいてもよい。ランダムパターンは、単位照射領域毎に異なるパターンを有する投影パターンであってもよい。ランダムパターンは、ランダムドットパターンを含んでいてもよい。所望の投影パターンは、例えば、一次元又は二次元の格子パターンを含んでいてもよい。所望の投影パターンは、その他の投影パターンを含んでいてもよい。カメラ２２は、投影装置２３からの投影パターンが投

影されている物体ＯＢＪを撮像する。この場合、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、投影パターンが投影されている物体ＯＢＪが写り込んでいる。一方で、カメラ２１は、投影パターンが投影されている物体ＯＢＪを撮像しなくてもよい。カメラ２１は、投影パターンが投影されていない物体ＯＢＪを撮像してもよい。この場合、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像には、投影パターンが投影されている物体ＯＢＪが写り込んでいなくてもよい。画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像には、投影パターンが投影されていない物体ＯＢＪが写り込んでいてもよい。尚、所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影するための投影光は、パターン光と称されてもよいし、構造光と称されてもよい。この場合、投影光は、パターン光を含んでいてもよいし、構造光を含んでいてもよい。尚、投影光は、一様な投影パターン（つまり、一様な強度分布）の光であってもよい。

[0062] 尚、投影装置２３は、物体ＯＢＪに投影光を照射することで、物体ＯＢＪを投影光で照明しているとみなしてもよい。この場合、投影装置２３は、物体ＯＢＪを照明する照明装置として機能可能であってもよい。投影装置２３が照明装置として機能する場合には、投影光は、照明光と称されてもよい。照明装置として用いられる投影光（照明光）は、強度分布が均一な光ｄえあってもよい。投影装置２３が照明装置として機能する場合には、投影光は、物体ＯＢＪに所望の投影パターンを投影可能な光でなくてもよい。投影装置２３が照明装置として機能する場合には、投影光（つまり、照明光）は、物体ＯＢＪを照明可能な任意の光であってもよい。

[0063] 撮像装置２は、エンドエフェクタ４と同様に、ロボットアーム１２に取り付けられている。つまり、カメラ２１及び２２並びに投影装置２３は、ロボットアーム１２に取り付けられている。例えば、図２に示すように、カメラ２１及び２２並びに投影装置２３は、エンドエフェクタ４と同様に、ロボットアーム１２の先端に取り付けられていてもよい。この場合、カメラ２１及び２２並びに投影装置２３は、ロボットアーム１２の動きによって移動可能である。つま

り、ロボットアーム１２は、カメラ２１及び２２並びに投影装置２３を移動させる。

[0064] 但し、撮像装置２は、ロボットアーム１２に取り付けられていなくてもよい。撮像装置２は、物体ＯＢＪに投影光を照射可能であって且つ物体ＯＢＪを撮像可能な任意の位置に取り付けられていてもよい。尚、カメラ２１、カメラ２２、及び投影装置２３の少なくとも一つが、ロボットアーム１２に取り付けられ、カメラ２１、カメラ２２、及び投影装置２３の他の少なくとも一つが、ロボットアーム１２とは異なる場所に取り付けられていてもよい。例えば、カメラ２１及びカメラ２２の少なくとも一つは、カメラ２１及びカメラ２２の少なくとも一つが物体ＯＢＪを撮像可能な位置に配置されている柱等の構造物に取り付けされていてもよい。例えば、投影装置２３は、投影装置２３が物体ＯＢＪに投影光を照射可能な位置に配置された柱等の構造物に取り付けられていてもよい。

[0065] カメラ２１及び２２は、互いに同期しながら物体ＯＢＪを撮像してもよい。例えば、カメラ２１及び２２は、同時に物体ＯＢＪを撮像してもよい。つまり、カメラ２１及び２２は、カメラ２１が物体ＯＢＪを撮像する２Ｄ撮像時刻と、カメラ２２が物体ＯＢＪを撮像する３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、物体ＯＢＪを撮像してもよい。カメラ２１及び２２は、画像データＩＭＧ＿２Ｄを生成するためにカメラ２１が物体ＯＢＪを撮像する２Ｄ撮像時刻と、画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成するためにカメラ２２が物体ＯＢＪを撮像する３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、物体ＯＢＪを撮像してもよい。

[0066] カメラ２１及び２２は、制御装置３の制御下で、物体ＯＢＪを撮像してもよい。この場合、カメラ２１及び２２のそれぞれが物体ＯＢＪを撮像する時刻（言い換えれば、タイミング）は、制御装置３によって制御されてもよい。例えば、制御装置３は、カメラ２１及び２２が互いに同期しながら物体ＯＢＪを撮像するように、カメラ２１及び２２を制御してもよい。例えば、制御装置３は、カメラ２１及び２２が同時に物体ＯＢＪを撮像するように、カメラ２１及

び２２を制御してもよい。つまり、制御装置３は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、カメラ２１及び２２を制御してもよい。

[0067] ここで、「２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になる」状態は、「２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが、文字通り完全に同じ時刻になる」という状態を含んでいてもよい。「２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になる」状態は、「２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが完全に同じ時刻になっていないものの、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻との時間的なずれが第１許容上限値よりも小さいがゆえに２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが実質的に同じ時刻であるとみなせる」状態を含んでいてもよい。ここで、第１許容上限値は、ロボットアーム１２の制御誤差に基づく第１許容上限値であってもよい。例えば、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻との時間的なずれによって、後述する物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に誤差が生じる場合（つまり、算出される物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの精度が低下する場合）がある。この場合、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に生じる誤差によって、ロボットアーム１２の制御誤差が生じる場合がある。ロボットアーム１２の制御誤差は、エンドエフェクタ４の移動誤差となり、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を適切に行うことができなくなる場合がある。尚、第１許容上限値が、ロボットアーム１２によるエンドエフェクタ４の移動誤差の第１許容上限値と等価であるとみなしてもよい。また、例えば、カメラ２１及び２２の撮像処理の同期誤差による、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻との時間的なずれがあったとしても、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが実質的に同じ時刻であるとみなしてもよい。尚、カメラ２１及び２２の撮像処理の同期誤差は、制御装置３によるカメラ２１及び２２の撮像処理の同期制御誤差であってもよい。

[0068] 但し、カメラ２１及び２２は、同時に物体ＯＢＪを撮像しなくてもよい。つまり、カメラ２１及び２２は、カメラ２１が物体ＯＢＪを撮像する２Ｄ撮像時刻とカメラ２２が物体ＯＢＪを撮像する３Ｄ撮像時刻とが異なる時刻になるように、物体ＯＢＪを撮像してもよい。尚、「２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが

異なる時刻になる」状態は、「２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻との時間的なずれが第１許容上限値よりも大きいがゆえに２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが実質的に同じ時刻であるとみなせない」状態を含んでいてもよい。

[0069] 本実施形態では、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位している期間中にカメラ２１及び２２が物体ＯＢＪを撮像する場合において、カメラ２１及び２２は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、物体ＯＢＪを撮像してもよい。つまり、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位している期間中にカメラ２１及び２２が物体ＯＢＪを撮像する場合において、制御装置３は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、カメラ２１及び２２を制御してもよい。尚、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位している状態は、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとの相対的な位置関係が変化している状態を意味していてもよい。カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位している状態は、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対移動している状態を意味していてもよい。

[0070] 一方で、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位していない期間中にカメラ２１及び２２が物体ＯＢＪを撮像する場合には、カメラ２１及び２２は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、物体ＯＢＪを撮像しなくてもよい。つまり、制御装置３は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、カメラ２１及び２２を制御しなくてもよい。例えば、カメラ２１及び２２は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが異なる時刻になるように、物体ＯＢＪを撮像してもよい。つまり、制御装置３は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが異なる時刻になるように、カメラ２１及び２２を制御してもよい。尚、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位していない状態は、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとの相対的な位置関係が変化していない状態を含んでいてもよい。カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位していない状態は、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対移動していない状態を含んでいても

よい。カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位していない状態は、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが静止している状態を含んでいてもよい。尚、カメラ２１及び２２のそれぞれと物体ＯＢＪとが相対的に変位していない期間中にカメラ２１及び２２が物体ＯＢＪを撮像する場合においても、カメラ２１及び２２は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、物体ＯＢＪを撮像してもよい。つまり、制御装置３は、２Ｄ撮像時刻と３Ｄ撮像時刻とが同じ時刻になるように、カメラ２１及び２２を制御してもよい。

[0071] 制御装置３は、ロボット制御処理を行う。ロボット制御処理は、ロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する処理を含んでいてもよい。制御装置３は、ロボット制御処理を行うことに加えて、エンドエフェクタ処理を行ってもよい。エンドエフェクタ制御処理は、エンドエフェクタ４を制御するためのエンドエフェクタ制御信号を生成する処理を含んでいてもよい。エンドエフェクタ処理は、ロボット制御処理に含まれてもよいし、含まれていなくてもよい。つまり、制御装置３が生成したエンドエフェクタ制御信号は、ロボット制御信号に含まれていてもよいし、ロボット制御信号に含まれていなくてもよい。

[0072] 以下の説明では、説明の便宜上、エンドエフェクタ制御処理がロボット制御処理に含まれる（つまり、エンドエフェクタ制御信号がロボット制御信号に含まれる）例について説明する。このため、以下の説明では、ロボット制御処理は、ロボット制御信号及びエンドエフェクタ制御信号の少なくとも一つを生成する処理を意味していてもよい。また、以下の説明では、ロボット制御信号は、ロボット１を制御するための信号及びエンドエフェクタ４を制御するための信号の少なくとも一つを意味していてもよい。尚、ロボット制御信号は、単に制御信号と称されてもよい。

[0073] ロボット制御信号は、ロボット１を移動させるようにロボット１を制御する信号を含んでいてもよい。つまり、ロボット制御信号は、ロボットアーム１２を移動させるようにロボットアーム１２を制御する信号を含んでいても

よい。具体的には、ロボット制御信号は、ロボット１の移動（つまり、ロボット１の駆動）に伴って移動する移動基準点ＭＢＰを所望位置に移動させるようにロボット１を制御する信号を含んでいてもよい。つまり、ロボット制御信号は、ロボットアーム１２の移動に伴って移動する移動基準点ＭＢＰを所望位置に移動させるようにロボットアーム１２を制御する信号を含んでいてもよい。ロボット１の移動に伴ってエンドエフェクタ４が移動するがゆえに、ロボット制御信号は、ロボット１の移動（つまり、ロボット１の駆動）に伴うエンドエフェクタ４の移動に応じて移動する移動基準点ＭＢＰを所望位置に移動させるようにロボット１を制御する信号を含んでいてもよい。つまり、ロボット制御信号は、ロボットアーム１２の移動に伴うエンドエフェクタ４の移動に応じて移動する移動基準点ＭＢＰを所望位置に移動させるようにロボットアーム１２を制御する信号を含んでいてもよい。尚、移動基準点ＭＢＰは、単に移動点と称されてもよい。

[0074] 本実施形態では、移動基準点ＭＢＰとして、エンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰが用いられる例について説明する。一例として、エンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪ（例えば、ワークＷ）に接触する点を意味していてもよい。上述したようにエンドエフェクタ４がハンドグリッパーである場合には、ツールセンターポイントＴＣＰは、ハンドグリッパーが備える複数の爪部材の先端の間の空間上の点を意味していてもよい。上述したようにエンドエフェクタ４がバキュームグリッパーである場合には、ツールセンターポイントＴＣＰは、バキュームグリッパーに形成されており且つそれぞれが気体を吸引可能な複数の吸引口の間の空間上の点を意味していてもよい。このようなツールセンターポイントＴＣＰは、ロボットシステムＳＹＳのユーザによって設定されてもよい。或いは、ツールセンターポイントＴＣＰは、エンドエフェクタ４毎に予め設定されていてもよい。尚、ツールセンターポイントＴＣＰは、ロボットアーム１２の少なくとも一部であってもよい。尚、ツールセンターポイントＴＣＰは、エンドエフェクタ４の少なくとも一部であってもよい。

[0075] 但し、移動基準点ＭＢＰとして、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる少なくとも一つの点が用いられてもよい。例えば、ロボット１の移動に伴ってロボット１の少なくとも一部が移動するがゆえに、移動基準点ＭＢＰとして、ロボット１の少なくとも一部が用いられてもよい。移動基準点ＭＢＰとして、ロボット１の少なくとも一部に包含されるロボット１の少なくとも一つの点が用いられてもよい。一例として、移動基準点ＭＢＰとして、ロボット１の表面の任意の点が用いられてもよい。他の一例として、移動基準点ＭＢＰとして、ロボット１の内部の任意の点が用いられてもよい。具体的には、ロボット１の移動に伴ってロボットアーム１２の少なくとも一部が移動するがゆえに、移動基準点ＭＢＰとして、ロボットアーム１２の少なくとも一部が用いられてもよい。移動基準点ＭＢＰとして、ロボットアーム１２の少なくとも一部に包含されるロボットアーム１２の少なくとも一つの点が用いられてもよい。一例として、移動基準点ＭＢＰとして、ロボットアーム１２の表面の任意の点が用いられてもよい。他の一例として、移動基準点ＭＢＰとして、ロボットアーム１２の内部の任意の点が用いられてもよい。同様に、ロボット１の移動に伴ってロボット１に取り付けられたエンドエフェクタ４の少なくとも一部が移動するがゆえに、移動基準点ＭＢＰとして、エンドエフェクタ４の少なくとも一部が用いられてもよい。移動基準点ＭＢＰとして、エンドエフェクタ４の少なくとも一部に包含されるエンドエフェクタ４の少なくとも一つの点が用いられてもよい。一例として、移動基準点ＭＢＰとして、エンドエフェクタ４の表面の任意の点が用いられてもよい。他の一例として、移動基準点ＭＢＰとして、エンドエフェクタ４の内部の任意の点が用いられてもよい。

[0076] 尚、一例として、ツールセンターポイントＴＣＰは、エンドエフェクタ４を基準に定まる点であるとみなしてもよい。この場合、移動基準点ＭＢＰとして、エンドエフェクタ４を基準に定まる任意の点が用いられてもよい。更に、一例として、ツールセンターポイントＴＣＰは、エンドエフェクタ４が取り付けられたロボット１（特に、ロボットアーム１２）を基準に定まる点であると

みなしてもよい。この場合、移動基準点ＭＢＰとして、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）を基準に定まる任意の点が用いられてもよい。

[0077] 更に、ロボット制御信号は、ロボット１を移動させるようにロボット１を制御するための信号に加えて、所定の処理を行うようにエンドエフェクタ４を制御するための信号を含んでいてもよい。例えば、ロボット制御信号は、ワークＷを保持する保持処理を行うようにエンドエフェクタ４を制御するための信号を含んでいてもよい。例えば、ロボット制御信号は、保持しているワークＷをリリースするリリース処理を行うようにエンドエフェクタ４を制御するための信号を含んでいてもよい。

[0078] 制御装置３が生成したロボット制御信号は、ロボット１のロボット制御装置１３に出力される。ロボット制御装置１３は、制御装置３が生成したロボット制御信号に基づいて、ロボット１の動作を制御する。このため、ロボット制御信号は、ロボット１の動作を制御するための信号を含んでいてもよい。

[0079] 上述したようにロボット制御信号がロボットアーム１２を制御するための信号を含んでいる場合には、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、ロボットアーム１２を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、ジョイント１２２に内蔵されたアクチュエータの動作を制御することで、ロボットアーム１２の動作を制御してもよい。

[0080] 上述したようにロボット制御信号がエンドエフェクタ４を制御するための信号を含んでいる場合には、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ４を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ４を構成するハンドグリッパーを動かすアクチュエータの動作を制御することで、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ４を構成するバキュームグリッパーのバキューム装置の動作を制御することで、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。

[0081] ロボット制御信号は、ロボット制御装置１３がロボット１の動作を制御するためにそのまま利用可能な信号を含んでいてもよい。ロボット制御信号は、ロボット制御装置１３がロボット１の動作を制御するために用いるロボット駆動信号としてそのまま利用可能な信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号をそのまま用いて、ロボット１の動作を制御してもよい。例えば、制御装置３は、ロボットアーム１２のジョイント１２２に内蔵されたアクチュエータの駆動信号をロボット制御信号として生成し、ロボット制御装置１３は、制御装置３が生成したロボット制御信号をそのまま用いて、ロボットアーム１２のジョイント１２２に内蔵されたアクチュエータを制御してもよい。ロボット制御信号は、ロボット制御装置１３がエンドエフェクタ４の動作を制御するためにそのまま利用可能な信号を含んでいてもよい。ロボット制御信号は、ロボット制御装置１３がエンドエフェクタ４の動作を制御するために用いるエンドエフェクタ駆動信号としてそのまま利用可能な信号を含んでいてもよい。この場合、例えば、制御装置３は、エンドエフェクタ４を構成するハンドグリッパーを動かすアクチュエータの駆動信号（エンドエフェクタ駆動信号）をロボット制御信号として生成し、ロボット制御装置１３は、制御装置３が生成したロボット制御信号をそのまま用いて、エンドエフェクタ４のアクチュエータを制御してもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタ４を構成するバキュームグリッパーのバキューム装置を駆動するための駆動信号（エンドエフェクタ駆動信号）をロボット制御信号として生成し、ロボット制御装置１３は、制御装置３が生成したロボット制御信号をそのまま用いて、エンドエフェクタ４のバキューム装置を制御してもよい。

[0082] 尚、上述のように、ロボット制御信号が、ロボット制御装置１３がロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つの動作を制御するためにそのまま利用可能な信号を含む場合、ロボット１は、ロボット制御装置１３を備えていなくてもよい。

[0083] 或いは、ロボット制御信号は、ロボット１の動作を制御するためのロボット駆動信号をロボット制御装置１３が生成するために利用可能な信号を含んで

いてもよい。この場合、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、ロボット１の動作を制御するためのロボット駆動信号を生成し、生成したロボット駆動信号に基づいて、ロボット１の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、ロボットアーム１２のジョイント１２２に内蔵されたアクチュエータの駆動信号を生成し、生成した信号に基づいて、ロボットアーム１２のジョイント１２２に内蔵されたアクチュエータを制御してもよい。

[0084] ロボット制御信号は、エンドエフェクタ４の動作を制御するためのエンドエフェクタ駆動信号をロボット制御装置１３が生成するために利用可能な信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ制御信号に基づいて、エンドエフェクタ４の動作を制御するためのエンドエフェクタ駆動信号を生成し、生成したエンドエフェクタ駆動信号に基づいて、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ４のアクチュエータの駆動信号を生成し、生成した信号に基づいて、エンドエフェクタ４のアクチュエータを制御してもよい。

[0085] ここで、図３（ａ）から図３（ｄ）及び図４（ａ）から図４（ｄ）を参照しながら、本実施形態におけるロボット１の動作の一例について説明する。

[0086] 図３（ａ）から図３（ｄ）のそれぞれは、載置装置Ｔの一例である収容箱ＣＢに収容されたワークＷを、エンドエフェクタ４を用いて保持する（つまり、ピックアップする）ためのロボット１の動作の一例を示している。つまり、図３（ａ）から図３（ｄ）のそれぞれは、エンドエフェクタ４が保持処理を行う場合のロボット１の動作の一例を示している。図３（ａ）から図３（ｄ）は、収容箱ＣＢに単一のワークＷが収容されている例を示している。しかしながら、収容箱ＣＢには、複数のワークＷが収容されていてもよい。尚、収容箱ＣＢは、容器と称されてもよい。

[0087] 収容箱ＣＢに複数のワークＷが収容されている場合、収容箱ＣＢには、複数のワークＷが規則的に収容されていてもよい。例えば、収容箱ＣＢ内の規則

的な位置に、複数のワークＷが位置していてもよい。例えば、収容箱ＣＢ内の予め定められた規則的な位置に、複数のワークＷが位置していてもよい。例えば、収容箱ＣＢには、予め定められた規則的な姿勢を有する複数のワークＷが位置していてもよい。

[0088] 或いは、収容箱ＣＢに複数のワークＷが収容されている場合、収容箱ＣＢには、複数のワークＷが不規則に収容されていてもよい。例えば、収容箱ＣＢ内の不規則な位置に、複数のワークＷが位置していてもよい。例えば、収容箱ＣＢには、不規則な姿勢を有する複数のワークＷが収容されていてもよい。尚、複数のワークＷが収容箱ＣＢに不規則に収容されている状態は、複数のワークＷが収容箱ＣＢに無作為に又は無造作に収容されている状態と等価であるとみなしてもよい。複数のワークＷが収容箱ＣＢに不規則に収容されている場合、複数のワークＷのうちの第１のワークＷの向きと、複数のワークＷのうちの第１のワークＷとは異なる第２のワークの向きとが異なっていてもよい。複数のワークＷが収容箱ＣＢに不規則に収容されている場合、第１のワークＷの姿勢と、第２のワークの姿勢とが異なっていてもよい。複数のワークＷが収容箱ＣＢに不規則に収容されている場合、第１のワークＷに、第１のワークＷとは異なる第３のワークＷが重なっている一方で、第２のワークに、第２のワークＷとは異なる第４のワークＷが重なっていなくてもよい。複数のワークＷが収容箱ＣＢに不規則に収容されている場合、第１のワークＷに第３のワークＷが重なっており、第２のワークに第４のワークＷが重なっており、且つ、第１のワークＷと第３のワークＷとが重なる領域のサイズが、第２のワークと第４のワークＷと重なる領域のサイズと異なっていてもよい。

[0089] 一方で、図４（ａ）から図４（ｄ）のそれぞれは、エンドエフェクタ４が保持しているワークＷを載置装置Ｔの一例であるパレットＰＬＴに配置するようにエンドエフェクタ４が保持しているワークＷをリリースするロボット１の動作の一例を示している。つまり、図４（ａ）から図４（ｄ）のそれぞれは、エンドエフェクタ４がリリース処理を行う場合のロボット１の動作の一例を示している。

[0090] 図３（ａ）に示すように、ワークＷを保持するために、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰ（つまり、移動基準点ＭＢＰ、以下同じ）を第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。第１ファインアプローチ位置ＰＦ１は、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でカメラ２１及び２２のそれぞれがワークＷを撮像可能であるという条件を満たす位置である。つまり、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１は、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でカメラ２１及び２２のそれぞれの撮像画角内にワークＷ（例えば、エンドエフェクタ４による処理対象のワークＷ）が位置するという条件を満たす位置である。特に、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。第１待機位置ＰＷ１は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理（ここでは、保持処理）を行う前にロボット１が待機する状況下でツールセンターポイントＴＣＰが位置するべき位置を意味していてもよい。つまり、第１待機位置ＰＷ１は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理（ここでは、保持処理）を行う前にエンドエフェクタ４が待機するべき位置を意味していてもよい。第１待機位置ＰＷ１は、ワークＷ（収容箱ＣＢ）に対して第１ファインアプローチ位置ＰＦ１よりも離れた位置を意味していてもよい。

[0091] 第１待機位置ＰＷ１にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、ワークＷを撮像可能でなくてもよい。この場合、ツールセンターポイントＴＣＰを第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させる動作は、カメラ２１及び２２のそれぞれがワークＷを撮像可能でないという条件を満たす位置に位置するカメラ２１及び２２を、カメラ２１及び２２のそれぞれがワークＷを撮像可能であ

るという条件を満たす位置に移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。ツールセンターポイントＴＣＰを第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させる動作は、カメラ２１及び２２のそれぞれがワークＷを撮像可能となるまでツールセンターポイントＴＣＰをワークＷに近づける動作と等価であるとみなしてもよい。

[0092] 但し、第１待機位置ＰＷ１にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２の少なくとも一つが、ワークＷを撮像可能であってもよい。また、第１待機位置ＰＷ１と第１ファインアプローチ位置ＰＦ１との間にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、ワークＷを撮像可能でなくてもよいし、ワークＷを撮像可能であってもよい。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に到達する前には、カメラ２１及び２２のそれぞれは、ワークＷを撮像可能でなくてもよいし、ワークＷを撮像可能であってもよい。

[0093] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に到達する前にカメラ２１及び２２の少なくとも一方がワークＷを撮像可能である場合には、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に到達する前に、カメラ２１及び２２の少なくとも一方がワークＷを実際に撮像してもよい。或いは、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に到達する前にカメラ２１及び２２の少なくとも一方がワークＷを撮像可能である場合であっても、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に到達する前に、カメラ２１及び２２の少なくとも一方がワークＷを実際に撮像しなくてもよい。

[0094] 第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰの移動経路ＭＲｒ）は、レシピファイル３２１によって予め定められていてもよい。レシピファイル３２１は、ロボットシステムＳＹＳがロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一方を用いて行うべき一連の動作の内容を規

定する情報を含む。つまり、レシピファイル３２１は、ロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一方を用いて一連の動作を行うためのロボットシステムＳＹＳの設定の内容に関する情報を含む。この場合、制御装置３は、レシピファイル３２１に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、制御装置３は、レシピファイル３２１が定める移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0095] その後、図３（ｂ）に示すように、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧに移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。保持対象位置ＰＧは、保持対象位置ＰＧにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でエンドエフェクタ４がワークＷを保持するという条件を満たす位置である。つまり、保持対象位置ＰＧは、エンドエフェクタ４がワークＷを保持する位置である。保持対象位置ＰＧは、典型的には、エンドエフェクタ４が保持するべきワークＷを基準に定まる相対的な位置であってもよい。保持対象位置ＰＧは、典型的には、レシピファイル３２１によって予め定められている。保持対象位置ＰＧは、保持対象位置ＰＧにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でエンドエフェクタ４がワークＷを保持可能な位置と称されてもよい。

[0096] 上述したように第１ファインアプローチ位置ＰＦ１にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、物体ＯＢＪ（特に、ワークＷ）を撮像可能である。この場合、制御装置３は、撮像装置２から出力される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを第１ファインアプロー

チ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。具体的には、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ロボットシステムＳＹＳのグローバル座標系内でのワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。例えば、制御装置３は、グローバル座標系内でのワークＷの位置として、グローバル座標系のＸ軸に沿ったワークＷの位置、グローバル座標系のＹ軸に沿ったワークＷの位置及びグローバル座標系のＺ軸に沿ったワークＷの位置の少なくとも一つを算出してもよい。例えば、制御装置３は、グローバル座標系内でのワークＷの姿勢として、グローバル座標系のＸ軸周りのワークＷの姿勢、グローバル座標系のＹ軸周りのワークＷの姿勢及びグローバル座標系のＺ軸周りのワークＷの姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する動作については、後に詳述する。更に、制御装置３は、算出したワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0097] 尚、本実施形態では、「物体の位置」は、第１の軸に沿った物体の位置、第１の軸に直交する第２の軸に沿った物体の位置、並びに、第１及び第２の軸の双方に直交する第３の軸に沿った物体の位置の少なくとも一つを意味していてもよい。「物体の姿勢」は、第１の軸周りの物体の姿勢、第１の軸に直交する第２の軸周りの物体の姿勢、並びに、第１及び第２の軸の双方に直交する第３の軸周りの物体の姿勢の少なくとも一つを意味していてもよい。つまり、「物体の姿勢」は、第１の軸周りの物体の回転量、第１の軸に直交する第２の軸周りの物体の回転量、並びに、第１及び第２の軸の双方に直交する第３の軸周りの物体の回転量の少なくとも一つを意味していてもよい。言い換えれば、「物体の姿勢」は、第１の軸周りの回転方向における物体の位置、第１の軸に直交する第２の軸周りの回転方向における物体の位置、並びに、第１及び第２の軸

の双方に直交する第３の軸周りの回転方向における物体の位置の少なくとも一つを意味していてもよい。

[0098] グローバル座標系は、ロボットシステムＳＹＳの基準となる座標系である。例えば、グローバル座標系は、ロボット１の基準となる座標系であってもよい。グローバル座標系として、後述するロボット座標系が用いられてもよいし、ロボット座標系とは異なる座標系が用いられてもよい。尚、グローバル座標系は、ワールド座標系と称されてもよい。

[0099] この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、ツールセンターポイントＴＣＰをワークＷに近づけてもよい。つまり、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、エンドエフェクタ４をワークＷに近づけてもよい。或いは、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、ワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰをワークＷに近づけてもよい。具体的には、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、ワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧまでのツールセンターポイントＴＣＰ

の移動経路ＭＲｆを算出し、算出した移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。或いは、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第１待機位置ＰＷ１に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、ワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第１待機位置ＰＷ１から保持対象位置ＰＧまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆを算出し、算出した移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。尚、ファイン移動動作によってツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆが生成された場合には、移動経路ＭＲｆに関する情報は、レシピファイル３２１に格納されてもよい。このように画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、ワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいてエンドエフェクタ４を移動させる（典型的には、物体ＯＢＪに対して移動させる）動作を、ファイン移動動作と称してもよい。ファイン移動動作は、後述するラフ移動動作と比較してツールセンターポイントＴＣＰを高精度に移動させる（つまり、エンドエフェクタ４を相対的に高精度に移動させる）動作であるとみなしてもよい。但し、ファイン移動動作によるツールセンターポイントＴＣＰの移動精度と、後述するラフ移動動作によるツールセンターポイントＴＣＰの移動精度とは、同一であってもよい。一方で、上述したように、第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までツールセンターポイントＴＣＰを移動させる場合には、制御装置３は、画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出しなくてもよい。このように画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出することなくエンドエフェクタ４を移動させる（典型的には、物体ＯＢＪに対して移動させる）動作を、ラフ移動動作と称してもよい。

[0100] 但し、制御装置３は、ラフ移動動作として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてエンドエフェクタ４を移動させる動作を行ってもよい。

[0101] 例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１まで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出されるワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、第１待機位置ＰＷ１から（或いは、現在の位置から）第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第１待機位置ＰＷ１に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、ワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0102] 例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１まで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷが収容された収容箱ＣＢ（或いは、ワークＷの周辺に位置する周辺物体、以下、この段落において同じ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出される収容箱ＣＢの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、第１待機位置ＰＷ１から（或いは、現在の位置から）第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移

動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第１待機位置ＰＷ１に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷが収容された収容箱ＣＢ（或いは、ワークＷの周辺に位置する周辺物体、以下、この段落において同じ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、収容箱ＣＢの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0103] 例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に位置した後に、制御装置３は、ラフ移動動作として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷが収容された収容箱ＣＢの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、収容箱ＣＢの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路を算出し、算出した移動経路に沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0104] 尚、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、グローバル座標系とは異なる座標系内でのワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、算出したワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0105] ツールセンターポイントＴＣＰが保持対象位置ＰＧに位置した後に、エンドエフェクタ４は、ワークＷを保持してもよい。この場合、制御装置３は、ワークＷを保持するようにエンドエフェクタ４を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0106] エンドエフェクタ４がワークＷを保持した後に、ロボット１は、ワークＷを保持したエンドエフェクタ４が退避するように、エンドエフェクタ４を移

動させてもよい。具体的には、エンドエフェクタ４を退避させるために、図３（ｃ）に示すように、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを保持対象位置ＰＧから第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを保持対象位置ＰＧから第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させる（つまり、戻す）ようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。特に、制御装置３は、撮像装置２から出力される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを保持対象位置ＰＧから第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを保持対象位置ＰＧから第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させる際、ツールセンターポイントＴＣＰを、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧに移動させた経路と同じ経路で移動させてもよい。尚、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを保持対象位置ＰＧから第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に移動させなくてもよい。例えば、ロボット１は、保持対象位置ＰＧからＺ軸に沿って所定の距離だけ移動させた位置に、ツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。

[0107] その後、エンドエフェクタ４を退避させるために、図３（ｄ）に示すように、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２に移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。第２待機位置ＰＷ２は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理（ここでは、保持処理）を行った後にロボット１が待機する状況下でツールセンターポイントＴＣＰが位置するべき位置を意味していてもよい。つまり、第２待機位置ＰＷ２は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理（ここでは、保持処理）を行った後にエンドエフェクタ４が待機するべき位置を意味していてもよい。尚、第２待機位置ＰＷ

２は、第１待機位置ＰＷ１と同じ位置であってもよいし、第２待機位置ＰＷ２と異なる位置であってもよい。

[0108] 第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰの移動経路ＭＲｒ）は、レシピファイル３２１によって予め定められていてもよい。この場合、制御装置３は、レシピファイル３２１に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、制御装置３は、レシピファイル３２１が定める移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２までツールセンターポイントＴＣＰを移動させる場合には、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪ（例えば、図３の場合は収容箱ＣＢ）の位置を算出しなくてもよい。

[0109] 尚、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、同じ参照符号「ＭＲｒ」を用いて表されている。なぜならば、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとの双方は、ラフ移動動作によってツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路であって、且つ、レシピファイル３２１によって予め定められているという点で共通しているからである。この場合、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、互いに異なってい

てもよい。つまり、第１待機位置ＰＷ１と第２待機位置ＰＷ２とは、互いに異なっていてもよい。或いは、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、同じであってもよい。つまり、第１待機位置ＰＷ１と第２待機位置ＰＷ２とは、同じであってもよい。

[0110] また、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２まで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出されるワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から（或いは、現在の位置から）から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２まで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷが収容された収容箱ＣＢ（或いは、ワークＷの周辺に位置する周辺物体、以下、この段落において同じ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出される収容箱ＣＢの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から（或いは、現在の位置から）から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。或いは、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つ

に基づいてワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、ワークＷの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてワークＷが収容された収容箱ＣＢ（或いは、ワークＷの周辺に位置する周辺物体、以下、この段落において同じ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、収容箱ＣＢの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0111] ツールセンターポイントＴＣが第２待機位置ＰＷ２まで移動した後に、エンドエフェクタ４は、保持しているワークＷを他の載置装置Ｔ（例えば、パレットＰＬＴ又は収容箱ＣＢ）にリリースしてもよい。この場合、第２待機位置ＰＷ２は、エンドエフェクタ４がワークＷをリリースするリリース対象位置と称されてもよい。ツールセンターポイントＴＣが第２待機位置ＰＷ２まで移動した後に、エンドエフェクタ４は、保持しているワークＷを他の物体（例えば、他のワークＷ）に組み付けてもよい。この場合、第２待機位置ＰＷ２は、エンドエフェクタ４がワークＷを他の物体に組み付ける組付け対象位置と称されてもよい。

[0112] 上述したように、収容箱ＣＢに複数のワークＷが収容されている場合には、ロボット１は、複数のワークＷをエンドエフェクタ４が順に保持するように、移動してもよい。例えば、ロボット１は、収容箱ＣＢに規則的に収容された複数のワークＷをエンドエフェクタ４が順に保持するように、移動してもよい。

例えば、ロボット１は、収容箱ＣＢに不規則に収容された複数のワークＷをエンドエフェクタ４が順に保持するように、移動してもよい。

[0113] 続いて、図４（ａ）に示すように、保持しているワークＷをリリースするために、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰ（つまり、移動基準点ＭＢＰ、以下同じ）を第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。第２ファインアプローチ位置ＰＦ２は、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でカメラ２１及び２２のそれぞれが載置装置Ｔ（つまり、上述したパレットＰＬＴ）を撮像可能であるという条件を満たす位置である。つまり、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２は、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でカメラ２１及び２２のそれぞれの撮像画角内にパレットＰＬＴが位置するという条件を満たす位置である。特に、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。第３待機位置ＰＷ３は、エンドエフェクタ４がワークW及びパレットＰＬＴに対して所定の処理（ここでは、リリース処理）を行う前にロボット１が待機する状況下でツールセンターポイントＴＣＰが位置するべき位置を意味していてもよい。つまり、第３待機位置ＰＷ３は、エンドエフェクタ４がワークW及びパレットＰＬＴに対して所定の処理（ここでは、リリース処理）を行う前にエンドエフェクタ４が待機するべき位置を意味していてもよい。

[0114] 第３待機位置ＰＷ３にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、パレットＰＬＴを撮像可能でなくてもよい。この場合、ツールセンターポイントＴＣＰを第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させる動作は、カメラ２１及び２２のそれぞれがパレットＰＬＴを撮像可能でないという条件を満たす位置に位置

するカメラ２１及び２２を、カメラ２１及び２２のそれぞれがパレットＰＬＴを撮像可能であるという条件を満たす位置に移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。ツールセンターポイントＴＣＰを第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させる動作は、カメラ２１及び２２のそれぞれがパレットＰＬＴを撮像可能となるまでツールセンターポイントＴＣＰをパレットＰＬＴに近づける動作と等価であるとみなしてもよい。

[0115] 但し、第３待機位置ＰＷ３にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２の少なくとも一つが、パレットＰＬＴを撮像可能であってもよい。また、第３待機位置ＰＷ３と第２ファインアプローチ位置ＰＦ２との間にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、パレットＰＬＴを撮像可能でなくてもよいし、パレットＰＬＴを撮像可能であってもよい。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に到達する前には、カメラ２１及び２２のそれぞれは、パレットＰＬＴを撮像可能でなくてもよいし、パレットＰＬＴを撮像可能であってもよい。

[0116] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に到達する前にカメラ２１及び２２の少なくとも一方がパレットＰＬＴを撮像可能である場合には、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に到達する前に、カメラ２１及び２２の少なくとも一方がパレットＰＬＴを実際に撮像してもよい。或いは、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に到達する前にカメラ２１及び２２の少なくとも一方がパレットＰＬＴを撮像可能である場合であっても、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に到達する前に、カメラ２１及び２２の少なくとも一方がパレットＰＬＴを実際に撮像しなくてもよい。

[0117] 第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰの移動経路ＭＲｒ）は、レシピファイル３２１によって予め定められていてもよ

い。この場合、制御装置３は、レシピファイル３２１に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、制御装置３は、レシピファイル３２１が定める移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0118] 尚、ロボット１は、図３（ａ）から図３（ｄ）に示す保持処理を行った後に、続けて、図４（ａ）から図４（ｄ）に示すリリース処理を行ってもよい。この場合、図４（ａ）に示す第３待機位置ＰＷ３は、図３（ｄ）に示す第１ファインアプローチ位置ＰＦ１又は第２待機位置ＰＷ２と同じ位置であってもよい。図４（ａ）に示す第３待機位置ＰＷ３は、図３（ｄ）に示す第１ファインアプローチ位置ＰＦ１又は第２待機位置ＰＷ２の近傍の位置であってもよい。

[0119] その後、図４（ｂ）に示すように、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲに移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。リリース対象位置ＰＲは、リリース対象位置ＰＲにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でエンドエフェクタ４がワークＷをリリースするという条件を満たす位置である。つまり、リリース対象位置ＰＲは、エンドエフェクタ４がワークＷをリリースする位置である。リリース対象位置ＰＲは、典型的には、エンドエフェクタ４がワークＷをリリースするべきパレットＰＬＴを基準に定まる相対的な位置であってもよい。リリース対象位置ＰＲは、典型的には、レシピファイル３２１によって予め定められている。リリース対象位置ＰＲは、リリース対象位置ＰＲにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でエンドエフェクタ４がワークＷをパレットＰＬＴへ適切にリリース

（配置）可能（例えば、パレットＰＬＴとの接触等によりワークWを傷付けることなく配置可能）な位置と称されてもよい。

[0120] 上述したように第２ファインアプローチ位置ＰＦ２にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、物体ＯＢＪ（特に、パレットＰＬＴ）を撮像可能である。この場合、制御装置３は、撮像装置２から出力される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。具体的には、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、ロボットシステムＳＹＳのグローバル座標系内でのパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。例えば、制御装置３は、グローバル座標系内でのパレットＰＬＴの位置として、グローバル座標系のＸ軸に沿ったパレットＰＬＴの位置、グローバル座標系のＹ軸に沿ったパレットＰＬＴの位置及びグローバル座標系のＺ軸に沿ったパレットＰＬＴの位置の少なくとも一つを算出してもよい。例えば、制御装置３は、グローバル座標系内でのパレットＰＬＴの姿勢として、グローバル座標系のＸ軸周りのパレットＰＬＴの姿勢、グローバル座標系のＹ軸周りのパレットＰＬＴの姿勢及びグローバル座標系のＺ軸周りのパレットＰＬＴの姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する動作については、後に詳述する。更に、制御装置３は、算出したパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0121] この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び

ＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、ツールセンターポイントＴＣＰをパレットＰＬＴに近づけてもよい。つまり、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、エンドエフェクタ４をパレットＰＬＴに近づけてもよい。或いは、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、パレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰをパレットＰＬＴに近づけてもよい。具体的には、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、パレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆを算出し、算出した移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。或いは、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが第３待機位置ＰＷ３に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、パレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第３待機位置ＰＷ３からリリース対象位置ＰＲまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆを算出し、算出した移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。このため、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及

びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいてツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２又は第３待機位置ＰＷ３からリリース対象位置ＰＲに移動させる動作は、ファイン移動動作の一例であるとみなしてもよい。尚、ファイン移動動作によってツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆが生成された場合には、移動経路ＭＲｆに関する情報は、レシピファイル３２１に格納されてもよい。一方で、上述したように、第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までツールセンターポイントＴＣＰを移動させる場合には、制御装置３は、画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出しなくてもよい。このため、画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づくことなく第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作は、ラフ移動動作の一例であるとみなしてもよい。

[0122] 但し、制御装置３は、ラフ移動動作として、画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいてエンドエフェクタ４を移動させる動作を行ってもよい。

[0123] 例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２まで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出されるパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、第３待機位置ＰＷ３から（或いは、現在の位置から）第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。例えば、或いは、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第３待機位置ＰＷ３に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基

づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、パレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0124] 例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２まで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出される周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、第３待機位置ＰＷ３から（或いは、現在の位置から）第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第３待機位置ＰＷ３に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0125] 例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に位置した後に、制御装置３は、ラフ移動動作として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第２ファインアプローチ位置

ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路を算出し、算出した移動経路に沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0126] 尚、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、グローバル座標系とは異なる座標系内でのパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、算出したパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0127] ツールセンターポイントＴＣＰがリリース対象位置ＰＲに位置した後に、エンドエフェクタ４は、保持しているワークＷをリリースしてもよい。この場合、制御装置３は、保持しているワークＷをリリースするようにエンドエフェクタ４を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その結果、エンドエフェクタ４は、保持していたワークＷをパレットＰＬＴに配置する。

[0128] エンドエフェクタ４がワークＷをリリースした後に、ロボット１は、ワークＷをリリースしたエンドエフェクタ４が退避するように、エンドエフェクタ４を移動させてもよい。具体的には、エンドエフェクタ４を退避させるために、図４（ｃ）に示すように、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰをリリース対象位置ＰＲから第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰをリリース対象位置ＰＲから第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させる（つまり、戻す）ようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。特に、制御装置３は、撮像装置２から出力される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰをリリース対象位置ＰＲから第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰをリリース対象位置ＰＲから第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させる際、ツールセンターポイントＴＣＰを、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２からリリース対象位置ＰＲに移動させた経路と同じ経路で移動させてもよい。尚、ロボット１は、ツールセ

ンターポイントＴＣＰをリリース対象位置ＰＲから第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に移動させなくてもよい。例えば、ロボット１は、リリース対象位置ＰＲからＺ軸に沿って所定の距離だけ移動させた位置に、ツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。

[0129] その後、エンドエフェクタ４を退避させるために、図４（ｄ）に示すように、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４に移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。第４待機位置ＰＷ４は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理（ここでは、リリース処理）を行った後にロボット１が待機する状況下でツールセンターポイントＴＣＰが位置するべき位置を意味していてもよい。つまり、第４待機位置ＰＷ４は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理（ここでは、リリース処理）を行った後にエンドエフェクタ４が待機するべき位置を意味していてもよい。尚、第４待機位置ＰＷ４は、第３待機位置ＰＷ３と同じ位置であってもよいし、第３待機位置ＰＷ３と異なる位置であってもよい。

[0130] 第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰの移動経路ＭＲｒ）は、レシピファイル３２１によって予め定められていてもよい。この場合、制御装置３は、レシピファイル３２１に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４に移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、制御装置３は、レシピファイル３２１が定める移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４までツールセンターポイントＴＣＰを移動させる場合には、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭ

Ｇ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置を算出しなくてもよい。

[0131] 尚、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、同じ参照符号「ＭＲｒ」を用いて表されている。なぜならば、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとの双方は、ラフ移動動作によってツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路であって、且つ、レシピファイル３２１によって予め定められているという点で共通しているからである。この場合、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、互いに異なっていてもよい。つまり、第３待機位置ＰＷ３と第４待機位置ＰＷ４とは、互いに異なっていてもよい。或いは、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、同じであってもよい。つまり、第３待機位置ＰＷ３と第４待機位置ＰＷ４とは、同じであってもよい。

[0132] また、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４まで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出されるパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から（或いは、現在の位置から）から第４待機位置ＰＷ４までのツール

センターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４まで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出される周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から（或いは、現在の位置から）から第４待機位置ＰＷ４までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。或いは、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、パレットＰＬＴの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてパレットＰＬＴの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第２ファインアプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４までのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0133] ロボット１は、複数のワークＷをエンドエフェクタ４がパレットＰＬＴに順にリリースするように、移動してもよい。つまり、ロボット１は、エンドエフェクタ４がパレットＰＬＴに複数のワークＷを順に配置するするように、移動してもよい。例えば、ロボット１は、エンドエフェクタ４がパレットＰＬＴに複数のワークＷを規則的に配置する（つまり、複数のワークＷを整列して配置する）ように、移動してもよい。例えば、ロボット１は、エンドエフェクタ４がパレットＰＬＴに複数のワークＷを不規則に配置する（つまり、複数のワークＷをランダムな位置に及び／又はランダムな姿勢で配置する）ように、移動してもよい。

[0134] ロボット１は、複数のワークＷをエンドエフェクタ４が順に保持し、その後リリースするように、移動してもよい。つまり、ロボット１は、図３（ａ）から図３（ｄ）に示す保持処理と、図４（ａ）から図４（ｄ）に示すリリース処理とを交互に行ってもよい。例えば、ロボット１は、第１のワークＷを保持するための第１の保持処理を行い、その後、第１のワークＷをパレットＰＬＴにリリースするための第１のリリース処理を行い、その後、第１のワークＷとは異なる第２のワークＷを保持する保持処理を行い、その後、第２のワークＷをパレットＰＬＴにリリースするリリース処理を行ってもよい。この場合、第１の保持処理における第２待機位置ＰＷ２は、第１のリリース処理における第３待機位置ＰＷ３又は第２ファインアプローチ位置ＰＦ２と同一であってもよい。第１のリリース処理における第４待機位置ＰＷ４は、第２の保持処理における第１待機位置ＰＷ１又は第１ファインアプローチ位置ＰＦ１と同一であってもよい。第２の保持処理における第２待機位置ＰＷ２は、第２のリリース処理における第３待機位置ＰＷ３又は第２ファインアプローチ位置ＰＦ２と同一であってもよい。

[0135] 尚、エンドエフェクタ４が保持処理及びリリース処理とは異なる所定の処理を行う場合においても、ロボット１は、図３（ａ）から図３（ｄ）及び図４（ａ）から図４（ｄ）に示す動作態様と同様の動作態様で動作してもよい。例えば、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを、事前待機位置Ｐ

Ｗ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦに移動させてもよい。ファインアプローチ位置ＰＦは、ファインアプローチ位置ＰＦにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でカメラ２１及び２２のそれぞれが物体ＯＢＪを撮像可能であるという条件を満たす位置である。つまり、ファインアプローチ位置ＰＦは、ファインアプローチ位置ＰＦにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でカメラ２１及び２２のそれぞれの撮像画角内に物体ＯＢＪ（例えば、エンドエフェクタ４による処理対象のワークＷ）が位置するという条件を満たす位置である。事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う前にロボット１が待機する状況下でツールセンターポイントＴＣＰが位置するべき位置を意味していてもよい。つまり、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う前にエンドエフェクタ４が待機するべき位置を意味していてもよい。尚、上述した第１ファインアプローチ位置ＰＦ１及び第２ファインアプローチ位置ＰＦ２のそれぞれは、ファインアプローチ位置ＰＦの一具体例である。上述した第１待機位置ＰＷ１及び第３待機位置ＰＷ３のそれぞれは、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅの一具体例である。

[0136] 事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、物体ＯＢＪを撮像可能でなくてもよい。この場合、ツールセンターポイントＴＣＰを事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦに移動させる動作は、カメラ２１及び２２のそれぞれが物体ＯＢＪを撮像可能でないという条件を満たす位置に位置するカメラ２１及び２２を、カメラ２１及び２２のそれぞれが物体ＯＢＪを撮像可能であるという条件を満たす位置に移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。ツールセンターポイントＴＣＰを事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦに移動させる動作は、カメラ２１及び２２のそれぞれが物体ＯＢＪを撮像可能となるまでツールセンターポイントＴＣＰを物体ＯＢＪに近づける動作と等価であるとみなしてもよい。

[0137] 但し、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２の少なくとも一つが、物体ＯＢＪを撮像可能であってもよい。また、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅとファインアプローチ位置ＰＦとの間にツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、物体ＯＢＪを撮像可能でなくてもよいし、物体ＯＢＪを撮像可能であってもよい。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前には、カメラ２１及び２２のそれぞれは、物体ＯＢＪを撮像可能でなくてもよいし、物体ＯＢＪを撮像可能であってもよい。

[0138] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前にカメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体ＯＢＪを撮像可能である場合には、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前に、カメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体ＯＢＪを実際に撮像してもよい。或いは、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前にカメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体ＯＢＪを撮像可能である場合であっても、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前に、カメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体ＯＢＪを実際に撮像しなくてもよい。

[0139] 事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒは、レシピファイル３２１によって予め定められていてもよい。この場合、制御装置３は、レシピファイル３２１に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰを事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、制御装置３は、レシピファイル３２１が定める移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0140] その後、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦ２から後述する処理対象位置ＰＴＰに移動させてもよい。処理対象位置ＰＴＰは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う位置を意味していてもよい。より具体的には、処理対象位置ＰＴＰは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合のツールセンターポイントＴＣＰの位置（つまり、移動基準点ＭＢＰの位置）を意味していてもよい。処理対象位置ＰＴＰは、典型的には、エンドエフェクタ４が所定の処理を行う物体ＯＢＪを基準に定まる相対的な位置であってもよい。処理対象位置ＰＴＰは、典型的には、レシピファイル３２１によって予め定められている。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、上述した保持対象位置ＰＧ及びリリース対象位置ＰＲのそれぞれは、処理対象位置ＰＴＰの一具体例である。処理対象位置ＰＴＰは、処理対象位置ＰＴＰにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下でエンドエフェクタ４が物体ＯＢＪ（例えば、エンドエフェクタ４による処理対象のワークＷ）を処理可能な位置と称されてもよい。

[0141] 上述したようにファインアプローチ位置ＰＦにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下では、カメラ２１及び２２のそれぞれは、物体ＯＢＪを撮像可能である。この場合、制御装置３は、撮像装置２から出力される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。具体的には、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ロボットシステムＳＹＳのグローバル座標系内での物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する動作については、後に詳述す

る。更に、制御装置３は、算出した物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0142] この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、ツールセンターポイントＴＣＰを物体ＯＢＪに近づけてもよい。つまり、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、エンドエフェクタ４を物体ＯＢＪに近づけてもよい。或いは、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰをワークＷに近づけてもよい。具体的には、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から保持対象位置ＰＧまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆを算出し、算出した移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。或いは、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅに位置している時点でカメラ２１

及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅから処理対象位置ＰＴＰまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆを算出し、算出した移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。このため、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦ又は事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅから処理対象位置ＰＴＰに移動させる動作は、ファイン移動動作の一例であるとみなしてもよい。尚、ファイン移動動作によってツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆが生成された場合には、移動経路ＭＲｆに関する情報は、レシピファイル３２１に格納されてもよい。一方で、上述したように、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでツールセンターポイントＴＣＰを移動させる場合には、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出しなくてもよい。このため、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づくことなく事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作は、ラフ移動動作の一例であるとみなしてもよい。

[0143] 但し、制御装置３は、ラフ移動動作として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいてエンドエフェクタ４を移動させる動作を行ってもよい。

[0144] 例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出される物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅから（或

いは、現在の位置から）ファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅに位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0145] 例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出される周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅから（或いは、現在の位置から）ファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。例えば、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰが事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅに位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路

ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0146] 例えば、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに位置した後に、制御装置３は、ラフ移動動作として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、ファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路を算出し、算出した移動経路に沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0147] 尚、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ロボットシステムＳＹＳのグローバル座標系とは異なる座標系内での物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、算出した物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0148] ツールセンターポイントＴＣＰが処理対象位置ＰＴＰに位置した後に、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪに対して所定の処理を行ってもよい。この場合、制御装置３は、物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うようにエンドエフェクタ４を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0149] エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後に、ロボット１は、エンドエフェクタ４が退避するように、エンドエフェクタ４を移動させてもよい。具体的には、エンドエフェクタ４を退避させるために、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦに移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰを処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦに移動させる（つまり、戻す）ようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。特に、制御装置３は、撮像装置２から出力される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、ツー

ルセンターポイントＴＣＰを処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを処理対象位置ＰＴＯからファインアプローチ位置ＰＦに移動させる際、ツールセンターポイントＴＣＰを、ファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに移動させた経路と同じ経路で移動させてもよい。尚、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰを処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦに移動させなくてもよい。例えば、ロボット１は、処理対象位置ＰＴＰからＺ軸に沿って所定の距離だけ移動させた位置に、ツールセンターポイントＴＣＰを移動させてもよい。

[0150] その後、エンドエフェクタ４を退避させるために、ロボット１は、ツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔに移動させてもよい。この場合、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後にロボット１が待機する状況下でツールセンターポイントＴＣＰが位置するべき位置を意味していてもよい。つまり、事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後にエンドエフェクタ４が待機するべき位置を意味していてもよい。尚、事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔは、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅと同じ位置であってもよいし、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅと異なる位置であってもよい。上述した第２待機位置ＰＷ２及び第４待機位置ＰＷ４のそれぞれは、事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔの一具体例である。

[0151] ファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒは、レシピファイル３２１によって予め定められていてもよい。この場合、制御装置３は、レシピファイル３２１に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦか

ら事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔに移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、制御装置３は、レシピファイル３２１が定める移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させるようにロボット１を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、ファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔまでツールセンターポイントＴＣＰを移動させる場合には、制御装置３は、画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出しなくてもよい。

[0152] 尚、ファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、同じ参照符号「ＭＲｒ」を用いて表されている。なぜならば、ファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとの双方は、ラフ移動動作によってツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路であって、且つ、レシピファイル３２１によって予め定められているという点で共通しているからである。この場合、ファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、互いに異なっていてもよい。つまり、事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅと事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔとは、互いに異なっていてもよい。或いは、ファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとは、同じであってもよい。つまり、事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅと事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔとは、同じであってもよい。

[0153] また、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出される物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ファインアプローチ位置ＰＦから（或いは、現在の位置から）から事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまで移動している間に（つまり、エンドエフェクタ４が移動している間に）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出しながら、逐次算出される周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ファインアプローチ位置ＰＦから（或いは、現在の位置から）から事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。或いは、制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、ファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。制御装置３は、ラフ移動動作として、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに位置している時点でカメラ２１及び２２がそれぞれ生成した画像データＩＭ

Ｇ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの周辺に位置する周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、ファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでのツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを算出し、算出した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰを移動させる動作を行ってもよい。

[0154] 尚、ファインアプローチ位置ＰＦは、ツールセンターポイントＴＣＰの移動開始位置である事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ及びツールセンターポイントＴＣＰの移動終了位置である事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔのそれぞれよりも物体ＯＢＪに近づいた位置であるとみなしてもよい。言い換えれば、ファインアプローチ位置ＰＦは、エンドエフェクタ４の移動開始位置及びエンドエフェクタ４の移動終了位置のそれぞれよりも物体ＯＢＪに近づいた位置であるとみなしてもよい。このため、ファインアプローチ位置ＰＦは、第１接近位置と称されてもよい。同様に、処理対象位置ＰＴＰは、ファインアプローチ位置ＰＦのそれぞれよりも物体ＯＢＪに近づいた位置であるとみなしてもよい。このため、処理対象位置ＰＴＰは、第２接近位置と称されてもよい

このように、制御装置３、ロボット制御装置１３及び撮像装置２のそれぞれは、ロボット１を制御するために用いられる。このため、制御装置３、ロボット制御装置１３及び撮像装置２のうちの少なくとも一つを含むシステムは、ロボット制御システム、制御システム又は撮像システムと称されてもよい。制御装置３、ロボット制御装置１３及び撮像装置２のうちの少なくとも二つを含むシステムは、ロボット制御システム、制御システム又は撮像システムと称されてもよい。制御装置３、ロボット制御装置１３及び撮像装置２を含むシステムは、ロボット制御システム、制御システム又は撮像システムと称されてもよい。

[0155] （１－２）制御装置３の構成

続いて、図５を参照しながら、制御装置３の構成について説明する。図５は、制御装置３の構成を示すブロック図である。

[0156] 図５に示すように、制御装置３は、演算装置３１と、記憶装置３２と、通信装置３３とを備えている。更に、制御装置３は、入力装置３４と、表示装置３５とを備えていてもよい。但し、制御装置３は、入力装置３４及び表示装置３５のうちの少なくとも一つを備えていなくてもよい。演算装置３１と、記憶装置３２と、通信装置３３と、入力装置３４と、表示装置３５とは、データバス３６を介して接続されていてもよい。

[0157] 演算装置３１は、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｅｃｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）及びＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）のうちの少なくとも一つを含む。演算装置３１は、コンピュータプログラムを読み込む。例えば、演算装置３１は、記憶装置３２が記憶しているコンピュータプログラムを読み込んでもよい。例えば、演算装置３１は、コンピュータで読み取り可能であって且つ一時的でない記録媒体が記憶しているコンピュータプログラムを、制御装置３が備える図示しない記録媒体読み取り装置を用いて読み込んでもよい。演算装置３１は、通信装置３３（或いは、その他の通信装置）を介して、制御装置３の外部に配置される不図示の装置からコンピュータプログラムを取得してもよい（つまり、ダウンロードしてもよい又は読み込んでもよい）。演算装置３１は、読み込んだコンピュータプログラムを実行する。その結果、演算装置３１内には、制御装置３が行うべき処理（例えば、上述したロボット制御処理）を実行するための論理的な機能ブロックが実現される。つまり、演算装置３１は、制御装置３が行うべき処理を実行するための論理的な機能ブロックを実現するためのコントローラとして機能可能である。

[0158] 演算装置３１内には、演算装置３１がコンピュータプログラムを実行することで、機械学習によって構築可能な演算モデルが実装されてもよい。機械学習によって構築可能な演算モデルの一例として、例えば、ニューラルネットワークを含む演算モデル（いわゆる、人工知能（ＡＩ：Ａｒｔｉｆｉｃｉａｌ Ｉｎｔｅｌｌｉｇｅｎｃｅ））があげられる。この場合、演算モデルの学習は、

ニューラルネットワークのパラメータ（例えば、重み及びバイアスの少なくとも一つ）の学習を含んでいてもよい。演算装置３１は、演算モデルを用いて、ロボット制御処理を実行してもよい。つまり、ロボット制御処理を実行する動作は、演算モデルを用いてロボット制御処理を実行する動作を含んでいてもよい。尚、演算装置３１には、教師データを用いたオフラインでの機械学習により構築済みの演算モデルが実装されてもよい。また、演算装置３１に実装された演算モデルは、演算装置３１上においてオンラインでの機械学習によって更新されてもよい。或いは、演算装置３１は、演算装置３１に実装されている演算モデルに加えて又は代えて、演算装置３１の外部の装置（つまり、制御装置３の外部に設けられる装置）に実装された演算モデルを用いて、ロボット制御処理を実行してもよい。

[0159] 尚、演算装置３１が実行するコンピュータプログラムを記録する記録媒体としては、ＣＤ－ＲＯＭ、ＣＤ－Ｒ、ＣＤ－ＲＷやフレキシブルディスク、ＭＯ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＡＭ、ＤＶＤ－Ｒ、ＤＶＤ＋Ｒ、ＤＶＤ－ＲＷ、ＤＶＤ＋ＲＷ及びＢｌｕ－ｒａｙ（登録商標）等の光ディスク、磁気テープ等の磁気媒体、光磁気ディスク、ＵＳＢメモリ等の半導体メモリ、及び、その他プログラムを格納可能な任意の媒体の少なくとも一つが用いられてもよい。記録媒体には、コンピュータプログラムを記録可能な機器（例えば、コンピュータプログラムがソフトウェア及びファームウェア等の少なくとも一つの形態で実行可能な状態に実装された汎用機器又は専用機器）が含まれていてもよい。更に、コンピュータプログラムに含まれる各処理や機能は、演算装置３１（つまり、コンピュータ）がコンピュータプログラムを実行することで演算装置３１内に実現される論理的な処理ブロックによって実現されてもよいし、演算装置３１が備える所定のゲートアレイ（ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ））等のハードウェアによって実現されてもよいし、論理的な処理ブロックとハード

ウェアの一部の要素を実現する部分的ハードウェアモジュールとが混在する形式で実現してもよい。

[0160] 図５には、ロボット制御処理を実行するために演算装置３１内に実現される論理的な機能ブロックの一例が示されている。図５に示すように、演算装置３１内には、カメラ設定部３１１と、「演算部」と称されてもよいキャリブレーション部３１２と、「設定部」と称されてもよい処理位置姿勢設定部３１３と、認識設定部３１４と、経路生成部３１５と、ロボット制御部３１６と、「信号生成部」と称されてもよい表示信号生成部３１７と、「出力部」と称されてもよい表示信号出力部３１８とが実現される。尚、カメラ設定部３１１、キャリブレーション部３１２、処理位置姿勢設定部３１３、認識設定部３１４、経路生成部３１５、ロボット制御部３１６、表示信号生成部３１７及び表示信号出力部３１８とのそれぞれが行う処理については、後に図６等を参照しながら詳述するため、ここでの説明を省略する。

[0161] 記憶装置３２は、所望のデータを記憶可能である。例えば、記憶装置３２は、演算装置３１が実行するコンピュータプログラムを一時的に記憶していてもよい。記憶装置３２は、演算装置３１がコンピュータプログラムを実行している場合に演算装置３１が一時的に使用するデータを一時的に記憶してもよい。記憶装置３２は、制御装置３が長期的に保存するデータを記憶してもよい。尚、記憶装置３２は、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ハードディスク装置、光磁気ディスク装置、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）及びディスクアレイ装置のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、記憶装置３２は、一時的でない記録媒体を含んでいてもよい。

[0162] 本実施形態では特に、記憶装置３２は、レシピファイル３２１を記憶する。レシピファイル３２１は、上述したように、ロボットシステムＳＹＳがロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一方を用いて行うべき一連の動作の内容を規定する情報を含む。本実施形態では、後述するように、制御装置３

は、ロボット１を実際に動かす前に、レシピファイル３２１を生成する。制御装置３が生成したレシピファイル３２１は、記憶装置３２に記憶される。

[0163] 通信装置３３は、不図示の通信ネットワークを介して、ロボット１及び撮像装置２のそれぞれと通信可能である。或いは、通信装置３３は、不図示の通信ネットワークを介して、ロボット１及び撮像装置２の少なくとも一つに加えて又は代えて、ロボット１及び撮像装置２とは異なる他の装置と通信可能であってもよい。本実施形態では、通信装置３３は、撮像装置２から、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄを受信（つまり、取得）してもよい。更に、通信装置３３は、ロボット１に、ロボット制御信号を送信（つまり、出力）してもよい。

[0164] 入力装置３４は、制御装置３の外部からの制御装置３に対する情報の入力を受け付ける装置である。例えば、入力装置３４は、制御装置３のユーザが操作可能な操作装置（例えば、キーボード、マウス及びタッチパネルのうちの少なくとも一つ）を含んでいてもよい。例えば、入力装置３４は、制御装置３に対して外付け可能な記録媒体にデータとして記録されている情報を読み取り可能な記録媒体読取装置を含んでいてもよい。

[0165] 尚、制御装置３には、通信装置３３を介して、制御装置３の外部の装置から情報がデータとして入力可能である。この場合、通信装置３３は、制御装置３の外部からの制御装置３に対する情報の入力を受け付ける入力装置として機能してもよい。

[0166] 表示装置３５は、制御装置３の外部に対して、情報を画像として出力可能な装置である。つまり、表示装置３５は、画像を表示可能な表示装置（いわゆる、ディスプレイ）である。

[0167] 尚、制御装置３からは、通信装置３３を介して制御装置３の外部の装置に対して情報がデータとして出力可能である。この場合、通信装置３３は、制御装置３の外部に対して情報を出力する出力装置として機能してもよい。

[0168] （２）ロボット制御処理

続いて、図６を参照しながら、ロボット制御処理（特に、ロボット制御処理の流れ）について説明する。図５は、ロボット制御処理の流れを示すフローチャートである。

[0169] 図６に示すように、まず、制御装置３が起動された後に、制御装置３がロボット１及び撮像装置２のそれぞれに接続される（ステップＳ１）。具体的には、制御装置３がロボット１及び撮像装置２のそれぞれと通信可能となるように、制御装置３とロボット１及び撮像装置２のそれぞれとの接続に関する初期設定が行われる。

[0170] その後、制御装置３は、レシピファイル３２１を生成する（ステップＳ２）。つまり、制御装置３は、エンドエフェクタ４を用いて物体ＯＢＪに対して所定の処理を開始する前に、レシピファイル３２１を生成する。制御装置３は、ロボット１を移動させる前に、レシピファイル３２１を生成する。

[0171] レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、カメラ設定部３１１）は、撮像装置２の初期設定を行ってもよい（ステップＳ２１）。例えば、カメラ設定部３１１は、撮像装置２の動作内容を規定する撮像パラメータを設定してもよい。例えば、カメラ設定部３１１は、カメラ２１が画像データＩＭＧ＿２Ｄを適切に生成することができるように、撮像装置２の動作内容を規定する撮像パラメータを設定してもよい。例えば、カメラ設定部３１１は、カメラ２２が画像データＩＭＧ＿３Ｄを適切に生成することができるように、撮像装置２の動作内容を規定する撮像パラメータを設定してもよい。撮像パラメータの一例として、カメラ２１及び２２の少なくとも一つの動作内容を規定するパラメータがあげられる。カメラ２１及び２２の少なくとも一つの動作内容を規定するパラメータの一例として、露光時間、感度、絞り値、露出値、ガンマ値、シャッタースピード及びホワイトバランスの少なくとも一つがあげられる。撮像パラメータの一例として、投影装置２３の動作内容を規定するパラメータがあげられる。投影装置２３の動作内容を規定するパラメータの一例として、投影光の強度、投影光の投影パターン、投影光の投影タイミング及び投影光の投影時間の少なくとも一つがあげられる。

[0172] 制御装置３は、撮像装置２が撮像する物体ＯＢＪの特性に基づいて、撮像装置２の初期設定を行ってもよい。物体ＯＢＪの特性の一例として、物体ＯＢＪのサイズ、物体ＯＢＪの形状及び物体ＯＢＪの光学特性（例えば、可視光に対する光学特性）のうちの少なくとも一つがあげられる。物体ＯＢＪの光学特性の一例として、反射率、吸収率、散乱度及び拡散度の少なくとも一つがあげられる。或いは、制御装置３は、撮像装置２が撮像する物体ＯＢＪの特性に加えて又は代えて、物体ＯＢＪが位置する環境の条件に基づいて、撮像装置２の初期設定を行ってもよい。物体ＯＢＪが位置する環境の条件の一例として、環境の明るさ（例えば、日光や照明等の環境光の強度）があげられる。

[0173] 撮像装置２の初期設定の結果に関する情報（例えば、設定された撮像パラメータに関する情報）は、レシピファイル３２１の少なくとも一部として、記憶装置３２に記憶されてもよい。

[0174] 但し、レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、カメラ設定部３１１）は、撮像装置２の初期設定を行わなくてもよい。この場合、制御装置３（特に、演算装置３１）は、カメラ設定部３１１を備えていなくてもよい。

[0175] レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、キャリブレーション部３１２）は、撮像装置２のキャリブレーション処理を行ってもよい（ステップＳ２１）。キャリブレーション処理は、ロボット１の座標系であるロボット座標系と撮像装置２の座標系である撮像座標系とを関連付ける処理である。

[0176] ロボット座標系は、ロボット１を基準に定まる三次元座標系であってもよい。ロボット座標系は、典型的には、ロボット１が備える基台１１に設定された三次元座標系である。つまり、ロボット座標系は、典型的には、ロボット１が動作する（つまり、ロボットアーム１２が動く）場合においても移動しない基台１１に設定された三次元座標系である。但し、ロボット座標系は、典型的には、ロボット１が備える基台１１に設定された三次元座標系とは異なる三次元座標系であってもよい。例えば、ロボット座標系は、ロボットアーム１２の

先端（つまり、手先）に設定された三次元座標系であってもよい。例えば、ロボット座標系は、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４に設定された三次元座標系であってもよい。例えば、ロボット座標系は、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰを原点とする三次元座標系であってもよい。

[0177] 撮像座標系は、撮像装置２を基準に定まる三次元座標系であってもよい。

[0178] 尚、本実施形態では、撮像装置２がカメラ２１及び２２を備えているがゆえに、撮像座標系は、カメラ２１を基準に定まる三次元座標系及びカメラ２２を基準に定まる三次元座標系のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。尚、以下の説明では、カメラ２１を基準に定まる三次元座標系を、２Ｄ撮像座標系と称し、カメラ２２を基準に定まる三次元座標系を、３Ｄ撮像座標系と称する。この場合、制御装置３は、キャリブレーション処理として、ロボット座標系と２Ｄ撮像座標系とを関連付ける処理と、ロボット座標系と３Ｄ撮像座標系とを関連付ける処理との少なくとも一つを行ってもよい。尚、２Ｄ撮像座標系は、互いに直交するＸ軸（２Ｄ）、Ｙ軸（２Ｄ）及びＺ軸（２Ｄ）で規定される座標系である。Ｘ軸（２Ｄ）、Ｙ軸（２Ｄ）及びＺ軸（２Ｄ）のうちの少なくとも一つは、カメラ２１が備える光学系（特に、対物レンズ等の終端光学素子）の光軸ＡＸ２１（図２参照）に沿った軸であってもよい。また、３Ｄ撮像座標系は、互いに直交するＸ軸（３Ｄ）、Ｙ軸（３Ｄ）及びＺ軸（３Ｄ）で規定される座標系である。Ｘ軸（３Ｄ）、Ｙ軸（３Ｄ）及びＺ軸（３Ｄ）のうちの少なくとも一つは、カメラ２２が備える光学系（特に、対物レンズ等の終端光学素子）の光軸ＡＸ２２（図２参照）に沿った軸であってもよい。例えば、カメラ２２が上述したように三つ以上の単眼カメラを備えている場合には、３Ｄ撮像座標系は、カメラ２２が備える三つ以上の単眼カメラのうちのいずれか一つの単眼カメラを基準とする座標系であってもよい。例えば、カメラ２２が二つの単眼カメラを備えている場合には、３Ｄ撮像座標系は、カメラ２２が備える二つの単眼カメラのうちの一方の単眼カメラを基準とする座標系であってもよい。この場合、Ｘ軸（３Ｄ）、Ｙ軸（３Ｄ）及びＺ軸（３Ｄ）のうちの少

なくとも一つは、その単眼カメラが備える光学系（特に、対物レンズ等の終端光学素子）の光軸に沿った軸であってもよい。

[0179] ロボット座標系と撮像座標系とを関連付けるキャリブレーション処理は、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するためのキャリブレーション行列を生成するための処理を含んでいてもよい。キャリブレーション行列は、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を並進移動させる並進変換行列を含んでいてもよい。つまり、キャリブレーション行列は、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか一方における物体の位置を、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における物体の位置に変換する並進変換行列を含んでいてもよい。キャリブレーション行列は、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を回転移動させる回転変換行列を含んでいてもよい。つまり、キャリブレーション行列は、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか一方における物体の姿勢を、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における物体の姿勢に変換する回転変換行列を含んでいてもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理を行うことで、並進変換行列及び回転変換行列の少なくとも一つを含むキャリブレーション行列を生成してもよい。

[0180] キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理のために用いられる所定のキャリブレーション部材ＣＰを撮像するように撮像装置２を制御し、撮像装置２が生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、上述したキャリブレーション行列を生成してもよい。尚、キャリブレーション部材ＣＰは、ロボット座標系上で既知の位置に配置されていてもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理のために用いられる所定のキャリブレーション部材ＣＰを撮像するようにカメラ２１を制御し、カメラ２１が生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄをキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとして用いることで、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び２Ｄ

撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するためのキャリブレーション行列を生成してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理のために用いられる所定のキャリブレーション部材ＣＰを撮像するようにカメラ２２を制御し、カメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄをキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとして用いることで、ロボット座標系及び３Ｄ撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び３Ｄ撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するためのキャリブレーション行列を生成してもよい。

[0181] ロボット座標系と撮像座標系とを関連付けるキャリブレーション処理は、ロボット座標系の基準となるロボット１（特に、ロボットアーム１２）と、撮像座標系の基準となる撮像装置２との相対的な位置関係を特定する処理と等価であるとみなしてもよい。言い換えれば、ロボット座標系と撮像座標系とを関連付けるキャリブレーション処理は、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）に対する撮像装置２の相対位置を特定する処理と等価であるとみなしてもよい。なぜならば、上述したキャリブレーション行列は、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）と撮像装置２との相対的な位置関係に固有の行列となるからである。一例として、ロボット座標系と２Ｄ撮像座標系とを関連付けるキャリブレーション処理は、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）とカメラ２１との相対的な位置関係を特定する処理と等価であるとみなしてもよい。他の一例として、ロボット座標系と３Ｄ撮像座標系とを関連付けるキャリブレーション処理は、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）とカメラ２２との相対的な位置関係を特定する処理と等価であるとみなしてもよい。

[0182] キャリブレーション処理の結果に関する情報（例えば、生成されたキャリブレーション行列に関する情報）は、レシピファイル３２１の少なくとも一部として、記憶装置３２に記憶されてもよい。

[0183] 但し、レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、キャリブレーション部３１２）は、撮像装置２のキャリブレーション処理を行わな

くてもよい。この場合、制御装置３（特に、演算装置３１）は、キャリブレーション部３１２を備えていなくてもよい。

[0184] レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、処理位置姿勢設定部３１３）は、処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい（ステップＳ２３）。処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合にエンドエフェクタ４が位置するべき位置（つまり、上述した処理対象位置ＰＴＰ）及びエンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合にエンドエフェクタ４がとるするべき姿勢（以降、処理対象姿勢ＰＴＡと称する）の少なくとも一方を算出するために利用可能な情報を含む。エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰは、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の相対的な位置を意味しているとみなしてもよい。エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰは、物体ＯＢＪを基準とするツールセンターポイントＴＣＰの相対的な位置を意味しているとみなしてもよい。また、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う処理対象姿勢ＰＴＡは、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の相対的な姿勢を意味しているとみなしてもよい。エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う処理対象姿勢ＰＴＡは、物体ＯＢＪを基準とするツールセンターポイントＴＣＰの相対的な姿勢を意味しているとみなしてもよい。

[0185] 処理位置姿勢情報ＰＡＩは、処理対象位置ＰＴＰを、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置を用いて間接的に示す情報を含んでいてもよい。つまり、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置を示す情報を含んでいてもよい。同様に、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、処理対象姿勢ＰＴＡを、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の姿勢を用いて間接的に示す情報を含んでいてもよい。つまり、

処理位置姿勢情報ＰＡＩは、処理対象姿勢ＰＴＡを算出するための情報として、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の姿勢を示す情報を含んでいてもよい。

[0186] 特に、エンドエフェクタ４が実際に位置する処理対象位置ＰＴＰは、グローバル座標系における位置であり、且つ、エンドエフェクタ４が実際にとる処理対象姿勢ＰＴＡは、グローバル座標系における姿勢であるが、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、グローバル座標系とは異なる座標系内における物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置及び姿勢の少なくとも一つを用いて、処理対象位置ＰＴＰ及び処理対象姿勢ＰＴＡの少なくとも一つを示していてもよい。例えば、後に詳述するように、処理位置姿勢設定部３１３は、物体ＯＢＪの三次元モデルである物体モデルＯＭと、エンドエフェクタ４の三次元モデルであるエンドエフェクタモデルＥＭとを用いて、処理位置姿勢情報ＰＡＩを生成する。この場合には、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、物体モデルＯＭ又はエンドエフェクタモデルＥＭを基準とする座標系内において、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置及び姿勢の少なくとも一つを示すことで、処理対象位置ＰＴＰ及び処理対象姿勢ＰＴＡの少なくとも一つを示していてもよい。或いは、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、グローバル座標系に位置する物体ＯＢＪを基準としてグローバル座標系とは別に定義される座標系内において、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置及び姿勢の少なくとも一つを示すことで、処理対象位置ＰＴＰ及び処理対象姿勢ＰＴＡの少なくとも一つを示していてもよい。或いは、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、グローバル座標系に位置するエンドエフェクタ４を基準としてグローバル座標系とは別に定義される座標系内において、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置及び姿勢の少なくとも一つを示すことで、処理対象位置ＰＴＰ及び処理対象姿勢ＰＴＡの少なくとも一つを示してい

てもよい。或いは、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、グローバル座標系に位置するツールセンターポイントＴＣＰを基準としてグローバル座標系とは別に定義される座標系内において、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置及び姿勢の少なくとも一つを示すことで、処理対象位置ＰＴＰ及び処理対象姿勢ＰＴＡの少なくとも一つを示していてもよい。尚、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置は、物体ＯＢＪを基準とするツールセンターポイントＴＣＰの位置を意味していてもよい。物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の姿勢は、物体ＯＢＪを基準とするツールセンターポイントＴＣＰの姿勢を意味していてもよい。

[0187] 尚、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置を示す処理位置姿勢情報ＰＡＩは、物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との位置関係を示しているとみなしてもよい。更に、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置を示す処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４を基準とする物体ＯＢＪの位置を示しているとみなしてもよい。同様に、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の姿勢を示す処理位置姿勢情報ＰＡＩは、物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との姿勢関係を示しているとみなしてもよい。更に、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の姿勢を示す処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４を基準とする物体ＯＢＪの姿勢を示しているとみなしてもよい。

[0188] 処理位置姿勢情報ＰＡＩが物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置及び姿勢の少なくとも一つを示している場合には、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、ファイン移動動作を行う際に、グローバル座標系での物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、処理位置姿勢設定部３１３が生成する処理位置姿勢情報ＰＡＩとに基づいて、グローバル座標系での処理対象位置ＰＴＰ及び処理対象姿勢ＰＴＡの少なくとも一つを算出してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、グローバル座標系での物体ＯＢＪの位置の算出結果を、処理位置姿勢情報ＰＡＩが示す物体ＯＢＪに対する

エンドエフェクタ４の相対的な位置に相当する変更量だけ変更することで、グローバル座標系での処理対象位置ＰＴＰを算出してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、グローバル座標系での物体ＯＢＪの姿勢の算出結果を、処理位置姿勢情報ＰＡＩが示す物体ＯＢＪに対するエンドエフェクタ４の相対的な姿勢に相当する変更量だけ変更することで、グローバル座標系での処理対象姿勢ＰＴＡを算出してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、算出した処理対象位置ＰＴＰに向かってエンドエフェクタ４が移動する及び／又は算出した処理対象姿勢ＰＴＡをエンドエフェクタ４がとるように、ロボット１を制御してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、算出した処理対象位置ＰＴＰに向かってエンドエフェクタ４が移動する移動経路ＭＲｆを生成し、生成した移動経路ＭＲｆに沿ってエンドエフェクタ４が移動するように、及び／又は、移動経路ＭＲｆに沿って移動し終えたエンドエフェクタ４の姿勢が処理対象姿勢ＰＴＡとなるように、ロボット１を制御してもよい。

[0189] 一例として、上述したようにエンドエフェクタ４がワークＷを保持する保持処理を行う場合には、処理位置姿勢設定部３１３は、処理対象位置ＰＴＰとして、エンドエフェクタ４がワークＷを保持する上述した保持対象位置ＰＧ（図３（ｂ）から図３（ｃ）参照）を算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。更に、処理位置姿勢設定部３１３は、処理対象姿勢ＰＴＡとして、ワークＷを保持するエンドエフェクタ４の姿勢を算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。他の一例として、上述したようにエンドエフェクタ４がワークＷをリリースするリリース処理を行う場合には、処理位置姿勢設定部３１３は、処理対象位置ＰＴＰとして、エンドエフェクタ４がワークＷをリリースする上述したリリース対象位置ＰＲ（図４（ｂ）から図４（ｃ）参照）を算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。更に、処理位置姿勢設定部３１３は、処理対象姿勢ＰＴＡとして、ワークＷをリリースするエンドエフェクタ４の姿勢を算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0190] 処理位置姿勢設定部３１３は、グローバル座標系のＸ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置、グローバル座標系のＹ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置及びグローバル座標系のＺ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置の少なくとも一つを処理対象位置ＰＴＰとして算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。処理位置姿勢設定部３１３は、グローバル座標系のＸ軸周りのエンドエフェクタ４の姿勢、グローバル座標系のＹ軸周りのエンドエフェクタ４の姿勢及びグローバル座標系のＺ軸周りのエンドエフェクタ４の姿勢の少なくとも一つを処理対象姿勢ＰＴＡとして算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。言い換えれば、処理位置姿勢設定部３１３は、グローバル座標系のＸ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の位置、グローバル座標系のＹ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の位置及びグローバル座標系のＺ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の位置の少なくとも一つを処理対象姿勢ＰＴＡとして算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0191] 処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合のエンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの相対的な位置関係を設定することで、処理対象位置ＰＴＰを設定してもよい。言い換えれば、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ４が所定の処理を行う物体ＯＢＪに対するエンドエフェクタ４の相対的な位置を設定することで、処理対象位置ＰＴＰを設定してもよい。この場合、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰは、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の相対的な位置を意味しているとみなしてもよい。尚、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰは、物体ＯＢＪを基準とするツールセンターポイントＴＣＰの相対的な位置を意味しているとみなしてもよい。

[0192] 尚、処理対象位置ＰＴＰを設定する処理の詳細については、図１１等を参照しながら詳述する。

[0193] 設定された処理対象位置ＰＴＰに関する情報は、レシピファイル３２１の少なくとも一部として、記憶装置３２に記憶されてもよい。

[0194] 但し、レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、処理位置姿勢設定部３１３）は、処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定しなくてもよい。この場合、制御装置３（特に、演算装置３１）は、処理位置姿勢設定部３１３を備えていなくてもよい。

[0195] レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、認識設定部３１４）は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出するために用いられる物体認識パラメータを設定してもよい（ステップＳ２４）。物体認識パラメータの一例として、後述するマッチング判定閾値があげられる。尚、マッチング判定閾値については、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出するための図６のステップＳ３３の処理と共に後述する。

[0196] 設定された物体認識パラメータに関する情報は、レシピファイル３２１の少なくとも一部として、記憶装置３２に記憶されてもよい。

[0197] 但し、レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、認識設定部３１４）は、物体認識パラメータを設定しなくてもよい。この場合、制御装置３（特に、演算装置３１）は、認識設定部３１４を備えていなくてもよい。

[0198] レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、経路生成部３１５）は、ファインアプローチ位置ＰＦと事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ又は事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｒを生成してもよい（ステップＳ２５）。尚、以降の説明では、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ及び事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔのそれぞれを、待機位置ＰＷと総称する。本実施形態では、上述したように、経路生成部３１５は、エンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｒとして、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰの移動経路ＭＲｒ）を生成してもよい。尚、経路生成部３１５が生成した移動経路ＭＲｒは、ファインアプロー

チ位置ＰＦと待機位置ＰＷにおいてエンドエフェクタ４（ツールセンターポイントＴＣＰ）が移動するべき移動経路の目標を示すことから、移動経路ＭＲｒは、目標移動経路と称されてもよい。

[0199] 但し、経路生成部３１５は、ステップＳ２５において、ファインアプローチ位置ＰＦと事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ又は事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路に加えて、ファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路を含む一連の経路を、移動経路ＭＲｒとして生成してもよい。つまり、経路生成部３１５は、ロボット制御部３１６が画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて生成するファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｆを、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄを用いることなく生成してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、上述したファイン移動動作を行う際に、ファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｆを生成しなくてもよい。ロボット制御部３１６は、経路生成部３１５が事前に生成した移動経路に沿って、ファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間でエンドエフェクタ４が移動するように、ロボット１を制御してもよい。

[0200] 例えば、図３（ａ）から図３（ｄ）に示すようにエンドエフェクタ４がワークＷを保持する保持処理を行う場合には、経路生成部３１５は、第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に至るツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第１ファインアプローチ位置ＰＦ１から第２待機位置ＰＷ２に至るツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとの少なくとも一つを生成してもよい。例えば、図４（ａ）から図４（ｄ）に示すようにエンドエフェクタ４がワークＷをリリースするリリース処理を行う場合には、経路生成部３１５は、第３待機位置ＰＷ３から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に至るツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒと、第２ファイン

アプローチ位置ＰＦ２から第４待機位置ＰＷ４に至るツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒとの少なくとも一つを生成してもよい。

[0201] 尚、移動経路ＭＲｒを生成する処理の詳細については、後に図１９等を参照しながら詳述する。

[0202] 生成された移動経路ＭＲｒに関する情報は、レシピファイル３２１の少なくとも一部として、記憶装置３２に記憶されてもよい。

[0203] 但し、レシピファイル３２１を生成するために、制御装置３（特に、経路生成部３１５）は、移動経路ＭＲｒを生成しなくてもよい。この場合、制御装置３（特に、演算装置３１）は、経路生成部３１５を備えていなくてもよい。

[0204] その後、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うように、ロボット１及びエンドエフェクタ４の動作を制御する（ステップＳ３１からステップＳ３７）。つまり、制御装置３は、レシピファイル３２１を作成した後に、レシピファイル３２１に基づいて、ロボット１の移動を開始する。

[0205] 具体的には、まず、ロボット制御部３１６は、ステップＳ２において予め生成されたレシピファイル３２１に基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰが事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまで移動するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する（ステップＳ３１）。例えば、図３（ａ）から図３（ｄ）に示すようにエンドエフェクタ４がワークＷを保持する保持処理を行う場合には、ロボット制御部３１６は、レシピファイル３２１が示す第１待機位置ＰＷ１から第１ファインアプローチ位置ＰＦ１に至る移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、図４（ａ）から図４（ｄ）に示すようにエンドエフェクタ４がワークＷをリリースするリリース処理を行う場合には、ロボット制御部３１６は、レシピファイル３２１が示す第２待機位置ＰＷ２から第２ファインアプローチ位置ＰＦ２に至る移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

その結果、ロボット１は、レシピファイル３２１が示す移動経路ＭＲｒに沿って、ツールセンターポイントＴＣＰを、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまで移動させる。

[0206] ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動し始めた後に、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰを、ファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに移動させるようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する（ステップＳ３２からステップＳ３４）。

[0207] 具体的には、ロボット制御部３１６は、通信装置３３を用いて、カメラ２１から画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得する（ステップＳ３２）。具体的には、カメラ２１は、所定の２Ｄ撮像レートで物体ＯＢＪを撮像する。例えば、カメラ２１は、一秒間に数十回から数百回（一例として、５００回）物体ＯＢＪを撮像する２Ｄ撮像レートで、物体ＯＢＪを撮像してもよい。その結果、カメラ２１は、所定の２Ｄ撮像レートに応じた周期で画像データＩＭＧ＿２Ｄを生成する。例えば、カメラ２１は、一秒間に数十個から数百個（一例として、５００個）の画像データＩＭＧ＿２Ｄを生成してもよい。制御装置３は、カメラ２１が画像データＩＭＧ＿２Ｄを生成する都度、画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得する。つまり、ロボット制御部３１６は、一秒間に数十個から数百個（一例として、５００個）の画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得してもよい。尚、カメラ２１は、所定の２Ｄ撮像レートに従って物体ＯＢＪを撮像しなくてもよい。例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動し始めた後に、カメラ２１は、物体ＯＢＪを１回以上撮像し、画像データＩＭＧ＿２Ｄを生成してもよい。そして、制御装置３は、生成された画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得してもよい。

[0208] 尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄは、画像データＩＭＧ＿２Ｄに写り込んでいる物体ＯＢＪの二次元位置を示す二次元位置データと称されてもよい。画像データＩＭＧ＿２Ｄ（二次元位置データ）は、物体ＯＢＪの表面の少なくとも一部の二次元位置を示すデータであってもよい。特に、画像データＩＭＧ＿２

Ｄ（二次元位置データ）は、物体ＯＢＪの複数点それぞれの二次元位置を示すデータである。例えば、画像データＩＭＧ＿２Ｄ（二次元位置データ）は、物体ＯＢＪの表面上の複数点のそれぞれの二次元位置を示すデータであってもよい。例えば、画像データＩＭＧ＿２Ｄ（二次元位置データ）は、物体ＯＢＪの表面の複数部位にそれぞれ相当する複数点のそれぞれの二次元位置を示すデータであってもよい。

[0209] ロボット制御部３１６は更に、画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得することに加えて又は代えて、通信装置３３を用いて、カメラ２２から画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得する（ステップＳ３２）。具体的には、カメラ２２は、所定の３Ｄ撮像レートで物体ＯＢＪを撮像する。３Ｄ撮像レートは、２Ｄ撮像レートと同じである。但し、３Ｄ撮像レートは、２Ｄ撮像レートと異なっていてもよい。例えば、カメラ２２は、一秒間に数十回から数百回（一例として、５００回）物体ＯＢＪを撮像する３Ｄ撮像レートで、物体ＯＢＪを撮像してもよい。その結果、カメラ２２は、所定の３Ｄ撮像レートに応じた周期で画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成する。例えば、カメラ２２は、一秒間に数十個から数百個（一例として、５００個）の画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。ロボット制御部３１６は、カメラ２２が画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成する都度、画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得する。つまり、制御装置３は、一秒間に数十個から数百個（一例として、５００個）の画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得してもよい。尚、カメラ２２は、所定の３Ｄ撮像レートに従って物体ＯＢＪを撮像しなくてもよい。例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動し始めた後に、カメラ２２は、物体ＯＢＪを１回以上撮像し、画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。そして、制御装置３は、生成された画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得してもよい。

[0210] ロボット制御部３１６が画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得する都度、ロボット制御部３１６は、取得した画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、三次元位置データＷＳＤを生成する。三次元位置データＷＳＤは、画像データＩＭＧ＿３Ｄに写り込んでいる物体ＯＢＪの三次元位置を示すデータである。例えば、三

次元位置データＷＳＤは、物体ＯＢＪの表面の少なくとも一部の三次元位置を示すデータであってもよい。特に、三次元位置データＷＳＤは、物体ＯＢＪの複数点それぞれの三次元位置を示すデータである。例えば、三次元位置データＷＳＤは、物体ＯＢＪの表面上の複数点のそれぞれの三次元位置を示すデータであってもよい。例えば、三次元位置データＷＳＤは、物体ＯＢＪの表面の複数部位にそれぞれ相当する複数点のそれぞれの三次元位置を示すデータであってもよい。

[0211] 具体的には、上述したように、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、投影パターンが投影されている物体ＯＢＪが写り込んでいる。この場合、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に写り込んでいる投影パターンには、投影パターンが投影されている物体ＯＢＪの表面の少なくとも一部の三次元形状が反映されている。画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に写り込んでいる投影パターンの形状には、投影パターンが投影されている物体ＯＢＪの表面の少なくとも一部の三次元形状が反映されている。このため、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に写り込んでいる投影パターンに基づいて、物体ＯＢＪの表面の少なくとも一部の三次元形状を算出することができる。物体ＯＢＪの表面の少なくとも一部の三次元形状は、実質的には、物体ＯＢＪの複数点それぞれの三次元位置を示している。なぜならば、物体ＯＢＪの複数点のそれぞれが、物体ＯＢＪの表面に包含されるからである。このため、物体ＯＢＪの表面の少なくとも一部の三次元形状を算出する処理は、実質的には、物体ＯＢＪの複数点それぞれの三次元位置を算出する処理と、実質的に等価であるとみなしてもよい。このため、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、三次元位置データＷＳＤを生成することができる。

[0212] 三次元位置データＷＳＤの一例として、深度画像データがあげられる。深度画像データは、深度画像データが示す深度画像の各画素に、輝度情報に加えて深度情報が関連付けられた画像データである。深度情報は、各画素に写り込んでいる物体ＯＢＪの各部分とカメラ２２との間の距離（つまり、奥行き）を示

す情報である。尚、深度画像データは、各画素の輝度情報が、物体ＯＢＪの各部分の深度（つまり、物体ＯＢＪの各部分とカメラ２２との間の距離）を示す画像データであってもよい。ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に写り込んでいる投影パターンに基づいて、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの各部分とカメラ２２との間の距離を算出し、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像の各画素に算出した距離を深度情報として関連付けることで、深度画像を生成してもよい。

[0213] 三次元位置データＷＳＤの他の一例として、点群データがあげられる。点群データは、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの各部分に対応する点の三次元空間内での集合を示すデータである。点群データは、物体ＯＢＪの各部分に対応するそれぞれの点の三次元位置を示すデータと称されてもよい。ロボット制御部３１６は、周知の方法で点群データを生成してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、深度画像データとカメラ２２のカメラパラメータとに基づいて、点群データを生成してもよい。

尚、撮像装置２（ロボットシステムＳＹＳ）は、投影装置２３を備えていなくてもよいし、投影装置２３は、投影パターンを投影しなくてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、周知の方法で、投影パターンが投影されていない物体ＯＢＪをカメラ２２で撮像することによって生成された画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。

[0214] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前にカメラ２１が物体ＯＢＪを撮像可能である場合には、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前に、カメラ２１から画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得してもよい（ステップＳ３２）。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動している間に、ロボット制御部３１６は、カメラ２１から画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得してもよい。言い換えれば、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２１が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、ロボット制御部３１６

は、カメラ２１から画像データＩＭＧ__２Ｄを取得してもよい。但し、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達した後に、カメラ２１から画像データＩＭＧ__２Ｄを取得してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達してロボット１が停止している（つまり、カメラ２１が停止している）状態で、カメラ２１から画像データＩＭＧ__２Ｄを取得してもよい。

[0215] 同様に、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前にカメラ２２が物体ＯＢＪを撮像可能である場合には、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前に、カメラ２２から画像データＩＭＧ__３Ｄを取得してもよい（ステップＳ３２）。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動している間に、ロボット制御部３１６は、カメラ２２から画像データＩＭＧ__３Ｄを取得してもよい。言い換えれば、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２２が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、ロボット制御部３１６は、カメラ２２から画像データＩＭＧ__３Ｄを取得してもよい。但し、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達した後に、カメラ２２から画像データＩＭＧ__３Ｄを取得してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達してロボット１が停止している（つまり、カメラ２２が停止している）状態で、カメラ２２から画像データＩＭＧ__３Ｄを取得してもよい。

[0216] また、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前に、三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動している間に、ロボット制御部３１６は、三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。言い換えれば、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿っ

て移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２２が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、ロボット制御部３１６は、三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。但し、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達した後に、三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達してロボット１が停止している（つまり、カメラ２２が停止している）状態で、三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。

[0217] その後、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び三次元位置データＷＳＤの少なくとも一つに基づいて、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する（ステップＳ３３）。本実施形態では特に、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び三次元位置データＷＳＤの少なくとも一つを用いたマッチング処理を行うことで、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0218] マッチング処理の第１の例として、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ（二次元位置データ）と、物体ＯＢＪの基準となる二次元モデルを示す二次元モデルデータとを用いた２Ｄマッチング処理を行ってもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、２Ｄマッチング処理として、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像内で、二次元モデルデータが示す二次元モデルをテンプレート画像として用いることで、テンプレート画像が示す物体ＯＢＪを検出する物体検出処理を行ってもよい。言い換えれば、ロボット制御部３１６は、マッチング処理として、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像内でテンプレート画像と類似する類似画像部分を検出することで、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像内で物体ＯＢＪを検出する物体検出処理を行ってもよい。尚、２Ｄマッチング処理（この場合、物体検出処理）そのものは、既存のマッチング処理と同一であってもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、ＳＩＦＴ（Ｓｃａｌｅ－Ｉｎｖａｒｉａｎｔ　Ｆｅａｔｕｒｅ　Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ）やＳＵＲＦ

（Ｓｐｅｅｄ－Ｕｐｐｅｄ　Ｒｏｂｕｓｔ　Ｆｅａｔｕｒｅ）などの周知の方法を用いて、２Ｄマッチング処理を行ってもよい。

[0219] 二次元モデルデータは、物体ＯＢＪの三次元モデルデータに基づくデータであってもよい。ここで、二次元モデルデータは、物体ＯＢＪのＣＡＤ（Ｃｏｍｐｕｔｅｒ　Ａｉｄｅｄ　Ｄｅｓｉｇｎ）モデルデータであってもよいし、周知の三次元形状計測装置又はカメラ２２を用いた事前の計測結果に基づいて生成された物体ＯＢＪのモデルデータ（ポリゴンモデルやメッシュモデルを示すデータ）であってもよい。例えば、二次元モデルデータは、物体ＯＢＪの三次元モデルデータが示す三次元モデルの少なくとも一部分を、複数の異なる方向から、複数の異なるそれぞれの方向に直交する仮想平面に仮想的に投影することでそれぞれ生成される複数の物体ＯＢＪの二次元モデルの少なくとも一部分を示す二次元画像データであってもよい。尚、二次元モデルデータは、物体ＯＢＪの三次元モデルデータに基づくデータでなくてもよい。例えば、二次元モデルデータは、事前にカメラ２１で物体ＯＢＪを撮像することによって生成された画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像上の特徴箇所であってもよい。例えば、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像上の特徴箇所は、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの特徴点及びエッジの少なくとも一方であってもよい。尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像上の特徴箇所が物体ＯＢＪのエッジを含む場合には、二次元モデルは、物体ＯＢＪの少なくとも一部のエッジのモデル（エッジモデル）であるとみなしてもよい。画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像上の特徴箇所は、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像に写り込んでいる、物体ＯＢＪの複数の特徴点のうちの少なくとも一つと、物体ＯＢＪのエッジのうちの少なくとも一部のエッジとの少なくとも一方であってもよい。尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像上の特徴箇所は、周知の画像処理で検出してもよい。

[0220] ロボット制御部３１６は、テンプレート画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの二次元モデルの全体における特徴箇所（例えば、特徴点及びエッジの少なくとも一つ）が、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像に写り込んでいる物体ＯＢ

Ｊの全体における特徴箇所に近づく（典型的には、一致する）ように、テンプレート画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの二次元モデルの平行移動、拡大、縮小及び／又は回転の少なくとも一つを行ってもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、二次元モデルデータの座標系と２Ｄ撮像座標系との位置関係を特定することができる。その後、ロボット制御部３１６は、二次元モデルデータの座標系と２Ｄ撮像座標系との位置関係に基づいて、二次元モデルデータの座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つから、２Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0221] その後、ロボット制御部３１６は、レシピファイル３２１が示すキャリブレーション行列に基づいて、２Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを、ロボット座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに変換する。ロボット座標系がグローバル座標系として用いられている場合には、ロボット座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つは、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに相当する。但し、ロボット座標系とは異なる座標系がグローバル座標系として用いられている場合には、ロボット制御部３１６は、ロボット座標系及びグローバル座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及びグローバル座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための変換行列を用いて、ロボット座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つから、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0222] ロボット制御部３１６は、テンプレート画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの二次元モデルの全体における特徴箇所を、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの全体における特徴箇所に近づける際に、テンプレート画像（つまり、物体ＯＢＪの二次元モデル）と画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像（特に、テンプレート画像の物体ＯＢＪが合わせ込まれている画像部分）との類似度であるマッチング類似度を算出してもよい。ロボット制御部３１６は、マッチング類似度が最大となるように、テンプレート画像に写り

込んでいる物体ＯＢＪの二次元モデルの平行移動、拡大、縮小及び／又は回転の少なくとも一つを行ってもよい。その結果、マッチング類似度が最大となる状況下で画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像のうちのテンプレート画像の物体ＯＢＪの二次元モデルが合わせ込まれている画像部分が、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像内でテンプレート画像と類似する類似画像部分として検出される。つまり、類似画像部分が示す物体ＯＢＪが検出される。尚、マッチング類似度は、テンプレート画像と画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像との相関を示す相関度と等価であるとみなしてもよい。尚、相関度は、テンプレート画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの二次元モデルと画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像に写り込んでいる物体ＯＢＪとの相関を示す指標ともいえる。尚、マッチング類似度は、マッチングスコアと称されてもよい。

[0223] ロボット制御部３１６は、算出されたマッチング類似度が上述したレシピファイル３２１が示すマッチング判定閾値を上回る物体ＯＢＪが２Ｄマッチング処理によって検出された場合に、当該物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。一方で、ロボット制御部３１６は、算出されたマッチング類似度が上述したレシピファイル３２１が示すマッチング判定閾値を下回る物体ＯＢＪが２Ｄマッチング処理によって検出された場合に、当該物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択しなくてもよい。

[0224] 画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像によっては、当該画像内に、テンプレート画像が示す物体ＯＢＪが複数写り込んでいる可能性がある。例えば、複数のワークＷが載置装置Ｔに載置されている場合（例えば、複数のワークＷが載置装置Ｔに乱雑に又は整然と載置されている場合）には、カメラ２１は、複数のワークＷを撮像し、複数のワークＷが複数の物体ＯＢＪとして写り込んだ画像データＩＭＧ＿２Ｄを生成する可能性がある。例えば、複数のワークＷが載置装置Ｔの一例である収容箱ＣＢに収容されている場合（例えば、複数のワークＷが収容箱ＣＢに乱雑に又は整然と収容されている場合）には、カメラ２１は、複数のワークＷを撮像し、複数のワークＷが複数の物体ＯＢＪとして写り

込んだ画像データＩＭＧ__２Ｄを生成する可能性がある。この場合、ロボット制御部３１６は、テンプレート画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの二次元モデルの特徴箇所を、画像データＩＭＧ__２Ｄが示す画像に写り込んでいる物体ＯＢＪの特徴箇所に近づける処理（２Ｄマッチング処理）を、画像データＩＭＧ__２Ｄが示す画像に写り込んでいる複数の物体ＯＢＪを対象に順に行ってもよい。その後、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちのマッチング類似度が最大となる一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの、レシピファイル３２１が示すマッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応する一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つエンドエフェクタ４に最も近い一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。或いは、例えば、図３に示す収容箱ＣＢ（載置装置Ｔ）に複数の物体ＯＢＪが収容されている場合（例えば、複数の物体ＯＢＪがばら積みされている場合）には、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つ最もＺ軸に沿ったＺ座標が大きい（最も高い位置に位置する）一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。尚、複数の物体ＯＢＪそれぞれのＺ座標は、上述の２Ｄマッチング処理によって算出される、ロボット１のグローバル座標系のＺ軸に沿ったＺ位置であってもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つエンドエフェクタ４が所定の処理を行うことが可能な一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ__２Ｄが示す画像に写り込んでいる複数の物体ＯＢＪのうちで、画像データＩＭＧ__２Ｄが示す画像に写り込んでいる領域

が最も広い一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。尚、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像に写り込んでいる複数の物体ＯＢＪについて、２Ｄマッチング処理を順に行わなくてもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄが示す画像に写り込んでいる複数の物体ＯＢＪそれぞれについて、２Ｄマッチング処理を並行して行ってもよい。

[0225] 但し、エンドエフェクタ４が二つ以上の物体ＯＢＪに対して同時に所定の処理を行うことが可能である場合には、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの少なくとも二つのそれぞれを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４が所定の処理を同時に行うべき少なくとも二つの物体ＯＢＪを選択してもよい。尚、以下の説明では、説明の便宜上、ロボット制御部３１６が、複数の物体ＯＢＪのうちの一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択する例について説明する。

[0226] 尚、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのマッチング類似度を算出し、その後、複数の物体ＯＢＪのマッチング類似度に基づいて、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを選択し、その後、選択した一の物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択されなかった他の物体ＯＢＪの位置及び姿勢を算出しなくてもよい。或いは、上述したように２Ｄマッチング処理の結果として物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つが算出されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、上述したマッチング類似度を、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つと共に算出しているとみなしてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのマッチング類似度を、複数の物体ＯＢＪのそれぞれの位置及び姿勢の少なくとも一つと共に算出し、その後、複数の物体ＯＢＪの

マッチング類似度に基づいて、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを選択してもよい。

[0227] マッチング処理の第２の例として、ロボット制御部３１６は、三次元位置データＷＳＤと、物体ＯＢＪの基準となる三次元モデルを示す三次元モデルデータとを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。３Ｄマッチング処理は、例えば、三次元位置データＷＳＤに基づく三次元モデルと、三次元モデルデータが示す三次元モデルとを用いたマッチング処理である。三次元位置データＷＳＤに基づく三次元モデルは、三次元位置データＷＳＤが示す点群を用いて物体ＯＢＪの三次元形状を示す三次元モデルである点群モデルを含んでいてもよい。三次元位置データＷＳＤに基づく三次元モデルは、三次元位置データＷＳＤが示す点群を構成する複数の点を面（特に、各点を頂点とする多角形の面）で結合することで生成されるポリゴンモデル又はメッシュモデルを含んでいてもよい。三次元位置データＷＳＤに基づく三次元モデルは、三次元位置データＷＳＤが示す点群を構成する複数の点を滑らかな面で結合することで生成されるソリッドモデルを含んでいてもよい。尚、３Ｄマッチング処理そのものは、既存のマッチング処理と同一であってもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、ＩＣＰ（Ｉｔｅｒａｔｉｖｅ Ｃｌｏｓｅｓｔ Ｐｏｉｎｔ）及びＤＳＯ（Ｄｉｒｅｃｔ Ｓｐａｒｓｅ Ｏｄｏｍｅｔｒｙ）の少なくとも一つを含む周知の方法を用いて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。三次元モデルデータは、物体ＯＢＪのＣＡＤモデルデータであってもよいし、周知の三次元形状計測装置又はカメラ２２を用いた事前の計測結果に基づいて生成された物体ＯＢＪのモデルデータ（ポリゴンモデルやメッシュモデルを示すデータ）であってもよい。例えば、三次元モデルデータは、物体ＯＢＪのＣＡＤモデルデータが示すＣＡＤモデルの少なくとも一部分であってもよいし、事前に生成された物体ＯＢＪのモデルデータ（例えば、ポリゴンモデル、メッシュモデル、又はソリッドモデルを示すデータ）が示すモデルの少なくとも一部分であってもよい。

[0228] ロボット制御部３１６は、例えば、三次元モデルデータが示す三次元モデルの特徴箇所が、三次元位置データＷＳＤが三次元位置を示す物体ＯＢＪの特徴箇所に近づく（典型的には、一致する）ように、３Ｄ撮像座標系内において、三次元モデルデータが示す三次元モデルを平行移動、拡大、縮小及び／又は回転させてもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、三次元位置データＷＳＤが三次元位置を示す物体ＯＢＪの特徴箇所が、三次元モデルデータが示す三次元モデルの特徴箇所に近づく（典型的には、一致する）ように、三次元モデルデータの座標系（例えば、ＣＡＤモデルの座標系）と、３Ｄ撮像座標系との位置関係を変更してもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、三次元モデルデータの座標系と３Ｄ撮像座標系との位置関係を特定することができる。その後、ロボット制御部３１６は、三次元モデルデータの座標系と３Ｄ撮像座標系との位置関係に基づいて、三次元モデルデータの座標系における三次元モデルの位置及び姿勢の少なくとも一つから、３Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0229] その後、ロボット制御部３１６は、レシピファイル３２１が示すキャリブレーション行列に基づいて、３Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを、ロボット座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに変換する。ロボット座標系がグローバル座標系として用いられている場合には、ロボット座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つは、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに相当する。但し、ロボット座標系とは異なる座標系がグローバル座標系として用いられている場合には、ロボット制御部３１６は、ロボット座標系及びグローバル座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及びグローバル座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための変換行列を用いて、ロボット座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つから、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0230] ロボット制御部３１６は、三次元モデルデータが示す三次元モデルの特徴箇所を、三次元位置データＷＳＤが三次元位置を示す物体ＯＢＪの特徴箇所に近づける際に、三次元モデルデータが示す物体ＯＢＪの三次元モデルと三次元位置データＷＳＤが三次元位置を示す物体ＯＢＪとの類似度であるマッチング類似度を算出してもよい。ロボット制御部３１６は、マッチング類似度が最大となるように、三次元モデルデータが示す三次元モデルを平行移動、拡大、縮小及び／又は回転させてもよい。尚、マッチング類似度は、三次元モデルデータが示す三次元モデルと三次元位置データＷＳＤが三次元位置を示す物体ＯＢＪとの相関を示す相関度と等価であるとみなしてもよい。尚、マッチング類似度は、マッチングスコアと称されてもよい。

[0231] ロボット制御部３１６は、算出されたマッチング類似度が上述したレシピファイル３２１が示すマッチング判定閾値を上回る物体ＯＢＪが３Ｄマッチング処理によって検出された場合に、当該物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。一方で、ロボット制御部３１６は、算出されたマッチング類似度が上述したレシピファイル３２１が示すマッチング判定閾値を下回る物体ＯＢＪが３Ｄマッチング処理によって検出された場合に、当該物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択しなくてもよい。

[0232] 三次元位置データＷＳＤによっては、三次元位置データＷＳＤが、複数の物体ＯＢＪのそれぞれの位置を示している可能性がある。例えば、複数のワークＷが載置装置Ｔに乱雑に又は整然と載置されている場合には、カメラ２２は、複数のワークＷを撮像し、複数のワークＷが複数の物体ＯＢＪとして写り込んだ画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成する可能性がある。例えば、複数のワークＷが載置装置Ｔの一例である収容箱ＣＢに乱雑に又は整然と収容されている場合には、カメラ２２は、複数のワークＷを撮像し、複数のワークＷが複数の物体ＯＢＪとして写り込んだ画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成する可能性がある。その結果、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのそれぞれの位置を示す三次元位置データＷＳＤを生成する可能性がある。この場合、ロボット制御部

３１６は、複数の物体ＯＢＪそれぞれに上述の３Ｄマッチング処理を行ってもよい。その後、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちのマッチング類似度が最大となる一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの、レシピファイル３２１が示すマッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応する一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つエンドエフェクタ４に最も近い一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。或いは、例えば、図３に示す収容箱ＣＢ（載置装置Ｔ）に複数の物体ＯＢＪが収容されている場合（例えば、複数の物体がばら積みされている場合）には、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つ最もＺ軸に沿ったＺ座標が大きい（最も高い位置に位置する）一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。尚、複数の物体ＯＢＪそれぞれのＺ座標は、上述の３Ｄマッチング処理によって算出される、ロボット１のグローバル座標系のＺ軸に沿ったＺ位置であってもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つエンドエフェクタ４が所定の処理を行うことが可能な一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。

[0233] 但し、エンドエフェクタ４が二つ以上の物体ＯＢＪに対して同時に所定の処理を行うことが可能である場合には、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのうちの少なくとも二つのそれぞれを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４が所定の処理を同時に行うべき少なくとも二つの物体ＯＢＪを選択してもよい。尚、以下の説明では、説明の便宜上、ロボット

制御部３１６が、複数の物体ＯＢＪのうちの一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択する例について説明する。

[0234] 尚、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのマッチング類似度を算出し、その後、複数の物体ＯＢＪのマッチング類似度に基づいて、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを選択し、その後、選択した一の物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択されなかった他の物体ＯＢＪの位置及び姿勢を算出しなくてもよい。或いは、上述したように３Ｄマッチング処理の結果として物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つが算出されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、上述したマッチング類似度を、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つと共に算出しているとみなしてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、複数の物体ＯＢＪのマッチング類似度を、複数の物体ＯＢＪのそれぞれの位置及び姿勢の少なくとも一つと共に算出し、その後、複数の物体ＯＢＪのマッチング類似度に基づいて、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを選択してもよい。

[0235] ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄを用いる一方で、三次元位置データＷＳＤを用いることなく、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄに基づいて算出される２Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つから、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合には、カメラ２２は、物体ＯＢＪを撮像しなくてもよい。ロボット制御部３１６は、ステップＳ３２において、画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得しなくてもよいし、三次元位置データＷＳＤを生成しなくてもよい。

[0236] ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄを用いない一方で、三次元位置データＷＳＤを用いることで、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも

一つを算出してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて算出される３Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つから、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合には、カメラ２１は、物体ＯＢＪを撮像しなくてもよい。ロボット制御部３１６は、ステップＳ３２において、画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得しなくてもよい。

[0237] ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び三次元位置データＷＳＤの双方を用いることで、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄに基づいて算出される２Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の一部と、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて算出される３Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の一部とから、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄに基づいて算出される２Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、３Ｄマッチング処理を行う場合に用いられる三次元モデルの初期位置及び初期姿勢の少なくとも一つを設定し、設定された初期位置に配置された及び／又は設定された初期姿勢で配置された三次元モデルを用いた３Ｄマッチング処理を行うことで、３Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、３Ｄ撮像座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つから、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0238] 画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び三次元位置データＷＳＤの双方を用いて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する場合には、ロボット制御部３１６は、２Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度（以降、２Ｄマッチング類似度）と、３Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度（以降、３Ｄマッチング類似度）との和又は積が最大となるという条件を満たす一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の

物体ＯＢＪとして選択してもよい。ロボット制御部３１６は、２Ｄマッチング類似度が最大となるという条件を満たす一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。ロボット制御部３１６は、３Ｄマッチング類似度が最大となるという条件を満たす一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。ロボット制御部３１６は、２Ｄマッチング類似度及び３Ｄマッチング類似度の双方がマッチング判定閾値を上回るという条件を満たす一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。ロボット制御部３１６は、２Ｄマッチング類似度及び３Ｄマッチング類似度の双方がマッチング判定閾値を上回るという条件を満たし、且つ、エンドエフェクタ４に最も近い一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。ロボット制御部３１６は、２Ｄマッチング類似度及び３Ｄマッチング類似度の双方がマッチング判定閾値を上回るという条件を満たし、且つ、最もＺ軸に沿ったＺ座標が大きい（最も高い位置に位置する）一の物体ＯＢＪを、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択してもよい。

[0239] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前にロボット制御部３１６が画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを取得した場合には、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前に、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい（ステップＳ３３）。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動している間に、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。言い換えれば、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２１及び２２が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。但し、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置Ｐ

Ｆに到達した後に、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達してロボット１が停止している（つまり、カメラ２２が停止している）状態で、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0240] その後、ロボット制御部３１６は、ステップＳ３３において算出された物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰをファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに移動させるようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する（ステップＳ３４）。つまり、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ツールセンターポイントＴＣＰが物体ＯＢＪに近づき（つまり、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに近づき）、その結果、レシピファイル３２１が示す処理対象位置ＰＴＰに位置するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する（ステップＳ３４）。

[0241] 具体的には、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間におけるツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆを生成してもよい。具体的には、上述したように、処理対象位置ＰＴＰは、物体ＯＢＪを基準とする位置を意味する。このため、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、物体ＯＢＪを基準とする処理対象位置ＰＴＰを算出する。その後、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが処理対象位置ＰＴＰに近づくようにツールセンターポイントＴＣＰを移動させる移動経路ＭＲｆを生成する。

[0242] ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、生成した移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイ

ントＴＣＰが移動するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0243] 周辺物体は、ロボット１の周辺に位置する物体である。周辺物体の一例として、ワークWが載置される載置装置Ｔ（例えば、パレット）があげられる。周辺物体の一例として、載置装置Ｔが載置される架台があげられる。周辺物体の一例として、ロボットシステムＳＹＳが配置される工場に存在する物体（例えば、配管、棚、壁及び天井の少なくとも一つ）があげられる。周辺物体の一例として、ロボットシステムＳＹＳが導入される生産ラインを構成する物体（例えば、ベルトコンベア等の搬送機械）があげられる。周辺物体の一例として、ロボット１に取り付けられる撮像装置２があげられる。周辺物体の一例として、ロボット１に取り付けられるカメラ２１及び２２の少なくとも一つがあげられる。

[0244] 上述したように画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄのそれぞれが示す画像内に複数の物体ＯＢＪが写り込んでいる場合には、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択されなかった他の物体ＯＢＪは、周辺物体としてみなされてもよい。但し、エンドエフェクタ４が複数の物体ＯＢＪに対して所定の処理を順に行う場合には、第１期間においてエンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択されなかった他の物体ＯＢＪは、第１期間とは異なる第２期間において、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪとして選択されてもよい。同様に、第１期間においてエンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪは、第１期間とは異なる第２期間において周辺物体としてみなされてもよい。

[0245] エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉は、エンドエフェクタ４の少なくとも一部とロボット１の少なくとも一部との干渉を含んでいてもよい。エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉は、エンドエフェクタ４の少なくとも一部と周辺物体の少なくとも一部との干渉を含んでいてもよい。エンドエフェクタ４、

ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉は、ロボット１の少なくとも一部と周辺物体の少なくとも一部との干渉を含んでいてもよい。エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉は、ロボット１の第１部分とロボット１の第２部分との干渉を含んでいてもよい。二つの物体の干渉は、二つの物体が接触する状態を含んでよい。二つの物体の干渉は、二つの物体の間の距離が許容距離ＡＤ１以下になる状態を含んでいてもよい。

[0246] 移動経路ＭＲｆを生成するために、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、周辺物体モデルＳＭと、物体モデルＯＭとを用いてもよい。但し、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ、周辺物体モデルＳＭ及び物体モデルＯＭの少なくとも一つを用いることなく、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。

[0247] エンドエフェクタモデルＥＭは、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４の三次元モデルである。エンドエフェクタモデルＥＭは、エンドエフェクタ４のＣＡＤモデルであってもよい。エンドエフェクタモデルＥＭは、エンドエフェクタ４の三次元形状を実際に計測することで得られる三次元モデル（例えば、点群モデル）であってもよい。エンドエフェクタモデルＥＭは、エンドエフェクタ４の点群モデルを構成する複数の点を（特に、各点を頂点とする多角形の面）で結合することで生成されるポリゴンモデル又はメッシュモデルであってもよい。尚、エンドエフェクタ４の三次元形状を実際に計測することで得られる三次元モデルは、例えば、周知の三次元形状計測装置でエンドエフェクタ４を計測して生成されるモデルであってもよいし、カメラ２２がエンドエフェクタ４を撮像することによって得られる画像データに基づいて生成されるモデルであってもよい。

[0248] ロボットモデルＲＭは、ロボット１の三次元モデルである。ロボットモデルＲＭは、ロボット１の基台１１の三次元モデルを含んでいてもよい。ロボットモデルＲＭは、ロボット１のロボットアーム１２の三次元モデルを含んでいてもよい。ロボットモデルＲＭは、ロボット１のＣＡＤモデルであってもよい。

ロボットモデルＲＭは、ロボット１の三次元形状を実際に計測することで得られる三次元モデル（例えば、点群モデル）であってもよい。ロボットモデルＲＭは、ロボット１の点群モデルを構成する複数の点を（特に、各点を頂点とする多角形の面）で結合することで生成されるポリゴンモデル又はメッシュモデルであってもよい。尚、ロボット１の三次元形状を実際に計測することで得られる三次元モデルは、例えば、周知の三次元形状計測装置でロボット１を計測して生成されるモデルであってもよいし、カメラ２２がロボット１を撮像することによって得られる画像データに基づいて生成されるモデルであってもよい。

[0249] 周辺物体モデルＳＭは、ロボット１の周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである。周辺物体モデルＳＭは、周辺物体のＣＡＤモデルであってもよい。周辺物体モデルＳＭは、周辺物体の三次元形状を実際に計測することで得られる三次元モデル（例えば、点群モデル）であってもよい。周辺物体モデルＳＭは、周辺物体の点群モデルを構成する複数の点を（特に、各点を頂点とする多角形の面）で結合することで生成されるポリゴンモデル又はメッシュモデルであってもよい。尚、周辺物体の三次元形状を実際に計測することで得られる三次元モデルは、例えば、周知の三次元形状計測装置で周辺物体を計測して生成されるモデルであってもよいし、カメラ２２が周辺物体を撮像することによって得られる画像データに基づいて生成されるモデルであってもよい。

[0250] 物体モデルＯＭは、エンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物である物体ＯＢＪの三次元モデルである。物体モデルＯＭは、物体ＯＢＪのＣＡＤモデルであってもよい。物体モデルＯＭは、物体ＯＢＪの三次元形状を実際に計測することで得られる三次元モデル（例えば、点群モデル）であってもよい。物体モデルＯＭは、物体ＯＢＪの点群モデルを構成する複数の点を（特に、各点を頂点とする多角形の面）で結合することで生成されるポリゴンモデルであってもよい。尚、物体モデルＯＭとして、上述した３Ｄマッチング処理で用いられる物体ＯＢＪの基準となる三次元モデルが用いられてもよい。或いは、物体モデルＯＭとして、上述した３Ｄマッチング処理で用いられる物体ＯＢＪ

の基準となる三次元モデルとは異なる三次元モデルが用いられてもよい。尚、物体ＯＢＪの三次元形状を実際に計測することで得られる三次元モデルは、例えば、周知の三次元形状計測装置で物体ＯＢＪを計測して生成されるモデルであってもよいし、カメラ２２が物体ＯＢＪを撮像することによって得られる画像データに基づいて生成されるモデルであってもよい。

[0251] エンドエフェクタ４が所定の処理を行う物体ＯＢＪは、ロボット１の周辺に位置する物体であるがゆえに、周辺物体の一例であるとみなしてもよい。このため、物体モデルＯＭは、周辺物体モデルＳＭの一例であるとみなしてもよい。

[0252] この場合、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（尚、周辺物体モデルＳＭは、物体モデルＯＭを含む、以下同じ）のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないツールセンターポイントＴＣＰの移動経路を、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体（エンドエフェクタ４が所定の処理を行う物体ＯＢＪを含む、以下同じ）のうちの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｆとして生成してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、所定の仮想空間にエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを配置し、ロボット１を駆動したと仮定した場合のエンドエフェクタ４及びロボット１の動きに合わせてエンドエフェクタモデルＥＭ及びロボットモデルＲＭを仮想空間内で動かすことで、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｆを生成してもよい。

[0253] 具体的には、ロボット制御部３１６は、ファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに至る経路候補（或いは、処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦに至る経路候補、以下同じ）を生成し、経路候補に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動したと仮定した場合にエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定してもよい。エンドエフェクタモデルＥ

Ｍ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないと判定された場合には、ロボット制御部３１６は、生成した経路候補を、移動経路ＭＲｆに設定してもよい。エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生すると判定された場合には、ロボット制御部３１６は、経路候補を更新し（つまり、新たに生成し）、更新した経路候補に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動したと仮定した場合にエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆをまとめて生成してもよい。

[0254] 或いは、ロボット制御部３１６は、ファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに至る経路候補を生成するために、経路候補の一部を生成する動作と、生成した経路候補の一部に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動したと仮定した場合にエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定する動作と、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生すると判定された場合には、経路候補の一部を更新する（新たに生成する）動作とを繰り返してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、ファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰに向かって徐々に延伸する移動経路ＭＲｆを生成してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを少しずつ生成してもよい。

[0255] エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉は、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部とロボットモデルＲＭの少なくとも一部との干渉を含んでいてもよい。エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉は、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉を含んでいてもよい。エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの

少なくとも一つの干渉は、ロボットモデルＲＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉を含んでいてもよい。エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉は、ロボットモデルＲＭの第１部分とロボットモデルＲＭの第２部分との干渉を含んでいてもよい。二つのモデルの干渉は、二つのモデルが接触する状態を含んでよい。二つのモデルの干渉は、二つのモデルの間の距離が許容距離ＡＤ２以下になる状態を含んでいてもよい。

[0256] 尚、許容距離ＡＤ２は、上述した許容距離ＡＤ１に基づいて定まる距離であってもよい。例えば、許容距離ＡＤ２は、二つの物体にそれぞれ対応する二つのモデルが、二つのモデルの間の位置関係が二つの物体の間の位置関係と同じになり且つ二つのモデルの間の姿勢関係が二つの物体の間の姿勢関係と同じになるように仮想空間に配置されている状況下で二つのモデルの間の距離が許容距離ＡＤ２以下になることで、二つの物体の間の距離が許容距離ＡＤ１以下になるという条件を満たす距離に設定されていてもよい。許容距離ＡＤ２は、上述した許容距離ＡＤ１と同一であってもよいし、異なっていてもよい。

[0257] 尚、ステップＳ３４においては、物体モデルＯＭとして、カメラ２２が物体ＯＢＪを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成される三次元位置データＷＳＤ（特に、点群データ）が用いられてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪの点群データが示す各点の座標を、３Ｄ撮像座標系の座標から、仮想空間の座標に変換し、座標を変換した各点を仮想空間に配置してもよい。

[0258] 尚、物体モデルＯＭとして、三次元位置データＷＳＤが示す点群を構成する複数の点を面（特に、各点を頂点とする多角形の面）で結合することで生成されるポリゴンモデル又はメッシュモデルが用いられてもよいし、三次元位置データＷＳＤが示す点群を構成する複数の点を滑らかな面で結合することで生成されるソリッドモデルが用いられてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、ポリゴンモデル、メッシュモデル、又はソリッドモデルを仮想空間に配置してもよい。

[0259] また、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前にロボット制御部３１６が物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出した場合には、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前に、移動経路ＭＲｆを生成してもよい（ステップＳ３４）。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動している間に、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。言い換えれば、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２１及び２２が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。但し、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達した後に、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達してロボット１が停止している（つまり、カメラ２２が停止している）状態で、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。

[0260] また、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前にロボット制御部３１６が物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出した場合には、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達する前に、ロボット制御信号を生成してもよい（ステップＳ３４）。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動している間に、ロボット制御部３１６は、ロボット制御信号を生成してもよい。言い換えれば、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２１及び２２が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、ロボット制御部３１６は、ロボット制御信号を生成してもよい。但し、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達した後にロボット制御信号を生成してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦに到達してロボット１が停

止している（つまり、カメラ２２が停止している）状態で、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0261] 以降、ステップＳ３２からステップＳ３４までの処理が、ツールセンターポイントＴＣＰが処理対象位置ＰＴＰに位置するまで繰り返される（ステップＳ３５）。このため、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦから移動経路ＭＲｆに沿って移動するようにロボット１の駆動が開始された後には、カメラ２１は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２１が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、物体ＯＢＪを撮像してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２１が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、カメラ２１から画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得してもよい。カメラ２２は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２２が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、物体ＯＢＪを撮像してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２２が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、カメラ２２から画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆに沿って移動するようにロボット１が駆動されることでカメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体ＯＢＪに対して相対移動している間に、移動経路ＭＲｆを生成（この場合、実質的には、逐次更新）してもよい。

[0262] 但し、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦから移動経路ＭＲｆに沿って移動するようにロボット１の駆動が開始された後には、

カメラ２１は、カメラ２１が物体ＯＢＪに対して停止している間に、物体ＯＢＪを撮像してもよい。ロボット制御部３１６は、カメラ２１が物体ＯＢＪに対して停止している間に、カメラ２１から画像データＩＭＧ＿２Ｄを取得してもよい。カメラ２２は、カメラ２２が物体ＯＢＪに対して停止している間に、物体ＯＢＪを撮像してもよい。ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪに対して停止している間に、カメラ２２から画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得してもよい。ロボット制御部３１６は、カメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体ＯＢＪに対して停止している間に、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。ロボット制御部３１６は、カメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体ＯＢＪに対して停止している間に、移動経路ＭＲｆを生成（この場合、実質的には、逐次更新）してもよい。

[0263] ステップＳ３２からステップＳ３４までの処理が繰り返される場面の一例として、移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が移動している期間中に物体ＯＢＪが移動する場面があげられる。この場合には、グローバル座標系での物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一方が逐次変わる。この場合、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出してもよい（つまり、繰り返し算出してもよい）。その後、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭと、逐次算出される（つまり、繰り返し算出してもよい）物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つとに基づいて、移動経路ＭＲｆを逐次生成（言い換えれば、逐次更新）してもよい。

[0264] 尚、ステップＳ３２からステップＳ３４までの処理は、必ずしも繰り返されなくてもよい。例えば、ステップＳ３４において生成したロボット制御信号に基づいてロボット１がツールセンターポイントＴＣＰを移動させた結果、ツールセンターポイントＴＣＰが処理対象位置ＰＴＰに到達した場合には、ロボット制御部３１６は、ステップＳ３２からステップＳ３４までの処理を再度行わなくてもよい。

[0265] ツールセンターポイントＴＣＰが処理対象位置ＰＴＰに位置した後には、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うようにエンドエフェクタ４を制御するためのロボット制御信号を生成する（ステップＳ３６）。その結果、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う（ステップＳ３６）。例えば、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪの一例であるワークＷを保持する保持処理を行ってもよい。例えば、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪの一例であるワークＷを、物体ＯＢＪの一例であるパレットＰＬＴ上でリリースするリリース処理を行ってもよい。

[0266] エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後には、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４を退避させるようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する（ステップＳ３７）。

[0267] 例えば、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４を処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦまで移動させる（つまり、退避させる）ようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、ステップＳ３２からステップＳ３５と同様の動作を行うことで、ロボット制御信号を生成してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４が処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦに移動するまで、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを取得し、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいてエンドエフェクタ４を処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦまで移動させる（つまり、退避させる）ようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する処理を繰り返してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４を、生成済みの移動経路ＭＲｆを用いて、生成済みの移動経路ＭＲｆに沿って且つ処理対象位置ＰＴＰからファインアプローチ位置ＰＦまで移動させる（つまり、退避させる）ようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、ステップＳ３２か

らステップＳ３３までの動作を行うことなく、生成済みの移動経路ＭＲｆを用いてステップＳ３４においてロボット制御信号を生成してもよい。

[0268] 例えば、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４をファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまで移動させる（つまり、退避させる）ようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、ステップＳ３１と同様の動作を行うことで、ロボット制御信号を生成してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、レシピファイル３２１に基づいて、エンドエフェクタ４をファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまで移動させるようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0269] （３）キャリブレーション処理

続いて、図６のステップＳ２２においてキャリブレーション部３１２が行うキャリブレーション処理について説明する。

[0270] （３－１）キャリブレーション処理の概要

はじめに、図７を参照しながら、キャリブレーション処理の概要について説明する。図７に示すように、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理を行うために、所定のキャリブレーション部材ＣＰを撮像するように撮像装置２（つまり、カメラ２１及び２２の少なくとも一つ）を制御してもよい。キャリブレーション部材ＣＰは、所定のキャリブレーションパターンが形成された部材であってもよい。尚、キャリブレーション部材ＣＰのキャリブレーションパターンは、既知のパターンであってもよい。キャリブレーションパターンは、キャリブレーション部材ＣＰの基準点を規定するためのパターンであってもよい。この場合、キャリブレーション部材ＣＰは、基準点が形成された基準部材であるとみなしてもよい。図７は、キャリブレーション部材ＣＰに、所定のキャリブレーションパターンとして、白色の矩形パターンと黒色の矩形パターンとがマトリクス状に配置されたチェッカーパターンが形成されている例を示している。この場合、少なくとも一つの白色の矩形パターンの頂点が基準点として用いられてもよいし、少なくとも一つの黒色の矩形パターンの

頂点が基準点として用いられてもよいし、白色の矩形パターンと黒色の矩形パターンとの境界線が基準点として用いられてもよい。

[0271] キャリブレーション部３１２は、撮像装置２がキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを取得する。その後、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するためのキャリブレーション行列を生成する。

[0272] 例えば、キャリブレーション部３１２は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するためのキャリブレーション行列を生成してもよい。尚、以下の説明では、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するためのキャリブレーション行列を、必要に応じて、“２Ｄキャリブレーション行列”と称する。

[0273] 例えば、キャリブレーション部３１２は、カメラ２２がキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、ロボット座標系及び３Ｄ撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び３Ｄ撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するためのキャリブレーション行列を生成してもよい。尚、以下の説明では、ロボット座標系及び３Ｄ撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び３Ｄ撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するためのキャリブレーション行列を、必要に応じて、“３Ｄキャリブレーション行列”と称する。

[0274] 以下では、説明の便宜上、キャリブレーション部３１２が、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための２Ｄキャリブレーション行列を生成する動作について説明する。但し、以下の説明は、「カメラ２１」、「２Ｄ撮像座標系」及び「２Ｄキャリブレーション行列」という文言を、それぞれ、「カメラ２２」、「３Ｄ撮像座標系」及び「３Ｄキャリブレーション行列」という文言に置き換えることで、キャリブレーション部３１２が、カメラ２２がキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、ロボット座標系及び３Ｄ撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び３Ｄ撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための３Ｄキャリブレーション行列を生成する動作の説明として流用可能である。

[0275] キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいてＰｎＰ（Ｐｅｒｓｐｅｃｔｉｖｅ ｎ Ｐｏｉｎｔ）問題を解くことで、２Ｄキャリブレーション行列を生成してもよい。本実施形態におけるＰｎＰ問題は、ロボット座標系に位置するキャリブレーション部材ＣＰのｎ個の基準点の位置（三次元位置）と、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが示す二次元画像上でのキャリブレーション部材ＣＰのｎ個の基準点の位置（二次元位置）との間の関係から、ロボット１に対するカメラ２１の相対位置及び相対姿勢の少なくとも一つを推定する問題と等価である。尚、ｎは、１以上の整数を示す変数である。尚、ロボット１に対するカメラ２１の相対位置は、ロボット１に対するカメラ２１の相対姿勢を含んでいるとみなしてもよい。

[0276] キャリブレーション部３１２は、ロボット１に対するカメラ２１の相対位置として、所定の並進軸に沿った方向におけるロボット１に対するカメラ２１の相対位置を算出してもよい。特に、キャリブレーション部３１２は、ロボット

１に対するカメラ２１の相対位置として、互いに直交する三つの並進軸のそれぞれに沿った方向におけるロボット１に対するカメラ２１の相対位置を算出してもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、ロボット１に対するカメラ２１の相対位置として、ロボット１を基準に定まるロボット座標系及びカメラ２１を基準に定まる２Ｄ撮像座標系のいずれか一方の三次元座標を並進移動させて、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換する並進変換行列を算出してもよい。

[0277] キャリブレーション部３１２は、ロボット１に対するカメラ２１の相対姿勢として、所定の回転軸周りの回転方向におけるロボット１に対するカメラ２１の相対姿勢を算出してもよい。言い換えれば、キャリブレーション部３１２は、ロボット１に対するカメラ２１の相対姿勢として、所定の回転軸周りのロボット１に対するカメラ２１の相対的な回転量（言い換えれば、相対的な姿勢）を算出してもよい。特に、キャリブレーション部３１２は、ロボット１に対するカメラ２１の相対姿勢として、互いに直交する三つの回転軸のそれぞれの周りの回転方向におけるロボット１に対するカメラ２１の相対姿勢を算出してもよい。特に、キャリブレーション部３１２は、ロボット１に対するカメラ２１の相対姿勢として、互いに直交する三つの回転軸のそれぞれの周りのロボット１に対するカメラ２１の相対的な回転量（言い換えれば、相対的な姿勢）を算出してもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、ロボット１に対するカメラ２１の相対姿勢として、ロボット１を基準に定まるロボット座標系及びカメラ２１を基準に定まる２Ｄ撮像座標系のいずれか一方の三次元座標を回転移動させて、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換する回転変換行列を算出してもよい。

[0278] その結果、キャリブレーション部３１２は、算出された並進変換行列及び算出された回転変換行列の少なくとも一つを含む２Ｄキャリブレーション行列を生成することができる。

[0279] ロボット座標系におけるｎ個の基準点の位置がキャリブレーション部３１２にとって既知の情報である場合には、キャリブレーション部３１２は、カ

メラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを１回撮像することで生成される単一のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、２Ｄキャリブレーション行列を生成してもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが示す二次元画像内でのｎ個の基準点の位置を算出し、二次元画像内でのｎ個の基準点の位置と、既知の情報であるロボット座標系でのｎ個の基準点の位置との関係に基づいて、ロボット１に対するカメラ２１の相対位置及び相対姿勢の少なくとも一つ（つまり、２Ｄキャリブレーション行列）を算出してもよい。

[0280] 一方で、ロボット座標系におけるｎ個の基準点の位置がキャリブレーション部３１２にとって既知の情報でない場合には、キャリブレーション部３１２は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを複数回撮像することでそれぞれ生成される複数のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、２Ｄキャリブレーション行列を生成してもよい。特に、カメラ２１は、複数の異なる位置から同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像してもよい。或いは、カメラ２１は、複数の異なる位置から同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像することに加えて又は代えて、複数の異なる姿勢で同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像してもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するようにカメラ２１を制御する動作と、キャリブレーション部材ＣＰを撮像したカメラ２１の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更する動作とを交互に繰り返してもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するようにカメラ２１を制御する動作と、キャリブレーション部材ＣＰを撮像したカメラ２１の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する動作とを交互に繰り返してもよい。言い換えれば、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するようにカメラ２１を制御する動作と、キャリブレーション部材ＣＰを撮像したカメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの相対的な位置関係及び相対的な姿勢関係の少なくとも一つを変更する動作とを交互に繰り返してもよい。言い換え

れば、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するようにカメラ２１を制御する動作と、キャリブレーション部材ＣＰを撮像したカメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの相対的な位置関係及び相対的な姿勢関係の少なくとも一つを変更するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する動作とを交互に繰り返してもよい。尚、カメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの相対的な姿勢関係は、カメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの相対的な位置関係に含まれていてもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、複数のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂがそれぞれ示す複数の二次元画像のそれぞれでのｎ個の基準点の位置を算出し、複数の二次元画像のそれぞれでのｎ個の基準点の位置と、カメラ２１の移動量（つまり、ロボット１の移動量）とに基づいて、ロボット１に対するカメラ２１の相対位置及び相対姿勢（つまり、２Ｄキャリブレーション行列）を算出してもよい。より具体的には、キャリブレーション部３１２は、第１の二次元画像データが示す第１の二次元画像での一の基準点と、第２の二次元画像データが示す第２の二次元画像での同じ一の基準点とが、ロボット座標系における一の基準点の位置に対応していることを利用して、複数の二次元画像のそれぞれでのｎ個の基準点の位置と、カメラ２１の移動量（つまり、ロボット１の移動量）とに基づいて、ロボット１に対するカメラ２１の相対位置（つまり、２Ｄキャリブレーション行列）を算出してもよい。

[0281] 尚、カメラ２１は、キャリブレーション処理の精度を高める目的で、複数の異なる位置から同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像してもよい。カメラ２１は、キャリブレーション処理の精度を高める目的で、複数の異なる姿勢で同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像してもよい。

[0282] カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像する複数の異なる位置は、所定の位置範囲内でランダムに設定される複数の異なる位置であってもよいし、予め定められている複数の異なる位置であってもよい。所定の位置範囲は、ユーザによって設定されてもよいし、固定されていてもよい。予め定められている複数の異なる位置は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを

撮像する複数の撮像位置が偏らないように予め定められていてもよい。カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像する複数の異なる姿勢は、所定の姿勢範囲内でランダムに設定される複数の異なる姿勢であってもよいし、予め定められている複数の異なる姿勢であってもよい。所定の姿勢範囲は、ユーザによって設定されてもよいし、固定されていてもよい。予め定められている複数の異なる姿勢は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像する複数の撮像姿勢が偏らないように予め定められていてもよい。

[0283] 尚、キャリブレーション処理においては、キャリブレーション部３１２がロボット制御信号を生成しているが、キャリブレーション処理においても、ロボット制御部３１６がロボット制御信号を生成してもよい。この場合、ロボットシステムＳＹＳは、キャリブレーション部３１２を用いて、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するようにカメラ２１を制御する動作と、ロボット制御部３１６を用いて、キャリブレーション部材ＣＰを撮像したカメラ２１の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する動作とを交互に繰り返してもよい。ロボットシステムＳＹＳは、キャリブレーション部３１２を用いて、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するようにカメラ２１を制御する動作と、ロボット制御部３１６を用いて、キャリブレーション部材ＣＰを撮像したカメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの相対的な位置関係を変更するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成する動作とを交互に繰り返してもよい。

[0284] 尚、ロボット座標系におけるｎ個の基準点の位置がキャリブレーション部３１２にとって既知の情報である場合にであっても、キャリブレーション部３１２は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを複数回撮像することでそれぞれ生成される複数のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、２Ｄキャリブレーション行列を生成してもよい。この場合、カメラ２１は、複数の異なる位置から同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで、複数のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを生成してもよい。カメラ２１は、キャリブレーション処理の精度を高める目的で、複数の異

なる姿勢で同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで、複数のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを生成してもよい。尚、カメラ２１は、キャリブレーション処理の精度を高める目的で、複数の異なる位置から同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像してもよい。カメラ２１は、キャリブレーション処理の精度を高める目的で、複数の異なる姿勢で同じキャリブレーション部材ＣＰを撮像してもよい。

[0285] 以上説明したキャリブレーション処理は、いわゆるハンドアイキャリブレーション処理と等価であるとみなしてもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、ハンドアイキャリブレーション処理を行うことで、キャリブレーション行列を生成してもよい。尚、ハンドアイキャリブレーション処理は、一例として、多関節ロボットのツールセンターポイントと多関節ロボットと共に用いられるカメラとの位置関係を算出するための既存の処理であるため、その詳細な説明は省略するが、その概要については、実質的に既に説明されている。尚、図７では、ロボット１（ロボットアーム１２）にエンドエフェクタ４が取り付けられているが、キャリブレーション処理を行う間は、ロボット１にエンドエフェクタ４が取り付けられていなくてもよい。

[0286] キャリブレーション部３１２は、カメラ２１が生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて２Ｄキャリブレーション行列を生成する動作と、カメラ２２が生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて３Ｄキャリブレーション行列を生成する動作とを並行して行ってもよい。或いは、キャリブレーション部３１２は、カメラ２１が生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて２Ｄキャリブレーション行列を生成する動作を行った後に又は行う前に、カメラ２２が生成したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて３Ｄキャリブレーション行列を生成する動作を行ってもよい。但し、本実施形態では、同じロボット１にカメラ２１及び２２の双方が取り付けられているため、カメラ２１及び２２は、同じキャリブレーション部材ＣＰを同時に撮像することができる。このため、２Ｄキャリブレーション行列を生成する動作と３Ｄキャリブ

レーション行列を生成する動作とが並行して行われる場合には、２Ｄキャリブレーション行列を生成する動作と３Ｄキャリブレーション行列を生成する動作とが並行して行われない場合と比較して、２Ｄキャリブレーション行列及び３Ｄキャリブレーション行列を生成するために必要な時間が短縮される。

[0287] （３－２）キャリブレーション処理の精度に関する情報の表示

本実施形態では、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理の精度（言い換えれば、正確さ）に関する情報を表示装置３５に表示してもよい。尚、以下の説明では、キャリブレーション処理の精度に関する情報を、キャリブレーション精度情報と称する。キャリブレーション精度情報は、キャリブレーション処理によって生成されたキャリブレーション行列による座標変換の精度（言い換えれば、正確さ）に関する情報を含んでいてもよい。例えば、キャリブレーション精度情報は、２Ｄキャリブレーション行列による座標変換の精度に関する情報を含んでいてもよい。例えば、キャリブレーション精度情報は、３Ｄキャリブレーション行列による座標変換の精度に関する情報を含んでいてもよい。

[0288] キャリブレーション行列による座標変換の精度に関する情報は、キャリブレーション行列を用いて、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換する座標変換の精度に関する情報を含んでいてもよい。キャリブレーション行列による座標変換の精度に関する情報は、キャリブレーション行列に含まれる並進変換行列による座標変換の精度に関する情報を含んでいてもよい。並進変換行列による座標変換の精度に関する情報は、並進変換行列を用いて、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換する座標変換の精度に関する情報を含んでいてもよい。キャリブレーション行列による座標変換の精度に関する情報は、キャリブレーション行列に含まれる回転変換行列による座標変換の精度に関する情報を含んでいてもよい。回転変換行列による座標変換の精度に関する情報は、回転変換行列を用いて、ロボッ

ト座標系及び撮像座標系のいずれか一方における三次元座標を、ロボット座標系及び撮像座標系のいずれか他方における三次元座標に変換する座標変換の精度に関する情報を含んでいてもよい。

[0289] キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いてキャリブレーション処理を行い、キャリブレーション処理の結果に基づいて、キャリブレーション精度情報を表示装置３５に表示してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、単一のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いてキャリブレーション処理を行い、キャリブレーション処理の結果に基づいて、キャリブレーション精度情報を表示装置３５に表示してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、複数のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いてキャリブレーション処理を行い、キャリブレーション処理の結果に基づいて、キャリブレーション精度情報を表示装置３５に表示してもよい。

[0290] 以下、図８を参照しながら、キャリブレーション精度情報を表示装置３５に表示するための精度情報表示処理について説明する。図８が、キャリブレーション精度情報を表示装置３５に表示するための精度情報表示処理の流れを示すフローチャートである。尚、図８は、複数のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いてキャリブレーション処理を行い、キャリブレーション処理の結果に基づいて、キャリブレーション精度情報を表示する動作の一例を示している。

[0291] 尚、以下の説明では、２Ｄキャリブレーション行列による座標変換の精度に関するキャリブレーション精度情報を表示するための精度情報表示処理について説明する。但し、以下の説明は、「カメラ２１」、「２Ｄ撮像座標系」及び「２Ｄキャリブレーション行列」という文言を、それぞれ、「カメラ２２」、「３Ｄ撮像座標系」及び「３Ｄキャリブレーション行列」という文言に置き換えることで、３Ｄキャリブレーション行列による座標変換の精度に関するキャリブレーション精度情報を表示するための精度情報表示処理の説明として流用可能である。

[0292] 図８に示すように、キャリブレーション精度情報を表示するために、キャリブレーション部３１２は、カメラ２１からＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを取得する（ステップＳ２２０）。尚、Ｎは、２以上の整数を示す変数である。具体的には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰをＮ回撮像することで、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂをそれぞれ生成するように、カメラ２１を制御してもよい。特に、キャリブレーション部３１２は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するたびに、カメラ２１の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更してもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するたびに、カメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの相対的な位置関係を変更してもよい。このため、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、カメラ２１が第１の位置からキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成されるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂと、カメラ２１が第１の位置とは異なる第２の位置からキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成されるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとを含んでいてもよい。Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、カメラ２１が第１の姿勢でキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成されるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂと、カメラ２１が第１の姿勢とは異なる第２の姿勢でキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成されるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとを含んでいてもよい。Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、カメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの相対的な位置関係が第１の位置関係となっている状況下でカメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像することで生成されるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂと、カメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの相対的な位置関係が第１の位置関係とは異なる第２の位置関係となっている状況下でカメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮

像することで生成されるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとを含んでいてもよい。

[0293] その後、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、Ｘ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを含む第１キャリブレーション画像データ群と、Ｘ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除く、Ｎ－Ｘ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを含む第２キャリブレーション画像データ群とに分割する（ステップＳ２２１）。尚、Ｘは、１以上且つＮ未満の整数を示す変数である。

[0294] 第１キャリブレーション画像データ群に含まれるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの数は、第２キャリブレーション画像データ群に含まれるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの数よりも少ない。つまり、キャリブレーション部３１２は、「Ｘ＜Ｎ－Ｘ」という関係を満たすように、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを第１キャリブレーション画像データ群と第２キャリブレーション画像データ群とに分割する。一例として、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの１０％から２０％を、第１キャリブレーション画像データ群に分類してもよい。但し、第１キャリブレーション画像データ群に含まれるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの数は、第２キャリブレーション画像データ群に含まれるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの数と同じであってもよいし、多くてもよい。

[0295] その後、キャリブレーション部３１２は、第１キャリブレーション画像データ群に含まれるＸ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、キャリブレーション処理を行う（ステップＳ２２２）。つまり、キャリブレーション部３１２は、第１キャリブレーション画像データ群に含まれるＸ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて上述したキャリブレーション処理を行うことで、２Ｄキャリブレーション行列を算出す

る（ステップＳ２２２）。尚、以下の説明では、第１キャリブレーション画像データ群に含まれるＸ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて行われるステップＳ２２２のキャリブレーション処理を、第１キャリブレーション処理と称する。更に、ステップＳ２２２の第１キャリブレーション処理によって生成された２Ｄキャリブレーション行列を、第１キャリブレーション行列と称する。

[0296] ステップＳ２２２の処理と相前後して又は並行して、キャリブレーション部３１２は、第２キャリブレーション画像データ群に含まれるＮ－Ｘ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、キャリブレーション処理を行う（ステップＳ２２３）。つまり、キャリブレーション部３１２は、第２キャリブレーション画像データ群に含まれるＮ－Ｘ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて上述したキャリブレーション処理を行うことで、２Ｄキャリブレーション行列を算出する（ステップＳ２２３）。尚、以下の説明では、第２キャリブレーション画像データ群に含まれるＮ－Ｘ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて行われるステップＳ２２３のキャリブレーション処理を、第２キャリブレーション処理と称する。更に、ステップＳ２２３の第２キャリブレーション処理によって生成された２Ｄキャリブレーション行列を、第２キャリブレーション行列と称する。

[0297] 尚、ステップＳ２２２及びステップＳ２２３のそれぞれにおいて行われるキャリブレーション処理は、典型的には、キャリブレーション精度情報を表示するために行われる暫定的なキャリブレーション処理である。このため、後に詳述するように、キャリブレーション部３１２は、図８に示す精度情報表示処理を行った後に、ロボット１を制御するために実際に用いられる２Ｄキャリブレーション行列を生成するための最終的なキャリブレーション処理を行ってもよい。

[0298] その後、キャリブレーション部３１２は、第１キャリブレーション行列と第２キャリブレーション行列との誤差を示すキャリブレーション誤差を算出する

（ステップＳ２２４）。つまり、キャリブレーション部３１２は、第１キャリブレーション処理の結果と第２キャリブレーション処理の結果との誤差を示すキャリブレーション誤差を算出する（ステップＳ２２４）。

[0299] キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差として、第１キャリブレーション行列による座標変換の結果と、第２キャリブレーション行列による座標変換の結果との誤差を算出してもよい。具体的には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差として、第１キャリブレーション行列による一の三次元座標の座標変換の結果と、第２キャリブレーション行列による同じ一の三次元座標の座標変換の結果との誤差を算出してもよい。

[0300] 上述したように、２Ｄキャリブレーション行列は、並進変換行列を含んでいてもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差として、第１キャリブレーション行列に含まれる並進変換行列による座標変換の結果と、第２キャリブレーション行列に含まれる並進変換行列による座標変換の結果との誤差に相当する並進変換誤差を算出してもよい。具体的には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差として、第１キャリブレーション行列に含まれる並進変換行列による一の三次元座標の座標変換の結果と、第２キャリブレーション行列に含まれる並進変換行列による同じ一の三次元座標の座標変換の結果との誤差に相当する並進変換誤差を算出してもよい。尚、以下の説明では、第１キャリブレーション行列に含まれる並進変換行列を、第１並進変換行列と称し、第２キャリブレーション行列に含まれる並進変換行列を、第２並進変換行列と称する。

[0301] 第１並進変換行列による一の三次元座標の座標変換の結果と、第２並進変換行列による同じ一の三次元座標の座標変換の結果とが同一である場合には、並進変換誤差はゼロとなる。一方で、第１並進変換行列による一の三次元座標の座標変換の結果と、第２並進変換行列による同じ一の三次元座標の座標変換の結果とが同一でない場合には、両者の違いが並進変換誤差に相当する。並進変換誤差は、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系の少なくとも一つにおけるＸ軸に沿った並進方向における変換誤差を含んでいてもよい。並進変換誤差は、ロ

ボット座標系及び２Ｄ撮像座標系の少なくとも一つにおけるＹ軸（つまり、Ｘ軸に直交する軸）に沿った並進方向における変換誤差を含んでいてもよい。並進変換誤差は、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系の少なくとも一つにおけるＺ軸（つまり、Ｘ軸及びＹ軸に直交する軸）に沿った並進方向における変換誤差を含んでいてもよい。

[0302] 上述したように、２Ｄキャリブレーション行列は、回転変換行列を含んでいてもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差として、第１キャリブレーション行列に含まれる回転変換行列による座標変換の結果と、第２キャリブレーション行列に含まれる回転変換行列による座標変換の結果との誤差に相当する回転変換誤差を算出してもよい。具体的には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差として、第１キャリブレーション行列に含まれる回転変換行列による一の三次元座標の座標変換の結果と、第２キャリブレーション行列に含まれる回転変換行列による同じ一の三次元座標の座標変換の結果との誤差に相当する並進変換誤差を算出してもよい。尚、以下の説明では、第１キャリブレーション行列に含まれる回転変換行列を、第１回転変換行列と称し、第２キャリブレーション行列に含まれる回転変換行列を、第２回転変換行列と称する。

[0303] 第１回転変換行列による一の三次元座標の座標変換の結果と、第２回転変換行列による同じ一の三次元座標の座標変換の結果とが同一である場合には、回転変換誤差はゼロとなる。一方で、第１回転変換行列による一の三次元座標の座標変換の結果と、第２回転変換行列による同じ一の三次元座標の座標変換の結果とが同一でない場合には、両者の違いが回転変換誤差に相当する。回転変換誤差は、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系の少なくとも一つにおけるＸ軸周りの回転方向における変換誤差を含んでいてもよい。回転変換誤差は、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系の少なくとも一つにおけるＹ軸周りの回転方向における変換誤差を含んでいてもよい。回転変換誤差は、ロボット座標系及び２Ｄ撮像座標系の少なくとも一つにおけるＺ軸周りの回転方向における変換誤差を含んでいてもよい。

[0304] その後、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２４において、並進変換誤差及び回転変換誤差の少なくとも一つを含むキャリブレーション誤差がＭ回算出されるまで、ステップＳ２２１からステップＳ２２４までの処理を繰り返す（ステップＳ２２５）。尚、Ｍは、１以上の整数を示す変数である。ステップＳ２２２における第１キャリブレーション処理とステップＳ２２３における第２キャリブレーション処理とのそれぞれが１回行われるたびにステップＳ２２４においてキャリブレーション誤差が１回算出されるがゆえに、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２２における第１キャリブレーション処理とステップＳ２２３における第２キャリブレーション処理とのそれぞれがＭ回行われるまで、ステップＳ２２１からステップＳ２２４までの処理を繰り返す（ステップＳ２２５）。つまり、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２２における第１キャリブレーション処理とステップＳ２２３における第２キャリブレーション処理とを含む単位キャリブレーション処理がＭ回行われるまで、ステップＳ２２１からステップＳ２２４までの処理を繰り返す（ステップＳ２２５）。その結果、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差を算出する。尚、Ｍ個のキャリブレーション誤差は、キャリブレーション処理の精度を定量的に示す値である。このため、Ｍ個のキャリブレーション誤差は、キャリブレーション精度情報の一例であるとみなしてもよい。

[0305] ここで、キャリブレーション誤差が１回算出されるたびに、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、第１キャリブレーション画像データ群と第２キャリブレーション画像データ群とに分割し直す（ステップＳ２２１）。この場合、第１キャリブレーション画像データ群と第２キャリブレーション画像データ群とを示す図９に示すように、キャリブレーション部３１２は、第１キャリブレーション画像データ群に含まれるＸ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの少なくとも一つを変更し、且つ、第２キャリブレーション画像データ群に含まれるＮ－Ｘ個のキャリブレーション画

像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの少なくとも一つを変更するように、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、第１キャリブレーション画像データ群と第２キャリブレーション画像データ群とに分割し直してもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、第１キャリブレーション画像データ群に含まれるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとして既に選択されたＸ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとは異なる少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが、第１キャリブレーション画像データ群に含まれるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとして新たに選択されるように、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、第１及び第２キャリブレーション画像データ群に分割し直してもよい。キャリブレーション部３１２は、第２キャリブレーション画像データ群に含まれるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとして既に選択されたＮ－Ｘ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとは異なる少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが、第２キャリブレーション画像データ群に含まれるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとして新たに選択されるように、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、第１及び第２キャリブレーション画像データ群に分割し直してもよい。尚、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂのうちの少なくとも一つが示す二次元画像は、キャリブレーション精度情報の一例とみなしてもよい。

[0306] その後、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２４において算出されたＭ個のキャリブレーション誤差に基づいて、キャリブレーション指標値を算出する（ステップＳ２２６）。キャリブレーション指標値は、ステップＳ２２４において算出されたＭ個のキャリブレーション誤差から算出される、キャリブレーション処理の精度を定量的に示す指標値である。このため、キャリブレーション指標値は、キャリブレーション精度情報の一例であるとみなしてもよい。

[0307] 例えば、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２４において算出されたＭ個のキャリブレーション誤差の平均値を、キャリブレーション指標値として算出してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２４において算出されたＭ個のキャリブレーション誤差にそれぞれ含まれるＭ個の並進変換誤差の平均値を、キャリブレーション指標値として算出してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２４において算出されたＭ個のキャリブレーション誤差にそれぞれ含まれるＭ個の回転変換誤差の平均値を、キャリブレーション指標値として算出してもよい。

[0308] 尚、変数Ｍが１である場合には、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２４において算出された１個のキャリブレーション誤差を、キャリブレーション指標値そのものとして用いてもよい。

[0309] その後、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２６において算出したキャリブレーション指標値を、キャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい（ステップＳ２２７）。尚、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差の平均値を、キャリブレーション指標値として算出してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差の中央値を、キャリブレーション指標値として算出してもよいし、Ｍ個のキャリブレーション誤差の偏差を、キャリブレーション指標値として算出してもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差の統計値を、キャリブレーション指標値として算出してもよい。

[0310] 本実施形態では、キャリブレーション精度情報の表示は、表示信号生成部３１７及び表示信号出力部３１８の制御下で表示される。或いは、キャリブレーション情報を含む所望の情報（具体的には、所望の情報を示す所望の画像）の表示もまた、表示信号生成部３１７及び表示信号出力部３１８の制御下で表示される。具体的には、表示信号生成部３１７は、所望の情報を表示装置３５に表示するための表示信号を生成する。その後、表示信号出力部３１８は、表示信号生成部３１７が生成した表示信号を、表示装置３５に出力する。その

結果、表示装置３５は、表示信号出力部３１８から取得した表示信号に基づいて、所望の情報を表示する。尚、表示信号が表示装置３５に出力されることで表示信号に基づく所望の情報が表示装置３５に表示されるがゆえに、表示信号を表示装置３５に出力するすることは、実質的には、表示信号に基づく所望の情報を表示装置３５に表示することと等価であるとみなしてもよい。

[0311] このため、ステップＳ２２７では、表示信号生成部３１７は、キャリブレーション部３１２の制御下で、ステップＳ２２６において算出したキャリブレーション指標値を表示装置３５に表示するための表示信号を生成する。その後、表示信号出力部３１８は、表示信号生成部３１７が生成した表示信号を、表示装置３５に出力する。その結果、表示装置３５は、表示信号出力部３１８から取得した表示信号に基づいて、キャリブレーション指標値を表示する。

[0312] キャリブレーション指標値の表示例が、図１０に示されている。図１０に示すように、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション指標値を表示するための表示フィールド３５２１を含む表示画面３５２０を表示装置３５に表示してもよい。その結果、ロボットシステムＳＹＳのユーザは、キャリブレーション指標値を適切に把握することができる。

[0313] キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション指標値に加えて（或いは、代えて）、図８のステップＳ２２４において算出されたＭ個のキャリブレーション誤差を表示装置３５に表示してもよい。例えば、図１０に示すように、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差を表示するための表示フィールド３５２２を含む表示画面３５２０を表示装置３５に表示してもよい。その結果、ロボットシステムＳＹＳのユーザは、キャリブレーション指標値に加えて（或いは、代えて）、Ｍ個のキャリブレーション誤差を適切に把握することができる。尚、ステップＳ２２７では、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション精度情報を表示装置３５に表示しているとみなしてもよい。尚、キャリブレーション部３１２が、キャリブレーション指標値に代えて、Ｍ個のキャリブレーション誤差を表示装置３５に表示する場合

には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション指標値を算出しなくてもよい。

[0314] キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション指標値に加えて（或いは、代えて）、ステップＳ２２１において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂのうちの少なくとも一つが示す二次元画像を表示装置３５に表示してもよい。例えば、図１０に示すように、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが示す二次元画像であるキャリブレーション画像を表示するための表示フィールド３５２３を含む表示画面３５２０を表示装置３５に表示してもよい。その結果、ロボットシステムＳＹＳのユーザは、キャリブレーション指標値を生成する根拠となったキャリブレーション画像を適切に把握することができる。尚、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２１において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂのうちの少なくとも一つが示す二次元画像と、図８のステップＳ２２４において算出されたＭ個のキャリブレーション誤差とを、キャリブレーション精度情報として、表示装置３５に表示してもよい。

[0315] （３－３）キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質の評価

ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、精度情報表示処理によって生成されたキャリブレーション精度情報（例えば、キャリブレーション指標値及びキャリブレーション誤差の少なくとも一つ）に基づいて、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質を評価してもよい。特に、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始める前に、レシピファイル３２１を生成する過程で（図６のステップＳ２）、キャリブレーション精度情報（例えば、キャリブレーション指標値及びキャリブレーション誤差の少なくとも一つ）に基づいて、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質を評価してもよい。その後、キャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質の評価結

果に基づいて、必要な処理を行ってもよい。特に、キャリブレーション部３１２は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始める前に、レシピファイル３２１を生成する過程で（図６のステップＳ２）、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質の評価結果に基づいて、必要な処理を行ってもよい。

[0316] 以下、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質の評価の具体例について説明する。

[0317] （３－３－１）キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質の評価の第１具体例

キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えていない場合には、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全ての品質が許容品質に達している可能性が高いと評価してもよい。つまり、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに、品質が許容品質に達していない少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが含まれている可能性が低いと評価してもよい。尚、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質が許容品質に達していない状態は、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いたキャリブレーション処理によって変換精度が十分に高いキャリブレーション行列を算出することができない状態を意味していてもよい。

[0318] そこで、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えていない場合には、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全てを用いた最終的なキャリブレーション処理を行ってもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを第１及び第２キャリブレーション画像データ群に分割することなく、キャリブレーション処理を行ってもよい。

[0319] 最終的なキャリブレーション処理によって生成されたキャリブレーション行列は、ロボット１を制御するために制御装置３によって実際に用いられてもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、最終的なキャリブレーション処理によって生成されたキャリブレーション行列を用いて、グローバル座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、最終的なキャリブレーション処理によって生成されたキャリブレーション行列を用いて、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0320] キャリブレーション部３１２は、入力装置３４を用いて受け付けたユーザからの指示に基づいて、最終的なキャリブレーションを行ってもよい。例えば、図１０に示す表示画面３５２０を確認したユーザは、表示画面３５２０に表示されているキャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えている否かを判定してもよい。尚、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えているか否かをユーザが適切に判定することができるように、キャリブレーション部３１２は、第１許容閾値に関する情報をキャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えていないとユーザが判定した場合には、ユーザは、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全てを用いた最終的なキャリブレーション処理を行うことを要求する指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。或いは、キャリブレーション部３１２は、ユーザの指示の有無に関わらずに、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えている否かを判定してもよい。キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えていないとキャリブレーション部３１２が判定した場合には、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全てを用いた最終的なキャリブレーション処理を行ってもよい。

[0321] 尚、第１許容閾値は、変換精度が十分に高いキャリブレーション行列をキャリブレーション処理によって算出できる状態と、変換精度が十分に高いキャリ

ブレーション行列をキャリブレーション処理によって算出できない状態とを、キャリブレーション指標値から区別可能な適切な値に設定されていてもよい。第１許容閾値は、変更不可能な固定値であってもよいし、変更可能な可変値であってもよい。第１許容閾値は、ユーザによって設定されてもよいし、予め設定されていてもよいし、キャリブレーション部３１２が適宜設定してもよい。

[0322] 変換精度が十分に高いキャリブレーション行列は、キャリブレーション行列を用いてロボット座標系及び撮像座標系のうちのいずれか一方の三次元座標を変換することで得られた変換結果と、ロボット座標系及び撮像座標系のうちのいずれか一方の三次元座標の変換結果の正解値（言い換えれば、理想値）との差分が、許容量以下になるという条件を満たすキャリブレーション行列を意味していてもよい。

[0323] 或いは、キャリブレーション部３１２は、最終的なキャリブレーション処理を行うことに加えて又は代えて、ステップＳ２２２からステップＳ２２３において算出されたＭ個のキャリブレーション行列のうちのいずれか一つを、ロボット１を制御するために制御装置３によって実際に用いられるキャリブレーション行列として選択してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション行列のうちのキャリブレーション誤差が最も小さいいずれか一つのキャリブレーション誤差を、ロボット１を制御するために制御装置３によって実際に用いられるキャリブレーション行列として選択してもよい。

[0324] 尚、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、キャリブレーション指標値に加えて又は代えて、Ｍ個のキャリブレーション誤差を用いて、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質を評価してもよい。例えば、Ｍ個のキャリブレーション誤差のうちの少なくとも一つが所定の第１許容閾値を超えていない場合に、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに、品質が許容品質に達していない少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌ

ｉｂが含まれている可能性が低いと評価してもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全てを用いた最終的なキャリブレーション処理を行ってもよい。尚、Ｍ個のキャリブレーション誤差を用いてＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質が評価される場合には、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差に基づいてキャリブレーション指標値を算出しなくてもよい。

[0325] （３－３－２）キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質の評価の第２具体例

一方で、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えている場合には、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において取得されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全ての品質が許容品質に達していない可能性があると評価してもよい。

[0326] 尚、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、キャリブレーション指標値が第１許容閾値を超える状況を引き起こすキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを含んでいてもよい。品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが取得される原因の一例として、カメラ２１の撮像画角に、キャリブレーション部材ＣＰの一部（特に、キャリブレーションパターンの一部）が含まれてないことがあげられる。このため、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、キャリブレーション部材ＣＰの一部（特に、キャリブレーションパターンの一部）を含まない画像を示すキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを含んでいてもよい。品質が許容品質に達していない少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが取得される原因の一例として、キャリブレーション部材ＣＰの一部の明るさが、カメラ２１のダイナミックレンジの下限を下回る明るさとなり、その結果、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが示す画像の一部が黒く潰れてしまうことがあげられる。このため、品質が許容品質

に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、少なくとも一部が黒く潰れた画像を示すキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを含んでいてもよい。品質が許容品質に達していない少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが取得される原因の一例として、キャリブレーション部材ＣＰの一部の明るさが、カメラ２１のダイナミックレンジの上限を上回る明るさとなり、その結果、キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが示す画像の一部が白く潰れてしまうことがあげられる。このため、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、少なくとも一部が白く潰れた画像を示すキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを含んでいてもよい。

[0327] そこで、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えている場合には、キャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを新たに取得し直してもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰをＮ回撮像し直すことで、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂをそれぞれ新たに生成するように、カメラ２１を制御してもよい。Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが新たに取得直された場合には、キャリブレーション部３１２は、図８に示す精度情報表示処理（特に、ステップＳ２２１以降の処理）を再度行ってもよい。

[0328] キャリブレーション部３１２は、入力装置３４を用いて受け付けたユーザからの指示に基づいて、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを新たに取得し直してもよい。例えば、図１０に示す表示画面３５２０を確認したユーザは、表示画面３５２０に表示されているキャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えている否かを判定してもよい。尚、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えているか否かをユーザが適切に判定することができるように、キャリブレーション部３１２は、第１許容閾値に関する情報をキャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えているとユー

ザが判定した場合には、ユーザは、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを新たに取得し直すことを要求する指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。或いは、キャリブレーション部３１２は、ユーザの指示の有無に関わらずに、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えている否かを判定してもよい。キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えているとキャリブレーション部３１２が判定した場合には、キャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを新たに取得し直してもよい。

[0329] Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを新たに取得し直す場合には、キャリブレーション部３１２は、既に取得済みのＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適した位置を算出してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、新たに取得し直されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂから、変換精度が十分に高いキャリブレーション行列を算出することができるように、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適した位置を算出してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、キャリブレーション部３１２が算出した位置にカメラ２１が移動するようにロボット１（特に、ロボットアーム１２）を移動させ、その後、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するように、カメラ２１を制御してもよい。

[0330] キャリブレーション部３１２は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適した位置を表示装置３５に表示してもよい。この場合、算出した位置にカメラ２１が移動するように、ユーザが手動でカメラ２１を移動させてもよい。

[0331] Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを新たに取得し直す場合には、キャリブレーション部３１２は、既に取得済みのＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適した姿勢を算出してもよい。例えば、

キャリブレーション部３１２は、新たに取得し直されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂから、精度が十分に高いキャリブレーション行列を算出することができるように、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適した姿勢を算出してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、カメラ２１の姿勢が算出した姿勢となるようにロボット１（特に、ロボットアーム１２）を移動させ、その後、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するように、カメラ２１を制御してもよい。

[0332] キャリブレーション部３１２は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適した姿勢を表示装置３５に表示してもよい。この場合、カメラ２１の姿勢が算出した姿勢となるように、ユーザが手動でカメラ２１を移動させてもよい。

[0333] Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを新たに取得し直す場合には、キャリブレーション部３１２は、既に取得済みのＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂに基づいて、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適したカメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの位置関係を算出してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、新たに取得し直されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂから、精度が十分に高いキャリブレーション行列を算出することができるように、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適したカメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの位置関係を算出してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、カメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの位置関係が算出した位置関係となるようにロボット１（特に、ロボットアーム１２）を移動させ、その後、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション部材ＣＰを撮像するように、カメラ２１を制御してもよい。

[0334] キャリブレーション部３１２は、カメラ２１がキャリブレーション部材ＣＰを撮像するために適したカメラ２１とキャリブレーション部材ＣＰとの位置関係を表示装置３５に表示してもよい。この場合、カメラ２１とキャリブレー

ション部材ＣＰとの位置関係が算出した位置関係となるように、ユーザが手動でカメラ２１を移動させてもよい。

[0335] 尚、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、キャリブレーション指標値に加えて又は代えて、Ｍ個のキャリブレーション誤差を用いて、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質を評価してもよい。例えば、Ｍ個のキャリブレーション誤差の全てが所定の第１許容閾値を超えている場合に、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全ての品質が許容品質に達していない可能性があると評価してもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを新たに取得し直してもよい。尚、Ｍ個のキャリブレーション誤差を用いてＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質が評価される場合には、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差に基づいてキャリブレーション指標値を算出しなくてもよい。

[0336] （３－３－３）キャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質の評価の第３具体例

キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えている状況下でＭ個のキャリブレーション誤差のうちの一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えている場合には、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、当該一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つに、品質が許容品質に達していない少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが含まれている可能性があると評価してもよい。

[0337] 尚、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、キャリブレーション誤差が第２許容閾値を超える状況を引き起こすキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを含んでいてもよい。尚、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの一例については、既に説明済みである。

[0338] また、第２許容閾値は、キャリブレーション処理によって変換精度が十分に高いキャリブレーション行列を算出できる状態と、キャリブレーション処理によって変換精度が十分に高いキャリブレーション行列を算出できない状態とを、キャリブレーション誤差から区別可能な適切な値に設定されていてもよい。第２許容閾値は、変更不可能な固定値であってもよいし、偏向可能な可変値であってもよい。第２許容閾値は、ユーザによって設定されてもよいし、予め設定されていてもよいし、キャリブレーション部３１２が適宜設定してもよい。

[0339] そこで、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えていないものの、Ｍ個のキャリブレーション誤差のうちの一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えている場合には、キャリブレーション部３１２は、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外してもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つに含まれる少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、品質が許容品質に達していないと想定される少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとして除外してもよい。

[0340] キャリブレーション部３１２は、入力装置３４を用いて受け付けたユーザからの指示に基づいて、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外してもよい。例えば、図１０に示す表示画面３５２０を確認したユーザは、表示画面３５２０に表示されている一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えている否かを判定してもよい。尚、キャリブレーション指標値が所定の第２許容閾値を超えているか否かをユーザが適切に判定することができるように、キャリブレーション部３１２は、第２許容閾値に関する情報をキャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えているとユー

ザが判定した場合には、ユーザは、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外することを要求する指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。或いは、キャリブレーション部３１２は、ユーザの指示の有無に関わらずに、一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えている否かを判定してもよい。一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えているとキャリブレーション部３１２が判定した場合には、キャリブレーション部３１２は、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外してもよい。

[0341] その後、キャリブレーション部３１２は、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが除外された第１及び第２キャリブレーション画像データ群を用いて、図８のステップＳ２２２及びＳ２２３における第１及び第２キャリブレーション処理をそれぞれやり直してもよい。その後、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差を算出し直してもよい。

[0342] Ｍ個のキャリブレーション誤差のうちの一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えている場合には、品質が許容品質に達していない少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第２キャリブレーション画像データ群に含まれている可能性よりも、品質が許容品質に達していない少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１キャリブレーション画像データ群に含まれている可能性の方が高いと想定される。なぜならば、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた多数サンプルに相当するＮ－Ｘ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全ての品質が悪い可能性よりも、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた少数サンプルに相当

するＸ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの全ての品質が悪い可能性の方が高いからである。そこで、キャリブレーション指標値が所定の第１許容閾値を超えていないものの、Ｍ個のキャリブレーション誤差のうちの一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えている場合には、キャリブレーション部３１２は、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１キャリブレーション画像データ群から、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外してもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、第１キャリブレーション画像データ群に含まれる少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、品質が許容品質に達していないと想定される少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとして除外してもよい。この場合、第２キャリブレーション画像データ群に含まれる少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが除外される場合と比較して、キャリブレーション部３１２は、品質が許容品質に達していないと想定される少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外することができる可能性が高くなる。

[0343] その後、キャリブレーション部３１２は、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが除外された第１キャリブレーション画像データ群と、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが除外されていない第２キャリブレーション画像データ群とを用いて、図８のステップＳ２２２及びＳ２２３における第１及び第２キャリブレーション処理をそれぞれやり直してもよい。その後、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差を算出し直してもよい。

[0344] この場合、上述したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質の評価の第２具体例と比較して、キャリブレーション部３１２は、第１及び第２キャリブレーション処理をやり直す回数を減らすことができる。なぜならば、全てのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを取得し直す第２具体例と比較して、第３具体例では、品質が許容品質に達していないと想

定される少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外すれば十分だからである。このため、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理に要する時間を短縮することができる。

[0345] 或いは、第１及び第２キャリブレーション処理をやり直すことに加えて又は代えて、キャリブレーション部３１２は、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂから、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つに含まれる少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除去した上で、残ったキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いて、最終的なキャリブレーション処理を行ってもよい。この場合、品質が許容品質に達していないと想定される少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが最終的なキャリブレーション処理のために用いられることがないため、キャリブレーション部３１２は、最終的なキャリブレーション処理によって、変換精度が十分に高いキャリブレーション行列を生成することができる。

[0346] 尚、上述した説明では、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差を算出した後に、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外している。しかしながら、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差を１回算出するたびに、当該キャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外する処理を行ってもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差を１回算出するたびに、算出したキャリブレーション誤差が第２許容閾値を超えているか否かを判定してもよい。或いは、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差を１回算出するたびに、算出したキャリブレーション誤差を表示装置３５に表示し、ユーザは、表示されたキャ

リブレーション誤差が第２許容閾値を超えているか否かを判定してもよい。算出したキャリブレーション誤差が第２許容閾値を超えていると判定された場合には、キャリブレーション部３１２は、第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外してもよい。その後、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション誤差を算出し直すために、第１及び第２キャリブレーション処理をやり直してもよい。

[0347] また、キャリブレーション部３１２は、第２許容閾値を超えているキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外しながら、図８に示すキャリブレーション精度情報表示処理を繰り返してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、ステップＳ２２０において、第１期間に生成されたＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを取得し、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いて、ステップＳ２２１からステップＳ２２７までの処理を行ってもよい。更に、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション指標値及びキャリブレーション誤差に基づいて、品質が許容品質に達していないと想定される少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外してもよい。その後、キャリブレーション部３１２は、第１期間よりも後の第２期間に生成された新たなＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを取得し、Ｎ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いて、ステップＳ２２１からステップＳ２２７までの処理を行ってもよい。以降、キャリブレーション部３１２は、同様の動作を繰り返してもよい。その結果、キャリブレーション部３１２は、複数回のキャリブレーション精度情報表示処理の結果として残ったＮ個よりも多くのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いて、最終的なキャリブレーション処理を行ってもよい。

[0348] また、上述した説明では、キャリブレーション部３１２は、Ｍ個のキャリブレーション誤差のうちの一のキャリブレーション誤差が所定の第２許容閾値を超えている場合には、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外している。しかしながら、キャリブレーション部３１２は、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つに含まれる少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、他のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂと入れ替えてもよい。つまり、キャリブレーション部３１２は、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つから、少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを除外し、除外したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとは異なる他のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを、一のキャリブレーション誤差を算出するために用いた第１及び第２キャリブレーション画像データ群の少なくとも一つに新たに追加してもよい。尚、除外したキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂとは異なる他のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂは、ステップＳ２２０とは別に取得されたキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂであってもよい。

[0349] （３－４）精度情報表示処理の技術的効果

以上説明したように、本実施形態では、キャリブレーション部３１２は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始める前にレシピファイル３２１を生成する過程で、キャリブレーション処理の精度を実質的に示すキャリブレーション精度情報（例えば、キャリブレーション指標値及びキャリブレーション誤差の少なくとも一方）を算出することができる。その結果、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始める前にレシピファイル

３２１を生成する過程で、ユーザ又はキャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理を行うために用いたキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの品質を評価することができる。このため、キャリブレーション部３１２は、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いることなく、品質が許容品質に達しているキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いて、キャリブレーション行列を生成することができる。このため、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂを用いてキャリブレーション行列が生成される場合と比較して、キャリブレーション部３１２は、変換精度が高いキャリブレーション行列を生成することができる。その結果、ロボット制御部３１６は、変換精度が高いキャリブレーション行列を用いて、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つから、ロボット座標系における物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを精度よく算出することができる。このため、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ロボット１（特に、ロボットアーム１２であり、実質的にはエンドエフェクタ４及びツールセンターポイントＴＣＰ）を精度よく移動させることができる。

[0350] 特に、ロボット１を実際に移動させ始める前にキャリブレーション処理をやり直すことができるため、ロボット制御部３１６は、変換精度が十分に高くないキャリブレーション行列を用いてロボット１を移動させることはない。その結果、キャリブレーション行列の変換精度が低いことに起因してロボット１の移動に誤差が生ずる可能性は低く、その結果、キャリブレーション行列の変換精度が低いことに起因して、ロボット１と物体ＯＢＪ（或いは、その他の任意の物体）とが衝突する可能性は低い。更には、キャリブレーション行列の変換精度が低いことに起因して物体ＯＢＪの位置及び姿勢の算出結果に誤差が生ずる可能性は低く、その結果、キャリブレーション行列の変換精度が低いことに起因して、ロボット１と物体ＯＢＪ（或いは、その他の任意の物体）とが衝突する可能性や、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の算出結果に基づくロボット１の動

作により、エンドエフェクタ４が、物体ＯＢＪに対する所望の位置に位置決めされず、エンドエフェクタ４による物体ＯＢＪへの所定の処理が失敗する可能性は低い。

[0351] 尚、上述した説明では、キャリブレーション部３１２は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始める前にレシピファイル３２１を生成する過程で、図８に示す精度情報表示処理を行っている。しかしながら、キャリブレーション部３１２は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始めた後に、図８に示す精度情報表示処理を行ってもよい。例えば、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始めた後において、ロボット１の動き（特に、ロボットアーム１２の動き）に起因して、カメラ２１及び２２の少なくとも一方のロボット１（ロボットアーム１２）に対する取付位置がずれる可能性がある。例えば、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始めた後において、ロボット１の振動（特に、ロボットアーム１２の振動）に起因して、カメラ２１及び２２の少なくとも一方のロボット１（ロボットアーム１２）に対する取付位置がずれる可能性がある。例えば、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１を実際に移動させ始めた後において、ロボットアーム１２の動きに合わせて移動するカメラ２１及び２２の少なくとも一方が物体に衝突することで、カメラ２１及び２２の少なくとも一方のロボット１（ロボットアーム１２）に対する取付位置がずれる可能性がある。これらの場合には、キャリブレーション部３１２は、図８に示す精度情報表示処理を行ってもよい。

[0352] （３－５）キャリブレーション精度情報の変形例

キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション精度情報として、上述したキャリブレーション指標値及びキャリブレーション誤差の少なくとも一つとは異なる情報を表示装置３５に表示してもよい。

[0353] 例えば、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功したか否かをユーザに通知するための情報を、キャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。例えば、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功したか否かをユーザに通知するためテキストメッセージを、キャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。

[0354] 一例として、キャリブレーション部３１２は、上述した図８のステップＳ２２４においてキャリブレーション誤差が算出されるたびに、上述した図８のステップＳ２２２からステップＳ２２３において行われたキャリブレーション処理が成功したか否かをユーザに通知するための情報を、表示装置３５に表示してもよい。具体的には、キャリブレーション誤差が上述した第２許容閾値を超えている場合には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功していないと判定してもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功していないことをユーザに通知するための情報を、表示装置３５に表示してもよい。一方で、キャリブレーション誤差が上述した第２許容閾値を超えていない場合には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功したと判定してもよい。この場合、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功したことをユーザに通知するための情報を、表示装置３５に表示してもよい。

[0355] 図８に示す精度情報表示処理が行われている間にキャリブレーション処理が成功していないと判定された場合には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理を再度行うことをユーザに促すための情報を、キャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。一例として、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理を再度行うことをユーザに促すためのテキストメッセージを、表示装置３５に表示してもよい。キャリブレーション処理が成功していないと判定された場合には、キャリブレーション部３１２は、このままキャリブレーション処理が繰り返されたとしても、最終的なキャリブレーション処理が成功しない可能性があることをユーザに

通知するための情報を、キャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。一例として、キャリブレーション部３１２は、このままキャリブレーション処理が繰り返されたとしても、最終的なキャリブレーション処理が成功しない可能性があることをユーザに通知するためのテキストメッセージを、表示装置３５に表示してもよい。キャリブレーション処理が成功していないと判定された場合には、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功しなかった原因となるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが示す画像を、キャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。一例として、キャリブレーション部３１２は、少数サンプルである第１キャリブレーション画像データ群に含まれる少なくとも一つのキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂが示す画像を、表示装置３５に表示してもよい。更に、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功しなかった原因となるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの除去をユーザに促す情報を、キャリブレーション精度情報として表示装置３５に表示してもよい。一例として、キャリブレーション部３１２は、キャリブレーション処理が成功しなかった原因となるキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの除去をユーザに促すテキストメッセージを、表示装置３５に表示してもよい。

[0356] この場合、ユーザは、精度情報表示処理が完了する前に、上述したＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの再取得、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの除外、又は、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの入れ替えを行うことを要求する指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。その結果、キャリブレーション部３１２は、精度情報表示処理が完了する前に、上述したＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの再取得、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの除外、又は、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの入れ替えを行っても

よい。或いは、キャリブレーション部３１２は、ユーザの指示の有無に関わらず、精度情報表示処理が完了する前に、上述したＮ個のキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの再取得、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの除外、又は、品質が許容品質に達していないキャリブレーション画像データＩＭＧ＿ｃａｌｉｂの入れ替えを行ってもよい。

[0357] 他の一例として、キャリブレーション部３１２は、上述した図８のステップＳ２２６においてキャリブレーション指標値が算出された後に、上述した図８のステップＳ２２２からステップＳ２２３において行われた一連のキャリブレーション処理が成功したか否かをユーザに通知するための情報を、表示装置３５に表示してもよい。具体的には、キャリブレーション指標値が上述した第１許容閾値を超えている場合には、キャリブレーション部３１２は、一連のキャリブレーション処理が成功していないことをユーザに通知するための情報を、表示装置３５に表示してもよい。一方で、キャリブレーション指標値が上述した第１許容閾値を超えていない（更には、キャリブレーション誤差が第２許容閾値を超えていない）場合には、キャリブレーション部３１２は、一連のキャリブレーション処理が成功したことをユーザに通知するための情報を、表示装置３５に表示してもよい。

[0358] （４）処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定する処理

（４－１）処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定する処理の基本

続いて、図６のステップＳ２３において処理位置姿勢設定部３１３が処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために行う処理位置姿勢設定処理について説明する。

[0359] 処理位置姿勢設定処理を行うために、処理位置姿勢設定部３１３は、処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するための処理位置姿勢設定画面３５３０を表示装置３５に表示してもよい。具体的には、表示信号生成部３１７は、処理位置姿勢設定部３１３の制御下で、処理位置姿勢設定画面３５３０を表示装置３５に表示するための表示信号を生成してもよい。その後、表示信号出力部３１８は、

表示信号生成部３１７が生成した表示信号を、表示装置３５に出力してもよい。その結果、表示装置３５は、表示信号出力部３１８から取得した表示信号に基づいて、処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。

[0360] 処理位置姿勢設定画面３５３０の一例が、図１１に示されている。図１１に示すように、処理位置姿勢設定画面３５３０は、エンドエフェクタモデルＥＭと、物体モデルＯＭとが配置された画面である。特に、処理位置姿勢設定画面３５３０内には、仮想空間として利用可能な三次元空間ＳＰ３が仮想的に構築されている。エンドエフェクタモデルＥＭと、物体モデルＯＭとは、この三次元空間ＳＰ３に配置されている。

[0361] 三次元空間ＳＰ３内の位置は、三次元空間ＳＰ３内の位置を示すために用いられる三次元座標系である位置姿勢設定座標系を用いて表されてもよい。位置姿勢設定座標系は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｘ軸（ＳＰ３）に直交するＹ軸（ＳＰ３）、並びに、Ｘ軸（ＳＰ３）及びＹ軸（ＳＰ３）に直交するＺ軸（ＳＰ３）が用いて定義される三次元座標系であってもよい。

[0362] 尚、Ｘ軸（ＳＰ３）は、グローバル座標系のＸ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。Ｘ軸（ＳＰ３）は、ロボット座標系のＸ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。但し、Ｘ軸（ＳＰ３）は、グローバル座標系及びロボット座標系のＸ軸とは無関係に設定される軸であってもよい。同様に、Ｙ軸（ＳＰ３）は、グローバル座標系のＸ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。Ｙ軸（ＳＰ３）は、ロボット座標系のＹ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。但し、Ｙ軸（ＳＰ３）は、グローバル座標系及びロボット座標系のＹ軸とは無関係に設定される軸であってもよい。同様に、Ｚ軸（ＳＰ３）は、グローバル座標系のＺ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。Ｚ軸（ＳＰ３）は、ロボット座標系のＺ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。但し、Ｚ軸（ＳＰ３）は、グローバル座標系及びロボット座標系のＺ軸とは無関係に設定される軸であってもよい。

[0363] 尚、グローバル座標系（或いは、ロボット座標系、以下この段落において同じ）及び位置姿勢設定座標系のいずれか一方における三次元座標を、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための変換行列が、予め算出されていてもよい。つまり、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか一方における三次元座標を、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための変換行列が、処理位置姿勢設定部３１３にとって既知の情報であってもよい。変換行列は、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか一方における三次元座標を並進移動させる並進変換行列を含んでいてもよい。つまり、変換行列は、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか一方における物体の位置を、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか他方における物体の位置に変換する並進変換行列を含んでいてもよい。変換行列は、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか一方における三次元座標を回転移動させる回転変換行列を含んでいてもよい。つまり、変換行列は、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか一方における物体の姿勢を、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか他方における物体の姿勢に変換する回転変換行列を含んでいてもよい。この場合、位置姿勢設定座標系におけるＸ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）とグローバル座標系におけるＸ軸、Ｙ軸及びＺ軸との関係に関わらずに、処理位置姿勢設定部３１３は、変換行列を用いて、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか一方における三次元座標を、グローバル座標系及び位置姿勢設定座標系のいずれか他方における三次元座標に変換することができる。

[0364] エンドエフェクタモデルＥＭは、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４の三次元モデルである。尚、エンドエフェクタモデルＥＭについては、既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0365] 物体モデルＯＭは、エンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物である物体ＯＢＪの三次元モデルである。尚、物体モデルＯＭについては、既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0366] エンドエフェクタモデルＥＭ及び物体モデルＯＭを含む処理位置姿勢設定画面３５３０を表示するために、制御装置３には、エンドエフェクタモデルＥＭを示すエンドエフェクタモデル情報及び物体モデルＯＭを示す物体モデル情報が入力されてもよい。例えば、ユーザが、エンドエフェクタモデル情報及び物体モデル情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタモデル情報及び物体モデル情報が記録されている記録媒体から、エンドエフェクタモデル情報及び物体モデル情報を読み出してもよい。例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタモデル情報及び物体モデル情報が記録されている外部のサーバから、エンドエフェクタモデル情報及び物体モデル情報をダウンロードしてもよい。

[0367] 処理位置姿勢設定部３１３は、三次元空間ＳＰ３における物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係に基づいて、処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。具体的には、ユーザは、入力装置３４を用いて、処理位置姿勢設定画面３５３０内において（つまり、処理位置姿勢設定画面３５３０内の三次元空間ＳＰ３内において）、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させるための指示を、制御装置３に入力する。つまり、ユーザは、入力装置３４を用いて、処理位置姿勢設定画面３５３０内において（つまり、処理位置姿勢設定画面３５３０内の三次元空間ＳＰ３内において）、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの相対的な位置関係を変更するための指示を、制御装置３に入力する。

[0368] ユーザは、物体モデルＯＭに対してエンドエフェクタモデルＥＭを移動させるための指示を入力してもよい。この場合には、三次元空間ＳＰ３内の位置を示すために用いられる位置姿勢設定座標系は、物体モデルＯＭを基準とする座標系であってもよい。例えば、三次元空間ＳＰ３内の位置を示すために用いられる位置姿勢設定座標系は、物体モデルＯＭの表面又は内部に原点が位置する座標系であってもよい。

[0369] ユーザは、エンドエフェクタモデルＥＭに対して物体モデルＯＭを移動させてもよい。この場合には、三次元空間ＳＰ３内の位置を示すために用いられる位置姿勢設定座標系は、エンドエフェクタモデルＥＭを基準とする座標系であってもよい。例えば、三次元空間ＳＰ３内の位置を示すために用いられる位置姿勢設定座標系は、エンドエフェクタモデルＥＭの表面又は内部に原点が位置する座標系であってもよい。

[0370] 尚、図１１は、物体モデルＯＭを基準とする座標系が位置姿勢設定座標系として用いられる例を示している。但し、図１１に示す例では、図面の見やすさを確保するために、位置姿勢設定座標系の原点（つまり、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の交点）が物体モデルＯＭから離れているが、実際には、位置姿勢設定座標系の原点は、物体モデルＯＭを基準とした位置（例えば、エンドエフェクタモデルＥＭの表面又は内部の位置）に設定されていてもよい。後述する図１２から図１５においても同様である。

[0371] ユーザが物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させるための指示を入力した場合には、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザの指示に合わせて処理位置姿勢設定画面３５３０内を（つまり、三次元空間ＳＰ３内を）物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが移動するように、処理位置姿勢設定画面３５３０を更新する。具体的には、表示信号生成部３１７は、処理位置姿勢設定部３１３の制御下で、ユーザの指示に合わせて物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが移動する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示装置３５に表示するための表示信号を生成する。その後、表示信号出力部３１８は、表示信号生成部３１７が生成した表示信号を、表示装置３５に出力する。その結果、図１２に示すように、表示装置３５は、表示信号出力部３１８から取得した表示信号に基づいて、ユーザの指示に合わせて物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが移動する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示する。

[0372] ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係が、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合に実現されるべき物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との間の理想的な位置関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。つまり、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係が、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合にユーザが望む物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との間の理想的な位置関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。この場合、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させることは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置合わせを行うことと等価であるとみなしてもよい。

[0373] 一例として、上述したように、エンドエフェクタ４がワークＷを保持する保持処理を行う場合には、処理位置姿勢設定画面３５３０には、ワークＷの三次元形状を示す物体モデルＯＭと、エンドエフェクタモデルＥＭとが表示される。ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係が、エンドエフェクタ４がワークＷに対して保持処理を行う場合に実現されるべきワークＷとエンドエフェクタ４との間の理想的な位置関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。

[0374] 他の一例として、上述したように、エンドエフェクタ４がワークＷをリリースするリリース処理を行う場合には、処理位置姿勢設定画面３５３０には、ワークＷがリリースされる載置装置Ｔの三次元形状を示す物体モデルＯＭと、エンドエフェクタモデルＥＭとが表示される。尚、リリース処理が行われる場合には、エンドエフェクタモデルＥＭとして、エンドエフェクタ４が保持しているワークＷの三次元モデルをエンドエフェクタモデルＥＭに付加することで得られる三次元モデルが用いられてもよい。ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係が、エンドエフェクタ４がワークＷ

を載置装置Ｔに対してリリースするリリース処理を行う場合に実現されるべき載置装置Ｔとエンドエフェクタ４との間の理想的な位置関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。

[0375] ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の姿勢関係が、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合に実現されるべき物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との間の理想的な姿勢関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。つまり、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の姿勢関係が、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合にユーザが望む物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との間の理想的な姿勢関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。この場合、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させることは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置合わせ（姿勢合わせ）を行うことと等価であるとみなしてもよい。

[0376] 一例として、上述したように、エンドエフェクタ４がワークＷを保持する保持処理を行う場合には、処理位置姿勢設定画面３５３０には、ワークＷの三次元形状を示す物体モデルＯＭと、エンドエフェクタモデルＥＭとが表示される。ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の姿勢関係が、エンドエフェクタ４がワークＷに対して保持処理を行う場合に実現されるべきワークＷとエンドエフェクタ４との間の理想的な姿勢関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。

[0377] 他の一例として、上述したように、エンドエフェクタ４がワークＷをリリースするリリース処理を行う場合には、処理位置姿勢設定画面３５３０には、ワークＷがリリースされる載置装置Ｔの三次元形状を示す物体モデルＯＭと、エンドエフェクタモデルＥＭとが表示される。尚、リリース処理が行われる場

合には、エンドエフェクタモデルＥＭとして、エンドエフェクタ４が保持しているワークＷの三次元モデルをエンドエフェクタモデルＥＭに付加することで得られる三次元モデルが用いられてもよい。ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の姿勢関係が、エンドエフェクタ４がワークＷを載置装置Ｔに対してリリースするリリース処理を行う場合に実現されるべき載置装置Ｔとエンドエフェクタ４との間の理想的な姿勢関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。

[0378] その後、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザが変更した物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つに基づいて、処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0379] 例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、物体モデルＯＭに対するエンドエフェクタモデルＥＭの相対的な位置に関する情報を、物体ＯＢＪに対してエンドエフェクタ４が所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。つまり、本実施形態では、処理位置姿勢設定部３１３は、物体ＯＢＪに対するエンドエフェクタ４の相対的な位置に関する情報を、処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。言い換えれば、処理位置姿勢設定部３１３は、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の相対的な位置に関する情報を、処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0380] 例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、物体モデルＯＭに対するエンドエフェクタモデルＥＭの相対的な姿勢に関する情報を、物体ＯＢＪに対してエンドエフェクタ４が所定の処理を行う処理対象姿勢ＰＴＡを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。つまり、本実施形態では、処理位置姿勢設定部３１３は、物体ＯＢＪに対するエンドエフェクタ４の相対的な姿勢に関する情報を、処理対象姿勢ＰＴＡを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。言い換えれば、処理位置姿

勢設定部３１３は、物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の相対的な姿勢に関する情報を、処理対象姿勢ＰＴＡを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0381] 上述したように、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰ）が処理対象位置ＰＴＰに移動するように、ロボットアーム１２を移動させる。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザが移動したエンドエフェクタモデルＥＭからツールセンターポイントＴＣＰの位置を算出し、物体モデルＯＭに対するツールセンターポイントＴＣＰの相対的な位置に関する情報を、物体ＯＢＪに対してエンドエフェクタ４が所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。或いは、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザが移動したエンドエフェクタモデルＥＭからツールセンターポイントＴＣＰとは異なる任意の移動基準点ＭＢＰの位置を算出し、物体モデルＯＭに対する任意の移動基準点ＭＢＰの相対的な位置に関する情報を、物体ＯＢＪに対してエンドエフェクタ４が所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0382] 尚、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタモデルＥＭを含む処理位置姿勢設定画面３５３０を表示装置３５に表示することに加えて又は代えて、エンドエフェクタモデルＥＭを基準に定まるツールセンターポイントＴＣＰを含む処理位置姿勢設定画面３５３０を表示装置３５に表示してもよい。この場合、ユーザは、エンドエフェクタモデルＥＭを移動させるための指示を入力することに加えて又は代えて、ツールセンターポイントＴＣＰを移動させるための指示を入力してもよい。ユーザがツールセンターポイントＴＣＰを移動させるための指示を入力した場合には、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザの指示に合わせて処理位置姿勢設定画面３５３０内を（つまり、三次元空間ＳＰ３内を）ツールセンターポイントＴＣＰが移動するように、処理位置姿勢設定画面３５３０を更新してもよい。その後、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザが変更した物体モデルＯＭとツールセンターポイントＴＣＰとの位置

関係及び姿勢関係の少なくとも一つに基づいて、処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザが移動させたツールセンターポイントＴＣＰの相対的な位置に関する情報を、処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0383] 上述したように、処理対象位置ＰＴＰは、グローバル座標系のＸ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置、グローバル座標系のＹ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置及びグローバル座標系のＺ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置の少なくとも一つを含んでいてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係に基づいて、Ｘ軸（ＳＰ３）に沿ったエンドエフェクタモデルＥＭの位置、Ｙ軸（ＳＰ３）に沿ったエンドエフェクタモデルＥＭの位置及びＺ軸（ＳＰ３）に沿ったエンドエフェクタモデルＥＭの位置の少なくとも一つに関する情報を、処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、ファイン移動動作を行う際に、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づくグローバル座標系での物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、処理位置姿勢情報ＰＡＩとに基づいて、グローバル座標系のＸ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置、グローバル座標系のＹ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置及びグローバル座標系のＺ軸に沿ったエンドエフェクタ４の位置の少なくとも一つを、処理対象位置ＰＴＰとして算出してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、算出した処理対象位置ＰＴＰに向かってエンドエフェクタ４が移動するように、ロボット１を制御してもよい。

[0384] 上述したように、処理対象姿勢ＰＴＡは、グローバル座標系のＸ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の姿勢、グローバル座標系のＹ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の姿勢及びグローバル座標系のＺ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の姿勢の少なくとも一つを含んでいてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、物体モデルＯＭとエンドエ

フェクタモデルＥＭとの姿勢関係に基づいて、Ｘ軸（ＳＰ３）周りの回転方向におけるエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢、Ｙ軸（ＳＰ３）周りの回転方向におけるエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢及びＺ軸（ＳＰ３）周りの回転方向におけるエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢の少なくとも一つに関する情報を、処理対象位置ＰＴＰを算出するための情報として含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、ファイン移動動作を行う際に、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づくグローバル座標系での物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、処理位置姿勢情報ＰＡＩとに基づいて、グローバル座標系のＸ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の姿勢、グローバル座標系のＹ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の姿勢及びグローバル座標系のＺ軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタ４の姿勢の少なくとも一つ（つまり、エンドエフェクタ４の姿勢）を、処理対象姿勢ＰＴＡとして算出してもよい。ロボット制御部３１６は、算出した処理対象姿勢ＰＴＡをエンドエフェクタ４がとるように、ロボット１を制御してもよい。

[0385] ユーザは、三次元空間ＳＰ３内の位置を示すために用いられる三次元座標系である位置姿勢設定座標系を形成する三つの軸のうちの少なくとも一つに沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動（並進移動）させてもよい。つまり、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちの少なくとも一つに沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。

[0386] 一例として、図１３に示すように、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちのいずれか二つの双方に沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。尚、図１３に示すように、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちのいずれか二つの双方に沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させることは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちのいずれか二つに傾斜する傾斜方向

に沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させることと等価であるとみなしてもよい。図１３に示す例では、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）及びＹ軸（ＳＰ３）の双方に沿って、エンドエフェクタモデルＥＭを移動させている。つまり、図１３に示す例では、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）及びＹ軸（ＳＰ３）の双方に傾斜する傾斜方向に沿って、エンドエフェクタモデルＥＭを移動させている。尚、図１３では、図面の簡略化のために、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）を、それぞれ、「Ｘ」、「Ｙ」及び「Ｚ」と表記している。

[0387] 他の一例として、図１４に示すように、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の全てに沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。尚、図１４に示すように、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の全てに沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させることは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の全てに傾斜する傾斜方向に沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させることと等価であるとみなしてもよい。尚、図１４では、図面の簡略化のために、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）を、それぞれ、「Ｘ」、「Ｙ」及び「Ｚ」と表記している。

[0388] 他の一例として、図１５に示すように、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちのいずれか一つに沿って、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。図１５に示す例では、ユーザは、Ｙ軸（ＳＰ３）に沿って、エンドエフェクタモデルＥＭ移動させてもいる。尚、図１５では、図面の簡略化のために、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）を、それぞれ、「Ｘ」、「Ｙ」及び「Ｚ」と表記している。

[0389] ユーザが、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の少なくとも二つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させる多軸移動を行う場合には、ユーザが、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸

（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させる１軸移動を行う場合と比較して、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置合わせに要する時間を短縮することができる。なぜならば、１軸移動を行うことで多軸移動を行う場合と同様に物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させるためには、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させる１軸移動を行った後に、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか他の一つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させる１軸移動を更に行う必要があるからである。つまり、ユーザは、１軸移動を複数回行う必要がある。一方で、多軸移動を行うことで１軸移動を複数回行う場合と同様に物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させるためには、ユーザは、多軸移動を少なくとも１回行えば十分である。このため、ユーザが１軸移動に加えて又は代えて多軸移動を行う場合には、ユーザが１軸移動を行う一方で多軸移動を行わない場合と比較して、処理位置姿勢設定部３１３は、処理位置姿勢情報ＰＡＩを迅速に設定することができる。

[0390] ユーザは、多軸移動を行った後に、１軸移動を行ってもよい。具体的には、ユーザは、まず、多軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係をラフに変更してもよい。つまり、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係をラフに変更するように多軸移動を行うための指示を、制御装置３に入力してもよい。その結果、処理位置姿勢設定部３１３は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の少なくとも二つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが移動する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。つまり、表示信号生成部３１７は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の少なくとも二つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェク

タモデルＥＭの少なくとも一つが移動する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示するための表示信号を生成してもよい。更に、表示装置３５は、当該表示信号に基づいて、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の少なくとも二つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが移動する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。その後、ユーザは、１軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係を高精度に変更してもよい。つまり、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係を高精度に変更するように１軸移動を行うための指示を、制御装置３に入力してもよい。その結果、処理位置姿勢設定部３１３は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが移動する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。つまり、表示信号生成部３１７は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが移動する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示するための表示信号を生成してもよい。更に、表示装置３５は、当該表示信号に基づいて、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿って物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが移動する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。

[0391] ユーザが多軸移動を行った後に１軸移動を行う場合には、１軸移動による物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの移動量（並進移動量）は、多軸移動による物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの移動量（並進移動量）よりも少なくてもよい。つまり、ユーザは、１軸移動による物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの移動量（並進移動量）が、多軸移動による物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの移動量（並進移動量）よりも少なくなるように、多軸移動を行った後に１軸移動を行ってもよい。この場合、ユーザは、多軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモ

デルＥＭとの位置関係をラフに変更し、その後、１軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係を高精度に変更することができる。つまり、ユーザは、多軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとをラフに位置合わせし、その後、１軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとを高精度に位置合わせすることができる。このため、処理位置姿勢設定部３１３は、処理位置姿勢情報ＰＡＩを迅速に設定しつつ、処理対象位置ＰＴＰ及び処理対象姿勢ＰＴＡの少なくとも一つを高精度に算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定することができる。

[0392] 尚、ユーザは、多軸移動を行った後に、１軸移動を行うことに加えて又は代えて、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの位置を指定する指示を入力してもよい。例えば、ユーザは、多軸移動を行った後に、１軸移動を行ったと仮定した場合に物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが位置するべき位置を指定する指示を入力してもよい。

[0393] ユーザは、位置姿勢設定座標系を形成する三つの軸のうちの少なくとも一つに沿った回転軸周りに、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転（回転移動）させてもよい。つまり、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちの少なくとも一つに沿った回転軸周りに、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させてもよい。

[0394] 一例として、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちのいずれか二つにそれぞれ沿った二つの回転軸の周りに、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させてもよい。尚、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちのいずれか二つにそれぞれ沿った二つの回転軸の周り、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させることは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちのいずれか二つに傾斜する傾斜方向

に沿った回転軸周りに、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させることと等価であるとみなしてもよい。

[0395] 他の一例として、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちの全てにそれぞれ沿った三つの回転軸の周りに、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させてもよい。尚、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の全てにそれぞれ沿った三つの回転軸の周り、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させることは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の全てに傾斜する傾斜方向に沿った回転軸周りに、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させることと等価であるとみなしてもよい。

[0396] 他の一例として、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のうちのいずれか一つに沿った二つの回転軸の周りに、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させてもよい。

[0397] ユーザが、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の少なくとも二つにそれぞれ沿った少なくとも二つの回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させる多軸移動を行う場合には、ユーザが、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿った回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させる回転移動は１軸移動を行う場合と比較して、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置合わせ（姿勢合わせ）に要する時間を短縮することができる。なぜならば、１軸移動を行うことで多軸移動を行う場合と同様に物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させるためには、ユーザは、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿った回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させる１軸移動を行った後に、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか他の一つに沿った回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンド

エフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させる１軸移動を更に行う必要があるからである。つまり、ユーザは、１軸移動を複数回行う必要がある。一方で、多軸移動を行うことで１軸移動を複数回行う場合と同様に物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを回転させるためには、ユーザは、多軸移動を少なくとも１回行えば十分である。このため、ユーザが１軸移動に加えて又は代えて多軸移動を行う場合には、ユーザが１軸移動を行う一方で多軸移動を行わない場合と比較して、処理位置姿勢設定部３１３は、処理位置姿勢情報ＰＡＩを迅速に設定することができる。

[0398] ユーザは、多軸移動を行った後に、１軸移動を行ってもよい。具体的には、ユーザは、まず、多軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの姿勢関係をラフに変更してもよい。つまり、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの姿勢関係をラフに変更するように多軸移動を行うための指示を、制御装置３に入力してもよい。その結果、処理位置姿勢設定部３１３は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の少なくとも二つにそれぞれ沿った少なくとも二つの回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが回転する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。つまり、表示信号生成部３１７は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の少なくとも二つにそれぞれ沿った少なくとも二つの回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが回転する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示するための表示信号を生成してもよい。更に、表示装置３５は、当該表示信号に基づいて、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）の少なくとも二つにそれぞれ沿った少なくとも二つの回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが回転する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。その後、ユーザは、１軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの姿勢関係を高精度に変更してもよい。つまり、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの姿勢関係を高精度に変更するように１軸移動を行うための指示を、制御装置３に

入力してもよい。その結果、処理位置姿勢設定部３１３は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿った回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが空き点する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。つまり、表示信号生成部３１７は、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿った回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが回転する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示するための表示信号を生成してもよい。更に、表示装置３５は、当該表示信号に基づいて、Ｘ軸（ＳＰ３）、Ｙ軸（ＳＰ３）及びＺ軸（ＳＰ３）のいずれか一つに沿った回転軸周りに物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つが回転する処理位置姿勢設定画面３５３０を表示してもよい。

[0399] ユーザが多軸移動を行った後に１軸移動を行う場合には、１軸移動による物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの移動量（回転移動量）は、多軸移動による物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの移動量（回転移動量）よりも少なくてもよい。つまり、ユーザは、１軸移動による物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの移動量（回転移動量）が、多軸移動による物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの移動量（回転移動量）よりも少なくなるように、多軸移動を行った後に１軸移動を行ってもよい。この場合、ユーザは、多軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの姿勢関係をラフに変更し、その後、１軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの姿勢関係を高精度に変更することができる。つまり、ユーザは、多軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとをラフに位置合わせ（姿勢合わせ）し、その後、１軸移動を行うことで、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとを高精度に位置合わせ（姿勢合わせ）することができる。このため、処理位置姿勢設定部３１３は、処理位置姿勢情報ＰＡＩを迅速に設定しつつ、処理対象位置

ＰＴＰ及び処理対象姿勢ＰＴＡの少なくとも一つを高精度に算出するために利用可能な処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定することができる。

[0400] 尚、ユーザは、多軸移動を行った後に、１軸移動を行うことに加えて又は代えて、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つの姿勢を指定する指示を入力してもよい。例えば、ユーザは、多軸移動を行った後に、１軸移動を行ったと仮定した場合に物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つがとるするべき姿勢を指定する指示を入力してもよい。

[0401] （４－２）処理位置姿勢設定処理の変形例

続いて、処理位置姿勢設定処理の変形例について説明する。尚、以下に説明する一の変形例は、一の変形例とは異なる他の変形例と組み合わせられてもよい。

[0402] （４－２－１）処理位置姿勢設定処理の第１変形例

一のエンドエフェクタ４と一の物体ＯＢＪとの間の相対的な位置関係が第１の位置関係にある状況下で、一のエンドエフェクタ４が一の物体ＯＢＪに対して所定の処理を行い、一のエンドエフェクタ４と一の物体ＯＢＪとの間の相対的な位置関係が第１の位置関係とは異なる第２の位置関係にある状況下で、一のエンドエフェクタ４が一の物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことがある。つまり、一の物体ＯＢＪに対して、一のエンドエフェクタ４が異なる位置から所定の処理を行うことがある。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、一の物体ＯＢＪ及び一のエンドエフェクタ４の組み合わせに対して、複数の異なる処理対象位置ＰＴＰを算出するためにそれぞれ利用可能な複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0403] 同様に、一のエンドエフェクタ４と一の物体ＯＢＪとの間の相対的な姿勢関係が第１の姿勢関係にある状況下で、一のエンドエフェクタ４が一の物体ＯＢＪに対して所定の処理を行い、一のエンドエフェクタ４と一の物体ＯＢＪとの間の相対的な姿勢関係が第１の姿勢関係とは異なる第２の姿勢関係にある状況下で、一のエンドエフェクタ４が一の物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うこ

とがある。つまり、一の物体ＯＢＪに対して、一のエンドエフェクタ４が異なる姿勢で所定の処理を行うことがある。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、一の物体ＯＢＪ及び一のエンドエフェクタ４の組み合わせに対して、複数の異なる処理対象姿勢ＰＴＡを算出するためにそれぞれ利用可能な複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0404] 尚、上述したように、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、物体モデルＯＭに対するエンドエフェクタモデルＥＭの位置と、物体モデルＯＭに対するエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢との少なくとも一つを示している。変形例では、処理位置姿勢情報ＰＡＩが示す、物体モデルＯＭに対するエンドエフェクタモデルＥＭの位置を、設定位置ＳＴＰと称し、処理位置姿勢情報ＰＡＩが示す、物体モデルＯＭに対するエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢を、設定姿勢ＳＴＡと称する。

[0405] 例えば、図１６（ａ）に示すように、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係が、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合に実現されるべき物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との間の理想的な第１の位置関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。その後、処理位置姿勢設定部３１３は、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係（つまり、第１の位置関係）が示す第１の設定位置ＳＴＰ＃１に関する情報を含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを、第１の処理対象位置ＰＴＰを算出するために利用可能な第１の処理位置姿勢情報ＰＡＩとして設定してもよい。

[0406] 同様に、図１６（ａ）に示すように、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の姿勢関係が、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合に実現されるべき物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との間の理想的な第１の姿勢関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。その後、処理位置姿勢設定部３１３は、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭ

との間の姿勢関係（つまり、第１の姿勢関係）が示す第１の設定姿勢ＳＴＡ＃１に関する情報を含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを、第１の処理対象姿勢ＰＴＡを算出するために利用可能な第１の処理位置姿勢情報ＰＡＩとして設定してもよい。

[0407] その後、図１６（ｂ）に示すように、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係が、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合に実現されるべき物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との間の理想的な第２の位置関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。その後、処理位置姿勢設定部３１３は、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係（つまり、第２の位置関係）が示す第２の設定位置ＳＴＰ＃２に関する情報を含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを、第２の処理対象位置ＰＴＰを算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩとして設定してもよい。

[0408] 同様に、図１６（ｂ）に示すように、ユーザは、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の姿勢関係が、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合に実現されるべき物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との間の理想的な第２の姿勢関係と同じになるように、物体モデルＯＭ及びエンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一つを移動させてもよい。その後、処理位置姿勢設定部３１３は、物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの間の姿勢関係（つまり、第２の姿勢関係）が示す第２の設定姿勢ＳＴＡ＃２に関する情報を含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを、第２の処理対象姿勢ＰＴＡを算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩとして設定してもよい。

[0409] 処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの間の相対的な位置関係が第１の位置関係にある状況下でエンドエフェクタ４（或いは、ロボットアーム１２）と物体ＯＢＪとの干渉が発生する（その結果、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことができない）場合

に、エンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの間の相対的な位置関係が第２の位置関係にある状況下で、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことができるか否かを判定するために、別の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。同様に、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの間の相対的な姿勢関係が第１の姿勢関係にある状況下でエンドエフェクタ４（或いは、ロボットアーム１２）と物体ＯＢＪとの干渉が発生する（その結果、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことができない）場合に、エンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの間の相対的な姿勢関係が第２の姿勢関係にある状況下で、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことができるか否かを判定するために、別の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の処理位置姿勢情報ＰＡＩを用いるとエンドエフェクタ４（或いは、ロボットアーム１２）と物体ＯＢＪとの干渉が発生する（その結果、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことができない）場合に、第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを用いてエンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことができるか否かを判定するために、第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0410] その結果、処理位置姿勢設定部３１３は、比較的容易に且つ迅速に、複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定することができる。この効果は、同一の物体ＯＢＪ及び同一のエンドエフェクタ４の組み合わせに対して設定される処理位置姿勢情報ＰＡＩの数が多くなるほど顕著になる。

[0411] （４－２－２）処理位置姿勢設定処理の第２変形例

ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換されることがある。一例として、ロボット１は、ロボットアーム１２に取り付けられた第１のエンドエフェクタ４＃１を用いて、物体ＯＢＪに対して所定の第１処理を行うと共に、ロボットアーム１２に取り付けられた第２のエンドエフェクタ４＃２を用いて、物体ＯＢＪに対して所定の第２処理を行うことがある。

[0412] この場合、第１のエンドエフェクタ４＃１が物体ＯＢＪに対して所定の処理（第１処理）を行う第１の処理対象位置ＰＴＰ＃１１を算出するために利用可能な第１の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために、ユーザは、第１のエンドエフェクタ４＃１の三次元モデルである第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１と物体ＯＢＪの三次元モデルである物体モデルＯＭとの少なくとも一つを処理位置姿勢設定画面３５３０上で移動させてもよい。例えば、図１７に示すように、ユーザは、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１を、第１の設定位置ＳＴＰ＃１１に移動させてもよい。その後、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１と物体モデルＯＭとの位置関係が示す第１の設定位置ＳＴＰ＃１１に基づいて、第１のエンドエフェクタ４＃１が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う第１の処理対象位置ＰＴＰ＃１１を算出するために利用可能な第１の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0413] 一方で、第２のエンドエフェクタ４＃２が物体ＯＢＪに対して所定の処理（第２処理）を行う第２の処理対象位置ＰＴＰ＃１２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために、ユーザは、第２のエンドエフェクタ４＃２の三次元モデルである第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２と物体モデルＯＭとの少なくとも一つを、処理位置姿勢設定画面３５３０上で移動させなくてもよい。つまり、ユーザは、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２と物体モデルＯＭとの少なくとも一つを移動させる指示を、制御装置３に入力しなくてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の形状と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の形状との差分に関するエンドエフェクタ形状差分情報と、設定済みの第１の設定位置ＳＴＰ＃１１とに基づいて、第２のエンドエフェクタ４＃２が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う第２の処理対象位置ＰＴＰ＃１２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0414] 例えば、図１７の左側は、ユーザの指示に基づいて設定された第１の設定位置ＳＴＰ＃１１を、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１と物体モデルＯＭとの位置関係と共に示している。尚、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃

１と物体モデルＯＭとの位置関係は、第１の設定位置ＳＴＰ＃１１によって決まる。この場合、第２の処理対象位置ＰＴＰ＃１２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために、処理位置姿勢設定部３１３は、図１７の中央に示すように、三次元空間ＳＰ３内において、設定済みの第１の設定位置ＳＴＰ＃１１に基づいて物体モデルＯＭに対して位置合わせされた第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１を、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２に置き換えてもよい。例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の所定部位ＥＢＰ（一例として、ロボットアーム１２との接続点）と同じ位置に第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の対応する所定部位ＥＢＰが位置するように、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１を第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２に置き換えてもよい。

[0415] その後、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて、三次元空間ＳＰ３内において、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２を移動させてもよい。つまり、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて、三次元空間ＳＰ３内において、物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との位置関係を変更してもよい。この場合、ユーザは、物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との位置関係を変更する指示を制御装置３に入力しなくてもよい。具体的には、図１７の右側に示すように、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて定まる移動量ΔＥＤだけ、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２を移動させてもよい。但し、図示しないものの、処理位置姿勢設定部３１３は、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２を移動させることに加えて又は代えて、エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて定まる移動量だけ、物体モデルＯＭを移動させてもよい。なぜならば、物体モデルＯＭが移動する場合も、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２が移動する場合と同様に、物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との位置関係が変更されるからである。尚、以下の説明では、説明の便宜上、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２を移動させる例について説明する。

[0416] 尚、エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との位置関係が変更される場合には、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて三次元空間ＳＰ３内において物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との位置関係を変更する内部演算を行う一方で、処理位置姿勢設定画面３５３０内において物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との位置関係を更新しなくてもよい。つまり、処理位置姿勢設定部３１３は、処理位置姿勢設定画面３５３０上で、物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との少なくとも一つを移動させなくてもよい。

[0417] エンドエフェクタ形状差分情報は、入力装置３４を用いて、ユーザが入力してもよい。或いは、エンドエフェクタ形状差分情報は、エンドエフェクタ形状差分情報を生成するために入力装置３４を用いてユーザが入力した情報に基づいて、処理位置姿勢設定部３１３が生成してもよい。或いは、エンドエフェクタ形状差分情報は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１及び第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２に基づいて、処理位置姿勢設定部３１３が生成してもよい。

[0418] エンドエフェクタ形状差分情報は、図１７に示すように、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の全長との差分ΔＥＬに関する情報を含んでいてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の全長との差分ΔＥＬに基づいて、上述した第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の移動量ΔＥＤを算出してもよい。一例として、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の全長との差分ΔＥＬそのものを、上述した第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の移動量ΔＥＤに設定してもよい。

[0419] この場合、ユーザが、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の全長との差分ΔＥＬに関する情報を、入

力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。或いは、ユーザは、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の全長とに関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザが入力した第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の全長とに関する情報に基づいて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の全長との差分ΔＥＬを算出してもよい。或いは、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１及び第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２に基づいて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の全長との差分ΔＥＬを算出してもよい。

[0420] エンドエフェクタ形状差分情報は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の幅と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の幅との差分に関する情報を含んでいてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の幅と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の幅との差分に基づいて、上述した第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の移動量ΔＥＤを算出してもよい。一例として、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の幅と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の幅との差分そのものを、上述した第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の移動量ΔＥＤに設定してもよい。

[0421] この場合、ユーザが、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の幅と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の幅との差分に関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。或いは、ユーザは、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の幅と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の幅とに関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の幅と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の幅とに関する情報に基づいて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の幅と第２のエンドエ

フェクタモデルＥＭ＃２の幅との差分を算出してもよい。或いは、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１及び第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２に基づいて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の幅と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の幅との差分を算出してもよい。

[0422] エンドエフェクタ４の形状が変わると、エンドエフェクタ４を基準に定まるツールセンターポイントＴＣＰの位置が変わる可能性がある。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰの位置は、エンドエフェクタ４の形状に依存して決まる可能性がある。このため、エンドエフェクタ形状差分情報は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１のツールセンターポイントＴＣＰの位置と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２のツールセンターポイントＴＣＰの位置との差分に関する情報を含んでいてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１のツールセンターポイントＴＣＰの位置と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２のツールセンターポイントＴＣＰの位置との差分に基づいて、上述した第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の移動量ΔＥＤを算出してもよい。一例として、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１のツールセンターポイントＴＣＰの位置と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２のツールセンターポイントＴＣＰの位置との差分そのものを、上述した第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の移動量ΔＥＤに設定してもよい。

[0423] この場合、ユーザが、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１のツールセンターポイントＴＣＰの位置と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２のツールセンターポイントＴＣＰの位置との差分に関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。或いは、ユーザは、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１のツールセンターポイントＴＣＰの位置と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２のツールセンターポイントＴＣＰの位置とに関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の

ツールセンターポイントＴＣＰの位置と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２のツールセンターポイントＴＣＰの位置とに関する情報に基づいて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１のツールセンターポイントＴＣＰの位置と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２のツールセンターポイントＴＣＰの位置との差分を算出してもよい。或いは、処理位置姿勢設定部３１３は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１及び第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２に基づいて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１のツールセンターポイントＴＣＰの位置と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２のツールセンターポイントＴＣＰの位置との差分を算出してもよい。

[0424] 尚、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１の形状と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２の形状との差分を示すエンドエフェクタ形状差分情報は、実質的には、第１のエンドエフェクタ４＃１の形状と第２のエンドエフェクタ４＃２の形状との差分に関する情報であるとみなしてもよい。なぜならば、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１は、第１のエンドエフェクタ４＃１の三次元形状を示す三次元モデルであり、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２は、第２のエンドエフェクタ４＃２の三次元形状を示す三次元モデルであるからである。

[0425] エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２を移動させた後、処理位置姿勢設定部３１３は、三次元空間ＳＰ３における物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との位置関係に基づいて、第２の処理対象位置ＰＴＰ＃１２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて変更された物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との間の位置関係が示すツールセンターポイントＴＣＰの位置を、第２の設定位置ＳＴＰ＃１２として示す情報を含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを、第２の処理対象位置ＰＴＰ＃１２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩとして設定してもよい。つまり、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタ形状差分情報に基づいて

変更された物体モデルＯＭと第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃２との間の位置関係が示す第２の設定位置ＳＴＰ＃１２（図１７参照）に関する情報を含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを、第２の処理対象位置ＰＴＰ＃１２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩとして設定してもよい。

[0426] このように、第２変形例では、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換される場合において、ユーザは、ロボットアーム１２に取り付けられる複数のエンドエフェクタ４のうちのいずれか一つに対応するエンドエフェクタモデルＥＭと物体モデルＯＭとの位置関係を変更する指示を制御装置３に入力する一方で、ロボットアーム１２に取り付けられる複数のエンドエフェクタ４のうちの残りに対応するエンドエフェクタモデルＥＭと物体モデルＯＭとの位置関係を変更する指示を制御装置３に入力しなくてもよくなる。このため、複数のエンドエフェクタ４にそれぞれ対応する複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定する場合のユーザの手間が軽減される。更には、ユーザが複数のエンドエフェクタ４のうちの残りに対応するエンドエフェクタモデルＥＭと物体モデルＯＭとの位置関係を変更する指示を制御装置３に入力しなくてもよくなるがゆえに、複数のエンドエフェクタ４にそれぞれ対応する複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために必要な時間も短縮される。この効果は、第１変形例で説明したように同一の物体ＯＢＪ及び同一のエンドエフェクタ４の組み合わせに対して複数の異なる処理位置姿勢情報ＰＡＩが設定される場合に、特に有益である。つまり、この効果は、処理位置姿勢設定部３１３が設定するべき処理位置姿勢情報ＰＡＩの数が増えれば増えるほど、より有益になる。

[0427] （４－２－３）処理位置姿勢設定処理の第３変形例

エンドエフェクタ４が複数の異なる物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことがある。一例として、ロボット１は、エンドエフェクタ４を用いて、第１の物体ＯＢＪ＃１に対して所定の第１処理を行うと共に、エンドエフェクタ４を用いて、第２の物体ＯＢＪ＃１に対して所定の第２処理を行うことがある。

[0428] この場合、エンドエフェクタ４が第１の物体ＯＢＪ＃１に対して所定の処理を行う第１の処理対象位置ＰＴＰ＃２１を算出するためにそれぞれ利用可能な複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために、ユーザは、エンドエフェクタ４の三次元モデルであるエンドエフェクタモデルＥＭと第１の物体ＯＢＪ＃１の三次元モデルである第１の物体モデルＯＭ＃１との少なくとも一つを処理位置姿勢設定画面３５３０上で移動させてもよい。例えば、図１８に示すように、ユーザは、エンドエフェクタモデルＥＭを、第１の設定位置ＳＴＰ＃２１に移動させてもよい。その後、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタモデルＥＭと第１の物体モデルＯＭ＃１との位置関係に基づいて、エンドエフェクタ４が第１の物体ＯＢＪ＃１に対して所定の処理を行う第１の処理対象位置ＰＴＰ＃２１を算出するためにそれぞれ利用可能な複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0429] 一方で、エンドエフェクタ４が第２の物体ＯＢＪ＃２に対して所定の処理を行う第２の処理対象位置ＰＴＰ＃２２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために、ユーザは、エンドエフェクタモデルＥＭと第２の物体ＯＢＪ＃２の三次元モデルである第２の物体モデルＯＭ＃２との少なくとも一つを、処理位置姿勢設定画面３５３０上で移動させなくてもよい。つまり、ユーザは、エンドエフェクタモデルＥＭと第２の物体モデルＯＭ＃２との少なくとも一つを移動させる指示を、制御装置３に入力しなくてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の形状と第２の物体モデルＯＭ＃２の形状との差分に関する物体形状差分情報と、第１の設定位置ＳＴＰ＃２１とに基づいて、エンドエフェクタ４が第２の物体ＯＢＪ＃２に対して所定の処理を行う第２の処理対象位置ＰＴＰ＃２２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。

[0430] 例えば、図１８の左側は、ユーザの指示に基づいて設定された第１の設定位置ＳＴＰ＃２１を、エンドエフェクタモデルＥＭと第１の物体モデルＯＭ＃１との位置関係と共に示している。尚、エンドエフェクタモデルＥＭと第１の物体モデルＯＭ＃１との位置関係は、第１の設定位置ＳＴＰ＃２１によって決ま

る。この場合、第２の処理対象位置ＰＴＰ＃２２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために、処理位置姿勢設定部３１３は、図１８の中央に示すように、三次元空間ＳＰ３内において、設定済みの第１の処理対象位置ＰＴＰ＃２１に基づいてエンドエフェクタモデルＥＭに対して位置合わせされた第１の物体モデルＯＭ＃１を、第２の物体モデルＯＭ＃２に置き換えてもよい。例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の所定部位ＯＢＰと同じ位置に第２の物体モデルＯＭ＃２の対応する所定部位ＯＢＰが位置するように、第１の物体モデルＯＭ＃１を第２の物体モデルＯＭ＃２に置き換えてもよい。

[0431] その後、処理位置姿勢設定部３１３は、物体形状差分情報に基づいて、三次元空間ＳＰ３内において、第２の物体モデルＯＭ＃２を移動させてもよい。つまり、処理位置姿勢設定部３１３は、物体形状差分情報に基づいて、三次元空間ＳＰ３内において、エンドエフェクタモデルＥＭと第２の物体モデルＯＭ＃２との位置関係を変更してもよい。この場合、ユーザは、エンドエフェクタモデルＥＭと第２の物体モデルＯＭ＃２との位置関係を変更する指示を制御装置３に入力しなくてもよい。具体的には、図１８の右側に示すように、処理位置姿勢設定部３１３は、物体形状差分情報に基づいて定まる移動量ΔＯＤだけ、第２の物体モデルＯＭ＃２を移動させてもよい。但し、図示しないものの、処理位置姿勢設定部３１３は、第２の物体モデルＯＭ＃２を移動させることに加えて又は代えて、物体形状差分情報に基づいて定まる移動量だけ、エンドエフェクタモデルＥＭを移動させてもよい。なぜならば、エンドエフェクタモデルＥＭが移動する場合も、第２の物体モデルＯＭ＃２が移動する場合と同様に、エンドエフェクタモデルＥＭと第２の物体モデルＯＭ＃２との位置関係が変更されるからである。尚、以下の説明では、説明の便宜上、第２の物体モデルＯＭ＃２を移動させる例について説明する。

[0432] 尚、物体形状差分情報に基づいて第２の物体モデルＯＭ＃２とエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係が変更される場合には、処理位置姿勢設定部３１３は、物体形状差分情報に基づいて三次元空間ＳＰ３内において第２の物体モ

デルＯＭ＃２とエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係を変更する内部演算を行う一方で、処理位置姿勢設定画面３５３０内において第２の物体モデルＯＭ＃２とエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係を更新しなくてもよい。つまり、処理位置姿勢設定部３１３は、処理位置姿勢設定画面３５３０上で、第２の物体モデルＯＭ＃２とエンドエフェクタモデルＥＭとの少なくとも一つを移動させなくてもよい。

[0433] 物体形状差分情報は、入力装置３４を用いて、ユーザが入力してもよい。或いは、物体形状差分情報は、物体形状差分情報を生成するために入力装置３４を用いてユーザが入力した情報に基づいて、処理位置姿勢設定部３１３が生成してもよい。或いは、物体形状差分情報は、第１の物体モデルＯＭ＃１及び第２の物体モデルＯＭ＃２に基づいて、処理位置姿勢設定部３１３が生成してもよい。

[0434] 物体形状差分情報は、図１８に示すように、第１の物体モデルＯＭ＃１の全長と第２の物体モデルＯＭ＃２の全長との差分ΔＯＬに関する情報を含んでいてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の全長と第２の物体モデルＯＭ＃２の全長との差分ΔＯＬに基づいて、上述した第２の物体モデルＯＭ＃２の移動量ΔＥＤを算出してもよい。一例として、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の全長と第２の物体モデルＯＭ＃２の全長との差分ΔＯＬそのものを、上述した第２の物体モデルＯＭ＃２の移動量ΔＯＤに設定してもよい。

[0435] この場合、ユーザが、第１の物体モデルＯＭ＃１の全長と第２の物体モデルＯＭ＃２の全長との差分ΔＬに関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。或いは、ユーザは、第１の物体モデルＯＭ＃１の全長と第２の物体モデルＯＭ＃２の全長とに関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、ユーザが入力した第１の物体モデルＯＭ＃１の全長と第２の物体モデルＯＭ＃２の全長とに関する情報に基づいて、第１の物体モデルＯＭ＃１の全長と第２の物体モデルＯＭ＃２の全長との差分ΔＯＬを算出してもよい。或い

は、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１及び第２の物体モデルＯＭ＃２に基づいて、第１の物体モデルＯＭ＃１の全長と第２の物体モデルＯＭ＃２の全長との差分ΔＯＬを算出してもよい。

[0436] 物体形状差分情報は、第１の物体モデルＯＭ＃１の幅と第２の物体モデルＯＭ＃２の幅との差分に関する情報を含んでいてもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の幅と第２の物体モデルＯＭ＃２の幅との差分に基づいて、上述した第２の物体モデルＯＭ＃２の移動量ΔＥＤを算出してもよい。一例として、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の幅と第２の物体モデルＯＭ＃２の幅との差分そのものを、上述した第２の物体モデルＯＭ＃２の移動量ΔＥＤに設定してもよい。

[0437] この場合、ユーザが、第１の物体モデルＯＭ＃１の幅と第２の物体モデルＯＭ＃２の幅との差分に関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。或いは、ユーザは、第１の物体モデルＯＭ＃１の幅と第２の物体モデルＯＭ＃２の幅とに関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の幅と第２の物体モデルＯＭ＃２の幅とに関する情報に基づいて、第１の物体モデルＯＭ＃１の幅と第２の物体モデルＯＭ＃２の幅との差分を算出してもよい。或いは、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１及び第２の物体モデルＯＭ＃２に基づいて、第１の物体モデルＯＭ＃１の幅と第２の物体モデルＯＭ＃２の幅との差分を算出してもよい。

[0438] 物体ＯＢＪの形状が変わると、物体ＯＢＪの基準位置が変わる可能性がある。つまり、物体ＯＢＪの基準位置は、物体ＯＢＪの形状に依存して決まる可能性がある。尚、物体ＯＢＪの基準位置は、物体ＯＢＪのデータムの位置を含んでいてもよい。物体ＯＢＪのデータムは、物体ＯＢＪのデータム点及び物体ＯＢＪのデータム面の少なくとも一つを含んでいてもよい。物体ＯＢＪの基準位置は、エンドエフェクタ４が所定の処理を行う基準位置を含んでいてもよい。このため、物体形状差分情報は、第１の物体モデルＯＭ＃１の基準位置と第２の物体モデルＯＭ＃２の基準位置との差分に関する情報を含んでいてもよ

い。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の基準位置と第２の物体モデルＯＭ＃２の基準位置との差分に基づいて、上述した第２の物体モデルＯＭ＃２の移動量ΔＥＤを算出してもよい。一例として、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の基準位置と第２の物体モデルＯＭ＃２の基準位置との差分そのものを、上述した第２の物体モデルＯＭ＃２の移動量ΔＥＤに設定してもよい。

[0439] この場合、ユーザが、第１の物体モデルＯＭ＃１の基準位置と第２の物体モデルＯＭ＃２の基準位置との差分に関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。或いは、ユーザは、第１の物体モデルＯＭ＃１の基準位置と第２の物体モデルＯＭ＃２の基準位置とに関する情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に対して入力してもよい。この場合、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１の基準位置と第２の物体モデルＯＭ＃２の基準位置とに関する情報に基づいて、第１の物体モデルＯＭ＃１の基準位置と第２の物体モデルＯＭ＃２の基準位置との差分を算出してもよい。或いは、処理位置姿勢設定部３１３は、第１の物体モデルＯＭ＃１及び第２の物体モデルＯＭ＃２に基づいて、第１の物体モデルＯＭ＃１の基準位置と第２の物体モデルＯＭ＃２の基準位置との差分を算出してもよい。

[0440] 尚、第１の物体モデルＯＭ＃１の形状と第２の物体モデルＯＭ＃２の形状との差分を示す物体形状差分情報は、実質的には、第１の物体ＯＢＪ＃１の形状と第２の物体ＯＢＪ＃２の形状との差分に関する情報であるとみなしてもよい。なぜならば、第１の物体モデルＯＭ＃１は、第１の物体ＯＢＪ＃１の三次元形状を示す三次元モデルであり、第２の物体モデルＯＭ＃２は、第２の物体ＯＢＪ＃２の三次元形状を示す三次元モデルであるからである。

[0441] 物体形状差分情報に基づいて第２の物体ＯＢＪ＃２を移動させた後、処理位置姿勢設定部３１３は、三次元空間ＳＰ３における第２の物体モデルＯＭ＃２とエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係に基づいて、第２の処理対象位置ＰＴＰ＃２２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定してもよい。例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、物体形状差分情報に

基づいて変更された第２の物体モデルＯＭ＃２とエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係が示すツールセンターポイントＴＣＰの位置を、第２の設定位置ＳＴＰ＃２２として示す情報を含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを、第２の処理対象位置ＰＴＰ＃２２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩとして設定してもよい。つまり、処理位置姿勢設定部３１３は、物体形状差分情報に基づいて変更された第２の物体モデルＯＭ＃２とエンドエフェクタモデルＥＭとの間の位置関係が示す第２の設定位置ＳＴＰ＃２２（図１８参照）に関する情報を含む処理位置姿勢情報ＰＡＩを、第２の処理対象位置ＰＴＰ＃２２を算出するために利用可能な第２の処理位置姿勢情報ＰＡＩとして設定してもよい。

[0442] このように、第３変形例では、エンドエフェクタ４が複数の異なる物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合において、ユーザは、複数の物体ＯＢＪのうちのいずれか一つに対応する物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係を変更する指示を制御装置３に入力する一方で、複数の物体ＯＢＪのうちの残りに対応する物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係を変更する指示を制御装置３に入力しなくてもよくなる。このため、複数の物体ＯＢＪにそれぞれ対応する複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定する場合のユーザの手間が軽減される。更には、ユーザが複数の物体ＯＢＪのうちの残りに対応する物体モデルＯＭとエンドエフェクタモデルＥＭとの位置関係を変更する指示を制御装置３に入力しなくてもよくなるがゆえに、複数の物体ＯＢＪにそれぞれ対応する複数の処理位置姿勢情報ＰＡＩを設定するために必要な時間も短縮される。この効果は、第１変形例で説明したように同一の物体ＯＢＪ及び同一のエンドエフェクタ４の組み合わせに対して複数の異なる処理位置姿勢情報ＰＡＩが設定される場合に、特に有益である。つまり、この効果は、処理位置姿勢設定部３１３が設定するべき処理位置姿勢情報ＰＡＩの数が増えれば増えるほど、より有益になる。

[0443] （５）移動経路ＭＲｒを生成する処理

（５－１）移動経路ＭＲｒを生成する処理の基本

続いて、図１９を参照しながら、図６のステップＳ２５において経路生成部３１５がファインアプローチ位置ＰＦと事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ若しくは事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔとの間におけるツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを生成するために行う経路生成処理について説明する。図１９は、経路生成処理の流れを示すフローチャートである。尚、以下の説明では、説明の便宜上、待機位置ＰＷは、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ及び事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔの少なくとも一つを示すものとする。

[0444] 尚、経路生成部３１５は、以下に説明する経路生成処理を行うことで、ファインアプローチ位置ＰＦと事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ若しくは事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔとの間におけるツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒに加えて又は代えて、ツールセンターポイントＴＣＰの任意の移動経路を生成してもよい。

[0445] 図１９に示すように、経路生成部３１５は、移動経路ＭＲｒを生成するために用いられる経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示してもよい（ステップＳ２５１）。具体的には、表示信号生成部３１７は、経路生成部３１５の制御下で、経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示するための表示信号を生成してもよい。その後、表示信号出力部３１８は、表示信号生成部３１７が生成した表示信号を、表示装置３５に出力してもよい。その結果、表示装置３５は、表示信号出力部３１８から取得した表示信号に基づいて、経路生成画面３５５０を表示してもよい。

[0446] 経路生成画面３５５０の一例が、図２０に示されている。図２０に示すように、経路生成画面３５５０は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、周辺物体モデルＳＭとが配置された画面である。特に、経路生成画面３５５０内には、仮想空間として利用可能な三次元空間ＳＰ５が仮想的に構築されている。エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、周辺物体モデルＳＭとは、この三次元空間ＳＰ５に配置されている。但し、経路生成画面３５５０には、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つが配置されていなくてもよい。

[0447] 三次元空間ＳＰ５内の位置は、三次元空間ＳＰ５内の位置を示すために用いられる三次元座標系である経路生成座標系を用いて表されてもよい。経路生成座標系は、Ｘ軸（ＳＰ５）、Ｘ軸（ＳＰ５）に直交するＹ軸（ＳＰ５）、並びに、Ｘ軸（ＳＰ５）及びＹ軸（ＳＰ５）に直交するＺ軸（ＳＰ５）が用いて定義される三次元座標系であってもよい。

[0448] 尚、Ｘ軸（ＳＰ５）は、グローバル座標系のＸ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。Ｘ軸（ＳＰ５）は、ロボット座標系のＸ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。但し、Ｘ軸（ＳＰ５）は、グローバル座標系及びロボット座標系のＸ軸とは無関係に設定される軸であってもよい。同様に、Ｙ軸（ＳＰ５）は、グローバル座標系のＸ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。Ｙ軸（ＳＰ５）は、ロボット座標系のＹ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。但し、Ｙ軸（ＳＰ５）は、グローバル座標系及びロボット座標系のＹ軸とは無関係に設定される軸であってもよい。同様に、Ｚ軸（ＳＰ５）は、グローバル座標系のＺ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。Ｚ軸（ＳＰ５）は、ロボット座標系のＺ軸に対応する軸となるように設定されていてもよい。但し、Ｚ軸（ＳＰ５）は、グローバル座標系及びロボット座標系のＺ軸とは無関係に設定される軸であってもよい。

[0449] 尚、グローバル座標系（或いは、ロボット座標系、以下この段落において同じ）及び経路生成座標系のいずれか一方における三次元座標を、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための変換行列が、予め算出されていてもよい。つまり、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか一方における三次元座標を、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための変換行列が、経路生成部３１５にとって既知の情報であってもよい。変換行列は、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか一方における三次元座標を並進移動させる並進変換行列を含んでいてもよい。つまり、変換行列は、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか一方における物体の位置を、グローバル座標

系及び経路生成座標系のいずれか他方における物体の位置に変換する並進変換行列を含んでいてもよい。変換行列は、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか一方における三次元座標を回転移動させる回転変換行列を含んでいてもよい。つまり、変換行列は、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか一方における物体の姿勢を、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか他方における物体の姿勢に変換する回転変換行列を含んでいてもよい。この場合、経路生成座標系におけるＸ軸（ＳＰ５）、Ｙ軸（ＳＰ５）及びＺ軸（ＳＰ５）とグローバル座標系におけるＸ軸、Ｙ軸及びＺ軸との関係に関わらずに、経路生成部３１５は、変換行列を用いて、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか一方における三次元座標を、グローバル座標系及び経路生成座標系のいずれか他方における三次元座標に変換することができる。

[0450] エンドエフェクタモデルＥＭは、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４の三次元モデルである。尚、エンドエフェクタモデルＥＭについては、既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0451] ロボットモデルＲＭは、ロボット１の三次元モデルである。尚、ロボットモデルＲＭについては、既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0452] 周辺物体モデルＳＭは、ロボット１の周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである。尚、周辺物体モデルＳＭについては、既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0453] 図２０に示す例では、ロボット１の周辺に三つの周辺物体が位置しており、経路生成画面３５５０には、三つの周辺物体にそれぞれ対応する三つの周辺物体モデルＳＭが配置されている。尚、ロボット１の周辺に複数の周辺物体が位置している場合には、経路生成画面３５５０には、複数の周辺物体にそれぞれ対応する複数の周辺物体モデルＳＭが配置されていてもよい。或いは、ロボット１の周辺に複数の周辺物体が位置している場合には、経路生成画面３５５０には、複数の周辺物体にそれぞれ対応する複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも二つを結合することで生成される結合モデルが、周辺物体モデルＳ

Ｍとして配置されていてもよい。経路生成画面３５５０には、複数の周辺物体にそれぞれ対応する複数の周辺物体モデルＳＭの全てを結合することで生成される単一の結合モデルが、周辺物体モデルＳＭとして配置されていてもよい。

[0454] 経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５内でのエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの配置位置は、それぞれ、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の実際の配置位置に対応していてもよい。つまり、仮想的な三次元空間ＳＰ５内でのエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの間の相対的な位置関係は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の間の実際の相対的な位置関係に対応していてもよい。仮想的な三次元空間ＳＰ５内でのエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの間の相対的な位置関係は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の間の実際の相対的な位置関係と実質的に同一であってもよい。このため、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭは、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の実際の配置位置に関する情報に基づいて、三次元空間ＳＰ５に配置されていてもよい。言い換えれば、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭは、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の間の相対的な位置関係に関する情報に基づいて、三次元空間ＳＰ５に配置されていてもよい。

[0455] エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭは、入力装置３４を用いて制御装置３に入力されるユーザの指示に基づいて、三次元空間ＳＰ５に配置されてもよい。つまり、ユーザは、三次元空間ＳＰ５におけるエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの配置位置を指定する指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。この場合、経路生成部３１５は、ユーザの指示に基づいて、三次元空間ＳＰ５内においてユーザが指定した配置位置に、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを配置してもよい。

[0456] エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭは、ユーザの指示の有無に関わらずに、経路生成部３１５によって三次元空間ＳＰ５に配置されてもよい。この場合、経路生成部３１５は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の実際の配置位置に関する情報を取得してもよい。例えば、経路生成部３１５は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体を撮像可能なカメラから、カメラが生成した画像データを、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の配置位置に関する情報として取得してもよい。エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体を撮像可能なカメラとして、カメラ２１及び２２の少なくとも一方が用いられてもよいし、カメラ２１及び２２とは異なるカメラが用いられてもよい。その後、経路生成部３１５は、取得した情報に基づいて、三次元空間ＳＰ５内においてエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを配置するべき配置位置を算出してもよい。その後、経路生成部３１５は、算出した配置位置に、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを配置してもよい。

[0457] エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを含む経路生成画面３５５０を表示するために、制御装置３には、経路生成画面３５５０に表示されるエンドエフェクタモデルＥＭを示すエンドエフェクタモデル情報、経路生成画面３５５０に表示されるロボットモデルＲＭを示すロボットモデル情報、及び、経路生成画面３５５０に表示される周辺物体モデルＳＭを示す周辺物体モデル情報が入力されてもよい。例えば、ユーザが、エンドエフェクタモデル情報、ロボットモデル情報及び周辺物体モデル情報を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。例えば、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデル情報、ロボットモデル情報及び周辺物体モデル情報が記録されている記録媒体から、エンドエフェクタモデル情報、ロボットモデル情報及び周辺物体モデル情報を読み出してもよい。例えば、処理位置姿勢設定部３１３は、エンドエフェクタモデル情報、ロボットモデル情報及び周辺物体モデル情報が記録されている外部のサーバから、エンドエフェクタモデル

情報、ロボットモデル情報及び周辺物体モデル情報をダウンロードしてもよい。

[0458] エンドエフェクタモデル情報は、エンドエフェクタモデルＥＭの種類に関する情報を含んでいてもよい。エンドエフェクタモデルＥＭの種類に関する情報は、エンドエフェクタモデルＥＭの識別番号及び型番の少なくとも一つに関する情報を含んでいてもよい。エンドエフェクタモデル情報は、エンドエフェクタモデルＥＭの位置に関する情報を含んでいてもよい。エンドエフェクタモデルＥＭの位置に関する情報は、所定の並進軸に沿った方向におけるエンドエフェクタモデルＥＭの位置に関する情報を含んでいてもよい。エンドエフェクタモデル情報は、エンドエフェクタモデルＥＭの姿勢に関する情報を含んでいてもよい。エンドエフェクタモデルＥＭの姿勢に関する情報は、所定の回転軸周りの回転方向におけるエンドエフェクタモデルＥＭの位置（つまり、所定の回転軸周りのエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢）に関する情報を含んでいてもよい。尚、エンドエフェクタモデルＥＭの姿勢に関する情報は、エンドエフェクタモデルＥＭの位置に関する情報に含まれているとみなしてもよい。エンドエフェクタモデル情報は、エンドエフェクタモデルＥＭの拡大率及び縮小率の少なくとも一つに関する情報を含んでいてもよい。

[0459] 経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデル情報に基づいて、経路生成画面３５５０内の仮想的な三次元空間ＳＰ５に、エンドエフェクタモデルＥＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデル情報が示す種類のエンドエフェクタモデルＥＭを、三次元空間ＳＰ５に配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、エンドエフェクタモデル情報が示す位置にエンドエフェクタモデルＥＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、エンドエフェクタモデル情報が示す姿勢でエンドエフェクタモデルＥＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、エンドエフェクタモデル情報が示す拡大率又は縮小率に応じたサイズを有するエンドエフェクタモデルＥＭを配置してもよい。

[0460] ロボットモデル情報は、ロボットモデルＲＭの種類に関する情報を含んでいてもよい。ロボットモデルＲＭの種類に関する情報は、ロボットモデルＲＭの識別番号及び型番の少なくとも一つに関する情報を含んでいてもよい。ロボットモデル情報は、ロボットモデルＲＭの位置に関する情報を含んでいてもよい。ロボットモデルＲＭの位置に関する情報は、所定の並進軸に沿った方向におけるロボットモデルＲＭの位置に関する情報を含んでいてもよい。ロボットモデル情報は、ロボットモデルＲＭの姿勢に関する情報を含んでいてもよい。ロボットモデルＲＭの姿勢に関する情報は、所定の回転軸周りの回転方向におけるロボットモデルＲＭの位置（つまり、所定の回転軸周りのロボットモデルＲＭの姿勢）に関する情報を含んでいてもよい。尚、ロボットモデルＲＭの姿勢に関する情報は、ロボットモデルＲＭの位置に関する情報に含まれているとみなしてもよい。ロボットモデル情報は、ロボットモデルＲＭの拡大率及び縮小率の少なくとも一つに関する情報を含んでいてもよい。

[0461] 経路生成部３１５は、ロボットモデル情報に基づいて、経路生成画面３５５０内の仮想的な三次元空間ＳＰ５に、ロボットモデルＲＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、ロボットモデル情報が示す種類のロボットモデルＲＭを、三次元空間ＳＰ５に配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、ロボットモデル情報が示す位置にロボットモデルＲＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、ロボットモデル情報が示す姿勢でロボットモデルＲＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、ロボットモデル情報が示す拡大率又は縮小率に応じたサイズを有するロボットモデルＲＭを配置してもよい。

[0462] 周辺物体モデル情報は、周辺物体モデルＳＭの種類に関する情報を含んでいてもよい。周辺物体モデルＳＭの種類に関する情報は、周辺物体モデルＳＭの識別番号及び型番の少なくとも一つに関する情報を含んでいてもよい。周辺物体モデル情報は、周辺物体モデルＳＭの位置に関する情報を含んでいてもよい。周辺物体モデルＳＭの位置に関する情報は、所定の並進軸に沿った方向に

おける周辺物体モデルＳＭの位置に関する情報を含んでいてもよい。周辺物体モデル情報は、周辺物体モデルＳＭの姿勢に関する情報を含んでいてもよい。周辺物体モデルＳＭの姿勢に関する情報は、所定の回転軸周りの回転方向における周辺物体モデルＳＭの位置（つまり、所定の回転軸周りの周辺物体モデルＳＭの姿勢）に関する情報を含んでいてもよい。尚、周辺物体モデルＳＭの姿勢に関する情報は、周辺物体モデルＳＭの位置に関する情報に含まれているとみなしてもよい。周辺物体モデル情報は、周辺物体モデルＳＭの拡大率及び縮小率の少なくとも一つに関する情報を含んでいてもよい。

[0463] 経路生成部３１５は、周辺物体モデル情報に基づいて、経路生成画面３５５０内の仮想的な三次元空間ＳＰ５に、周辺物体モデルＳＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、周辺物体モデル情報が示す種類の周辺物体モデルＳＭを、三次元空間ＳＰ５に配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、周辺物体モデル情報が示す位置に周辺物体モデルＳＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、周辺物体モデル情報が示す姿勢で周辺物体モデルＳＭを配置してもよい。例えば、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において、周辺物体モデル情報が示す拡大率又は縮小率に応じたサイズを有する周辺物体モデルＳＭを配置してもよい。

[0464] 経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５には更に、移動開始点ＭＳが配置されていてもよい。移動開始点ＭＳは、移動経路ＭＲｒの始点を示す。つまり、移動開始点ＭＳは、ツールセンターポイントＴＣＰが移動を開始する位置を示す。或いは、移動開始点ＭＳは、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる任意の移動基準点ＭＢＰが移動を開始する位置を示していてもよい。一例として、移動開始点ＭＳは、上述した待機位置ＰＷ及びファインアプローチ位置ＰＦの少なくとも一つを示していてもよい。移動開始点ＭＳの初期位置は、ユーザが入力装置３４を用いて指定してもよい。つまり、ユーザは、移動開始点ＭＳの初期位置を指定する指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。この場合、経路生成部３１５は、ユーザの

指示に基づいて、三次元空間ＳＰ５内においてユーザが指定した位置に、移動開始点ＭＳを配置してもよい。或いは、移動開始点ＭＳの初期位置は、経路生成部３１５によって指定されてもよい。例えば、経路生成部３１５は、上述した待機位置ＰW及びファインアプローチ位置ＰＦの少なくとも一つのデフォルト値に基づいて、移動開始点ＭＳの初期位置を設定してもよい。例えば、経路生成部３１５は、ロボットアーム１２が初期状態にある状況下でのツールセンターポイントＴＣＰの位置を、移動開始点ＭＳの初期位置に設定してもよい。経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において経路生成部３１５が指定した位置に、移動開始点ＭＳを配置してもよい。

[0465] ユーザ又は経路生成部３１５は、移動開始点ＭＳの初期位置を設定することに加えて、移動開始点ＭＳでのエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定してもよい。つまり、ユーザ又は経路生成部３１５は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動開始点ＭＳに位置している場合のエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定してもよい。尚、移動開始点ＭＳでのエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定することは、移動開始時のエンドエフェクタ４の初期姿勢を設定することと等価であるとみなしてもよい。

[0466] 経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５には更に、移動終了点ＭＥが配置されていてもよい。移動終了点ＭＥは、移動経路ＭＲｒの終点を示す。つまり、移動終了点ＭＥは、ツールセンターポイントＴＣＰが移動を終了する位置を示す。或いは、移動開始点ＭＳは、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる任意の移動基準点ＭＢＰが移動を終了する位置を示していてもよい。一例として、移動終了点ＭＥは、上述した待機位置ＰW及びファインアプローチ位置ＰＦの少なくとも一つを示すしてもよい。移動終了点ＭＥの初期位置は、ユーザが入力装置３４を用いて指定してもよい。つまり、ユーザは、移動終了点ＭＥの初期位置を指定する指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。この場合、経路生成部３１５は、ユーザの指示に基づいて、三次元空間ＳＰ５内においてユーザが指定した位置に、移動終了点ＭＥを配置してもよい。或いは、移動終了点ＭＥの初期位置は、経路生成部３

１５によって指定されてもよい。例えば、経路生成部３１５は、上述した待機位置ＰＷ及びファインアプローチ位置ＰＦの少なくとも一つのデフォルト値に基づいて、移動終了点ＭＥの初期位置を設定してもよい。例えば、上述した保持処理が行われる場合には、経路生成部３１５は、保持処理によって保持されるワークＷの近傍の位置を、移動終了点ＭＥの初期位置に設定してもよい。例えば、上述したリリース処理が行われる場合には、経路生成部３１５は、リリース処理によってワークＷがリリースされる載置装置Ｔの近傍の位置を、移動終了点ＭＥの初期位置に設定してもよい。経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において経路生成部３１５が指定した位置に、移動終了点ＭＥを配置してもよい。

[0467] ユーザ又は経路生成部３１５は、移動終了点ＭＥの初期位置を設定することに加えて、移動終了点ＭＥでのエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定してもよい。つまり、ユーザ又は経路生成部３１５は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動終了点ＭＥに位置している場合のエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定してもよい。尚、移動終了点ＭＥでのエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定することは、移動終了時のエンドエフェクタ４の初期姿勢を設定することと等価であるとみなしてもよい。

[0468] 経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５には更に、移動経由点ＭＩが配置されていてもよい。移動経由点ＭＩは、移動経路ＭＲｒの始点と移動経路ＭＲｒの終点との間における移動経路ＭＲｒ上の位置を示す。つまり、移動経由点ＭＩは、ツールセンターポイントＴＣＰが通過する位置を示す。或いは、移動開始点ＭＳは、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる任意の移動基準点ＭＢＰが通過する位置を示していてもよい。一例として、移動経由点ＭＩの初期位置は、ユーザが入力装置３４を用いて指定してもよい。つまり、ユーザは、移動経由点ＭＩの初期位置を指定する指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。この場合、経路生成部３１５は、ユーザの指示に基づいて、三次元空間ＳＰ５内においてユーザが指定した位置に、移動経由点ＭＩを配置してもよい。或いは、移動経由点ＭＩの初期位

置は、経路生成部３１５によって指定されてもよい。経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内において経路生成部３１５が指定した位置に、移動経由点ＭＩを配置してもよい。

[0469] 移動経由点ＭＩは、典型的には、ツールセンターポイントＴＣＰの移動方向が変わる点であってもよい。例えば、移動経由点ＭＩは、移動経由点ＭＩに向かうように移動するツールセンターポイントＴＣＰの移動方向と、移動経由点ＭＩから離れるように移動するツールセンターポイントＴＣＰの移動方向とが異なるという条件を満たす点であってもよい。

[0470] ユーザ又は経路生成部３１５は、移動経由点ＭＩの初期位置を設定することに加えて、移動経由点ＭＩでのエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定してもよい。つまり、ユーザ又は経路生成部３１５は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経由点ＭＩに位置している場合のエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定してもよい。尚、移動経由点ＭＩでのエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を設定することは、移動中のエンドエフェクタ４の初期姿勢を設定することと等価であるとみなしてもよい。

[0471] 三次元空間ＳＰ５内には、単一の移動経由点ＭＩが配置されていてもよい。三次元空間ＳＰ５内には、複数の移動経由点ＭＩが配置されていてもよい。図２０は、三次元空間ＳＰ５内に単一の移動経由点ＭＩが配置される例を示している。

[0472] 再び図１９において、その後、経路生成部３１５は、移動経路ＭＲｒを生成する（ステップＳ２５２）。具体的には、経路生成部３１５は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動開始点ＭＳから移動経由点ＭＩを経由して移動終了点ＭＥに至るまでの移動経路ＭＲｒを生成する。特に、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内におけるエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの間の相対的な位置関係に基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｒを生成してもよい。尚、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少

なくとも一つの干渉については、上述した移動経路ＭＲｆを生成する方法を説明する際に既に説明済みであるため、その説明を省略する。例えば、経路生成部３１５は、所定の仮想空間（例えば、三次元空間ＳＰ５）にエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを配置し、ロボット１を駆動したと仮定した場合のエンドエフェクタ４及びロボット１の動きに合わせてエンドエフェクタモデルＥＭ及びロボットモデルＲＭを仮想空間内で動かすことで、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｒを生成してもよい。つまり、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0473] 尚、ステップＳ２５２において、経路生成部３１５は、三次元空間ＳＰ５内においてエンドエフェクタモデルＥＭ及びロボットモデルＲＭを移動させる内部演算を行う一方で、経路生成画面３５５０内においてエンドエフェクタモデルＥＭ及びロボットモデルＲＭを更新しなくてもよい。つまり、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０上で、エンドエフェクタモデルＥＭ及びロボットモデルＲＭを移動させなくてもよい。

[0474] 但し、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭとは異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つとは異なっていてもよい。というのも、移動経路ＭＲｒをロボット１が移動している場合のグローバル座標系でのロボット１の位置は、典型的には、移動経路ＭＲｆをロボット１が移動している場合のグローバル座標系でのロボット１の位置と異なる。このため、移動経路ＭＲｒをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する周辺物体は、移動経路ＭＲｆをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する周辺物体と異なる可能性がある。移動経路ＭＲｒを

ロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する複数の周辺物体のうちの少なくとも一つは、移動経路ＭＲｆをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する複数の周辺物体のうちの少なくとも一つと異なる可能性がある。このため、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭとは異なっていてもよい。例えば、移動経路ＭＲｒをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する周辺物体が、移動経路ＭＲｆをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する周辺物体と異なる場合には、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭと異なっていてもよい。例えば、移動経路ＭＲｒをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する複数の周辺物体のうちの少なくとも一つが、移動経路ＭＲｆをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する複数の周辺物体のうちの少なくとも一つと異なる場合には、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つと異なっていてもよい。

[0475] 但し、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭと同一であってもよい。移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つと同一であってもよい。例えば、移動経路ＭＲｒをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する周辺物体が、移動経路ＭＲｆをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する周辺物体と同じである場合には、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる周辺物体モデルＳＭと同一であってもよい。例えば、移動経路ＭＲｒをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する複数

の周辺物体のうちの少なくとも一つが、移動経路ＭＲｆをロボット１が移動している場合にロボット１の周辺に位置する複数の周辺物体のうちの少なくとも一つと同じである場合には、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる複数の周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つと同一であってもよい。

[0476] 一例として、経路生成部３１５は、経路計画法を用いて、ツールセンターポイントＴＣＰが移動開始点ＭＳから移動経由点ＭＩを経由して移動終了点ＭＥに至るまでの移動経路ＭＲｒを生成してもよい。経路計画法の一例として、ツールセンターポイントＴＣＰが通過するべきノードをランダムで設定することで経路を生成するランダムサンプリングベースの経路計画法があげられる。この場合、経路生成部３１５は、まず、ツールセンターポイントＴＣＰが通過する複数のノードをランダムで設定してもよい。尚、各ノードを設定することは、実質的には、ツールセンターポイントＴＣＰが各ノードに位置する場合のエンドエフェクタモデルＥＭの位置を設定することと等価であるとみなしてもよい。更に、経路生成部３１５は、ツールセンターポイントＴＣＰが各ノードに位置する場合のエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢を算出してもよい。更に、経路生成部３１５は、ツールセンターポイントＴＣＰが各ノードに位置する場合のロボットモデルＲＭの位置及び姿勢を、ツールセンターポイントＴＣＰが各ノードに位置する場合のエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢から逆算で算出してもよい。というのも、エンドエフェクタ４の位置及び姿勢は、エンドエフェクタ４が取り付けられたロボット１（特に、ロボットアーム１２）の各リンク１２１の駆動量に依存して決まり、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）の各リンク１２１の駆動量が決まると、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）の位置及び姿勢もまた決まる。このため、エンドエフェクタ４の位置及び姿勢が決まると、エンドエフェクタ４の位置及び姿勢から、各リンク１２１の駆動量を逆算によって算出することで、ロボットモデルＲＭの位置及び姿勢が算出可能である。その後、経路生成部３１５は、ツールセンターポイン

トＴＣＰが複数のノードを順に通過する期間中に、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定する。エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生する場合には、経路生成部３１５は、複数のノードの少なくとも一つの位置を変更してもよいし、複数のノードの少なくとも一つを削除してもよいし、少なくとも一つの新たなノードを追加してもよい。その後、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たしながら、ツールセンターポイントＴＣＰが複数のノードを順に通過する経路が最も短くなるように、経路計画法に基づく演算を繰り返してもよい。その結果、移動経路ＭＲｒが生成される。

[0477] 但し、経路生成部３１５は、複数のノードの少なくとも一つの位置の変更等によってエンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件と満たすことができない場合には、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たしていない移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0478] 尚、経路生成部３１５は、ステップＳ２５２において、ファインアプローチ位置ＰＦと事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ又は事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｒに加えて、ファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｆを含む一連の経路を、移動経路ＭＲｒとして生成してもよい。つまり、経路生成部３１５は、ロボット制御部３１６が画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて生成するファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｆを、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄを用いることなく生成してもよい。例えば、経路生成部３１５は、経路計画法を用いて、エンドエフェクタ

モデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｒを含む移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0479] 移動経路ＭＲｒが生成された後には、経路生成部３１５は、ステップＳ２５２において生成した移動経路ＭＲｒを表示装置３５に表示する（ステップＳ２５３）。つまり、経路生成部３１５は、ステップＳ２５２において生成した移動経路ＭＲｒを含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示する（ステップＳ２５３）。具体的には、表示信号生成部３１７は、経路生成部３１５の制御下で、ステップＳ２５２において生成した移動経路ＭＲｒを含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示するための表示信号を生成する。その後、表示信号出力部３１８は、表示信号生成部３１７が生成した表示信号を、表示装置３５に出力する。その結果、図２１に示すように、表示装置３５は、表示信号出力部３１８から取得した表示信号に基づいて、ステップＳ２５２において生成した移動経路ＭＲｒを含む経路生成画面３５５０を表示する。

[0480] 尚、上述したように経路生成部３１５がステップＳ２５２においてファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｆを含む一連の経路を、移動経路ＭＲｒとして生成している場合には、経路生成部３１５は、ステップＳ２５３において、ファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間におけるエンドエフェクタ４の移動経路ＭＲｆを含む経路生成画面３５５０を表示してもよい。

[0481] 尚、図２１は、経路生成画面３５５０上において、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭと共に、移動経路ＭＲｒが表示される例を示している。経路生成画面３５５０上において、移動経路ＭＲｒが表示される一方で、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つが必ずしも表示されていなくてもよい。

[0482] 図１９に示す経路生成処理は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前に行われる。つまり、図

１９に示す経路生成処理は、ロボット１を実際に動かすことなく行われる。言い換えれば、図１９に示す経路生成処理は、図１９に示す経路生成処理によってロボット１を実際に動かす前に予め生成される移動経路ＭＲｒに基づいてロボット１を実際に動かすことなく行われる。このため、経路生成画面３５５０に表示される移動経路ＭＲｒは、生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰ）が移動するようにロボット１が駆動されたと仮定された場合に、ロボット１の駆動に伴って移動するツールセンターポイントＴＣＰ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰ）の移動軌跡を示しているとみなしてもよい。つまり、経路生成画面３５５０に表示される移動経路ＭＲｒは、生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰ）が移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行った場合の、シミュレーションによるロボット１の駆動に伴って移動するツールセンターポイントＴＣＰ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰ）の移動軌跡を示しているとみなしてもよい。このため、経路生成画面３５５０に表示される移動経路ＭＲｒは、生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰ（或いは、任意の移動基準点ＭＢＰ）が実際に移動した移動軌跡を示していなくてもよい。尚、以下の説明においても、特段の説明がない場合には、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路は、任意の移動基準点ＭＢＰの移動経路と読み替えてもよい。

[0483] ここで、図２１は、図１９のステップＳ２５３において、経路生成部３１５が、図１９のステップＳ２５２において生成されたツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを表示する例を示している。つまり、図２１は、図１９のステップＳ２５３において、経路生成部３１５が、図１９のステップＳ２５２において生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が駆動された場合にロボット１の駆動に伴って移動するツールセンターポイントＴＣＰの移動軌跡を表示する例を示している。しかしながら、経路生成部３１５は、図１９のステップＳ２５３において、図１９のステップＳ２５２において生成した移動経路ＭＲｒ（つまり、ツールセン

ターポイントＴＣＰの移動軌跡）に加えて又は代えて、ステップＳ２５２において生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が駆動された場合にロボット１の駆動に伴って移動する任意の移動点ＭＰの移動軌跡を表示装置３５に表示してもよい。つまり、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が駆動されたと仮定された場合に、ロボット１の駆動に伴って移動する任意の移動点ＭＰの移動軌跡を表示装置３５に表示してもよい。経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行った場合において、シミュレーションによるロボット１の駆動に伴って移動する任意の移動点ＭＰの移動軌跡を表示装置３５に表示してもよい。尚、経路生成画面３５５０に表示される移動点ＭＰの移動軌跡は、移動点ＭＰが実際に移動した移動軌跡を示していなくてもよい。

[0484] ロボット１の駆動に伴ってロボット１の少なくとも一部が移動するがゆえに、移動点ＭＰとして、ロボット１の少なくとも一部が用いられてもよい。移動点ＭＰとして、ロボット１の少なくとも一部に包含されるロボット１の少なくとも一つの点が用いられてもよい。一例として、移動点ＭＰとして、ロボット１の表面の任意の点が用いられてもよい。他の一例として、移動点ＭＰとして、ロボット１の内部の任意の点が用いられてもよい。具体的には、ロボット１の駆動に伴ってロボットアーム１２の少なくとも一部が移動するがゆえに、移動点ＭＰとして、ロボットアーム１２の少なくとも一部が用いられてもよい。移動点ＭＰとして、ロボットアーム１２の少なくとも一部に包含されるロボットアーム１２の少なくとも一つの点が用いられてもよい。一例として、移動点ＭＰとして、ロボットアーム１２の表面の任意の点が用いられてもよい。他の一例として、移動点ＭＰとして、ロボットアーム１２の内部の任意の点が用いられてもよい。同様に、ロボット１の移動に伴ってロボット１に取り付けられたエンドエフェクタ４の少なくとも一部が移動するがゆえに、移動点ＭＰとして、エンドエフェクタ４の少なくとも一部が用いられてもよい。移動点Ｍ

Ｐとして、エンドエフェクタ４の少なくとも一部に包含されるエンドエフェクタ４の少なくとも一つの点が用いられてもよい。一例として、移動点ＭＰとして、エンドエフェクタ４の表面の任意の点が用いられてもよい。他の一例として、移動点ＭＰとして、エンドエフェクタ４の内部の任意の点が用いられてもよい。

[0485] ツールセンターポイントＴＣＰもまた、ロボット１の駆動に伴って移動する。このため、ツールセンターポイントＴＣＰは、移動点ＭＰの一例であるとみなしてもよい。また、ツールセンターポイントＴＣＰは、エンドエフェクタ４を基準に定まる点であるとみなしてもよい。この場合、移動点ＭＰとして、エンドエフェクタ４を基準に定まる任意の点が用いられてもよい。更に、ツールセンターポイントＴＣＰは、エンドエフェクタ４が取り付けられたロボット１（特に、ロボットアーム１２）を基準に定まる点であるとみなしてもよい。この場合、移動点ＭＰとして、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）を基準に定まる任意の点が用いられてもよい。

[0486] 任意の移動点ＭＰの移動軌跡が経路生成画面３５５０に表示される場合には、上述した移動開始点ＭＳは、任意の移動点ＭＰの移動軌跡の始点を示していてもよい。この場合、移動開始点ＭＳにおけるエンドエフェクタ４の姿勢は、任意の移動点ＭＰが移動開始点ＭＳに位置している場合のエンドエフェクタ４の姿勢を意味していてもよい。任意の移動点ＭＰの移動軌跡が経路生成画面３５５０に表示される場合には、上述した移動終了点ＭＥは、任意の移動点ＭＰの移動軌跡の終点を示していてもよい。この場合、移動終了点ＭＥにおけるエンドエフェクタ４の姿勢は、任意の移動点ＭＰが移動終了点ＭＥに位置している場合のエンドエフェクタ４の姿勢を意味していてもよい。任意の移動点ＭＰの移動軌跡が経路生成画面３５５０に表示される場合には、上述した移動経由点ＭＩは、任意の移動点ＭＰが通過する位置を示していてもよい。この場合、移動経由点ＭＩにおけるエンドエフェクタ４の姿勢は、任意の移動点ＭＰが移動経由点ＭＩに位置している場合のエンドエフェクタ４の姿勢を意味していてもよい。

[0487] 尚、経路生成画面３５５０に移動軌跡が表示される移動点ＭＰに類似する文言として、上述した移動基準点ＭＢＰが存在する。ここで、移動基準点ＭＢＰは、主として、ロボット１の駆動を制御する場合に用いられる移動対象（つまり、制御対象）として用いられる。このため、移動基準点ＭＢＰは、経路生成画面３５５０に移動軌跡が表示される表示対象である移動点ＭＰとは異なる要素であるとみなしてもよい。但し、移動基準点ＭＢＰは、ロボット１の駆動に伴って移動する点である。このため、移動基準点ＭＢＰは、移動点ＭＰの一例であるとみなしてもよい。このため、図２１に示すように、移動基準点ＭＢＰとして用いられるツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（移動軌跡）を表示することは、移動基準点ＭＢＰと一致する移動点の移動軌跡を表示することと等価であるとみなしてもよい。移動基準点ＭＢＰとして用いられるツールセンターポイントＴＣＰとは異なる移動点の移動軌跡を表示することは、移動基準点ＭＢＰとは異なる移動点の移動軌跡を表示することと等価であるとみなしてもよい。

[0488] 任意の移動点ＭＰの移動軌跡を表示する場合には、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒに基づいて、任意の移動点ＭＰの移動軌跡を算出し、算出した移動軌跡を表示してもよい。或いは、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒを用いることなく、任意の移動点ＭＰの移動軌跡を算出し、算出した移動軌跡を表示してもよい。

[0489] 経路生成部３１５は、任意の移動点ＭＰの移動軌跡に加えて又は代えて、移動軌跡に沿って移動する移動点ＭＰを表示してもよい。つまり、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０内において、移動軌跡に沿って移動点ＭＰを移動させるアニメーション表示を行ってもよい。つまり、経路生成部３１５は、任意の移動点ＭＰの動きを用いて、任意の移動点ＭＰの移動軌跡を表示してもよい。

[0490] 経路生成部３１５は、複数の異なる移動点ＭＰの移動軌跡を表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、第１の移動点ＭＰの移動軌跡と、第１の移

動点ＭＰとは異なる第２の移動点ＭＰの移動軌跡とを含む経路生成画面３５５０を表示してもよい。

[0491] 経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動する移動体（具体的には、大きさを有する物体である移動体）の少なくとも一部の移動軌跡を表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動する移動体の一部の移動軌跡を表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動する移動体の全体の移動軌跡を表示してもよい。一例として、図２２に示すように、経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動するエンドエフェクタ４の少なくとも一部の移動軌跡を表示してもよい。他の一例として、経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動するロボット１の少なくとも一部の移動軌跡を表示してもよい。経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動するロボットアーム１２の少なくとも一部の移動軌跡を表示してもよい。経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動するリンク１２１の少なくとも一部の移動軌跡を表示してもよい。

[0492] 尚、移動体の表面又は内部に複数の移動点ＭＰが設定される場合には、複数の移動点ＭＰの集合が移動体の少なくとも一部を構成しているとみなしてもよい。この場合、経路生成部３１５は、複数の異なる移動点ＭＰの移動軌跡として、複数の異なる移動点ＭＰを包含する移動体の少なくとも一部の移動軌跡を表示してもよい。言い換えれば、経路生成部３１５は、複数の異なる移動点ＭＰの移動軌跡として、移動体の少なくとも一部に含まれる複数の異なる移動点ＭＰの移動軌跡を表示してもよい。

[0493] 経路生成部３１５は、移動体の少なくとも一部の移動軌跡に加えて又は代えて、移動軌跡に沿って移動する移動体の少なくとも一部を表示してもよい。つまり、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０内において、移動軌跡に沿って移動体の少なくとも一部を移動させるアニメーション表示を行ってもよい。つまり、経路生成部３１５は、移動体の少なくとも一部の動きを用いて、移動体の少なくとも一部の移動軌跡を表示してもよい。一例として、図２２に

示すように、経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動するエンドエフェクタ４の少なくとも一部を移動させるアニメーション表示を行ってもよい。の移動軌跡を表示してもよい。他の一例として、経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動するロボット１の少なくとも一部を移動させるアニメーション表示を行ってもよい。経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動するロボットアーム１２の少なくとも一部を移動させるアニメーション表示を行ってもよい。経路生成部３１５は、ロボット１の駆動に伴って移動するリンク１２１の少なくとも一部を移動させるアニメーション表示を行ってもよい。

[0494] 尚、移動体の表面又は内部に複数の移動点ＭＰが設定される場合には、複数の移動点ＭＰの集合が移動体の少なくとも一部を構成しているとみなしてもよい。この場合、経路生成部３１５は、複数の異なる移動点ＭＰの移動軌跡として、複数の異なる移動点ＭＰを包含する移動体の少なくとも一部を表示してもよい。言い換えれば、経路生成部３１５は、複数の異なる移動点ＭＰの移動軌跡として、移動体の少なくとも一部に含まれる複数の異なる移動点ＭＰを表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、複数の異なる移動点ＭＰを包含する移動体の少なくとも一部を移動させるアニメーション表示を行ってもよい。例えば、経路生成部３１５は、移動体の少なくとも一部に含まれる複数の異なる移動点ＭＰを移動させるアニメーション表示を行ってもよい。

[0495] 移動軌跡に沿って移動する移動体の少なくとも一部を移動させるアニメーション表示を行う場合には、経路生成部３１５は、移動軌跡に沿って移動する移動体の少なくとも一部を、移動する移動体の少なくとも一部の残像を利用して表示してもよい。例えば、図２２は、経路生成部３１５が、ロボット１の駆動に伴って移動するエンドエフェクタ４（具体的には、エンドエフェクタモデルＥＭ）を、移動するエンドエフェクタ４（具体的には、エンドエフェクタモデルＥＭ）の残像を利用して表示する例を示している。この場合、移動体の少なくとも一部の移動軌跡の視認性が向上する。

[0496] 尚、移動軌跡は、ひとつながりの連続的な移動軌跡を意味していてもよい。つまり、経路生成部３１５は、移動点ＭＰの移動軌跡を、ひとつながりの連続的な移動軌跡として含む経路生成画面３５５０を表示してもよい。移動軌跡は、それぞれが移動軌跡の一部を示す複数の部分軌跡を含む離散的な移動軌跡を意味していてもよい。つまり、経路生成部３１５は、移動点ＭＰの移動軌跡を、それぞれが移動軌跡の一部を示す複数の部分軌跡を含む離散的な移動軌跡として含む経路生成画面３５５０を表示してもよい。

[0497] 再び図１９において、移動経路ＭＲｒ（或いは、任意の移動点ＭＰの移動軌跡）が表示された後、経路生成部３１５は、ステップＳ２５２において生成された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定する（ステップＳ２５４）。つまり、経路生成部３１５は、ステップＳ２５３において経路生成画面３５５０に表示された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定する（ステップＳ２５４）。

[0498] 例えば、経路生成部３１５は、入力装置３４を用いて制御装置３に入力されるユーザの指示に基づいて、ステップＳ２５２において生成された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定してもよい。この場合、入力装置３４を用いて制御装置３に入力されるユーザの指示は、ステップＳ２５２において生成された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かに関するユーザの判定結果に関する情報を含んでいてもよい。或いは、経路生成部３１５は、ユーザの指示を用いることなく、ステップＳ２５２において生成された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定してもよい。

[0499] 例えば、ユーザ又は経路生成部３１５は、生成された移動経路ＭＲｒの長さが、所定の許容長さよりも長い場合に、生成された移動経路ＭＲｒが適切でないと判定してもよい。例えば、ユーザ又は経路生成部３１５は、生成された移動経路ＭＲｒの長さが、所定の許容長さよりも短い場合に、生成された移動経路ＭＲｒが適切であると判定してもよい。例えば、ユーザ又は経路生成部３１５は、生成された移動経路ＭＲｒが、周辺物体モデルＳＭから過度に離れすぎている場合に、生成された移動経路ＭＲｒが適切でないと判定してもよい。な

ぜならば、生成された移動経路ＭＲｒが周辺物体モデルＳＭから過度に離れすぎている場合には、生成された移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが実際に移動した場合において、対応する周辺物体モデルＳＭが配置されていなかった未知の周辺物体にエンドエフェクタ４が干渉する可能性があるからである。尚、移動経路ＭＲｒが周辺物体モデルＳＭから過度に離れすぎている状態は、移動経路ＭＲｒと周辺物体モデルＳＭとの間の距離（典型的には、移動経路ＭＲｒと周辺物体モデルＳＭとが最も離れている場合の移動経路ＭＲｒと周辺物体モデルＳＭとの間の距離）が、所定の距離閾値よりも長い状態を意味していてもよい。

[0500] ユーザ又は経路生成部３１５は、生成された移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動すると仮定した場合におけるエンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉の度合いに基づいて、生成された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定してもよい。

[0501] ここで、上述したように、ステップＳ２５２において移動経路ＭＲｒを生成する際に、経路生成部３１５は、原則として、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを生成する。つまり、経路生成部３１５は、生成された移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動すると仮定した場合においてエンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを生成する。しかしながら、場合によっては、経路生成部３１５は、干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを生成することができない可能性があることは、上述したとおりである。この場合、ユーザ又は経路生成部３１５は、生成された移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動すると仮定した場合におけるエンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉の度合いに基づいて、生成された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定してもよい。

[0502] この場合、経路生成部３１５は、生成された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定するユーザを支援するために、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉に関する干渉情報を、表示装置３５に表示してもよい。具体的には、経路生成部３１５は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉に関する干渉情報を含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示してもよい。

[0503] 但し、図１９に示す経路生成処理が行われている時点では、ロボット１が実際に駆動していない。このため、図１９に示す経路生成処理では、エンドエフェクタ４、周辺物体及びロボット１のうちの少なくとも一つの干渉は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉を意味していてもよい。この場合、エンドエフェクタ４の少なくとも一部とロボット１の少なくとも一部との干渉は、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部とロボットモデルＲＭの少なくとも一部との干渉を意味していてもよい。つまり、以下の説明では、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部とロボットモデルＲＭの少なくとも一部との干渉は、エンドエフェクタ４の少なくとも一部とロボット１の少なくとも一部との干渉と等価であるとみなしてもよい。同様に、エンドエフェクタ４の少なくとも一部と周辺物体の少なくとも一部との干渉は、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉を意味していてもよい。つまり、以下の説明では、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉は、エンドエフェクタ４の少なくとも一部と周辺物体の少なくとも一部との干渉と等価であるとみなしてもよい。同様に、ロボット１の少なくとも一部と周辺物体の少なくとも一部との干渉は、ロボットモデルＲＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉を意味していてもよい。つまり、以下の説明では、ロボットモデルＲＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉は、ロボット１の少なくとも一部と周辺物体の少なくとも一部との干渉と等価であるとみなしてもよい。同様に、ロボット１の第１部分とロボット１

の第２部分との干渉は、ロボットモデルＲＭの第１部分とロボットモデルＲＭの第２部分との干渉を意味していてもよい。つまり、以下の説明では、ロボットモデルＲＭの第１部分とロボットモデルＲＭの第２部分との干渉は、ロボット１の第１部分とロボット１の第２部分との干渉と等価であるとみなしてもよい。

[0504] この場合、干渉情報を生成するために、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを用いて行ってもよい。つまり、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒに従って（言い換えれば、基づいて）ロボット１及びエンドエフェクタ４を移動させるシミュレーションを、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを用いて行ってもよい。言い換えれば、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒに従って（言い換えれば、基づいて）エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを移動させるシミュレーションを行ってもよい。その後、経路生成部３１５は、シミュレーションの結果に基づいて、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉に関する干渉情報を生成してもよい。

[0505] 例えば、経路生成部３１５は、シミュレーションの結果に基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定してもよい。つまり、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒに従って（言い換えれば、基づいて）ロボット１及びエンドエフェクタ４を移動させたと仮定した場合において、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定してもよい。言い換えれば、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒに従って（言い換えれば、基づいて）移動するロボット１、生成した移動経路ＭＲｒに従って（言い換えれば、基づいて）移動するエンドエフェクタ４及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否か

を判定してもよい。その後、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かの判定結果に基づいて、干渉情報を生成してもよい。

[0506] 尚、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒを含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示させた後に、生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行ってもよい。或いは、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒを含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示させる前に、生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行ってもよい。つまり、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒを含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示させる前に、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉に関する干渉情報を生成してもよい。この場合、経路生成部３１５は、生成した移動経路ＭＲｒと生成した干渉情報とを含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示させてもよい。

[0507] 或いは、上述したようにツールセンターポイントＴＣＰとは異なる移動点ＭＰの移動軌跡が経路生成画面３５５０に表示される場合には、干渉情報を生成するために、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０に表示された移動軌跡に沿って移動点ＭＰが移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを用いて行ってもよい。つまり、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０に表示された移動軌跡に従って（言い換えれば、基づいて）ロボット１及びエンドエフェクタ４を移動させるシミュレーションを、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを用いて行ってもよい。言い換えれば、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０に表示された移動軌跡に従って（言い換えれば、基づいて）エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを移動させるシミュレーションを行ってもよい。その後、経路生成部３１５は、シミュレーションの結果に基づ

いて、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉に関する干渉情報を生成してもよい。

[0508] 例えば、経路生成部３１５は、シミュレーションの結果に基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定してもよい。つまり、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０に表示された移動軌跡に従って（言い換えれば、基づいて）ロボット１及びエンドエフェクタ４を移動させたと仮定した場合において、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定してもよい。言い換えれば、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０に表示された移動軌跡に従って（言い換えれば、基づいて）移動するロボット１、経路生成画面３５５０に表示された移動軌跡に従って（言い換えれば、基づいて）移動するエンドエフェクタ４及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定してもよい。その後、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かの判定結果に基づいて、干渉情報を生成してもよい。

[0509] 尚、経路生成部３１５は、移動点ＭＰの移動経路を含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示させた後に、経路生成画面３５５０に表示された移動経路に沿って移動点ＭＰが移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行ってもよい。或いは、経路生成部３１５は、移動点ＭＰの移動経路を含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示させる前、経路生成画面３５５０に表示された移動経路に沿って移動点ＭＰが移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行ってもよい。つまり、経路生成部３１５は、移動点ＭＰの移動経路を含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示させる前に、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉に関する干渉情報を生成してもよい。この場合、経路生成部３１５は、生成した移動点ＭＰの移動経路と生成した干渉情報とを含む経路生成画面３５５０を表示装置３５に表示させてもよい。

[0510] 経路生成部３１５は、ユーザが干渉情報を理解できる限りは、干渉情報をどのような方法で表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、テキストメッセージを用いて、干渉情報を表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、アイコンを用いて、干渉情報を表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、イラストを用いて、干渉情報を表示してもよい。

[0511] 干渉情報は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを示す情報を含んでいてもよい。つまり、干渉情報は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを示す情報を含んでいてもよい。この場合、図２３に示すように、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを示す情報を示す表示オブジェクト３５５１を、干渉情報として表示してもよい。つまり、図２３に示すように、経路生成部３１５は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の干渉が発生するか否かを示す情報を示す表示オブジェクト３５５１を、干渉情報として表示してもよい。

[0512] 干渉情報は、干渉モデルに関する情報を含んでいてもよい。干渉モデルは、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つであって、且つ、干渉が発生しているモデルを意味している。例えば、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部とロボットモデルＲＭの少なくとも一部との干渉が発生する場合には、エンドエフェクタモデルＥＭ及びロボットモデルＲＭのそれぞれが、干渉モデルとなり、干渉情報は、ロボットモデルＲＭの少なくとも一部と干渉するエンドエフェクタモデルＥＭに関する情報と、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部と干渉するロボットモデルＲＭに関する情報との少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、エンドエフェクタ４の少なくとも一部とロボット１の少なくとも一部との干渉が発生する場合には、干渉情報は、ロボット１の少なくとも一部と干渉するエンドエフェクタ４に関する情報と、エンドエフェクタ４の少なくとも

一部と干渉するロボット１に関する情報との少なくとも一つを含んでいてもよい。例えば、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉が発生する場合には、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭのそれぞれが、干渉モデルとなり、干渉情報は、周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部と干渉するエンドエフェクタモデルＥＭに関する情報と、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部と干渉する周辺物体モデルＳＭに関する情報との少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、エンドエフェクタ４の少なくとも一部と周辺物体の少なくとも一部との干渉が発生する場合には、干渉情報は、周辺物体の少なくとも一部と干渉するエンドエフェクタ４に関する情報と、エンドエフェクタ４の少なくとも一部と干渉する周辺物体に関する情報との少なくとも一つを含んでいてもよい。例えば、ロボットモデルＲＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉が発生する場合には、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのそれぞれが、干渉モデルとなり、干渉情報は、周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部と干渉するロボットモデルＲＭに関する情報と、ロボットモデルＲＭの少なくとも一部と干渉する周辺物体モデルＳＭに関する情報との少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、ロボット１の少なくとも一部と周辺物体の少なくとも一部との干渉が発生する場合には、干渉情報は、周辺物体の少なくとも一部と干渉するロボット１に関する情報と、ロボット１の少なくとも一部と干渉する周辺物体に関する情報との少なくとも一つを含んでいてもよい。例えば、ロボットモデルＲＭの第１部分とロボットモデルＲＭの第２部分との干渉が発生する場合には、ロボットモデルＲＭが、干渉モデルとなり、干渉情報は、ロボットモデルＲＭの第２部分と干渉するロボットモデルＲＭの第１部分に関する情報と、ロボットモデルＲＭの第１部分と干渉するロボットモデルＲＭの第２部分に関する情報との少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、ロボット１の第２部分と干渉するロボット１の第１部分に関する情報と、ロボット１の第１部分と干渉するロボット１の第２部分に関する情報との少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0513] この場合、図２３に示すように、経路生成部３１５は、干渉モデルを示す表示オブジェクト３５５１を、干渉情報として表示してもよい。つまり、図２３に示すように、経路生成部３１５は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの干渉が発生している少なくとも一つである干渉物体を示す表示オブジェクト３５５１を、干渉情報として表示してもよい。図２３に示す例では、経路生成部３１５は、干渉情報として、周辺物体の一例であるワークＷの収容箱ＣＢに干渉するロボットアーム１２と、ロボットアーム１２に干渉する周辺物体（収容箱ＣＢ）とを干渉物体として示す表示オブジェクト３５５１を表示している。つまり、図２３に示す例では、経路生成部３１５は、干渉情報として、収容箱ＣＢの周辺物体モデルＳＭに干渉するロボットモデルＲＭと、ロボットモデルＲＭに干渉する周辺物体モデルＳＭとを干渉モデルとして示す表示オブジェクト３５５１を表示している。

[0514] 図２３では、経路生成部３１５は、干渉モデルに関する情報として、干渉モデルの名称を表示している。つまり、経路生成部３１５は、干渉物体に関する情報として、干渉物体の名称を表示している。しかしながら、経路生成部３１５は、干渉モデルをユーザが特定できる限りは、干渉モデルに関する情報を、どのような方法で表示してもよい。つまり、経路生成部３１５は、干渉物体をユーザが特定できる限りは、干渉物体に関する情報を、どのような方法で表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、干渉モデルの識別情報（例えば、型番）を用いて、干渉モデルに関する情報を表示してもよい。例えば、経路生成部３１５は、干渉物体の識別情報（例えば、型番）を用いて、干渉物体に関する情報を表示してもよい。

[0515] 干渉情報は、干渉モデルの位置に関する情報を含んでいてもよい。つまり、干渉情報は、干渉物体の位置に関する情報を含んでいてもよい。特に、干渉情報は、干渉が発生している干渉モデルの部位の位置に関する情報を含んでいてもよい。つまり、干渉情報は、干渉が発生している干渉物体の部位の位置に関する情報を含んでいてもよい。例えば、図２３は、第１の干渉物体であるロボットアーム１２の先端が、第２の干渉物体である収容箱ＣＢと干渉し、

且つ、第２の干渉物体である収容箱ＣＢの右側面が、第１の干渉物体であるロボットアーム１２と干渉することを示す干渉情報が表示される例を示している。言い換えれば、図２３は、第１の干渉モデルであるロボットモデルＲＭのうちのロボットアーム１２の先端に対応するモデル部分が、第２の干渉モデルである周辺物体モデルＳＭ（収容箱ＣＢを示す周辺物体モデルＳＭ）と干渉することを示し、且つ、第２の干渉モデルである周辺物体モデルＳＭのうちの収容箱ＣＢの右側面に対応するモデル部分が、第１の干渉モデルであるロボットモデルＲＭと干渉することを示す干渉情報が表示される例を示している。

[0516] 経路生成部３１５は、干渉が発生している干渉モデルの部位の表示態様が、干渉モデルのその他の部位の表示態様と異なるものとなるように、干渉モデルを表示してもよい。例えば、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部とロボットモデルＲＭの少なくとも一部との干渉が発生する場合には、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭのうちのロボットモデルＲＭと干渉する一部のモデル部分の表示態様が、エンドエフェクタモデルＥＭのうちのロボットモデルＲＭと干渉しない他の一部のモデル部分の表示態様と異なるものとなるように、エンドエフェクタモデルＥＭを表示してもよい。例えば、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部とロボットモデルＲＭの少なくとも一部との干渉が発生する場合には、経路生成部３１５は、ロボットモデルＲＭのうちのエンドエフェクタモデルＥＭと干渉する一部のモデル部分の表示態様が、ロボットモデルＲＭのうちのエンドエフェクタモデルＥＭと干渉しない他の一部のモデル部分の表示態様と異なるものとなるように、ロボットモデルＲＭを表示してもよい。例えば、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉が発生する場合には、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭのうちの周辺物体モデルＳＭと干渉する一部のモデル部分の表示態様が、エンドエフェクタモデルＥＭのうちの周辺物体モデルＳＭと干渉しない他の一部のモデル部分の表示態様と異なるものとなるように、エンドエフェクタモデルＥＭを表示してもよい。例えば、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくと

も一部との干渉が発生する場合には、経路生成部３１５は、周辺物体モデルＳＭのうちのエンドエフェクタモデルＥＭと干渉する一部のモデル部分の表示態様が、周辺物体モデルＳＭのうちのエンドエフェクタモデルＥＭと干渉しない他の一部のモデル部分の表示態様と異なるものとなるように、周辺物体モデルＳＭを表示してもよい。例えば、ロボットモデルＲＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉が発生する場合には、経路生成部３１５は、ロボットモデルＲＭのうちの周辺物体モデルＳＭと干渉する一部のモデル部分の表示態様が、ロボットモデルＲＭのうちの周辺物体モデルＳＭと干渉しない他の一部のモデル部分の表示態様と異なるものとなるように、ロボットモデルＲＭを表示してもよい。例えば、ロボットモデルＲＭの少なくとも一部と周辺物体モデルＳＭの少なくとも一部との干渉が発生する場合には、経路生成部３１５は、周辺物体モデルＳＭのうちのロボットモデルＲＭと干渉する一部のモデル部分の表示態様が、周辺物体モデルＳＭのうちのロボットモデルＲＭと干渉しない他の一部のモデル部分の表示態様と異なるものとなるように、周辺物体モデルＳＭを表示してもよい。例えば、ロボットモデルＲＭの第１部分とロボットモデルＲＭの第２部分との干渉が発生する場合には、ロボットモデルＲＭの第１及び第２部分の表示態様が、ロボットモデルＲＭのその他のモデル部分の表示態様と異なるものとなるように、ロボットモデルＲＭを表示してもよい。

[0517] 表示態様は、表示色を含んでいてもよい。この場合、経路生成部３１５は、干渉が発生している干渉モデルの部位の表示色が、干渉モデルのその他の部位の表示色と異なるものとなるように、干渉モデルを表示してもよい。例えば、図２３に示すように、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭのうちのロボットアーム１２の先端に対応するモデル部分の表示色が、エンドエフェクタモデルＥＭのうちのその他のモデル部分の表示色と異なるものとなるように、エンドエフェクタモデルＥＭを表示してもよい。例えば、図２３に示すように、経路生成部３１５は、周辺物体モデルＳＭのうちの収容箱ＣＢの右側面に対応するモデル部分の色が、周辺物体モデルＳＭのうちのその他のモデ

ル部分の表示色と異なるものとなるように、周辺物体モデルＳＭを表示してもよい。この場合、ユーザは、直感的に干渉モデルのいずれの部位に干渉が発生しているかを特定することができる。

[0518] 再び図１９において、ステップＳ２５４における判定の結果、生成された移動経路ＭＲｒが適切でないと判定された場合には（ステップＳ２５４：Ｎｏ）、ユーザは、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力する（ステップＳ２５５）。典型的には、ユーザは、経路生成画面３５５０上において、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を入力する操作を行ってもよい。つまり、ユーザは、経路生成画面３５５０を介して、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を入力してもよい。その結果、経路生成部３１５は、入力装置３４を用いて、移動経路ＭＲｒを変更するためのユーザの指示を取得する（ステップＳ２５５）。

[0519] ユーザは、経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５内での移動開始点ＭＳの位置を変更する指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上において移動開始点ＭＳを移動させる（例えば、ドラッグする）操作を行うことで、移動開始点ＭＳの位置を変更する指示を入力してもよい。

[0520] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰ（つまり、移動基準点ＭＢＰ）とは異なる移動点ＭＰの移動軌跡が経路生成画面３５５０に表示されている場合には、移動開始点ＭＳは、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる移動点ＭＰの移動軌跡の移動開始点を示していることは、上述したとおりである。この場合、ユーザは、移動開始点ＭＳの位置（つまり、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる移動点ＭＰの移動軌跡の移動開始点の位置）を変更するために指示を入力してもよいし、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒの移動開始点の位置を変更するための指示を入力してもよい。つまり、場合によっては、ユーザは、経路生成画面３５５０に表示されている移動開始点ＭＳとは異

なる、所望の移動経路の移動開始点の位置を変更するための指示を入力してもよい。

[0521] ユーザは、三次元空間ＳＰ５内での移動終了点ＭＥの位置を変更する指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上において移動終了点ＭＥを移動させる（例えば、ドラッグする）操作を行うことで、移動終了点ＭＥの位置を変更する指示を入力してもよい。

[0522] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰ（つまり、移動基準点ＭＢＰ）とは異なる移動点ＭＰの移動軌跡が経路生成画面３５５０に表示されている場合には、移動終了点ＭＥは、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる移動点ＭＰの移動軌跡の移動終了点を示していることは、上述したとおりである。この場合、ユーザは、移動終了点ＭＥの位置（つまり、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる移動点ＭＰの移動軌跡の移動終了点の位置）を変更するために指示を入力してもよいし、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒの移動終了点の位置を変更するための指示を入力してもよい。つまり、場合によっては、ユーザは、経路生成画面３５５０に表示されている移動終了点ＭＥとは異なる、所望の移動経路の移動終了点の位置を変更するための指示を入力してもよい。

[0523] ユーザは、三次元空間ＳＰ５内での移動経由点ＭＩの位置を変更する指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上において移動経由点ＭＩを移動させる（例えば、ドラッグする）操作を行うことで、移動経由点ＭＩの位置を変更する指示を入力してもよい。

[0524] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰ（つまり、移動基準点ＭＢＰ）とは異なる移動点ＭＰの移動軌跡が経路生成画面３５５０に表示されている場合には、移動経由点ＭＩは、ツールセンターポイントＴＣＰとは異なる移動点ＭＰの移動軌跡の移動経由点を示していることは、上述したとおりである。この場合、ユーザは、移動経由点ＭＩの位置（つまり、ツールセンターポイントＴＣＰ

とは異なる移動点ＭＰの移動軌跡の移動経由点の位置）を変更するために指示を入力してもよいし、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒの移動経由点の位置を変更するための指示を入力してもよい。つまり、場合によっては、ユーザは、経路生成画面３５５０に表示されている移動経由点ＭＩとは異なる、所望の移動経路の移動経由点の位置を変更するための指示を入力してもよい。

[0525] ユーザは、少なくとも一つの移動経由点ＭＩを三次元空間ＳＰ５に追加する指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。ユーザは、少なくとも一つの移動経由点ＭＩを三次元空間ＳＰ５から削除する指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。

[0526] ユーザは、三次元空間ＳＰ５内でのエンドエフェクタモデルＥＭの位置を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上においてエンドエフェクタモデルＥＭを移動させる（例えば、ドラッグする）操作を行うことで、エンドエフェクタモデルＥＭの位置を変更する指示を入力してもよい。尚、上述した移動開始点ＭＳ、移動終了点ＭＥ及び移動経由点ＭＩの少なくとも一つの位置を変更するための指示は、実質的には、三次元空間ＳＰ５内でのエンドエフェクタモデルＥＭの位置を変更するための指示と等価であるとみなしてもよい。なぜならば、移動開始点ＭＳ、移動終了点ＭＥ及び移動経由点ＭＩの少なくとも一つの位置が変わると、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒが変わるがゆえに、エンドエフェクタモデルＥＭの位置（典型的には、移動経路）もまた変わるからである。

[0527] ユーザは、三次元空間ＳＰ５内でのエンドエフェクタモデルＥＭの姿勢を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上においてエンドエフェクタモデルＥＭを移動させる（例えば、回転させる）操作を行うことで、エンドエフェクタモデルＥＭの姿勢を変更する指示を入力してもよい。一例として、ユーザは、三次元空間ＳＰ５内での移動開始点ＭＳに

おけるエンドエフェクタ４の姿勢を変更する指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。他の一例として、ユーザは、三次元空間ＳＰ５内での移動終了点ＭＥにおけるエンドエフェクタ４の姿勢を変更する指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。他の一例として、ユーザは、三次元空間ＳＰ５内での移動経由点ＭＩにおけるエンドエフェクタ４の姿勢を変更する指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。

[0528] ユーザは、三次元空間ＳＰ５内でのロボットモデルＲＭの位置を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上においてロボットモデルＲＭを移動させる（例えば、ドラッグする）操作を行うことで、ロボットモデルＲＭの位置を変更する指示を入力してもよい。尚、上述した移動開始点ＭＳ、移動終了点ＭＥ及び移動経由点ＭＩの少なくとも一つの位置を変更するための指示は、実質的には、三次元空間ＳＰ５内でのロボットモデルＲＭの位置を変更するための指示と等価であるとみなしてもよい。なぜならば、移動開始点ＭＳ、移動終了点ＭＥ及び移動経由点ＭＩの少なくとも一つの位置が変わると、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒが変わるがゆえに、ロボットモデルＲＭの位置（典型的には、移動経路）もまた変わるからである。

[0529] ユーザは、三次元空間ＳＰ５内でのロボットモデルＲＭの姿勢を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上においてロボットモデルＲＭを移動させる（例えば、回転させる）操作を行うことで、ロボットモデルＲＭの姿勢を変更する指示を入力してもよい。

[0530] ユーザは、三次元空間ＳＰ５内での周辺物体モデルＳＭの位置を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上において周辺物体モデルＳＭを移動させる（例えば、ドラッグする）操作を行うことで、

周辺物体モデルＳＭの位置を変更する指示を入力してもよい。尚、三次元空間ＳＰ５内での周辺物体モデルＳＭの配置位置が周辺物体の実際の配置位置に対応していてもよいことは、上述したとおりである。このため、周辺物体モデルＳＭの位置が変更された場合には、ユーザは、実際の周辺物体の位置を合わせて変更してもよい。

[0531] ユーザは、三次元空間ＳＰ５内での周辺物体モデルＳＭの姿勢を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。例えば、ユーザは、入力装置３４を用いて、経路生成画面３５５０上において周辺物体モデルＳＭを移動させる（例えば、回転させる）操作を行うことで、周辺物体モデルＳＭの姿勢を変更する指示を入力してもよい。尚、三次元空間ＳＰ５内での周辺物体モデルＳＭの姿勢が周辺物体の実際の姿勢に対応していてもよいことは、上述した通りである。このため、周辺物体モデルＳＭの姿勢が変更された場合には、ユーザは、実際の周辺物体の姿勢を合わせて変更してもよい。

[0532] ユーザは、エンドエフェクタモデルＥＭの種類を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。つまり、ユーザは、移動経路ＭＲｒを生成するためのエンドエフェクタモデルＥＭを、第１の種類のエンドエフェクタ４に対応する第１の種類のエンドエフェクタモデルＥＭから、第１の種類とは異なる第２の種類のエンドエフェクタ４に対応する第２の種類のエンドエフェクタモデルＥＭに変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。この場合、エンドエフェクタモデルＥＭの種類の変更に起因して、エンドエフェクタモデルＥＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つが変更され、その結果、移動経路ＭＲｒが変更される可能性がある。或いは、エンドエフェクタモデルＥＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つの変更を変更する前は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たすことができなかった移動経路ＭＲｒが、エンドエフェクタモデルＥＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つの変更を変更に起

因して、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす可能性が出てくる。尚、エンドエフェクタモデルＥＭの種類が変更された場合には、ユーザは、ロボット１に取り付けられるエンドエフェクタ４の種類も合わせて変更してもよい。

[0533] ユーザは、ロボットモデルＲＭの種類を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。つまり、ユーザは、移動経路ＭＲｒを生成するためのロボットモデルＲＭを、第１の種類のロボット１に対応する第１の種類のロボットモデルＲＭから、第１の種類とは異なる第２の種類のロボット１に対応する第２の種類のロボットモデルＲＭに変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。この場合、ロボットモデルＲＭの種類の変更に起因して、ロボットモデルＲＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つが変更され、その結果、移動経路ＭＲｒが変更される可能性がある。或いは、ロボットモデルＲＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つの変更を変更する前は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たすことができなかった移動経路ＭＲｒが、ロボットモデルＲＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つの変更を変更に起因して、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす可能性が出てくる。尚、ロボットモデルＲＭの種類が変更された場合には、ユーザは、エンドエフェクタ４が取り付けられるロボット１の種類も合わせて変更してもよい。

[0534] ユーザは、周辺物体モデルＳＭの種類を変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。つまり、ユーザは、移動経路ＭＲｒを生成するための周辺物体モデルＳＭを、第１の種類の周辺物体に対応する第１の種類の周辺物体モデルＳＭから、第１の種類とは異なる第２の種類の周辺物体に対応する第２の種類の周辺物体モデルＳＭに変更するための指示を、移動経路ＭＲｒを変更するための指示として入力してもよい。この

場合、周辺物体モデルＳＭの種類の変更に起因して、周辺物体モデルＳＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つが変更され、その結果、移動経路ＭＲｒが変更される可能性がある。或いは、周辺物体モデルＳＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つの変更を変更する前は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たすことができなかった移動経路ＭＲｒが、周辺物体モデルＳＭのサイズ及び形状等の少なくとも一つの変更を変更に起因して、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす可能性が出てくる。尚、周辺物体モデルＳＭの種類が変更された場合には、ユーザは、ロボット１の周辺に位置する実際の周辺物体の種類も合わせて変更してもよい。

[0535] ユーザは、経路生成画面３５５０に表示されている干渉情報に基づいて、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を入力してもよい。例えば、ユーザは、経路生成画面３５５０に表示されている干渉情報に基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しなくなるように、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を入力してもよい。つまり、ユーザは、経路生成画面３５５０に表示されている干渉情報に基づいて、移動経路ＭＲｒに基づいてツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１を駆動したと仮定した場合に、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しなくなるように、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を入力してもよい。

[0536] その後、経路生成部３１５は、ステップＳ２５５において取得したユーザの指示に基づいて、移動経路ＭＲｒを変更する（ステップＳ２５６）。例えば、経路生成部３１５は、生成済みの移動経路ＭＲｒを変更してもよい。この場合、経路生成部３１５は、ユーザの指示に基づく変更点を生成済みの移動経路ＭＲｒに反映するように、移動経路ＭＲｒの少なくとも一部を変更してもよい。この場合においても、経路生成部３１５は、ステップＳ２５２において移動経路ＭＲｒを生成する場合と同様の処理を行う（例えば、ランダムベースの

経路計画法に基づく処理を行う）ことで、移動経路ＭＲｒを変更してもよい。或いは、経路生成部３１５は、変更された移動経路ＭＲｒに相当する新たな移動経路ＭＲｒを新たに生成してもよい。つまり、ステップＳ２５６における移動経路ＭＲｒを変更する処理は、生成済みの移動経路ＭＲｒを変更する処理と、変更された移動経路ＭＲｒに相当する新たな移動経路ＭＲｒを新たに生成する処理との少なくとも一つを意味していてもよい。尚、変更された移動経路ＭＲｒに相当する新たな移動経路ＭＲｒを生成する処理は、ステップＳ２５２における移動経路ＭＲｒを生成する処理と同一であってもよい。

[0537] 以降は、経路生成部３１５は、ステップＳ２５３以降の処理を繰り返してもよい。つまり、経路生成部３１５は、ステップＳ２５６において変更した移動経路ＭＲｒを表示し（ステップＳ２５３）、ステップＳ２５６において変更した移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定し（ステップＳ２５４）、ステップＳ２５６において変更した移動経路ＭＲｒが適切でない場合には、再度移動経路ＭＲｒを変更してもよい（ステップＳ２５６）。

[0538] 他方で、ステップＳ２５４における判定の結果、生成された移動経路ＭＲｒが適切であると判定された場合には（ステップＳ２５４：Ｙｅｓ）、移動経路ＭＲｒを変更する必要性が低いと想定される。この場合、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を終了してもよい。

[0539] 以上説明したように、経路生成部３１５は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前に、図１９に示す経路生成処理を行う。つまり、経路生成部３１５は、移動経路ＭＲｒを生成するためにロボット１を実際に動かすことなく、図１９に示す経路生成処理を行う。言い換えれば、経路生成部３１５は、ロボット１を動かすことなく、図１９に示す経路生成処理を開始し、且つ、終了する。尚、ロボット１を動かすことは、ロボットアーム１２の少なくとも一部を動かすことを含んでいてもよい。ロボット１を動かすことは、ロボットアーム１２が含む少なくとも一つのリンク１２１を動かすことを含んでいてもよい。ロボット１を動かすことは、基台１１を動かすことを含んでいてもよい。基台１１が自動搬送車とし

て機能する又は基台１１が自動搬送車に載置されている場合には、ロボット１を動かすことは、自動搬送車を動かすことを含んでいてもよい。

[0540] このため、経路生成部３１５は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前に、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを生成し、且つ、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを表示装置３５に表示することができる。このため、ユーザは、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前に、生成された移動経路ＭＲｒが適切であるか否かを判定することができる。その結果、生成された移動経路ＭＲｒが適切でないと判定された場合には、経路生成部３１５は、移動経路ＭＲｒを生成し直すことができる。このため、適切でない移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する（つまり、ロボット１が移動する）ことなく、経路生成部３１５は、適切な移動経路ＭＲｒを生成することができる。その結果、適切でない移動経路ＭＲｒに沿ったツールセンターポイントＴＣＰの移動に起因してエンドエフェクタ４と周辺物体又はロボット１の一部との干渉を引き起こすことなく、経路生成部３１５は、適切な移動経路ＭＲｒを生成することができる。

[0541] 但し、経路生成部３１５は、図１９のステップＳ２５４、Ｓ２５５及びＳ２５６を行わなくてもよい。つまり、経路生成部３１５は、ステップＳ２５２において生成した移動経路ＭＲｒを表示する一方で、移動経路ＭＲｒが適切か否かを判定しなくてもよい、移動経路ＭＲｒが適切か否かを判定しなくてもよいし、移動経路ＭＲｒを変更しなくてもよい。ユーザは、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力しなくてもよい。

[0542] 尚、ロボット１を動かすことなく図１９に示す経路生成処理を行うことは、ロボット１が停止している状態で図１９に示す経路生成処理を行うことと等価であるとみなしてもよい。

[0543] ロボット１が停止している状態は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前にロボット１が停止している状態を含んでいてもよい。

[0544] ロボット１が停止している状態は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始めた後にロボット１が停止している状態を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことで、経路生成部３１５が生成した移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１を制御してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒを移動し終えた後に、ロボット１を停止させてもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒを移動している途中で、ロボット１を停止させてもよい。その後、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を開始してもよい。つまり、経路生成部３１５は、新たな移動経路ＭＲｒを生成するために、図１９に示す経路生成処理を開始してもよい。

[0545] （５－２）経路生成処理の変形例

続いて、経路生成処理の変形例について説明する。尚、以下に説明する一の変形例は、一の変形例とは異なる他の変形例と組み合わせられてもよい。

[0546] （５－２－１）経路生成処理の第１変形例

ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４は、必要に応じて交換されてもよい。一例として、ロボット１は、ロボットアーム１２に取り付けられた第１のエンドエフェクタ４＃１１を用いて、物体ＯＢＪに対して所定の第１処理を行ってもよい。その後、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が、第１のエンドエフェクタ４＃１１から第２のエンドエフェクタ４＃１２に交換されてもよい。その後、ロボット１は、ロボットアーム１２に取り付けられた第２のエンドエフェクタ４＃１２を用いて、物体ＯＢＪに対して所定の第２処理を行ってもよい。

[0547] この場合、第１変形例では、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を行うことで、第１のエンドエフェクタ４＃１１がロボットアーム１２に取り付けられている場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（第１の移動経路ＭＲｒ＃１）を生成してもよい。一方で、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を行うことなく、第２のエンドエフェクタ４＃１２がロボットアーム１２に取り付けられている場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（第２の移動経路ＭＲｒ＃２）を生成してもよい。

[0548] 例えば、図２４（ａ）は、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１を移動する状況下でのロボットアーム１２に取り付けられた第１のエンドエフェクタ４＃１１を、第１のエンドエフェクタ４＃１１の三次元モデルである第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１を用いて示している。ここで、図２４（ｂ）に示すように、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１上の位置Ｐ１に到達した場合に、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が、第１のエンドエフェクタ４＃１１から第２のエンドエフェクタ４＃１２に交換される例について説明する。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１上の位置Ｐ１に到達した場合に、ロボットアーム１２に第２のエンドエフェクタ４＃１２が新たに取り付けられる例について説明する。言い換えれば、第１のエンドエフェクタ４＃１１が第１の移動経路ＭＲｒ＃１に従って（言い換えれば、基づいて）移動する過程で、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が、第１のエンドエフェクタ４＃１１から第２のエンドエフェクタ４＃１２に交換される例について説明する。つまり、第１のエンドエフェクタ４＃１１が第１の移動経路ＭＲｒ＃１に従って移動する過程で、ロボットアーム１２に第２のエンドエフェクタ４＃１２が新たに取り付けられる例について説明する。

[0549] この場合、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１と、第２のエンドエフェクタ４＃１２の三次元モデルである第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２とに基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、経路生成部３１５は、第２のエンドエフェクタ４＃１２のツール

センターポイントＴＣＰが生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１に沿って移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行い、シミュレーションの結果に基づいて、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動開始点ＭＳから第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。一例として、経路生成部３１５は、第２のエンドエフェクタ４＃１２のツールセンターポイントＴＣＰが生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１に沿って移動するように第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２を移動させるシミュレーションを行い、シミュレーションの結果に基づいて、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動開始点ＭＳから第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。

[0550] 或いは、図２４（ａ）に示す例では、第１のエンドエフェクタ４＃１１に対応するツールセンターポイントＴＣＰは、第１の移動経路ＭＲｒ＃１のうち一部を既に移動済みである。この場合、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１の全体に代えて、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１の一部と、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２とに基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。具体的には、第１のエンドエフェクタ４＃１１に対応するツールセンターポイントＴＣＰは、第１の移動経路ＭＲｒ＃１のうちの一部であって且つ移動開始点ＭＳから位置Ｐ１までの移動済経路部分ＭＲｒｐ１－３を移動済みである一方で、第１の移動経路ＭＲｒ＃１のうち他の一部であって且つ位置Ｐ１から移動終了点ＭＥまでの未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４を未だ移動していない。この場合、経路生成部３１５は、未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２とに基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、経路生成部３１５は、第２のエンドエフェクタ４＃１２のツールセンターポイントＴＣＰが未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４に沿って移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行い、シミュレーションの結果に基づいて、第１の移動経路ＭＲｒ＃１上の位置Ｐ１から第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。一例として、経路生成部３１

５は、第２のエンドエフェクタ４＃１２のツールセンターポイントＴＣＰが未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４に沿って移動するように第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２を移動させるシミュレーションを行い、シミュレーションの結果に基づいて、第１の移動経路ＭＲｒ＃１上の位置Ｐ１から第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。

[0551] 第１の移動経路ＭＲｒ＃１上の位置Ｐ１から第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２の一例が図２４（ｂ）に示されている。図２４（ｂ）に示す例では、位置Ｐ１から移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２は、位置Ｐ１から移動終了点ＭＥに至る第１の移動経路ＭＲｒ＃１と異なる。但し、位置Ｐ１から移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２の一部は、位置Ｐ１から移動終了点ＭＥに至る第１の移動経路ＭＲｒ＃１の一部と同一であってもよい。位置Ｐ１から移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２の全部は、位置Ｐ１から移動終了点ＭＥに至る第１の移動経路ＭＲｒ＃１の全部と同一であってもよい。また、図２４（ｂ）は、位置Ｐ１から第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成する例を示しているが、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動開始点ＭＳから第１の移動経路ＭＲｒ＃１の移動終了点ＭＥに至る第２の移動経路ＭＲｒ＃２が生成される場合においても、同様のことが言える。

[0552] 経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１を生成する際に、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない非干渉空間を算出しておいてもよい。或いは、経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１に基づいて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない非干渉空間を算出してもよい。非干渉空間は、仮想空間内の部分的な空間であってもよい。非干渉空間は、非干渉空間内をエンドエフェクタモデルＥＭ（この例では、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１）が移動した場合に第１のエンドエフェクタ

モデルＥＭ＃１１、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす空間であってもよい。経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１を生成する際に、仮想空間内の各位置に第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１を配置すると共に、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しているか否かを判定する動作を、仮想空間内の複数の位置において繰り返すことで、非干渉空間を算出しておいてもよい。尚、経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の生成と並行して非干渉空間を算出してもよいし、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の生成前に非干渉空間を算出してもよいし、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の生成後に非干渉空間を算出してもよい。この場合、経路生成部３１５は、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２が非干渉空間を移動するように、第２のエンドエフェクタ４＃１２に基づいて第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。

[0553] 経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１及び第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２に加えて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１にも基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、経路生成部３１５は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１の形状と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２の形状との差分を考慮しながら、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない非干渉空間を第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２が移動するように、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、経路生成部３１５は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１の形状と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２の形状との差分に基づいて、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない第１の非干渉空間を、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない第２の非干渉空間に変更し（言い換えれば、変換し）、第２の非干渉空間を第２のエンドエフェ

クタモデルＥＭ＃１２が移動するように、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、経路生成部３１５は、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１の形状と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２の形状との差分に基づいて、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１をオフセットすることで、オフセットされた第１の移動経路ＭＲｒ＃１を、第２の移動経路ＭＲｒ＃２として生成してもよい。一例として、例えば、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１を、第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１の全長と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２の全長との差分だけオフセットすることで、オフセットされた第１の移動経路ＭＲｒ＃１を、第２の移動経路ＭＲｒ＃２として生成してもよい。

[0554] 経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１及び第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２に加えて、周辺物体モデルＳＭにも基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１及び第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２に加えて、ロボットモデルＲＭにも基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。つまり、経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１及び第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２に加えて、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つにも基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。

[0555] 経路生成部３１５がロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つにも基づいて第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成する場合には、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成するために、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しているか否かを判定してもよい。具体的には、経路生成部３１５は、第２のエンドエフェクタ４＃１２のツールセンターポイントＴＣＰが生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１に沿って移動するようにロボット１を駆動するシミュレーションを行い、シミュレーションの結果に基づいて、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しているか否かを

判定してもよい。つまり、経路生成部３１５は、第２のエンドエフェクタ４＃１２のツールセンターポイントＴＣＰが生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１に沿って移動するように第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２及びロボットモデルＲＭを移動させるシミュレーションを行い、シミュレーションの結果に基づいて、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しているか否かを判定してもよい。

[0556] 第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないと判定された場合には、経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１を、そのまま第２の移動経路ＭＲｒ＃２として用いてもよい。

[0557] 一方で、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生していると判定された場合には、経路生成部３１５は、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２と周辺物体モデルＳＭとの干渉が発生しなくなるように、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、図２４（ｃ）に示すように、経路生成部３１５は、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２と周辺物体モデルＳＭとの干渉が発生しなくなるように第１の移動経路ＭＲｒ＃１の少なくとも一部を修正する（言い換えれば、変更する）ことで、修正した第１の移動経路ＭＲｒ＃１を含む移動経路を、第２の移動経路ＭＲｒ＃２として生成してもよい。

[0558] このように、第１変形例では、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１に基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成することができる。例えば、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１を修正することで、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成することができる。或いは、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１を、そのまま第２の移動経路ＭＲｒ＃２として用いることができる。このため、第１の移動経路ＭＲｒ＃１に基づくことなく第２の移動経路ＭＲｒ＃２が一から新たに生成される場合と比較して、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成

するための処理負荷を低減することができる。更には、第１の移動経路ＭＲｒ＃１に基づくことなく第２の移動経路ＭＲｒ＃２が一から新たに生成される場合と比較して、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成するために必要な時間を短縮することができる。

[0559] 第１の移動経路ＭＲｒ＃１の少なくとも一部を修正する場合には、経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１のうち、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉を引き起こす経路部分である干渉経路部分ＭＲｒｐ１－２を修正してもよい。干渉経路部分ＭＲｒｐ１－２は、第２のエンドエフェクタ４＃１２のツールセンターポイントＴＣＰが干渉経路部分ＭＲｒｐ１－２に沿って移動する場合に、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生するという条件を満たす経路である。一方で、経路生成部３１５は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１のうち、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉を引き起こさない経路部分である非干渉経路部分ＭＲｒｐ１－１を修正してもよい。非干渉経路部分ＭＲｒｐ１－１は、第２のエンドエフェクタ４＃１２のツールセンターポイントＴＣＰが非干渉経路部分ＭＲｒｐ１－１に沿って移動する場合に、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす経路である。この場合、第２の移動経路ＭＲｒ＃２は、修正されていない非干渉経路部分ＭＲｒｐ１－１と、修正済みの干渉経路部分ＭＲｒｐ１－２とを含んでいてもよい。その結果、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の全体を変更することで第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成する場合と比較して、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成するための処理負荷を低減することができる。更には、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の全体を変更することで第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成する場合と比較して、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成するために必要な時間を短縮することができる。

[0560] 第１のエンドエフェクタ４＃１１が第１の移動経路ＭＲｒ＃１に従って（言い換えれば、基づいて）移動する過程で、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が、第１のエンドエフェクタ４＃１１から第２のエンドエフェクタ４＃１２に交換される場合には、第２のエンドエフェクタ４＃１２は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１のうち第１のエンドエフェクタ４＃１１に対応するツールセンターポイントＴＣＰが未だに移動していない未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４に従って（言い換えれば、基づいて）移動する。つまり、第２のエンドエフェクタ４＃１２に対応するツールセンターポイントＴＣＰが未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４を移動するように、第２のエンドエフェクタ４＃１２が移動する。図２４（ｃ）に示す例では、第２のエンドエフェクタ４＃１２に対応するツールセンターポイントＴＣＰが位置Ｐ１から移動終了点ＭＥまで移動するように、第２のエンドエフェクタ４＃１２が移動する。一方で、第２のエンドエフェクタ４＃１２は、第１の移動経路ＭＲｒ＃１のうち第１のエンドエフェクタ４＃１１に対応するツールセンターポイントＴＣＰが既に移動した移動済経路部分ＭＲｒｐ１－３に従って（言い換えれば、基づいて）移動しなくてもよい。つまり、第２のエンドエフェクタ４＃１２に対応するツールセンターポイントＴＣＰが移動済経路部分ＭＲｒｐ１－３を移動するように、第２のエンドエフェクタ４＃１２が移動しなくてもよい。図２４（ｃ）に示す例では、第２のエンドエフェクタ４＃１２に対応するツールセンターポイントＴＣＰが移動開始点ＭＳから位置Ｐ１まで移動するように、第２のエンドエフェクタ４＃１２が移動しなくてもよい。この場合、経路生成部３１５は、未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４の少なくとも一部を修正する一方で、移動済経路部分ＭＲｒｐ１－３を修正しなくてもよい。例えば、経路生成部３１５は、未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４のうちの上述した干渉経路部分ＭＲｒｐ１－２に対応する少なくとも一部の経路部分を修正してもよい。この場合、第２の移動経路ＭＲｒ＃２は、修正されていない移動済経路部分ＭＲｒｐ１－３と、少なくとも一部が修正済みの未移動経路部分ＭＲｒｐ１－４とを含んでいてもよい。その結果、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の全体を変更することで第２の移動経路ＭＲ

ｒ＃２を生成する場合と比較して、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成するための処理負荷を低減することができる。更には、第１の移動経路ＭＲｒ＃１の全体を変更することで第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成する場合と比較して、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成するために必要な時間を短縮することができる。

[0561] 経路生成部３１５は、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が第１のエンドエフェクタ４＃１１から第２のエンドエフェクタ４＃１２に交換された後に、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。つまり、経路生成部３１５は、ロボットアーム１２に第２のエンドエフェクタ４＃１２が取り付けられた後に、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。

[0562] 或いは、経路生成部３１５は、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が第１のエンドエフェクタ４＃１１から第２のエンドエフェクタ４＃１２に交換される前に、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を予め生成しておいてもよい。つまり、経路生成部３１５は、ロボットアーム１２に第２のエンドエフェクタ４＃１２が取り付けられる前に、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を予め生成しておいてもよい。この場合、経路生成部３１５は、ロボットアーム１２に取り付けられた第１のエンドエフェクタ４＃１１が第１の移動経路ＭＲｒ＃１に従って移動開始した後に、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。或いは、経路生成部３１５は、ロボットアーム１２に取り付けられた第１のエンドエフェクタ４＃１１が第１の移動経路ＭＲｒ＃１に従って移動開始する前に、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。尚、第１の移動経路ＭＲｒ＃１は、通常、ロボットアーム１２に取り付けられた第１のエンドエフェクタ４＃１１が移動開始する前に生成されてもよい。なぜならば、第１の移動経路ＭＲｒ＃１が生成済みでなければ、第１のエンドエフェクタ４＃１１が移動開始できないからである。

[0563] 尚、図２５に示すように、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１を移動し終えた後に、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換される場合においても、経路生成部３１５は、上述し

た方法で、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１を移動し終えた後に、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換される場合においても、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１上の位置Ｐ１に到達した場合に、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換される場合と同様に、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１と、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２とに基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１を移動し終えた後に、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換される場合においても、経路生成部３１５は、上述した非干渉空間を用いて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１を移動し終えた後に、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換される場合においても、経路生成部３１５は、上述したように第１のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１１の形状と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２の形状との差分に基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。例えば、ツールセンターポイントＴＣＰが第１の移動経路ＭＲｒ＃１を移動し終えた後に、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換される場合においても、経路生成部３１５は、に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換される場合と同様に、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１と、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２と、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つとに基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。

[0564] また、上述した説明では、第１の移動経路ＭＲｒ＃１及び第２の移動経路ＭＲｒ＃２の双方が、移動基準点ＭＢＰとして用いられているツールセンターポイントＴＣＰの移動経路を示している。しかしながら、第１の移動経路ＭＲｒ＃１が、第１の移動基準点ＭＢＰの移動経路を示し、第２の移動経路ＭＲｒ＃２が、第１の移動基準点ＭＢＰとは異なる第２の移動基準点ＭＢＰの移動経路

を示していてもよい。つまり、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を行うことで、第１のエンドエフェクタ４＃１１がロボットアーム１２に取り付けられている場合の第１の移動基準点ＭＢＰの移動経路である第１の移動経路ＭＲｒ＃１を生成してもよい。一方で、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を行うことなく、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１と、第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２とに基づいて、第２のエンドエフェクタ４＃１２がロボットアーム１２に取り付けられている場合の第２の移動基準点ＭＢＰの移動経路ＭＲｒである第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成してもよい。

[0565] 上述した説明では、経路生成部３１５は、ロボットアーム１２に取り付けられたエンドエフェクタ４が交換される場合に、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１に基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成している。しかしながら、ロボットアーム１２に取り付けられるエンドエフェクタ４が交換されることに加えて又は代えて、エンドエフェクタ４が取り付けられるロボット１が交換されることがある。一例として、エンドエフェクタ４が取り付けられた第１のロボット１＃１が、物体ＯＢＪに対して所定の処理を行ってもよい。その後、エンドエフェクタ４が、第１のロボット１＃１から取り外され、第２のロボット１＃２に取り付けられてもよい。その後、エンドエフェクタ４が取り付けられた第２のロボット１＃２が、物体ＯＢＪに対して所定の処理を行ってもよい。この場合、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を行うことで、第１のロボット１＃１に取り付けられたエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（第１の移動経路ＭＲｒ＃１１）を生成してもよい。一方で、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を行うことなく、第２のロボット１＃２に取り付けられたエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ（第２の移動経路ＭＲｒ＃１２）を生成してもよい。この場合、経路生成部３１５は、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１１と、第２のロボットモデル＃２の三次元モデルである第２のロボットモデルＲＭ＃２とに基づいて、第２の移動経路ＭＲｒ＃１２を生成し

てもよい。尚、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１１と第２のロボットモデルＲＭ＃２とに基づいて第２の移動経路ＭＲｒ＃１２を生成する動作は、上述した生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２とに基づいて第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成する動作と同様であってもよい。つまり、生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１１と第２のロボットモデルＲＭ＃２とに基づいて第２の移動経路ＭＲｒ＃１２を生成する動作は、上述した生成済みの第１の移動経路ＭＲｒ＃１と第２のエンドエフェクタモデルＥＭ＃１２とに基づいて第２の移動経路ＭＲｒ＃２を生成する動作と比較して、交換される対象がエンドエフェクタ４ではなくロボット１であるという点を除いて、同一であってもよい。この場合においても、第１の移動経路ＭＲｒ＃１１に基づくことなく第２の移動経路ＭＲｒ＃１２が一から新たに生成される場合と比較して、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃１２を生成するための処理負荷を低減することができる。更には、第１の移動経路ＭＲｒ＃１１に基づくことなく第２の移動経路ＭＲｒ＃１２が一から生成される場合と比較して、経路生成部３１５は、第２の移動経路ＭＲｒ＃１２を生成するために必要な時間を短縮することができる。

[0566] （５－２－２）経路生成処理の第２変形例

上述したように、制御装置３は、図６のステップＳ２５において、経路生成部３１５を用いて図１９に示す経路生成処理を行うことで、ラフ移動動作によって移動するツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを生成している。特に、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを用いて、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｒを生成している。つまり、制御装置３は、ロボット１を実際に駆動したと仮定した場合にエンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｒを生成している。

[0567] 一方で、上述したように、制御装置３は、図６のステップＳ３４において、ロボット制御部３１６を用いて、ファイン移動動作によって移動するツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆを生成している。特に、上述したように、移動経路ＭＲｆを生成する場合においても、移動経路ＭＲｒを生成する場合と同様に、制御装置３は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｆを生成している。具体的には、制御装置３は、上述したように、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭを用いて、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｆを生成している。

[0568] 尚、ツールセンターポイントＴＣＰが待機位置ＰＷから処理対象位置ＰＴＰに移動する過程で、ツールセンターポイントＴＣＰは、待機位置ＰＷからファインアプローチ位置ＰＦまでの移動経路ＭＲｒを移動し、その後、ファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路ＭＲｆを移動する。このため、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれは、待機位置ＰＷから処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路の一部であるとみなしてもよい。移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪ（例えば、ワークＷ）に所定の処理を行うために移動するべき移動経路全体の一部であるとみなしてもよい。移動経路ＭＲｒは、移動経路ＭＲｆよりも物体ＯＢＪから遠い移動経路であるとみなしてもよい。移動経路ＭＲｒは、移動経路ＭＲｆよりも処理対象位置ＰＴＰから遠い移動経路であるとみなしてもよい。移動経路ＭＲｆよりも物体ＯＢＪから遠い移動経路であるとみなしてもよい。移動経路ＭＲｆは、移動経路ＭＲｒよりも処理対象位置ＰＴＰに近い移動経路であるとみなしてもよい。

[0569] 第２変形例では、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれを生成する際に、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭに代えて、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いてもよい。拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘは、エンドエフェクタモデルＥＭを拡張する（言い換えれば、拡大する）ことで得

られる三次元モデルである。例えば、図２６（ａ）に示すように、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘは、エンドエフェクタモデルＥＭの全体を拡張することで得られる三次元モデルであってもよい。例えば、図２６（ｂ）に示すように、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘは、エンドエフェクタモデルＥＭの一部を拡張することで得られる三次元モデルであってもよい。つまり、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘは、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部を拡張することで得られる三次元モデルであってもよい。尚、エンドエフェクタモデルＥＭ及び拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘは、いずれも、エンドエフェクタ４の三次元モデルに基づく三次元モデルであるとみなしてもよい

エンドエフェクタモデルＥＭの拡張は、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部の体積の増加を意味していてもよい。この場合、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘは、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部の体積を増加させることで得られる三次元モデルであるとみなしてもよい。尚、エンドエフェクタモデルＥＭの少なくとも一部の体積を増加させることで得られる三次元モデルは、少なくとも一部の体積が増加したエンドエフェクタ４の三次元モデルと等価であるとみなしてもよい。

[0570] 尚、エンドエフェクタモデルＥＭが、中身が詰まった物体としてエンドエフェクタ４を表す三次元モデルであるソリッドモデルである場合には、エンドエフェクタモデルＥＭの体積は、文字通り、中身が詰まったエンドエフェクタモデルＥＭの体積を意味していてもよい。一方で、エンドエフェクタモデルＥＭが、エンドエフェクタ４の表面の少なくとも一部に相当する面を用いてエンドエフェクタ４を表す三次元モデルであるサーフェスモデルである場合には、エンドエフェクタモデルＥＭの体積は、エンドエフェクタモデルＥＭが表す面によって囲まれた空間の体積を意味していてもよい。この場合、次の段落で説明する「表面の各部分の所望の拡張方向に移動させる」ことが、サーフェスモデルであるエンドエフェクタモデルＥＭの体積を増加させることと等価であるとみなしてもよい。

[0571] エンドエフェクタモデルＥＭの拡張は、エンドエフェクタモデルＥＭの表面の各部分を所望の拡張方向に沿って移動させることを意味していてもよい。例えば、エンドエフェクタモデルＥＭの拡張は、エンドエフェクタモデルＥＭの表面の各部分を、各部分におけるエンドエフェクタモデルＥＭの表面の法線に沿って移動させることを意味していてもよい。この場合、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘは、移動後の各部分を用いて規定される三次元モデルを意味していてもよい。

[0572] エンドエフェクタモデルＥＭの拡張は、エンドエフェクタモデルＥＭの表面の各部分を所望の拡張量ｅｘａだけ移動させることを意味していてもよい。この場合、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘは、移動後の各部分を用いて規定される三次元モデルを意味していてもよい。拡張量ｅｘａは、固定値であってもよい。拡張量ｅｘａは、変更可能な可変値であってもよい。

[0573] 拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられる場合には、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれを生成してもよい。この場合、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられない場合と比較して、ロボット１が実際に移動している期間におけるエンドエフェクタ４の干渉の発生（特に、実際の接触）をより適切に防止することができる。具体的には、図２７（ａ）の上部に示すように、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられる場合には、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘと、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのそれぞれとの間の距離が、所定の許容距離ＡＤ２よりも長くなるように、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれを生成してもよい。その結果、図２７（ａ）の下部に示すように、ロボット１が実際に移動している期間において、エンドエフェクタ４は、ロボット１及び周辺物体のそれぞれとエンドエフェクタ４との間の距離が、所定の許容距離ＡＤ１と拡張量ｅｘａとの総和よりも長くなるように移動する。一方で、図２７（ｂ）の上部に示すように、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿

ｅｘが用いられない場合と比較して、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのそれぞれとの間の距離が、所定の許容距離ＡＤ２よりも長くなるように、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれを生成してもよい。その結果、図２７（ｂ）の下部に示すように、ロボット１が実際に移動している期間において、エンドエフェクタ４は、ロボット１及び周辺物体のそれぞれとエンドエフェクタ４との間の距離が、所定の許容距離ＡＤ１よりも長くなるように移動する。このように、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられる場合には、エンドエフェクタモデルＥＭが用いられる場合と比較して、ロボット１が実際に移動している期間において、ロボット１及び周辺物体のそれぞれとエンドエフェクタ４との間の距離が拡張量ｅｘａだけ長くなることが期待される。このため、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられる場合には、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられない場合と比較して、制御装置３は、エンドエフェクタ４の干渉の発生をより適切に防止することができる。つまり、制御装置３は、ロボット１及び周辺物体のそれぞれとエンドエフェクタ４との干渉の発生をより適切に防止することができる。

[0574] 特に、周辺物体の実際の位置が、制御装置３が想定している周辺物体の位置とは異なる場合において、制御装置３は、周辺物体とエンドエフェクタ４との干渉（特に、実際の接触）が発生する可能性を低くすることができる。具体的には、上述したように、制御装置３は、仮想空間において、周辺物体の実際の位置（この場合、周辺物体の実際の位置として制御装置３が想定している位置）に対応する位置に周辺物体モデルＳＭを配置した上で、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれを生成している。しかしながら、周辺物体が、制御装置３が想定している周辺物体の位置とは異なる位置に位置している（つまり、周辺物体の実際の位置が、制御装置３が想定している位置とは異なる）場合には、仮想空間において、周辺物体モデルＳＭは、周辺物体の実際の位置に対応する位置とは異なる

位置に位置している可能性がある。その結果、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いない場合には、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれが生成された場合であっても、生成された移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれに従ってエンドエフェクタ４が実際に移動すると、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生する可能性がある。しかしながら、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられる場合には、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられない場合と比較して、エンドエフェクタ４と周辺物体との間の距離が長くなる。このため、周辺物体の実際の位置が、制御装置３が想定している周辺物体の位置とは異なる場合においても、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生する可能性は低くなる。

[0575] 拡張量ｅｘａは、ユーザによって設定されてもよい。この場合、制御装置３は、ユーザが拡張量ｅｘａを設定するために操作可能な表示画面を表示するように、表示装置３５を制御してもよい。例えば、制御装置３は、ユーザが拡張量ｅｘａを設定するために操作可能な表示オブジェクトを含む経路生成画面３５５０を表示するように、表示装置３５を制御してもよい。この場合、ユーザは、表示装置３５に表示された表示画面（例えば、経路生成画面３５５０）を介して、拡張量ｅｘａを設定するための指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。

[0576] 拡張量ｅｘａは、制御装置３（例えば、経路生成部３１５及びロボット制御部３１６の少なくとも一つ）によって設定されてもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタ４に干渉する可能性がある周辺物体の特性（例えば、サイズ及び形状の少なくとも一つ）に基づいて、エンドエフェクタ４と周辺物体との干渉の発生を防止することが可能な拡張量ｅｘａを設定してもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭに干渉する可能性がある周辺物体モデルＳＭの特性（例えば、サイズ及び形状の少なくとも一つ）に基づ

いて、エンドエフェクタ４と周辺物体との干渉の発生を防止することが可能な拡張量ｅｘａを設定してもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタ４に干渉する可能性があるロボット１の特性（例えば、サイズ及び形状の少なくとも一つ）に基づいて、エンドエフェクタ４とロボット１との干渉の発生を防止することが可能な拡張量ｅｘａを設定してもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタ４に干渉する可能性があるロボットモデルＲＭの特性（例えば、サイズ及び形状の少なくとも一つ）に基づいて、エンドエフェクタ４とロボット１との干渉の発生を防止することが可能な拡張量ｅｘａを設定してもよい。

[0577] 第２変形例では特に、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａと、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａとが異なる。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａとして、第１の拡張量ｅｘａ１を用い、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａとして、第１の拡張量ｅｘａ１とは異なる第２の拡張量ｅｘａ２を用いてもよい。但し、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａと、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａとが同一であってもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａとして、第１の拡張量ｅｘａ１を用い、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａとして、第１の拡張量ｅｘａ１と同じ第２の拡張量ｅｘａ２を用いてもよい。

[0578] 移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａよりも多くてもよい。移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａは、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａよりも少なくてもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａとして、第２の拡張量ｅｘａ２よりも多い第１の拡張量ｅｘａ１を用い、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張量ｅｘａとして、第１の拡張量ｅｘａ１よりも少ない第２の拡張量ｅｘａ２を用いてもよい。

[0579] 一例として、エンドエフェクタ４がワークＷを保持する保持処理を行う場合には（図３（ａ）から図３（ｄ）参照）、制御装置３は、ワークＷが収容されている収容箱ＣＢにエンドエフェクタ４を近づけるための移動経路ＭＲｒを生成する場合に、後述する第２の拡張量ｅｘａ２よりも多い第１の拡張量ｅｘａ１を用いてもよい。一方で、制御装置３は、ワークＷを実際に保持するようにワークＷにエンドエフェクタ４を近づけるための移動経路ＭＲｆを生成する場合に、上述した第１の拡張量ｅｘａ１よりも少ない第２の拡張量ｅｘａ２を用いてもよい。

[0580] 他の一例として、エンドエフェクタ４がワークＷをパレットＰＬＴに配置する（つまり、リリースする）リリース処理を行う場合には（図４（ａ）から図４（ｄ）参照）、制御装置３は、ワークＷを配置するべき（リリースするべき）パレットＰＬＴに一定距離までエンドエフェクタ４を近づけるための移動経路ＭＲｒを生成する場合に、相対的に多い第１の拡張量ｅｘａ１を用いてもよい。一方で、制御装置３は、ワークＷを実際に配置するようにパレットＰＬＴの近傍にまでエンドエフェクタ４をより一層近づけるための移動経路ＭＲｆを生成する場合に、相対的に少ない第２の拡張量ｅｘａ２を用いてもよい。

[0581] 他の一例として、エンドエフェクタ４が第１のワークＷを第２のワークＷにはめ込む（言い換えれば、組み付ける）処理を行う場合には、制御装置３は、第１のワークＷをはめ込むべき第２のワークＷにエンドエフェクタ４を一定距離まで近づけるための移動経路ＭＲｒを生成する場合に、相対的に多い第１の拡張量ｅｘａ１を用いてもよい。一方で、制御装置３は、第１のワークＷを第２のワークＷに実際にはめ込むように第２のワークＷの近傍にまでエンドエフェクタ４を近づけるための移動経路ＭＲｆを生成する場合に、相対的に少ない第２の拡張量ｅｘａ２を用いてもよい。

[0582] この場合、第１の拡張量ｅｘａ１が第２の拡張量ｅｘａ２よりも多いがゆえに、図２８（ａ）に示すように、制御装置３は、拡張量ｅｘａが大きい拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて、移動経路ＭＲｒを生成する。その結果、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘに基づいて移動経路ＭＲｒが生

成される場合には、通常のエンドエフェクタモデルＥＭに基づいて移動経路ＭＲｒが生成される場合と比較して、エンドエフェクタモデルＥＭとロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一方との間の間隔が、拡張量ｅｘａの分だけ広がる。その結果、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘに基づいて生成された移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する場合には、通常のエンドエフェクタモデルＥＭに基づいて生成された移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する場合と比較して、エンドエフェクタ４とロボット１及び周辺物体の少なくとも一方との間の間隔が、拡張量ｅｘａに対応する間隔だけ広がる。つまり、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘに基づいて生成された移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する場合には、通常のエンドエフェクタモデルＥＭに基づいて生成された移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する場合と比較して、エンドエフェクタ４は、ロボット１及び周辺物体の少なくとも一方からより一層離れた位置を移動することになる。このため、制御装置３は、移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４の干渉の発生を適切に防止することができる。

[0583] 逆に言えば、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを生成する場合には、移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４の干渉の発生の防止を優先するために、拡張量ｅｘａが大きい拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて移動経路ＭＲｒを生成するとも言える。一例として、図２８（ａ）は、移動経路ＭＲｒが、収容箱ＣＢの外側から収容箱ＣＢの内側までの移動経路である例を示している。この場合、制御装置３は、移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４と収容箱ＣＢとの干渉の発生の防止を優先するために、拡張量ｅｘａが大きい拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、図２８（ａ）に示すように、移動経路ＭＲｒが、収容箱ＣＢの側壁を跨ぐ移動経路である場合には、制御装置３は、移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４と収容箱ＣＢの側壁との干渉の発生の防止を優先するために、拡張量ｅｘａが大きい拡張エンドエフェク

タモデルＥＭ＿ｅｘを用いて移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、図２８（ａ）に示すように、移動経路ＭＲｒが、収容箱ＣＢの側壁を超える移動経路である場合には、制御装置３は、移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４と収容箱ＣＢの側壁との干渉の発生の防止を優先するために、拡張量ｅｘａが大きい拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、図２８（ａ）に示すように、移動経路ＭＲｒが、収容箱ＣＢの外側において収容箱ＣＢの側壁に隣接する空間から収容箱ＣＢの側壁の上方の空間を介して収容箱ＣＢの内側において収容箱ＣＢの側壁に隣接する空間までの移動経路である場合には、制御装置３は、移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４と収容箱ＣＢの側壁との干渉の発生の防止を優先するために、拡張量ｅｘａが大きい拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0584] 一方で、第２の拡張量ｅｘａ２が第１の拡張量ｅｘａ１よりも少ないがゆえに、図２８（ｂ）に示すように、制御装置３は、拡張量ｅｘａが小さい拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて、移動経路ＭＲｆを生成する。ここで、図２８（ｂ）に示すように、移動経路ＭＲｆは、ツールセンターポイントＴＣＰを、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰに移動させるための移動経路である。このため、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｆに従って移動している期間中は、エンドエフェクタ４の近傍に周辺物体が位置する可能性が高い。この場合、拡張量ｅｘａによっては、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成することができない可能性がある。例えば、図２８（ｂ）に示すように、周辺物体の一例である収容箱ＣＢの隅に配置されたワークＷをエンドエフェクタ４が保持する保持処理を行う場合の移動経路ＭＲｆを生成する場合において、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘと収容箱ＣＢの三次元モデルである周辺物体モデルＳＭとの間の距離が所定の許容距離ＡＤ２よりも長くなるという条件を満たす移動経路ＭＲ

ｆを生成することができない可能性がある。例えば、図２８（ｃ）に示すように、載置装置Ｔに複数のワークＷが載置されている（特に、不規則に載置されている）状況下では、エンドエフェクタ４が複数のワークＷのうちの一のワークＷ（例えば、第１のワークＷ＃１）を保持する保持処理を行う場合において、エンドエフェクタ４が保持処理を行わない複数のワークＷのうちの一のワークＷ（例えば、第２のワークＷ＃２及び第３のワークＷ＃３のそれぞれ）が周辺物体としてみなされてもよいことは、叙述したとおりである。この場合、第１のワークＷ＃１をエンドエフェクタ４が保持する保持処理を行う場合の移動経路ＭＲｆを生成する場合において、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘと周辺物体としてみなされる第２のワークＷ＃２及び第３のワークＷ＃３のそれぞれの三次元モデルである二つの周辺物体モデルＳＭとの間の距離が所定の許容距離ＡＤ２よりも長くなるという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成することができない可能性がある。その結果、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行うことができない可能性がある。そこで、移動経路ＭＲｆを生成する場合には、エンドエフェクタ４の干渉の発生の防止と、移動経路ＭＲｆが生成可能となる機会の確保とを両立するために、第１の拡張量ｅｘａ１よりも少ない第２の拡張量ｅｘａ２が用いられる。拡張量ｅｘｐが少なくなればなるほど、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘと周辺物体モデルＳＭとの間の距離が所定の許容距離ＡＤ２よりも長くなると判定される可能性が高くなる。このため、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆが生成可能となる機会を適切に確保することができる。

[0585] 図２８（ｄ）及び図２８（ｅ）に示すように、第２の拡張量ｅｘａ２は、ゼロであってもよい。この場合、エンドエフェクタモデルＥＭが、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘとして用いられるがゆえに、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆが生成可能となる機会を最大限確保することができる。その一方で、第２の拡張量ｅｘａ２がゼロである場合であっても、拡張エンドエフェク

タモデルＥＭ＿ｅｘの干渉が発生しないという条件を満たす場合には、エンドエフェクタモデルＥＭと周辺物体モデルＳＭとの間の距離が所定の許容距離ＡＤ２よりも長くなることに変わりはない。このため、制御装置３は、エンドエフェクタ４の干渉の発生を適切に防止可能な移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。

[0586] 尚、制御装置３は、拡張量ｅｘａを変更することに加えて又は代えて、閾値として用いられる許容距離ＡＤ２を変更してもよい。具体的には、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる許容距離ＡＤ２と、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる許容距離ＡＤ２とが異なるものとなるように、許容距離ＡＤ２を変更してもよい。一例として、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる許容距離ＡＤ２が、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる許容距離ＡＤ２よりも大きくなるように、許容距離ＡＤ２を変更してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる許容距離ＡＤ２が、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる許容距離ＡＤ２よりも小さくなるように、許容距離ＡＤ２を変更してもよい。その結果、拡張量ｅｘａが変更される場合に享受可能な効果と同様の効果が享受可能となる。

[0587] 移動経路ＭＲｒを生成する場合に拡張するエンドエフェクタモデルＥＭの部位と、移動経路ＭＲｆを生成する場合に拡張するエンドエフェクタモデルＥＭの部位とが異なっていてもよい。例えば、図２９（ａ）に示すように、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのいずれか一方を生成するために、エンドエフェクタモデルＥＭの全体を拡張することで得られる拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用い、図２９（ｂ）に示すように、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのいずれか他方を生成するために、エンドエフェクタモデルＥＭの一部を拡張することで得られる拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いてもよい。例えば、図２９（ｃ）に示すように、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのいずれか一方を生成するために、エンドエフェクタモデルＥＭの第１モデル部分を拡張することで得られる拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘ

を用い、図２９（ｄ）に示すように、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのいずれか他方を生成するために、第１モデル部分とは異なるエンドエフェクタモデルＥＭの第２モデル部分を拡張することで得られる拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いてもよい。

[0588] このように、第２変形例では、制御装置３は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理を行う際にツールセンターポイントＴＣＰが移動するべき移動経路全体のうちの一部を生成するために用いられる経路生成条件を、移動経路全体を区分することで得られる複数の移動経路毎に変更することができる。つまり、制御装置３は、一つのレシピファイル３２１によって定義される移動経路全体を生成する過程で、経路生成条件を必要に応じて変更することができる。例えば、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを生成するために用いられる経路生成条件と、移動経路ＭＲｆを生成するために用いられる経路生成条件とが異なるように、経路生成条件を変更することができる。尚、移動経路全体を区分することで得られる複数の移動経路のそれぞれは、部分経路と称されてもよい。一例として、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれは、部分経路と称されてもよい。この場合、移動経路全体を生成する過程で経路生成条件を変更することができない場合と比較して、制御装置３は、移動経路全体の各位置に最適な移動経路を柔軟に生成することができる。

[0589] 経路生成条件の一例として、上述した拡張量ｅｘａ及び拡張するべきエンドエフェクタモデルＥＭの部位の少なくとも一つがあげられる。但し、経路生成条件は、上述した拡張量ｅｘａ及び拡張するべきエンドエフェクタモデルＥＭの部位の少なくとも一つとは異なる条件を含んでいてもよい。例えば、経路生成条件は、仮想空間上でのロボットモデルＲＭの位置を含んでいてもよい。例えば、経路生成条件は、仮想空間上でのロボットモデルＲＭの姿勢を含んでいてもよい。例えば、経路生成条件は、仮想空間上での周辺物体モデルＳＭの位置を含んでいてもよい。例えば、経路生成条件は、仮想空間上での周辺物体モデルＳＭの姿勢を含んでいてもよい。例えば、経路生成条件は、仮想空間上でのエンドエフェクタモデルＥＭの初期位置を含んでいてもよい。例えば、経路

生成条件は、仮想空間上でのエンドエフェクタモデルＥＭの初期姿勢を含んでいてもよい。例えば、経路生成条件は、移動開始点ＭＳを含んでいてもよい。例えば、経路生成条件は、移動終了点ＭＥを含んでいてもよい。例えば、経路生成条件は、移動経由点ＭＩを含んでいてもよい。尚、移動経路全体のうちの第１の部分経路における一の種類の経路生成条件と移動経路全体のうちの第２の部分経路における同じ一の種類の経路生成条件とが同一となる場合には、当該一の種類の経路生成条件は、移動経路全体の経路生成条件であるとみなしてもよい。

[0590] 尚、上述した説明では、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれを生成する際に、エンドエフェクタモデルＥＭを拡張することで生成される拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いている。しかしながら、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれを生成する際に、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘに加えて又は代えて、ロボットモデルＲＭを拡張することで生成される拡張ロボットモデルを用いてもよい。尚、ロボットモデルＲＭを拡張する処理は、エンドエフェクタモデルＥＭを拡張する処理と同様であってもよい。一例として、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張ロボットモデルの拡張量ｅｘａと、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張ロボットモデルの拡張量ｅｘａとが異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張ロボットモデルの拡張量ｅｘａは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張ロボットモデルの拡張量ｅｘａよりも多くてもよい。移動経路ＭＲｒを生成する場合に拡張するロボットモデルＲＭの部位と、移動経路ＭＲｆを生成する場合に拡張するロボットモデルＲＭの部位とが異なっていてもよい。その結果、拡張ロボットモデルが用いられる場合においても、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられる場合と同様の効果が享受可能となる。尚、ロボットモデルＲＭ及び拡張ロボットモデルは、いずれも、ロボット１の三次元モデルに基づく三次元モデルであるとみなしてもよい。

[0591] また、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆのそれぞれを生成する際に、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘ及び拡張ロボットモデルの少なくとも一つに加えて又は代えて、周辺物体モデルＳＭを拡張することで生成される拡張周辺物体モデルを用いてもよい。尚、周辺物体モデルＳＭを拡張する処理は、エンドエフェクタモデルＥＭを拡張する処理と同様であってもよい。一例として、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張周辺物体モデルの拡張量ｅｘａと、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張周辺物体モデルの拡張量ｅｘａとが異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張周辺物体モデルの拡張量ｅｘａは、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張周辺物体モデルの拡張量ｅｘａよりも多くてもよい。移動経路ＭＲｒを生成する場合に拡張する周辺物体モデルＳＭの部位と、移動経路ＭＲｆを生成する場合に拡張する周辺物体モデルＳＭの部位とが異なっていてもよい。その結果、拡張周辺物体モデルが用いられる場合においても、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘが用いられる場合と同様の効果が享受可能となる。尚、周辺物体モデルＳＭ及び拡張周辺物体モデルは、いずれも、周辺物体の三次元モデルに基づく三次元モデルであるとみなしてもよい。

[0592] また、上述した説明では、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭを拡張することで生成される拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いている。ここで、エンドエフェクタモデルＥＭを拡張することは、エンドエフェクタモデルＥＭを変更することの一例であるとみなしてもよい。このため、制御装置３は、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘに加えて又は代えて、エンドエフェクタモデルＥＭを変更することで生成される変更エンドエフェクタモデルを用いてもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭのサイズを変更することで生成される変更エンドエフェクタモデルを用いてもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭの形状を変更することで生成される変更エンドエフェクタモデルを用いてもよい。

[0593] 同様の理由から、ロボットモデルＲＭを拡張することは、ロボットモデルＲＭを変更することで生成される変更することの一例であるとみなしてもよい。

このため、制御装置３は、拡張ロボットモデルに加えて又は代えて、ロボットモデルＲＭを変更することで生成される変更ロボットモデルを用いてもよい。例えば、制御装置３は、ロボットモデルＲＭのサイズを変更することで生成される変更ロボットモデルを用いてもよい。例えば、制御装置３は、ロボットモデルＲＭの形状を変更することで生成される変更ロボットモデルを用いてもよい。

[0594] 同様の理由から、周辺物体モデルＳＭを拡張することは、周辺物体モデルＳＭを変更することで生成される変更することの一例であるとみなしてもよい。このため、制御装置３は、拡張周辺物体モデルに加えて又は代えて、周辺物体モデルｓＭを変更することで生成される変更周辺物体モデルを用いてもよい。例えば、制御装置３は、周辺物体モデルＳＭのサイズを変更することで生成される変更周辺物体モデルを用いてもよい。例えば、制御装置３は、周辺物体モデルＳＭの形状を変更することで生成される変更周辺物体モデルを用いてもよい。

[0595] また、上述した説明では、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆという二つの移動経路を、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理を行う際にツールセンターポイントＴＣＰが移動するべき移動経路全体の少なくとも一部として生成している。つまり、制御装置３は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理を行う際にツールセンターポイントＴＣＰが移動するべき移動経路全体を二つの移動経路（具体的には、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆ）に区分し、当該二つの移動経路を生成している。しかしながら、制御装置３は、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理を行う際にツールセンターポイントＴＣＰが移動するべき移動経路全体を三つ以上の移動経路に区分し、当該三つ以上の移動経路を生成してもよい。例えば、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを二つ以上の移動経路に区分し、当該二つ以上の移動経路と移動経路ＭＲｆとを生成してもよい。例えば、制御装置３は、移動経路ＭＲｆを二つ以上の移動経路に区分し、当該二つ以上の移動経路ＭＲｆと移動経路ＭＲｒとを生成してもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタ４がワークＷ

に対して所定の処理を行う際にツールセンターポイントＴＣＰが移動するべき移動経路全体を、待機位置ＰＷから、待機位置ＰＷよりも物体ＯＢＪに近づいた第１接近位置に至る移動経路と、第１接近位置から、第１接近位置よりも物体ＯＢＪに近づいた第２接近位置に至る移動経路と、第２接近位置から、第２接近位置よりも物体ＯＢＪに近づいた処理対象位置ＰＴＰに至る移動経路とを含む三つの移動経路に区分し、当該三つ以上の移動経路と移動経路ＭＲｆとを生成してもよい。

[0596] 経路生成処理の第２変形例を行う場合に限らず、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰの任意の移動経路を生成する場面で、エンドエフェクタ４がワークＷに対して所定の処理を行う際にツールセンターポイントＴＣＰが移動するべき移動経路全体を三つ以上の移動経路に区分し、当該三つ以上の移動経路を生成してもよい。

[0597] また、上述した説明では、制御装置３は、図６のステップＳ２５において、経路生成部３１５を用いて図１９に示す経路生成処理を行うことで、ラフ移動動作によって移動するツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを生成している。しかしながら、制御装置３は、図１９に示す経路生成処理を行う方法とは異なる方法を用いて、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、制御装置３は、ティーチングペンダントでのティーチングに基づく方法を用いて、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、制御装置３は、ダイレクトティーチングに基づく方法を用いて、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、制御装置３は、ロボット１を俯瞰可能な位置からロボット１を撮像する撮像装置から取得する画像データに基づく方法を用いて、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0598] 経路生成処理の第２変形例を行う場合に限らず、ツールセンターポイントＴＣＰの任意の移動経路を生成する場面で、制御装置３は、図１９に示す経路生成処理を行う方法とは異なる方法を用いて、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0599] （５－２－３）経路生成処理の第３変形例

（５－２－３－１）経路生成処理の第３変形例の基本

上述した説明では、経路生成部３１５は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前に、図１９に示す経路生成処理を行っている。つまり、経路生成部３１５は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前に、移動経路ＭＲｒの全体を生成している。

[0600] 一方で、第３変形例では、経路生成部３１５は、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前に、図６のステップＳ２５において、図１９に示す経路生成処理の少なくとも一部（例えば、ステップＳ２５２の処理）を行うことで、移動経路ＭＲｒの一部を予め生成してもよい。その後、図６のステップＳ３１の処理を行うことでロボット１が生成済みの移動経路ＭＲｒの一部に従って移動し始めた後に、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理の
少なくとも一部（例えば、ステップＳ２５２の処理）を行うことで、移動経路ＭＲｒの他の一部を生成してもよい。生成済みの移動経路ＭＲｒの一部に沿ってロボット１が実際に移動し始めた後には、経路生成部３１５に代えて、ロボット制御部３１６が図１９に示す経路生成処理の少なくとも一部を行うことで、移動経路ＭＲｒの他の一部を生成してもよい。

[0601] 一例として、上述したように、ロボット１は、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅからファインアプローチ位置ＰＦまでの移動経路ＭＲｒに沿って第１のツールセンターポイントＴＣＰが移動し、その後、第１のファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動し、その後、処理対象位置ＰＴＰにおいてエンドエフェクタ４が所定の処理を行い、その後、処理対象位置ＰＴＰから第１のファインアプローチ位置ＰＦと同じ又は異なる第２のファインアプローチ位置ＰＦまでの移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動し、その後、第２のファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでの移動経路ＭＲｒに沿って移動する。この場合、経路生成部３１５は、図６のステッ

プＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始める前に、図６のステップＳ２５において、図１９に示す経路生成処理の少なくとも一部を行うことで、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅから第１のファインアプローチ位置ＰＦまでの移動経路ＭＲｒを予め生成してもよい。一方で、経路生成部３１５は、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅから第１のファインアプローチ位置ＰＦまでの移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が実際に移動し始める前に、第２のファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでの移動経路ＭＲｒを予め生成していなくてもよい。その後、図６のステップＳ３１の処理を行うことで事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅから第１のファインアプローチ位置ＰＦまでの移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が移動し始めた後に、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理の少なくとも一部を行うことで、第２のファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでの移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅから第１のファインアプローチ位置ＰＦまでの移動経路ＭＲｒに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が移動している間に、経路生成部３１５は、第２のファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでの移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、ロボット制御部３１６が、第１のファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路ＭＲｆを生成している間に、経路生成部３１５は、第２のファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでの移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、ロボット制御部３１６が、第１のファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が移動している間に、経路生成部３１５は、第２のファインアプローチ位置ＰＦから事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔまでの移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0602] ロボット１が実際に移動し始めた後に移動経路ＭＲｒの一部が生成される場合には、経路生成部３１５（或いは、ロボット制御部３１６、以下第３変形例

において同じ）は、撮像装置２から画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを取得し、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つにも基づいて、移動経路ＭＲｒの一部を生成してもよい。具体的には、カメラ２１及び２２の少なくとも一つは、周辺物体を撮像してもよい。この場合、ロボット１が移動開始しているがゆえに、ロボット１の移動に伴って移動するカメラ２１及び２２の少なくとも一方が、周辺物体を撮像してもよい。その結果、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つは、周辺物体が写り込んだ画像を示す。このため、経路生成部３１５は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出することができる。尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する処理は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する処理と同一であってもよいため、その詳細な説明を省略する。その後、経路生成部３１５は、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つを、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて設定してもよい。一例として、経路生成部３１５は、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つを、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて調整することで、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つを設定してもよい。その結果、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つは、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つに近づく。理想的には、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つは、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つに一致してもよい。その後、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭ

と、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて位置及び姿勢の少なくとも一つが調整された周辺物体モデルＳＭとに基づいて、移動経路ＭＲｒの一部を生成してもよい。その結果、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つが周辺物体モデルＳＭに反映されるがゆえに、経路生成部３１５は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを適切に生成することができる。

[0603] ロボット１が実際に移動し始めた後に移動経路ＭＲｒの一部が生成される場合には、経路生成部３１５は、撮像装置２から画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得し、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデル（或いは、ポリゴンモデル、メッシュモデル又はソリッドモデル等の他の種類の三次元モデル、以下、経路生成処理の第３変形例において同じ）を生成してもよい。例えば、経路生成部３１５は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて上述した三次元位置データＷＳＤを生成し、三次元位置データＷＳＤに基づいて、周辺物体の点群モデルを生成してもよい。尚、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に周辺物体以外の他の物体が写り込んでいる場合には、経路生成部３１５は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに対して、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像から周辺物体が写り込んだ画像部分を抽出するクロップ処理を行い、クロップ処理が行われた画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデルを生成してもよい。この場合、経路生成部３１５は、生成した周辺物体の点群モデルを、周辺物体モデルＳＭとして用いてもよい。つまり、経路生成部３１５は、三次元位置データＷＳＤに基づく三次元モデルを、周辺物体モデルＳＭとして用いてもよい。この場合、経路生成部３１５は、所定の仮想空間において、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成した周辺物体の点群モデルである周辺物体モデルＳＭを配置してもよい。具体的には、点群モデルは、グローバル座標系での三次元座標に関連付けられた点を複数含む。経路生成部３１５は、点群モデルに含まれる複数の点のそれぞれの三次元座標を、仮想空間での三次元座標に変換し、その後、仮想空間内において、点群モデルに含まれる複数の点のそれ

ぞれを、変換によって得られた三次元座標が示す位置に配置することで、点群モデルである周辺物体モデルＳＭを仮想空間に配置してもよい。その結果、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つは、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つに近づく。理想的には、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つは、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つに一致してもよい。その後、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成した周辺物体の点群モデルである周辺物体モデルＳＭとに基づいて、移動経路ＭＲｒの一部を生成してもよい。その結果、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つが周辺物体モデルＳＭに反映されるがゆえに、経路生成部３１５は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを適切に生成することができる。

[0604] 尚、ロボット１が実際に移動し始める前に移動経路ＭＲｒの少なくとも一部が生成される場合においても、経路生成部３１５は、撮像装置２から画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを取得し、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つにも基づいて、移動経路ＭＲｒの一部を生成してもよい。或いは、経路生成部３１５は、撮像装置２から画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得し、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデルを周辺物体モデルＳＭとして生成し、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成した周辺物体の点群モデルである周辺物体モデルＳＭとに基づいて、移動経路ＭＲｒの一部を生成してもよい。

[0605] （５－２－３－２）移動経路ＭＲｒを生成するための経路生成処理の第３変形例の、移動経路ＭＲｆを生成する処理への適用

図６のステップＳ３４において移動経路ＭＲｆを生成する場合においても、上述した移動経路ＭＲｒを生成する場合と同様に、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。特に、ロボット制御部３１６は、ロボット１の移動に伴って移動するカメラ２１及び２２の少なくとも一方が周辺物体を撮像することで生成される画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭと、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに加えて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、グローバル座標系での物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、上述した処理位置姿勢設定部３１３が生成する処理位置姿勢情報ＰＡＩ（つまり、グローバル座標系とは異なる座標系での、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置）とに基づいて、グローバル座標系での物体ＯＢＪを基準とする処理対象位置ＰＴＰを決定してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが処理対象位置ＰＴＰに近づくようにツールセンターポイントＴＣＰを移動させる移動経路ＭＲｆを生成してもよい。特に、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて位置及び姿勢の少なくとも一つが調整された周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもい。この場合においても、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つが周辺物体モデルＳＭに反映されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。

[0606] 尚、移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が移動している期間中に周辺物体が移動する場合には、グローバル座標系での周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方が逐次変わる。この場合、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを逐次算出してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭと、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つに加えて、逐次算出される周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、移動経路ＭＲｆを逐次生成（言い換えれば、逐次更新）してもよい。

[0607] 或いは、図６のステップＳ３４において移動経路ＭＲｆを生成する場合においても、上述した移動経路ＭＲｒを生成する場合と同様に、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデルを生成し、生成した周辺物体の点群モデルを、周辺物体モデルＳＭとして用いてもよい。特に、ロボット制御部３１６は、ロボット１の移動に伴って移動するカメラ２２が周辺物体を撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデルを生成し、生成した周辺物体の点群モデルを、周辺物体モデルＳＭとして用いてもよい。この場合、経路生成部３１５は、所定の仮想空間において、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成した周辺物体の点群モデルである周辺物体モデルＳＭを配置してもよい。具体的には、点群モデルは、グローバル座標系での三次元座標に関連付けられた点を複数含む。経路生成部３１５は、点群モデルに含まれる複数の点のそれぞれの三次元座標を、仮想空間での三次元座標に変換し、その後、仮想空間内において、点群モデルに含まれる複数の点のそれぞれを、変換によって得られた三次元座標が示す位置に配置することで、点群モデルである周辺物体モデルＳＭを仮想空間に配置してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成した周辺物体の点群モデルである周辺物体モデルＳＭとに基づいて、物体ＯＢＪの

位置及び姿勢の少なくとも一つとに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、グローバル座標系での物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、上述した処理位置姿勢設定部３１３が生成する処理位置姿勢情報ＰＡＩ（つまり、グローバル座標系とは異なる座標系での、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置）とに基づいて、グローバル座標系での物体ＯＢＪを基準とする処理対象位置ＰＴＰを決定してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、ツールセンターポイントＴＣＰが処理対象位置ＰＴＰに近づくようにツールセンターポイントＴＣＰを移動させる移動経路ＭＲｆを生成してもよい。特に、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて位置及び姿勢の少なくとも一つが調整された周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもよい。この場合においても、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つが周辺物体モデルＳＭに反映されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。

[0608] 尚、移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動するようにロボット１が移動している期間中に周辺物体が移動する場合には、グローバル座標系での周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方が逐次変わる。この場合、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデルを逐次生成（更新）し、逐次生成した周辺物体の点群モデルを、周辺物体モデルＳＭとして逐次用いてもよい。その後、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて逐次生成（更新）される周辺物体の点群モデルである周辺物体モデルＳＭとに基づいて、移動経路ＭＲｆを逐次生成（言い換えれば、逐次更新）してもよい。

[0609] 尚、画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて周辺物体の点群モデルを生成する場合には、ロボット制御部３１６は、撮像装置２が周辺物体を複数回撮像することで生成される複数の画像データＩＭＧ__３Ｄを取得し、複数の画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデルを生成してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて生成される周辺物体の点群モデルを周辺物体モデルＳＭとして用いることで、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもよい。尚、複数の画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて周辺物体の点群モデルを生成する動作については、後にファイン移動動作の第１変形例として説明する。

[0610] ここで、上述したように移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間の少なくとも一部においては、エンドエフェクタ４が周辺物体の近傍を移動している可能性が高い。例えば、エンドエフェクタ４が上述したワークＷを保持する保持処理を行う場合には、移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間の少なくとも一部において、エンドエフェクタ４が、ワークＷを収容する収容箱ＣＢの近傍を移動している可能性が高い。一例として、エンドエフェクタ４が、ワークＷが収容される収容空間を規定する収容箱ＣＢの内壁（上述した図３（ｃ）参照）の近傍を移動している可能性が高い。この場合、第３変形例では、周辺物体（例えば、収容箱ＣＢ）の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つが周辺物体モデルＳＭに反映されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体（例えば、収容箱ＣＢ）のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。

[0611] 尚、この場合には、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを生成するために、経路生成処理の第２変形例で説明した拡張エンドエフェクタモデルＥＭ__ｅｘを用いなくてもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、エンドエフェ

クタモデルＥＭ（つまり、拡張量がゼロに設定されている拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘ）を用いて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。この場合であっても、周辺物体（例えば、収容箱ＣＢ）の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つが周辺物体モデルＳＭに反映されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体（例えば、収容箱ＣＢ）のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成することができる可能性は高い。

[0612] 画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄのそれぞれが示す画像内に複数の物体ＯＢＪが写り込んでいてもよいことは、上述したとおりである。この場合、撮像装置２は、少なくとも複数の物体ＯＢＪを撮像することで、複数の物体ＯＢＪが写り込んだ画像をそれぞれが示す画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄのそれぞれが示す画像内に複数の物体ＯＢＪが写り込んでいる場合において、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄのそれぞれが示す画像内に、複数の物体ＯＢＪとは異なる物体（例えば、物体ＯＢＪとは異なる周辺物体であって、一例として、収容箱ＣＢ）が写り込んでいてもよい。つまり、撮像装置２は、複数の物体ＯＢＪに加えて、複数の物体ＯＢＪとは異なる物体を撮像してもよい。画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄのそれぞれが示す画像内に複数の物体ＯＢＪが写り込んでいる場合には、複数の物体ＯＢＪのうちの一の物体ＯＢＪが、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき物体ＯＢＪとして選択され、複数の物体ＯＢＪのうちの一の物体ＯＢＪとは異なる少なくとも一つの物体ＯＢＪが、周辺物体としてみなされてもよいことは、上述したとおりである。尚、以下の説明では、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき物体ＯＢＪとして選択された一の物体ＯＢＪを、対象物体（処理実行物体）ＯＢＪ＿ｔｇｔと称し、周辺物体としてみなされる少なくとも一つの物体ＯＢＪを、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔと称する。但し、エンドエフェクタ４が複数の物体ＯＢＪに対して所定の処理を順に行う場合には、第１期間において対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されなかった非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔは、第１期

間とは異なる第２期間において、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されてもよい。このため、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔは、エンドエフェクタ４が所定の処理を行う候補である物体ＯＢＪであるとみなしてもよい。同様に、第１期間においてエンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔは、第１期間とは異なる第２期間において非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとしてみなされてもよい。その後、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが選択された後に、ロボット制御部３１６は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに対してエンドエフェクタ４が所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰに至る移動経路ＭＲｆを生成する。

[0613] 尚、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ及び非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔは、いずれも、エンドエフェクタ４が所望のタイミングで所定の処理を行う物体ＯＢＪである。このため、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの形状と、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの形状とは同一であってもよい。対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔのサイズと、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔのサイズとは同一であってもよい。尚、「対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの形状と、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの形状とは同一である」状態は、「対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの形状と、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの形状とが完全に同一となる」状態を含んでいてもよい。「対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの形状と、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの形状とは同一である」状態は、「対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの形状と、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの形状とが完全に同一ではないものの、両者が実質的に同一とであるみなしてもよい程に両者の差分が小さい」状態を含んでいてもよい。同様に、「対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔのサイズと、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔのサイズとは同一である」状態は、「対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔのサイズと、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔのサイズとが完全に同一となる」状態を含んでいてもよい。「対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔのサイズと、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔのサイズとは同一である」状態は、「対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔのサイズと、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔのサイズとが完全に同一ではないものの、両者が実質的に同一とであるみなしてもよい程に両者の差分が小さい」状態を含んでいてもよい。

[0614] 対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに対してエンドエフェクタ４が所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰに至る移動経路ＭＲｆを生成する場合、ロボット制御部３１６は、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭ（具体的には、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルである非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ（つまり、周辺物体）の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて調整してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択する際に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つと共に、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを合わせて算出してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択して対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出した後に、撮像装置２が少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを新たに取得し、新たに取得した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出するために用いられる画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つが示す画像には、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが写り込んでいてもよいし、写り込んでいなくてもよい。非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出するために用いられる画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つが示す画像には、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されなかった一又は複数の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの全てが写り込んでいてもよいし、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されなかった複数の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの一部が写り込んでいてもよい。その後、ロボット制御部３１６は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて調整してもよい。例えば、制御装置３は、所定の仮想空間

内での非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの位置が、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの位置に基づいて設定された位置となるように、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの位置を調整してもよい。例えば、制御装置３は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの位置が、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの位置を所定の仮想空間内での位置に変換することで算出される位置となるように、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの位置を調整してもよい。つまり、制御装置３は、所定の仮想空間内で、非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔを、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの位置に基づいて設定された位置に配置してもよい。例えば、制御装置３は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの姿勢が、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの位置に基づいて設定された姿勢となるように、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの姿勢を調整してもよい。例えば、制御装置３は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの姿勢が、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの姿勢を所定の仮想空間内での姿勢に変換することで算出される姿勢となるように、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの姿勢を調整してもよい。つまり、制御装置３は、所定の仮想空間内で、非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔを、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの姿勢に基づいて設定された姿勢で配置してもよい。非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔが複数存在する場合には、ロボット制御部３１６は、所定の仮想空間内での複数の非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを、複数の非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいてそれぞれ調整してもよい。その後は、上述したように、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び少なくとも一つの非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び非対象物体Ｏ

ＢＪ＿ｎｔｇｔのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成することができる。

[0615] 或いは、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに対してエンドエフェクタ４が所定の処理を行う処理対象位置ＰＴＰに至る移動経路ＭＲｆを生成する場合、ロボット制御部３１６は、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成してもよい。尚、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成するために用いられる画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが写り込んでいてもよいし、写り込んでいなくてもよい。非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成するために用いられる画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されなかった一又は複数の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの全てが写り込んでいてもよいし、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されなかった複数の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの一部が写り込んでいてもよい。画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが写り込んでいる場合には、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ及び非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成し、生成した点群モデルから、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに対応するモデル部分を削除してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに対して、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像から非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔが写り込んだ画像部分を抽出するクロップ処理を行い、クロップ処理が行われた画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、生成した少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを、少なくとも一つの非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔとして用いてもよい。その後は、上述したように、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び少なくとも一つの非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、ロボット

制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成することができる。

[0616] 非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとは異なる周辺物体（例えば、収容箱ＣＢ）がロボット１の周辺に位置する場合には、ロボット制御部３１６は、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔに対応する第１の周辺物体モデルＳＭ（つまり、非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）と、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとは異なる周辺物体に対応する第２の周辺物体モデルＳＭとに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、第１の周辺物体モデルＳＭ及び第２の周辺物体モデルＳＭに対する干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもよい。

[0617] 尚、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成する場合には、ロボット制御部３１６は、撮像装置２が非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを複数回撮像することで生成される複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得し、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成される非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔとして用いることで、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）との少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもよい。尚、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ（周辺物体）の点群モデルを生成する動作については、後にファイン移動動作の第１変形例として説明する。

[0618] （５－２－４）経路生成処理の第４変形例

第４変形例では、経路生成部３１５は、図１９に示す経路生成処理を行うことで移動経路ＭＲｒを生成するために、撮像装置２から画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを取得してもよい。その後、経路生成

部３１５は、画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいて、上述したマッチング処理（例えば、２Ｄマッチング処理及び３Ｄマッチング処理の少なくとも一つ）を行ってもよい。その後、経路生成部３１５は、マッチング処理の結果に関する情報を、表示装置３５に表示してもよい。つまり、経路生成部３１５は、マッチング処理の結果に関する情報を、移動経路ＭＲｒを生成するために用いる経路生成画面３５５０に表示してもよい。

[0619] 例えば、上述したように、マッチング処理によって、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪ（つまり、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔ）が選択される。この場合、経路生成部３１５は、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔに関する情報を、経路生成画面３５５０に表示してもよい。但し、この場合には、図１９に示す経路生成処理が行われている期間中に、撮像装置２が対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔを撮像可能な位置に位置していることが好ましい。つまり、図１９に示す経路生成処理が行われている期間中に、撮像装置２の撮像画角（つまり、カメラ２１及び２２の少なくとも一つの撮像画角）に対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔが含まれていることが好ましい。

[0620] 一例として、図３０に示すように、経路生成部３１５は、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔを示す三次元モデルである対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔ（つまり、上述した物体モデルＯＭ）を、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔに関する情報として表示してもよい。この場合、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５内において、マッチング処理によって算出された対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの位置に対応する位置に、対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔを配置してもよい。経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５内において、マッチング処理によって算出された対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの姿勢に対応する姿勢で、対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔを配置してもよい。この場合、ユーザは、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの実際の位置及び姿勢の少なくとも一つを、適切に把握することができる。その結果、ユーザは、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの実際の位置及び姿勢の少なくとも一

つを考慮しながら、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を制御装置３に入力することができる。

[0621] 尚、図３０に示す例では、経路生成処理の第４変形例で表示される経路生成画面３５５０は、対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔに加えて、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つを含んでいる。しかしながら、経路生成処理の第４変形例で表示される経路生成画面３５５０は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つを含んでいなくてもよい。

[0622] 対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔは、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔのＣＡＤモデルであってもよい。例えば、経路生成部３１５は、上述したマッチング処理においてテンプレートとして用いられた三次元モデルを、対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔとして用いてもよい。

[0623] 経路生成部３１５は、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの点群モデル（或いは、ポリゴンモデル、メッシュモデル又はソリッドモデル等の他の種類の三次元モデル、以下、経路生成処理の第４変形例において同じ）を生成してもよい。具体的には、経路生成部３１５は、画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。この場合、三次元位置データＷＳＤは、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの複数点のそれぞれの三次元位置を示すデータであってもよい。経路生成部３１５は、三次元位置データＷＳＤとして、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの点群モデルを示すデータを生成してもよい。或いは、経路生成部３１５は、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの点群モデルを示すデータとは異なる三次元位置データＷＳＤ（例えば、深度画像データ）を生成し、三次元位置データＷＳＤに基づいて、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの点群モデルを生成してもよい。いずれの場合であっても、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの点群モデルは、三次元位置データＷＳＤに基づく情報であるとみなしてもよい。その後、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５内において、対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔと共に、対象物体Ｏ

ＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルを表示してもよい。具体的には、点群モデルは、グローバル座標系での三次元座標に関連付けられた点を複数含む。経路生成部３１５は、点群モデルに含まれる複数の点のそれぞれの三次元座標を、経路生成画面３５５０内における仮想的な三次元空間ＳＰ５での三次元座標に変換し、その後、三次元空間ＳＰ５内において、点群モデルに含まれる複数の点のそれぞれを、変換によって得られた三次元座標が示す位置に配置することで、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルを三次元空間ＳＰ５に配置してもよい。

[0624] 尚、マッチング処理として上述した２Ｄマッチング処理が行われる場合には、経路生成画面３５５０内には、画像データＩＭＧ＿２Ｄに基づく２Ｄマッチング処理によって算出された位置に画像データＩＭＧ＿２Ｄに基づく２Ｄマッチング処理によって算出された姿勢で配置される対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成される対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとが表示される。この場合、経路生成部３１５は、仮想的な三次元空間ＳＰ５内における対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれに基づいて、２Ｄマッチング処理の結果（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果）の信頼性を評価してもよい。例えば、経路生成部３１５は、仮想的な三次元空間ＳＰ５内において対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれが大きくなるほど、２Ｄマッチング処理の結果の信頼性が低いと評価してもよい。

[0625] 更に、加工システムＳＹＳが上述した動作を開始する前に、ユーザは、仮想的な三次元空間ＳＰ５内における対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれを確認してもよい。この場合、ユーザは、加工システムＳＹＳが上述した動作を開始する前に、２Ｄマッチング処理の結果の信頼性を評価してもよい。或いは、加工システムＳＹＳが上述した動作を開始した後に何らかのトラブルが発生した時点で、ユーザは、仮想的な三次元空間ＳＰ５内における対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれを確認してもよい。この場合も、ユーザは、２Ｄマッチン

グ処理の結果の信頼性を評価してもよい。尚、対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれが大きい（例えば、所定のずれ閾値よりも大きい）場合には、ユーザは、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを新たな対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに設定してもよい。対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれが大きい場合には、非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれが小さくなる可能性があるからである。

[0626] 例えば、上述したように、マッチング処理によって、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄのそれぞれが示す画像内に写り込んでいる複数の物体ＯＢＪのうちの対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ以外の物体ＯＢＪは、現時点ではエンドエフェクタ４が所定の処理を行わない非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとして取り扱われる。この場合、経路生成部３１５は、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔに関する情報を、経路生成画面３５５０に表示してもよい。但し、この場合には、図１９に示す経路生成処理が行われている期間中に、撮像装置２が非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像可能な位置に位置していることが好ましい。図１９に示す経路生成処理が行われている期間中に、撮像装置２の撮像画角（つまり、カメラ２１及び２２の少なくとも一つの撮像画角）に非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔが含まれていることが好ましい。

[0627] 例えば、図３０に示すように、経路生成部３１５は、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを示す三次元モデルである非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔを、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔに関する情報として表示してもよい。この場合、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５内において、マッチング処理によって算出された非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置に対応する位置に、非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔを配置してもよい。経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５内において、マッチング処理によって算出された非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの姿勢に対応する姿勢で、非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔを配置してもよい。この場合、ユーザは、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの実際の

位置及び姿勢の少なくとも一つを、適切に把握することができる。その結果、ユーザは、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの実際の位置及び姿勢の少なくとも一つを考慮しながら、移動経路ＭＲｒを変更するための指示を制御装置３に入力することができる。

[0628] 非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔは、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔのＣＡＤモデルであってもよい。例えば、経路生成部３１５は、上述したマッチング処理においてテンプレートとして用いられた三次元モデルを、非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔとして用いてもよい。

[0629] 経路生成部３１５は、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成してもよい。具体的には、経路生成部３１５は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。この場合、三次元位置データＷＳＤは、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの複数点のそれぞれの三次元位置を示すデータであってもよい。経路生成部３１５は、三次元位置データＷＳＤとして、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを示すデータを生成してもよい。或いは、経路生成部３１５は、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを示すデータとは異なる三次元位置データＷＳＤ（例えば、深度画像データ）を生成し、三次元位置データＷＳＤに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを生成してもよい。いずれの場合であっても、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルは、三次元位置データＷＳＤに基づく情報であるとみなしてもよい。その後、経路生成部３１５は、経路生成画面３５５０内に構築される仮想的な三次元空間ＳＰ５内において、非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔと共に、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを表示してもよい。具体的には、点群モデルは、グローバル座標系での三次元座標に関連付けられた点を複数含む。経路生成部３１５は、点群モデルに含まれる複数の点のそれぞれの三次元座標を、経路生成画面３５５０内における仮想的な三次元空間ＳＰ５での三次元座標に変換し、その後、三次元空間ＳＰ５内において、点群モデルに含まれる複数の点のそれぞれを、変換によって得られた三次

元座標が示す位置に配置することで、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを三次元空間ＳＰ５に配置してもよい。

[0630] 尚、マッチング処理として上述した２Ｄマッチング処理が行われる場合には、経路生成画面３５５０内には、画像データＩＭＧ＿２Ｄに基づく２Ｄマッチング処理によって算出された位置に画像データＩＭＧ＿２Ｄに基づく２Ｄマッチング処理によって算出された姿勢で配置される非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔと、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成される非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルとが表示される。この場合、経路生成部３１５は、仮想的な三次元空間ＳＰ５内における非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔと非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ点群モデルとのずれに基づいて、２Ｄマッチング処理の結果（特に、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果）の信頼性を評価してもよい。例えば、経路生成部３１５は、仮想的な三次元空間ＳＰ５内において非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔと非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ点群モデルとのずれが大きくなるほど、２Ｄマッチング処理の結果の信頼性が低いと評価してもよい。

[0631] 更に、加工システムＳＹＳが上述した動作を開始する前に、ユーザは、仮想的な三次元空間ＳＰ５内における対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれを確認してもよい。この場合、ユーザは、加工システムＳＹＳが上述した動作を開始する前に、２Ｄマッチング処理の結果の信頼性を評価してもよい。或いは、加工システムＳＹＳが上述した動作を開始した後に何らかのトラブルが発生した時点で、ユーザは、仮想的な三次元空間ＳＰ５内における対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれを確認してもよい。この場合も、ユーザは、２Ｄマッチング処理の結果の信頼性を評価してもよい。尚、対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれが大きい（例えば、所定のずれ閾値よりも大きい）場合には、ユーザは、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを新たな対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに設定してもよい。対象物体モデルＯＭ＿ｔｇｔと対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群モデルとのずれが大きい場合には、非対象物体

モデルＯＭ__ｎｔｇｔと対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの点群モデルとのずれが小さくなる可能性があるからである。

[0632] 対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔが選択された後、経路生成部３１５は、選択された対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔに対してエンドエフェクタ４が所定の処理を行うようにツールセンターポイントＴＣＰを移動させる移動経路ＭＲｒを生成してもよい。例えば、上述したように、経路生成部３１５は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔを含む、以下、経路生成処理の第４変形例において同じ）の少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0633] 但し、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉が発生しないように移動経路ＭＲｒを生成することができない場合には、経路生成部３１５は、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔを選択し直してもよい。例えば、経路生成部３１５は、複数の物体ＯＢＪの中から、マッチング類似度が次に高い一の物体ＯＢＪを対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔとして選択し直してもよい。尚、経路生成処理の第４変形例に限らず、移動経路ＭＲｒを生成する任意の場面において、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉の判定結果に基づいて、経路生成部３１５は、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔを選択し直してもよい。

[0634] 経路生成部３１５は、図３０に示すように、対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔの表示態様と、非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの表示態様とが異なるものとなるように、対象物体モデルＯＭ__ｔｇｔ及び非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔを表示してもよい。表示態様の一例として、表示色があげられる。この場合、ユーザは、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔと非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔとを容易に区別することができる。

[0635] このようにマッチング処理の結果に関する情報が表示される場合には、ユーザは、後にエンドエフェクタ４が行う所定の処理が失敗に終わった場合に、エンドエフェクタ４が行う所定の処理が失敗に終わった原因を特定することがで

きる。例えば、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに関する情報が経路生成画面３５５０に表示されている場合に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが、現実の空間において、マッチング処理で算出された位置に、マッチング処理で算出された姿勢で存在することが、撮像装置２による撮像結果（つまり、計測結果）によって裏付けられている。このような状況下でエンドエフェクタ４が対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに所定の処理を行うことができなかった場合には、ユーザは、エンドエフェクタ４が行う所定の処理が失敗に終わった原因が、現実空間での問題であると特定してもよい。現実空間での問題の一例として、エンドエフェクタ４等の不具合の一例があげられる。エンドエフェクタ４等の不具合の一例として、エンドエフェクタ４による保持処理の不具合（例えば、物体ＯＢＪを保持するための爪の不具合）があげられる。現実空間での問題の一例として、エンドエフェクタ４の形状が本来想定している形状とは異なること（例えば、本来ロボット１に取り付けられるべきエンドエフェクタ４とは異なるエンドエフェクタ４がロボット１に取り付けられているということ）があげられる。現実空間での問題の一例として、ロボット１の形状が本来想定している形状とは異なること（例えば、本来エンドエフェクタ４が取り付けられるべきロボット１とは異なるロボット１にエンドエフェクタ４が取り付けられているということ）があげられる。現実空間での問題の一例として、ワークＷを収容する収容箱ＣＢの形状が本来想定している形状とは異なること（例えば、本来ワークＷが収容されるべき収容箱ＣＢとは異なる収容箱ＣＢにワークＷが収容されているということ）があげられる。

[0636] 尚、移動経路ＭＲｒが生成される場合に限らず、マッチング処理が行われる任意の場面で、制御装置３は、マッチング処理の結果に関する情報を表示装置３５に表示してもよい。例えば、上述した図６のステップＳ３４において移動経路ＭＲｆが生成される場合に、ロボット制御部３１６は、マッチング処理を行うことは、上述したとおりである。つまり、ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間を移動する期間中に、ロボット制御部３１６は、マッチング処理を行うことは、上述したとおり

である。この場合においても、制御装置３は、移動経路ＭＲｒが生成される場合と同様に、マッチング処理の結果に関する情報を表示してもよい。或いは、撮像装置２が対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ及び非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの少なくとも一つを撮像可能な任意の期間中に、制御装置３は、撮像装置２から画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを取得し、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、マッチング処理を行い、マッチング処理の結果に関する情報を表示してもよい。

[0637] ツールセンターポイントＴＣＰがファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間を移動する期間中にマッチング処理の結果に関する情報が表示される場合には、時間の経過とともに、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが変わっていく可能性がある。例えば、上述したようにエンドエフェクタ４が複数のワークＷを順に保持していく場合には、エンドエフェクタ４がワークＷを保持するたびに、残りの物体ＯＢＪの中から新たな対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが順次選択される。この場合、制御装置３は、マッチング処理の結果が変わるたびに、マッチング処理の結果に関する情報の表示内容を更新してもよい。その結果、ユーザは、エンドエフェクタ４による処理の進捗状況を確認することができる。

[0638] （６）変形例

続いて、ロボットシステムＳＹＳの変形例について説明する。

[0639] （６－１）ファイン移動動作の変形例

まず、ファイン移動動作の変形例について説明する。尚、ファイン移動動作は、上述したように、ファインアプローチ位置ＰＦから処理対象位置ＰＴＰまでツールセンターポイントＴＣＰが移動するように、エンドエフェクタ４を移動させる動作である。特に、ファイン移動動作は、上述したように、撮像装置２が物体ＯＢＪを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、エンドエフェクタ４を移動させる動作である。

[0640] （６－１－１）ファイン移動動作の第１変形例

第１変形例では、ファイン移動動作によってツールセンターポイントＴＣＰが移動するべき移動経路ＭＲｆを生成するために、カメラ２２は、少なくとも複数の物体ＯＢＪを複数回撮像することで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。典型的には、カメラ２２は、ファイン移動動作（特に、マッチング処理）によってエンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択される一の物体ＯＢＪの周囲に位置する少なくとも一つの他の物体ＯＢＪを複数回撮像することで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。つまり、カメラ２２は、ファイン移動動作（特に、マッチング処理）によってエンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されない非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを複数回撮像することで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。特に、カメラ２２は、ファイン移動動作（特に、マッチング処理）によってエンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択される一の物体ＯＢＪの周囲に位置する複数の他の物体ＯＢＪを複数回撮像することで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。つまり、カメラ２２は、ファイン移動動作（特に、マッチング処理）によってエンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されない複数の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを複数回撮像することで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。この際、カメラ２２は、ファイン移動動作（特に、マッチング処理）によってエンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択される一の物体ＯＢＪを撮像してもよいし、撮像しなくてもよい。つまり、カメラ２２は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを撮像してもよいし、撮像しなくてもよい。

[0641] カメラ２２は、ロボット１が停止している期間の少なくとも一部において、複数の物体ＯＢＪを複数回撮像してもよい。つまり、カメラ２２は、複数の物体ＯＢＪに対してカメラ２２が停止している期間の少なくとも一部において、複数の物体ＯＢＪを複数回撮像してもよい。或いは、カメラ２２は、ロボット１が移動している期間の少なくとも一部において、複数の物体ＯＢＪを複数回

撮像してもよい。つまり、カメラ２２は、複数の物体ＯＢＪに対してカメラ２２が相対的に移動している期間の少なくとも一部において、複数の物体ＯＢＪを複数回撮像してもよい。一例として、カメラ２２は、ツールセンターポイントＴＣＰが生成済みの移動経路ＭＲｆに沿って移動している期間の少なくとも一部において、複数の物体ＯＢＪを複数回撮像してもよい。

[0642] その後、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、複数の物体ＯＢＪのうちの対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されなかった非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルである非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔを、周辺物体モデルＳＭとして生成してもよい。

[0643] 具体的には、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、複数の三次元位置データＷＳＤ（典型的には、点群データ）を生成してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、複数の三次元位置データＷＳＤ（典型的には、点群データ）を合成することで、一つの合成三次元位置データＷＳＤｃ（典型的には、点群データ）を生成してもよい。尚、複数の三次元位置データＷＳＤを合成することは、複数の三次元位置データＷＳＤを結合することと等価であるとみなしてもよい。この場合、合成三次元位置データＷＳＤｃは、結合三次元位置データと称されてもよい。ロボット制御部３１６は、複数の三次元位置データＷＳＤのそれぞれが示す非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの各点を合成する（言い換えれば、結合する）ことで、合成三次元位置データＷＳＤｃ（典型的には、点群データ）を生成してもよい。言い換えれば、ロボット制御部３１６は、複数の三次元位置データＷＳＤのそれぞれが示す非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの各点の三次元位置状情報を合成する（言い換えれば、結合する）ことで、合成三次元位置データＷＳＤｃ（典型的には、点群データ）を生成してもよい。この場合、合成三次元位置データＷＳＤｃに含まれる点の数は、典型的には、各三次元位置データＷＳＤに含まれる点の数よりも多くなってもよい。言い換えれば、合成三次元位置データＷＳＤｃに含まれる点の密度は、典型的には、各三次元位置データＷＳＤに含まれる点の密度よりも高くなってもよい。その結果、一の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの一の点が一の

三次元位置データＷＳＤでは偶発的に欠落している場合であっても、同じ一の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの同じ一の点が他の三次元位置データＷＳＤに含まれている場合には、合成三次元位置データＷＳＤｃには、一の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの一の点が含まれることになる。従って、ロボット制御部３１６は、複数の三次元位置データＷＳＤを合成して合成三次元位置データＷＳＤｃを生成することで、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔに関する情報の欠落（つまり、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点の欠落）を補完することができる。

[0644] 更に、各三次元位置データＷＳＤには、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの各点とは異なる点が、ノイズ点として含まれている可能性がある。しかしながら、各三次元位置データＷＳＤが示す点群内において、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの各点の出現態様と、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの各点とは異なる点（以下、ノイズ点と称する）の出現態様とは、異なる。例えば、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの各点が出現する三次元位置データＷＳＤの数は、ノイズ点が出現する三次元位置データＷＳＤの数よりもずっと多い。このため、ロボット制御部３１６は、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの各点の出現態様とノイズ点の出現態様との違いを考慮して、合成三次元位置データＷＳＤｃが示す点群から、ノイズ点を除去する一方で、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの各点を残してもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、複数の三次元位置データＷＳＤを合成して合成三次元位置データＷＳＤｃを生成することで、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点とは異なるノイズ点を除去することができる。

[0645] その後、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルを周辺物体モデルＳＭとして生成してもよい。この場合、上述したように、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔに関する情報の欠落（つまり、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点の欠落）が補完されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元形状を高い精度で示す周辺物体モデルＳＭを生成することができる。更に、上述したノイズ点が除去されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、非対

象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元形状を高い精度で示す周辺物体モデルＳＭを生成することができる。

[0646] その後、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを生成する。具体的には、ロボット制御部３１６は、既に上述したように、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び三次元位置データＷＳＤの少なくとも一つを取得し（図６のステップＳ３２）、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び三次元位置データＷＳＤの少なくとも一つに基づいて、物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し（図６のステップＳ３３）、物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ）の位置及び姿勢の少なくとも一つと、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）とに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい（図６のステップＳ３４）。例えば、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）との少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成した周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）を用いて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定することで、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。この場合、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成した周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）を用いて移動経路ＭＲｆを生成することは、周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）を生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて移動経路ＭＲｆを生成することと等価であるとみなしてもよい。

[0647] ここで、上述したように、第１変形例では、周辺物体モデルＳＭが非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元形状を高い精度で示しているがゆえに、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）の少なくとも一つの干渉が発生するか否かの判定結果に基づいて移動経路ＭＲｆを生成することで、

エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体（特に、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ）の少なくとも一つの干渉が発生する否かを精度よく判定することができる。その結果、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）の少なくとも一つの干渉が発生するか否かの判定結果に基づいて移動経路ＭＲｆを生成することで、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体（特に、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ）の少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。

[0648] 尚、移動経路ＭＲｆを生成する（特に、物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する）ために、ロボット制御部３１６が画像データＩＭＧ＿３Ｄを用いたマッチング処理を行ってもよいことは、上述したとおりである。ここで、上述した合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの少なくとも一つが示す画像に対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択される一の物体ＯＢＪが写り込んでいる場合には、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの少なくとも一つを用いて、マッチング処理を行ってもよい。つまり、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの少なくとも一つが、マッチング処理に用いられる画像データＩＭＧ＿３Ｄと同一であってもよい。

[0649] 但し、撮像装置２は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択される一の物体ＯＢＪを新たに撮像することで、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄとは異なる画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを新たに生成し、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄとは異なる新たな画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを用いて、マッチング処理を行ってもよい。つまり、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄと、

マッチング処理に用いられるＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つとが異なっていてもよい。尚、マッチング処理に用いられる画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つが示す画像に、非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔを含む又は含まない周辺物体が写り込んでいてもよいことは、上述したとおりである。

[0650] 或いは、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つと、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ__３Ｄとは異なる新たな画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つとを用いて、マッチング処理を行ってもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいて生成される三次元位置データＷＳＤと、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ__３Ｄとは異なる新たな画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つとを用いて、マッチング処理を行ってもよい。

[0651] 特に、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つと、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ__３Ｄとは異なる新たな画像データＩＭＧ__２Ｄとを用いて、マッチング処理を行ってもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいて生成される三次元位置データＷＳＤを用いた３Ｄマッチング処理と、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ__３Ｄとは異なる新たな画像データＩＭＧ__２Ｄを用いた２Ｄマッチング処理との双方を行ってもよい。尚、３Ｄマッチング処理と２Ｄマッチング処理との双方を行うことで物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する動作については、画像データＩＭＧ__２Ｄ及び三次元位置データＷＳＤの双方を用いて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも

一つを算出する動作として、図６のステップＳ３３の説明の際に既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0652] 尚、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルが周辺物体モデルＳＭとして生成される場合には、カメラ２２は、複数の物体ＯＢＪに含まれる非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを複数回撮像してもよい。或いは、カメラ２２は、複数の物体ＯＢＪに含まれる対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ及び非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを複数回撮像してもよい。

[0653] ロボット制御部３１６は、カメラ２２が複数の物体ＯＢＪを撮像するたびに、照明光として利用可能な投影装置２３からの投影光の光量が変わるように、投影装置２３を制御してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、第１の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像し、第１の光量とは異なる第２の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、第１の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、第１の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が複数回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、第２の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、第２の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が複数回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、第１の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄと、第２の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄとを含む複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得してもよい。この場合、投影光の光量が固定されている（つまり、変更されない）場合と比較して、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ

に関する情報の欠落（つまり、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点の欠落）がより適切に補完可能となる。なぜならば、複数の異なる撮像環境下で複数の物体ＯＢＪが撮像されるからである。

[0654] 第１の光量は、第２の光量よりも低くてもよい。この場合、第１の光量は、投影装置２３が投影する投影光の光量の最小値であってもよいし、投影装置２３が投影する投影光の光量の最小値よりも高い光量であってもよい。第２の光量は、投影装置２３が投影する投影光の光量の最大値であってもよいし、投影装置２３が投影する投影光の光量の最大値よりも低い光量であってもよい。

[0655] ロボット制御部３１６は、投影光の光量を第１及び第２の光量という二つの光量の間で変更することに代えて、投影光の光量を三つ以上の光量の間で変更してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、第１の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像し、第２の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像し、第１及び第２の光量とは異なる第３の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、第１の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像し、第２の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像し、第３の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像し、第１から第３の光量とは異なる第４の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。

[0656] 尚、上述したように投影光が、所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影するためのパターン光である場合には、投影光の光量は、パターン光の最低光量を意味していてもよい。つまり、投影光の光量を変えることは、パターン光の最低光量を変えることと等価であるとみなしてもよい。この場合、第１の光量の投影光は、最低光量が第１の最低光量となるパターン光を意味し、第２の光量の投影光は、最低光量が第１の最低光量とは異なる第２の最低光量となる

パターン光を意味していてもよい。或いは、上述したように投影光が、所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影するためのパターン光である場合には、投影光の光量は、パターン光の最高光量を意味していてもよい。つまり、投影光の光量を変えることは、パターン光の最高光量を変えることと等価であるとみなしてもよい。この場合、第１の光量の投影光は、最高光量が第１の最高光量となるパターン光を意味し、第２の光量の投影光は、最高光量が第１の最高光量とは異なる第２の最高光量となるパターン光を意味していてもよい。或いは、上述したように投影光が、所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影するためのパターン光である場合には、投影光の光量は、パターン光の最低光量及び最高光量の双方を意味していてもよい。つまり、投影光の光量を変えることは、パターン光の最低光量及び最高光量の双方を変えることと等価であるとみなしてもよい。この場合、第１の光量の投影光は、最低光量が第１の最低光量となり且つ最高光量が第１の最高光量となるパターン光を意味し、第２の光量の投影光は、最低光量が第１の最低光量とは異なる第２の最低光量となり且つ最高光量が第１の最高光量とは異なる第２の最高光量となるパターン光を意味していてもよい。或いは、上述したように投影光が、所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影するためのパターン光である場合には、投影光の光量は、パターン光の平均光量を意味していてもよい。つまり、投影光の光量を変えることは、パターン光の平均光量を変えることと等価であるとみなしてもよい。この場合、第１の光量の投影光は、平均光量が第１の平均光量となるパターン光を意味し、第２の光量の投影光は、平均光量が第１の平均光量とは異なる第２の平均光量となるパターン光を意味していてもよい。或いは、上述したように投影光が、所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影するためのパターン光である場合には、投影光の光量は、パターン光の光量の中央値を意味していてもよい。つまり、投影光の光量を変えることは、パターン光の光量の中央値を変えることと等価であるとみなしてもよい。この場合、第１の光量の投影光は、光量の中央値が第１の中央値となるパターン光を意味し、第２の光量の投影光は、光量の中央値が第１の中央値とは異なる第２の中央値となるパターン光を意味して

いてもよい。或いは、上述したように投影光が、所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影するためのパターン光である場合には、投影光の光量は、パターン光の光量のオフセット値（つまり、ＤＣ成分）を意味していてもよい。つまり、投影光の光量を変えることは、パターン光の光量のオフセット値を変えることと等価であるとみなしてもよい。この場合、第１の光量の投影光は、光量のオフセット値が第１のオフセット値となるパターン光を意味し、第２の光量の投影光は、光量のオフセット値が第１のオフセット値とは異なる第２のオフセット値となるパターン光を意味していてもよい。

[0657] 投影光の光量が変更される場合には、ロボット制御部３１６は、カメラ２２のゲインを合わせて変更してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、投影光の光量が多くなるほど、カメラ２２のゲインを低くしてもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、投影光の光量が少なくなるほど、カメラ２２のゲインを高くしてもよい。この場合、投影光の光量が変更される場合であっても、カメラ２２は、複数の物体ＯＢＪを適切に撮像することができる。

[0658] ロボット制御部３１６は、カメラ２２が複数の物体ＯＢＪを撮像するたびに投影装置２３からの投影光の光量が変わるように投影装置２３を制御することに加えて又は代えて、カメラ２２が複数の物体ＯＢＪを撮像するたびに、カメラ２２の露光時間が変わるように、カメラ２２を制御してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、露光時間が第１の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像し、露光時間が第１の露光時間とは異なる第２の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、露光時間が第１の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄと、露光時間が第１の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄとを含む複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得してもよい。この場合、カメラ２２の露光時間が固定されている（つまり、変更されない）場合と比較

して、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔに関する情報の欠落（つまり、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点の欠落）がより適切に補完可能となる。なぜならば、複数の異なる撮像環境下で複数の物体ＯＢＪが撮像されるからである。

[0659] ロボット制御部３１６は、カメラ２２の露光時間を第１及び第２の露光時間という二つの露光時間の間で変更することに代えて、カメラ２２の露光時間を三つ以上の露光時間の間で変更してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、露光時間が第１の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像し、露光時間が第２の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像し、露光時間が第１及び第２の露光時間とは異なる第３の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、露光時間が第１の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像し、露光時間が第２の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像し、露光時間が第３の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像し、露光時間が第１から第３の露光時間とは異なる第４の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。

[0660] 尚、上述した説明では、移動経路ＭＲｆを生成するために、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成した周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）を用いて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定している。つまり、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定している。しかしながら、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、合成三次元位置データＷＳＤｃ（典型的には、点の数及び密度が増加した点群データ）を生成し、生成した合成三次元位置データＷ

ＳＤｃに基づいて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを三次元位置データＷＳＤとして用いる３Ｄマッチング処理を行ってもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、複数の物体ＯＢＪのうちの一の物体ＯＢＪを対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択し、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0661] ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定し、且つ、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定し、且つ、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、単一の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定し、且つ、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、三次元位置データＷＳＤに基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定し、且つ、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定し、且つ、単一の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、エンドエフェクタモデルＥＭ等の干渉が発生するか否かを判定し、且つ、三次元位置データＷＳＤに基づいて、３Ｄマッチング処理を行ってもよい。

[0662] また、カメラ２２は、複数の物体ＯＢＪに加えて又は代えて、周辺物体を複数回撮像することで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて合

成三次元位置データＷＳＤｃ（典型的には、点群データ）を生成し、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つを、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて設定してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭと、ロボットモデルＲＭと、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて位置及び姿勢の少なくとも一つが設定された周辺物体モデルＳＭとに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、周辺物体の実際の位置及び実際の姿勢の少なくとも一つが周辺物体モデルＳＭに反映されるがゆえに、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。

[0663] また、移動経路ＭＲｆよりも対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔから遠い移動経路ＭＲｒを生成する経路生成部３１５もまた、カメラ２２が複数の物体ＯＢＪを複数回撮像することで生成される複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。つまり、経路生成部３１５は、ファイン移動動作の第１変形例において複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて移動経路ＭＲｆを生成する動作と同様の動作を行うことで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて移動経路ＭＲｒを生成してもよい。但し、この場合には、移動経路ＭＲｒを生成するための図１９に示す経路生成処理が行われている期間中に、カメラ２２が複数の物体ＯＢＪを撮像可能な位置に位置していることが好ましい。つまり、移動経路ＭＲｒを生成するために図１９に示す経路生成処理が行われている期間中に、カメラ２２の撮像画角に複数の物体ＯＢＪが含まれていることが好ましい。

[0664] 或いは、経路生成部３１５又はロボット制御部３１６は、カメラ２２が複数の物体ＯＢＪを複数回撮像することで生成される複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆを含む一連の移動経路のうちの少なくとも一部を生成してもよい。つまり、経路生成部３１５又はロボット制御

部３１６は、ファイン移動動作の第１変形例において複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて移動経路ＭＲｆを生成する動作と同様の動作を行うことで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆを含む一連の移動経路のうちの少なくとも一部を生成してもよい。特に、経路生成部３１５又はロボット制御部３１６は、カメラ２２が複数の物体ＯＢＪを複数回撮像することで生成される複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路を生成してもよい。つまり、経路生成部３１５又はロボット制御部３１６は、ファイン移動動作の第１変形例において複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて移動経路ＭＲｆを生成する動作と同様の動作を行うことで、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路を生成してもよい。例えば、経路生成部３１５又はロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、ファインアプローチ位置ＰＦと処理対象位置ＰＴＰとの間の位置から処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路を生成してもよい。例えば、経路生成部３１５又はロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、ファインアプローチ位置ＰＦと事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅとの間の位置から処理対象位置ＰＴＰまでの移動経路を生成してもよい。

[0665] また、第１変形例では、撮像装置２（特に、カメラ２２）は、ロボット１に取り付けられていなくてもよい。撮像装置２（特に、カメラ２２）は、ロボット１とは異なる部材に取り付けられていてもよい。この場合であっても、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が複数の物体ＯＢＪを複数回撮像することで生成される複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、移動経路ＭＲｆ（或いは、移動経路ＭＲｒを含む任意の移動経路）を生成してもよい。

[0666] 尚、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３は、ファイン移動動作の第１変形例と同様の動作を行うことで、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。具体的には、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いてラフ移動動作が行われる（つまり、移動経路ＭＲｒが生成される）場

合には、制御装置３は、ファイン移動動作の第１変形例と同様の動作を行うことで、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0667] （６－１－２）ファイン移動動作の第２変形例

第２変形例では、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを生成するためにカメラ２２から取得する画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。

[0668] カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定するために用いられる画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、典型的には、物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ）が含まれている。このため、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ）を撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。但し、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定するために用いられる画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに加えて又は代えて、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周辺に位置する少なくとも一つの物体が含まれていてもよい。このため、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周辺に位置する少なくとも一つの物体を撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周辺に位置する少なくとも一つの物体の一例として、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ及び周辺物体の少なくとも一つがあげられる。尚、以下では、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ）が含まれている例について説明する。

[0669] カメラ２２は、投影装置２３からの投影光が投影されている物体ＯＢＪを撮像することで画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、投影光が投影されている物体ＯＢＪが写り込んだ画像を示す画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。或いは、カメラ２２は、投影装置２３からの投影光が投影されていない物体ＯＢＪを撮像することで画像データＩＭＧ＿３Ｄを生

成してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、投影光が投影されていない物体ＯＢＪが写り込んだ画像を示す画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。

[0670] ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像（つまり、二次元画像）に基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。上述したように、カメラ２２がステレオカメラであるがゆえに、カメラ２２は、二つの二次元画像をそれぞれ示す画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成する。この場合、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像として、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す二つの二次元画像のうち少なくとも一つを用いてもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像として、カメラ２２が備える二つの単眼カメラの少なくとも一方が生成した画像を用いてもよい。

[0671] 尚、後に詳述するように、カメラ２２が単眼カメラである（ステレオカメラではない）場合であっても、カメラ２２は、投影パターンが投影された物体ＯＢＪを撮像することで、画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成することができる。この場合も、ロボット制御部３１６は、単眼カメラであるカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像（つまり、単一の二次元画像）に基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。

[0672] 例えば、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像から、物体ＯＢＪが写り込んでいる物体画像領域を抽出してもよい。典型的には、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像から、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが写り込んでいる物体画像領域を抽出してもよい。但し、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像から、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周囲に位置する物体（例えば、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ又はその他の周辺物体）が写り込んでいる物体画像領域を抽出してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、物体画像領域に含まれる複数の画素の総数に対する、輝度値が所定の輝度範囲を超える画素の数の割合が所定割合以上であ

るという再撮像条件が満たされる場合に、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定してもよい。

[0673] 尚、ロボット制御部３１６は、物体画像領域を抽出する前に、上述したマッチング処理を行うことで、物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔであるが、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ以外の物体であってもよい）の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔであるが、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ以外の物体であってもよい）の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、物体抽出領域を抽出してもよい。

[0674] 再撮像条件は、物体画像領域に含まれる複数の画素のうち輝度値が所定の輝度閾値を外れる画素の数に基づく条件を含んでいてもよい。例えば、再撮像条件は、物体画像領域に含まれる複数の画素のうち輝度値が所定の輝度閾値の一例である上限輝度値を超える（つまり、外れる）画素の数に基づく条件を含んでいてもよい。例えば、再撮像条件は、物体画像領域に含まれる複数の画素のうち輝度値が所定の輝度閾値の一例である下限輝度値を下回る（つまり、外れる）画素の数に基づく条件を含んでいてもよい。

[0675] 再撮像条件の一例として、物体画像領域に含まれる複数の画素の総数に対する、輝度値が所定の上限輝度値を超える画素の数の割合が所定割合以上であるという第１の再撮像条件があげられる。所定の上限輝度値は、カメラ２２のダイナミックレンジの上限値に基づいて設定されていてもよい。例えば、所定の上限輝度値は、カメラ２２のダイナミックレンジの上限値に設定されていてもよい。この場合、第１の再撮像条件が満たされる場合には、物体画像領域の輝度が高く、結果として、物体画像領域が白飛びした領域となっている可能性がある。つまり、物体ＯＢＪが写り込むべき画素の輝度値が飽和している可能性がある。この場合、このような画像データＩＭＧ＿３Ｄを含む複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいてファイン移動動作の第１変形例で説明したように合成三次元位置データＷＳＤｃが生成されたとしても、合成三次元位置データＷＳＤｃに含まれる点の数が十分に多くならない可能性がある。つまり、合成三

次元位置データＷＳＤｃが生成されたとしても、合成三次元位置データＷＳＤｃによって非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔに関する情報の欠落（つまり、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点の欠落）を補完することができない可能性がある。その結果、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて生成される周辺物体モデルＳＭが、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルを正確に表していない可能性がある。つまり、周辺物体モデルＳＭの精度が悪化する可能性がある。この場合、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）との少なくとも一つの干渉が発生するか否かの判定（以降、“干渉判定”と称する）の精度が悪くなる可能性がある。その結果、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）との少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たすように生成された移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動した場合に、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の少なくとも一つの干渉（特に、周辺物体の干渉）が発生する可能性がある。そこで、この場合には、周辺物体モデルＳＭの精度の悪化を防止して干渉判定の精度の悪化を防止することが可能な画像データＩＭＧ＿３Ｄを改めて取得するために、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定してもよい。

[0676] 再撮像条件の他の一例として、物体画像領域に含まれる複数の画素の総数に対する、輝度値が所定の下限輝度値を下回る画素の数の割合が所定割合以上であるという第２の再撮像条件があげられる。所定の下限輝度値は、カメラ２２のダイナミックレンジの下限値に基づいて設定されていてもよい。例えば、所定の下限輝度値は、カメラ２２のダイナミックレンジの下限値に設定されていてもよい。この場合、第２の再撮像条件が満たされる場合には、物体画像領域の輝度が低く、結果として、物体画像領域が黒くつぶれた領域となっている可能性がある。つまり、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に、物体ＯＢＪが写り込んでいない可能性がある。この場合、このような画像データＩＭＧ＿３Ｄを含む複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいてファイン移動動作の第１変形

例で説明したように合成三次元位置データＷＳＤｃが生成されたとしても、合成三次元位置データＷＳＤｃに含まれる点の数が十分に多くならない可能性がある。つまり、合成三次元位置データＷＳＤｃが生成されたとしても、合成三次元位置データＷＳＤｃによって非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔに関する情報の欠落（つまり、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点の欠落）を補完することができない可能性がある。その結果、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて生成される周辺物体モデルＳＭが、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルを正確に表していない可能性がある。つまり、周辺物体モデルＳＭの精度が悪化する可能性がある。この場合、干渉判定の精度が悪くなる可能性がある。その結果、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭ（非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）との少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たすように生成された移動経路ＭＲｆに沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動した場合に、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の少なくとも一つの干渉（特に、周辺物体の干渉）が発生する可能性がある。そこで、この場合には、周辺物体モデルＳＭの精度の悪化を防止して干渉判定の精度の悪化を防止することが可能な画像データＩＭＧ＿３Ｄを改めて取得するために、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定してもよい。

[0677] このように、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定する動作の目的の一つが、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて生成される周辺物体モデルＳＭの精度の悪化を防止して干渉判定の精度の悪化を防止することであることを考慮すると、ロボット制御部３１６は、上述したファイン移動動作の第１変形例と合わせて、ファイン移動動作の第２変形例を行ってもよい。但し、ロボット制御部３１６は、上述したファイン移動動作の第１変形例を行うことなく、ファイン移動動作の第２変形例を行ってもよい。

[0678] カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定された場合には、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪを再度撮像するように、カメラ２２を制御してもよい。但し、周辺物体モデルＳＭの精度の悪化を防止して干渉判定の精度の悪化

を防止することが可能な画像データＩＭＧ＿３Ｄを改めて取得するために、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更し、その後に、物体ＯＢＪを再度撮像するように、カメラ２２を制御してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更するようにロボット１を制御するための制御信号を生成し、その後に、物体ＯＢＪを再度撮像するように、カメラ２２を制御してもよい。その結果、物体ＯＢＪを撮像するカメラ２２の位置及び姿勢の少なくとも一つが変更されるがゆえに、物体ＯＢＪを撮像するカメラ２２の位置及び姿勢が変更されない場合と比較して、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像内において白飛び又は黒つぶれが発生している領域の割合が減ることが期待される。このため、周辺物体モデルＳＭの精度の悪化が防止され、その結果、干渉判定の精度の悪化が防止されることが期待される。

[0679] このため、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更された後に、カメラ２２は、物体ＯＢＪを再度撮像することで画像データＩＭＧ＿３Ｄを新たに生成してもよい。ここで、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更されているがゆえに、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更された後において、カメラ２２は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更される前にカメラ２２が撮像した物体ＯＢＪを撮像してもよいし、撮像しなくてもよい。物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更された後において、カメラ２２は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更される前にカメラ２２が撮像していなかった物体ＯＢＪを撮像してもよいし、撮像しなくてもよい。

[0680] その後、ロボット制御部３１６は、新たに生成された画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更された後に新たに生成された画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更された

後に新たに生成された画像データＩＭＧ__２Ｄに基づいて、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更される前に既に生成されていた画像データＩＭＧ__２Ｄ及びＩＭＧ__３Ｄの少なくとも一つに基づいて、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更された後に新たに生成された画像データＩＭＧ__３Ｄと、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つとに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもよい。一例として、経路生成処理の第３変形例で説明したように、ロボット制御部３１６は、新たに生成された画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つと、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に加えて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つを設定した上で、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもよい。例えば、経路生成処理の第３変形例で説明したように、ロボット制御部３１６は、新たに生成された画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデルを生成し、生成した周辺物体の点群モデルを、周辺物体モデルＳＭとして用いることで、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデ

ルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉が発生するか否かを判定することで、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の少なくとも一つの干渉（特に、周辺物体の干渉）が発生するか否かを高精度に判定することができる。このため、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体の少なくとも一つの干渉（特に、周辺物体の干渉）が発生しない移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。

[0681] 尚、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定された場合に、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更されるがゆえに、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することは、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更するか否かを判定することと等価であるとみなしてもよい。

[0682] 一方で、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像しなくてもよいと判定された場合には、カメラ２２は、物体ＯＢＪを再度撮像しなくてもよいし、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係が変更されなくてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定するために用いた画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定するために用いた画像データＩＭＧ＿３Ｄとは異なる画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい尚、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像しなくてもよいと判定された場合に画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて移動経路ＭＲｆを生成する動作そのものは、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定された場合に画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて移動経路ＭＲｆを生成する動作そのものと同一であってもよいため、その詳細な説明を省略する。

[0683] 上述したファイン移動動作の第１変形例で説明したように複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて合成三次元位置データＷＳＤｃが生成される場合には、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成した（特に、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて生成された周辺物体モデルＳＭ

を用いた干渉判定を行った）後に、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。具体的には、まず、カメラ２２は、物体ＯＢＪを複数回撮像することで複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄをそれぞれ生成し、ロボット制御部３１６は、生成された複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて合成三次元位置データＷＳＤｃを生成し、生成した合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて生成された周辺物体モデルＳＭを用いた干渉判定を行ってもよい。干渉判定に続いて又は並行して、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの少なくとも一つに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定された場合には、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更してもよい。その後、カメラ２２は、物体ＯＢＪを複数回撮像することで複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄをそれぞれ新たに生成してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、新たに生成された複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて合成三次元位置データＷＳＤｃを新たに生成し、新たに生成した合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて生成された周辺物体モデルＳＭを用いた干渉判定を新たに行ってもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。

[0684] 合成三次元位置データＷＳＤｃが生成を生成するためにカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを撮像する際に、投影光の光量が変わってもよいことは、上述したとおりである。このため、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定する前に（特に、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定し、その結果、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に）、カメラ２２が物体ＯＢＪを撮像するたびに投影装置２３からの投影光の光量が変わるように投影装置２３を制御してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、第１の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像し、第１の光量よりも高い第２

の光量の投影光が投影されている複数の物体ＯＢＪをカメラ２２が少なくとも一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。

[0685] ここで、上述したように、再撮像条件として、「物体画像領域に含まれる複数の画素の総数に対する、輝度値が所定の上限輝度値を超える画素の数の割合が所定割合以上である」という第１の再撮像条件が用いられる場合には、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの、第１の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの、より低い光量の投影光（好ましくは、最低の光量の投影光）が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。ここで、第１の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像は、第２の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像と比較して、全体的に暗くなる。その結果、第１の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像において再撮像条件が満たされている場合には、第２の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像においても再撮像条件が満たされている可能性が高い。なぜならば、暗い画像において白飛びが発生する場合には、明るい画像においても白飛びが発生する可能性が高いからである。このため、第１の再撮像条件が用いられる状況下において、ロボット制御部３１６は、より暗い（好ましくは、最も暗い）画像を示す画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいてカメ

ラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することで、周辺物体モデルＳＭの精度の悪化を防止して干渉判定の精度の悪化を防止することが可能な画像データＩＭＧ＿３Ｄをより確実に生成するように、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することができる。

[0686] 或いは、上述したように、再撮像条件として、「物体画像領域に含まれる複数の画素の総数に対する、輝度値が所定の下限輝度値を超える画素の数の割合が所定割合以上である」という第２の再撮像条件が用いられる場合には、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの、第２の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの、より高い光量の投影光（好ましくは、最高の光量の投影光）が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。ここで、第２の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像は、第１の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像と比較して、全体的に明るくなる。その結果、第２の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像において再撮像条件が満たされている場合には、第１の光量の投影光が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像においても再撮像条件が満たされている可能性が高い。なぜならば、明るい画像において黒つぶれが発生する場合には、暗い画像においても黒つぶれが発生する可能性が高いからである。このため、

第２の再撮像条件が用いられる状況下において、ロボット制御部３１６は、より明るい（好ましくは、最も明るい）画像を示す画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいてカメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することで、周辺物体モデルＳＭの精度の悪化を防止して干渉判定の精度の悪化を防止することが可能な画像データＩＭＧ＿３Ｄをより確実に生成するように、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することができる。

[0687] また、合成三次元位置データＷＳＤｃが生成を生成するためにカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを撮像する際に、カメラ２２の露光時間が変わってもよいことは、上述したとおりである。このため、ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定する前に（特に、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定し、その結果、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に）、カメラ２２が物体ＯＢＪを撮像するたびにカメラ２２の露光時間が変わるように投影装置２３を制御してもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、露光時間が第１の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像し、露光時間が第１の露光時間よりも長い第２の露光時間に設定されているカメラ２２が複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回撮像するように、投影装置２３を制御してもよい。

[0688] ここで、上述したように、再撮像条件として、「物体画像領域に含まれる複数の画素の総数に対する、輝度値が所定の上限輝度値を超える画素の数の割合が所定割合以上である」という第１の再撮像条件が用いられる場合には、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの、露光時間が第１の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３

Ｄのうちの、露光時間がより短い露光時間に設定された（好ましくは、最短の露光時間に設定された）カメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。ここで、露光時間が第１の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像は、露光時間が第２の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像と比較して、全体的に暗くなる。その結果、露光時間が第１の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像において再撮像条件が満たされている場合には、露光時間が第２の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像においても再撮像条件が満たされている可能性が高い。なぜならば、暗い画像において白飛びが発生する場合には、明るい画像においても白飛びが発生する可能性が高いからである。このため、第１の再撮像条件が用いられる状況下において、ロボット制御部３１６は、より暗い（好ましくは、最も暗い）画像を示す画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいてカメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することで、周辺物体モデルＳＭの精度の悪化を防止して干渉判定の精度の悪化を防止することが可能な画像データＩＭＧ＿３Ｄをより確実に生成するように、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することができる。

[0689] 或いは、上述したように、再撮像条件として、「物体画像領域に含まれる複数の画素の総数に対する、輝度値が所定の下限輝度値を超える画素の数の割合が所定割合以上である」という第１の再撮像条件が用いられる場合には、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの、露光時間が第２の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更する前に合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３

Ｄのうちの、露光時間がより長い露光時間に設定された（好ましくは、最長の露光時間に設定された）カメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。ここで、露光時間が第２の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像は、露光時間が第１の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像と比較して、全体的に明るくなる。その結果、露光時間が第２の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像において再撮像条件が満たされている場合には、露光時間が第１の露光時間に設定されたカメラ２２が生成した画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像においても再撮像条件が満たされている可能性が高い。なぜならば、明るい画像において黒つぶれが発生する場合には、暗い画像においても黒つぶれが発生する可能性が高いからである。このため、第２の再撮像条件が用いられる状況下において、ロボット制御部３１６は、より明るい（好ましくは、最も明るい）画像を示す画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいてカメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することで、周辺物体モデルＳＭの精度の悪化を防止して干渉判定の精度の悪化を防止することが可能な画像データＩＭＧ＿３Ｄをより確実に生成するように、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定することができる。

[0690] 尚、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成した後にカメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定する際に、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いた複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄとは異なる画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。この場合であっても、第１の再撮像条件が用いられる状況下において、ロボット制御部３１６は、より暗い（好ましくは、最も暗い）画像を示す画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、より低い光量の投影光（好ましくは、最低の光量の投影光）が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩ

ＭＧ__３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、露光時間がより短い露光時間に設定された（好ましくは、最短の露光時間に設定された）カメラ２２が生成した画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。一方で、第２の再撮像条件が用いられる状況下において、ロボット制御部３１６は、より明るい（好ましくは、最も明るい）画像を示す画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、より高い光量の投影光（好ましくは、最高の光量の投影光）が投影されている物体ＯＢＪをカメラ２２が撮像することで生成される画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、露光時間がより長い露光時間に設定された（好ましくは、最長の露光時間に設定された）カメラ２２が生成した画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。

[0691] 上述したファイン移動動作の第１変形例で説明したように複数の画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて合成三次元位置データＷＳＤｃが生成される場合には、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成する前に、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ__３Ｄのうちの少なくとも一つに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定してもよい。ロボット制御部３１６は、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像しなくてもよいと判定された（つまり、物体ＯＢＪを検出し且つ物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出することが可能な画像データＩＭＧ__３Ｄが生成されたと判定された）後に、複数の画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて合成三次元位置データＷＳＤｃを生成してもよい。

[0692] カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像しなくてもよいと判定された後に、複数の画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて合成三次元位置データＷＳＤｃが生

成される場合には、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定するために用いられる少なくとも一つの画像データＩＭＧ＿３Ｄは、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いられる複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの少なくとも一つと同一であってもよい。或いは、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定するために用いられる少なくとも一つの画像データＩＭＧ＿３Ｄは、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いられる複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄのうちの少なくとも一つと異なっていてもよい。この場合、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいてカメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像しなくてもよいと判定された後に、カメラ２２は、複数の物体ＯＢＪを少なくとも一回新たに撮像することで、合成三次元位置データＷＳＤｃを生成するために用いられる複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを生成してもよい。

[0693] 尚、上述した説明では、ロボット制御部３１６は、単一の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ）を再度撮像するか否かを判定している。しかしながら、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿２Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪ（特に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔ）を再度撮像するか否かを判定してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄから、同じ単眼カメラ（例えば、ステレオカメラであるカメラ２２の右側の単眼カメラ又は左側の単眼カメラ）が生成した複数の画像をそれぞれ取得し、複数の画像を１枚の画像に合成し、合成した１枚の画像から物体画像領域を抽出し、抽出した物体画像領域が再撮像条件を満たしているか否かを判定してもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、複数の画像から複数の物体画像領域をそれぞれ抽出し、抽出した複数の物体画像領域が再撮像条件を満たしているか否かを判定してもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、複数の物体画像領域のうちの少なくとも一つが再撮像条件を満たしている場合に、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定してもよい。ロボット制御部３１６は、複数の物体

画像領域の全てが再撮像条件を満たしている場合に、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定してもよい。

[0694] 尚、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３は、ファイン移動動作の第２変形例と同様の動作を行うことで、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。具体的には、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いてラフ移動動作が行われる（つまり、移動経路ＭＲｒが生成される）場合には、制御装置３は、制御装置３は、ファイン移動動作の第２変形例と同様の動作を行うことで、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0695] （６－１－３）ファイン移動動作の第３変形例

ファイン移動動作の第１変形例では、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、複数の三次元位置データＷＳＤ（典型的には、点群データ）を生成し、複数の三次元位置データＷＳＤ（典型的には、点群データ）を合成することで、一つの合成三次元位置データＷＳＤｃを生成し、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルを周辺物体モデルＳＭとして生成している。その結果、ロボット制御部３１６は、合成三次元位置データＷＳＤｃから生成される周辺物体モデルＳＭを用いて上述した干渉判定を行うことで、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体（特に、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ）の少なくとも一つの干渉が発生する否かを精度よく判定することができる。このため、以下の説明では、説明の便宜上、ファイン移動動作の第１変形例において、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、複数の三次元位置データＷＳＤ（典型的には、点群データ）を生成し、複数の三次元位置データＷＳＤ（典型的には、点群データ）を合成することで、一つの合成三次元位置データＷＳＤｃを生成し、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルを周辺物体モデルＳＭとして生成する動作を、第１高精度干渉判定動作と称する。

[0696] 同様に、ファイン移動動作の第２変形例では、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体Ｏ

ＢＪを再度撮像するか否かを判定し、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定された場合に、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更し、その後に、物体ＯＢＪを再度撮像するように、カメラ２２を制御している。その結果、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体（特に、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ）の少なくとも一つの干渉が発生する否かを精度よく判定することができる。このため、以下の説明では、説明の便宜上、ファイン移動動作の第２変形例において、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像するか否かを判定し、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像すると判定された場合に、物体ＯＢＪとカメラ２２との間の相対的な位置関係を変更し、その後に、物体ＯＢＪを再度撮像するように、カメラ２２を制御する動作を、第２高精度干渉判定動作と称する。

[0697] ファイン移動動作の第３変形例では、ロボット制御部３１６は、所定の実行条件が成立した場合に、第１高精度干渉判定動作を行ってもよい。他方で、ロボット制御部３１６は、所定の実行条件が成立していない場合には、第１高精度干渉判定動作を行わなくてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを生成するために、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得し、複数の三次元位置データＷＳＤ（典型的には、点群データ）を合成することで、一つの合成三次元位置データＷＳＤｃを生成し、合成三次元位置データＷＳＤｃに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルを周辺物体モデルＳＭとして生成しなくてもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、複数の画像データＩＭＧ＿３Ｄを取得することなく、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。尚、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づいて移動経路ＭＲｆを生成する動作については、図６のステップＳ３２からステップＳ３４の動作を説明する際に既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略するが、その一例について、以下に簡単に説明する。例えば、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用い

たマッチング処理を行うことで、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つとに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。ここで、ロボット制御部３１６は、移動経路ＭＲｆを生成するために撮像装置２が新たに生成した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いてもよい。或いは、ロボット制御部３１６は、後述するように第１高精度干渉判定動作を行う場合に成立するべき所定の実行条件が成立するか否かを判定するために撮像装置２が生成していた画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を流用してもよい。また、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔが含まれている場合には、ロボット制御部３１６は、経路生成処理の第３変形例で説明したように、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つとに加えて、画像データＩＭＧ＿３Ｄにも基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて周辺物体モデルＳＭの位置及び姿勢の少なくとも一つを設定した上で、エンドエフェクタモデルＥＭ、ロボットモデルＲＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成してもよい。例えば、ロボット制御部３１６は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、周辺物体の点群モデルを生成し、生成した周辺物体の点群モデルを、周辺物体モデルＳＭとして用いることで、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、移動経路ＭＲｆを生成するために第１高精度干渉判定動作が常に行われる場合と比較して、移動経路ＭＲｆを生成するために必要な時間が短縮される。つまり、移動経路ＭＲｆを生成するためのスループットが向上する。

[0698] 同様に、ファイン移動動作の第３変形例では、ロボット制御部３１６は、所定の実行条件が成立した場合に、第２高精度干渉判定動作を行ってもよい。他方で、ロボット制御部３１６は、所定の実行条件が成立していない場合には、第２高精度干渉判定動作を行わなくてもよい。この場合、カメラ２２が物体ＯＢＪを再度撮像しなくてもよくなる。その結果、移動経路ＭＲｆを生成するために第２高精度干渉判定動作が常に行われる場合と比較して、移動経路ＭＲｆを生成するために必要な時間が短縮される。つまり、移動経路ＭＲｆを生成するためのスループットが向上する。

[0699] 所定の実行条件は、第１及び第２高精度干渉判定動作を行う前に撮像装置２が対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づいて算出される指標値に関する条件を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、第１及び第２高精度干渉判定動作を行う前に撮像装置２が対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づいて、指標値を算出し、指標値に基づいて所定の実行条件が成立しているか否かを判定してもよい。

[0700] 指標値の一例として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いたマッチング処理によって算出されるマッチング類似度があげられる。特に、指標値の一例として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いたマッチング処理によって算出される、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔのマッチング類似度があげられる。この場合、ロボット制御部３１６は、２Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度を、指標値として用いてもよい。ロボット制御部３１６は、３Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度を、指標値として用いてもよい。ロボット制御部３１６は、２Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度と３Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度とに基づいて算出されるマッチング類似度を、指標値として用いてもよい。２Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度と３Ｄマッチング処理によって算出されたマッチン

グ類似度とに基づいて算出されるマッチング類似度の一例として、２Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度と３Ｄマッチング処理によって算出されたマッチング類似度との平均値及び中央値の少なくとも一つがあげられる。

[0701] ここで、マッチング類似度が高くなればなるほど、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの大部分が画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方が示す画像に写り込んでいる可能性は高いと想定される。つまり、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔのうち対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周囲の物体（典型的には、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ）によって隠されている非露出部分の対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの全体に対する割合が小さくなると想定される。言い換えれば、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔと非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとが重なっていない又は対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔと非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとの重なりの程度が小さい可能性が高くなると想定される。その結果、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周囲に、マッチング処理によって正確に検出できなかった非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔが存在する可能性は低くなると想定される。つまり、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周囲に、マッチング処理によって正確に検出できなかった非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔが、エンドエフェクタ４に干渉する配置態様で配置されている可能性は低くなると想定される。このため、この場合には、仮に第１及び第２高精度干渉判定動作が行われなかったとしても、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを生成することができる可能性が高くなる。

[0702] そこで、マッチング類似度が指標値として用いられる場合には、ロボット制御部３１６は、実行条件として、「指標値（つまり、マッチング類似度）が所定の第１実行判定閾値を下回る」という条件を用いてもよい。尚、第１実行判定閾値は、典型的には、上述したマッチング判定閾値よりも大きい。但し、第１実行判定閾値は、マッチング判定閾値よりも大きくなくてもよい。この場合、ロボット制御部３１６は、マッチング類似度が所定の第１実行判定閾値

を下回る場合に、第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を行ってもよい。他方で、ロボット制御部３１６は、マッチング類似度が所定の第１実行判定閾値を上回る場合に、第１及び第２高精度干渉判定動作を行わなくてもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、マッチング類似度が低いがゆえに第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を行うことが望まれる場面で、第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を適切に行うことができる。その結果、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。一方で、マッチング類似度が高いがゆえに第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を行う必要性が高くない場面では、ロボット制御部３１６は、第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を行わない。その結果、上述したように、移動経路ＭＲｆを生成するためのスループットが向上する。

[0703] 指標値の他の一例として、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成される三次元位置データＷＳＤにおける物体ＯＢＪに関するデータの抜け量の多さを示すデータ抜け量があげられる。特に、指標値の一例として、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて生成される三次元位置データＷＳＤにおける対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに関するデータの抜け量の多さを示すデータ抜け量があげられる。例えば、データ抜け量の一例として、三次元位置データＷＳＤとして生成される点群データが示す点群における、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの点群の抜けの程度を示す点群抜け量があげられる。点群抜け量は、三次元位置データＷＳＤが三次元位置を示していない対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの領域の広さに比例する指標値であってもよい。つまり、点群抜け量は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて三次元位置を算出できなかった対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの領域の広さに比例する指標値であってもよい。点群抜け量は、三次元位置データＷＳＤから欠落している、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの三次元位置のデータ量に比例する指標値であってもよい。例えば、データ抜け量の一例として、三次元位置データＷＳＤとして生成される深度画像データが示す画像における、対象物体ＯＢＪ＿ｔ

ｇｔの深度の抜けの程度を示す深度抜け量があげられる。深度抜け量は、三次元位置データＷＳＤが三次元位置（この場合、深度）を示していない対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの領域の広さ（例えば、画素の数）に比例する指標値であってもよい。つまり、深度抜け量は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて三次元位置（深度）を算出できなかった対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの領域の広さに比例する指標値であってもよい。深度抜け量は、三次元位置データＷＳＤから欠落している、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの三次元位置（深度）のデータ量に比例する指標値であってもよい。

[0704] ここで、データ抜け量が少なくなればなるほど、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの大部分が、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に写り込んでいる可能性は高いと想定される。つまり、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔのうち対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周囲の物体（典型的には、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ）によって隠されている非露出部分の対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの全体に対する割合が小さくなると想定される。言い換えれば、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔと非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとが重なっていない又は対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔと非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとの重なりの程度が小さい可能性が高くなると想定される。その結果、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周囲に、マッチング処理によって正確に検出できなかった非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔが存在する可能性は低くなると想定される。つまり、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの周囲に、マッチング処理によって正確に検出できなかった非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔが、エンドエフェクタ４に干渉する配置態様で配置されている可能性は低くなると想定される。このため、この場合には、仮に第１及び第２高精度干渉判定動作が行われなかったとしても、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを生成することができる可能性が高くなる。

[0705] そこで、データ抜け量が指標値として用いられる場合には、ロボット制御部３１６は、実行条件として、「指標値（つまり、データ抜け量）が所定の第２実行判定閾値を上回る」という条件を用いてもよい。この場合、ロボット制御

部３１６は、データ抜け量が所定の第２実行判定閾値を上回る場合に、第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を行ってもよい。他方で、ロボット制御部３１６は、データ抜け量が所定の第２実行判定閾値を下回る場合に、第１及び第２高精度干渉判定動作を行わなくてもよい。その結果、ロボット制御部３１６は、データ抜け量が少ないがゆえに第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を行うことが望まれる場面で、第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を適切に行うことができる。その結果、ロボット制御部３１６は、エンドエフェクタ４、ロボット１及び周辺物体のうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを適切に生成することができる。一方で、データ抜け量が多いがゆえに第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を行う必要性が高くない場面では、ロボット制御部３１６は、第１及び第２高精度干渉判定動作の少なくとも一方を行わない。その結果、上述したように、移動経路ＭＲｆを生成するためのスループットが向上する。

[0706] 尚、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３が第１高精度干渉判定動作（つまり、ファイン移動動作の第１変形例と同様の動作）を行うことで移動経路ＭＲｒを生成してもよいことは、上述したとおりである。この場合、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３は、所定の実行条件が成立した場合に、第１高精度干渉判定動作を行ってもよい。他方で、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３は、所定の実行条件が成立しない場合に、第１高精度干渉判定動作を行わなくてもよい。

[0707] 同様に、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３が第２高精度干渉判定動作（つまり、ファイン移動動作の第２変形例と同様の動作）を行うことで移動経路ＭＲｒを生成してもよいことは、上述したとおりである。この場合、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３は、所定の実行条件が成立した場合に、第２高精度干渉判定動作を行ってもよい。他方で、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３は、所定の実行条件が成立しない場合に、第２高精度干渉判定動作を行わなくてもよい。

[0708] （６－１－４）ファイン移動動作の第４変形例

（６－１－４－１）ファイン移動動作の第４変形例の基本

上述したように、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、ファイン移動動作を行うことで、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉（更には、必要に応じて、ロボットモデルＲＭの干渉、以下、第４変形例において同じ）が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成している。つまり、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、エンドエフェクタ４及び周辺物体の少なくとも一つの干渉（更には、必要に応じて、ロボット１の干渉、以下、第４変形例において同じ）が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成している。

[0709] ここで、上述したように、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する保持処理を行う場合には、物体ＯＢＪを保持しているエンドエフェクタ４の干渉が発生する可能性は、物体ＯＢＪを保持していないエンドエフェクタ４の干渉が発生する可能性よりも高くなる。なぜならば、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持している場合には、エンドエフェクタ４の干渉は、エンドエフェクタ４そのものの干渉に加えて、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉を含むからである。エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉は、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪとロボット１との干渉、及び、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪと周辺物体との干渉との少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0710] 同様に、上述したように、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪをリリースするリリース処理を行う場合には、物体ＯＢＪをリリースしていない（つまり、物体ＯＢＪを保持している）エンドエフェクタ４の干渉が発生する可能性は、物体ＯＢＪをリリースした（つまり、物体ＯＢＪを保持していない）エンドエフェクタ４の干渉が発生する可能性よりも高くなる。その理由は、エンドエフェクタ４が保持処理を行う場合と同様である。

[0711] このため、制御装置３が、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪの三次元モデルである物体モデルＯＭを用いることなく、エンドエフェクタ４が

物体ＯＢＪを保持している場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆを生成する場合には、エンドエフェクタモデルＥＭの干渉が発生しないという条件を満たすように生成された移動経路ＭＲｆに従って移動するエンドエフェクタ４の干渉（特に、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉）が実際には発生してしまう可能性がある。

[0712] そこで、第４変形例では、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪの三次元モデルに基づく物体モデルＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。ここで、ファイン移動動作の第４変形例では、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪの三次元モデルに基づく物体モデルＯＭは、後述するように、エンドエフェクタモデルＥＭに対して位置合わせされている物体モデルＯＭを意味していてもよい。つまり、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪの三次元モデルに基づく物体モデルＯＭは、後述するように、エンドエフェクタモデルＥＭに対して所定の位置及び姿勢の少なくとも一方で位置した物体モデルＯＭを意味していてもよい。このため、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪの三次元モデルに基づく物体モデルＯＭは、エンドエフェクタモデルＥＭに対して位置する物体ＯＢＪの三次元モデルに基づく物体モデルＯＭであるとみなしてもよい。一方で、エンドエフェクタ４が保持していない物体ＯＢＪの三次元モデルである物体モデルＯＭは、必ずしもエンドエフェクタモデルＥＭに対して必ずしも位置合わせされなくてもよい。このため、エンドエフェクタ４が保持していない物体ＯＢＪの三次元モデルである物体モデルＯＭと、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪの三次元モデルに基づく物体モデルＯＭとを区別するために、ファイン移動動作の第４変形例では、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪの三次元モデルに基づく物体モデルＯＭを、“保持物体モデルＨＯＭ”と称する。更に、エンドエフェクタ４が保持していない物体ＯＢＪと、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪとを区別するために、ファイン移動動作の第４変形例では、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪを、

必要に応じて、“保持物体ＨＯＢＪ”と称する。この場合、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、ファイン移動動作を行うことで、エンドエフェクタモデルＥＭと、周辺物体モデルＳＭと、保持物体モデルＨＯＭと、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方とに基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。

[0713] 尚、ファイン移動動作ではなくラフ移動動作を行う制御装置３（特に、経路生成部３１５）もまた、ファイン移動動作を行う制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）と同様に、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを生成している。つまり、制御装置３（特に、経路生成部３１５）は、エンドエフェクタ４及び周辺物体の少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒを生成している。この場合においても、移動経路ＭＲｆが生成される場合と同様に、制御装置３が保持物体モデルＨＯＭを用いることなく、エンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを保持している場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒを生成する場合には、エンドエフェクタモデルＥＭの干渉が発生しないという条件を満たすように生成された移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４の干渉（特に、エンドエフェクタ４が保持する保持物体ＨＯＢＪの干渉）が実際には発生する可能性がある。そこで、移動経路ＭＲｒを生成する場合においても、制御装置３（特に、経路生成部３１５）は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。つまり、制御装置３（特に、経路生成部３１５）は、ラフ移動動作を行うことで、エンドエフェクタモデルＥＭと、周辺物体モデルＳＭと、保持物体モデルＨＯＭとに基づいて、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。このため、以下の説明は、ファイン移動動作の第４変形例の説明ではあるのものの、実際には、保持物体モデルＨＯＭを用いて移動経路ＭＲｆを生成するファイン移動動作の変形例と、保持物体モデルＨＯＭを用いて移動経路ＭＲｒを生成するラフ移動動作の変形例との説明に相当する。

[0714] （６－１－４－２）保持物体モデルＨＯＭを用いた移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの生成方法

制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び保持物体モデルＨＯＭと、周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの少なくとも一つを生成してもよい。つまり、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び保持物体モデルＨＯＭと、周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉の判定結果に基づいて、移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの少なくとも一つを生成してもよい。

[0715] ここで、上述したように、制御装置３は、干渉が発生するか否かを判定するために、仮想空間にエンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭ（更には、必要に応じてロボットモデルＲＭ、以下第４変形例において同じ）を配置し、ロボット１を駆動したと仮定した場合のエンドエフェクタ４の動き（更には、必要に応じてロボット１の動き、以下第４変形例において同じ）に合わせてエンドエフェクタモデルＥＭを仮想空間内で動かすことで、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭのうちの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆを生成している。保持物体モデルＨＯＭを用いる場合には、制御装置３は、仮想空間にエンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。更に、エンドエフェクタ４が移動すると、エンドエフェクタ４が保持する保持物体ＨＯＢＪもまた移動するがゆえに、制御装置３は、ロボット１を駆動したと仮定した場合のエンドエフェクタ４の動きに合わせてエンドエフェクタモデルＥＭ及び保持物体モデルＨＯＭを仮想空間内で動かすことで、エンドエフェクタモデルＥＭ及び保持物体モデルＨＯＭと周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆを生成してもよい。つまり、制御装置３は、ロボット１を駆動したと仮定した場合のエンドエフェクタ４の動きに合わせてエンドエフェクタモデルＥＭ及び保持物体モデルＨＯＭを仮想空間内で一体的に動かすことで、エンドエフェクタモデルＥＭ及び保持物体モデル

ＨＯＭと周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉が発生しない移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆを生成してもよい。

[0716] 仮想空間に保持物体モデルＨＯＭを配置するために、制御装置３は、仮想空間内において、エンドエフェクタモデルＥＭに対して所定の位置に保持物体モデルＨＯＭが位置するように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。つまり、制御装置３は、仮想空間内において、エンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの位置関係が所定の位置関係となるように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0717] 典型的には、所定の位置関係は、エンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを実際に保持している状況下での、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が実際に保持している保持物体ＨＯＢＪとの位置関係を含んでいてもよい。所定の位置関係は、エンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを実際に保持していないもののエンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを保持したと仮定した状況下での、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が保持していると仮定されている保持物体ＨＯＢＪとの位置関係を含んでいてもよい。この場合、制御装置３は、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの位置関係に関する情報に基づいて、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0718] 制御装置３は、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの位置関係に関する情報として、処理位置姿勢設定部３１３が設定する処理位置姿勢情報ＰＡＩを用いてもよい。具体的には、上述したように、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合にエンドエフェクタ４が位置するべき位置（つまり、上述した処理対象位置ＰＴＰ）を算出するために利用可能な情報である。特に、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置を示している。このため、物体ＯＢＪを保持する保持処理に対応する処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の位置（つまり、物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との位置関係）を示している。

このため、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの位置関係に関する情報として利用可能である。この場合、制御装置３は、仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの位置関係が、処理位置姿勢情報ＰＡＩが示すエンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの位置関係と同じになるように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0719] 但し、処理位置姿勢情報ＰＡＩがエンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの位置関係を示す位置姿勢設定座標系（つまり、上述した三次元空間ＳＰ３の座標系）と、仮想空間の座標系が同一ではない可能性がある。この場合、制御装置３は、位置姿勢設定座標系における三次元座標を保持物体モデルＨＯＭが配置される仮想空間の座標系における三次元座標に変換する変換行列を用いて、処理位置姿勢情報ＰＡＩが示す位置関係を、保持物体モデルＨＯＭが配置される仮想空間の座標系における位置関係に変換し、仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの位置関係が、変換によって得られた位置関係と同じになるように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0720] 制御装置３は、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの位置関係に関する情報として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び画像データＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づくマッチング処理を行うことで算出される物体ＯＢＪの位置の算出結果を用いてもよい。例えば、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持した後に、撮像装置２が、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）を撮像することで画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を生成してもよい。その後、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づいて、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）の位置を算出してもよい。一方で、制御装置３がロボット１を制御してエンドエフェクタ４を移動させているがゆえに、エンドエフェクタ４の位置（つまり、現在の位置）は、制御装置３にとって既知の情報である。このため、制御装置３は、エンドエフェ

クタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）の位置の算出結果と、制御装置３にとって既知の情報であるエンドエフェクタ４の位置に関する情報とに基づいて、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの位置関係を算出してもよい。或いは、撮像装置２の撮像画角によっては、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持した後に、撮像装置２が、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）を撮像することができない可能性がある。この場合、例えば、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する前に、撮像装置２が、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪ（つまり、将来的に保持物体ＨＯＢＪとなる物体ＯＢＪ）を撮像することで画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を生成してもよい。一例として、撮像装置２は、図３（ａ）から図３（ｄ）に示す移動経路ＭＲｒに従ってエンドエフェクタ４が移動している間に、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪを撮像してもよい。一例として、撮像装置２は、図３（ａ）から図３（ｄ）に示す移動経路ＭＲｆに従ってエンドエフェクタ４が移動し始める前に、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪを撮像してもよい。一例として、撮像装置２は、図３（ａ）から図３（ｄ）に示す移動経路ＭＲｆに従ってエンドエフェクタ４が移動している間に、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪを撮像してもよい。その後、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づいて、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）の位置を算出してもよい。一方で、制御装置３がロボット１を制御してエンドエフェクタ４を移動させているがゆえに、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する時点でのエンドエフェクタ４の位置（つまり、エンドエフェクタ４の将来の位置）は、制御装置３にとって既知の情報である。このため、制御装置３は、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪの位置の算出結果と、制御装置３にとって既知の情報であるエンドエフェクタ４の将来の位置に関する情報とに基づいて、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの位置関係を算出してもよい。その後、制御装置３は、仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保

持物体モデルＨＯＭとの位置関係が、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方から算出した位置関係と同じになるように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0721] 仮想空間に保持物体モデルＨＯＭを配置するために、制御装置３は、仮想空間内において、エンドエフェクタモデルＥＭに対して所定の姿勢で保持物体モデルＨＯＭが位置するように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。つまり、制御装置３は、仮想空間内において、エンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの姿勢関係が所定の姿勢関係となるように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0722] 典型的には、所定の姿勢関係は、エンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを実際に保持している状況下での、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が実際に保持している保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係を含んでいてもよい。所定の姿勢関係は、エンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを実際に保持していないもののエンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを保持したと仮定した状況下での、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が保持していると仮定されている保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係を含んでいてもよい。この場合、制御装置３は、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係に関する情報に基づいて、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0723] 制御装置３は、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係に関する情報として、処理位置姿勢設定部３１３が設定する処理位置姿勢情報ＰＡＩを用いてもよい。具体的には、上述したように、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合にエンドエフェクタ４がとるするべき姿勢（つまり、上述した処理対象姿勢ＰＴＡ）を算出するために利用可能な情報である。特に、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の姿勢を示している。このため、物体ＯＢＪを保持する保持処理に対応する処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する場合の物体ＯＢＪを基準とするエンドエフェクタ４の姿

勢（つまり、物体ＯＢＪとエンドエフェクタ４との姿勢関係）を示している。このため、処理位置姿勢情報ＰＡＩは、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係に関する情報として利用可能である。この場合、制御装置３は、仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの姿勢関係が、処理位置姿勢情報ＰＡＩが示すエンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの姿勢関係と同じになるように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0724] 但し、処理位置姿勢情報ＰＡＩがエンドエフェクタ４と物体ＯＢＪとの姿勢関係を示す位置姿勢設定座標系（つまり、上述した三次元空間ＳＰ３の座標系）と、仮想空間の座標系が同一ではない可能性がある。この場合、制御装置３は、位置姿勢設定座標系における三次元座標を保持物体モデルＨＯＭが配置される仮想空間の座標系における三次元座標に変換する変換行列を用いて、処理位置姿勢情報ＰＡＩが示す姿勢関係を、保持物体モデルＨＯＭが配置される仮想空間の座標系における姿勢関係に変換し、仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの姿勢関係が、変換によって得られた姿勢関係と同じになるように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0725] 制御装置３は、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係に関する情報として、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び画像データＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づくマッチング処理を行うことで算出される物体ＯＢＪの姿勢の算出結果を用いてもよい。例えば、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持した後に、撮像装置２が、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）を撮像することで画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を生成してもよい。その後、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づいて、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）の姿勢を算出してもよい。一方で、制御装置３がロボット１を制御してエンドエフェクタ４を移動させているがゆえに、エンドエフェクタ４の姿勢（つまり、現在の姿勢）は、制

御装置３にとって既知の情報である。このため、制御装置３は、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）の姿勢の算出結果と、制御装置３にとって既知の情報であるエンドエフェクタ４の姿勢に関する情報とに基づいて、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係を算出してもよい。或いは、撮像装置２の撮像画角によっては、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持した後に、撮像装置２が、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）を撮像することができない可能性がある。この場合、例えば、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する前に、撮像装置２が、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪ（つまり、将来的に保持物体ＨＯＢＪとなる物体ＯＢＪ）を撮像することで画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を生成してもよい。一例として、撮像装置２は、図３（ａ）から図３（ｄ）に示す移動経路ＭＲｒに従ってエンドエフェクタ４が移動している間に、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪを撮像してもよい。一例として、撮像装置２は、図３（ａ）から図３（ｄ）に示す移動経路ＭＲｆに従ってエンドエフェクタ４が移動し始める前に、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪを撮像してもよい。一例として、撮像装置２は、図３（ａ）から図３（ｄ）に示す移動経路ＭＲｆに従ってエンドエフェクタ４が移動している間に、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪを撮像してもよい。その後、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方に基づいて、エンドエフェクタ４が保持した物体ＯＢＪ（つまり、保持物体ＨＯＢＪ）の姿勢を算出してもよい。一方で、制御装置３がロボット１を制御してエンドエフェクタ４を移動させているがゆえに、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する時点でのエンドエフェクタ４の姿勢（つまり、エンドエフェクタ４の将来の姿勢）は、制御装置３にとって既知の情報である。このため、制御装置３は、エンドエフェクタ４が保持する予定の物体ＯＢＪの姿勢の算出結果と、制御装置３にとって既知の情報であるエンドエフェクタ４の将来の姿勢に関する情報とに基づいて、エンドエフェクタ４と保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係を算出してもよい。

その後、制御装置３は、仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの姿勢関係が、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方から算出した姿勢関係と同じになるように、保持物体モデルＨＯＭを配置してもよい。

[0726] 尚、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持している場合には、エンドエフェクタ４は、通常、物体ＯＢＪと接触している。一方で、エンドエフェクタモデルＥＭに対して保持物体モデルＨＯＭが位置合わせされている場合には、エンドエフェクタモデルＥＭが保持物体モデルＨＯＭに接触していてもよいし、接触していなくてもよい。なぜならば、エンドエフェクタモデルＥＭに対して保持物体モデルＨＯＭが位置合わせされている限りは、エンドエフェクタモデルＥＭ及び保持物体モデルＨＯＭと周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉判定が可能であるからである。このため、「仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの位置関係と、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が保持している保持物体ＨＯＢＪとの位置関係とが同じ」状態は、「仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの位置関係と、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が保持している保持物体ＨＯＢＪとの位置関係とが完全に同じ」状態のみならず、「仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの位置関係と、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が保持している保持物体ＨＯＢＪとの位置関係とは、完全に同じでないものの、両者が実質的に同一とであるみなしてもよい程に両者の差分が小さい」状態を含んでいてもよい。「仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの姿勢関係と、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が保持している保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係とが同じ」状態は、「仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの姿勢関係と、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が保持している保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係とが完全に同じ」状態のみならず、「仮想空間内におけるエンドエフェクタモデルＥＭと保持物体モデルＨＯＭとの姿勢関係

と、エンドエフェクタ４と当該エンドエフェクタ４が保持している保持物体ＨＯＢＪとの姿勢関係とは、完全に同じでないものの、両者が実質的に同一とであるみなしてもよい程に両者の差分が小さい」状態を含んでいてもよい。

[0727] 第４変形例では特に、制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持している場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの少なくとも一つを生成する場合に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの少なくとも一つを生成してもよい。他方で、制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持していない場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの少なくとも一つを生成する場合に、保持物体モデルＨＯＭに基づくことなく、移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの少なくとも一つを生成してもよい。但し、制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持していない場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの少なくとも一つを生成する場合であっても、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの少なくとも一つを生成してもよい。

[0728] 例えば、図３１（ａ）は、エンドエフェクタ４が保持処理を行う場合におけるエンドエフェクタ４の移動経路（具体的には、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路）を示している。図３１（ａ）に示すように、エンドエフェクタ４が保持処理を行う場合には、ツールセンターポイントＴＣＰは、事前待機位置ＰＷ＿ｐｒｅ＃１からファインアプローチ位置ＰＦ＃１１までの移動経路ＭＲｒ＃１１に沿って移動し、ファインアプローチ位置ＰＦ＃１１から処理対象位置ＰＴＰ＃１（保持対象位置ＰＧ）までの移動経路ＭＲｆ＃１１に沿って移動し、処理対象位置ＰＴＰ＃１（保持対象位置ＰＧ）からファインアプローチ位置ＰＦ＃１２までの移動経路ＭＲｆ＃１２に沿って移動し、ファインアプローチ位置ＰＦ＃１２から事後待機位置ＰＷ＿ｐｏｓｔ＃１までの移動経路ＭＲｒ＃１２に沿って移動する。尚、ファインアプローチ位置ＰＦ＃１２は、ファインアプローチ位置ＰＦ＃１１と同じ位置であってもよいし、異なる位置であってもよい。

[0729] この場合、移動経路ＭＲｒ＃１１に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間中は、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪを保持しない。このため、図３１（ｂ）に示すように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに基づく一方で、保持物体モデルＨＯＭに基づくことなく、移動経路ＭＲｒ＃１１を生成してもよい。その結果、保持物体モデルＨＯＭを用いて移動経路ＭＲｒ＃１１が生成される場合と比較して、制御装置３は、より短い移動経路ＭＲｒ＃１１を生成することができる可能性が高い。このため、移動経路ＭＲｒ＃１１に従って移動するエンドエフェクタ４の移動時間が短縮される。

[0730] 更に、移動経路ＭＲｆ＃１１に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間中は、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪを保持しない。このため、図３１（ｂ）に示すように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに基づく一方で、保持物体モデルＨＯＭに基づくことなく、移動経路ＭＲｆ＃１１の少なくとも一つを生成してもよい。その結果、保持物体モデルＨＯＭを用いて移動経路ＭＲｆ＃１１が生成される場合と比較して、制御装置３は、より短い移動経路ＭＲｆ＃１１を生成することができる可能性が高い。このため、移動経路ＭＲｆ＃１１に従って移動するエンドエフェクタ４の移動時間が短縮される。尚、移動経路ＭＲｆ＃１１を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭは、移動経路ＭＲｒ＃１１を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。移動経路ＭＲｆ＃１１を生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｒ＃１１を生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0731] 一方で、移動経路ＭＲｒ＃１２に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間中は、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪを保持する。このため、図３１（ｃ）に示すように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて、保持物体モデルＨＯＭ（つまり、エンドエフェクタモデルＥＭに対して位置合わせされた物体モデルＯＭ）に基づいて、移動

経路ＭＲｒ＃１２を生成してもよい。その結果、保持物体モデルＨＯＭを用いることなく移動経路ＭＲｒ＃１２が生成される場合と比較して、エンドエフェクタ４の干渉（特に、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉）が発生する可能性がより低い移動経路ＭＲｒ＃１２を生成することができる。尚、移動経路ＭＲｒ＃１２を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭは、移動経路ＭＲｒ＃１１及びＭＲｆ＃１１の少なくとも一つを生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒ＃１２を生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｒ＃１１及びＭＲｆ＃１１の少なくとも一つを生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0732] 更に、移動経路ＭＲｆ＃１２に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間中は、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪを保持する。このため、図３１（ｃ）に示すように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて、保持物体モデルＨＯＭ（つまり、エンドエフェクタモデルＥＭに対して位置合わせされた物体モデルＯＭ）に基づいて、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、保持物体モデルＨＯＭを用いることなく移動経路ＭＲｆ＃１２が生成される場合と比較して、エンドエフェクタ４の干渉（特に、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉）が発生する可能性がより低い移動経路ＭＲｒ＃１２を生成することができる。尚、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭは、移動経路ＭＲｒ＃１１、ＭＲｆ＃１１及びＭＲｒ＃１２の少なくとも一つを生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｒ＃１１、ＭＲｆ＃１１及びＭＲｒ＃１２の少なくとも一つを生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するために用いられる保持物体モデルＨＯＭは、移動経路ＭＲｒ＃１２を生成するために

用いられる保持物体モデルＨＯＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0733] 尚、ファインアプローチ位置ＰＦ＃１１とファインアプローチ位置ＰＦ＃１２とが同じ位置である場合には、保持物体モデルＨＯＭを用いることなく生成される移動経路ＭＲｆ＃１１と、保持物体モデルＨＯＭを用いて生成される移動経路ＭＲｆ＃１２とは、同じ経路であってもよいし、異なる経路であってもよい。

[0734] 例えば、図３２（ａ）は、エンドエフェクタ４がリリース持処理を行う場合におけるエンドエフェクタ４の移動経路（具体的には、ツールセンターポイントＴＣＰの移動経路）を示している。図３２（ａ）に示すように、エンドエフェクタ４がリリース処理を行う場合には、ツールセンターポイントＴＣＰは、事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅ＃２からファインアプローチ位置ＰＦ＃２１までの移動経路ＭＲｒ＃２１に沿って移動し、ファインアプローチ位置ＰＦ＃２１から処理対象位置ＰＴＰ＃２（リリース対象位置ＰＲ）までの移動経路ＭＲｆ＃２１に沿って移動し、処理対象位置ＰＴＰ＃２（リリース対象位置ＰＲ）からファインアプローチ位置ＰＦ＃２２までの移動経路ＭＲｆ＃２２に沿って移動し、ファインアプローチ位置ＰＦ＃２２から事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔ＃２までの移動経路ＭＲｒ＃２２に沿って移動する。尚、ファインアプローチ位置ＰＦ＃２２は、ファインアプローチ位置ＰＦ＃２１と同じ位置であってもよいし、異なる位置であってもよい。保持処理に続けてリリース処理が行われる場合には、リリース処理が行われる場合の事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅ＃２は、保持処理が行われる場合の事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔ＃１と同じ位置であってもよいし、異なる位置であってもよい。リリース処理に続けて保持処理が行われる場合には、リリース処理が行われる場合の事後待機位置ＰＷ__ｐｏｓｔ＃２は、保持処理が行われる場合の事前待機位置ＰＷ__ｐｒｅ＃１と同じ位置であってもよいし、異なる位置であってもよい。

[0735] この場合、移動経路ＭＲｒ＃２１に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間中は、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪを保持する。このた

め、図３２（ｂ）に示すように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｒ＃２１を生成してもよい。その結果、保持物体モデルＨＯＭを用いることなく移動経路ＭＲｒ＃２１が生成される場合と比較して、エンドエフェクタ４の干渉（特に、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉）が発生する可能性がより低い移動経路ＭＲｒ＃２１を生成することができる。

[0736] 更に、移動経路ＭＲｆ＃２１に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間中は、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪを保持する。このため、図３２（ｂ）に示すように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに加えて、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃２１を生成してもよい。その結果、保持物体モデルＨＯＭを用いることなく移動経路ＭＲｆ＃２１が生成される場合と比較して、エンドエフェクタ４の干渉（特に、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉）が発生する可能性がより低い移動経路ＭＲｆ＃２１を生成することができる。尚、移動経路ＭＲｆ＃２１を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭは、移動経路ＭＲｒ＃２１を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。移動経路ＭＲｆ＃２１を生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｒ＃２１を生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。移動経路ＭＲｆ＃２１を生成するために用いられる保持物体モデルＨＯＭは、移動経路ＭＲｒ＃２１を生成するために用いられる保持物体モデルＨＯＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0737] 一方で、移動経路ＭＲｒ＃２２に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間中は、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪを保持しない。このため、図３２（ｃ）に示すように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに基づく一方で、保持物体モデルＨＯＭに基づくことなく、移動経路ＭＲｒ＃２２を生成してもよい。その結果、保持物体モデルＨＯＭを用いて移動経路ＭＲｒ＃２２が生成される場合と比較して、制御装置

３は、より短い移動経路ＭＲｒ＃２２を生成することができる可能性が高い。このため、移動経路ＭＲｒ＃２２に従って移動するエンドエフェクタ４の移動時間が短縮される。尚、移動経路ＭＲｒ＃２２を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭは、移動経路ＭＲｒ＃２１及びＭＲｆ＃２１の少なくとも一つを生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒ＃２２を生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｒ＃２１及びＭＲｆ＃２１の少なくとも一つを生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0738] 更に、移動経路ＭＲｆ＃２２に沿ってツールセンターポイントＴＣＰが移動する期間中は、エンドエフェクタ４は、物体ＯＢＪを保持しない。このため、図３２（ｃ）に示すように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び周辺物体モデルＳＭに基づく一方で、保持物体モデルＨＯＭに基づくことなく、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、保持物体モデルＨＯＭを用いて移動経路ＭＲｆ＃２２が生成される場合と比較して、制御装置３は、より短い移動経路ＭＲｆ＃２２を生成することができる可能性が高い。このため、移動経路ＭＲｆ＃２２に従って移動するエンドエフェクタ４の移動時間が短縮される。尚、移動経路ＭＲｆ＃２２を生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭは、移動経路ＭＲｒ＃２１、ＭＲｆ＃２１及びＭＲｒ＃２２の少なくとも一つを生成するために用いられるエンドエフェクタモデルＥＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。移動経路ＭＲｆ＃２２を生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭは、移動経路ＭＲｒ＃２１、ＭＲｆ＃２１及びＭＲｒ＃２２の少なくとも一つを生成するために用いられる周辺物体モデルＳＭと同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0739] 尚、ファインアプローチ位置ＰＦ＃２１とファインアプローチ位置ＰＦ＃２２とが同じ位置である場合には、保持物体モデルＨＯＭを用いて生成される移動経路ＭＲｆ＃２１と、保持物体モデルＨＯＭを用いることなく生成される移

動経路ＭＲｆ＃２２とは、同じ経路であってもよいし、異なる経路であってもよい。

[0740] （６－１－４－３）保持物体モデルＨＯＭを用いた移動経路ＭＲｆ及びＭＲｒの生成タイミング

制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後に、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後にツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆの少なくとも一部を生成してもよい。或いは、制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う前に、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後にツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆの少なくとも一部を生成してもよい。

[0741] 経路生成処理の第３変形例で説明したように、図６のステップＳ３１からステップＳ３７の処理を行うことでロボット１が実際に移動し始めた（つまり、エンドエフェクタ４が移動し始めた）後に移動経路ＭＲｒが生成される場合には、制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後に、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後にツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｒの少なくとも一部を生成してもよい。或いは、制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う前に、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後にツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｒの少なくとも一部を生成してもよい。

[0742] 尚、以下の説明では、重複する説明を省略するために、移動経路ＭＲｆを生成するタイミングについて説明する。但し、以下に説明する移動経路ＭＲｆを生成するタイミングと同じタイミングで、移動経路ＭＲｒが生成されてもよい。

[0743] （６－１－４－３－１）エンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを保持した後の移動経路ＭＲｆの生成

例えば、上述したようにエンドエフェクタ４が保持処理を行う場合には、制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持した後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持した後にツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。図３１（ａ）に示す例で言えば、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが保持対象位置ＰＧに位置した後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一つを生成してもよい。

[0744] 一例として、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆ＃１１に沿って移動し終えた後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。制御装置３は、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｆ＃１１に従って移動し終えた後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１に基づく移動後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。

[0745] 一例として、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆ＃１１に沿って移動し終えてから移動経路ＭＲｆ＃１２に沿って移動開始する前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。制御装置３は、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｆ＃１１に従って移動し終えてから移動経路ＭＲｆ＃１２に従って移動開始する前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１に基づく移動後であって且つ移動経路ＭＲｆ＃１２に基づく移動前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。

[0746] （６－１－４－３－２）エンドエフェクタ４が保持物体ＨＯＢＪを保持する前の移動経路ＭＲｆの生成

例えば、上述したようにエンドエフェクタ４が保持処理を行う場合には、制御装置３は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持した後にツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆの少なくとも一部を生成してもよい。図３１（ａ）に示す例で言えば、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが保持対象位置ＰＧに到達する前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。具体的には、例えば、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが保持対象位置ＰＧに到達する前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の全部を生成してもよい。或いは、例えば、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが保持対象位置ＰＧに到達する前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の一部を生成し、ツールセンターポイントＴＣＰが保持対象位置ＰＧに到達した後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の他の一部を生成してもよい。

[0747] 一例として、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆ＃１１に沿って移動し始める前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。制御装置３は、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｆ＃１１に従って移動し始める前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１に基づく移動が開始される前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。

[0748] 一例として、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆ＃１１に沿って移動し始めた後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。制御装置３は、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｆ＃１１に従って移動し始めた後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１に基づく移動が開始され

た後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。

[0749] 一例として、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｆ＃１１に沿って移動している間に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。制御装置３は、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｆ＃１１に従って移動している間に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１に基づく移動中に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。

[0750] 一例として、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒ＃１１に沿って移動し始める前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。制御装置３は、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｒ＃１１に従って移動し始める前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ＃１１に基づく移動が開始される前に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。

[0751] 一例として、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒ＃１１に沿って移動し始めた後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。制御装置３は、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｒ＃１１に従って移動し始めた後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ＃１１に基づく移動が開始された後に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。

[0752] 一例として、制御装置３は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動経路ＭＲｒ＃１１に沿って移動している間に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動

経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。制御装置３は、エンドエフェクタ４が移動経路ＭＲｒ＃１１に従って移動している間に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ＃１１に基づく移動中に、保持物体モデルＨＯＭに基づいて、移動経路ＭＲｆ＃１２の少なくとも一部を生成してもよい。

[0753] 尚、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する前に、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１の少なくとも一部を生成するために、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する前に撮像装置２が物体ＯＢＪを撮像することで生成する画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いる。この場合、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１を生成するために用いた画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いて、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成してもよい。つまり、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するために、撮像装置２は、物体ＯＢＪを新たに撮像しなくてもよい。この場合、制御装置３が画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いて移動経路ＭＲｆ＃１１を生成するタイミングと、制御装置３が同じ画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いて移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するタイミングとは、同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0754] また、保持物体モデルＨＯＭを用いることなく移動経路ＭＲｆ＃１１及びＭＲｆ＃１２の双方が生成される場合においても、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する前に、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１の少なくとも一部を生成するために、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する前に撮像装置２が物体ＯＢＪを撮像することで生成する画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いてもよい。更に、制御装置３は、移動経路ＭＲｆ＃１１を生成するために用いた画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いて、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成してもよい。つまり、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するために、撮像装置２は、物体ＯＢＪを新たに撮像しなくてもよい。この場合、制御装置３が画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び

ＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いて移動経路ＭＲｆ＃１１を生成するタイミングと、制御装置３が同じ画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一方を用いて移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するタイミングとは、同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0755] （６－１－４－４）保持物体モデルＨＯＭの拡張

ファイン移動動作の第４変形例においても、経路生成処理の第２変形例（図２６から図２９）で説明したように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭに代えて、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭに代えて拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持している場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。例えば、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭに代えて拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘを用いて、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持していない場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。尚、拡張エンドエフェクタモデルＥＭ＿ｅｘについては、経路生成処理の第２変形例において既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0756] ファイン移動動作の第４変形例においても、経路生成処理の第２変形例（図２６から図２９）で説明したように、制御装置３は、ロボットモデルＲＭに代えて、拡張ロボットモデルを用いて、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。例えば、制御装置３は、ロボットモデルＲＭに代えて拡張ロボットモデルを用いて、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持している場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。例えば、制御装置３は、ロボットモデルＲＭに代えて拡張ロボットモデルを用いて、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持していない場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。尚、拡張ロボットモデルについては、経路

生成処理の第２変形例において既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0757] ファイン移動動作の第４変形例においても、経路生成処理の第２変形例（図２６から図２９）で説明したように、制御装置３は、周辺物体モデルＳＭに代えて、拡張周辺物体モデルを用いて、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。例えば、制御装置３は、周辺物体モデルＳＭに代えて拡張周辺物体モデルを用いて、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持している場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。例えば、制御装置３は、周辺物体モデルＳＭに代えて拡張周辺物体モデルを用いて、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持していない場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。尚、拡張周辺物体モデルについては、経路生成処理の第２変形例において既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0758] ファイン移動動作の第４変形例では、制御装置３は、保持物体モデルＨＯＭに代えて、保持物体モデルＨＯＭを拡張することで生成される拡張保持物体モデルを用いて、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。尚、保持物体モデルＨＯＭを拡張する処理は、経路生成処理の第２変形例（図２６から図２９）で説明しエンドエフェクタモデルＥＭを拡張する処理と同様であってもよい。このため、保持物体モデルＨＯＭを拡張する処理の詳細な説明は省略するが、以下にその一例について説明する。尚、保持物体モデルＨＯＭ及び拡張保持物体モデルは、いずれも、エンドエフェクタ４に保持されている物体ＯＢＪの三次元モデルに基づく三次元モデルであるとみなしてもよい。

[0759] 保持物体モデルＨＯＭの拡張は、保持物体モデルＨＯＭの少なくとも一部の体積の増加を意味していてもよい。この場合、拡張保持物体モデルは、保持物体モデルＨＯＭの少なくとも一部の体積を増加させることで得られる三次元モデルであるとみなしてもよい。保持物体モデルＨＯＭの拡張は、保持物体モデ

ルＨＯＭの表面の各部分を所望の拡張方向に沿って移動させることを意味していてもよい。保持物体モデルＨＯＭの拡張は、保持物体モデルＨＯＭの表面の各部分を所望の拡張量だけ移動させることを意味していてもよい。

[0760] 尚、保持物体モデルＨＯＭが、中身が詰まった物体として物体ＯＢＪを表す三次元モデルであるソリッドモデルである場合には、保持物体モデルＨＯＭの体積は、文字通り、中身が詰まった保持物体モデルＨＯＭの体積を意味していてもよい。一方で、保持物体モデルＨＯＭが、物体ＯＢＪの表面の少なくとも一部に相当する面を用いて物体ＯＢＪを表す三次元モデルであるサーフェスモデルである場合には、保持物体モデルＨＯＭの体積は、保持物体モデルＨＯＭが表す面によって囲まれた空間の体積を意味していてもよい。この場合、上述した「表面の各部分の所望の拡張方向に移動させる」ことが、サーフェスモデルである保持物体モデルＨＯＭの体積を増加させることと等価であるとみなしてもよい。

[0761] 拡張保持物体モデルが用いられる場合には、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ及び拡張保持物体モデルと周辺物体モデルＳＭとの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一つを生成してもよい。その結果、制御装置３は、エンドエフェクタ４が保持している物体ＯＢＪの干渉が発生する可能性を低くすることができる。

[0762] 拡張保持物体モデルの拡張量は、ツールセンターポイントＴＣＰが移動するべき移動経路全体のうちの一部を生成するために用いられる経路生成条件の少なくとも一部として、ユーザによって設定されてもよい。この場合、制御装置３は、ユーザが拡張保持物体モデルの拡張量を設定するために操作可能な表示画面を表示するように、表示装置３５を制御してもよい。この場合、ユーザは、表示装置３５に表示された表示画面を介して、拡張保持物体モデルの拡張量を設定するための指示を、入力装置３４を用いて制御装置３に入力してもよい。或いは、拡張保持物体モデルの拡張量は、制御装置３（例えば、経路生成部３１５及びロボット制御部３１６の少なくとも一つ）によって設定されてもよい。

[0763] 移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。但し、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。

[0764] 図３１（ａ）に示す例では、移動経路ＭＲｒ＃１１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃１１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒ＃１１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒ＃１２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃１１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒ＃１２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。但し、移動経路ＭＲｒ＃１１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃１１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。移動経路ＭＲｒ＃１１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。移動経路ＭＲｒ＃１２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃１１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。移動経路ＭＲｒ＃１２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。

[0765] 図３２（ａ）に示す例では、移動経路ＭＲｒ＃２１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃２１を生成する場合

に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒ＃２１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃２２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒ＃２２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃２１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。移動経路ＭＲｒ＃２２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃２２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが異なっていてもよい。但し、移動経路ＭＲｒ＃２１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃２１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。移動経路ＭＲｒ＃２１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃２２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。移動経路ＭＲｒ＃２２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃２１を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。移動経路ＭＲｒ＃２２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量と、移動経路ＭＲｆ＃２２を生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量とが同一であってもよい。

[0766] 拡張保持物体モデルの拡張量の一例として、移動経路ＭＲｒを生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量は、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量よりも多くてもよい。制御装置３は、移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４の干渉（エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉を含む）の発生を適切に防止することができる。

[0767] 逆に言えば、制御装置３は、移動経路ＭＲｒを生成する場合には、移動経路ＭＲｒに従って移動するエンドエフェクタ４の干渉（エンドエフェクタ４が保

持する物体ＯＢＪの干渉を含む）の発生の防止を優先するために、拡張量が大きい拡張保持物体モデルを用いて移動経路ＭＲｒを生成するとも言える。

[0768] 例えば、図３１（ｂ）及び図３２（ｂ）は、移動経路ＭＲｒ＃１１及びＭＲ＃２１のそれぞれが、収容箱ＣＢの外側から収容箱ＣＢの内側までの移動経路である例を示している。この場合、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ＃１１及びＭＲ＃２１のそれぞれに従って移動するエンドエフェクタ４と収容箱ＣＢとの干渉の発生の防止を優先するために、拡張量が大きい拡張保持物体モデルを用いて移動経路ＭＲｒ＃１１及びＭＲ＃２１のそれぞれを生成してもよい。尚、ＭＲｒ＃１１及びＭＲ＃２１のそれぞれは、収容箱ＣＢの側壁を跨ぐ移動経路であるとみなしてもよい。ＭＲｒ＃１１及びＭＲ＃２１のそれぞれは、収容箱ＣＢの側壁を超える移動経路であるとみなしてもよい。ＭＲｒ＃１１及びＭＲ＃２１のそれぞれは、収容箱ＣＢの外側において収容箱ＣＢの側壁に隣接する空間から収容箱ＣＢの側壁の上方の空間を介して収容箱ＣＢの内側において収容箱ＣＢの側壁に隣接する空間までの移動経路であるとみなしてもよい。

[0769] 例えば、図３１（ｃ）及び図３２（ｃ）は、移動経路ＭＲｒ＃１２及びＭＲ＃２２のそれぞれが、収容箱ＣＢの内側から収容箱ＣＢの外側までの移動経路である例を示している。この場合、制御装置３は、移動経路ＭＲｒ＃１２及びＭＲ＃２２のそれぞれに従って移動するエンドエフェクタ４と収容箱ＣＢとの干渉の発生の防止を優先するために、拡張量が大きい拡張保持物体モデルを用いて移動経路＃１２及びＭＲ＃２２のそれぞれを生成してもよい。尚、ＭＲｒ＃１２及びＭＲ＃２２のそれぞれは、収容箱ＣＢの側壁を跨ぐ移動経路であるとみなしてもよい。ＭＲｒ＃１２及びＭＲ＃２２のそれぞれは、収容箱ＣＢの側壁を超える移動経路であるとみなしてもよい。ＭＲｒ＃１２及びＭＲ＃２２のそれぞれは、収容箱ＣＢの内側において収容箱ＣＢの側壁に隣接する空間から収容箱ＣＢの側壁の上方の空間を介して収容箱ＣＢの外側において収容箱ＣＢの側壁に隣接する空間までの移動経路であるとみなしてもよい。

[0770] 拡張保持物体モデルの拡張量の一例として、移動経路ＭＲｆを生成する場合に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量は、移動経路ＭＲｒを生成する場合

に用いられる拡張保持物体モデルの拡張量よりも少なくてもよい。この場合、制御装置３は、エンドエフェクタ４の干渉（特に、エンドエフェクタ４が保持する物体ＯＢＪの干渉）が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆが生成可能となる機会を適切に確保することができる。尚、拡張保持物体モデルの拡張量は、ゼロであってもよい。この場合、保持物体モデルＨＯＭが、拡張保持物体モデルとして用いられる。

[0771] 尚、上述した説明では、制御装置３は、保持物体モデルＨＯＭを拡張することで生成される拡張保持物体モデルを用いている。ここで、保持物体モデルＨＯＭを拡張することは、保持物体モデルＨＯＭを変更することの一例であるとみなしてもよい。このため、制御装置３は、拡張保持物体モデルに加えて又は代えて、保持物体モデルＨＯＭを変更することで生成される変更保持物体モデルを用いてもよい。例えば、制御装置３は、保持物体モデルＨＯＭのサイズを変更することで生成される変更保持物体モデルを用いてもよい。例えば、制御装置３は、保持物体モデルＨＯＭの形状を変更することで生成される変更保持物体モデルを用いてもよい。

[0772] 一例として、物体ＯＢＪに対して所定の処理を未だ行っていないエンドエフェクタ４の形状と、物体ＯＢＪに対して所定の処理を既に行ったエンドエフェクタ４の形状とが異なる可能性がある。例えば、保持処理を行うエンドエフェクタ４の一例であるハンドグリッパーが用いられる場合には、物体ＯＢＪを未だ保持していないハンドグリッパーの形状と、物体ＯＢＪを既に保持したハンドグリッパーの形状とが異なる可能性がある。なぜならば、物体ＯＢＪを未だ保持していないハンドグリッパーの指部材又は爪部材が開いている一方で、物体ＯＢＪを既に保持しているハンドグリッパーの指部材又は爪部材が閉じているからである。この場合、エンドエフェクタ４の形状の違いに合わせて、制御装置３は、保持物体モデルＨＯＭの変更量（例えば、拡張量）を変更してもよい。例えば、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を未だ行っていない場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一方を生成する場合には、制御装置３は、変更エンドエ

フェクタモデルが、物体ＯＢＪに対して所定の処理を未だ行っていないエンドエフェクタ４の三次元形状を有するように、保持物体モデルＨＯＭの変更量を第１変更量に設定してもよい。例えば、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を既に行った場合のツールセンターポイントＴＣＰの移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆの少なくとも一方を生成する場合には、制御装置３は、変更エンドエフェクタモデルが、物体ＯＢＪに対して所定の処理を既に行ったエンドエフェクタ４の三次元形状を有するように、保持物体モデルＨＯＭの変更量を、第１変更量とは異なる第２変更量に設定してもよい。

[0773] （６－１－４－５）非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つの利用

ファイン移動動作の第４変形例においても、経路生成処理の第３変形例で説明したように、制御装置３は、撮像装置２が少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、移動経路ＭＲｆの少なくとも一部を生成してもよい。つまり、制御装置３は、撮像装置２が少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つと、エンドエフェクタモデルＥＭと、周辺物体モデルＳＭと、保持物体モデルＨＯＭとに基づいて、移動経路ＭＲｆの少なくとも一部を生成してもよい。

[0774] 尚、ファイン移動動作の第４変形例において撮像装置２が少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて移動経路ＭＲｆを生成する方法は、経路生成処理の第３変形例において撮像装置２が少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて移動経路ＭＲｆを生成する方法と同一であってもよい。但し、以下に、ファイン移動動作の第４変形例において撮像装置２が少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画

像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて移動経路ＭＲｆを生成する方法の一例について説明する。

[0775] 上述したように、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄのそれぞれが示す画像内に複数の物体ＯＢＪが写り込んでいる場合には、複数の物体ＯＢＪのうちの一の物体ＯＢＪが、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択され、複数の物体ＯＢＪのうちの対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとは異なる少なくとも一つの物体ＯＢＪが、周辺物体としてみなされる非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔとして用いられてもよいことは、上述したとおりである。

[0776] この場合、移動経路ＭＲｆを生成する場合、制御装置３は、所定の仮想空間内での周辺物体モデルＳＭ（具体的には、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの三次元モデルである非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔ）の位置及び姿勢の少なくとも一つを、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ（つまり、周辺物体）の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて調整してもよい。つまり、制御装置３は、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔ（つまり、周辺物体）の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結と、エンドエフェクタモデルＥＭと、周辺物体モデルＳＭと、保持物体モデルＨＯＭとに基づいて、移動経路ＭＲｆの少なくとも一部を生成してもよい。具体的には、制御装置３は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択する際に、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つと共に、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを合わせて算出してもよい。或いは、制御装置３は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択して対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出した後に、撮像装置２が少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つを新たに取得し、新たに取得した画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つに基づいて、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出

するために用いられる画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つが示す画像には、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが写り込んでいてもよいし、写り込んでいなくてもよい。非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出するために用いられ画像データＩＭＧ＿２Ｄ及びＩＭＧ＿３Ｄの少なくとも一つが示す画像には、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されなかった一又は複数の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの全てが写り込んでいてもよいし、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されなかった複数の非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの一部が写り込んでいてもよい。その後、制御装置３は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて調整してもよい。例えば、制御装置３は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの位置が、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置に基づいて設定された位置となるように、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの位置を調整してもよい。例えば、制御装置３は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの位置が、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置を所定の仮想空間内での位置に変換することで算出される位置となるように、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの位置を調整してもよい。つまり、制御装置３は、所定の仮想空間内で、非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔを、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置に基づいて設定された位置に配置してもよい。例えば、制御装置３は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの姿勢が、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの位置に基づいて設定された姿勢となるように、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの姿勢を調整してもよい。例えば、制御装置３は、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの姿勢が、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの姿勢を所定の仮想空間内での姿勢に変換することで算出される姿勢となるように、所定の仮想空間内での非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの姿勢を調整してもよい。つまり、制御装置３は、

所定の仮想空間内で、非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔを、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの姿勢に基づいて設定された姿勢で配置してもよい。その後は、上述したように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ、保持物体モデルＨＯＭ及び少なくとも一つの非対象物体モデルＯＭ__ｎｔｇｔの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、制御装置３は、エンドエフェクタ４、保持物体ＨＯＢＪ及び非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成することができる。

[0777] 或いは、移動経路ＭＲｆを生成する場合、制御装置３は、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔを撮像することで生成される画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの点群モデル（或いは、ポリゴンモデル、メッシュモデル又はソリッドモデル等の他の種類の三次元モデル、以下、ファイン移動動作の第４変形例において同じ）を生成してもよい。尚、非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの点群モデルを生成するために用いられる画像データＩＭＧ__３Ｄが示す画像には、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔが写り込んでいてもよいし、写り込んでいなくてもよい。非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの点群モデルを生成するために用いられる画像データＩＭＧ__３Ｄが示す画像には、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔとして選択されなかった一又は複数の非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの全てが写り込んでいてもよいし、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔとして選択されなかった複数の非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの一部が写り込んでいてもよい。画像データＩＭＧ__３Ｄが示す画像に対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔが写り込んでいる場合には、制御装置３は、画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔ及び非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔの点群モデルを生成し、生成した点群モデルから、対象物体ＯＢＪ__ｔｇｔに対応するモデル部分を削除してもよい。或いは、制御装置３は、画像データＩＭＧ__３Ｄに対して、画像データＩＭＧ__３Ｄが示す画像から非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔが写り込んだ画像部分を抽出するクロップ処理を行い、クロップ処理が行われた画像データＩＭＧ__３Ｄに基づいて、非対象物体ＯＢＪ__ｎｔｇｔ

の点群モデルを生成してもよい。その後、制御装置３は、生成した少なくとも一つの非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔの点群モデルを、少なくとも一つの非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔとして用いてもよい。その後は、上述したように、制御装置３は、エンドエフェクタモデルＥＭ、保持物体モデルＨＯＭ及び少なくとも一つの非対象物体モデルＯＭ＿ｎｔｇｔの少なくとも一つの干渉が発生しないように、移動経路ＭＲｆを生成してもよい。その結果、制御装置３は、エンドエフェクタ４、保持物体ＨＯＢＪ及び非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔのうちの少なくとも一つの干渉が発生しないという条件を満たす移動経路ＭＲｆを生成することができる。

[0778] エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後にツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆが生成される場合には、撮像装置２は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後に、少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像してもよい。例えば、図３１（ａ）に示す例では、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するために、撮像装置２は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持した後に、少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像してもよい。

[0779] エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行った後にツールセンターポイントＴＣＰが移動する移動経路ＭＲｆが生成される場合には、撮像装置２は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪに対して所定の処理を行う前に、少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像してもよい。例えば、図３１（ａ）に示す例では、移動経路ＭＲｆ＃１２を生成するために、撮像装置２は、エンドエフェクタ４が物体ＯＢＪを保持する前に、少なくとも非対象物体ＯＢＪ＿ｎｔｇｔを撮像してもよい。

[0780] （６－１－５）ファイン移動動作の第５変形例

上述したように、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出するためのマッチング処理の一例として、三次元位置データＷＳＤと、物体ＯＢＪの基準となる三次元モデルを示す三次元モデルデータとを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。ファ

イン移動動作の第５変形例では、制御装置３は、三次元モデルデータが示す三次元モデルから、三次元モデルの少なくとも一部である別の三次元モデルを生成し、生成した別の三次元モデルを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。尚、以下の説明では、説明の便宜上、三次元モデルデータが示す三次元モデルを、オリジナルモデルＯＴＭと称し、オリジナルモデルから生成され且つオリジナルモデルの少なくとも一部である別の三次元モデルを、部分モデルＰＴＭと称する。尚、オリジナルモデルＯＴＭは、三次元モデルデータが示す三次元モデルそのものであってもよいし、三次元モデルデータが示す三次元モデルそのものでなくてもよい。例えば、オリジナルモデルＯＴＭは、三次元モデルデータが示す三次元モデルとは形状が少し異なる三次元モデルであってもよい。

[0781] 制御装置３は、オリジナルモデルＯＴＭから、オリジナルモデルＯＴＭの少なくとも一部を抽出することで、抽出されたオリジナルモデルＯＴＭの少なくとも一部に相当する部分モデルＰＴＭを生成してもよい。特に、制御装置３は、ユーザからの指示に基づいて、オリジナルモデルＯＴＭからオリジナルモデルＯＴＭの少なくとも一部を抽出することで、部分モデルＰＴＭを生成してもよい。つまり、制御装置３は、オリジナルモデルＯＴＭの少なくとも一部を部分モデルＰＴＭとして抽出するためのユーザからの指示に基づいて、部分モデルＰＴＭを生成してもよい。言い換えれば、制御装置３は、部分モデルＰＴＭを生成するためのユーザからの指示に基づいて、部分モデルＰＴＭを生成してもよい。

[0782] ユーザは、入力装置３４を用いて、部分モデルＰＴＭを生成するためのユーザの指示に関するモデル生成情報を制御装置３に入力してもよい。例えば、制御装置３は、部分モデルＰＴＭを生成するためにユーザが操作可能なモデル生成画面３５６０を表示装置３５に表示してもよい。具体的には、制御装置３の表示信号生成部３１７は、モデル生成画面３５６０を表示装置３５に表示するための表示信号を生成してもよい。その後、表示信号出力部３１８は、表示信号生成部３１７が生成した表示信号を、表示装置３５に出力してもよい。その

結果、表示装置３５は、表示信号出力部３１８から取得した表示信号に基づいて、モデル生成画面３５６０を表示してもよい。

[0783] モデル生成画面３５６０の一例が、図３３（ａ）から図３３（ｂ）に示されている。図３３（ａ）から図３３（ｂ）に示すように、モデル生成画面３５６０には、オリジナルモデルＯＴＭが表示されていてもよい。ユーザは、モデル生成画面３５６０上において、モデル生成画面３５６０に表示されたオリジナルモデルＯＴＭを用いて部分モデルＰＴＭを生成するための指示（モデル生成情報）を制御装置３に入力してもよい。

[0784] 図３３（ｂ）に示すように、例えば、ユーザは、モデル生成画面３５６０に表示されたオリジナルモデルＯＴＭのうちの少なくとも一部を、選択モデルＳＴＭとして選択する指示を制御装置３に入力してもよい。尚、図３３（ｂ）は、オリジナルモデルＯＴＭのうちのユーザが選択した選択モデルＳＴＭが実線で示されており、オリジナルモデルＯＴＭのうちのユーザが選択していないモデル部分が破線で示されている。更に、ユーザは、ユーザが選択した選択モデルＳＴＭを、部分モデルＰＴＭに含めるべきモデル部分として指定する指示を制御装置３に入力してもよい。この場合、制御装置３は、オリジナルモデルＯＴＭから、オリジナルモデルＯＴＭのうちのユーザが選択したモデル部分を抽出することで、抽出されたオリジナルモデルＯＴＭの少なくとも一部を含む部分モデルＰＴＭを生成してもよい。或いは、ユーザは、ユーザが選択した選択モデルＳＴＭを、部分モデルＰＴＭに含めるべきでないモデル部分として指定する指示を制御装置３に入力してもよい。この場合、制御装置３は、オリジナルモデルＯＴＭから、オリジナルモデルＯＴＭのうちのユーザが選択していないモデル部分を抽出することで、抽出されたオリジナルモデルＯＴＭの少なくとも一部を含む部分モデルＰＴＭを生成してもよい。

[0785] 尚、図３３（ａ）から図３３（ｂ）に示すように、オリジナルモデルＯＴＭから部分モデルＰＴＭを生成することは、オリジナルモデルＯＴＭを編集して部分モデルＰＴＭを生成することと等価であるとみなしてもよい。この場合、モデル生成画面３５６０は、モデル編集画面と称されてもよい。部分モデルＰ

ＴＭを生成するためのユーザからの指示に関するモデル生成情報は、オリジナルモデルＯＴＭを編集するためのユーザからの指示に関するモデル編集情報と称されてもよい。

[0786] 部分モデルＰＴＭを生成した後に、制御装置３は、三次元位置データＷＳＤとオリジナルモデルＯＴＭとを用いた３Ｄマッチング処理を行うことに加えて又は代えて、三次元位置データＷＳＤと部分モデルＰＴＭとを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。この場合、特に、三次元位置データＷＳＤが、複数の物体ＯＢＪ（特に、少なくとも部分的に重なり合った複数の物体ＯＢＪ）のそれぞれの三次元位置を示している場合において、制御装置３は、３Ｄマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを適切に検出する（認識する）ことができる可能性が高くなる。つまり、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に複数の物体ＯＢＪ（特に、少なくとも部分的に重なり合った複数の物体ＯＢＪ）が写り込んでいる場合において、制御装置３は、３Ｄマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを適切に検出（認識する）ことができる可能性が高くなる。

[0787] というのも、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪが他の物体ＯＢＪと重なっていない場合には、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、他の物体ＯＢＪによってその一部が隠されていない一の物体ＯＢＪが写り込む。このため、この場合には、制御装置３は、物体ＯＢＪの三次元モデル（典型的には、物体ＯＢＪの全体の三次元モデル）であるオリジナルモデルＯＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを検出する（認識する）ことができる。一方で、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪが他の物体ＯＢＪと重なっている場合には、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、他の物体ＯＢＪによってその一部が隠された一の物体ＯＢＪが写り込む可能性がある。画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、一の物体ＯＢＪの一部が写り込む一方で、一の物体ＯＢＪの他の一部が写り込まない可能性がある。その

結果、このような画像データＩＭＧ＿３Ｄから生成される三次元位置データＷＳＤは、他の物体ＯＢＪによって隠されていない一の物体ＯＢＪの一部の三次元位置を示す一方で、他の物体ＯＢＪによって隠されている一の物体ＯＢＪの他の一部の三次元位置を示していない可能性がある。つまり、このような画像データＩＭＧ＿３Ｄから生成される三次元位置データＷＳＤは、他の物体ＯＢＪによって隠されていない一の物体ＯＢＪの一部の三次元形状を示す一方で、他の物体ＯＢＪによって隠されている一の物体ＯＢＪの他の一部の三次元形状を示していない可能性がある。この場合には、制御装置３は、物体ＯＢＪの三次元モデル（典型的には、物体ＯＢＪの全体の三次元モデル）であるオリジナルモデルＯＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行ったとしても、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを検出する（認識する）ことができない可能性がある。なぜならば、オリジナルモデルＯＴＭが物体ＯＢＪの全体の三次元形状を示す一方で、三次元位置データＷＳＤが物体ＯＢＪの一部の三次元形状を示すがゆえに、オリジナルモデルＯＴＭが示す物体ＯＢＪの全体の三次元形状が、三次元位置データＷＳＤが示す物体ＯＢＪの一部の三次元形状と大きく異なる場合には、制御装置３は、オリジナルモデルＯＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行ったとしても、一の物体ＯＢＪを検出する（認識する）ことができないからである。

[0788] 他方で、ファイン移動動作の第５変形例では、制御装置３は、物体ＯＢＪの一部の三次元モデルである部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。この場合、部分モデルＰＴＭは、他の物体ＯＢＪによって隠されていない一の物体ＯＢＪの一部の三次元モデルと少なくとも部分的に一致する三次元モデルであってもよい。部分モデルＰＴＭは、他の物体ＯＢＪによって隠されていない一の物体ＯＢＪの一部の三次元モデルに少なくとも部分的に包含される三次元モデルであってもよい。逆に言えば、ユーザは、複数の物体ＯＢＪの重なりの傾向を踏まえて、部分モデルＰＴＭが、他の物体ＯＢＪによって隠されていない一の物体ＯＢＪの一部の三次元モデルと少なくとも部分的に一致する三次元モデルとなるように、部分モデルＰＴＭを生成する指示

を制御装置３に入力してもよい。ユーザは、複数の物体ＯＢＪの重なりの傾向を踏まえて、部分モデルＰＴＭが、他の物体ＯＢＪによって隠されていない一の物体ＯＢＪの一部の三次元モデルに少なくとも部分的に包含される三次元モデルとなるように、部分モデルＰＴＭを生成する指示を制御装置３に入力してもよい。その結果、一の物体ＯＢＪが他の物体ＯＢＪと重なっている（特に、一の物体ＯＢＪの一部が他の物体ＯＢＪによって隠されている）場合においても、制御装置３は、部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行うことで、一の物体ＯＢＪを検出する（認識する）ことができる。

[0789] このようなファイン移動動作の第５変形例の技術的効果を考慮すれば、複数の物体ＯＢＪ（ワークＷ）が載置装置Ｔ（例えば、収容箱ＣＢやパレットＰＬＴ）に収容されている状況下で、制御装置３は、撮像装置２が複数の物体ＯＢＪ（載置装置Ｔに収容された複数の物体ＯＢＪのうちの少なくとも２つ以上の物体ＯＢＪ）を撮像し、ファイン移動動作の第５変形例を行ってもよい。特に、制御装置３は、撮像装置２が少なくとも部分的に重なり合った複数の物体ＯＢＪを撮像する状況下で、ファイン移動動作の第５変形例を行ってもよい。

[0790] 制御装置３は、図３４に示すように、複数の部分モデルＰＴＭを生成してもよい。特に、制御装置３は、互いに異なる複数の部分モデルＰＴＭを生成してもよい。つまり、制御装置３は、少なくとも部分的に異なる複数の三次元モデルである複数の部分モデルＰＴＭを生成してもよい。例えば、制御装置３は、オリジナルモデルＯＴＭの第１モデル部分に相当する第１部分モデルＰＴＭと、第１モデル部分とは少なくとも部分的に異なるオリジナルモデルＯＴＭの第１モデル部分に相当する第２部分モデルＰＴＭとを生成してもよい。言い換えれば、例えば、制御装置３は、物体ＯＢＪの第１物体部分の三次元形状を示す第１部分モデルＰＴＭと、第１物体部分とは少なくとも部分的に異なる第２物体部分の三次元形状を示す第２部分モデルＰＴＭとを生成してもよい。尚、図３４は、制御装置３が三つの部分モデルＰＴＭ（具体的には、部分モデルＰ

ＴＭ＃１、部分モデルＰＴＭ＃２及び部分モデルＰＴＭ＃３）を生成する例を示している。

[0791] 複数の部分モデルＰＴＭが生成される場合には、制御装置３は、複数の物体ＯＢＪの重なりの傾向を踏まえて、複数の部分モデルＰＴＭの中から、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを適切に検出（認識する）ことができる可能性が高い一の部分モデルＰＴＭを選択し、選択した一の部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。その結果、単一の部分モデルＰＴＭが用いられる場合と比較して、制御装置３は、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを適切に検出（認識する）ことができる可能性が高くなる。

[0792] 制御装置３は、複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度を付与してもよい。つまり、制御装置３は、それぞれに優先度が付与された複数の部分モデルＰＴＭを生成してもよい。優先度は、部分モデルＰＴＭをマッチング処理（この場合、３Ｄマッチング処理）ための用いる優先度を示す。

[0793] 制御装置３は、複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度を付与するためのユーザの指示に関する優先度情報に基づいて、複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度を付与してもよい。つまり、制御装置３は、ユーザの指示に基づいて、複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度を付与してもよい。この場合、ユーザは、入力装置３４を用いて、優先度情報を制御装置３に入力してもよい。例えば、制御装置３は、優先度を付与する（言い換えれば、設定する）ためにユーザが操作可能な表示画面を表示装置３５に表示してもよい。具体的には、制御装置３の表示信号生成部３１７は、優先度を付与する（言い換えれば、設定する）ためにユーザが操作可能な表示画面を表示装置３５に表示するための表示信号を生成してもよい。その後、表示信号出力部３１８は、表示信号生成部３１７が生成した表示信号を、表示装置３５に出力してもよい。その結果、表示装置３５は、表示信号出力部３１８から取得した表示信号に基づいて、優先度を付与する（言い換えれば、設定する）ためにユーザが操作可能な表示画面を表示してもよい。

[0794] 制御装置３は、複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度を付与するためのユーザの指示に関する優先度情報を用いることなく、複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度を付与してもよい。つまり、制御装置３は、ユーザの指示とは無関係に、複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度を付与してもよい。例えば、制御装置３は、優先度を付与するための所定のルールに従って、複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度を付与してもよい。

[0795] 複数の部分モデルＰＴＭのそれぞれに優先度が付与されている場合、制御装置３は、複数の部分モデルＰＴＭの中から、優先度が最も高い一の部分モデルＰＴＭを選択し、選択した一の部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。或いは、制御装置３は、複数の部分モデルＰＴＭの中から、優先度が所定レベルよりも高い一の部分モデルＰＴＭを選択し、選択した一の部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。

[0796] 以下、図３５を参照しながら、それぞれに優先度が付与された複数の部分モデルＰＴＭを用いたマッチング処理の一例について説明する。図３５は、それぞれに優先度が付与された複数の部分モデルＰＴＭを用いたマッチング処理の一例の流れを示すフローチャートである。尚、図３５に示す動作は、図６のステップＳ３３において物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する動作の一例に相当する。

[0797] 図３５に示すように、図６のステップＳ３２において画像データＩＭＧ＿３Ｄが取得された後、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて、三次元位置データＷＳＤを生成する（ステップＳ３３１）。

[0798] その後、ロボット制御部３１６は、複数の部分モデルＰＴＭの中から、優先度が最も高い一の部分モデルＰＴＭを選択する（ステップＳ３３２）。つまり、ロボット制御部３１６は、複数の部分モデルＰＴＭの中から、最も高い優先度が付与された一の部分モデルＰＴＭを選択する（ステップＳ３３２）。その後、ロボット制御部３１６は、ステップＳ３３２において選択された一の部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行う（ステップＳ３３３）。そ

の結果、ロボット制御部３１６は、少なくとも一つの物体ＯＢＪを検出し、検出された少なくとも一つの物体ＯＢＪの中から、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択し、選択した対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する。

[0799] ステップＳ３３３におけるマッチング処理が終了した後又はステップＳ３３３におけるマッチング処理が行われている間に、ロボット制御部３１６は、ステップＳ３３３におけるマッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの数が、所定の許容下限値未満であるか否かを判定する（ステップＳ３３４）。所定の許容下限値は、ユーザによって設定されてもよいし、制御装置３によって自動的に設定されてもよい。所定の許容下限値は、固定値（つまり、変更不可能な値）であってもよいし、変更可能な値であってもよい。

[0800] ステップＳ３３４における判定の結果、ステップＳ３３３におけるマッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの数が所定の許容下限値未満であると判定された場合には（ステップＳ３３４：Ｙｅｓ）、撮像装置２が少なくとも部分的に重なり合った複数の物体ＯＢＪを撮像する状況下で、十分な数の物体ＯＢＪを検出することができなかったと想定される。つまり、マッチング処理のために用いられた部分モデルＰＴＭが、十分な数の物体ＯＢＪを検出するという目的に対して適切な部分モデルＰＴＭではなかった可能性がある。この場合、十分な数の物体ＯＢＪを検出することができた場合と比較して、マッチング処理によって検出された物体ＯＢＪに、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪ（つまり、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されることが望まれる一の物体ＯＢＪ）が含まれていない可能性が高くなる。この場合、仮にこれまでに行ったマッチング処理の結果（例えば、マッチング類似度）に基づいて、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されることが望まれる一の物体ＯＢＪとは異なる他の物体ＯＢＪが対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されてしまった場合には、当該対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに近づくようにエンドエフェクタ４を実際に移動させた後に、当該対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔが、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されることが望まれる一の物体ＯＢＪではない

と判明する可能性がある。例えば、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに近づくようにエンドエフェクタ４を実際に移動させた後に、エンドエフェクタ４が当該対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに対して所定の処理を行うことができないことが判明する可能性がある。その結果、制御装置３は、エンドエフェクタ４を実際に移動させた後に、再度マッチング処理をやり直す必要が出てくる。このため、エンドエフェクタ４が所定の処理を完了するまでに必要な時間（いわゆる、タクトタイム又はスループット）が悪化する可能性がある。

[0801] そこで、ロボット制御部３１６は、これまでに行ったマッチング処理の結果（例えば、マッチング類似度）に基づいて対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択する前に、３Ｄマッチング処理を再度行う。具体的には、ロボット制御部３１６は、複数の部分モデルＰＴＭの中から、優先度が次に高い一の部分モデルＰＴＭを選択する（ステップＳ３３４）。つまり、ロボット制御部３１６は、複数の部分モデルＰＴＭの中から、次に高い優先度が付与された一の部分モデルＰＴＭを選択する（ステップＳ３３５）。その後、ロボット制御部３１６は、ステップＳ３３５において選択された一の部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行う（ステップＳ３３３）。

[0802] 他方で、ステップＳ３３４における判定の結果、ステップＳ３３３におけるマッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの数が所定の許容下限値未満でないと判定された場合には（ステップＳ３３４：Ｎｏ）、撮像装置２が少なくとも部分的に重なり合った複数の物体ＯＢＪを撮像する状況下で、十分な数の物体ＯＢＪを検出することができたと想定される。つまり、マッチング処理のために用いられた部分モデルＰＴＭが、十分な数の物体ＯＢＪを検出するという目的に対して適した部分モデルＰＴＭではあった可能性がある。この場合、十分な数の物体ＯＢＪを検出することができなかった場合と比較して、マッチング処理によって検出された物体ＯＢＪに、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪ（つまり、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択されることが望まれる一の物体ＯＢＪ）が含まれている可能性が高くなる。このため、この場合には、ロボット制御部３１６は、３Ｄマッチング処理を再度行わ

なくてもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、優先度が次に高い一の部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行わなくてもよい。

[0803] つまり、ロボット制御部３１６は、マッチング処理によって十分な数の物体ＯＢＪが検出されるまで（つまり、マッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの数が許容下限値未満でないと判定されるまで）、優先度が高い順に部分モデルＰＴＭを選択する処理と、選択した部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理とを交互に行う。その結果、制御装置３は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに近づくようにエンドエフェクタ４を実際に移動させる前に、再度マッチング処理をやり直すことができる。このため、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔに近づくようにエンドエフェクタ４を実際に移動させた後に再度マッチング処理をやり直す場合と比較して、エンドエフェクタ４が所定の処理を完了するまでに必要な時間（いわゆる、タクトタイム又はスループット）が向上する。

[0804] 第１の優先度が付与された部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理で用いられる三次元位置データＷＳＤは、第１の優先度とは異なる第２の優先度が付与された部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理で用いられる三次元位置データＷＳＤと、同じであってもよい。この場合、第１の優先度が付与された部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理が行われた後に、カメラ２２は、物体ＯＢＪを撮像し直さなくてもよい。或いは、第１の優先度が付与された部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理で用いられる三次元位置データＷＳＤは、第２の優先度が付与された部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理で用いられる三次元位置データＷＳＤと、異なっていてもよい。この場合、第１の優先度が付与された部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理が行われた後に、カメラ２２は、物体ＯＢＪを撮像し直すことで、新たな画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成してもよい。その後、ロボット制御部３１６は、新たな画像データＩＭＧ＿３Ｄに基づいて新たな三次元位置データＷＳＤを生成し、新たに生成した三次元位置データＷＳＤと第２の優先度が付与された部分モデルＰＴＭとを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい。

[0805] 尚、ステップＳ３３３において行われた３Ｄマッチング処理の結果が不良であった場合にも、ロボット制御部３１６は、３Ｄマッチング処理を再度行ってもよい。具体的には、ロボット制御部３１６は、複数の部分モデルＰＴＭの中から、優先度が次に高い一の部分モデルＰＴＭを選択し（ステップＳ３３４）。ステップＳ３３５において選択された一の部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行ってもよい（ステップＳ３３３）。「３Ｄマッチング処理の結果が不良である」状態は、「３Ｄマッチング処理によって物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出することができない」状態を含んでいてもよい。「３Ｄマッチング処理の結果が不良である」状態は、「３Ｄマッチング処理によって物体ＯＢＪの位置及び姿勢の全てを算出することができない」状態を含んでいてもよい。「３Ｄマッチング処理の結果が不良である」状態は、「３Ｄマッチング処理によって物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出することができたものの、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果の精度が低い」状態を含んでいてもよい。「物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果の精度が低い」状態は、「位置及び姿勢の少なくとも一つが算出された物体ＯＢＪのマッチング類似度が、予め設定された閾値よりも低い」状態を含んでいてもよい。「３Ｄマッチング処理の結果が不良である」状態は、「３Ｄマッチング処理によって物体ＯＢＪを検出することができない」状態を含んでいてもよい。「３Ｄマッチング処理によって物体ＯＢＪを検出することができない」状態は、「３Ｄマッチング処理によって、マッチング類似度が上述したマッチング判定閾値を上回る物体ＯＢＪを検出することができない」状態を含んでいてもよい。尚、ステップＳ３３４で用いられる「マッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの数が所定の許容下限値未満である」状態もまた、「３Ｄマッチング処理の結果が不良である」状態の一例であるとみなされてもよい。なぜならば、３Ｄマッチング処理の結果が適切ではない可能性があるがゆえに、３Ｄマッチング処理によって十分な数の物体ＯＢＪが検出されなかった可能性があるからである。尚、３Ｄマッチング処理の結果が不良でない状態は、３Ｄマッチング処理の結果が良好である状態

であるとみなしてもよい。２Ｄマッチング処理についても、同様のことが言える。

[0806] 「３Ｄマッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの数が所定の許容下限値未満である」状態は、「３Ｄマッチング処理の結果が良好な物体ＯＢＪの数が所定の許容下限値未満である」状態を含んでいてもよい。「３Ｄマッチング処理の結果が良好な物体ＯＢＪ」は、「３Ｄマッチング処理によって位置及び姿勢の少なくとも一つを算出することができた物体ＯＢＪ」を含んでいてもよい。「３Ｄマッチング処理の結果が良好な物体ＯＢＪ」は、「３Ｄマッチング処理によって位置及び姿勢の全てを算出することができた物体ＯＢＪ」を含んでいてもよい。「３Ｄマッチング処理の結果が良好な物体ＯＢＪ」は、「位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果の精度が高いという条件を満たす物体ＯＢＪ」を含んでいてもよい。「物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果の精度が高い」状態は、「位置及び姿勢の少なくとも一つが算出された物体ＯＢＪのマッチング類似度が、予め設定された閾値よりも高い」状態を含んでいてもよい。「３Ｄマッチング処理の結果が良好な物体ＯＢＪ」は、「マッチング類似度が上述したマッチング判定閾値を上回る物体ＯＢＪ」を含んでいてもよい。

[0807] 尚、ステップＳ３３４において３Ｄマッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの数が所定の許容下限値未満であるか否かが判定されるがゆえに、ファイン移動動作の第５変形例では、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に複数の物体ＯＢＪが写り込んでいる状況下で行われてもよい。

[0808] その後、マッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの数が許容下限値未満でないと判定された後に（ステップＳ３３４：Ｎｏ）、ロボット制御部３１６は、マッチング処理によって検出された物体ＯＢＪの中から、エンドエフェクタ４が所定の処理を行うべき一の物体ＯＢＪを対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択する（ステップＳ３３６）。ロボット制御部３１６は、マッチング処理による物体ＯＢＪの検出結果（例えば、マッチング類似度）に基づいて、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔとして選択する（ステップＳ３３６）。

[0809] ここで、異なる優先度が付与された複数の部分モデルＰＴＭを用いて複数のマッチング処理がそれぞれ行われた場合には、ロボット制御部３１６は、複数の部分モデルＰＴＭを用いてそれぞれ行われた複数のマッチング処理の結果に基づいて、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択してもよい。例えば、複数のマッチング処理のうちの少なくとも二つのマッチング処理によって同一の物体ＯＢＪが検出される可能性がある。この場合、ロボット制御部３１６は、複数のマッチング処理のうちの他のマッチング処理と比較して優先度が高い部分モデルＰＴＭを用いた一のマッチング処理による物体ＯＢＪの優先結果（例えば、マッチング類似度）を用いてもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、複数のマッチング処理のうちの他のマッチング処理と比較して優先度が低い部分モデルＰＴＭを用いた一のマッチング処理による物体ＯＢＪの優先結果（例えば、マッチング類似度）を用いなくてもよい。但し、ロボット制御部３１６は、複数のマッチング処理のうちの他のマッチング処理と比較して優先度が低い部分モデルＰＴＭを用いた一のマッチング処理による物体ＯＢＪの優先結果（例えば、マッチング類似度）を用いてもよい。

[0810] 一例として、第１優先度が付与された第１部分モデルＰＴＭを用いた第１マッチング処理によって、第１物体ＯＢＪ＃１及び第２物体ＯＢＪ＃２が検出され、第１優先度よりも低い第２優先度が付与された第２部分モデルＰＴＭを用いた第２マッチング処理によって、第１物体ＯＢＪ＃１及び第２物体ＯＢＪ＃２に加えて第３物体ＯＢＪ＃３が検出された場合には、ロボット制御部３１６は、第１マッチング処理による第１物体ＯＢＪ＃１及び第２物体ＯＢＪ＃２の検出結果と、第２マッチング処理による第３物体ＯＢＪ＃３の検出結果とを用いて、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択してもよい。つまり、ロボット制御部３１６は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択するために、第２マッチング処理による第１物体ＯＢＪ＃１及び第２物体ＯＢＪ＃２の検出結果を用いなくてもよい。但し、ロボット制御部３１６は、対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択するために、第２マッチング処理による第１物体ＯＢＪ＃１及び第２物体ＯＢＪ＃２の検出結果を用いてもよい。

[0811] 尚、マッチング処理による物体ＯＢＪの検出結果（例えば、マッチング類似度）に基づいて対象物体ＯＢＪ＿ｔｇｔを選択する動作は、図６のステップＳ３３について説明する際に既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0812] 尚、上述した説明では、制御装置３は、三次元モデルであるオリジナルモデルＯＴＭから、三次元モデルである部分モデルＰＴＭを生成し、部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理を行っている。しかしながら、制御装置３は、三次元モデルであるオリジナルモデルＯＴＭから、二次元モデルである部分モデルＰＴＭを生成し、生成した部分モデルＰＴＭを用いた２Ｄマッチング処理を行ってもよい。例えば、制御装置３は、三次元モデルであるオリジナルモデルＯＴＭを、二次元モデルに変換し、二次元モデルから別の二次元モデルである部分モデルＰＴＭを生成し、生成した部分モデルＰＴＭを用いた２Ｄマッチング処理を行ってもよい。

[0813] 一例として、制御装置３は、三次元モデルであるオリジナルモデルＯＴＭを、二次元モデルに変換してもよい。例えば、制御装置３は、オリジナルモデルＯＴＭの少なくとも一部分を仮想平面に仮想的に投影することで、仮想平面上での投影パターンに相当するモデルを二次元モデルとして生成してもよい。その後、制御装置３は、変換によって生成された二次元モデルから別の二次元モデルである部分モデルＰＴＭを生成してもよい。例えば、制御装置３は、生成された二次元モデルの一部を抽出することで、抽出された二次元モデルを部分モデルＰＴＭとして生成してもよい。上述したように部分モデルＰＴＭが複数生成される場合には、制御装置３は、生成された二次元モデルの一部を抽出する処理を繰り返すことで、抽出された複数の二次元モデルをそれぞれ複数の部分モデルＰＴＭとして生成してもよい。その後、制御装置３は、生成した部分モデルＰＴＭを用いた２Ｄマッチング処理を行ってもよい。

[0814] 或いは、他の一例として、上述したように、部分モデルＰＴＭが複数生成される場合には、制御装置３は、オリジナルモデルＯＴＭの少なくとも一部分を、複数の異なる方向から、複数の異なるそれぞれの方向に直交する仮想平面

に仮想的に投影することで、複数の二次元モデルを生成してもよい。その後、制御装置３は、変換によって生成された複数の二次元モデルのそれぞれ、少なくとも一つの部分モデルＰＴＭを生成することで、複数の異なる二次元モデルである複数の部分モデルＰＴＭを生成してもよい。

[0815] また、制御装置３は、三次元モデルである部分モデルＰＴＭを用いた３Ｄマッチング処理と、二次元モデルである部分モデルＰＴＭを用いた２Ｄマッチング処理との双方を行うことで、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、３Ｄマッチング処理と２Ｄマッチング処理との双方を行うことで物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する動作については、画像データＩＭＧ＿２Ｄ及び三次元位置データＷＳＤの双方を用いて物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する動作として、図６のステップＳ３３の説明の際に既に説明済みであるため、その詳細な説明を省略する。

[0816] 尚、ラフ移動動作が行われる場合であっても、制御装置３は、ファイン移動動作の第５変形例と同様の動作を行うことで、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。具体的には、マッチング処理を含むラフ移動動作が行われる（つまり、マッチング処理の結果に基づいて移動経路ＭＲｒが生成される）場合には、制御装置３は、ファイン移動動作の第５変形例と同様の動作を行うことで、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。つまり、制御装置３は、部分モデルＰＴＭを用いたマッチング処理を行うことで、移動経路ＭＲｒを生成してもよい。

[0817] （６－２）ロボット１の変形例

上述した説明では、ロボットアーム１２には、保持処理及びリリース処理の少なくとも一つを行うエンドエフェクタ４（例えば、ハンドグリッパー）が取り付けられている。しかしながら、エンドエフェクタ４は、保持処理及びリリース処理の少なくとも一つを行う装置に限られず、物体ＯＢＪに対して他の処理を行う装置であってもよい。

[0818] 一例として、ロボットアーム１２には、エンドエフェクタ４の一例としての、物体ＯＢＪを加工するための加工装置が取り付けられていてもよい。加

工装置は、物体ＯＢＪに新たな造形物を付加する付加加工、物体ＯＢＪの一部を除去する除去加工、二つの物体ＯＢＪを接合する溶接加工及び物体ＯＢＪを切断する切断加工のうちの少なくとも一つを行ってもよい。加工装置は、工具を用いて物体ＯＢＪを加工してもよい。この場合、工具を含む加工装置が、ロボットアーム１２に取り付けられていてもよい。或いは、加工装置は、エネルギービーム（例えば、光、電磁波及び荷電粒子ビーム）を物体ＯＢＪに照射することで物体ＯＢＪを加工してもよい。この場合、エネルギービームを物体ＯＢＪに照射する照射装置を含む加工装置が、ロボットアーム１２に取り付けられていてもよい。

[0819] 尚、工具を含む加工装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した移動点ＭＰとして用いられるエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰは、物体ＯＢＪ（例えば、ワークＷ）に接触する工具の点（例えば、工具の先端）を意味していてもよい。照射装置を含む加工装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した移動点ＭＰとして用いられるエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰは、エネルギービームの集光位置を意味していてもよい。加工装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した処理対象位置ＰＴＰは、加工装置が物体ＯＢＪを加工する位置を意味していてもよい。つまり、処理対象位置ＰＴＰは、処理対象位置ＰＴＰにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下で加工装置が物体ＯＢＪを加工するという条件を満たす位置を意味していてもよい。

[0820] エンドエフェクタ４の一例としての加工装置は、物体ＯＢＪに部品をはんだ付けするはんだ付け加工を行ってもよい。加工装置は、はんだごてを用いて物体ＯＢＪに部品をはんだ付けしてもよい。この場合、はんだごてを含む加工装置が、ロボットアーム１２に取り付けられていてもよい。或いは、加工装置は、エネルギービーム（例えば、光、電磁波及び荷電粒子ビーム）をはんだに照射することで物体ＯＢＪに部品をはんだ付けしてもよい。この場合、エネル

ギービームを物体ＯＢＪに照射する照射装置を含む加工装置が、ロボットアーム１２に取り付けられていてもよい。

[0821] 尚、はんだごてを含む加工装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した移動点ＭＰとして用いられるエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰは、物体ＯＢＪ（例えば、ワークＷ）に接触するはんだごての点（例えば、はんだごての先端）を意味していてもよい。照射装置を含む加工装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した移動点ＭＰとして用いられるエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰは、エネルギービームの集光位置を意味していてもよい。

[0822] 他の一例として、ロボットアーム１２には、エンドエフェクタ４の一例としての、物体ＯＢＪを計測するための計測装置が取り付けられていてもよい。計測装置は、物体ＯＢＪの特性を計測可能であってもよい。物体ＯＢＪの特性の一例として、物体ＯＢＪの形状、物体ＯＢＪのサイズ及び物体ＯＢＪの温度の少なくとも一つがあげられる。計測装置は、タッチプローブを用いて物体ＯＢＪを計測してもよい。この場合、タッチプローブを含む計測装置が、ロボットアーム１２に取り付けられてもよい。或いは、計測装置は、エネルギービーム（例えば、光、電磁波及び荷電粒子ビーム）を物体ＯＢＪに照射することで物体ＯＢＪを計測してもよい。この場合、エネルギービームを物体ＯＢＪに照射する照射装置を含む計測装置が、ロボットアーム１２に取り付けられていてもよい。

[0823] 尚、タッチプローブを含む計測装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した移動点ＭＰとして用いられるエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰは、物体ＯＢＪ（例えば、ワークＷ）に接触するタッチプローブの点（例えば、タッチプローブの先端）を意味していてもよい。照射装置を含む計測装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した移動点ＭＰとして用いられるエンドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰは、

エネルギービームの集光位置を意味していてもよい。計測装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した処理対象位置ＰＴＰは、計測装置が物体ＯＢＪを計測する位置を意味していてもよい。つまり、処理対象位置ＰＴＰは、処理対象位置ＰＴＰにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下で計測装置が物体ＯＢＪを計測するという条件を満たす位置を意味していてもよい。

[0824] ロボットアーム１２にエンドエフェクタ４の一例としての加工装置及び計測装置の少なくとも一つが取り付けられている場合には、制御装置３は、加工装置及び計測装置の少なくとも一つの動作を制御するための制御信号を生成してもよい。例えば、制御装置３は、加工装置が備える工具の回転を制御するための制御信号を生成してもよい。例えば、制御装置３は、加工装置及び計測装置の少なくとも一つが備える照射装置によるエネルギービームの照射態様を制御するための制御信号を、ロボット制御信号として生成してもよい。エネルギービームの照射態様は、エネルギービームの強度、エネルギービームの照射位置、エネルギービームの照射タイミング及びエネルギービームの照射時間の少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0825] 他の一例として、ロボットアーム１２には、エンドエフェクタ４の一例としての、吐出装置が取り付けられていてもよい。例えば、吐出装置は、接着剤、シール材、塗料及びはんだの少なくとも一つを含む吐出材料を吐出してもよい。吐出装置は、物体ＯＢＪに向けて吐出材料を吐出してもよい。例えば、制御装置３は、吐出装置からの吐出材料の吐出のオン・オフを制御するための制御信号を、ロボット制御信号として生成してもよい。例えば、制御装置３は、吐出装置からの吐出材料の吐出量を制御するための制御信号を、ロボット制御信号として生成してもよい。尚、接着剤、シール材、塗料及びはんだの少なくとも一つを物体ＯＢＪに吐出することは、物体ＯＢＪを加工するとも言えるため、吐出装置は、加工装置とも称されてもよい。

[0826] 尚、吐出装置を含む計測装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した移動点ＭＰとして用いられるエン

ドエフェクタ４のツールセンターポイントＴＣＰは、吐出材料を吐き出す吐出装置の点（例えば、吐出材料の吐出口）を意味していてもよい。吐出装置がエンドエフェクタ４としてロボットアーム１２に取り付けられている場合には、上述した処理対象位置ＰＴＰは、吐出装置が物体ＯＢＪに対して吐出材料を吐出する位置を意味していてもよい。つまり、処理対象位置ＰＴＰは、処理対象位置ＰＴＰにツールセンターポイントＴＣＰが位置している状況下で吐出装置が物体ＯＢＪに対して吐出材料を吐出するという条件を満たす位置を意味していてもよい。

[0827] （６－３）撮像装置２の変形例

上述した説明では、画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成するために、撮像装置２は、カメラ２２と投影装置２３とを備えている。しかしながら、撮像装置２は、画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成するために、投影装置２３を備えていなくてもよい。なぜならば、上述したようにカメラ２２がステレオカメラであるがゆえに、ステレオカメラの二つの撮像素子がそれぞれ生成する二つの画像データＩＭＧ＿３Ｄから、物体ＯＢＪの複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データＷＳＤが生成可能であるからである。この場合、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿３Ｄに含まれる二つの画像データのそれぞれが示す画像同士の各部（例えば各画素）について周知の処理で対応付けを行うことで視差を算出し、算出した視差を用いた三角測量の原理に基づく周知の方法で三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。

[0828] カメラ２２は、ステレオカメラでなくてもよい。例えば、カメラ２２は、単一の撮像素子を用いて物体ＯＢＪを撮像する単眼カメラであってもよい。この場合であっても、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像には、投影パターンが投影されている物体ＯＢＪが写り込んでいる。この場合、画像データＩＭＧ＿３Ｄが示す画像に写り込んでいる投影パターンの形状には、投影パターンが投影されている物体ＯＢＪの三次元形状が反映されている。このため、カメラ２２がステレオカメラでない場合であっても、制御装置３は、画像データＩＭＧ＿

３Ｄが示す画像に写り込んでいる投影パターンに基づいて、周知の処理で三次元位置データＷＳＤを生成することができる。

[0829] 撮像装置２は、カメラ２１及び２２のいずれか一方（つまり、単一のカメラ）と、投影装置２３とを備えていてもよい。この場合、投影装置２３が所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影していない期間中に単一の撮像装置が物体ＯＢＪを撮像することで生成する画像データが、画像データＩＭＧ＿２Ｄとして用いられてもよい。一方で、投影装置２３が所望の投影パターンを物体ＯＢＪに投影している期間中に単一の撮像装置が物体ＯＢＪを撮像することで生成する画像データが、画像データＩＭＧ＿３Ｄとして用いられてもよい。

[0830] 撮像装置２は、ステレオカメラであるカメラ２２を備える一方で、カメラ２１を備えていなくてもよい。この場合、カメラ２２が備える二つの単眼カメラのいずれか一方が物体ＯＢＪを撮像することで生成する画像データが、画像データＩＭＧ＿２Ｄとして用いられてもよい。一方で、カメラ２２が備える二つの単眼カメラの双方が物体ＯＢＪを撮像することでそれぞれ生成する二つの画像を示す画像データが、画像データＩＭＧ＿３Ｄとして用いられてもよい。

[0831] 上述した説明では、カメラ２１及び２２の双方がロボット１（特に、ロボットアーム１２）に設けられている。しかしながら、カメラ２１及び２２の少なくとも一つは、ロボット１（特に、ロボットアーム１２）とは異なる部分に設けられていてもよい。例えば、カメラ２１及び２２の少なくとも一つは、ロボットシステムＳＹＳが配置される建物の天井に配置されていてもよい。

[0832] 上述した説明では、撮像装置２が、ロボットアーム１２を備えるロボット１に取り付けられている。しかしながら、撮像装置２は、ロボットアーム１２を備えていないロボット１に取り付けられていてもよい。例えば、撮像装置２は、物体ＯＢＪの上方から撮像装置２を吊り下げることが可能な支持装置を備えるロボット１に取り付けられていてもよい。この場合、撮像装置２は、支持装置に取り付けられていてもよい。支持装置は、支持面Ｓから上方に延びる複数の脚部材と、複数の脚部材の上端又はその近傍部を介して複数の脚部材を連

結する梁部材とを備えていてもよい。例えば、ロボット１は、支持装置を移動させることが可能であってもよい。

[0833] （６－４）制御装置３の変形例

上述した説明では、制御装置３（特に、ロボット制御部３１６）が、画像データＩＭＧ＿３Ｄから三次元位置データＷＳＤを生成している。しかしながら、制御装置３とは異なる装置が、画像データＩＭＧ＿３Ｄから三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。例えば、画像データＩＭＧ＿３Ｄを生成する撮像装置２が、画像データＩＭＧ＿３Ｄから三次元位置データＷＳＤを生成してもよい。この場合、制御装置３は、制御装置３とは異なる装置から三次元位置データＷＳＤを取得してもよい。制御装置３は、制御装置３とは異なる装置から取得した三次元位置データＷＳＤを用いて、物体ＯＢＪの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0834] 制御装置３（或いは、ロボットシステムＳＹＳ）は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆに基づいてロボット１を制御するロボット制御方法を行っているとみなしてもよい。制御装置３（或いは、ロボットシステムＳＹＳ）は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆに基づいて、エンドエフェクタ４で物体ＯＢＪに所定の処理を行う処理方法を行っているとみなしてもよい。制御装置３（或いは、ロボットシステムＳＹＳ）は、移動経路ＭＲｒ及びＭＲｆに基づいて、エンドエフェクタ４で保持された物体ＯＢＪを搬送する搬送方法を行っているとみなしてもよい。

[0835] （７）付記

以上説明した実施形態に関して、更に以下の付記を開示する。

［付記Ａ１］

ロボットを動かすことなく、前記ロボットを駆動した場合に前記ロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動軌跡を表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部と

を備える演算装置

［付記Ａ２］

前記ロボットは、ロボットアームを含む

付記Ａ１に記載の演算装置。

［付記Ａ３］

前記信号生成部は、予め生成される移動経路情報に基づいて前記ロボットを動かすことなく、前記移動経路情報に基づく前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の前記移動軌跡を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ａ１又はＡ２に記載の演算装置。

［付記Ａ４］

前記演算装置は、前記ロボットを動かすことなく、前記移動経路情報を生成する経路生成部をさらに備える

付記Ａ３に記載の演算装置。

［付記Ａ５］

前記経路生成部は、前記表示装置の表示画面を介して入力される、前記移動経路情報を生成するためのユーザからの指示に関する生成指示情報に基づいて前記移動経路情報を生成する

付記Ａ４に記載の演算装置。

［付記Ａ６］

前記生成指示情報は、移動開始点の位置情報、移動終了点の位置情報、及びモデル情報を含み、

前記モデル情報は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルを示すロボットモデル情報を含む

付記Ａ５に記載の演算装置。

［付記Ａ７］

前記モデル情報は、前記ロボットに取付け可能なエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルを示すエンドエフェクタモデル情報を含む

付記Ａ６に記載の演算装置。

［付記Ａ８］

前記モデル情報は、前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルを示す物体モデル情報を含む

付記Ａ６又はＡ７に記載の演算装置。

［付記Ａ９］

前記表示信号は、前記移動経路を示す表示オブジェクトと共に、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ１からＡ８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ａ１０］

前記表示信号は、前記ロボットに取付けられたエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ９に記載の演算装置。

［付記Ａ１１］

前記表示信号は、前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ９又はＡ１０に記載の演算装置。

［付記Ａ１２］

ロボットを動かすことなく、前記ロボットを駆動した場合に前記ロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動軌跡を表示装置に表示するための表示信号を生成することと、

生成された前記表示信号を前記表示装置に出力することと

を含む表示方法。

［付記Ａ１３］

前記ロボットは、ロボットアームを含む

付記Ａ１２に記載の表示方法。

［付記Ａ１４］

前記表示信号を生成することは、予め生成される移動経路情報に基づいて前記ロボットを動かすことなく、前記移動経路情報に基づく前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の前記移動軌跡を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ａ１２又はＡ１３に記載の表示方法。

［付記Ａ１５］

前記表示信号を出力することは、生成された前記表示信号を、前記ロボットが停止している状態で前記表示装置に出力することを含む

付記Ａ１２からＡ１４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ１６］

前記ロボットが停止している状態は、前記ロボットを駆動する前を含む

付記Ａ１５に記載の表示方法。

［付記Ａ１７］

前記ロボットが停止している状態は、前記ロボットを駆動した後に停止している状態を含む

付記Ａ１５又はＡ１６に記載の表示方法。

［付記Ａ１８］

前記表示方法は、前記ロボットを動かすことなく、前記移動経路情報を生成することを更に含む

付記Ａ１４からＡ１７のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ１９］

前記移動経路を生成することは、前記表示装置の表示画面を介して入力される、前記移動経路情報を生成するためのユーザからの指示に関する生成指示情報に基づいて前記移動経路情報を生成することを含む

付記Ａ１８に記載の表示方法。

［付記Ａ２０］

前記生成指示情報は、移動開始点の位置情報、移動終了点の位置情報、及びモデル情報を含み、

前記モデル情報は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルを示すロボットモデル情報を含む

付記Ａ１９に記載の表示方法。

［付記Ａ２１］

前記モデル情報は、前記ロボットに取付け可能なエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルを示すエンドエフェクタモデル情報を含む

付記Ａ２０に記載の表示方法。

［付記Ａ２２］

前記モデル情報は、前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルを示す物体モデル情報を含む

付記Ａ２０又はＡ２１に記載の表示方法。

［付記Ａ２３］

前記移動点は、前記ロボットの少なくとも一つの点である

付記Ａ１２からＡ２２のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ２４］

前記ロボットは、エンドエフェクタを取付け可能であり、

前記移動点は、前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタの少なくとも一つの点である

付記Ａ１２からＡ２３のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ２５］

前記移動点は、前記ロボットのツールセンターポイントである

付記Ａ１２からＡ２４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ２６］

前記表示信号は、前記移動経路を示す表示オブジェクトと共に、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ１２からＡ２５のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ２７］

前記表示信号は、前記ロボットに取付けられたエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ２６に記載の表示方法。

［付記Ａ２８］

前記表示信号は、前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ２６又はＡ２７に記載の表示方法。

［付記Ａ２９］

前記表示信号は、前記移動軌跡と共に、前記移動軌跡上で前記移動点が通過する経由点を前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ１２からＡ２８のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ３０］

前記表示信号は、前記移動軌跡と共に、前記移動点の移動開始点及び前記移動点の移動終了点の少なくとも一方を前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ１２からＡ２９のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ３１］

前記表示信号は、前記移動軌跡と共に、前記ロボットの少なくとも一部及び前記ロボットに取付けられたエンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と第２物体との干渉に関する干渉情報を前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ１２からＡ３０のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ３２］

前記第２物体は、前記ロボットの周辺に位置する第１物体を含む

付記Ａ３１に記載の表示方法。

［付記Ａ３３］

前記第２物体は、前記ロボットの他の少なくとも一部を含む

付記Ａ３１又はＡ３２に記載の表示方法。

［付記Ａ３４］

前記干渉情報は、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体とが干渉するか否かの情報を含む

付記Ａ３１からＡ３３のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ３５］

前記干渉情報は、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と干渉する前記第２物体に関する情報と、前記第２物体と干渉する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方に関する情報との少なくとも一方の情報を含む

付記Ａ３１からＡ３４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ３６］

前記第２物体に関する情報は、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と干渉する前記第２物体の位置に関する情報を含み、

前記第２物体と干渉する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方に関する情報は、前記第２物体と干渉する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方の位置に関する情報を含む

付記Ａ３５に記載の表示方法。

［付記Ａ３７］

前記表示信号は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル及び前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルの少なくとも一方のうちの前記第２物体と干渉する前記ロボットの一部及び前記エンドエフェクタの一部の少なくとも一方に対応する第１モデル部分と、前記ロボットモデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方のうちの前記第１モデル部分とは異なる第２モデル部分とが互いに異なる表示態様となるように、前記第１モデル部分と前記第２モデル部分とを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ３１からＡ３６のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ３８］

前記表示信号は、前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルのうちの前記ロボット及び前記エンドエフェクタの少なくとも一方と干渉する前記第１物体の部位に対応する第３モデル部分と、前記物体モデルのうちの前記第３モデル部分とは異なる第４モデル部分とが互いに異なる表示形態となるように、前記第３モデル部分と前記第４モデル部分とを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ３１からＡ３７のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ３９］

前記第２物体は、前記ロボットの他の少なくとも一部を含み、

前記表示信号は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル及び前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルの少なくとも一方のうちの前記ロボットの他の少なくとも一部と干渉する前記ロボットの一部及び前記エンドエフェクタの一部の少なくとも一方と前記ロボットの他の少なくとも一部とに対応する第５モデル部分と、前記ロボットモデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方のうちの前記第５モデル部分とは異なる第６モデル部分とが互いに異なる表示形態となるように、前記第５モデル部分と前記第６モデル部分とを前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ａ３１からＡ３８のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ４０］

前記表示態様は、表示色を含む

付記Ａ３７からＡ３９のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ４１］

前記表示方法は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル、前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデル、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルに基づいて、前記移動軌跡に従って移動する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体の少なくとも一部とが干渉するか否かを判定することを更に含み、

前記表示信号を生成することは、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体の少なくとも一部とが干渉するか否かの判定結果に基づいて前記干渉情報を前記表示装置に表示するための前記信号を生成することを含む

付記Ａ３１からＡ４０のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ４２］

前記表示方法は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル、前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデル、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルに基づいて、予め生成される移動経路情報が示す移動経路に沿って移動する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体の少なくとも一部とが干渉するか否かを判定することを更に含み、

前記表示信号を生成することは、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体の少なくとも一部とが干渉するか否かの判定結果に基づいて前記干渉情報を前記表示装置に表示するための前記信号を生成する

付記Ａ３１からＡ４１のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ４３］

前記干渉は、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体とが接触すること、又は前記ロボットの少なくとも一部及び前記ロボットに取付けられたエンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体との距離が所定以下となることを含む

付記Ａ３１からＡ４２のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ４４］

前記移動経路を生成することは、前記表示装置の表示画面を介して入力される、前記移動経路情報を変更するためのユーザからの指示に関する変更指示情報に基づいて前記移動経路情報を変更する

付記Ａ１８からＡ４３のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ４５］

前記変更指示情報は、前記移動開始点の位置の変更に関する情報、前記移動終了点の位置の変更に関する情報、及び前記移動軌跡上で前記移動点が通過する経由点の位置の変更に関する情報の少なくとも一つの情報を含む

付記Ａ４４に記載の表示方法。

［付記Ａ４６］

前記変更指示情報は、モデルの位置及び姿勢の少なくとも一方の変更に関する位置姿勢変更情報を含み、

前記位置姿勢情報は、

前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルの位置及び姿勢の少なくとも一方の変更に関する情報、前記ロボットに取付け可能なエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルの位置及び姿勢の少なくとも一方の変更に関する情報、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルの位置及び姿勢の少なくとも一方の変更に関する情報の少なくとも一つの情報を含む

付記Ａ４４又はＡ４５に記載の表示方法。

［付記Ａ４７］

前記変更指示情報は、モデルの種類の変更に関する情報を含み、

前記モデルの種類の変更に関する情報は、

前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルの種類の変更に関する情報、前記ロボットに取付け可能なエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルの種類の変更に関する情報、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルの種類の変更に関する情報の少なくとも一つの情報を含む

付記Ａ４４からＡ４６のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ４８］

前記表示方法は、前記表示装置が前記表示信号に基づいて前記移動軌跡を表示した後に、予め生成される移動経路情報に基づいて前記ロボットを制御するためのロボット制御信号を生成することを更に含み、

前記ロボットは、前記ロボット制御信号に基づいて動く

付記Ａ１２からＡ４７のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ４９］

前記表示信号を生成することは、予め生成される移動経路情報に基づいて前記ロボットを動かすことなく、前記移動経路情報に基づく前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の前記移動軌跡を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含み、

前記移動経路情報が示す経路と前記移動軌跡が示す経路とは同じ経路である

付記Ａ１２からＡ４８のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ａ５０］

コンピュータに、付記Ａ１２からＡ４９のいずれか一項に記載の表示方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ａ５１］

付記Ａ５０に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ａ５２］

付記Ａ１からＡ１１のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ａ５３］

前記ロボットに取り付けられたエンドエフェクタを更に備える

付記Ａ５２に記載のロボットシステム。

［付記Ａ５４］

付記Ａ１からＡ１１のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットに取り付けられた撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｂ１］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

第１エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第１移動経路と、前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて、前記第２エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第２移動経路を生成する

演算装置。

［付記Ｂ２］

前記ロボットは、ロボットアームを含む

付記Ｂ１に記載の演算装置。

［付記Ｂ３］

前記演算装置は、前記ロボットの三次元モデルと、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

付記Ｂ１又はＢ２に記載の演算装置。

［付記Ｂ４］

前記演算装置は、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルと、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

付記Ｂ１からＢ３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｂ５］

前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタの三次元モデルと、前記第１移動経路と、第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

付記Ｂ３又はＢ４に記載の演算装置。

［付記Ｂ６］

前記演算装置は、前記ロボットの三次元モデルと、前記第１エンドエフェクタの三次元モデルと、前記第１移動経路と、第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

付記Ｂ５に記載の演算装置。

［付記Ｂ７］

前記演算装置は、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルと、前記第１エンドエフェクタの三次元モデルと、前記第１移動経路と、第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

付記Ｂ５又はＢ６に記載の演算装置。

［付記Ｂ８］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生成方法であって、

第１エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第１移動経路と、前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて、前記第２エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第２移動経路を生成することを含む

経路生成方法。

［付記Ｂ９］

前記ロボットは、ロボットアームを含む

付記Ｂ８に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１０］

前記第２移動経路を生成することは、前記ロボットの三次元モデルと、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８又はＢ９に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１１］

前記第２移動経路を生成することは、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルと、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８からＢ１０のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１２］

前記第２移動経路を生成することは、前記第１エンドエフェクタの三次元モデルと、前記第１移動経路と、第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８又はＢ９に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１３］

前記第２移動経路を生成することは、前記ロボットの三次元モデルと、前記第１エンドエフェクタの三次元モデルと、前記第１移動経路と、第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ１２に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１４］

前記第２移動経路を生成することは、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルと、前記第１エンドエフェクタの三次元モデルと、前記第

１移動経路と、第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ１２又はＢ１３に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１５］

前記第２移動経路を生成することは、前記第１移動経路のうちの少なくとも一部である第１部分に従って移動する前記第２エンドエフェクタが前記ロボットの周辺に位置する周辺物体及び前記ロボットの少なくとも一方と干渉すると推定される場合、前記第１部分を修正することで、修正された前記第１部分を含む前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８からＢ１４のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１６］

前記第２移動経路を生成することは、前記第１移動経路のうちの少なくとも一部である第２部分に従って移動する前記第２エンドエフェクタが前記ロボットの周辺に位置する周辺物体及び前記ロボットの少なくとも一方と干渉しないと推定される場合、前記第２部分を修正することなく、修正されていない前記第２部分を含む前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８からＢ１５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１７］

前記第２移動経路を生成することは、前記ロボットに取付けられた前記第１エンドエフェクタが前記第１移動経路に従って移動する過程で前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換された後で、前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８からＢ１６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１８］

前記第２移動経路を生成することは、前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換された後で、前記第１移動経路のうちの、前記第１エンドエフェクタの移

動に応じて移動する移動点が未だ移動していない第３部分の少なくとも一部を修正することで、修正された前記第３部分を含む前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ１７に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ１９］

前記第２移動経路を生成することは、前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換された後で、前記第１移動経路のうちの、前記第１エンドエフェクタの移動に応じて移動する移動点が既に移動済みの第４部分の少なくとも一部を修正することなく、前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ１７又はＢ１８に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ２０］

前記第２移動経路を生成することは、前記第１エンドエフェクタが前記第１移動経路に従って移動し終えた後に前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換された後で、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８からＢ１９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ２１］

前記第２移動経路を生成することは、前記ロボットに取付けられる前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換される前に、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８からＢ２０のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ２２］

前記第２移動経路を生成することは、前記第１エンドエフェクタが移動開始する前に、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８からＢ２１のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ２３］

前記第１移動経路を生成することは、前記第１エンドエフェクタの三次元モデル、前記ロボットの三次元モデル、及び前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルに基づいて、前記第１移動経路を生成することを含む

付記Ｂ８からＢ２２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｂ２４］

コンピュータに、付記Ｂ８からＢ２３のいずれか一項に記載の経路生成方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記ＢＢ２５］

付記Ｂ２４に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｂ２６］

付記Ｂ１からＢ７のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｂ２７］

前記ロボットに取り付けられたエンドエフェクタを更に備える

付記Ｂ２６に記載のロボットシステム。

［付記Ｂ２８］

付記Ｂ１からＢ７のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットに取り付けられた撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｃ１］

物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる演算装置であって、

前記処理対象位置を設定するために、前記物体の三次元モデルである物体モデルと前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを含む表示画面上で前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少な

くとも一方が、ユーザの指示に関する指示情報に基づいて移動するように表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部と

を備え、

前記信号生成部は、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第１軸及び前記第１軸に交差する第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

演算装置。

［付記Ｃ２］

前記信号生成部は、前記表示画面上で前記物体モデルが前記指示情報に基づいて移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｃ１に記載の演算装置。

［付記Ｃ３］

前記信号生成部は、前記表示画面上で前記エンドエフェクタモデルが前記指示情報に基づいて移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｃ１又はＣ２に記載の演算装置。

［付記Ｃ４］

前記指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に沿って移動させるための第１指示情報と、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動させるための第２指示情報とを含み、

前記信号生成部は、前記第１指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第１及び第２軸の双方に

沿って移動するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第１表示信号を前記表示装置に出力し、

前記信号生成部は、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第２表示信号を前記表示装置に出力する

付記Ｃ１からＣ３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ５］

前記指示情報は、前記物体モデルを、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に沿って移動させるための第１指示情報と、前記物体モデルを、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動させるための第２指示情報とを含み、

前記信号生成部は、前記第１指示情報に基づいて、前記物体モデルが、前記第１及び第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第１表示信号を前記表示装置に出力し、

前記信号生成部は、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデルが、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第２表示信号を前記表示装置に出力する

付記Ｃ１からＣ４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ６］

前記指示情報は、前記エンドエフェクタモデルを、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に沿って移動させるための第１指示情報と、前記エンドエフェ

クタモデルを、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動させるための第２指示情報とを含み、

前記信号生成部は、前記第１指示情報に基づいて、前記エンドエフェクタモデルが、前記第１及び第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第１表示信号を前記表示装置に出力し、

前記信号生成部は、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記エンドエフェクタモデルが、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第２表示信号を前記表示装置に出力する

付記Ｃ１からＣ５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ７］

前記指示情報に基づいて前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が移動した後の前記物体モデルと前記エンドエフェクタモデルとの位置関係に基づいて、前記エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置を設定する設定部を更に備える

付記Ｃ１からＣ６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ８］

前記エンドエフェクタを第１エンドエフェクタとしたとき、前記設定部は、設定された前記第１エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置と、前記第１エンドエフェクタの形状と前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報とに基づいて、前記第２エンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定する

付記Ｃ７に記載の演算装置。

［付記Ｃ９］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタの全長と前記第２エンドエフェクタの全長との差分に関する情報を含む

付記Ｃ８に記載の演算装置。

［付記Ｃ１０］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタの幅と前記第２エンドエフェクタの幅との差分に関する情報を含む

付記Ｃ８又はＣ９に記載の演算装置。

［付記Ｃ１１］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタのツールセンターポイントの位置と前記第２エンドエフェクタのツールセンターポイントの位置との差分に関する情報を含む

付記Ｃ８からＣ１０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ１２］

前記物体を第１物体としたとき、前記設定部は、設定された前記エンドエフェクタによる前記第１物体の前記処理対象位置と、前記第１物体の形状と前記第１物体とは異なる第２物体の形状との差に関する情報とに基づいて、前記エンドエフェクタによる前記第２物体の処理対象位置を設定する

付記Ｃ７からＣ１１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ１３］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の全長と前記第２物体の全長との差分に関する情報を含む

付記Ｃ１２に記載の演算装置。

［付記Ｃ１４］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の幅と前記第２物体の幅との差分に関する情報を含む

付記Ｃ１２又はＣ１３に記載の演算装置。

［付記Ｃ１５］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の基準位置と前記第２物体の基準位置との差分に関する情報を含む

付記Ｃ１２からＣ１４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ１６］

物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる演算装置であって、

前記処理対象位置を設定するために、前記物体の三次元モデルである物体モデルと前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを含む表示画面上で前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、ユーザの指示に関する指示情報に基づいて回転するように表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部と

を備え、

前記信号生成部は、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第４軸に沿った回転軸及び前記第４軸に交差する第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

演算装置。

［付記Ｃ１７］

前記信号生成部は、前記表示画面上で前記物体モデルが前記指示情報に基づいて回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｃ１６に記載の演算装置。

［付記Ｃ１８］

前記信号生成部は、前記表示画面上で前記エンドエフェクタモデルが前記指示情報に基づいて回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｃ１６又はＣ１７に記載の演算装置。

［付記Ｃ１９］

前記指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、少なくとも前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるための第１指示情報と、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方の周りに回転させるための第２指示情報とを含み、

前記信号生成部は、前記第１指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第１表示信号を前記表示装置に出力し、

前記信号生成部は、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方に沿って回転するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第２表示信号を前記表示装置に出力する

付記Ｃ１６からＣ１８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ２０］

前記指示情報は、前記物体モデルを、少なくとも前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるための第１指示情報と、前記物体モデルを、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方の周りに回転させるための第２指示情報とを含み、

前記信号生成部は、前記第１指示情報に基づいて、前記物体モデルが、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第１表示信号を前記表示装置に出力し、

前記信号生成部は、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデルが、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方に沿って回転するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第２表示信号を前記表示装置に出力する

付記Ｃ１６からＣ１９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ２１］

前記指示情報は、前記エンドエフェクタモデルを、少なくとも前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるための第１指示情報と、前記物体モデルを、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方の周りに回転させるための第２指示情報とを含み、

前記信号生成部は、前記第１指示情報に基づいて、前記エンドエフェクタモデルが、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第１表示信号を前記表示装置に出力し、

前記信号生成部は、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記エンドエフェクタモデルが、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方に沿って回転するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第２表示信号を前記表示装置に出力する

付記Ｃ１６からＣ２０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ２２］

前記指示情報に基づいて前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が移動及び／又は回転した後の前記物体モデルと前記エンドエフェクタモデルとの位置関係に基づいて、前記エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置を設定する設定部を更に備える

付記Ｃ１６からＣ２１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ２３］

前記エンドエフェクタを第１エンドエフェクタとしたとき、前記設定部は、設定された前記第１エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置と、前記第１エンドエフェクタの形状と前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報とに基づいて、前記第２エンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定する

付記Ｃ２２に記載の演算装置。

［付記Ｃ２４］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタの全長と前記第２エンドエフェクタの全長との差分に関する情報を含む

付記Ｃ２３に記載の演算装置。

［付記Ｃ２５］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタの幅と前記第２エンドエフェクタの幅との差分に関する情報を含む

付記Ｃ２３又はＣ２４に記載の演算装置。

［付記Ｃ２６］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタのツールセンターポイントの位

置と前記第２エンドエフェクタのツールセンターポイントの位置との差分に関する情報を含む

付記Ｃ２３からＣ２５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ２７］

前記物体を第１物体としたとき、前記設定部は、設定された前記エンドエフェクタによる前記第１物体の前記処理対象位置と、前記第１物体の形状と前記第１物体とは異なる第２物体の形状との差に関する情報とに基づいて、前記エンドエフェクタによる前記第２物体の処理対象位置を設定する

付記Ｃ２２からＣ２６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ２８］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の全長と前記第２物体の全長との差分に関する情報を含む

付記Ｃ２７に記載の演算装置。

［付記Ｃ２９］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の幅と前記第２物体の幅との差分に関する情報を含む

付記Ｃ２７又はＣ２８に記載の演算装置。

［付記Ｃ３０］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の基準位置と前記第２物体の基準位置との差分に関する情報を含む

付記Ｃ２７からＣ２９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｃ３１］

物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる表示方法であって、

前記処理対象位置を設定するために、前記物体の三次元モデルである物体モデルと前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを含む表示画面上で前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少な

くとも一方が、ユーザの指示に関する指示情報に基づいて移動するように表示装置に表示するための表示信号を生成することとと、

生成された前記表示信号を前記表示装置に出力することと

を含み、

前記生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第１軸及び前記第１軸に交差する第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

表示方法。

［付記Ｃ３２］

前記表示信号を生成することは、前記表示画面上で前記物体モデルが前記指示情報に基づいて移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ３１に記載の表示方法。

［付記Ｃ３３］

前記表示信号を生成することは、前記表示画面上で前記エンドエフェクタモデルが前記指示情報に基づいて移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ３１又はＣ３２に記載の表示方法。

［付記Ｃ３４］

前記表示信号を生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に対して傾斜する傾斜方向に沿って移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ３１からＣ３３のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ３５］

前記表示信号を生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第１軸と前記第

２軸と前記第１及び第２軸に交差する第３軸との全てに沿って移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ３１からＣ３４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ３６］

前記表示信号を生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも前記第１から第３軸の全てに対して傾斜する傾斜方向に沿って移動するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ３５に記載の表示方法。

［付記Ｃ３７］

前記指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に沿って移動させるための第１指示情報と、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動させるための第２指示情報とを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第１及び第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第１表示信号を前記表示装置に出力することを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第２表示信号を前記表示装置に出力することを含む

付記Ｃ３１からＣ３６のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ３８］

前記指示情報は、前記物体モデルを、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に沿って移動させるための第１指示情報と、前記物体モデルを、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動させるための第２指示情報とを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１指示情報に基づいて、前記物体モデルが、前記第１及び第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第１表示信号を前記表示装置に出力することを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデルが、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第２表示信号を前記表示装置に出力することを含む

付記Ｃ３１からＣ３７のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ３９］

前記指示情報は、前記エンドエフェクタモデルを、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に沿って移動させるための第１指示情報と、前記エンドエフェクタモデルを、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動させるための第２指示情報とを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１指示情報に基づいて、前記エンドエフェクタモデルが、前記第１及び第２軸の双方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第１表示信号を前記表示装置に出力することを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記エンドエフェクタモデルが、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第２表示信号を前記表示装置に出力することを含む

付記Ｃ３１からＣ３８のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ４０］

前記第１指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を第１移動量だけ移動させるための前記ユーザの指示に関する情報を含み、

前記第２指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を前記第１移動量よりも少ない第２移動量だけ移動させるための前記ユーザの指示に関する情報を含む

付記Ｃ３５からＣ３９のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ４１］

前記表示方法は、前記指示情報に基づいて前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が移動した後の前記物体モデルと前記エンドエフェクタモデルとの位置関係に基づいて、前記エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置を設定することを更に含む

付記Ｃ３１からＣ４０のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ４２］

前記エンドエフェクタを第１エンドエフェクタとしたとき、前記処理対象位置を設定することは、設定された前記第１エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置と、前記第１エンドエフェクタの形状と前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報とに基づいて、前記第２エンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定することを含む

付記Ｃ４１に記載の表示方法。

［付記Ｃ４３］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタの全長と前記第２エンドエフェクタの全長との差分に関する情報を含む

付記Ｃ４２に記載の表示方法。

［付記Ｃ４４］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタの幅と前記第２エンドエフェクタの幅との差分に関する情報を含む

付記Ｃ４２又はＣ４３に記載の表示方法。

［付記Ｃ４５］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタのツールセンターポイントの位置と前記第２エンドエフェクタのツールセンターポイントの位置との差分に関する情報を含む

付記Ｃ４２からＣ４４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ４６］

前記物体を第１物体としたとき、前記処理対象位置を設定することは、設定された前記エンドエフェクタによる前記第１物体の前記処理対象位置と、前記第１物体の形状と前記第１物体とは異なる第２物体の形状との差に関する情報とに基づいて、前記エンドエフェクタによる前記第２物体の処理対象位置を設定することを含む

付記Ｃ４１からＣ４５のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ４７］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の全長と前記第２物体の全長との差分に関する情報を含む

付記Ｃ４６に記載の表示方法。

［付記Ｃ４８］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の幅と前記第２物体の幅との差分に関する情報を含む

付記Ｃ４６又はＣ４７に記載の表示方法。

［付記Ｃ４９］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の基準位置と前記第２物体の基準位置との差分に関する情報を含む

付記Ｃ４６からＣ４８のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ５０］

前記エンドエフェクタは、前記物体を保持する保持装置を含み、

前記処理対象位置を設定することは、前記保持装置による前記物体の保持対象位置を前記処理対象位置として設定することを含む

付記Ｃ４１からＣ４９のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ５１］

物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる表示方法であって、

前記処理対象位置を設定するために、前記物体の三次元モデルである物体モデルと前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを含む表示画面上で前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、ユーザの指示に関する指示情報に基づいて回転するように表示装置に表示するための表示信号を生成することとと、

生成された前記表示信号を前記表示装置に出力することと

を含み、

前記生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第４軸に沿った回転軸及び前記第４軸に交差する第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

表示方法。

［付記Ｃ５２］

前記表示信号を生成することは、前記表示画面上で前記物体モデルが前記指示情報に基づいて回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ５１に記載の表示方法。

［付記Ｃ５３］

前記表示信号を生成することは、前記表示画面上で前記エンドエフェクタモデルが前記指示情報に基づいて回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ５１又はＣ５２に記載の表示方法。

［付記Ｃ５４］

前記表示信号を生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも前記第４及び第５軸の双方に対して傾斜する傾斜方向に沿った回転軸周りにするように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ５１からＣ５３のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ５５］

前記表示信号を生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第４軸に沿った回転軸と前記第５軸に沿った回転軸と前記第４及び第５軸に交差する第６軸に沿った回転軸との全ての周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ５１からＣ５４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ５６］

前記表示信号を生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも前記第４から第６軸の全てに対して傾斜する傾斜方向に沿った回転軸周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｃ５５に記載の表示方法。

［付記Ｃ５７］

前記指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、少なくとも前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるための第１指示情報と、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方の周りに回転させるための第２指示情報とを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１指示情報に基づいて、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第１表示信号を前記表示装置に出力することを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方に沿って回転するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第２表示信号を前記表示装置に出力することを含む

付記Ｃ５１からＣ５６のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ５８］

前記指示情報は、前記物体モデルを、少なくとも前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるための第１指示情報と、前記物体モデルを、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方の周りに回転させるための第２指示情報とを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１指示情報に基づいて、前記物体モデルが、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第１表示信号を前記表示装置に出力することを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデルが、前前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方の周りに回転させるように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第２表示信号を前記表示装置に出力することを含む

付記Ｃ５１からＣ５７のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ５９］

前記指示情報は、前記エンドエフェクタ体モデルを、少なくとも前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるための第１指示情報と、前記エンドエフェクタモデルを、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方の周りに回転させるための第２指示情報とを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１指示情報に基づいて、前記エンドエフェクタモデルが、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第１表示信号を前記表示装置に出力することを含み、

前記表示信号を生成することは、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記エンドエフェクタモデルが、

前前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方の周りに回転させるように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記第２表示信号を前記表示装置に出力することを含む

付記Ｃ５１からＣ５８のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ６０］

前記第１指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を第１回転量だけ回転させるための前記ユーザの指示に関する情報を含み、

前記第２指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を前記第１回転量よりも少ない第２回転量だけ回転させるための前記ユーザの指示に関する情報を含む

付記Ｃ５５からＣ５９のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ６１］

前記表示方法は、前記指示情報に基づいて前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が回転した後の前記物体モデルと前記エンドエフェクタモデルとの位置関係に基づいて、前記エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置を設定することを更に含む

付記Ｃ５１からＣ６０のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ６２］

前記エンドエフェクタを第１エンドエフェクタとしたとき、前記処理対象位置を設定することは、設定された前記第１エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置と、前記第１エンドエフェクタの形状と前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報とに基づいて、前記第２エンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定することを含む

付記Ｃ６１に記載の表示方法。

［付記Ｃ６３］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタの全長と前記第２エンドエフェクタの全長との差分に関する情報を含む

付記Ｃ６２に記載の表示方法。

［付記Ｃ６４］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタの幅と前記第２エンドエフェクタの幅との差分に関する情報を含む

付記Ｃ６２又はＣ６３に記載の表示方法。

［付記Ｃ６５］

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報は、前記第１エンドエフェクタのツールセンターポイントの位置と前記第２エンドエフェクタのツールセンターポイントの位置との差分に関する情報を含む

付記Ｃ６２からＣ６４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ６６］

前記物体を第１物体としたとき、前記処理対象位置を設定することは、設定された前記エンドエフェクタによる前記第１物体の前記処理対象位置と、前記第１物体の形状と前記第１物体とは異なる第２物体の形状との差に関する情報とに基づいて、前記エンドエフェクタによる前記第２物体の処理対象位置を設定することを含む

付記Ｃ６１からＣ６５のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ６７］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の全長と前記第２物体の全長との差分に関する情報を含む

付記Ｃ６６に記載の表示方法。

［付記Ｃ６８］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の幅と前記第２物体の幅との差分に関する情報を含む

付記Ｃ６６又はＣ６７に記載の表示方法。

［付記Ｃ６９］

前記第１物体の形状と前記第２物体の形状との差に関する情報は、前記第１物体の基準位置と前記第２物体の基準位置との差分に関する情報を含む

付記Ｃ６６からＣ６８のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ７０］

前記エンドエフェクタは、前記物体を保持する保持装置を含み、

前記処理対象位置を設定することは、前記保持装置による前記物体の保持対象位置を前記処理対象位置として設定することを含む

付記Ｃ６１からＣ６９のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｃ７１］

コンピュータに、付記Ｃ３１からＣ７０のいずれか一項に記載の表示方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｃ７２］

付記Ｃ７１に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｃ７３］

付記Ｃ１からＣ３０のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記エンドエフェクタが取り付け可能なロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｃ７４］

前記ロボットに取り付けられた前記エンドエフェクタを更に備える

付記Ｃ７３に記載のロボットシステム。

［付記Ｃ７５］

付記Ｃ１からＣ３０のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットに取り付けられた撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｄ１］

ロボットに取付けられた撮像装置のキャリブレーションに用いられる演算装置であって、

前記ロボットに取付けられた前記撮像装置で基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて生成された前記撮像装置の前記キャリブレーションの精度に関する情報を表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部と

を備える演算装置。

［付記Ｄ２］

前記ロボットは、ロボットアームを含む

付記Ｄ１に記載の演算装置。

［付記Ｄ３］

前記ロボットに取付けられた前記撮像装置で前記基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成する演算部を更に備える

付記Ｄ１又はＤ２に記載の演算装置。

［付記Ｄ４］

前記撮像装置は、互いに異なる前記基準部材と前記撮像装置との位置関係のそれぞれで、前記基準部材を撮像することで複数の前記画像データを生成し、

前記演算部は、前記複数の前記画像データのうちの少なくとも一つの第１画像データに基づく前記キャリブレーションである第１キャリブレーションと、前記複数の前記画像データのうちの前記少なくとも一つの第１画像データとは異なる少なくとも一つの第２画像データに基づく前記キャリブレーションである第２キャリブレーションとを行い、前記第１キャリブレーションの結果

と前記第２キャリブレーションの結果とに基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成する

付記Ｄ３に記載の演算装置。

［付記Ｄ５］

前記演算部は、前記第１キャリブレーションの結果と前記第２キャリブレーションの結果との誤差をキャリブレーション誤差として算出し、算出された前記キャリブレーション誤差に基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成する

付記Ｄ４に記載の演算装置。

［付記Ｄ６］

前記演算部は、

前記第１及び第２キャリブレーションを含む単位キャリブレーションを、前記第１キャリブレーションに用いられる前記少なくとも一つの第１画像データと前記第２キャリブレーションに用いられる前記少なくとも一つの第２画像データとを変更しながら、複数回行い、

前記単位キャリブレーションが行われるたびに前記キャリブレーション誤差を算出することで、前記複数の単位キャリブレーションにそれぞれ対応する複数の前記キャリブレーション誤差を算出し、

前記複数のキャリブレーション誤差に基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成する

付記Ｄ５に記載の演算装置。

［付記Ｄ７］

前記演算部は、前記複数のキャリブレーション誤差の平均値を、前記キャリブレーションの精度に関する情報として生成する

付記Ｄ６に記載の演算装置。

［付記Ｄ８］

前記演算部は、前記複数のキャリブレーション誤差のうちの所定閾値よりも高い一のキャリブレーション誤差の算出に用いられた前記単位キャリブレー

ションで用いられた前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データを前記複数の画像データから除外し、前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データが除外された前記複数の画像データを用いて前記単位キャリブレーションを行う

付記Ｄ６又はＤ７に記載の演算装置。

［付記Ｄ９］

前記演算部は、前記複数のキャリブレーション誤差のうちの所定閾値よりも高い一のキャリブレーション誤差の算出に用いられた前記単位キャリブレーションで用いられた前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データを、第３画像データに差し替え、前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データが前記第３画像データに差し替えられた前記複数の画像データを用いて前記単位キャリブレーションを行う

付記Ｄ６からＤ８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｄ１０］

ロボットに取付けられた撮像装置のキャリブレーションに用いられる表示方法であって、

前記ロボットに取付けられた前記撮像装置で基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて生成された前記撮像装置の前記キャリブレーションの精度に関する情報を表示装置に表示するための表示信号を生成することと、

生成された前記表示信号を前記表示装置に出力すること

を含む表示方法。

［付記Ｄ１１］

前記ロボットは、ロボットアームを含む

付記Ｄ１０に記載の表示方法。

［付記Ｄ１２］

前記キャリブレーションの精度に関する情報は、前記ロボットの座標系であるロボット座標系と、前記撮像装置の座標系である撮像座標系との一方の座標系から他方の座標系への変換の精度に関する情報を含む

付記Ｄ１０又はＤ１１に記載の表示方法。

［付記Ｄ１３］

前記撮像装置は、互いに異なる前記基準部材と前記撮像装置との位置関係のそれぞれで、前記基準部材を撮像することで複数の前記画像データを生成し、

前記表示信号を生成することは、前記複数の画像データに基づいて生成された前記キャリブレーションの精度に関する情報を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｄ１０からＤ１２のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｄ１４］

前記表示信号は、前記キャリブレーションの精度に関する情報と共に、前記画像データが示す画像を前記表示装置に表示するための信号を含む

付記Ｄ１０からＤ１３のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｄ１５］

前記複数の前記画像データのそれぞれは、互いに異なる時刻に生成され、

前記表示信号を生成することは、前記複数の前記画像データのうちで、所定時刻に生成される前記画像データよりも前の時刻に生成された少なくとも一つの前記画像データに基づいて生成された前記キャリブレーションの精度に関する情報を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含み、

前記表示信号を出力することは、前記所定時刻よりも前に前記表示信号を前記表示装置に出力することを含む

付記Ｄ１０からＤ１４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｄ１６］

前記表示方法は、前記ロボットに取付けられた前記撮像装置で前記基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することを更に含む

付記Ｄ１０からＤ１４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｄ１７］

前記撮像装置は、互いに異なる前記基準部材と前記撮像装置との位置関係のそれぞれで、前記基準部材を撮像することで複数の前記画像データを生成し、

前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することは、前記複数の前記画像データのうちの少なくとも一つの第１画像データに基づく前記キャリブレーションである第１キャリブレーションと、前記複数の前記画像データのうちの前記少なくとも一つの第１画像データとは異なる少なくとも一つの第２画像データに基づく前記キャリブレーションである第２キャリブレーションとを行い、前記第１キャリブレーションの結果と前記第２キャリブレーションの結果とに基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することを含む

付記Ｄ１６に記載の表示方法。

［付記Ｄ１８］

前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することは、前記第１キャリブレーションの結果と前記第２キャリブレーションの結果との誤差をキャリブレーション誤差として算出し、算出された前記キャリブレーション誤差に基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することを含む

付記Ｄ１７に記載の表示方法。

［付記Ｄ１９］

前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することは、

前記第１及び第２キャリブレーションを含む単位キャリブレーションを、前記第１キャリブレーションに用いられる前記少なくとも一つの第１画像デー

タと前記第２キャリブレーションに用いられる前記少なくとも一つの第２画像データとを変更しながら、複数回行うことと、

前記単位キャリブレーションが行われるたびに前記キャリブレーション誤差を算出することで、前記複数の単位キャリブレーションにそれぞれ対応する複数の前記キャリブレーション誤差を算出することと、

前記複数のキャリブレーション誤差に基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することと

を含む付記Ｄ１８に記載の表示方法。

［付記Ｄ２０］

前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することは、前記複数のキャリブレーション誤差の平均値を、前記キャリブレーションの精度に関する情報として生成することを含む

付記Ｄ１９に記載の表示方法。

［付記Ｄ２１］

前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することは、

前記複数のキャリブレーション誤差のうちの所定閾値よりも高い一のキャリブレーション誤差の算出に用いられた前記単位キャリブレーションで用いられた前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データを前記複数の画像データから除外することと、

前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データが除外された前記複数の画像データを用いて前記単位キャリブレーションを行うことと

を含む付記Ｄ１９又はＤ２０に記載の表示方法。

［付記Ｄ２２］

前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することは、

前記複数のキャリブレーション誤差のうちの所定閾値よりも高い一のキャリブレーション誤差の算出に用いられた前記単位キャリブレーションで用い

られた前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データを、第３画像データに差し替えることと、

前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データが前記第３画像データに差し替えられた前記複数の画像データを用いて前記単位キャリブレーションを行うことと

を含む付記Ｄ１９からＤ２１のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｄ２３］

前記第１キャリブレーションに用いられる前記第１画像データの数は、前記第２キャリブレーションに用いられる前記第２画像データの数よりも少ない

付記Ｄ１７からＤ２２のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｄ２４］

前記キャリブレーションは、前記ロボットの座標系であるロボット座標系と、前記ロボットに取付けられた前記撮像装置の座標系である撮像座標系とを関連付ける処理であり、

前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成することは、

前記第１及び第２キャリブレーションのそれぞれを行うことで、前記ロボット座標系及び前記撮像座標系のいずれか一方内の位置を、前記ロボット座標系及び前記撮像座標系のいずれか他方内の位置に変換する並進変換行列、並びに、前記ロボット座標系及び前記撮像座標系のいずれか一方内での姿勢を、前記ロボット座標系及び前記撮像座標系のいずれか他方内での姿勢に変換する回転変換行列の少なくとも一方を算出することと、

前記キャリブレーション誤差として、前記第１キャリブレーション処理によって算出された前記並進変換行列による変換結果と前記第２キャリブレーション処理によって算出された前記並進変換行列による変換結果との差分である並進誤差と、前記第１キャリブレーション処理によって算出された前記回転変換行列による変換結果と前記第２キャリブレーション処理によって算出され

た前記回転変換行列による変換結果との差分である回転誤差との少なくとも一方を算出することと

を含む付記Ｄ１７からＤ２３のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｄ２５］

コンピュータに、付記Ｄ１０からＤ２４のいずれか一項に記載の表示方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｄ２６］

付記Ｄ２５に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｄ２７］

付記Ｄ１からＤ９のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｄ２８］

前記ロボットに取り付けられたエンドエフェクタを更に備える

付記Ｄ２７に記載のロボットシステム。

［付記Ｄ２９］

付記Ｄ１からＤ９のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｅ１］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第１周辺物体の三次元モデルである第１周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路のうちの一部である第１部分経路を生成し、

前記エンドエフェクタの三次元モデルの拡張量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なる第２エンドエフェクタモデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路のうちの他の少なくとも一部である第２部分経路を生成する

演算装置。

［付記Ｅ２］

前記演算装置は、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ１に記載の演算装置。

［付記Ｅ３］

前記演算装置は、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ１又はＥ２に記載の演算装置。

［付記Ｅ４］

前記演算装置は、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ１からＥ３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｅ５］

前記対象物体画像データは、前記撮像装置と前記対象物体との相対移動中に、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される

付記Ｅ４に記載の演算装置。

［付記Ｅ６］

前記対象物体画像データは、生成された前記第１部分経路に従って前記撮像装置が移動中に、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される

付記Ｅ４又はＥ５に記載の演算装置。

［付記Ｅ７］

前記演算装置は、生成された第１部分経路に従って前記撮像装置が移動中に、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記対象物体画像データとに基づいて前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ４からＥ６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｅ８］

前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、

前記第２エンドエフェクタモデルと、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ４からＥ７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｅ９］

前記演算装置は、前記対象物体画像データと前記対象物体の二次元モデルである対象物体モデルとに基づくマッチング処理によって、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

付記Ｅ８に記載の演算装置。

［付記Ｅ１０］

前記対象物体モデルは、前記対象物体の少なくとも一部のエッジのモデルを含む

付記Ｅ９に記載の演算装置。

［付記Ｅ１１］

前記演算装置は、前記対象物体画像データと前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルとに基づくマッチング処理によって、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

付記Ｅ８からＥ１０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｅ１２］

前記演算装置は、算出された前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて決定される位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルと、前記第２エンドエフェクタモデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ８からＥ１１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｅ１３］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生成方法であって、

前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第１周辺物体の三次元モデルである第１周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路のうちの一部である第１部分経路を生成することと、

前記エンドエフェクタの三次元モデルの拡張量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なる第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路のうちの他の少なくとも一部である第２部分経路を生成すること

を含む経路生成方法。

［付記Ｅ１４］

前記第２部分経路を生成することは、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ１３に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ１５］

前記第１エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルであり、

前記第２エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積の増加量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なるモデルである

付記Ｅ１３又はＥ１４に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ１６］

前記第２部分経路を生成することは、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ１３からＥ１５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ１７］

前記対象物体画像データは、前記撮像装置と前記対象物体との相対移動中に、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される

付記Ｅ１６に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ１８］

前記対象物体画像データは、生成された前記第１部分経路に従って前記撮像装置が移動中に、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される

付記Ｅ１６又はＥ１７に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ１９］

前記第２部分経路を生成することは、生成された第１部分経路に従って前記撮像装置が移動中に、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記対象物体画像データとに基づいて前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ１６からＥ１８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２０］

前記第２部分経路を生成することは、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することと、

前記第２エンドエフェクタモデルと、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成することと

を含む付記Ｅ１６からＥ１８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２１］

前記経路生成方法は、前記対象画像データと前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルとに基づくマッチング処理によって、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することを更に含む

付記Ｅ２０に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２２］

前記第２部分経路を生成することは、算出された前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて決定される位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルと、前記第２エンドエフェクタモデルとに基づいて前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ２０又はＥ２１に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２３］

前記第２部分経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路であり、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第２エンドエフェクタモデルの拡張量は、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第１エンドエフェクタモデルの拡張量よりも少ない

付記Ｅ１３からＥ２２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２４］

前記第１部分経路は、前記エンドエフェクタの移動開始位置から、前記エンドエフェクタが前記移動開始位置よりも前記対象物体に近づいた第１接近位置までの経路であり、

前記第２部分経路は、前記第１接近位置から、前記エンドエフェクタが前記第１接近位置よりも前記対象物体に近づいた第２接近位置までの経路である

付記Ｅ１３からＥ２３のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２５］

前記第２接近位置は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置である

付記Ｅ２４に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２６］

前記移動経路は、前記移動経路のうちの少なくとも一部の経路であって、前記第１部分経路及び前記第２部分経路とは異なる第３部分経路を含み、

前記第３部分経路は、前記第２接近位置から、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路であり、

前記経路生成方法は、前記撮像装置による撮像結果に基づいて前記第３部分経路を生成することを更に含む

付記Ｅ２４に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２７］

前記第２エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

付記Ｅ１３からＥ２６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２８］

前記移動経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路であり、

前記経路生成方法は、前記移動経路毎に設定される経路生成条件に基づいて前記移動経路を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第１エンドエフェクタモデルの拡張量と、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第２エンドエフェクタモデルの拡張量とを含む

付記Ｅ１３からＥ２７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ２９］

前記経路生成条件は、表示装置の表示画面を介してユーザにより入力される

付記Ｅ２８に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３０］

前記第１エンドエフェクタモデルと前記第１周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第１部分経路を生成し、

前記第２エンドエフェクタモデルと前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルとの干渉判定結果と、前記撮像装置による前記撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ１３からＥ２９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３１］

前記第１部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタが前記第１部分経路に基づく移動を開始する前に、前記第１部分経路の少なくとも一部を生成することを含み、

前記第２部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタが前記第１部分経路に基づく移動を開始した後に、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ１３からＥ３０のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３２］

前記第１部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタが前記第１部分経路に基づく移動を開始する前に、前記第１部分経路を生成することを含む

付記Ｅ３１に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３３］

前記第１部分経路を生成することは、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第１部分経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｅ１３からＥ３２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３４］

前記第１部分経路を生成することは、

前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記第１周辺物体を撮像することで取得される第１周辺物体画像データに基づいて、前記第１周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することと、

前記第１エンドエフェクタモデルと、算出された前記第１周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて決定される位置及び姿勢の少なくとも一方での前記第１周辺物体モデルとに基づいて前記第１部分経路を生成することと

を含む付記Ｅ１３からＥ３３のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３５］

前記第１部分経路を生成することは、

前記エンドエフェクタが前記第１部分経路に基づく移動を開始する前に、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１周辺物体モデルと、前記撮像結果としての、前記第１周辺物体を撮像することで取得される画像データとに基づいて、前記第１部分経路の一部を生成することと、

前記エンドエフェクタが前記第１部分経路の前記一部に基づく移動を開始した後に、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１周辺物体モデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記第１周辺物体を撮像することで取得される画像データとに基づいて、前記第１部分経路の他の一部を生成することと

を含む付記Ｅ１３からＥ３１のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３６］

前記第２部分経路を生成することは、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記第２周辺物体を撮像することで取得される第２周辺物体画像データとに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ１３からＥ３７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３７］

前記第２部分経路を生成することは、

前記第２周辺物体画像データに基づいて、前記第２周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することと、

前記第２エンドエフェクタモデルと、算出された前記第２周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて決定される位置及び姿勢の少なくとも一方での前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成することと

を含む付記Ｅ３６に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３８］

複数の前記対象物体を含む対象物体群が位置し、

前記対象物体画像データは、前記対象物体群を前記撮像装置が撮像することによって取得される

付記Ｅ１６からＥ２２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ３９］

前記第２部分経路を生成することは、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体群から、前記エンドエフェクタによる前記処理を行う一つの対象物体を決定することと、

決定された前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成することと

を含む付記Ｅ３８に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４０］

前記経路生成方法は、前記対象物体画像データと、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルとに基づいて、前記一つの対象物体を決定することを更に含む

付記Ｅ３９に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４１］

前記経路生成方法は、前記対象物体画像データと、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルとに基づいて、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することを更に含む

付記Ｅ３９又はＥ４０に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４２］

前記第２部分経路を生成することは、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体の複数点それぞれの三次元位置、又は前記少なくとも一つの前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

付記Ｅ３９からＥ４１のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４３］

前記対象物体画像データを第１対象物体画像データとするとき、

前記第２部分経路を生成することは、

前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することにより前記撮像結果として取得される第２対象物体画像データに基づいて、前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体又は前記少なくとも一つの対象物体の複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データを生成することと、

生成された前記三次元位置データと、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成することと

を含む付記Ｅ３９からＥ４２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４４］

前記第２対象物体画像データは、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置で複数回、撮像することで取得される複数の画像データを含む

付記Ｅ４３に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４５］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記第２対象物体画像データは、第１光量の前記投影光が前記投影装置から照射された、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いたうちの少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置で少なくとも１回撮像することで取得される画像データと、前記第１光量とは異なる第２光量の前記投影光が前記投影装置から照射された、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いたうちの少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置で少なくとも１回撮像することで取得される画像データとを含む

付記Ｅ４３又はＥ４４に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４６］

前記経路生成方法は、前記第２対象物体画像データに含まれるそれぞれの前記画像データに基づいて算出された、前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体又は前記少なくとも一つの対象物体の複数点それぞれの三次元位置情報を結合することによって前記三次元位置データを生成することを含む

付記Ｅ４４又はＥ４５に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４７］

前記第２部分経路を生成することは、前記第２エンドエフェクタモデルと前記三次元位置データと前記第２周辺物体モデルとに基づく干渉判定結果と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ４４からＥ４５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４８］

前記第２周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記第２周辺物体モデルは、前記三次元位置データに基づくモデルであり、

前記第２部分経路を生成することは、前記第２エンドエフェクタモデルと前記第２周辺物体モデルとの干渉判定結果と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ４３からＥ４７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ４９］

前記三次元位置データに基づくモデルは、点群モデル又はメッシュモデルである

付記Ｅ４８に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５０］

前記第１対象物体画像データは、前記第２対象物体画像データである

付記Ｅ４３からＥ４９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５１］

前記第２部分経路を生成することは、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ３９からＥ４２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５２］

前記第２周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記第２周辺物体モデルは、前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて決定された位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルを含み、

前記第２部分経路を生成することは、前記第２エンドエフェクタモデルと前記第２周辺物体モデルとの干渉判定結果と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｅ５１に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５３］

前記第２周辺物体モデルは、前記第２周辺物体としての、少なくとも前記対象物体群が入った容器の三次元モデルを含む

付記Ｅ３８からＥ５２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５４］

前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体は、不規則な位置及び姿勢で前記容器に入っている

付記Ｅ５３に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５５］

前記第１部分経路は、前記容器の外側から前記容器の内側までの経路である

付記Ｅ５３又はＥ５４に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５６］

前記第１部分経路は、前記容器の側壁を跨ぐ経路である

付記Ｅ５３からＥ５５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５７］

前記第１部分経路は、前記容器の側壁を通過する経路である

付記Ｅ５３からＥ５６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５８］

前記第１部分経路は、前記容器の外側において前記容器の側壁に隣接する空間から、前記側壁の上方の空間を介して、前記容器の内側において前記側壁に隣接する空間までの経路である

付記Ｅ５３からＥ５７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ５９］

前記第１周辺物体と前記第２周辺物体とは少なくとも一部が共通する

付記Ｅ１３からＥ５８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６０］

前記撮像装置は、単眼カメラと、前記単眼カメラとは異なる２つの単眼カメラを有するステレオカメラとの少なくとも一方を含む

付記Ｅ１３からＥ５９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６１］

前記処理は、保持であり、

前記エンドエフェクタは、前記対象物体を保持可能な保持装置である

付記Ｅ１３からＥ６０のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６２］

前記経路生成方法は、生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、前記ロボットを制御するための制御信号を生成することを更に含む

付記Ｅ１３からＥ５８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６３］

前記処理は、保持処理であり、

前記エンドエフェクタは、前記対象物体を保持可能であり、

前記移動経路は、前記移動経路のうちの少なくとも一部の経路であって、前記第１部分経路とは異なる第４部分経路を含み、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づく第３エンドエフェクタモデルと、前記第３エンドエフェクタモデルに対して位置した前記対象物体の三次元モデルに基づく対象物体モデルと、前記ロボットの周辺に位置する第３周辺物体の三次元モデルである第３周辺物体モデルとに基づいて前記第４部分経路を生成する

付記Ｅ１３からＥ６２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６４］

前記対象物体モデルは、前記第３エンドエフェクタモデルに対して所定の位置及び姿勢の少なくとも一方で位置した前記対象物体の三次元モデルに基づくモデルである

付記Ｅ６３に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６５］

前記経路生成方法は、前記第３エンドエフェクタモデル及び前記対象物体モデルと、前記第３周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて前記第４部分経路を生成する

付記Ｅ６３又はＥ６４に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６６］

前記第４部分経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して保持処理を行う保持対象位置から、前記保持対象位置に対して離れた離隔位置までの経路である

付記Ｅ６３からＥ６５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６７］

前記経路生成方法は、前記エンドエフェクタで前記対象物体を保持する前に、前記第４部分経路を生成する

付記Ｅ６６に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６８］

前記第２部分経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して保持処理を行う保持対象位置までの経路であり、

前記経路生成方法は、前記第２部分経路に基づく移動を開始する前又は前記第２部分経路に基づく移動中に前記第４部分経路を生成する

付記Ｅ６６又はＥ６７に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ６９］

前記経路生成方法は、前記第３エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記第３周辺物体モデルと、前記撮像装置による前記撮像結果とに基づいて、前記第４部分経路を生成する

付記Ｅ６６からＥ６８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ７０］

前記保持処理を行う前記対象物体を含む複数の前記対象物体を含む対象物体群が位置し、

前記撮像装置による前記撮像結果は、前記撮像装置が対象物体群を撮像することによって取得された対象物体画像データであり、

前記経路生成方法は、

前記対象物体画像データと、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成し、

前記対象物体画像データと、前記第３エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記第３周辺物体モデルとに基づいて前記第４部分経路を生成する

付記Ｅ６６からＥ６９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ７１］

前記第３エンドエフェクタモデルは、第２エンドエフェクタモデルであり、

前記第３周辺物体モデルは、第２周辺物体モデルである

付記Ｅ６３からＥ７０のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｅ７２］

付記Ｅ１３からＥ７１のいずれか一項に記載の経路生成方法で生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、ロボットを制御するロボット制御方法。

［付記Ｅ７３］

付記Ｅ１３からＥ７１のいずれか一項に記載の経路生成方法で生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、前記エンドエフェクタで前記対象物体を処理する処理方法。

［付記Ｅ７４］

コンピュータに、付記Ｅ１３からＥ７１のいずれか一項に記載の経路生成方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｅ７５］

付記Ｅ７４に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｅ７６］

付記Ｅ１からＥ１２のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｅ７７］

前記ロボットに取り付けられた前記エンドエフェクタを更に備える

付記Ｅ７６に記載のロボットシステム。

［付記Ｅ７８］

付記Ｅ１からＥ１２のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｆ１］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路のうちの一部である第１部分経路よりも前記対象物体に近い、前記移動経路のうちの他の少なくとも一部である第２部分経路を生成する

演算装置。

［付記Ｆ２］

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ１に記載の演算装置。

［付記Ｆ３］

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデル及び前記ロボットモデルの少なくとも一つと前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ２に記載の演算装置。

［付記Ｆ４］

前記演算装置は、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した拡張エンドエフェクタモデルに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ１からＦ３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ５］

前記演算装置は、前記拡張エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ４に記載の演算装置。

［付記Ｆ６］

前記演算装置は、前記拡張エンドエフェクタモデル及び前記ロボットモデルの少なくとも一つと前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ５に記載の演算装置。

［付記Ｆ７］

前記拡張エンドエフェクタモデルは、第２拡張エンドエフェクタモデルであり、

前記演算装置は、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１拡張エンドエフェクタモデルに基づいて、前記第１部分経路を生成する

付記Ｆ４からＦ６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ８］

前記第１拡張エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルであり、

前記第２拡張エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積の増加量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なるモデルである

付記Ｆ７に記載の演算装置。

［付記Ｆ９］

前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第２拡張エンドエフェクタモデルの拡張量は、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第１拡張エンドエフェクタモデルの拡張量よりも少ない

付記Ｆ７又はＦ８に記載の演算装置。

［付記Ｆ１０］

前記第２拡張エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

付記Ｆ７からＦ９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ１１］

前記演算装置は、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張した拡張周辺物体モデルに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ１からＦ９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ１２］

前記拡張周辺物体モデルは、第２拡張周辺物体モデルであり、

前記演算装置は、前記周辺物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１拡張周辺物体モデルに基づいて、前記第１部分経路を生成する

付記Ｆ１１に記載の演算装置。

［付記Ｆ１３］

前記第１拡張周辺物体モデルは、前記周辺物体の三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルであり、

前記第２拡張周辺物体モデルは、前記周辺物体の三次元モデルの少なくとも一部の体積の増加量が前記第１周辺物体モデルとは異なるモデルである

付記Ｆ１２に記載の演算装置。

［付記Ｆ１４］

前記周辺物体の三次元モデルに対する前記第２拡張周辺物体モデルの拡張量は、前記周辺物体の三次元モデルに対する前記第１拡張周辺物体モデルの拡張量よりも少ない

付記Ｆ１２又はＦ１３に記載の演算装置。

［付記Ｆ１５］

前記第２拡張周辺物体モデルは、前記周辺物体の三次元モデルである

付記Ｆ１２からＦ１４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ１６］

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデル及び前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルの少なくとも一つと前記拡張周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ１１からＦ１５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ１７］

前記演算装置は、前記拡張エンドエフェクタモデル及び前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルの少なくとも一つと前記拡張周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ４からＦ１０のいずれか一項に従属する付記Ｆ１１からＦ１５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ１８］

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づいて、前記第２部分経路を生成する

付記Ｆ１１からＦ１７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ１９］

前記第２部分経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路である

付記Ｆ１１からＦ１８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ２０］

前記第１部分経路は、前記エンドエフェクタの移動開始位置から、前記エンドエフェクタが前記移動開始位置よりも前記対象物体に近づいた第１接近位置までの経路であり、

前記第２部分経路は、前記第１接近位置から、前記エンドエフェクタが前記第１接近位置よりも前記対象物体に近づいた第２接近位置までの経路である

付記Ｆ１からＦ１９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｆ２１］

前記第２接近位置は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置である

付記Ｆ２０に記載の演算装置。

［付記Ｆ２２］

前記移動経路は、前記移動経路のうちの少なくとも一部の経路であって、前記第１部分経路及び前記第２部分経路とは異なる第３部分経路を含み、

前記第３部分経路は、前記第２接近位置から、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路であり、

前記演算装置は、前記撮像装置による撮像結果に基づいて前記第３部分経路を生成する

付記Ｆ２０に記載の演算装置。

［付記Ｆ２３］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生成方法であって、

前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路のうちの一部である第１部分経路よりも前記対象物体に近い、前記移動経路のうちの他の少なくとも一部である第２部分経路を生成することを含む

経路生成方法。

［付記Ｆ２４］

前記第２部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２３に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ２５］

前記第２部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタモデル及び前記ロボットモデルの少なくとも一つと前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２４に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ２６］

前記第２部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した拡張エンドエフェクタモデルに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２３からＦ２５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ２７］

前記第２部分経路を生成することは、前記拡張エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２６に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ２８］

前記第２部分経路を生成することは、前記拡張エンドエフェクタモデル及び前記ロボットモデルの少なくとも一つと前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２７に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ２９］

前記拡張エンドエフェクタモデルは、第２拡張エンドエフェクタモデルであり、

前記第２部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１拡張エンドエフェクタモデルに基づいて、前記第１部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２６からＦ２８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３０］

前記第１拡張エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルであり、

前記第２拡張エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積の増加量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なるモデルである

付記Ｆ２９に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３１］

前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第２拡張エンドエフェクタモデルの拡張量は、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第１拡張エンドエフェクタモデルの拡張量よりも少ない

付記Ｆ２９又はＦ３０に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３２］

前記第２拡張エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

付記Ｆ２９からＦ３１のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３３］

前記第２部分経路を生成することは、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張した拡張周辺物体モデルに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２３から付記Ｆ３２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３４］

前記拡張周辺物体モデルは、第２拡張周辺物体モデルであり、

前記経路生成方法は、前記周辺物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１拡張周辺物体モデルに基づいて、前記第１部分経路を生成することを更に含む

付記Ｆ３３に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３５］

前記第１拡張周辺物体モデルは、前記周辺物体の三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルであり、

前記第２拡張周辺物体モデルは、前記周辺物体の三次元モデルの少なくとも一部の体積の増加量が前記第１周辺物体モデルとは異なるモデルである

付記Ｆ３４に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３６］

前記周辺物体の三次元モデルに対する前記第２拡張周辺物体モデルの拡張量は、前記周辺物体の三次元モデルに対する前記第１拡張周辺物体モデルの拡張量よりも少ない

付記Ｆ３４又はＦ３５に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３７］

前記第２拡張周辺物体モデルは、前記周辺物体の三次元モデルである

付記Ｆ３４からＦ３６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３８］

前記第２部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタモデル及び前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルの少なくとも一つと前記拡張周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ３３からＦ３７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ３９］

前記第２部分経路を生成することは、前記拡張エンドエフェクタモデル及び前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルの少なくとも一つと前記

拡張周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２６からＦ３２のいずれか一項に従属する付記Ｆ３３からＦ３７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ４０］

前記第２部分経路を生成することは、前記エンドエフェクタモデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づいて、前記第２部分経路を生成することを含む

付記Ｆ２３からＦ３９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ４１］

前記第２部分経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路である

付記Ｆ２３からＦ４０のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ４２］

前記第１部分経路は、前記エンドエフェクタの移動開始位置から、前記エンドエフェクタが前記移動開始位置よりも前記対象物体に近づいた第１接近位置までの経路であり、

前記第２部分経路は、前記第１接近位置から、前記エンドエフェクタが前記第１接近位置よりも前記対象物体に近づいた第２接近位置までの経路である

付記Ｆ２３からＦ４１のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ４３］

前記第２接近位置は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置である

付記Ｆ４２に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ４４］

前記移動経路は、前記移動経路のうちの少なくとも一部の経路であって、前記第１部分経路及び前記第２部分経路とは異なる第３部分経路を含み、

前記第３部分経路は、前記第２接近位置から、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路であり、

前記経路生成方法は、前記撮像装置による撮像結果に基づいて前記第３部分経路を生成することを更に含む

付記Ｆ４２に記載の経路生成方法。

［付記Ｆ４５］

コンピュータに、付記Ｆ２３からＦ４４のいずれか一項に記載の経路生成方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｆ４５］

付記Ｆ４５に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｆ４７］

付記Ｆ１からＦ２２のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｆ４８］

前記ロボットに取り付けられたエンドエフェクタを更に備える

付記Ｆ４７に記載のロボットシステム。

［付記Ｆ４９］

付記Ｆ１からＦ２２のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｇ１］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

前記移動経路は、前記移動経路のうちの一部であって、前記対象物体に対して処理を行う処理対象位置までの第１部分経路と、前記移動経路のうちの他

の少なくとも一部であって、前記処理対象位置から、前記処理対象位置に対して離れた離隔位置までの第２部分経路とを含み、

前記処理を行う前記対象物体を含む複数の前記対象物体が配置され、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づく第１エンドエフェクタモデルと、前記撮像装置による前記複数の対象物体の撮像結果とに基づいて、前記第１部分経路を生成し、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づく第２エンドエフェクタモデルと、前記撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

演算装置。

［付記Ｇ２］

前記演算装置は、前記第１部分経路に基づく移動の前に前記第２部分経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｇ１に記載の演算装置。

［付記Ｇ３］

前記演算装置は、前記第１部分経路に基づく移動の前に前記第２部分経路を生成する

付記Ｇ１又はＧ２に記載の演算装置。

［付記Ｇ４］

前記演算装置は、前記第１部分経路に基づく移動中に前記第２部分経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｇ１からＧ３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｇ５］

前記撮像結果は、前記撮像装置が前記複数の対象物体を撮像することによって取得される対象物体画像データである

付記Ｇ１からＧ４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｇ６］

前記複数の対象物体のそれぞれの前記対象物体は、不規則な位置及び姿勢で容器に入っている

付記Ｇ１からＧ５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｇ７］

付記Ｇ１からＧ６のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｈ１］

対象物体を保持可能なエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づくエンドエフェクタモデルと、前記エンドエフェクタモデルに対して位置する前記対象物体の三次元モデルに基づく対象物体モデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである周辺物体モデルとに基づいて前記移動経路の少なくとも一部を生成する

演算装置。

［付記Ｈ２］

前記対象物体モデルは、前記エンドエフェクタモデルに対して所定の位置及び姿勢の少なくとも一方で位置するモデルである

付記Ｈ１に記載の演算装置。

［付記Ｈ３］

前記対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに基づくモデルである

付記Ｈ１又はＨ２に記載の演算装置。

［付記Ｈ４］

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデル及び前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ１からＨ３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ５］

前記対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルである

付記Ｈ１からＨ４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ６］

前記演算装置は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部の拡張量を変更した前記対象物体モデルを生成し、前記拡張量が変更された対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ１からＨ５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ７］

前記演算装置は、前記移動経路の少なくとも一部に設定される経路生成条件に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの拡張量を含む

付記Ｈ５又はＨ６に記載の演算装置。

［付記Ｈ８］

前記対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルである

付記Ｈ１からＨ７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ９］

前記対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルである

付記Ｈ１からＨ８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ１０］

前記エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルである

付記Ｈ１からＨ９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ１１］

前記演算装置は、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の拡張量を変更した前記エンドエフェクタモデルを生成し、前記拡張量が変更されたエンドエフェクタモデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ１からＨ１０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ１２］

前記演算装置は、前記移動経路の少なくとも一部に設定される経路生成条件に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタの三次元モデルの拡張量を含む

付記Ｈ１０又はＨ１１に記載の演算装置。

［付記Ｈ１３］

前記エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルである

付記Ｈ１からＨ１２のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ１４］

前記エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

付記Ｈ１からＨ１３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ１５］

前記経路生成条件は、表示装置の表示画面を介してユーザにより入力される

付記Ｈ７又はＨ１２に記載の演算装置。

［付記Ｈ１６］

前記ロボットには撮像装置が取付けられ、

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ１からＨ１５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ１７］

前記移動経路の少なくとも一部は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に対して保持処理を行う保持対象位置から、前記保持処理位置から離れた離隔位置までの経路を含む

付記Ｈ１からＨ１６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ１８］

前記ロボットには撮像装置が取付けられ、

前記保持対象位置を含む空間には複数の前記対象物体を含む対象物体群が配置され、

前記対象物体群のうちの一つの前記対象物体が前記エンドエフェクタで保持され、

前記演算装置は、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される対象物体画像データと、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ１６に記載の演算装置。

［付記Ｈ１９］

前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体の複数点それぞれの三次元位置又は前記少なくとも一つの対象物体の複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データを生成し、

前記演算装置は、前記三次元位置データと、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ１８に記載の演算装置。

［付記Ｈ２０］

前記周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記周辺物体モデルは、前記三次元位置データに基づくモデルを含み、

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデル及び前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ１９に記載の演算装置。

［付記Ｈ２１］

前記三次元位置データに基づくモデルは、点群モデル又はメッシュモデルである

付記Ｈ２０に記載の演算装置。

［付記Ｈ２２］

前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、

算出された前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ１８に記載の演算装置。

［付記Ｈ２３］

前記周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記周辺物体モデルは、前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて設定された位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルを含み、

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデル及び前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

付記Ｈ２２に記載の演算装置。

［付記Ｈ２４］

前記対象物体画像データは、前記エンドエフェクタで前記対象物体を保持する前に、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される

付記Ｈ１８からＨ２３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ２５］

前記周辺物体は、前記対象物体群が入った容器を含み、

前記周辺物体モデルは、前記容器の三次元モデルを含む

付記Ｈ１８からＨ２４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ２６］

前記対象物体群に含まれる前記複数の対象物体のそれぞれの前記対象物体は、不規則な位置及び姿勢で前記容器に入っている

付記Ｈ２５に記載の演算装置。

［付記Ｈ２７］

前記移動経路の少なくとも一部は、前記エンドエフェクタで保持された前記対象物体が、前記エンドエフェクタからリリースされるリリース対象位置までの経路を含む

付記Ｈ１からＨ２６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ２８］

前記演算装置は、生成された前記移動経路の少なくとも一部に基づいて、前記ロボットを制御するための制御信号を生成する

付記Ｈ１からＨ２７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ２９］

前記エンドエフェクタモデルを第１エンドエフェクタモデルとし、

前記対象物体モデルを第１対象物体モデルとし、

前記周辺物体モデルを第１周辺物体モデルとし、

前記移動経路の少なくとも一部を第１部分経路とするとき、

前記移動経路は、前記移動経路の一部である前記第１部分経路と、前記移動経路の他の少なくとも一部である第２部分経路とを含み、

前記演算装置は、

前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとに基づいて前記第１部分経路を生成し、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づく第２エンドエフェクタモデルと、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに基づく第２対象物体モデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

付記Ｈ１からＨ２８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ３０］

前記第１対象物体モデル及び前記第２対象物体モデルの少なくとも一方は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルである

付記Ｈ２９に記載の演算装置。

［付記Ｈ３１］

前記第１対象物体モデルと前記第２対象物体モデルとは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する拡張量が異なる

付記Ｈ２９又はＨ３０に記載の演算装置。

［付記Ｈ３２］

前記演算装置は、前記部分経路毎に設定される経路生成条件に基づいて、前記第１部分経路及び第２部分経路を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する前記第１対象物体モデルの拡張量と、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する前記第２対象物体モデルの拡張量とを含む

付記Ｈ２９からＨ３１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ３３］

前記第１対象物体モデルと前記第２対象物体モデルとは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する体積の増加量が異なる

付記Ｈ２９からＨ３２のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ３４］

前記第１対象物体モデル及び前記第２対象物体モデルの少なくとも一方は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルである

付記Ｈ２９からＨ３３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ３５］

前記第１エンドエフェクタモデル及び前記第２エンドエフェクタモデルの少なくとも一方は、前記エンドエフェクタモデルの三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルである

付記Ｈ２９からＨ３４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ３５］

前記第１エンドエフェクタモデルと前記第２エンドエフェクタモデルとは、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する拡張量が異なる

付記Ｈ２９からＨ３５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ３７］

前記演算装置は、前記部分経路毎に設定される経路生成条件に基づいて、前記第１部分経路及び第２部分経路を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第１エンドエフェクタモデルの拡張量と、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第２エンドエフェクタモデルの拡張量とを含む

付記Ｈ２９からＨ３６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ３８］

前記第１エンドエフェクタモデルと前記第２エンドエフェクタモデルとは、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する体積の増加量が異なる

付記Ｈ２９からＨ３７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ３９］

前記第１エンドエフェクタモデル及び前記第２エンドエフェクタモデルの少なくとも一方は、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

付記Ｈ２９からＨ３８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ４０］

前記第１部分経路は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に対して保持処理を行う保持対象位置から、前記保持対象位置に対して離隔した第１離隔位置までの経路であり、

前記第２部分経路は、前記第１離隔位置から、前記保持対象位置に対して更に離隔した第２離隔位置までの経路である

付記Ｈ２９からＨ３９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ４１］

前記ロボットには撮像装置が取付けられ、

前記保持対象位置を含む空間には複数の前記対象物体を含む対象物体群が位置し、

前記対象物体群のうちの一つの前記対象物体が前記エンドエフェクタで保持され、

前記演算装置は、

前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される対象物体画像データと、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとに基づいて前記第１部分経路を生成し、

前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２対象物体モデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

付記Ｈ２９からＨ４０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ４２］

前記第２対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルであり、

前記第１対象物体モデルと前記第２対象物体モデルとは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する拡張量が異なる

付記Ｈ４１に記載の演算装置。

［付記Ｈ４３］

前記第１対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルである

付記Ｈ４１又はＨ４２に記載の演算装置。

［付記Ｈ４４］

前記第２エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルであり、

前記第１エンドエフェクタモデルと前記第２エンドエフェクタモデルとは、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する拡張量が異なる

付記Ｈ４１からＨ４３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ４５］

前記第１エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

付記Ｈ４１からＨ４４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ４６］

前記対象物体画像データは、前記エンドエフェクタで前記対象物体を保持する前に、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される

付記Ｈ４１からＨ４５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ４７］

前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体の複数点それぞれの三次元位置又は前記少なくとも一つの対象物体の複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データを生成し、

前記演算装置は、前記三次元位置データと、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとに基づいて、前記第１部分経路を生成する

付記Ｈ４１からＨ４６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ４８］

前記第１周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記第１周辺物体モデルは、前記三次元位置データに基づくモデルを含み、

前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタモデル及び前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第１部分経路を生成する

付記Ｈ４７に記載の演算装置。

［付記Ｈ４９］

前記三次元位置データに基づくモデルは、点群モデル又はメッシュモデルである

付記Ｈ４８に記載の演算装置。

［付記Ｈ５０］

前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢を算出し、

算出された前記少なくとも一つの対象物体の前記位置及び姿勢と、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとに基づいて、前記第１部分経路を生成する

付記Ｈ４１からＨ４６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ５１］

前記第１周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記第１周辺物体モデルは、前記少なくとも一つの対象物体の前記位置及び姿勢に基づいて設定された位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルを含み、

前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタモデル及び前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第１部分経路を生成する

付記Ｈ５０に記載の演算装置。

［付記Ｈ５２］

前記第１周辺物体及び前記第２周辺物体の少なくとも一方は、前記対象物体群が入った容器を含み、

前記第１周辺物体モデル及び前記第２周辺物体モデルの少なくとも一方は、前記容器の三次元モデルを含む

付記Ｈ４１からＨ５１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ５３］

前記対象物体群に含まれる前記複数の対象物体のそれぞれの前記対象物体は、不規則な位置及び姿勢で前記容器に入っている

付記Ｈ５２に記載の演算装置。

［付記Ｈ５４］

前記第２部分経路は、前記容器の内側から前記容器の外側までの経路である

付記Ｈ５２又はＨ５３に記載の演算装置。

［付記Ｈ５５］

前記第１部分経路は、前記容器の側壁を跨ぐ経路である

付記Ｈ５２からＨ５４のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｈ５６］

前記第１部分経路は、前記容器の側壁を通過する経路である

付記Ｈ５２からＨ５５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｈ５７］

前記第１部分経路は、前記容器の内側において前記容器の側壁に隣接する空間から、前記側壁の上方の空間を介して、前記容器の外側において前記側壁に隣接する空間までの経路である

付記Ｈ５２からＨ５６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｈ５８］

前記第２部分経路の前記第２離隔位置は、前記エンドエフェクタで保持された前記対象物体が、前記エンドエフェクタからリリースされるリリース対象位置である

付記Ｈ２９からＨ５７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ５９］

前記演算装置は、生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて前記ロボットを制御するための制御信号を出力する

付記Ｈ２８からＨ５８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｈ６０］

付記Ｈ１からＨ５９のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記移動経路の少なくとも一部に基づいて、ロボットを制御するロボット制御方法。

［付記Ｈ６１］

付記Ｈ１からＨ５９のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記移動経路の少なくとも一部に基づいて、前記エンドエフェクタに保持された前記対象物体を搬送する搬送方法。

［付記Ｈ６２］

付記Ｈ２９からＨ５９のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、ロボットを制御するロボット制御方法。

［付記Ｈ６３］

付記Ｈ２９からＨ５９のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、前記エンドエフェクタに保持された前記対象物体を搬送する搬送方法。

［付記Ｈ６４］

付記Ｈ１からＨ５９のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットに取り付けられた撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｉ１］

ロボットを制御する演算装置であって、

エンドエフェクタが所定の処理を行う対象物体の三次元モデルであるオリジナルモデルから、前記対象物体の少なくとも一部の三次元モデルである部分モデルを生成し、

前記部分モデルと、撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づくマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成する

演算装置。

［付記Ｉ２］

前記演算装置は、前記オリジナルモデルから前記オリジナルモデルの一部を前記部分モデルとして抽出することで、前記部分モデルを生成する

付記Ｉ１に記載の演算装置。

［付記Ｉ３］

前記演算装置は、前記部分モデルを生成するためのユーザの指示に関するモデル生成情報に基づいて、前記オリジナルモデルから前記部分モデルを生成する

付記Ｉ１又はＩ２に記載の演算装置。

［付記Ｉ４］

前記モデル生成情報は、前記オリジナルモデルのうち一部を、前記部分モデルに含めるべきモデル部分として指定するための指示に関する情報を含む

付記Ｉ３に記載の演算装置。

［付記Ｉ５］

前記モデル生成情報は、前記オリジナルモデルのうち一部を、前記部分モデルに含めるべきでないモデル部分として指定するための指示に関する情報を含む

付記Ｉ３又はＩ４に記載の演算装置。

［付記Ｉ６］

前記演算装置は、互いに異なる前記部分モデルを複数生成する

付記Ｉ１からＩ５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ７］

前記複数の部分モデルは、前記対象物体の第１部分の三次元モデルである一の部分モデルと、前記第１部分とは少なくとも部分的に異なる前記対象物体の第２部分の三次元モデルである他の部分モデルとを含む

付記Ｉ６に記載の演算装置。

［付記Ｉ８］

前記演算装置は、それぞれに優先度が付与された前記複数の部分モデルを生成する

付記Ｉ６又はＩ７に記載の演算装置。

［付記Ｉ９］

前記優先度は、前記部分モデルを前記マッチング処理のために用いる優先度を含む

付記Ｉ８に記載の演算装置。

［付記Ｉ１０］

前記演算装置は、前記複数の部分モデルのそれぞれに前記優先度を付与するためのユーザの指示に関する優先度情報に基づいて、前記複数の部分モデルのそれぞれに優先度を付与する

付記Ｉ８又はＩ９に記載の演算装置。

［付記Ｉ１１］

前記演算装置は、前記複数の部分モデルのうちの第１優先度が付与された第１部分モデルを用いたマッチング処理と、前記複数の部分モデルのうちの前記第１優先度とは異なる第２優先度が付与された第２部分モデルを用いたマッチング処理とを行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

付記Ｉ８からＩ１０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ１２］

前記演算装置は、前記複数の部分モデルのうちの第１優先度が付与された第１部分モデルを用いたマッチング処理の結果が不良の場合、前記複数の部分モデルのうちの前記第１優先度とは異なる第２優先度が付与された第２部分モデルを用いたマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

付記Ｉ８からＩ１１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ１３］

前記演算装置は、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体の数が許容下限値未満である場合に、前記第２部分モデルを用いたマッチング処理を行う

付記Ｉ１１又はＩ１２に記載の演算装置。

［付記Ｉ１４］

前記演算装置は、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体の数が許容下限値未満でない場合に、前記第２部分モデルを用いたマッチング処理を行わない

付記Ｉ１１からＩ１３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ１５］

複数の前記対象物体が位置し、

前記演算装置は、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果と、前記第２部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果とに基づいて、前記複数の対象物体から前記エンドエフェクタが前記所定の処理を行うべき一の対象物体として選択し、前記一の対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成する

付記Ｉ１１からＩ１４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ１６］

前記演算装置は、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体と、前記第２部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好且つ前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が不良な対象物体とのうちの一の対象物体を、前記エンドエフェクタが所定の処理を行うべき一の対象物体として選択し、前記一の対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成する

付記Ｉ１１からＩ１５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ１７］

前記第１優先度は、前記第２優先度よりも高い

付記Ｉ１１から付記Ｉ１６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ１８］

前記オリジナルモデルは、前記対象物体の前記三次元モデルである

付記Ｉ１から付記Ｉ１７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ１９］

前記エンドエフェクタは、前記ロボットに取り付けられている

付記Ｉ１から付記Ｉ１８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ２０］

前記制御信号は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に近づくように前記ロボットを制御するための信号である

付記Ｉ１９に記載の演算装置。

［付記Ｉ２１］

前記撮像装置は、前記ロボットに取り付けられている

付記Ｉ１から付記Ｉ２０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｉ２２］

ロボットを制御するロボット制御方法であって、

エンドエフェクタが所定の処理を行う対象物体の三次元モデルであるオリジナルモデルから、前記対象物体の少なくとも一部の三次元モデルである部分モデルを生成することと、

前記部分モデルと、撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づくマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することと、

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成することと

を含むロボット制御方法。

［付記Ｉ２３］

前記部分モデルを生成することは、前記オリジナルモデルから前記オリジナルモデルの一部を前記部分モデルとして抽出することで、前記部分モデルを生成することを含む

付記Ｉ２２に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ２４］

前記部分モデルを生成することは、前記部分モデルを生成するためのユーザの指示に関するモデル生成情報に基づいて、前記オリジナルモデルから前記部分モデルを生成することを含む

付記Ｉ２２又はＩ２３に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ２５］

前記モデル生成情報は、前記オリジナルモデルのうち一部を、前記部分モデルに含めるべきモデル部分として指定するための指示に関する情報を含む

付記Ｉ２４に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ２６］

前記モデル生成情報は、前記オリジナルモデルのうち一部を、前記部分モデルに含めるべきでないモデル部分として指定するための指示に関する情報を含む

付記Ｉ２４又はＩ２５に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ２７］

前記部分モデルを生成することは、互いに異なる前記部分モデルを複数生成することを含む

付記Ｉ２２からＩ２６のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ２８］

前記複数の部分モデルは、前記対象物体の第１部分の三次元モデルである一の部分モデルと、前記第１部分とは少なくとも部分的に異なる前記対象物体の第２部分の三次元モデルである他の部分モデルとを含む

付記Ｉ２７に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ２９］

前記部分モデルを生成することは、それぞれに優先度が付与された前記複数の部分モデルを生成することを含む

付記Ｉ２７又はＩ２８に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３０］

前記優先度は、前記部分モデルを前記マッチング処理のために用いる優先度を含む

付記Ｉ２９に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３１］

前記ロボット制御方法は、前記複数の部分モデルのそれぞれに前記優先度を付与するためのユーザの指示に関する優先度情報に基づいて、前記複数の部分モデルのそれぞれに優先度を付与することを含む

付記Ｉ２９又はＩ３０に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３２］

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することは、前記複数の部分モデルのうちの第１優先度が付与された第１部分モデルを用いたマッチング処理と、前記複数の部分モデルのうちの前記第１優先度とは異なる第２優先度が付与された第２部分モデルを用いたマッチング処理とを行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

付記Ｉ２９からＩ３１のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３３］

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することは、前記複数の部分モデルのうちの第１優先度が付与された第１部分モデルを用いたマッチング処理の結果が不良の場合、前記複数の部分モデルのうちの前記第１優先度とは異なる第２優先度が付与された第２部分モデルを用いたマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することを含む

付記Ｉ２９からＩ３２のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３４］

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することは、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体の数が許容下限値未満である場合に、前記第２部分モデルを用いたマッチング処理を行うことを含む

付記Ｉ３２又はＩ３３に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３５］

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することは、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体の数が許容

下限値未満でない場合に、前記第２部分モデルを用いたマッチング処理を行わないことを含む

付記Ｉ３２からＩ３４のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３６］

複数の前記対象物体が位置し、

前記制御信号を生成することは、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果と、前記第２部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果とに基づいて、前記複数の対象物体から前記エンドエフェクタが前記所定の処理を行うべき一の対象物体として選択し、前記一の対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成することを含む

付記Ｉ３２から３５のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３７］

前記制御信号を生成することは、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体と、前記第２部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好且つ前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が不良な対象物体とのうちの一の対象物体を、前記エンドエフェクタが所定の処理を行うべき一の対象物体として選択し、前記一の対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成することを含む

付記Ｉ３２からＩ３６のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３８］

前記第１優先度は、前記第２優先度よりも高い

付記Ｉ３２から付記Ｉ３７のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ３９］

前記オリジナルモデルは、前記対象物体の前記三次元モデルである

付記Ｉ２２から付記Ｉ３８のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ４０］

前記エンドエフェクタは、前記ロボットに取り付けられている

付記Ｉ２２から付記Ｉ３９のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ４１］

前記制御信号は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に近づくように前記ロボットを制御するための信号である

付記Ｉ４０に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ４２］

前記撮像装置は、前記ロボットに取り付けられている

付記Ｉ２２から付記Ｉ４１のいずれか一項に記載のロボット制御方法。

［付記Ｉ４３］

付記Ｉ２２からＩ４２のいずれか一項に記載のロボット制御方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｉ４４］

付記Ｉ４３に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｉ４５］

付記Ｉ１からＩ２２のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記エンドエフェクタが取り付け可能なロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｉ４６］

前記ロボットに取り付けられた前記エンドエフェクタを更に備える

付記Ｉ４６に記載のロボットシステム。

［付記Ｉ４７］

付記Ｉ１からＩ２２のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｊ１］

エンドエフェクタが処理を行う候補である対象物体のモデルである対象物体モデルと、少なくとも複数の前記対象物体を撮像することで取得される、前

記複数の対象物体を含む画像データとに基づいてマッチング処理を行う演算部と、

前記マッチング処理の結果に基づいて、前記複数の対象物体のうちの少なくとも一つでであり前記エンドエフェクタで前記処理を実行する処理実行物体と、前記複数の対象物体のうちの他の少なくとも一つとを異なる表示態様で表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部と

を備える演算装置。

［付記Ｊ２］

前記信号生成部は、前記処理実行物体の複数点それぞれの三次元位置情報と共に、前記処理実行物体と前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１に記載の演算装置。

［付記Ｊ３］

前記信号生成部は、前記処理実行物体の複数点それぞれの三次元位置情報と、前記他の少なくとも一つの複数点それぞれの三次元位置情報と共に、前記処理実行物体と前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１又はＪ２に記載の演算装置。

［付記Ｊ４］

前記三次元位置情報は点群情報であり、

前記信号生成部は、前記三次元位置情報と共に、前記処理実行物体のモデルと前記他の少なくとも一つのモデルとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１又はＪ２に記載の演算装置。

［付記Ｊ５］Ｊ

前記対象物体モデルは、前記対象物体の三次元モデルであり、

前記演算部は、前記対象物体モデルと、前記画像データから生成され且つ前記複数の対象物体のそれぞれの複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データとに基づいて前記マッチング処理を行い、

前記三次元位置情報は、前記三次元位置データに基づく情報である

付記Ｊ１からＪ４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ６］Ｊ

前記対象物体モデルは、前記対象物体の三次元モデルであり、

前記演算部は、前記対象物体モデルと、前記画像データから生成され且つ前記複数の対象物体のそれぞれの複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データとに基づいて前記マッチング処理を行う

付記Ｊ１からＪ５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ７］

前記演算部は、前記マッチング処理の結果に基づいて、前記複数の対象物体から前記処理実行物体を選定し、選定された前記処理実行物体と、前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１からＪ６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ８］

前記演算部は、前記エンドエフェクタの少なくとも一部と物体の少なくとも一部とが干渉するか否かの判定結果と、前記マッチング処理の結果とに基づいて、前記表示信号を生成する

付記Ｊ１からＪ６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ９］

前記演算部は、前記判定結果と前記マッチング処理の結果とに基づいて、前記複数の対象物体から前記処理実行物体を選定し、選定された前記処理実行物体と、前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１からＪ８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ１０］

前記演算部は、前記エンドエフェクタのモデルであるエンドエフェクタモデルと共に、前記処理実行物体と前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１からＪ９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ１１］

前記エンドエフェクタはロボットに取付けられており、

前記演算部は、前記ロボットの周辺に位置する前記対象物体とは異なる周辺物体のモデルである周辺物体モデルと共に、前記処理実行物体と前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１からＪ１０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ１２］

前記表示態様は、表示色を含む

付記Ｊ１からＪ１１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ１３］

前記処理実行物体は、前記複数の対象物体のうちの一つの前記対象物体である

付記Ｊ１からＪ１２のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｊ１４］

エンドエフェクタが処理を行う候補である対象物体のモデルである対象物体モデルと、少なくとも複数の前記対象物体を撮像することで取得される、前記複数の対象物体を含む画像データとに基づいてマッチング処理を行うことと、

前記マッチング処理の結果に基づいて、前記複数の対象物体のうちの少なくとも一つでであり前記エンドエフェクタで前記処理を実行する処理実行物体と、前記複数の対象物体のうちの他の少なくとも一つとを異なる表示態様で表示装置に表示するための表示信号を生成することと、

前記表示信号を前記表示装置に出力することと

を含む表示方法。

［付記Ｊ１５］

前記表示信号を生成することは、前記処理実行物体の複数点それぞれの三次元位置情報と共に、前記処理実行物体と前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｊ１４に記載の表示方法。

［付記Ｊ１６］

前記表示信号を生成することは、前記処理実行物体の複数点それぞれの三次元位置情報と、前記他の少なくとも一つの複数点それぞれの三次元位置情報と共に、前記処理実行物体と前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｊ１４又はＪ１５に記載の表示方法。

［付記Ｊ１７］

前記三次元位置情報は点群情報であり、

前記表示信号を生成することは、前記三次元位置情報と共に、前記処理実行物体のモデルと前記他の少なくとも一つのモデルとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｊ１４又はＪ１５に記載の表示方法。

［付記Ｊ１８］

前記対象物体モデルは、前記対象物体の三次元モデルであり、

前記マッチング処理を行うことは、前記対象物体モデルと、前記画像データから生成され且つ前記複数の対象物体のそれぞれの複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データとに基づいて前記マッチング処理を行うことを含み、

前記三次元位置情報は、前記三次元位置データに基づく情報である

付記Ｊ１４からＪ１７のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ１９］

前記対象物体モデルは、前記対象物体の三次元モデルであり、

前記マッチング処理を行うことは、前記対象物体モデルと、前記画像データから生成され且つ前記複数の対象物体のそれぞれの複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データとに基づいて前記マッチング処理を行うことを含む

付記Ｊ１４からＪ１８のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ２０］

前記表示信号を生成することは、前記マッチング処理の結果に基づいて、前記複数の対象物体から前記処理実行物体を選定し、選定された前記処理実行物体と、前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１４からＪ１９のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ２１］

前記表示信号を生成することは、前記エンドエフェクタの少なくとも一部と物体の少なくとも一部とが干渉するか否かの判定結果と、前記マッチング処理の結果とに基づいて、前記表示信号を生成する

付記Ｊ１４からＪ１９のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ２２］

前記表示信号を生成することは、前記判定結果と前記マッチング処理の結果とに基づいて、前記複数の対象物体から前記処理実行物体を選定し、選定された前記処理実行物体と、前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成することを含む

付記Ｊ１４からＪ２１のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ２３］

前記表示信号を生成することは、前記エンドエフェクタのモデルであるエンドエフェクタモデルと共に、前記処理実行物体と前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１４からＪ２２のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ２４］

前記エンドエフェクタはロボットに取付けられており、

前記表示信号を生成することは、前記ロボットの周辺に位置する前記対象物体とは異なる周辺物体のモデルである周辺物体モデルと共に、前記処理実行物体と前記他の少なくとも一つとを異なる表示態様で前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

付記Ｊ１４からＪ２３のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ２５］

前記表示態様は、表示色を含む

付記Ｊ１４からＪ２４のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ２６］

前記処理実行物体は、前記複数の対象物体のうちの一つの前記対象物体である

付記Ｊ１４からＪ２５のいずれか一項に記載の表示方法。

［付記Ｊ２７］

コンピュータに、付記Ｊ１４からＪ２６のいずれか一項に記載の表示方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｊ２８］

付記Ｊ２７に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｊ２９］

付記Ｊ１からＪ１３のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記エンドエフェクタが取り付け可能なロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｊ３０］

前記ロボットに取り付けられた前記エンドエフェクタを更に備える

付記Ｊ２９に記載のロボットシステム。

［付記Ｊ３１］

付記Ｊ１からＪ１３のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットに取り付けられた撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｋ１］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

前記対象物体の周辺に位置する少なくとも一つの物体を撮像装置が複数回、撮像することによって取得される複数の画像データと、前記エンドエフェクタのモデルであるエンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

演算装置。

［付記Ｋ２］

前記少なくとも一つの物体は、前記対象物体の周辺に位置する複数の物体である

付記Ｋ１に記載の演算装置

［付記Ｋ３］

前記複数の画像データは、前記撮像装置が前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像することによって取得される

付記Ｋ１又はＫ２に記載の演算装置。

［付記Ｋ４］

前記撮像装置は、２つの単眼カメラを有するステレオカメラを含み、

前記複数の画像データは、複数のステレオ画像データである

付記Ｋ１からＫ３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ５］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記複数の画像データは、第１光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記少なくとも一つの物体を前記撮像装置で少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データと、前記第１光量とは異なる第２光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記少なくとも一つの物体を

前記撮像装置で少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データとを含む

付記Ｋ１からＫ４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ６］

前記複数の画像データは、前記撮像装置が第１露光時間で前記少なくとも一つの物体を少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データと、前記第１露光時間とは異なる第２露光時間で前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データとを含む

付記Ｋ１からＫ５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ７］

前記演算装置は、前記複数の画像データのそれぞれの画像データに基づいて算出された前記少なくとも一つの物体の少なくとも一部の複数点のそれぞれの三次元位置を示すそれぞれの三次元位置データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ１からＫ６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ８］

前記演算装置は、前記複数の画像データのそれぞれの画像データに基づいて算出された前記少なくとも一つの物体の少なくとも一部の複数点のそれぞれの三次元位置を示すそれぞれの三次元位置データを結合することによって生成される結合三次元位置データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ１からＫ７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ９］

前記演算装置は、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記複数の画像データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ１からＫ８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ１０］

前記演算装置は、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記複数の画像データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記少なくとも一つの物体と前記エンドエフェクタとが干渉するか否かを判定し、前記干渉するか否かの判定結果に基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ１からＫ９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ１１］

前記複数の画像データを第１画像データ群とするとき、

前記演算装置は、前記対象物体を含む少なくとも一つの第２画像データに基づいて算出された前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第１画像データ群とに基づいて、前記少なくとも一つの物体と前記エンドエフェクタとが干渉するか否かを判定し、

前記干渉するか否かの判定結果に基づいて前記移動経路を生成する

付記Ｋ１からＫ１０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ１２］

前記複数の画像データは、前記撮像装置が前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像することによって取得され、

前記少なくとも一つの第２画像データは、前記第１画像データ群のうちの少なくとも一つの画像データを含む

付記Ｋ１１に記載の演算装置。

［付記Ｋ１３］

前記少なくとも一つの第２画像データは、前記第１画像データ群とは異なるデータであって、前記撮像装置が前記対象物体を少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データを含む

付記Ｋ１１又はＫ１２に記載の演算装置。

［付記Ｋ１４］

前記複数の画像データを第１画像データ群とするとき、前記演算装置は、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を含む第３画像

データに基づいて、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方と前記撮像装置との位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ１からＫ１３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ１５］

前記演算装置は、前記位置関係を変化させると判定した場合、前記位置関係が変化した後に、前記少なくとも一つの物体を前記撮像装置が複数回、撮像することによって取得される前記第１画像データ群と、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて前記移動経路を生成する

付記Ｋ１４に記載の演算装置。

［付記Ｋ１６］

前記第３画像データは、前記位置関係が変化する前に、前記撮像装置が、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を撮像することによって取得される画像データである

付記Ｋ１４又はＫ１５に記載の演算装置。

［付記Ｋ１７］

前記撮像装置は、単眼カメラを含み、

前記第３画像データは、前記単眼カメラが、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を撮像することによって取得される画像データである

付記Ｋ１４からＫ１６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ１８］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記第３画像データは、前記位置関係が変化する前に、前記投影装置から前記投影光が照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が撮像することによって取得される画像データである

付記Ｋ１４からＫ１７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ１９］

前記第３画像データは、複数の画像データのうちの一つの画像データである

付記Ｋ１４からＫ１８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ２０］

前記複数の画像データは、前記位置関係が変化する前に、前記撮像装置が前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像することによって取得される

付記Ｋ１９に記載の演算装置。

［付記Ｋ２１］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記複数の画像データは、前記位置関係が変化する前に、第１光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データと、前記第１光量よりも高い第２光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データとを含み、

前記第３画像データは、前記位置関係が変化する前に、前記第１光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が撮像することで取得された画像データである

付記Ｋ１９又はＫ２０に記載の演算装置。

［付記Ｋ２２］

前記演算装置は、前記第３画像データが示す第３画像に含まれる複数の画素の輝度値に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ１４からＫ２１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ２３］

前記演算装置は、前記第３画像の前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を含む領域に含まれる複数の画素の輝度値に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ２２に記載の演算装置。

［付記Ｋ２４］

前記演算装置は、前記領域に含まれる複数の画素のうち、閾値を外れた輝度値を有する画素の数に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ２３に記載の演算装置。

［付記Ｋ２５］

前記演算装置は、前記領域に含まれる複数の画素のうち、閾値以上の輝度値を有する画素の数に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ２３又はＫ２４に記載の演算装置。

［付記Ｋ２６］

前記演算装置は、前記複数の画像データを取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像する前に、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することによって取得された画像データに基づいて、前記複数の画像データを取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を撮像するか否かを判定する

付記Ｋ１からＫ２５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ２７］

前記演算装置は、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像する前に、前記撮像装置が前記対象物体を少なくとも１回撮像することによって取得される前記第２画像データに基づいて、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像するか否かを判定する

付記Ｋ１３に記載の演算装置。

［付記Ｋ２８］

前記演算装置は、前記対象物体のモデルである対象物体モデルと前記第２画像データとに基づくマッチング処理の結果に基づいて、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像するか否かを判定する

付記Ｋ２７に記載の演算装置。

［付記Ｋ２９］

前記撮像装置は、２つの単眼カメラを有するステレオカメラを含み、

前記第２画像データは、ステレオ画像データであり、

前記演算装置は、前記ステレオ画像データに基づいて三次元位置が算出できなかった前記対象物体の領域の広さに基づいて、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像するか否かを判定する

付記Ｋ２７又はＫ２８に記載の演算装置。

［付記Ｋ３０］

前記演算装置は、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像すると判定した場合、前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像することによって生成された前記第１画像データ群と、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ２７からＫ２９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ３１］

前記第２画像データは、前記撮像装置が前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体を少なくとも１回撮像することによって取得され、

前記演算装置は、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像しないと判定した場合、前記第２画像データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ２７からＫ３０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ３２］

前記演算装置は、前記位置関係を変化させるか否かの判定の結果、前記位置関係を変化させると判定した場合、前記位置関係が変化するように前記ロボットを駆動するための制御信号を生成する

付記Ｋ１４からＫ２５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ３３］

前記投影光は、パターン光である

付記Ｋ５、Ｋ１８、又はＫ２１に記載の演算装置。

［付記Ｋ３４］

前記移動経路は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に対して前記処理を行う処理対象位置までの経路である

付記Ｋ１からＫ３３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ３５］

前記少なくとも一つの物体は、前記エンドエフェクタで前記処理を行う候補である物体を含む

付記Ｋ１からＫ３４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ３６］

前記撮像装置は、単眼カメラと、前記単眼カメラとは異なる２つの単眼カメラを有するステレオカメラとを含む

付記Ｋ１からＫ３５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ３７］

前記撮像装置は、２つの単眼カメラを有するステレオカメラを含む

付記Ｋ１からＫ３５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ３８］

前記撮像装置は、前記ロボットに取り付けられている

付記Ｋ１からＫ３７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ３９］

前記撮像装置は、前記ロボットの駆動に伴い移動する

付記Ｋ３８に記載の演算装置。

［付記Ｋ４０］

前記撮像装置は、前記ロボットとは異なる部材に取り付けられている

付記Ｋ１からＫ３７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ４１］

前記撮像装置は、前記ロボットの駆動に伴い移動しない

付記Ｋ４０に記載の演算装置。

［付記Ｋ４２］

前記演算装置は、生成された前記移動経路に基づいて、前記ロボットを制御するための制御信号を生成する

付記Ｋ１からＫ４１のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｋ４３］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生成方法であって、

前記対象物体の周辺に位置する少なくとも一つの物体を撮像装置が複数回、撮像することによって取得される複数の画像データと、前記エンドエフェクタのモデルであるエンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

移動経路生成方法。

［付記Ｋ４４］

前記少なくとも一つの物体は、前記対象物体の周辺に位置する複数の物体である

付記Ｋ４３に記載の経路生成方法

［付記Ｋ４５］

前記複数の画像データは、前記撮像装置が前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像することによって取得される

付記Ｋ４３又はＫ４４に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ４６］

前記撮像装置は、２つの単眼カメラを有するステレオカメラを含み、

前記複数の画像データは、複数のステレオ画像データである

付記Ｋ４３からＫ４５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ４７］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記複数の画像データは、第１光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記少なくとも一つの物体を前記撮像装置で少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データと、前記第１光量とは異なる第２光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記少なくとも一つの物体を前記撮像装置で少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データとを含む

付記Ｋ４３からＫ４６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ４８］

前記複数の画像データは、前記撮像装置が第１露光時間で前記少なくとも一つの物体を少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データと、前記第１露光時間とは異なる第２露光時間で前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データとを含む

付記Ｋ４３からＫ４７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ４９］

前記経路生成方法は、前記複数の画像データのそれぞれの画像データに基づいて算出された前記少なくとも一つの物体の少なくとも一部の複数点のそれぞれの三次元位置を示すそれぞれの三次元位置データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ４３からＫ４８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５０］

前記経路生成方法は、前記複数の画像データのそれぞれの画像データに基づいて算出された前記少なくとも一つの物体の少なくとも一部の複数点のそれ

ぞれの三次元位置を示すそれぞれの三次元位置データを結合することによって生成される結合三次元位置データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ４３からＫ４９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５１］

前記経路生成方法は、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記複数の画像データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ４３からＫ５０のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５２］

前記経路生成方法は、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記複数の画像データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記少なくとも一つの物体と前記エンドエフェクタとが干渉するか否かを判定し、前記干渉するか否かの判定結果に基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ４３からＫ５１のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５３］

前記複数の画像データを第１画像データ群とするとき、

前記経路生成方法は、前記対象物体を含む少なくとも一つの第２画像データに基づいて算出された前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第１画像データ群とに基づいて、前記少なくとも一つの物体と前記エンドエフェクタとが干渉するか否かを判定し、

前記干渉するか否かの判定結果に基づいて前記移動経路を生成する

付記Ｋ４３からＫ５２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５４］

前記複数の画像データは、前記撮像装置が前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像することによって取得され、

前記少なくとも一つの第２画像データは、前記第１画像データ群のうちの少なくとも一つの画像データを含む

付記Ｋ５４に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５５］

前記少なくとも一つの第２画像データは、前記第１画像データ群とは異なるデータであって、前記撮像装置が前記対象物体を少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データを含む

付記Ｋ５４又はＫ５５に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５６］

前記複数の画像データを第１画像データ群とするとき、前記経路生成方法は、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を含む第３画像データに基づいて、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方と前記撮像装置との位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ４３からＫ５５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５７］

前記経路生成方法は、前記位置関係を変化させると判定した場合、前記位置関係が変化した後に、前記少なくとも一つの物体を前記撮像装置が複数回、撮像することによって取得される前記第１画像データ群と、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて前記移動経路を生成する

付記Ｋ５６に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５８］

前記第３画像データは、前記位置関係が変化する前に、前記撮像装置が、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を撮像することによって取得される画像データである

付記Ｋ５６又はＫ５７に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ５９］

前記撮像装置は、単眼カメラを含み、

前記第３画像データは、前記単眼カメラが、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を撮像することによって取得される画像データである

付記Ｋ５６からＫ５８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６０］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記第３画像データは、前記位置関係が変化する前に、前記投影装置から前記投影光が照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が撮像することによって取得される画像データである

付記Ｋ５６からＫ５９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６１］

前記第３画像データは、複数の画像データのうちの一つの画像データである

付記Ｋ５６からＫ６０のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６２］

前記複数の画像データは、前記位置関係が変化する前に、前記撮像装置が前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像することによって取得される

付記Ｋ６１に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６３］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記複数の画像データは、前記位置関係が変化する前に、第１光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データと、前記第１光量よりも高い第２光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が少なくとも１回撮像することで取得される少なくとも一つの画像データとを含み、

前記第３画像データは、前記位置関係が変化する前に、前記第１光量の前記投影光が前記投影装置から照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つ

の物体の少なくとも一方を前記撮像装置が撮像することで取得された画像データである

付記Ｋ６１又はＫ６２に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６４］

前記経路生成方法は、前記第３画像データが示す第３画像に含まれる複数の画素の輝度値に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ５６からＫ６３のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６５］

前記経路生成方法は、前記第３画像の前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を含む領域に含まれる複数の画素の輝度値に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ６４に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６６］

前記経路生成方法は、前記領域に含まれる複数の画素のうち、閾値を外れた輝度値を有する画素の数に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ６５に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６７］

前記経路生成方法は、前記領域に含まれる複数の画素のうち、閾値以上の輝度値を有する画素の数に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｋ６５又はＫ６６に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６８］

前記経路生成方法は、前記複数の画像データを取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像する前に、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することによって取得された画像データに基づいて、前記複数の画像データを取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を撮像するか否かを判定する

付記Ｋ４３からＫ６７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ６９］

前記経路生成方法は、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像する前に、前記撮像装置が前記対象物体を少なくとも１回撮像することによって取得される前記第２画像データに基づいて、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像するか否かを判定する

付記Ｋ５５に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７０］

前記経路生成方法は、前記対象物体のモデルである対象物体モデルと前記第２画像データとに基づくマッチング処理の結果に基づいて、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像するか否かを判定する

付記Ｋ６９に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７１］

前記撮像装置は、２つの単眼カメラを有するステレオカメラを含み、

前記第２画像データは、ステレオ画像データであり、

前記経路生成方法は、前記ステレオ画像データに基づいて三次元位置が算出できなかった前記対象物体の領域の広さに基づいて、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像するか否かを判定する

付記Ｋ６９又はＫ７０に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７２］

前記経路生成方法は、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像すると判定した場合、前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像することによって生成された前記第１画像データ群と、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ６９からＫ７１のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７３］

前記第２画像データは、前記撮像装置が前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体を少なくとも１回撮像することによって取得され、

前記経路生成方法は、前記第１画像データ群を取得するために前記撮像装置が前記少なくとも一つの物体を複数回、撮像しないと判定した場合、前記第２画像データと、前記エンドエフェクタモデルとに基づいて、前記移動経路を生成する

付記Ｋ６９からＫ７２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７４］

前記経路生成方法は、前記位置関係を変化させるか否かの判定の結果、前記位置関係を変化させると判定した場合、前記位置関係が変化するように前記ロボットを駆動するための制御信号を生成する

付記Ｋ５６からＫ６７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７５］

前記投影光は、パターン光である

付記Ｋ４７、Ｋ６０、又はＫ６３に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７６］

前記移動経路は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に対して前記処理を行う処理対象位置までの経路である

付記Ｋ４３からＫ７５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７７］

前記少なくとも一つの物体は、前記エンドエフェクタで前記処理を行う候補である物体を含む

付記Ｋ４３からＫ７６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７８］

前記撮像装置は、単眼カメラと、前記単眼カメラとは異なる２つの単眼カメラを有するステレオカメラとを含む

付記Ｋ４３からＫ７７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ７９］

前記撮像装置は、２つの単眼カメラを有するステレオカメラを含む

付記Ｋ４３からＫ７７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ８０］

前記撮像装置は、前記ロボットに取り付けられている

付記Ｋ４３からＫ７９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ８１］

前記撮像装置は、前記ロボットの駆動に伴い移動する

付記Ｋ８０に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ８２］

前記撮像装置は、前記ロボットとは異なる部材に取り付けられている

付記Ｋ４３からＫ７９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ８３］

前記撮像装置は、前記ロボットの駆動に伴い移動しない

付記Ｋ８２に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ８４］

前記経路生成方法は、生成された前記移動経路に基づいて、前記ロボットを制御するための制御信号を生成する

付記Ｋ４３からＫ８３のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｋ８５］

コンピュータに、付記Ｋ４２からＫ８４のいずれか一項に記載の経路生成方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｋ８６］

付記Ｋ８５に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｋ８７］

付記Ｋ１からＫ４２のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｋ８８］

付記Ｋ１からＫ４２のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｋ８９］

前記エンドエフェクタを更に備える

付記Ｋ８８のロボットシステム。

［付記Ｌ１］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

前記ロボットに取付けられた撮像装置が前記対象物体及び前記対象物体の周辺に位置する少なくとも一つの物体の少なくとも一方を撮像することによって取得される画像データに基づいて前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方と前記撮像装置との位置関係を変化させるか否かを判定した結果に基づいて前記移動経路を生成する

演算装置。

［付記Ｌ２］

前記少なくとも一つの物体は、前記対象物体の周辺に位置する複数の物体である

付記Ｌ１に記載の演算装置

［付記Ｌ３］

前記演算装置は、前記画像データが示す画像に含まれる複数の画素の輝度値に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｌ１又はＬ２のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ４］

前記演算装置は、前記画像の前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を含む領域に含まれる複数の画素の輝度値に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｌ４に記載の演算装置。

［付記Ｌ５］

前記演算装置は、前記領域に含まれる複数の画素のうち、閾値を外れた輝度値を有する画素の数に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｌ４に記載の演算装置。

［付記Ｌ６］

前記演算装置は、前記領域に含まれる複数の画素のうち、閾値以上の輝度値を有する画素の数に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定する

付記Ｌ４又はＬ５に記載の演算装置。

［付記Ｌ７］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記画像データは、前記投影装置から前記投影光が照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が撮像することで取得される

付記Ｌ１からＬ６のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ８］

前記撮像装置は、単眼カメラを含み、

前記画像データは、前記単眼カメラが、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を撮像することによって取得される

付記Ｌ１からＬ７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ９］

前記画像データを第１画像データとするとき、

前記演算装置は、前記位置関係を変化させるか否かの判定の結果、前記位置関係を変化させると判定した場合、前記位置関係が変化した後に、前記対象

物体の周辺に位置する少なくとも一つの物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される第２画像データと、前記エンドエフェクタのモデルであるエンドエフェクタモデルとに基づいて前記移動経路を生成する

付記Ｌ１からＬ８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ１０］

前記演算装置は、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、第２画像データと、前記エンドエフェクタのモデルであるエンドエフェクタモデルとに基づいて、前記少なくとも一つの物体と前記エンドエフェクタとが干渉するか否かを判定し、

前記干渉するか否かの判定結果に基づいて前記移動経路を生成する

付記Ｌ９のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ１１］

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方は、前記撮像装置が、前記対象物体を撮像することによって取得される第３画像データに基づいて算出される

付記Ｌ１０のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ１２］

前記第３画像データは、前記第２画像データである

付記Ｌ１１に記載の演算装置。

［付記Ｌ１３］

前記演算装置は、前記位置関係を変化させるか否かの判定の結果、前記位置関係を変化させると判定した場合、前記位置関係が変化するように前記ロボットを駆動するための制御信号を生成する

付記Ｌ１からＬ１２のいずれか一項に記載の演算装置

［付記Ｌ１４］

前記移動経路は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に対して前記処理を行う処理対象位置までの経路である

付記Ｌ１からＬ１３のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ１５］

前記少なくとも一つの物体は、前記エンドエフェクタで前記処理を行う候補である物体を含む

付記Ｌ１からＬ１４のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ１６］

前記撮像装置は、単眼カメラと、前記単眼カメラとは異なる２つの単眼カメラを有するステレオカメラとを含む

付記Ｌ１からＬ１５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ１７］

前記撮像装置は、２つの単眼カメラを有するステレオカメラを含む

付記Ｌ１からＬ１５のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ１８］

前記撮像装置は、前記ロボットの駆動に伴い移動する

付記Ｌ１からＬ１７のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ１９］

前記演算装置は、生成された前記移動経路に基づいて、前記ロボットを制御するための制御信号を生成する

付記Ｌ１からＬ１８のいずれか一項に記載の演算装置。

［付記Ｌ２０］

対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生成方法であって、

前記ロボットに取付けられた撮像装置が前記対象物体及び前記対象物体の周辺に位置する少なくとも一つの物体の少なくとも一方を撮像することによって取得される画像データに基づいて、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方と前記撮像装置との位置関係を変化させるか否かを判定することと、

前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方と前記撮像装置との位置関係を変化させるか否かを判定した結果に基づいて前記移動経路を生成することと

を含む経路生成方法。

［付記Ｌ２１］

前記少なくとも一つの物体は、前記対象物体の周辺に位置する複数の物体である

付記Ｌ２０に記載の経路生成方法

［付記Ｌ２２］

前記経路生成方法は、前記画像データが示す画像に含まれる複数の画素の輝度値に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定することを含む

付記Ｌ２０又はＬ２１のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ２３］

前記経路生成方法は、前記画像の前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を含む領域に含まれる複数の画素の輝度値に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定することを含む

付記Ｌ２２に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ２４］

前記経路生成方法は、前記領域に含まれる複数の画素のうち、閾値を外れた輝度値を有する画素の数に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定することを含む

付記Ｌ２３に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ２５］

前記経路生成方法は、前記領域に含まれる複数の画素のうち、閾値以上の輝度値を有する画素の数に基づいて、前記位置関係を変化させるか否かを判定することを含む

付記Ｌ２３又はＬ２４に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ２６］

前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記画像データは、前記投影装置から前記投影光が照射された前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を前記撮像装置が撮像することで取得される

付記Ｌ２０からＬ２５のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ２７］

前記撮像装置は、単眼カメラを含み、

前記画像データは、前記単眼カメラが、前記対象物体及び前記少なくとも一つの物体の少なくとも一方を撮像することによって取得される

付記Ｌ２０からＬ２６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ２８］

前記画像データを第１画像データとするとき、

前記経路生成方法は、前記位置関係を変化させるか否かの判定の結果、前記位置関係を変化させると判定した場合、前記位置関係が変化した後に、前記対象物体の周辺に位置する少なくとも一つの物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される第２画像データと、前記エンドエフェクタのモデルであるエンドエフェクタモデルとに基づいて前記移動経路を生成することを含む

付記Ｌ２０からＬ２７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ２９］

前記経路生成方法は、

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、第２画像データと、前記エンドエフェクタのモデルであるエンドエフェクタモデルとに基づいて、前記少なくとも一つの物体と前記エンドエフェクタとが干渉するか否かを判定することと、

前記干渉するか否かの判定結果に基づいて前記移動経路を生成することと

を含む付記Ｌ２８のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３０］

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方は、前記撮像装置が、前記対象物体を撮像することによって取得される第３画像データに基づいて算出される

付記Ｌ２９のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３１］

前記第３画像データは、前記第２画像データである

付記Ｌ３０に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３２］

前記経路生成方法は、前記位置関係を変化させるか否かの判定の結果、前記位置関係を変化させると判定した場合、前記位置関係が変化するように前記ロボットを駆動するための制御信号を生成することを含む

付記Ｌ２０からＬ３１のいずれか一項に記載の経路生成方法

［付記Ｌ３３］

前記移動経路は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に対して前記処理を行う処理対象位置までの経路である

付記Ｌ２０からＬ３２のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３４］

前記少なくとも一つの物体は、前記エンドエフェクタで前記処理を行う候補である物体を含む

付記Ｌ２０からＬ３３のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３５］

前記撮像装置は、単眼カメラと、前記単眼カメラとは異なる２つの単眼カメラを有するステレオカメラとを含む

付記Ｌ２０からＬ３３のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３６］

前記撮像装置は、２つの単眼カメラを有するステレオカメラを含む

付記Ｌ２０からＬ３３のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３７］

前記撮像装置は、前記ロボットの駆動に伴い移動する

付記Ｌ２０からＬ３６のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３８］

前記経路生成方法は、生成された前記移動経路に基づいて、前記ロボットを制御するための制御信号を生成する

付記Ｌ２０からＬ３７のいずれか一項に記載の経路生成方法。

［付記Ｌ３９］

コンピュータに、付記Ｌ２０からＬ３８のいずれか一項に記載の経路生成方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｌ４０］

付記Ｌ３９に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｌ４１］

付記Ｌ１からＬ１９のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記撮像装置と

を備える撮像システム。

［付記Ｌ４２］

付記Ｌ１からＬ１９のいずれか一項に記載の演算装置と、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

［付記Ｌ４３］

前記エンドエフェクタを更に備える

付記Ｌ４２に記載のロボットシステム。

［付記Ｍ１］

物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる演算装置であって、

設定された第１エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置と、前記第１エンドエフェクタの形状と前記第１エンドエフェクタとは異なる第２

エンドエフェクタの形状との差に関する情報とに基づいて、前記第２エンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定する

演算装置。

［付記Ｍ２］

物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定する設定方法であって、

第１エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置を設定することと、

前記第１エンドエフェクタの形状と前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報とに基づいて、前記第２エンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定することと

を含む設定方法。

［付記Ｍ３］

コンピュータに、付記Ｍ２に記載の設定方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｍ４］

付記Ｍ３に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

［付記Ｎ１］

物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる演算装置であって、

設定された前記エンドエフェクタによる第１物体の前記処理対象位置と、前記第１物体の形状と前記第１物体とは異なる第２物体の形状との差に関する情報とに基づいて、前記エンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定する

演算装置。

［付記Ｎ２］

物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定する設定方法であって、

前記エンドエフェクタによる第１物体の前記処理対象位置を設定することと、

前記第１物体の形状と前記第１物体とは異なる第２物体の形状との差に関する情報とに基づいて、前記エンドエフェクタによる前記第２物体の処理対象位置を設定することと

を含む設定方法。

［付記Ｎ３］

コンピュータに、付記Ｎ２に記載の設定方法を実行させるコンピュータプログラム。

［付記Ｎ４］

付記Ｎ３に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

[0836] 上述の各実施形態の構成要件の少なくとも一部は、上述の各実施形態の構成要件の少なくとも他の一部と適宜組み合わせることができる。上述の各実施形態の構成要件のうちの一部が用いられなくてもよい。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態で引用した全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

[0837] 本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う演算装置、表示方法、経路生成方法、コンピュータプログラム、記録媒体もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0838] ＳＹＳ　ロボットシステム

１　ロボット

１２　ロボットアーム

１３　ロボット制御装置

２　撮像装置

２１、２２　カメラ

２３　投影装置

３　制御装置

３１　演算装置

３１２　キャリブレーション部

３１３　処理位置姿勢設定部

３１５　経路生成部

３１６　ロボット制御部

３１７　表示信号生成部

３１８　表示信号出力部

３５　表示装置

４　エンドエフェクタ

ＯＢＪ　物体

Ｗ　ワーク

Ｔ　載置装置

ＩＭＧ＿２Ｄ、ＩＭＧ＿３Ｄ　画像データ

ＷＳＤ　三次元位置データ

ＥＭ　エンドエフェクタモデル

ＲＭ　ロボットモデル

ＳＭ　周辺物体モデル

ＯＭ　物体モデル

ＴＣＰ　ツールセンターポイント

ＭＢＰ　移動基準点

ＭＰ　移動点

請求の範囲

[請求項1] ロボットを動かすことなく、前記ロボットを駆動した場合に前記ロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動軌跡を表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部と

を備える演算装置。

[請求項2] 前記信号生成部は、予め生成される移動経路情報に基づいて前記ロボットを動かすことなく、前記移動経路情報に基づく前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の前記移動軌跡を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

請求項１に記載の演算装置。

[請求項3] 前記出力部は、前記信号生成部で生成された前記表示信号を、前記ロボットが停止している状態で前記表示装置に出力する

請求項１又は２に記載の演算装置。

[請求項4] 前記ロボットが停止している状態は、前記ロボットを駆動する前を含む

請求項３に記載の演算装置。

[請求項5] 前記ロボットが停止している状態は、前記ロボットを駆動した後に停止している状態を含む

請求項３又は４に記載の演算装置。

[請求項6] 前記演算装置は、前記ロボットを動かすことなく、前記移動経路情報を生成する経路生成部をさらに備える

請求項２から５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項7] 前記経路生成部は、前記表示装置の表示画面を介して入力される、前記移動経路情報を生成するためのユーザからの指示に関する生成指示情報に基づいて前記移動経路情報を生成する

請求項６に記載の演算装置。

[請求項8] 前記生成指示情報は、移動開始点の位置情報、移動終了点の位置情報、及びモデル情報を含み、

前記モデル情報は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルを示すロボットモデル情報、前記ロボットに取付け可能なエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルを示すエンドエフェクタモデル情報、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルを示す物体モデル情報を含む

請求項７に記載の演算装置。

[請求項9] 前記移動点は、前記ロボットの少なくとも一つの点である

請求項１から８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項10] 前記ロボットは、エンドエフェクタを取付け可能であり、

前記移動点は、前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタの少なくとも一つの点である

請求項１から９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項11] 前記移動点は、前記ロボットのツールセンターポイントである

請求項１から１０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項12] 前記表示信号は、前記移動経路を示す表示オブジェクトと共に、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル、前記ロボットに取付けられたエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデル、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルを前記表示装置に表示するための信号を含む

請求項１から１１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項13] 前記表示信号は、前記移動軌跡と共に、前記移動軌跡上で前記移動点が通過する経由点を前記表示装置に表示するための信号を含む

請求項１から１２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項14] 前記表示信号は、前記移動軌跡と共に、前記移動点の移動開始点及び前記移動点の移動終了点の少なくとも一方を前記表示装置に表示するための信号を含む

請求項１から１３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項15] 前記表示信号は、前記移動軌跡と共に、前記ロボットの少なくとも一部及び前記ロボットに取付けられたエンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と第２物体との干渉に関する干渉情報を前記表示装置に表示するための信号を含む

請求項１から１４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項16] 前記第２物体は、前記ロボットの周辺に位置する第１物体を含む

請求項１５に記載の演算装置。

[請求項17] 前記第２物体は、前記ロボットの他の少なくとも一部を含む

請求項１５又は１６に記載の演算装置。

[請求項18] 前記干渉情報は、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体とが干渉するか否かの情報を含む

請求項１５から１７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項19] 前記干渉情報は、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と干渉する前記第２物体に関する情報と、前記第２物体と干渉する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方に関する情報との少なくとも一方の情報を含む

請求項１５から１８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項20] 前記第２物体に関する情報は、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と干渉する前記第２物体の位置に関する情報を含み、

前記第２物体と干渉する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方に関する情

報は、前記第２物体と干渉する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方の位置に関する情報を含む

請求項１９に記載の演算装置。

[請求項21] 前記表示信号は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル及び前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルの少なくとも一方のうちの前記第２物体と干渉する前記ロボットの一部及び前記エンドエフェクタの一部の少なくとも一方に対応する第１モデル部分と、前記ロボットモデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方のうちの前記第１モデル部分とは異なる第２モデル部分とが互いに異なる表示態様となるように、前記第１モデル部分と前記第２モデル部分とを前記表示装置に表示するための信号を含む

請求項１５から２０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項22] 前記表示信号は、前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルのうちの前記ロボット及び前記エンドエフェクタの少なくとも一方と干渉する前記第１物体の部位に対応する第３モデル部分と、前記物体モデルのうちの前記第３モデル部分とは異なる第４モデル部分とが互いに異なる表示形態となるように、前記第３モデル部分と前記第４モデル部分とを前記表示装置に表示するための信号を含む

請求項１５から２１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項23] 前記第２物体は、前記ロボットの他の少なくとも一部を含み、

前記表示信号は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル及び前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルの少なくとも一方のうちの前記ロボットの他の少なくとも一部と干渉する前記ロボットの一部及び前記エンドエフェクタの一部の少なくとも一方と前記ロボットの他の少なくとも一部と

に対応する第５モデル部分と、前記ロボットモデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方のうちの前記第５モデル部分とは異なる第６モデル部分とが互いに異なる表示形態となるように、前記第５モデル部分と前記第６モデル部分とを前記表示装置に表示するための信号を含む

請求項１５から２２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項24] 前記表示態様は、表示色を含む

請求項２１から２３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項25] 前記演算装置は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル、前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデル、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルに基づいて、前記移動軌跡に従って移動する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体の少なくとも一部とが干渉するか否かを判定する経路生成部を更に備え、

前記信号生成部は、前記経路生成部による判定結果に基づいて前記干渉情報を前記表示装置に表示するための前記信号を生成する

請求項１５から２４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項26] 前記演算装置は、前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデル、前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデル、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルに基づいて、予め生成される移動経路情報が示す移動経路に沿って移動する前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体の少なくとも一部とが干渉するか否かを判定する経路生成部を更に備え、

前記信号生成部は、前記経路生成部による判定結果に基づいて前記干渉情報を前記表示装置に表示するための前記信号を生成する

請求項１５から２５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項27] 前記干渉は、前記ロボットの少なくとも一部及び前記エンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体とが接触すること、又は前記ロボットの少なくとも一部及び前記ロボットに取付けられたエンドエフェクタの少なくとも一部の少なくとも一方と前記第２物体との距離が所定以下となることを含む

請求項１５から２６のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項28] 前記経路生成部は、前記表示装置の表示画面を介して入力される、前記移動経路情報を変更するためのユーザからの指示に関する変更指示情報に基づいて前記移動経路情報を変更する

請求項６から２７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項29] 前記変更指示情報は、前記移動開始点の位置の変更に関する情報、前記移動終了点の位置の変更に関する情報、及び前記移動軌跡上で前記移動点が通過する経由点の位置の変更に関する情報の少なくとも一つの情報を含む

請求項２８に記載の演算装置。

[請求項30] 前記変更指示情報は、モデルの位置及び姿勢の少なくとも一方の変更に関する位置姿勢変更情報を含み、

前記位置姿勢情報は、

前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルの位置及び姿勢の少なくとも一方の変更に関する情報、前記ロボットに取付け可能なエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルの位置及び姿勢の少なくとも一方の変更に関する情報、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルの位置及び姿勢の少なくとも一方の変更に関する情報の少なくとも一つの情報を含む

請求項２８又は２９に記載の演算装置。

[請求項31] 前記変更指示情報は、モデルの種類の変更に関する情報を含み、

前記モデルの種類の変更に関する情報は、

前記ロボットの三次元モデルであるロボットモデルの種類の変更に関する情報、前記ロボットに取付け可能なエンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルの種類の変更に関する情報、及び前記ロボットの周辺に位置する第１物体の三次元モデルである物体モデルの種類の変更に関する情報の少なくとも一つの情報を含む

請求項２８から３０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項32] 前記表示装置が前記表示信号に基づいて前記移動軌跡を表示した後に、予め生成される移動経路情報に基づいて前記ロボットを制御するためのロボット制御信号を生成する制御部を更に備え、

前記ロボットは、前記ロボット制御信号に基づいて動く

請求項１から３１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項33] 前記信号生成部は、予め生成される移動経路情報に基づいて前記ロボットを動かすことなく、前記移動経路情報に基づく前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の前記移動軌跡を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成し、

前記移動経路情報が示す経路と前記移動軌跡が示す経路とは同じ経路である

請求項１から３２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項34] 対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

第１エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第１移動経路と、前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて、前記第２エンドエフェクタが前記エン

ドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第２移動経路を生成する

演算装置。

[請求項35] 前記演算装置は、前記ロボットの三次元モデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルと、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

請求項３４に記載の演算装置。

[請求項36] 前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタの三次元モデルと、前記第１移動経路と、第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

請求項３４に記載の演算装置。

[請求項37] 前記演算装置は、前記ロボットの三次元モデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルと、前記第１エンドエフェクタの三次元モデルと、前記第１移動経路と、第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

請求項３６に記載の演算装置。

[請求項38] 前記演算装置は、前記第１移動経路のうちの少なくとも一部である第１部分に従って移動する前記第２エンドエフェクタが前記ロボットの周辺に位置する周辺物体及び前記ロボットの少なくとも一方と干渉すると推定される場合、前記第１部分を修正することで、修正された前記第１部分を含む前記第２移動経路を生成する

請求項３４から３７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項39] 前記演算装置は、前記第１移動経路のうちの少なくとも一部である第２部分に従って移動する前記第２エンドエフェクタが前記ロボットの周辺に位置する周辺物体及び前記ロボットの少なくとも一方と干渉しないと推定される場合、前記第２部分を修正することな

く、修正されていない前記第２部分を含む前記第２移動経路を生成する

請求項３４から３８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項40] 前記演算装置は、前記ロボットに取付けられた前記第１エンドエフェクタが前記第１移動経路に従って移動する過程で前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換された後で、前記第２移動経路を生成する

請求項３４から３９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項41] 前記演算装置は、前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換された後で、前記第１移動経路のうちの、前記第１エンドエフェクタの移動に応じて移動する移動点が未だ移動していない第３部分の少なくとも一部を修正することで、修正された前記第３部分を含む前記第２移動経路を生成する

請求項４０に記載の演算装置。

[請求項42] 前記演算装置は、前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換された後で、前記第１移動経路のうちの、前記第１エンドエフェクタの移動に応じて移動する移動点が既に移動済みの第４部分の少なくとも一部を修正することなく、前記第２移動経路を生成する

請求項４０又は４１に記載の演算装置。

[請求項43] 前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタが前記第１移動経路に従って移動し終えた後に前記ロボットに取付けられた前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換された後で、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

請求項３４から４２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項44] 前記演算装置は、前記ロボットに取付けられる前記エンドエフェクタが前記第１エンドエフェクタから前記第２エンドエフェクタに交換される前に、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

請求項３４から４３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項45] 前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタが移動開始する前に、前記第１移動経路と、前記第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて前記第２移動経路を生成する

請求項３４から４４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項46] 前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタの三次元モデル、前記ロボットの三次元モデル、及び前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルに基づいて、前記第１移動経路を生成する

請求項３４から４５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項47] 物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる演算装置であって、

前記処理対象位置を設定するために、前記物体の三次元モデルである物体モデルと前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを含む表示画面上で前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、ユーザの指示に関する指示情報に基づいて移動及び／又は回転するように表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部と

を備え、

前記信号生成部は、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第１軸及び前記第１軸に交差する第２軸の双方に沿って移動する、

並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第４軸に沿った回転軸及び前記第４軸に交差する第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

演算装置。

[請求項48] 前記信号生成部は、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に対して傾斜する傾斜方向に沿って移動する、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも前記第４及び第５軸の双方に対して傾斜する傾斜方向に沿った回転軸周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

請求項４７に記載の演算装置。

[請求項49] 前記信号生成部は、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第１軸と前記第２軸と前記第１及び第２軸に交差する第３軸との全てに沿って移動する、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第４軸に沿った回転軸と前記第５軸に沿った回転軸と前記第４及び第５軸に交差する第６軸に沿った回転軸との全ての周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

請求項４７又は４８に記載の演算装置。

[請求項50] 前記信号生成部は、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも前記第１から第３軸の全てに対して傾斜する傾斜方向に沿って移動する、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも前記第４から第６軸の全てに対

して傾斜する傾斜方向に沿った回転軸周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

請求項４９に記載の演算装置。

[請求項51] 前記指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、少なくとも前記第１及び第２軸の双方に沿って移動させる、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、少なくとも前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転させるための第１指示情報と、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動させる、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方に沿って回転させるための第２指示情報とを含み、

前記信号生成部は、前記第１指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第１及び第２軸の双方に沿って移動する、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための第１表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第１表示信号を前記表示装置に出力し、

前記信号生成部は、前記第１表示信号が前記表示装置に出力された後に、前記第２指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第１及び第２軸のいずれか一方に沿って移動する、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、前記第４軸に沿った回転軸及び前記第５軸に沿った回転軸のいずれか一方に

沿って回転するように前記表示装置に表示するための第２表示信号を、前記表示信号として生成し、

前記出力部は、前記第２表示信号を前記表示装置に出力する

請求項４７から５０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項52] 前記第１指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を第１移動量だけ移動させる、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を第１回転量だけ回転させるための前記ユーザの指示に関する情報を含み、

前記第２指示情報は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を前記第１移動量よりも少ない第２移動量だけ移動させる、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方を前記第２回転量よりも少ない第２回転量だけ移動させるための前記ユーザの指示に関する情報を含む

請求項５１に記載の演算装置。

[請求項53] 前記指示情報に基づいて前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が移動及び／又は回転した後の前記物体モデルと前記エンドエフェクタモデルとの位置関係に基づいて、前記エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置を設定する設定部を更に備える

請求項４７から５２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項54] 前記エンドエフェクタを第１エンドエフェクタとしたとき、前記設定部は、設定された前記第１エンドエフェクタによる前記物体の前記処理対象位置と、前記第１エンドエフェクタの形状と前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの形状との差に関する情報とに基づいて、前記第２エンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定する

請求項５３に記載の演算装置。

[請求項55] 前記物体を第１物体としたとき、前記設定部は、設定された前記エンドエフェクタによる前記第１物体の前記処理対象位置と、前記第１物体の形状と前記第１物体とは異なる第２物体の形状との差に関する情報とに基づいて、前記エンドエフェクタによる前記第２物体の処理対象位置を設定する

請求項５３又は５４に記載の演算装置。

[請求項56] 前記エンドエフェクタは、前記物体を保持する保持装置を含み、

前記設定部は、前記保持装置による前記物体の保持対象位置を前記処理対象位置として設定する

請求項５３から５５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項57] ロボットに取付けられた撮像装置のキャリブレーションに用いられる演算装置であって、

前記ロボットに取付けられた前記撮像装置で基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて生成された前記撮像装置の前記キャリブレーションの精度に関する情報を表示装置に表示するための表示信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部で生成された前記表示信号を前記表示装置に出力する出力部と

を備える演算装置。

[請求項58] 前記キャリブレーションの精度に関する情報は、前記ロボットの座標系であるロボット座標系と、前記撮像装置の座標系である撮像座標系との一方の座標系から他方の座標系への変換の精度に関する情報を含む

請求項５７に記載の演算装置。

[請求項59] 前記撮像装置は、互いに異なる前記基準部材と前記撮像装置との位置関係のそれぞれで、前記基準部材を撮像することで複数の前記画像データを生成し、

前記信号生成部は、前記複数の画像データに基づいて生成された前記キャリブレーションの精度に関する情報を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

請求項５７又は５８に記載の演算装置。

[請求項60] 前記表示信号は、前記キャリブレーションの精度に関する情報と共に、前記画像データが示す画像を前記表示装置に表示するための信号を含む

請求項５７から５９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項61] 前記複数の前記画像データのそれぞれは、互いに異なる時刻に生成され、

前記信号生成部は、前記複数の前記画像データのうちで、所定時刻に生成される前記画像データよりも前の時刻に生成された少なくとも一つの前記画像データに基づいて生成された前記キャリブレーションの精度に関する情報を前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成し、

前記出力部は、前記所定時刻よりも前に前記表示信号を前記表示装置に出力する

請求項５７から６０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項62] 前記ロボットに取付けられた前記撮像装置で前記基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成する演算部を更に備える

請求項５７から６１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項63] 前記撮像装置は、互いに異なる前記基準部材と前記撮像装置との位置関係のそれぞれで、前記基準部材を撮像することで複数の前記画像データを生成し、

前記演算部は、前記複数の前記画像データのうちの少なくとも一つの第１画像データに基づく前記キャリブレーションである第１キャリブレーションと、前記複数の前記画像データのうちの前記少

なくとも一つの第１画像データとは異なる少なくとも一つの第２画像データに基づく前記キャリブレーションである第２キャリブレーションとを行い、前記第１キャリブレーションの結果と前記第２キャリブレーションの結果とに基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成する

請求項６２に記載の演算装置。

[請求項64] 前記演算部は、前記第１キャリブレーションの結果と前記第２キャリブレーションの結果との誤差をキャリブレーション誤差として算出し、算出された前記キャリブレーション誤差に基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成する

請求項６３に記載の演算装置。

[請求項65] 前記演算部は、

前記第１及び第２キャリブレーションを含む単位キャリブレーションを、前記第１キャリブレーションに用いられる前記少なくとも一つの第１画像データと前記第２キャリブレーションに用いられる前記少なくとも一つの第２画像データとを変更しながら、複数回行い、

前記単位キャリブレーションが行われるたびに前記キャリブレーション誤差を算出することで、前記複数の単位キャリブレーションにそれぞれ対応する複数の前記キャリブレーション誤差を算出し、

前記複数のキャリブレーション誤差に基づいて、前記キャリブレーションの精度に関する情報を生成する

請求項６４に記載の演算装置。

[請求項66] 前記演算部は、前記複数のキャリブレーション誤差の平均値を、前記キャリブレーションの精度に関する情報として生成する

請求項６５に記載の演算装置。

[請求項67] 前記演算部は、前記複数のキャリブレーション誤差のうちの所定閾値よりも高い一のキャリブレーション誤差の算出に用いられた前記単位キャリブレーションで用いられた前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データを前記複数の画像データから除外し、前記少なくとも一つの第１画像データ及び前記少なくとも一つの第２画像データの少なくとも一つの画像データが除外された前記複数の画像データを用いて前記単位キャリブレーションを行う

請求項６５又は６６に記載の演算装置。

[請求項68] 前記第１キャリブレーションに用いられる前記第１画像データの数は、前記第２キャリブレーションに用いられる前記第２画像データの数よりも少ない

請求項６３から６７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項69] 前記キャリブレーションは、前記ロボットの座標系であるロボット座標系と、前記ロボットに取付けられた前記撮像装置の座標系である撮像座標系とを関連付ける処理であり、

前記演算部は、前記第１及び第２キャリブレーションのそれぞれを行うことで、前記ロボット座標系及び前記撮像座標系のいずれか一方内の位置を、前記ロボット座標系及び前記撮像座標系のいずれか他方内の位置に変換する並進変換行列、並びに、前記ロボット座標系及び前記撮像座標系のいずれか一方内での姿勢を、前記ロボット座標系及び前記撮像座標系のいずれか他方内での姿勢に変換する回転変換行列の少なくとも一方を算出し、

前記キャリブレーション誤差として、前記第１キャリブレーション処理によって算出された前記並進変換行列による変換結果と前記第２キャリブレーション処理によって算出された前記並進変換行列による変換結果との差分である並進誤差と、前記第１キャリブレーション処理によって算出された前記回転変換行列による変換結

果と前記第２キャリブレーション処理によって算出された前記回転変換行列による変換結果との差分である回転誤差との少なくとも一方を算出する

請求項６３から６８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項70] 対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第１周辺物体の三次元モデルである第１周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路のうちの一部である第１部分経路を生成し、

前記エンドエフェクタの三次元モデルの拡張量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なる第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路のうちの他の少なくとも一部である第２部分経路を生成する

演算装置。

[請求項71] 前記第１エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルであり、

前記第２エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積の増加量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なるモデルである

請求項７０に記載の演算装置。

[請求項72] 前記演算装置は、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づいて、前記第２部分経路を生成する

請求項７０又は７１に記載の演算装置。

[請求項73] 前記対象物体画像データは、前記撮像装置と前記対象物体との相対移動中に、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される

請求項７２に記載の演算装置。

[請求項74] 前記対象物体画像データは、生成された前記第１部分経路に従って前記撮像装置が移動中に、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される

請求項７２又は７３に記載の演算装置。

[請求項75] 前記演算装置は、生成された第１部分経路に従って前記撮像装置が移動中に、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルと、前記対象物体画像データとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項７２から７４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項76] 前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、

前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルと、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

請求項７２から７５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項77] 前記演算装置は、前記対象物体画像データと前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルとに基づくマッチング処理によって、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

請求項７６に記載の演算装置。

[請求項78] 前記演算装置は、算出された前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて設定される位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルと、前記第

２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項７６又は７７に記載の演算装置。

[請求項79] 前記第２部分経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路であり、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第２エンドエフェクタモデルの拡張量は、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第１エンドエフェクタモデルの拡張量よりも少ない

請求項７０から７８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項80] 前記第１部分経路は、前記エンドエフェクタの移動開始位置から、前記エンドエフェクタが前記移動開始位置よりも前記対象物体に近づいた第１接近位置までの経路であり、

前記第２部分経路は、前記第１接近位置から、前記エンドエフェクタが前記第１接近位置よりも前記対象物体に近づいた第２接近位置までの経路である

請求項７０から７９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項81] 前記第２接近位置は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置である

請求項８０に記載の演算装置。

[請求項82] 前記移動経路は、前記移動経路のうちの少なくとも一部の経路であって、前記第１部分経路及び前記第２部分経路とは異なる第３部分経路を含み、

前記第３部分経路は、前記第２接近位置から、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路であり、

前記演算装置は、前記撮像装置による撮像結果に基づいて前記第３部分経路を生成する

請求項８０に記載の演算装置。

[請求項83] 前記第２エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

請求項７０から８２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項84] 前記移動経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して処理を行う位置である処理対象位置までの経路であり、

前記演算装置は、前記部分経路毎に設定される経路生成条件に基づいて前記移動経路を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第１エンドエフェクタモデルの拡張量と、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第２エンドエフェクタモデルの拡張量とを含む

請求項７０から８３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項85] 前記経路生成条件は、表示装置の表示画面を介してユーザにより入力される

請求項８４に記載の演算装置。

[請求項86] 前記第１エンドエフェクタモデルと前記第１周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第１部分経路を生成し、

前記第２エンドエフェクタモデルと前記第２周辺物体モデルとの干渉判定結果と、前記撮像装置による前記撮像結果とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

請求項７０から８５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項87] 前記演算装置は、

前記エンドエフェクタが前記第１部分経路に基づく移動を開始する前に、前記第１部分経路の少なくとも一部を生成し、

前記エンドエフェクタが前記第１部分経路に基づく移動を開始した後に、前記第２部分経路を生成する

請求項７０から８６のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項88] 前記演算装置は、前記エンドエフェクタが前記第１部分経路に基づく移動を開始する前に、前記第１部分経路を生成する

請求項８７に記載の演算装置。

[請求項89] 前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記第１部分経路の少なくとも一部を生成する

請求項７０から８８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項90] 前記演算装置は、

前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記第１周辺物体を撮像することで取得される第１周辺物体画像データに基づいて、前記第１周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、

前記第１エンドエフェクタモデルと、算出された前記第１周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて決定される位置及び姿勢の少なくとも一方での前記第１周辺物体モデルとに基づいて前記第１部分経路を生成する

請求項７０から８９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項91] 前記演算装置は、

前記エンドエフェクタが前記第１部分経路に基づく移動を開始する前に、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１周辺物体モデルと、前記撮像結果としての、前記第１周辺物体を撮像することで取得される画像データとに基づいて、前記第１部分経路の一部を生成し、

前記エンドエフェクタが前記第１部分経路の前記一部に基づく移動を開始した後に、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１周辺物体モデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記第１周辺物体を撮像することで取得される画像データとに基づいて、前記第１部分経路の他の一部を生成する

請求項７０から８７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項92] 前記演算装置は、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルと、前記撮像結果としての、前記撮像装置が前記第２周辺物体を撮像することで取得される第２周辺物体画像データとに基づいて、前記第２部分経路を生成する

請求項７０から９１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項93] 前記演算装置は、

前記第２周辺物体画像データに基づいて、前記第２周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、

前記第２エンドエフェクタモデルと、算出された前記第２周辺物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて決定される位置及び姿勢の少なくとも一方での前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項９２に記載の演算装置。

[請求項94] 複数の前記対象物体を含む対象物体群が位置し、

前記対象物体画像データは、対象物体群を前記撮像装置が撮像することによって取得される

請求項７２から７８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項95] 前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体群から、前記エンドエフェクタによる前記処理を行う一つの対象物体を決定し、

決定された前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項９４に記載の演算装置。

[請求項96] 前記演算装置は、前記対象物体画像データと、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルとに基づいて、前記一つの対象物体を決定する

請求項９５に記載の演算装置。

[請求項97] 前記演算装置は、前記対象物体画像データと、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルとに基づいて、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

請求項９５又は９６に記載の演算装置。

[請求項98] 前記演算装置は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体の複数点それぞれの三次元位置、又は前記少なくとも一つの前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項９５から９７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項99] 前記対象物体画像データを第１対象物体画像データとするとき、

前記演算装置は、

前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することにより前記撮像結果として取得される第２対象物体画像データに基づいて、前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体又は前記少なくとも一つの対象物体の複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データを生成し、

生成された前記三次元位置データと、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項９５から９８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項100] 前記第２対象物体画像データは、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物

体を前記撮像装置で複数回、撮像することで取得される複数の画像データを含む

請求項９９に記載の演算装置。

[請求項101] 前記撮像装置は、投影光を照射可能な投影装置を備え、

前記第２対象物体画像データは、第１光量の前記投影光が前記投影装置から照射された、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いたうちの少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置で少なくとも１回撮像することで取得される画像データと、前記第１光量とは異なる第２光量の前記投影光が前記投影装置から照射された、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いたうちの少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置で少なくとも１回撮像することで取得される画像データとを含む

請求項９９又は１００に記載の演算装置。

[請求項102] 前記演算装置は、前記第２対象物体画像データに含まれるそれぞれの前記画像データに基づいて算出された、前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体又は前記少なくとも一つの対象物体の複数点それぞれの三次元位置情報を結合することによって前記三次元位置データを生成する

請求項１００又は１０１に記載の演算装置。

[請求項103] 前記演算装置は、前記第２エンドエフェクタモデルと前記三次元位置データと前記第２周辺物体モデルとに基づく干渉判定結果と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

請求項９９から１０２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項104] 前記第２周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いたうちの前記少なくとも一つの前記対象物体を含み、

前記第２周辺物体モデルは、前記三次元位置データに基づくモデルであり、

前記演算装置は、前記第２エンドエフェクタモデルと前記第２周辺物体モデルとの干渉判定結果と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

請求項９９から１０３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項105] 前記三次元位置データに基づくモデルは、点群モデル又はメッシュモデルである

請求項１０４に記載の演算装置。

[請求項106] 前記第１対象物体画像データは、前記第２対象物体画像データである

請求項９９から１０５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項107] 前記演算装置は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項９５から９８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項108] 前記第２周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いたうちの前記少なくとも一つの前記対象物体を含み、

前記第２周辺物体モデルは、前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて決定された位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルである対象物体モデルを含み、

前記演算装置は、前記第２エンドエフェクタモデルと前記第２周辺物体モデルとの干渉判定結果と、前記一つの対象物体の位置及

び姿勢の少なくとも一方とに基づいて、前記第２部分経路を生成する

請求項１０７に記載の演算装置。

[請求項109] 前記第２周辺物体モデルは、前記第２周辺物体としての、少なくとも前記対象物体群が入った容器の三次元モデルを含む

請求項９４から１０８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項110] 前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体は、不規則な位置及び姿勢で前記容器に入っている

請求項１０９に記載の演算装置。

[請求項111] 前記第１部分経路は、前記容器の外側から前記容器の内側までの経路である

請求項１０９又は１１０に記載の演算装置。

[請求項112] 前記第１周辺物体と前記第２周辺物体とは少なくとも一部が共通する

請求項７０から１１１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項113] 前記撮像装置は、単眼カメラと、前記単眼カメラとは異なる２つの単眼カメラを有するステレオカメラとの少なくとも一方を含む

請求項７０から１１２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項114] 前記処理は、保持処理であり、

前記エンドエフェクタは、前記対象物体を保持可能な保持装置である

請求項７０から１１３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項115] 前記演算装置は、生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、前記ロボットを制御するための制御信号を生成する

請求項７０から１１４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項116] 請求項７０から１１５のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、ロボットを制御するロボット制御方法。

[請求項117] 請求項７０から１１５のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、前記エンドエフェクタで前記対象物体を処理する処理方法。

[請求項118] 前記処理は、保持処理であり、

前記エンドエフェクタは、前記対象物体を保持可能であり、

前記移動経路は、前記移動経路のうちの少なくとも一部の経路であって、前記第１部分経路とは異なる第４部分経路を含み、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づく第３エンドエフェクタモデルと、前記第３エンドエフェクタモデルに対して位置した前記対象物体の三次元モデルに基づく対象物体モデルと、前記ロボットの周辺に位置する第３周辺物体の三次元モデルである第３周辺物体モデルとに基づいて前記第４部分経路を生成する

請求項７０から１１５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項119] 前記対象物体モデルは、前記第３エンドエフェクタモデルに対して所定の位置及び姿勢の少なくとも一方で位置した前記対象物体の三次元モデルに基づくモデルである

請求項１１８に記載の演算装置。

[請求項120] 前記演算装置は、前記第３エンドエフェクタモデル及び前記対象物体モデルと、前記第３周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて前記第４部分経路を生成する

請求項１１８又は１１９に記載の演算装置。

[請求項121] 前記第４部分経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して保持処理を行う保持対象位置から、前記保持対象位置に対して離れた離隔位置までの経路である

請求項１１８から１２０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項122] 前記演算装置は、前記エンドエフェクタで前記対象物体を保持する前に、前記第４部分経路を生成する

請求項１２１に記載の演算装置。

[請求項123] 前記第２部分経路は、前記エンドエフェクタで前記対象物体に対して保持処理を行う保持対象位置までの経路であり、

前記演算装置は、前記第２部分経路に基づく移動を開始する前又は前記第２部分経路に基づく移動中に前記第４部分経路を生成する

請求項１２１又は１１２に記載の演算装置。

[請求項124] 前記演算装置は、前記第３エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記第３周辺物体モデルと、前記撮像装置による前記撮像結果とに基づいて、前記第４部分経路を生成する

請求項１２１から１２３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項125] 前記保持処理を行う前記対象物体を含む複数の前記対象物体を含む対象物体群が位置し、

前記撮像装置による前記撮像結果は、前記撮像装置が対象物体群を撮像することによって取得された対象物体画像データであり、

前記演算装置は、

前記対象物体画像データと、前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成し、

前記対象物体画像データと、前記第３エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記第３周辺物体モデルとに基づいて前記第４部分経路を生成する

請求項１２１から１２４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項126] 前記第３エンドエフェクタモデルは、第２エンドエフェクタモデルであり、

前記第３周辺物体モデルは、第２周辺物体モデルである

請求項１１８から１２５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項127] 対象物体を保持可能なエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する演算装置であって、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づくエンドエフェクタモデルと、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに基づく対象物体モデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである周辺物体モデルとに基づいて前記移動経路の少なくとも一部を生成する

演算装置。

[請求項128] 前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデル及び前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１２７に記載の演算装置。

[請求項129] 前記対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルである

請求項１２７又は１２８に記載の演算装置。

[請求項130] 前記演算装置は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部の拡張量を変更した前記対象物体モデルを生成し、前記拡張量が変更された対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１２７から１２９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項131] 前記演算装置は、前記移動経路の少なくとも一部に設定される経路生成条件に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの拡張量を含む

請求項１２０又は１３０に記載の演算装置。

[請求項132] 前記対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルである

請求項１２７から１３１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項133] 前記対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルである

請求項１２７から１３２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項134] 前記エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルである

請求項１２７から１３３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項135] 前記演算装置は、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の拡張量を変更した前記エンドエフェクタモデルを生成し、前記拡張量が変更されたエンドエフェクタモデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１２７から１３４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項136] 前記演算装置は、前記移動経路の少なくとも一部に設定される経路生成条件に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタの三次元モデルの拡張量を含む

請求項１３４又は１３５に記載の演算装置。

[請求項137] 前記エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部の体積が増加したモデルである

請求項１２７から１３６のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項138] 前記エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

請求項１２７から１３７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項139] 前記経路生成条件は、表示装置の表示画面を介してユーザにより入力される

請求項１３１又は１３６に記載の演算装置。

[請求項140] 前記ロボットには撮像装置が取付けられ、

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１２７から１３９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項141] 前記移動経路の少なくとも一部は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に対して保持処理を行う保持対象位置から、前記保持処理位置から離れた離隔位置までの経路を含む

請求項１２７から１４０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項142] 前記ロボットには撮像装置が取付けられ、

前記保持対象位置を含む空間には複数の前記対象物体を含む対象物体群が配置され、

前記対象物体群のうちの一つの前記対象物体が前記エンドエフェクタで保持され、

前記演算装置は、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される対象物体画像データと、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１４１に記載の演算装置。

[請求項143] 前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体の複数点それぞれの三次元位置又は前記少なくとも一つの対象物体の複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データを生成し、

前記演算装置は、前記三次元位置データと、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１４２に記載の演算装置。

[請求項144] 前記周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記周辺物体モデルは、前記三次元位置データに基づくモデルを含み、

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデル及び前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１４３に記載の演算装置。

[請求項145] 前記三次元位置データに基づくモデルは、点群モデル又はメッシュモデルである

請求項１４４に記載の演算装置。

[請求項146] 前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、

算出された前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方と、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１４２に記載の演算装置。

[請求項147] 前記周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記周辺物体モデルは、前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて設定された位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルを含み、

前記演算装置は、前記エンドエフェクタモデル及び前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記移動経路の少なくとも一部を生成する

請求項１４６に記載の演算装置。

[請求項148] 前記対象物体画像データは、前記エンドエフェクタで前記対象物体を保持する前に、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される

請求項１４２から１４７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項149] 前記周辺物体は、前記対象物体群が入った容器を含み、

前記周辺物体モデルは、前記容器の三次元モデルを含む

請求項１４２から１４８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項150] 前記対象物体群に含まれる前記複数の対象物体のそれぞれの前記対象物体は、不規則な位置及び姿勢で前記容器に入っている

請求項１４９に記載の演算装置。

[請求項151] 前記移動経路の少なくとも一部は、前記エンドエフェクタで保持された前記対象物体が、前記エンドエフェクタからリリースされるリリース対象位置までの経路を含む

請求項１２７から１５０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項152] 前記演算装置は、生成された前記移動経路の少なくとも一部に基づいて、前記ロボットを制御するための制御信号を生成する

請求項１２７から１５１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項153] 前記エンドエフェクタモデルを第１エンドエフェクタモデルとし、

前記対象物体モデルを第１対象物体モデルとし、

前記周辺物体モデルを第１周辺物体モデルとし、

前記移動経路の少なくとも一部を第１部分経路とするとき、

前記移動経路は、前記移動経路の一部である前記第１部分経路と、前記移動経路の他の少なくとも一部である第２部分経路とを含み、

前記演算装置は、

前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとに基づいて前記第１部分経路を生成し、

前記エンドエフェクタの三次元モデルに基づく第２エンドエフェクタモデルと、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに基づく第２対象物体モデルと、前記ロボットの周辺に位置する周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項１２７から１５２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項154] 前記第１対象物体モデル及び前記第２対象物体モデルの少なくとも一方は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルである

請求項１５３に記載の演算装置。

[請求項155] 前記第１対象物体モデルと前記第２対象物体モデルとは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する拡張量が異なる

請求項１５３又は１５４に記載の演算装置。

[請求項156] 前記演算装置は、前記部分経路毎に設定される経路生成条件に基づいて、前記第１部分経路及び第２部分経路を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する前記第１対象物体モデルの拡張量と、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する前記第２対象物体モデルの拡張量とを含む

請求項１５３から１５５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項157] 前記第１対象物体モデルと前記第２対象物体モデルとは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する体積の増加量が異なる

請求項１５３から１５６のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項158] 前記第１対象物体モデル及び前記第２対象物体モデルの少なくとも一方は、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルである

請求項１５３から１５７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項159] 前記第１エンドエフェクタモデル及び前記第２エンドエフェクタモデルの少なくとも一方は、前記エンドエフェクタモデルの三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルである

請求項１３３から１５８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項160] 前記第１エンドエフェクタモデルと前記第２エンドエフェクタモデルとは、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する拡張量が異なる

請求項１５３から１５９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項161] 前記演算装置は、前記部分経路毎に設定される経路生成条件に基づいて、前記第１部分経路及び第２部分経路を生成し、

前記経路生成条件は、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第１エンドエフェクタモデルの拡張量と、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する前記第２エンドエフェクタモデルの拡張量とを含む

請求項１５３から１６０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項162] 前記第１エンドエフェクタモデルと前記第２エンドエフェクタモデルとは、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する体積の増加量が異なる

請求項１５３から１６１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項163] 前記第１エンドエフェクタモデル及び前記第２エンドエフェクタモデルの少なくとも一方は、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

請求項１５３から１６２のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項164] 前記第１部分経路は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に対して保持処理を行う保持対象位置から、前記保持対象位置に対して離隔した第１離隔位置までの経路であり、

前記第２部分経路は、前記第１離隔位置から、前記保持対象位置に対して更に離隔した第２離隔位置までの経路である

請求項１５３から１６３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項165] 前記ロボットには撮像装置が取付けられ、

前記保持対象位置を含む空間には複数の前記対象物体を含む対象物体群が位置し、

前記対象物体群のうちの一つの前記対象物体が前記エンドエフェクタで保持され、

前記演算装置は、

前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される対象物体画像データと、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとに基づいて前記第１部分経路を生成し、

前記第２エンドエフェクタモデルと、前記第２対象物体モデルと、前記第２周辺物体モデルとに基づいて前記第２部分経路を生成する

請求項１５３から１６４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項166] 前記第２対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルであり、

前記第１対象物体モデルと前記第２対象物体モデルとは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルに対する拡張量が異なる

請求項１６５に記載の演算装置。

[請求項167] 前記第１対象物体モデルは、前記エンドエフェクタに保持されている前記対象物体の三次元モデルである

請求項１６５又は１６６に記載の演算装置。

[請求項168] 前記第２エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張したモデルであり、

前記第１エンドエフェクタモデルと前記第２エンドエフェクタモデルとは、前記エンドエフェクタの三次元モデルに対する拡張量が異なる

請求項１６５から１６７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項169] 前記第１エンドエフェクタモデルは、前記エンドエフェクタの三次元モデルである

請求項１６７から１６８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項170] 前記対象物体画像データは、前記エンドエフェクタで前記対象物体を保持する前に、前記対象物体群又は前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた少なくとも一つの前記対象物体を前記撮像装置が撮像することによって取得される

請求項１６５から１６９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項171] 前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記対象物体群のそれぞれの前記対象物体の複数点それぞれの三次元位置又は前記少なくとも一つの対象物体の複数点それぞれの三次元位置を示す三次元位置データを生成し、

前記演算装置は、前記三次元位置データと、前記第１エンドエフェクタモデルと、前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとに基づいて、前記第１部分経路を生成する

請求項１６５から１７０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項172] 前記第１周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記第１周辺物体モデルは、前記三次元位置データに基づくモデルを含み、

前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタモデル及び前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第１部分経路を生成する

請求項１７１に記載の演算装置。

[請求項173] 前記三次元位置データに基づくモデルは、点群モデル又はメッシュモデルである

請求項１７２に記載の演算装置。

[請求項174] 前記演算装置は、

前記対象物体画像データに基づいて、前記少なくとも一つの対象物体の位置及び姿勢を算出し、

算出された前記少なくとも一つの対象物体の前記位置及び姿勢と、前記エンドエフェクタモデルと、前記対象物体モデルと、前記周辺物体モデルとに基づいて、前記第１部分経路を生成する

請求項１６５から１７０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項175] 前記第１周辺物体は、前記対象物体群から前記一つの対象物体を除いた前記少なくとも一つの対象物体を含み、

前記第１周辺物体モデルは、前記少なくとも一つの対象物体の前記位置及び姿勢に基づいて設定された位置及び姿勢の少なくとも一方での、前記対象物体の三次元モデルを含み、

前記演算装置は、前記第１エンドエフェクタモデル及び前記第１対象物体モデルと、前記第１周辺物体モデルとの干渉判定結果に基づいて、前記第１部分経路を生成する

請求項１７４に記載の演算装置。

[請求項176] 前記第１周辺物体及び前記第２周辺物体の少なくとも一方は、前記対象物体群が入った容器を含み、

前記第１周辺物体モデル及び前記第２周辺物体モデルの少なくとも一方は、前記容器の三次元モデルを含む

請求項１６５から１７５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項177] 前記対象物体群に含まれる前記複数の対象物体のそれぞれの前記対象物体は、不規則な位置及び姿勢で前記容器に入っている

請求項１７６に記載の演算装置。

[請求項178] 前記第２部分経路は、前記容器の内側から前記容器の外側までの経路である

請求項１７６又は１７７に記載の演算装置。

[請求項179] 前記第２部分経路の前記第２離隔位置は、前記エンドエフェクタで保持された前記対象物体が、前記エンドエフェクタからリリースされるリリース対象位置である

請求項１５３から１７８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項180] 前記演算装置は、生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて前記ロボットを制御するための制御信号を出力する

請求項１５２から１７９のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項181] 対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットを制御する演算装置であって、

前記対象物体の三次元モデルであるオリジナルモデルから、前記対象物体の少なくとも一部の三次元モデルである部分モデルを生成し、

前記部分モデルと、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づくマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、

前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成する

演算装置。

[請求項182] 前記演算装置は、前記オリジナルモデルから前記オリジナルモデルの一部を前記部分モデルとして抽出することで、前記部分モデルを生成する

請求項１８１に記載の演算装置。

[請求項183] 前記演算装置は、前記部分モデルを生成するためのユーザの指示に関するモデル生成情報に基づいて、前記オリジナルモデルから前記部分モデルを生成する

請求項１８１又は１８２に記載の演算装置。

[請求項184] 前記モデル生成情報は、前記オリジナルモデルのうち一部を、前記部分モデルに含めるべきモデル部分として指定するための指示に関する情報を含む

請求項１８３に記載の演算装置。

[請求項185] 前記モデル生成情報は、前記オリジナルモデルのうち一部を、前記部分モデルに含めるべきでないモデル部分として指定するための指示に関する情報を含む

請求項１８３又は１８４に記載の演算装置。

[請求項186] 前記演算装置は、互いに異なる前記部分モデルを複数生成する

請求項１８１から１８５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項187] 前記複数の部分モデルは、前記対象物体の第１部分の三次元モデルである一の部分モデルと、前記第１部分とは少なくとも部分的に

異なる前記対象物体の第２部分の三次元モデルである他の部分モデルとを含む

請求項１８６に記載の演算装置。

[請求項188] 前記演算装置は、それぞれに優先度が付与された前記複数の部分モデルを生成する

請求項１８６又は１８７に記載の演算装置。

[請求項189] 前記優先度は、前記部分モデルを前記マッチング処理のために用いる優先度を含む

請求項１８８に記載の演算装置。

[請求項190] 前記演算装置は、前記複数の部分モデルのそれぞれに前記優先度を付与するためのユーザの指示に関する優先度情報に基づいて、前記複数の部分モデルのそれぞれに優先度を付与する

請求項１８８又は１８９に記載の演算装置。

[請求項191] 前記演算装置は、前記複数の部分モデルのうちの第１優先度が付与された第１部分モデルを用いたマッチング処理と、前記複数の部分モデルのうちの前記第１優先度とは異なる第２優先度が付与された第２部分モデルを用いたマッチング処理とを行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

請求項１８８から１９０のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項192] 前記演算装置は、前記複数の部分モデルのうちの第１優先度が付与された第１部分モデルを用いたマッチング処理の結果が不良の場合、前記複数の部分モデルのうちの前記第１優先度とは異なる第２優先度が付与された第２部分モデルを用いたマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出する

請求項１８８から１９１のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項193] 前記演算装置は、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体の数が許容下限値未満である場合に、前記第２部分モデルを用いたマッチング処理を行う

請求項１９１又は１９２に記載の演算装置。

[請求項194] 前記演算装置は、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体の数が許容下限値未満でない場合に、前記第２部分モデルを用いたマッチング処理を行わない

請求項１９１から１９３のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項195] 複数の前記対象物体が位置し、

前記演算装置は、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果と、前記第２部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果とに基づいて、前記複数の対象物体から前記エンドエフェクタが前記所定の処理を行うべき一の対象物体として選択し、前記一の対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成する

請求項１９１から１９４のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項196] 前記演算装置は、前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好な対象物体と、前記第２部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が良好且つ前記第１部分モデルを用いた前記マッチング処理の結果が不良な対象物体とのうちの一の対象物体を、前記エンドエフェクタが所定の処理を行うべき一の対象物体として選択し、前記一の対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成する

請求項１９１から１９５のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項197] 前記第１優先度は、前記第２優先度よりも高い

請求項１９１から１９６のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項198] 前記オリジナルモデルは、前記対象物体の前記三次元モデルである

請求項１８１から１９７のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項199] 前記エンドエフェクタは、前記ロボットに取り付けられている

請求項１８１から１９８のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項200] 前記制御信号は、前記エンドエフェクタが前記対象物体に近づくように前記ロボットを制御するための信号である

請求項１９９に記載の演算装置。

[請求項201] 前記撮像装置は、前記ロボットに取り付けられている

請求項１８１から請求項２００のいずれか一項に記載の演算装置。

[請求項202] ロボットを動かすことなく、前記ロボットを駆動した場合に前記ロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動軌跡を表示装置に表示するための表示信号を生成することと、

生成された前記表示信号を前記表示装置に出力することと

を含む表示方法。

[請求項203] コンピュータに、請求項２０２に記載の表示方法を実行させるコンピュータプログラム。

[請求項204] 請求項２０３に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

[請求項205] 対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生成方法であって、

第１エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第１移動経路と、前記第１エンドエフェクタとは異なる第２エンドエフェクタの三次元モデルとに基づいて、前記第２エンドエフェクタが前記エンドエフェクタとして取付けられた前記ロボットの駆動に伴い移動する前記移動点の第２移動経路を生成することを含む

経路生成方法。

[請求項206] コンピュータに、請求項２０５に記載の経路生成方法を実行させるコンピュータプログラム。

[請求項207] 請求項２０６に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

[請求項208] 物体に対して処理を行うエンドエフェクタによる前記物体の処理対象位置を設定するために用いられる表示方法であって、

前記処理対象位置を設定するために、前記物体の三次元モデルである物体モデルと前記エンドエフェクタの三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを含む表示画面上で前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、ユーザの指示に関する指示情報に基づいて移動及び／又は回転するように表示装置に表示するための表示信号を生成することとと、

生成された前記表示信号を前記表示装置に出力することと

を含み、

前記生成することは、前記指示情報に基づいて、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第１軸及び前記第１軸に交差する第２軸の双方に沿って移動する、並びに／又は、前記物体モデル及び前記エンドエフェクタモデルの少なくとも一方が、少なくとも第４軸に沿った回転軸及び前記第４軸に交差する第５軸に沿った回転軸の双方の周りに回転するように前記表示装置に表示するための前記表示信号を生成する

表示方法。

[請求項209] コンピュータに、請求項２０８に記載の表示方法を実行させるコンピュータプログラム。

[請求項210] 請求項２０９に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

[請求項211] ロボットに取付けられた撮像装置のキャリブレーションに用いられる表示方法であって、

前記ロボットに取付けられた前記撮像装置で基準部材を撮像することで生成される画像データに基づいて生成された前記撮像装置

の前記キャリブレーションの精度に関する情報を表示装置に表示するための表示信号を生成することと、

生成された前記表示信号を前記表示装置に出力すること

を含む表示方法。

[請求項212] コンピュータに、請求項２１１に記載の表示方法を実行させるコンピュータプログラム。

[請求項213] 請求項２１２に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

[請求項214] 対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットの駆動に伴い移動する移動点の移動経路を生成する経路生成方法であって、

前記エンドエフェクタの三次元モデルの少なくとも一部を拡張した第１エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第１周辺物体の三次元モデルである第１周辺物体モデルとに基づいて、前記移動経路のうちの一部である第１部分経路を生成することと、

前記エンドエフェクタの三次元モデルの拡張量が前記第１エンドエフェクタモデルとは異なる第２エンドエフェクタモデルと、前記ロボットの周辺に位置する第２周辺物体の三次元モデルである第２周辺物体モデルと、前記撮像装置による撮像結果とに基づいて、前記移動経路のうちの他の少なくとも一部である第２部分経路を生成すること

を含む経路生成方法。

[請求項215] コンピュータに、請求項２１４に記載の経路生成方法を実行させるコンピュータプログラム。

[請求項216] 請求項２１５に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

[請求項217] 請求項１２７から１８０のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記移動経路の少なくとも一部に基づいて、ロボットを制御するロボット制御方法。

[請求項218] 請求項１２７から１８０のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記移動経路の少なくとも一部に基づいて、前記エンドエフェクタに保持された前記対象物体を搬送する搬送方法。

[請求項219] 請求項１５３から１８０のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、ロボットを制御するロボット制御方法。

[請求項220] 請求項１５３から１８０のいずれか一項に記載の演算装置で生成された前記第１部分経路及び前記第２部分経路に基づいて、前記エンドエフェクタに保持された前記対象物体を搬送する搬送方法。

[請求項221] 対象物体に対して処理を行うエンドエフェクタと撮像装置とが取付けられたロボットを制御するロボット制御方法であって、

前記対象物体の三次元モデルであるオリジナルモデルから、前記対象物体の少なくとも一部の三次元モデルである部分モデルを生成することと、

前記部分モデルと、前記撮像装置が前記対象物体を撮像することで取得される対象物体画像データとに基づくマッチング処理を行うことで、前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出することと、

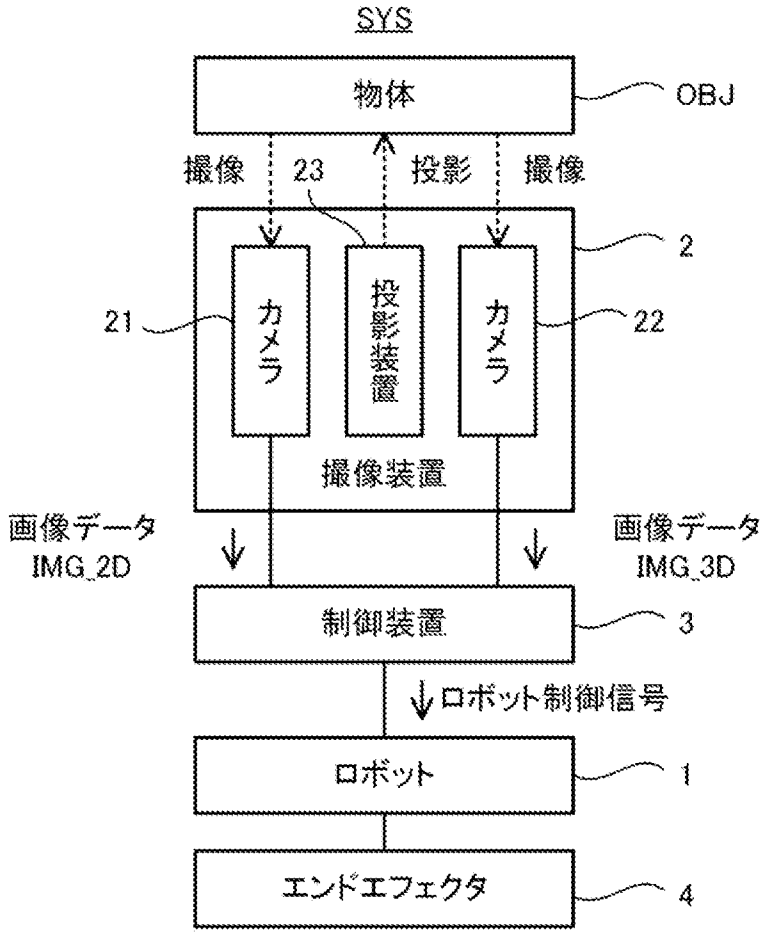
前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方の算出結果に基づいて、前記制御信号を生成することと

を含むロボット制御方法。

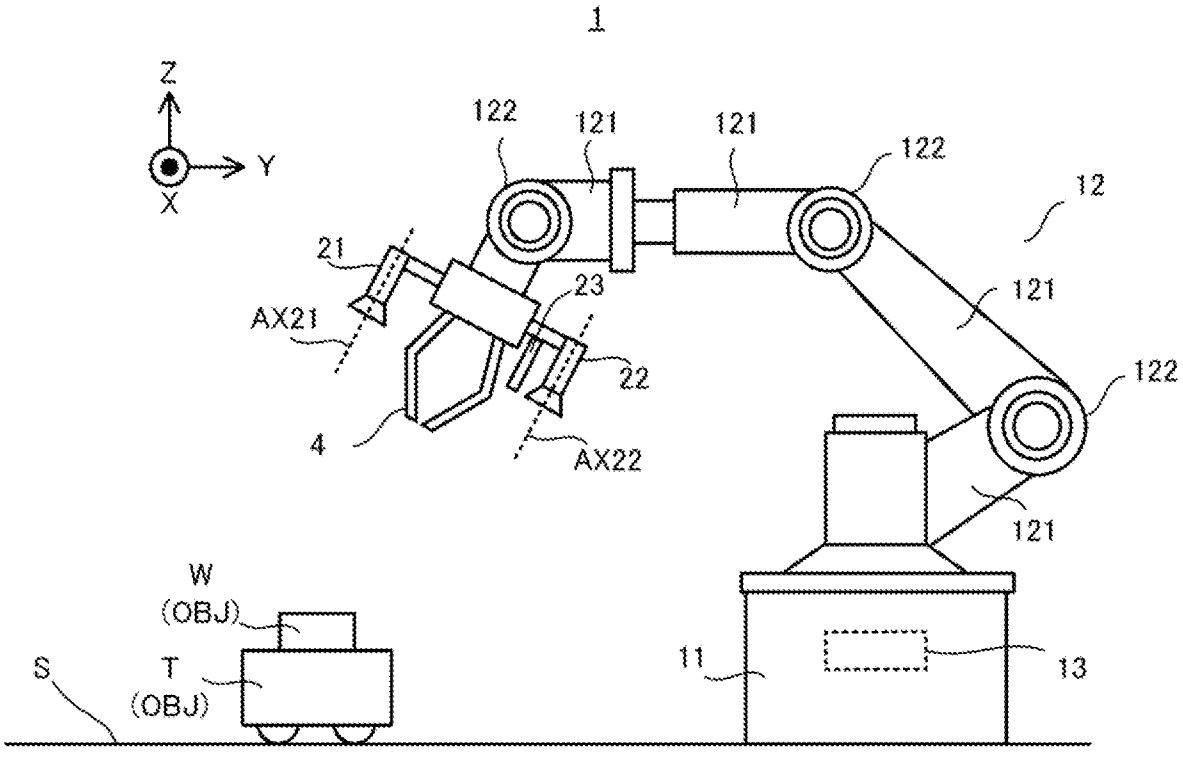
[請求項222] 請求項２２１に記載のロボット制御方法を実行させるコンピュータプログラム。

[請求項223] 請求項２２２に記載のコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

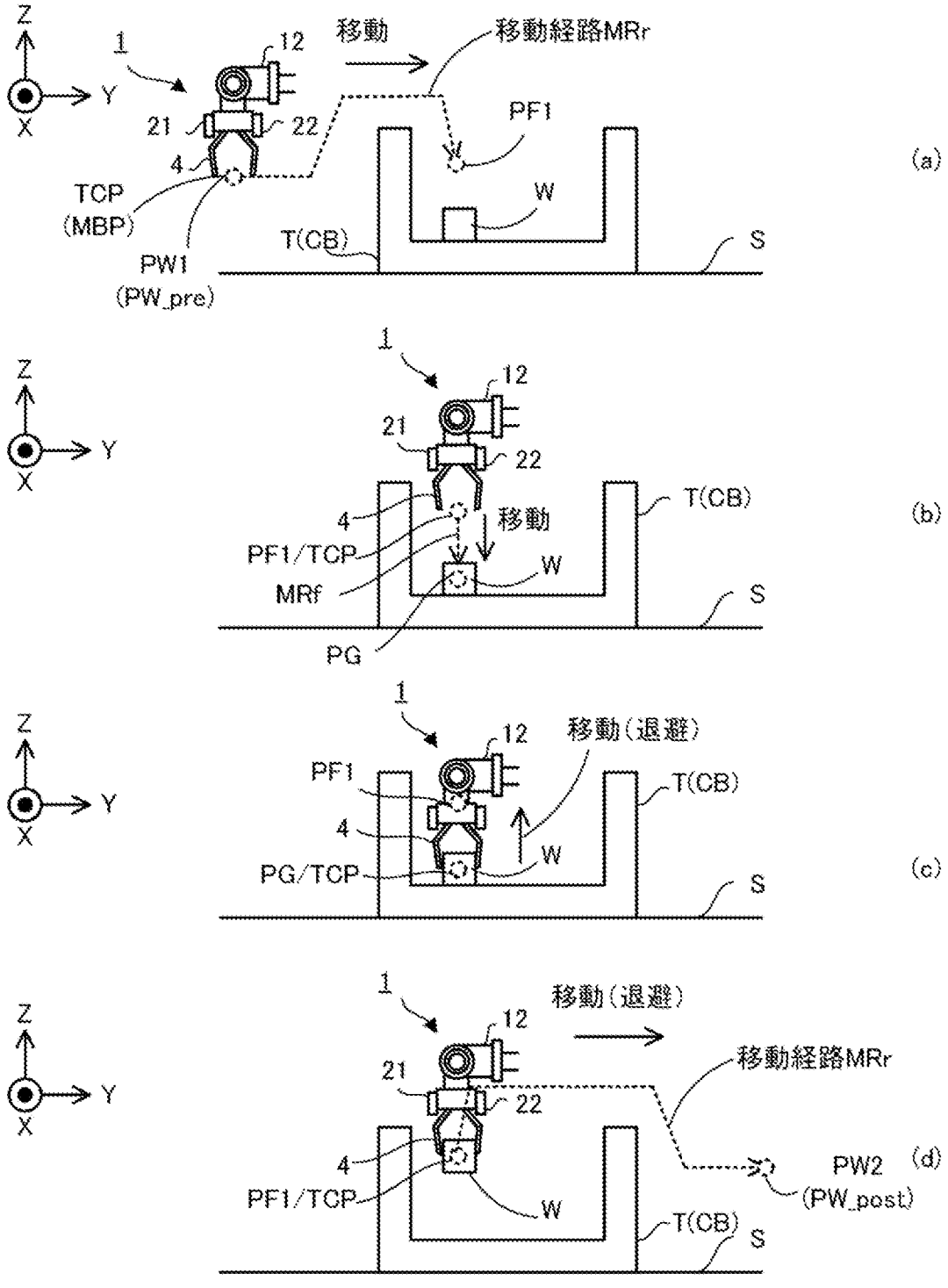
[図 1]


SYS
物体
OBJ
撮像
23
投影
撮像
2
21
カメラ
投影装置
カメラ
22
撮像装置
画像データ
IMG_2D
画像データ
IMG_3D
制御装置
3
ロボット制御信号
ロボット
1
エンドエフェクタ
4

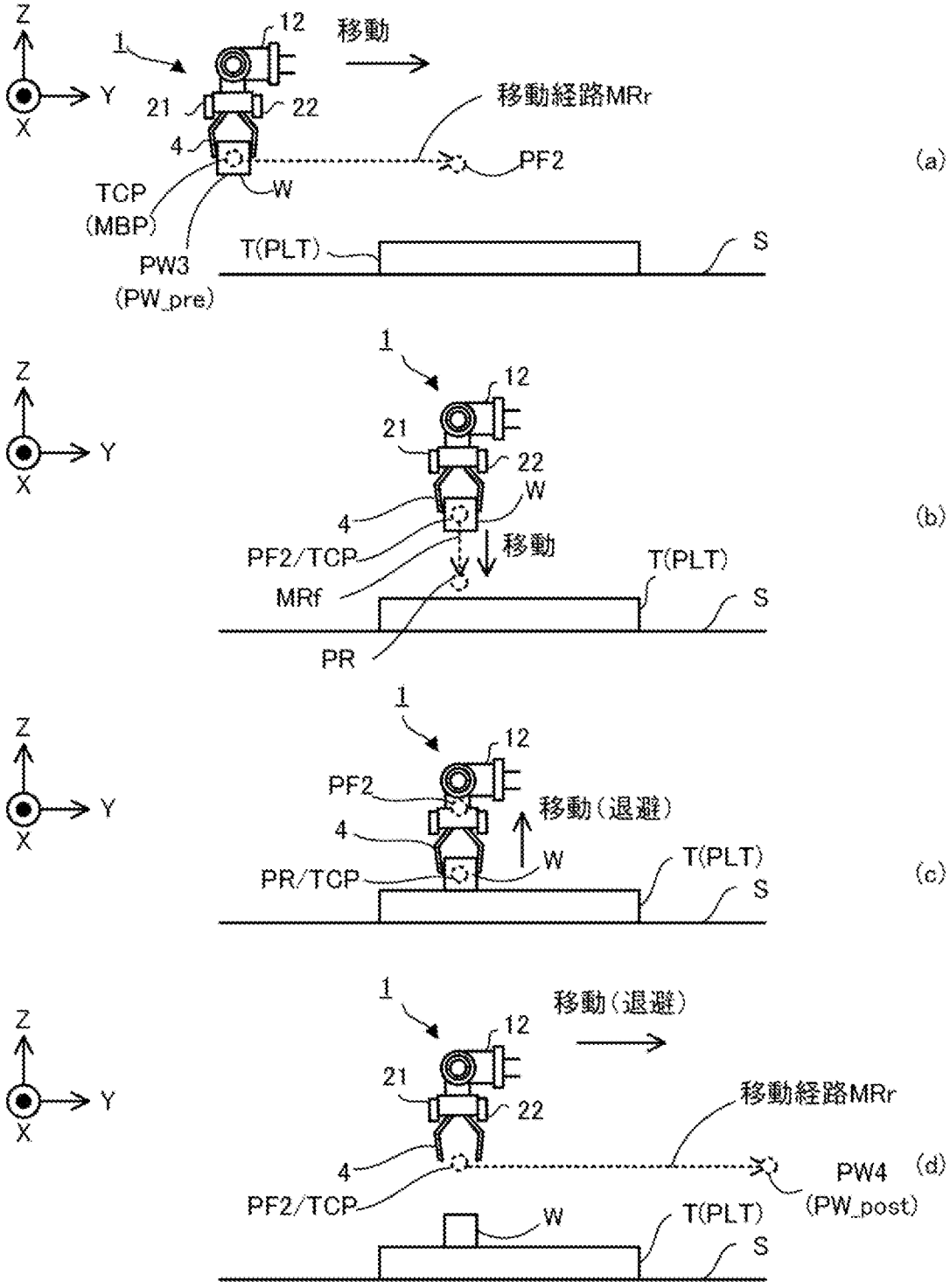
[図 2]


1
Z
Y
X
122
121
121
122
12
21
AX21
23
121
22
122
4
AX22
121
W
(OBJ)
T
(OBJ)
S
11
13

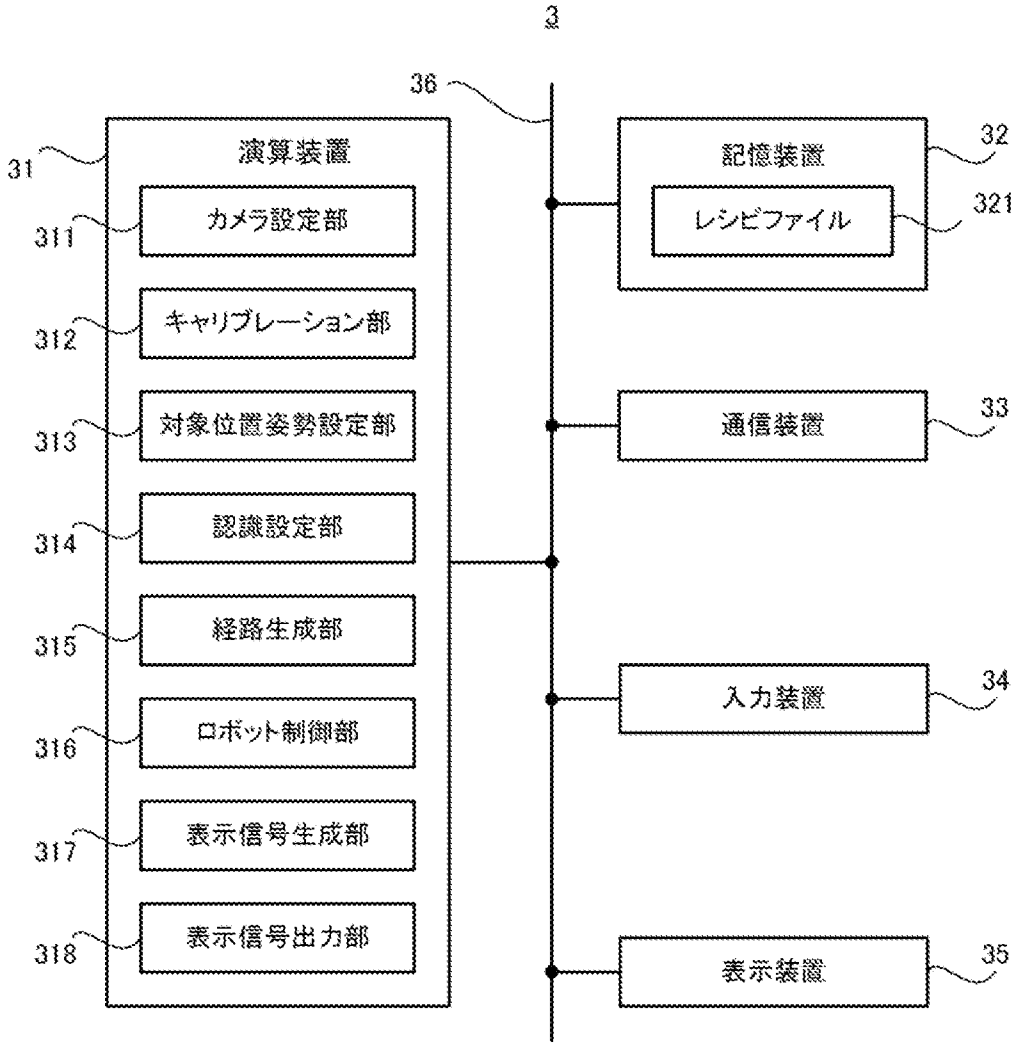
[図 3]


Z
Y
X
1
12
移動
移動経路MRr
21
22
4
PF1
TCP
(MBP)
W
T(CB)
S
PW1
(PW_pre)
(a)
移動
PF1/TCP
MRf
PG
(b)
移動(退避)
PG/TCP
(c)
PW2
(PW_post)
(d)

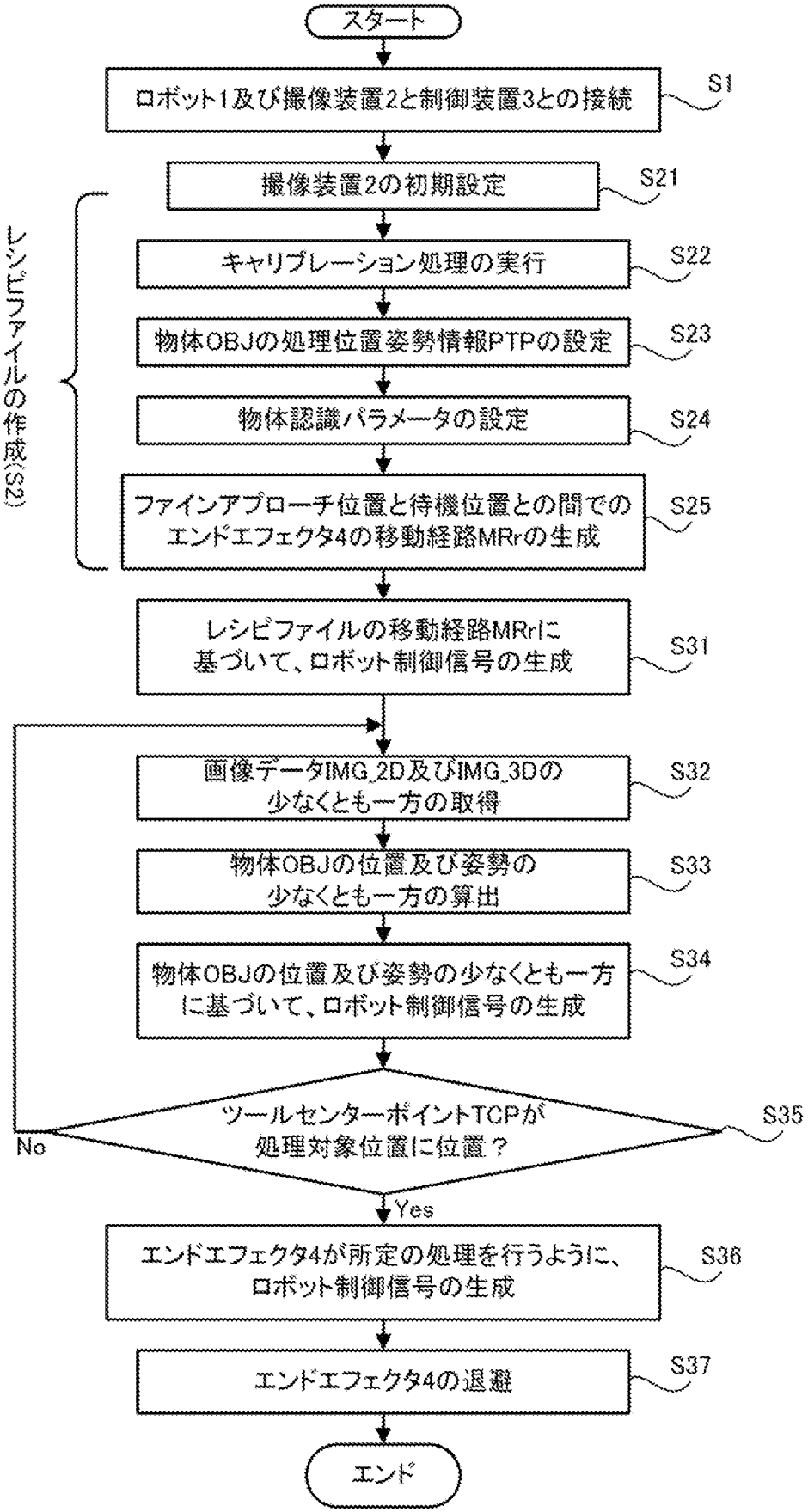
[図 4]


Z
Y
X
1
12
移動
21
22
移動経路MRr
4
PF2
TCP
(MBP)
W
PW3
(PW_pre)
T(PLT)
S
(a)
PF2/TCP
MRf
PR
移動
(b)
移動(退避)
PR/TCP
(c)
PW4
(PW_post)
(d)

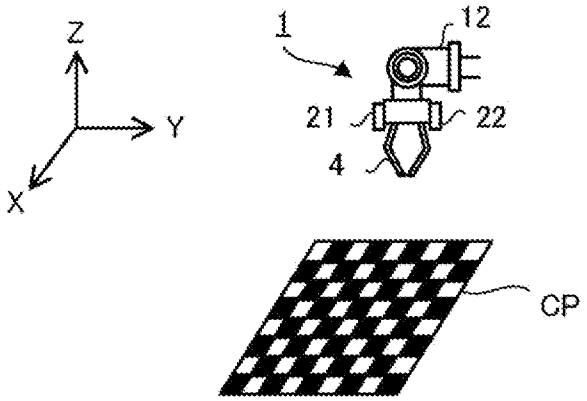
[図 5]


3
36
演算装置
31
カメラ設定部
311
キャリブレーション部
312
対象位置姿勢設定部
313
認識設定部
314
経路生成部
315
ロボット制御部
316
表示信号生成部
317
表示信号出力部
318
記憶装置
32
レシピファイル
321
通信装置
33
入力装置
34
表示装置
35

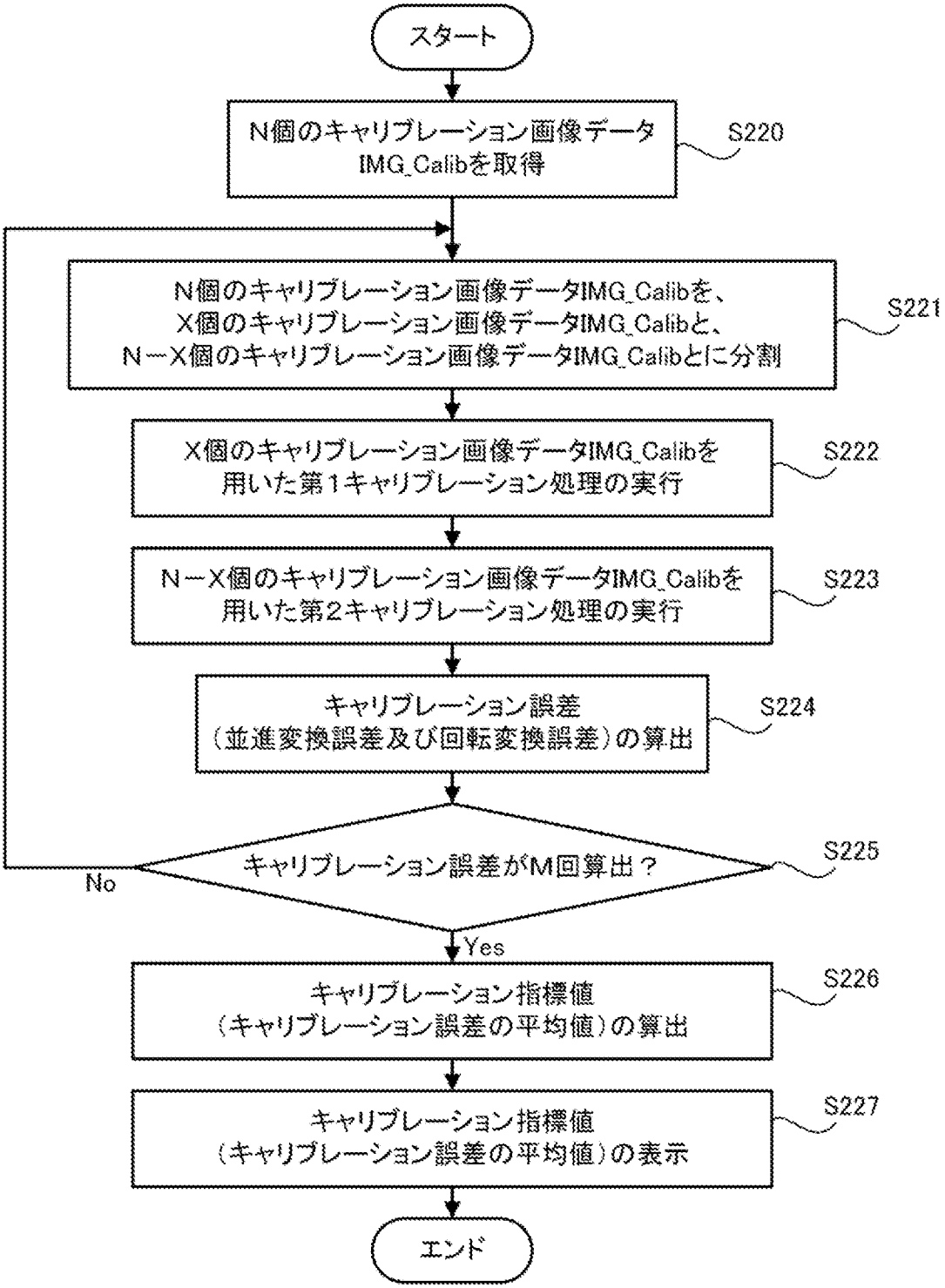
[図 6]


スタート
ロボット1及び撮像装置2と制御装置3との接続
S1
撮像装置2の初期設定
S21
キャリブレーション処理の実行
S22
物体OBJの処理位置姿勢情報PTPの設定
S23
物体認識パラメータの設定
S24
ファインアプローチ位置と待機位置との間での
エンドエフェクタ4の移動経路MRrの生成
S25
レシピファイルの作成(S2)
レシピファイルの移動経路MRrに
基づいて、ロボット制御信号の生成
S31
画像データIMG_2D及びIMG_3Dの
少なくとも一方の取得
S32
物体OBJの位置及び姿勢の
少なくとも一方の算出
S33
物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一方
に基づいて、ロボット制御信号の生成
S34
ツールセンターポイントTCPが
処理対象位置に位置？
S35
No
Yes
エンドエフェクタ4が所定の処理を行うように、
ロボット制御信号の生成
S36
エンドエフェクタ4の退避
S37
エンド

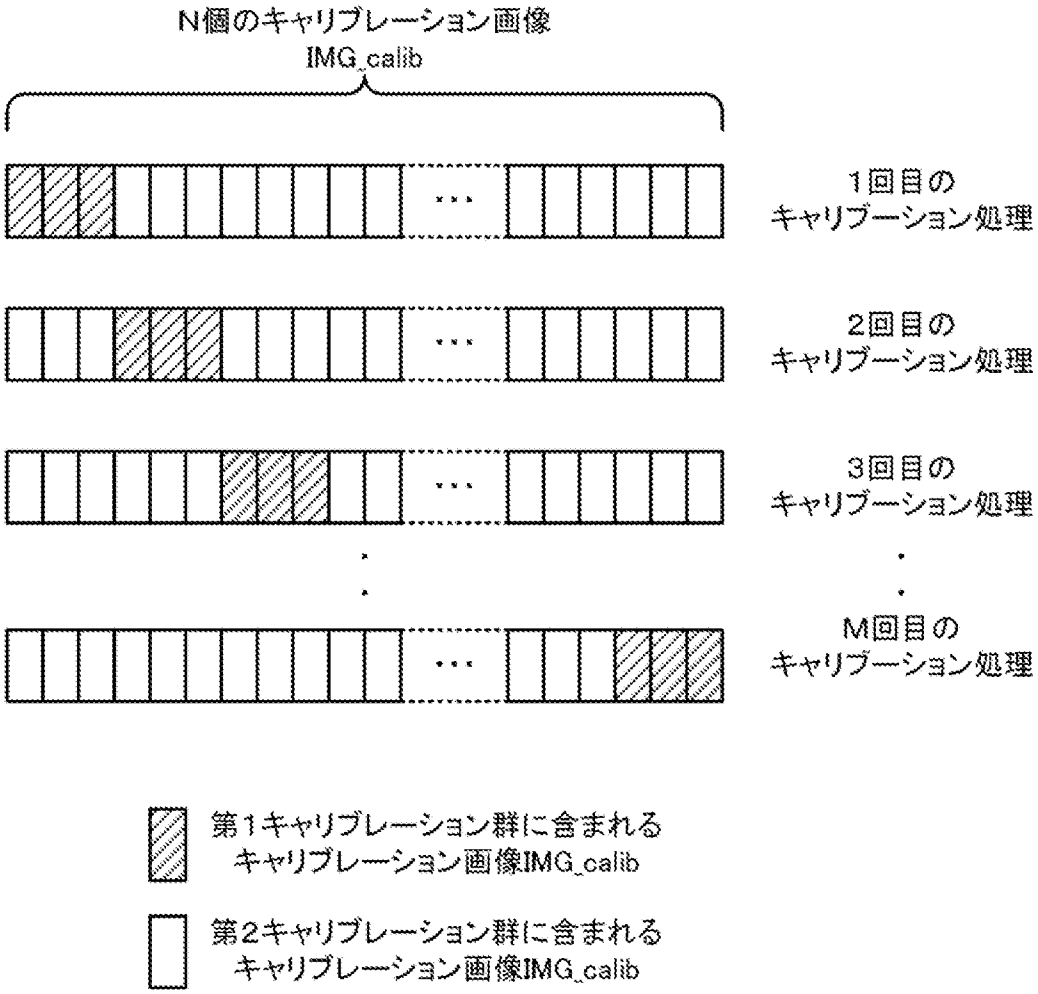
[図 7]



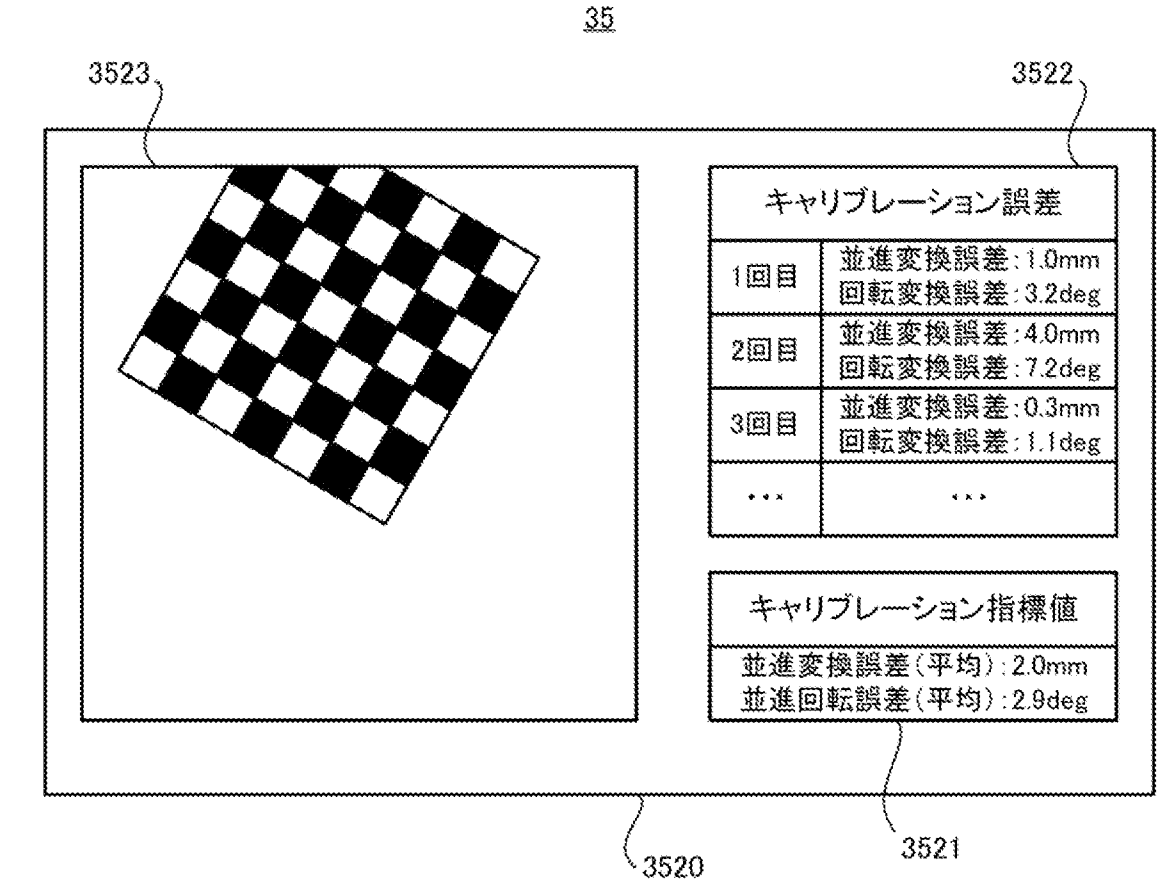
[図 8]


スタート
N個のキャリブレーション画像データIMG_Calibを取得
S220
N個のキャリブレーション画像データIMG_Calibを、X個のキャリブレーション画像データIMG_Calibと、N－X個のキャリブレーション画像データIMG_Calibとに分割
S221
X個のキャリブレーション画像データIMG_Calibを用いた第1キャリブレーション処理の実行
S222
N－X個のキャリブレーション画像データIMG_Calibを用いた第2キャリブレーション処理の実行
S223
キャリブレーション誤差（並進変換誤差及び回転変換誤差）の算出
S224
キャリブレーション誤差がM回算出？
S225
No
Yes
キャリブレーション指標値（キャリブレーション誤差の平均値）の算出
S226
キャリブレーション指標値（キャリブレーション誤差の平均値）の表示
S227
エンド

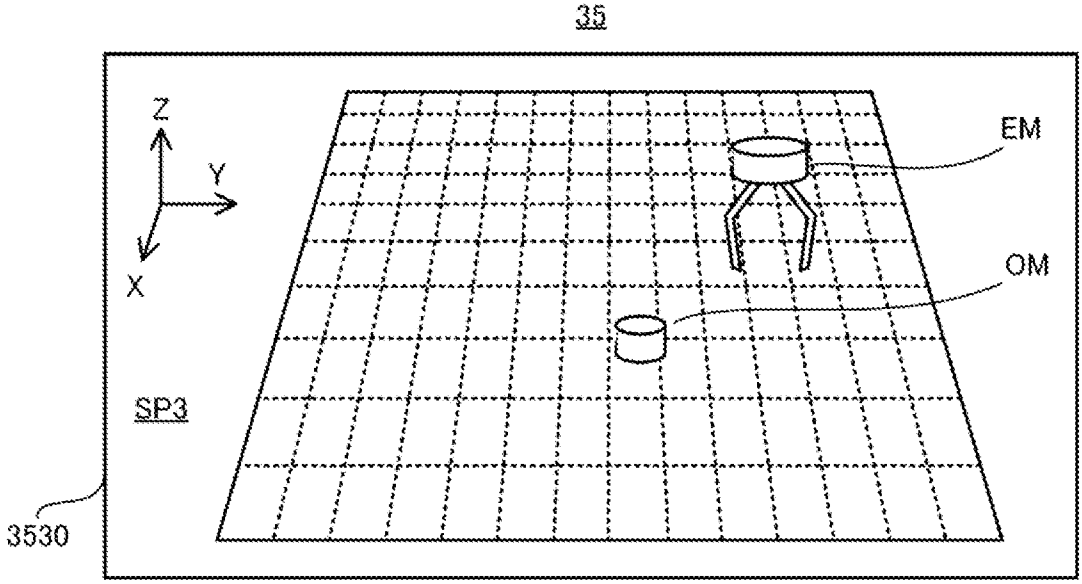
[図 9]


N個のキャリブレーション画像
IMG_calib
1回目の
キャリブーション処理
2回目の
キャリブーション処理
3回目の
キャリブーション処理
M回目の
キャリブーション処理
第1キャリブレーション群に含まれる
キャリブレーション画像IMG_calib
第2キャリブレーション群に含まれる
キャリブレーション画像IMG_calib

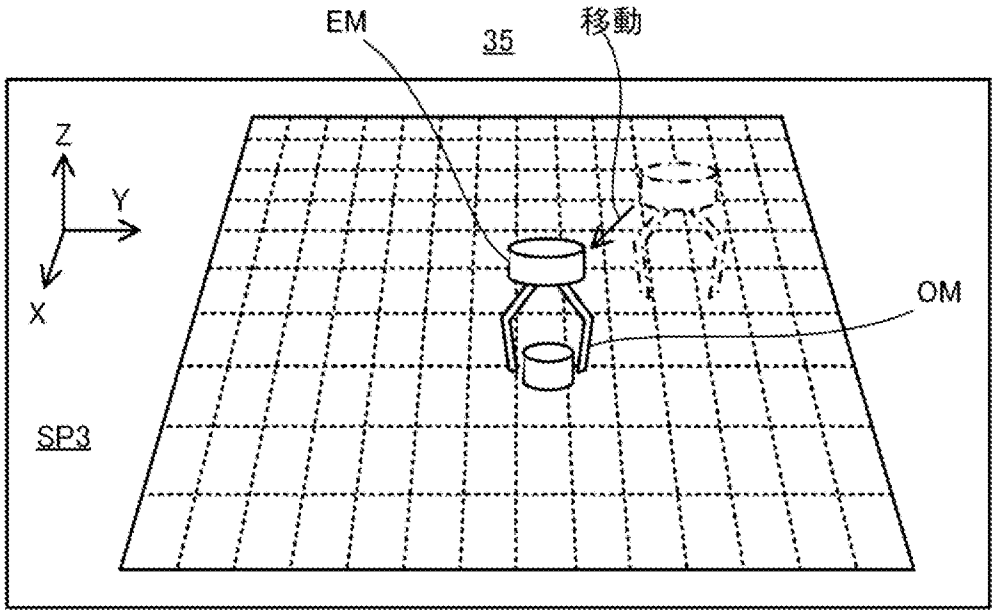
[図 10]


35
3523
3522
キャリブレーション誤差
1回目
並進変換誤差:1.0mm
回転変換誤差:3.2deg
2回目
並進変換誤差:4.0mm
回転変換誤差:7.2deg
3回目
並進変換誤差:0.3mm
回転変換誤差:1.1deg
・・・
・・・
キャリブレーション指標値
並進変換誤差(平均):2.0mm
並進回転誤差(平均):2.9deg
3520
3521

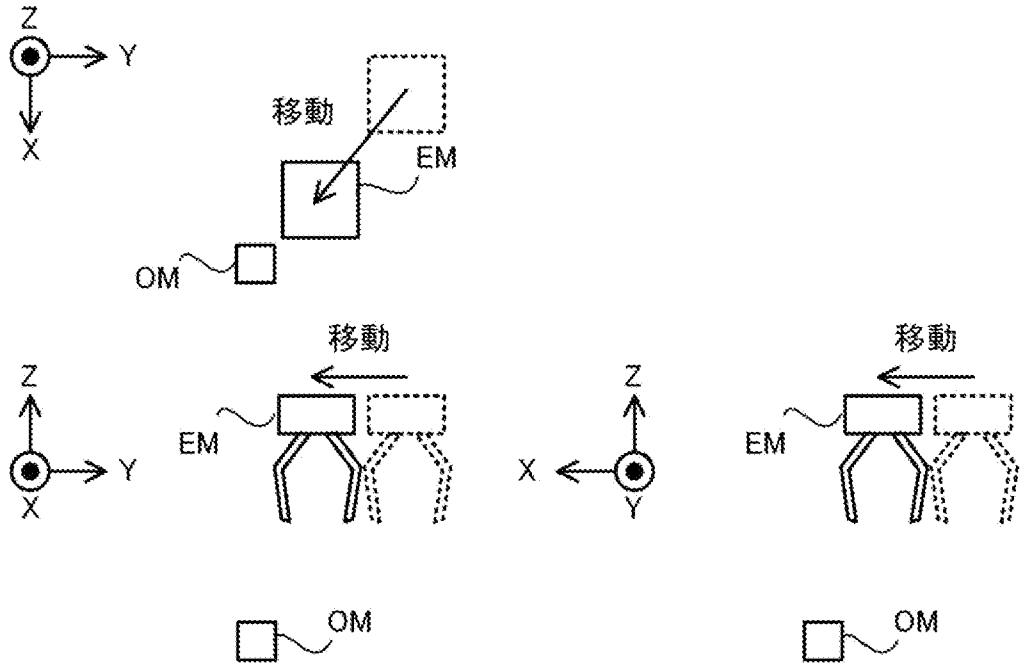
[図 11]


35
Z
Y
X
EM
OM
SP3
3530

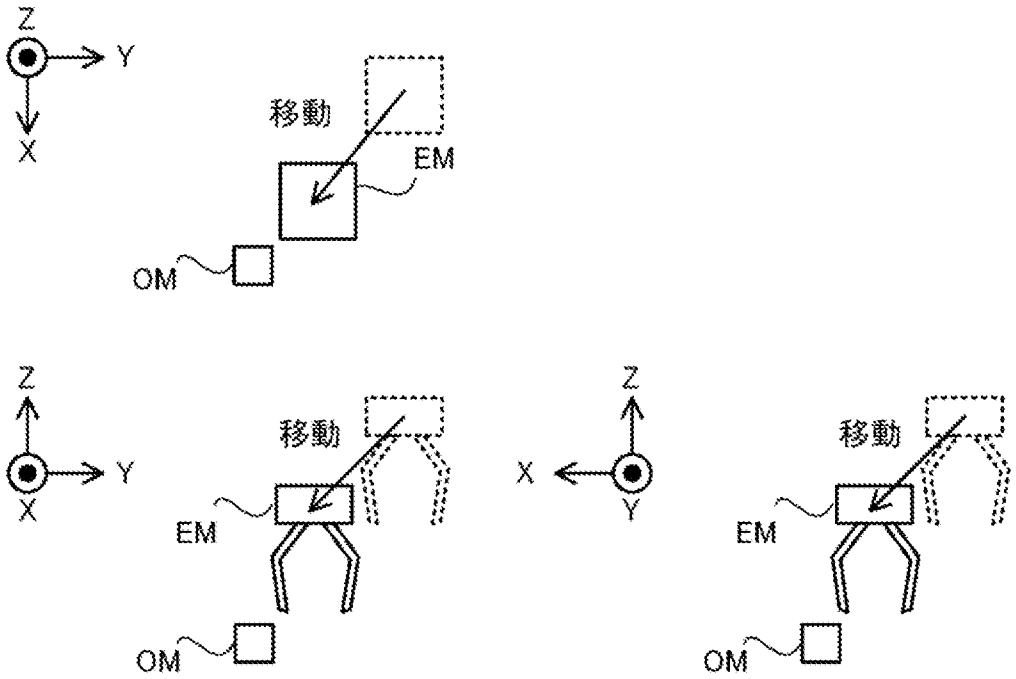
[図 12]



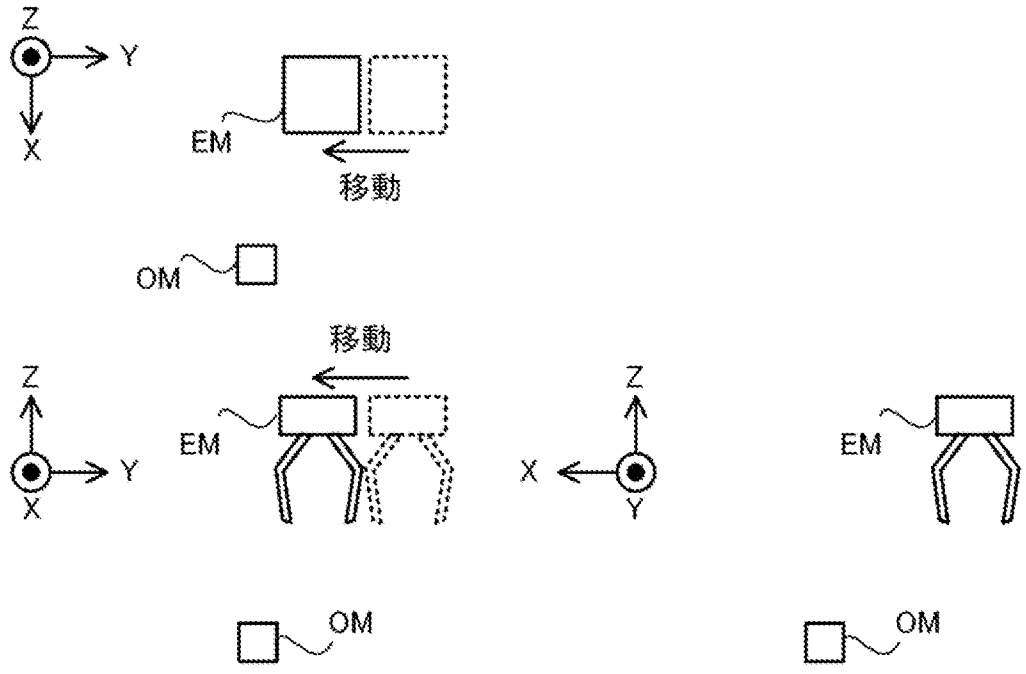
[図 13]



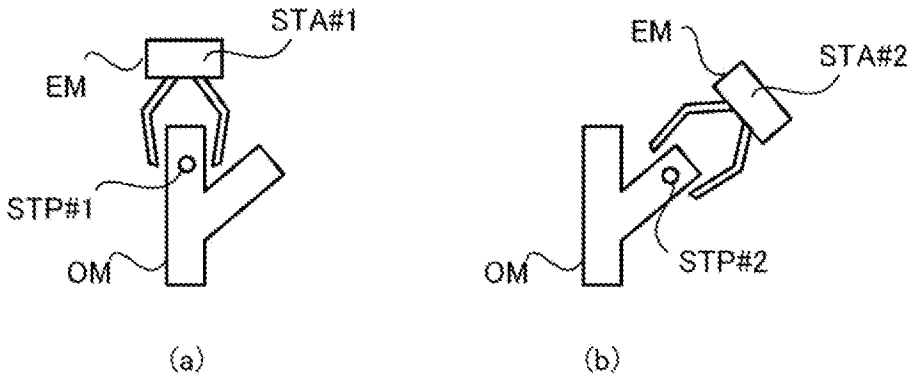
[図 14]


Z
Y
X
移動
EM
OM
Z
Y
X
移動
EM
OM
Z
X
Y
移動
EM
OM

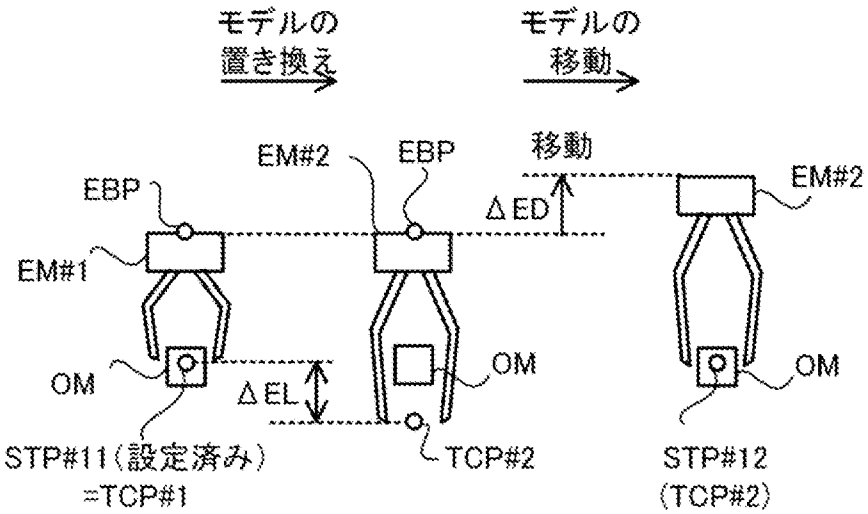
[図 15]


Z
Y
X
EM
移動
OM
移動
Z
Y
X
EM
Z
X
Y
EM
OM
OM

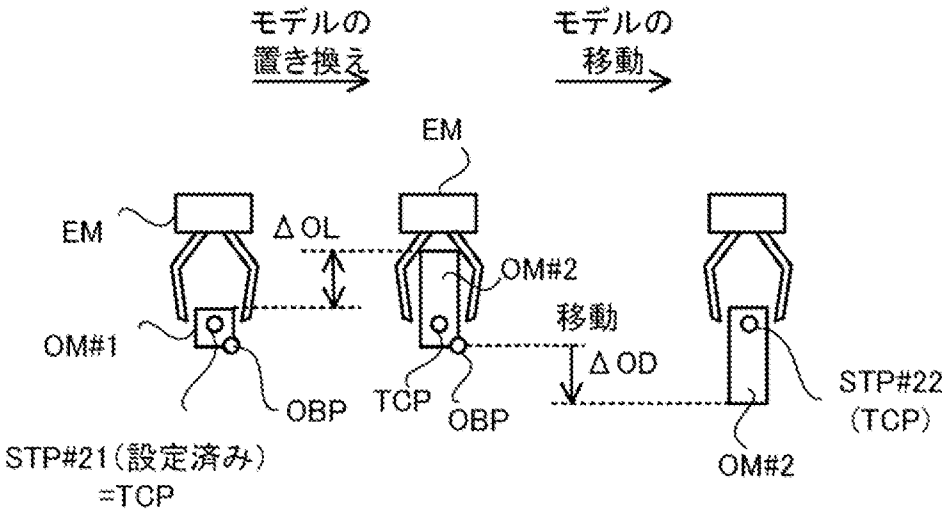
[図 16]


STA#1
EM
STP#1
OM
(a)
EM
STA#2
OM
STP#2
(b)

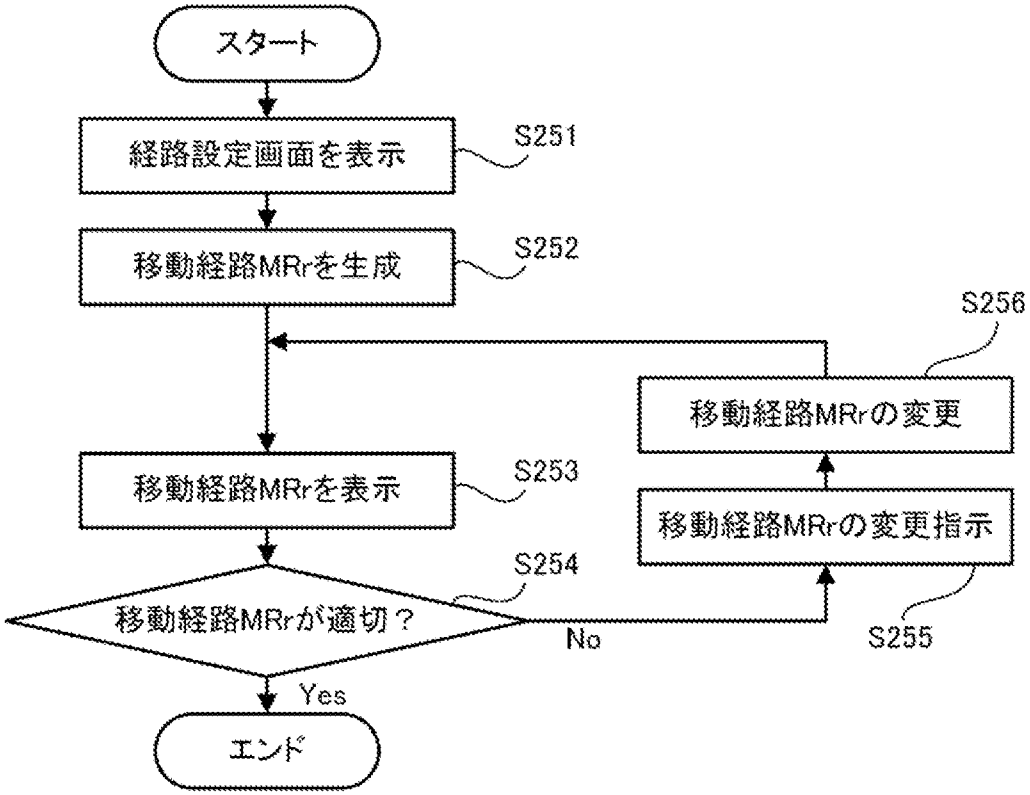
[図 17]


モデルの
置き換え
モデルの
移動
EM#2
EBP
移動
EBP
EM#2
ΔED
EM#1
OM
ΔEL
OM
OM
STP#11(設定済み)
=TCP#1
TCP#2
STP#12
(TCP#2)

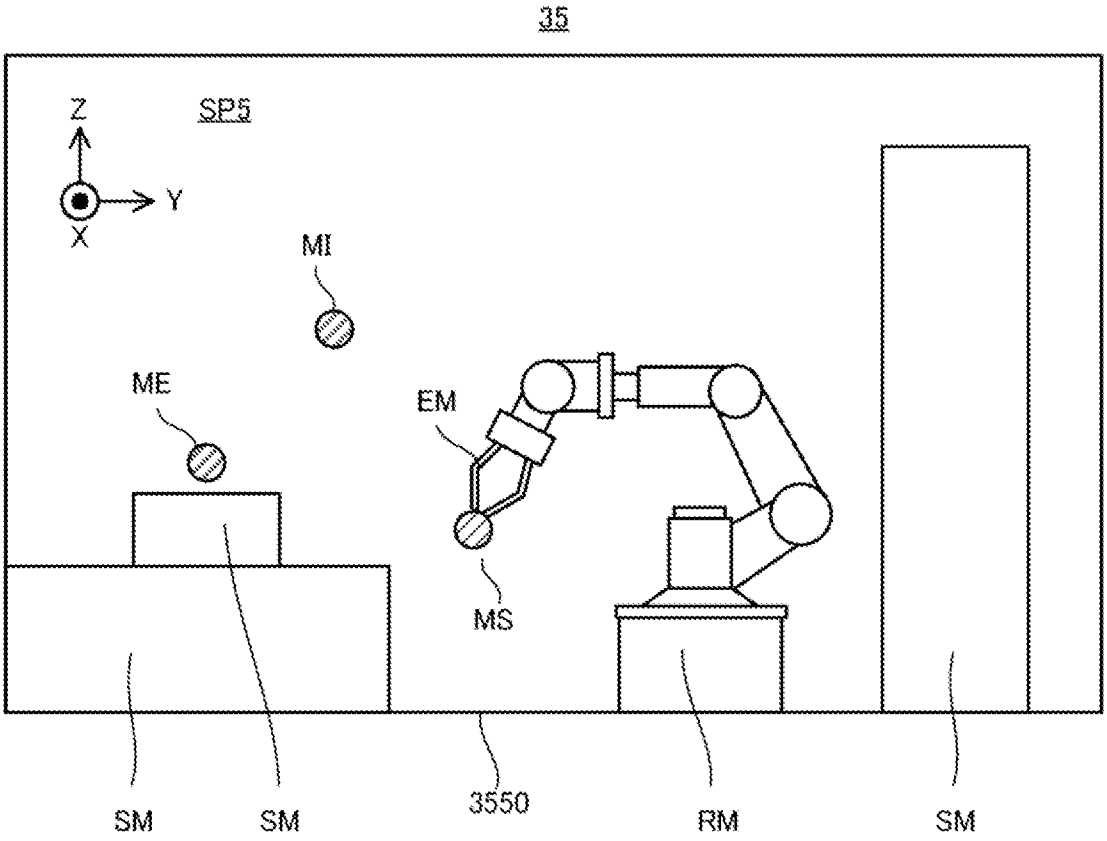
[図 18]


モデルの
置き換え
モデルの
移動
EM
EM
ΔOL
OM#2
移動
OM#1
ΔOD
STP#22
(TCP)
OBP
TCP
OBP
STP#21(設定済み)
=TCP
OM#2

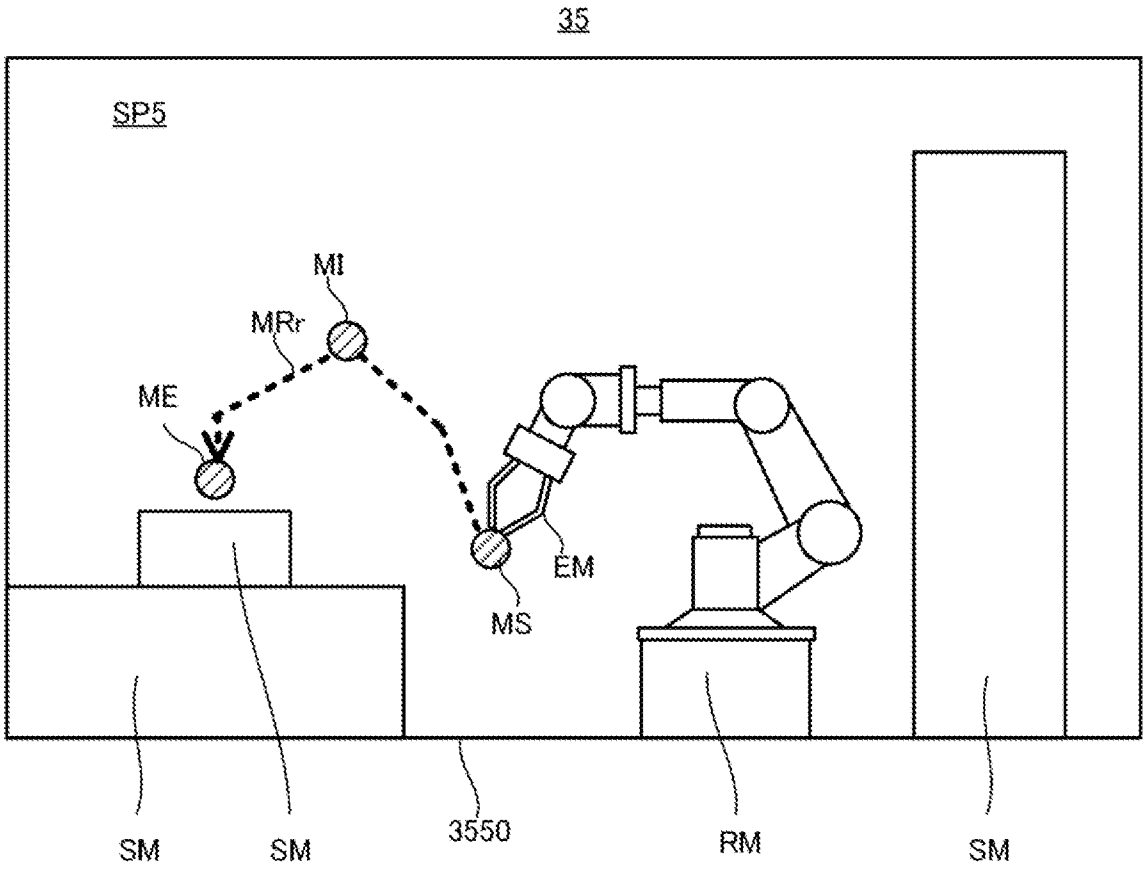
[図 19]


スタート
経路設定画面を表示
S251
移動経路MRrを生成
S252
S256
移動経路MRrの変更
移動経路MRrを表示
S253
移動経路MRrの変更指示
S254
移動経路MRrが適切？
No
S255
Yes
エンド

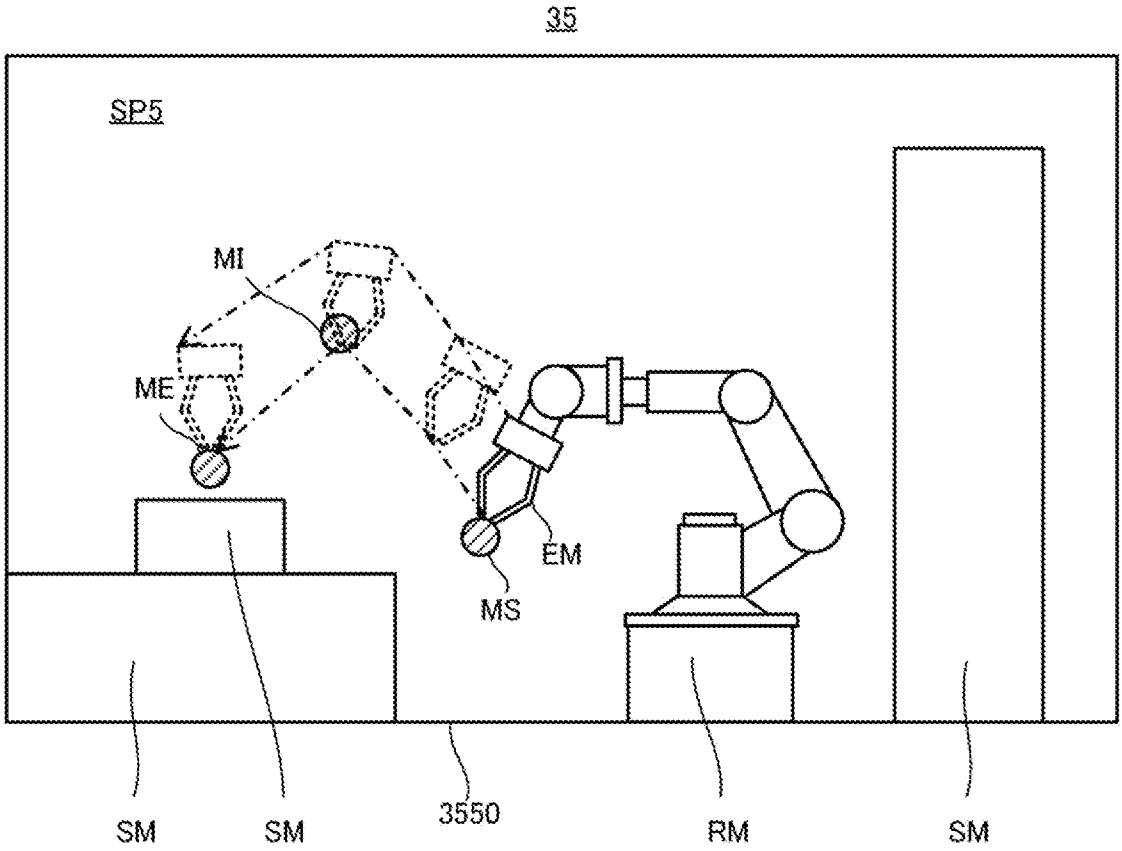
[図 20]



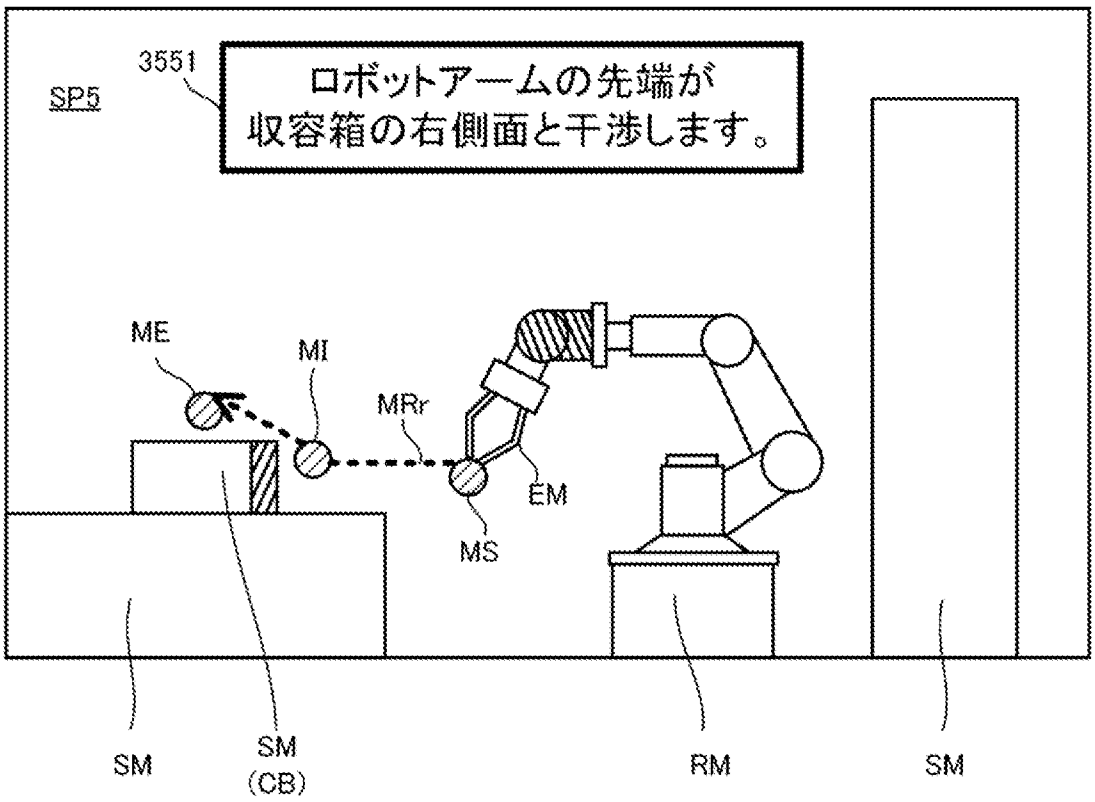
[図 21]



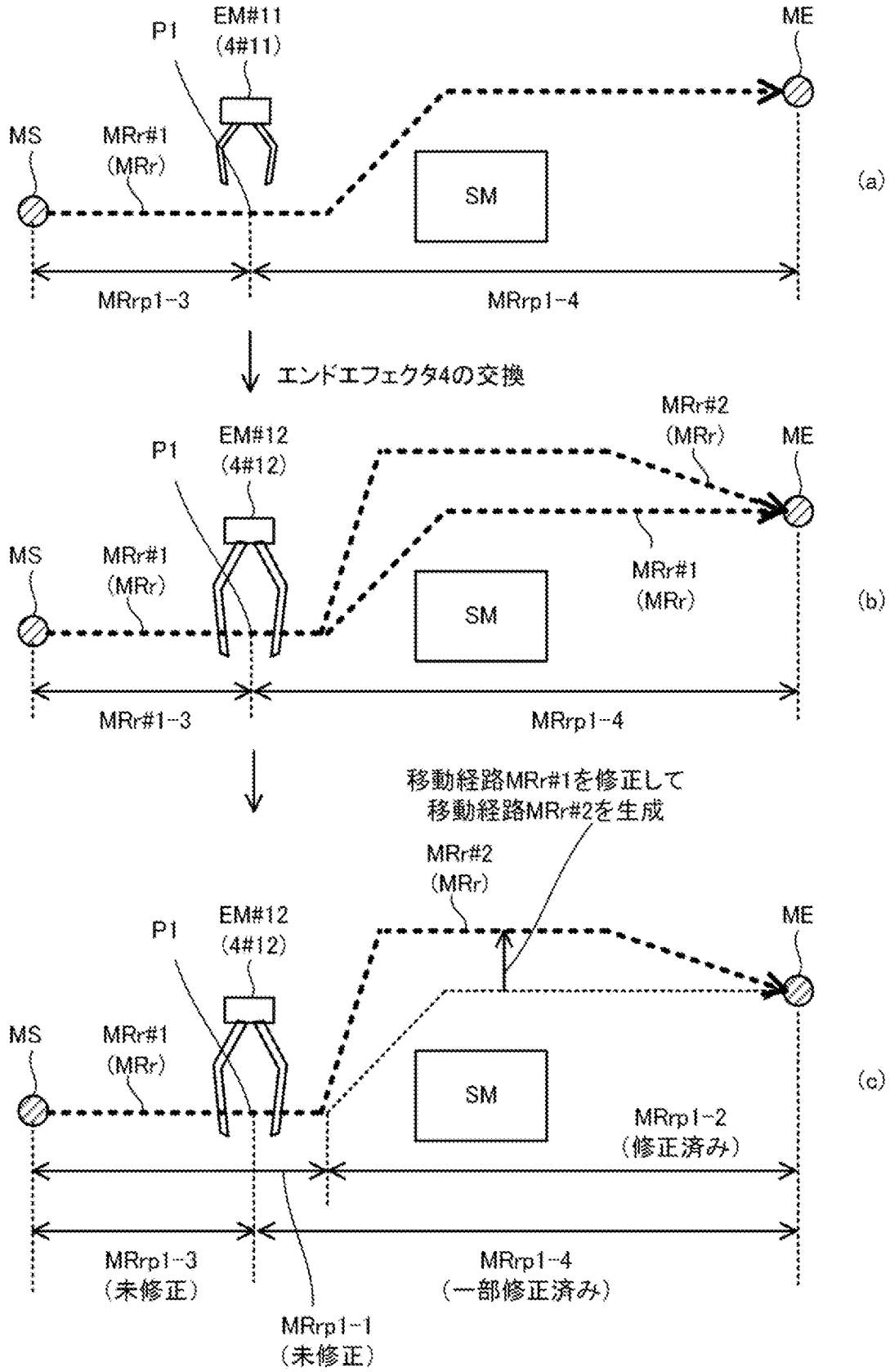
[図 22]



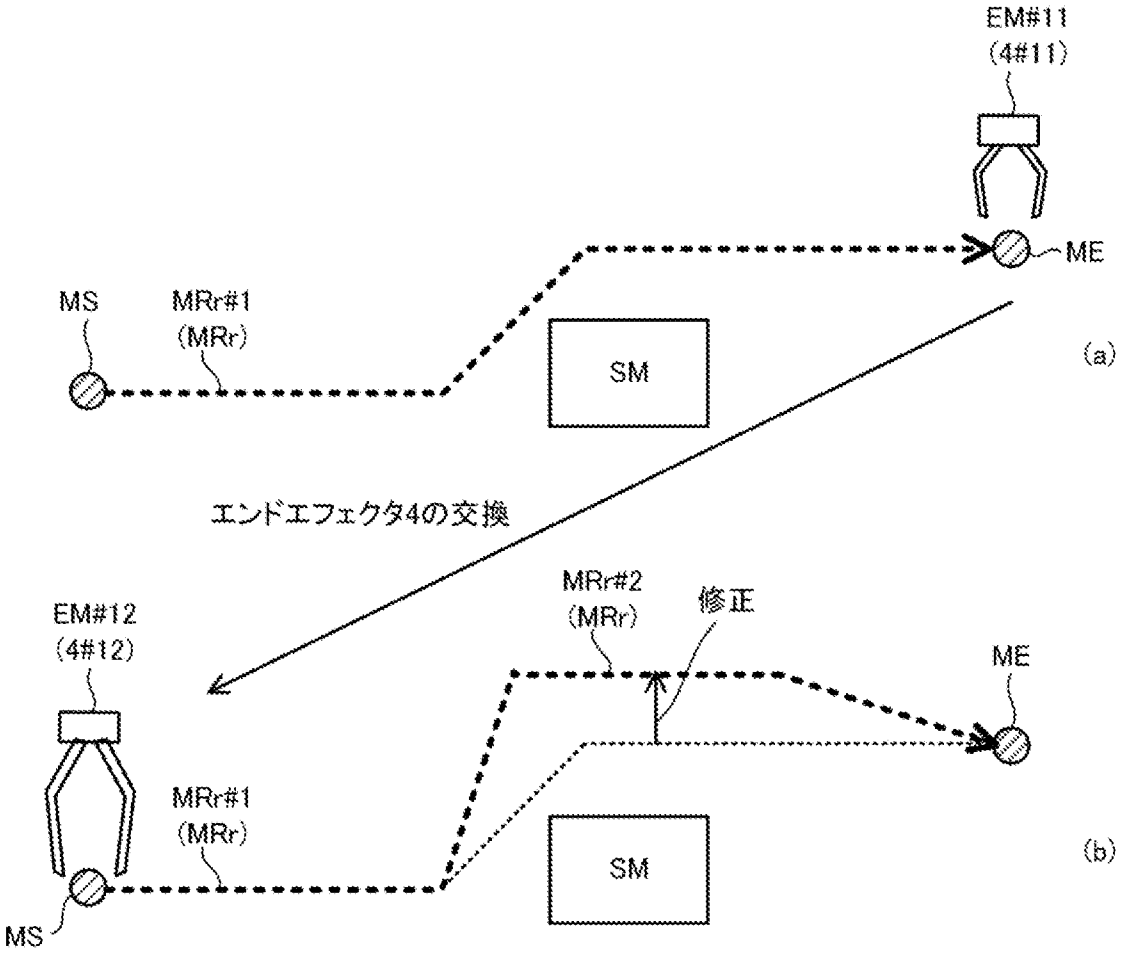
[図 23]


SP5
3551
ロボットアームの先端が
収容箱の右側面と干渉します。
ME
MI
MRr
EM
MS
SM
SM
(CB)
RM
SM

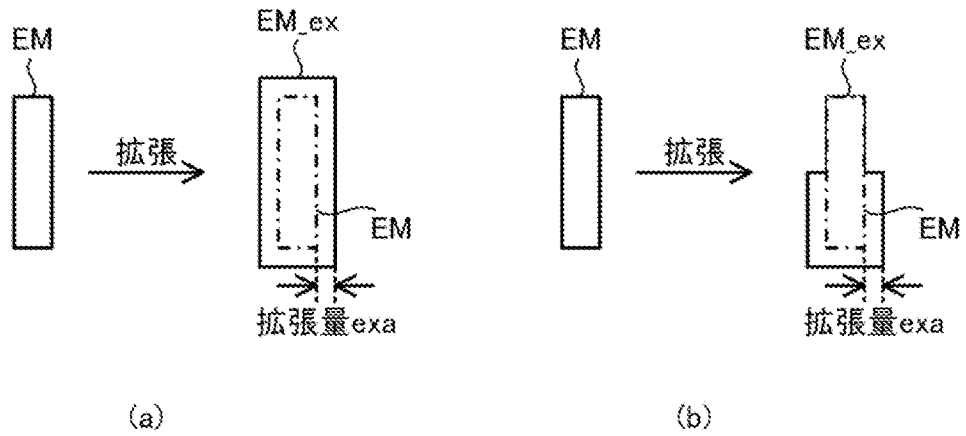
[図 24]


P1
EM#11
(4#11)
ME
MS
MRr#1
(MRr)
SM
(a)
MRrp1-3
MRrp1-4
エンドエフェクタ4の交換
MRr#2
(MRr)
P1
EM#12
(4#12)
ME
MS
MRr#1
(MRr)
MRr#1
(MRr)
SM
(b)
MRr#1-3
MRrp1-4
移動経路MRr#1を修正して
移動経路MRr#2を生成
MRr#2
(MRr)
P1
EM#12
(4#12)
ME
MS
MRr#1
(MRr)
SM
(c)
MRrp1-2
(修正済み)
MRrp1-3
(未修正)
MRrp1-4
(一部修正済み)
MRrp1-1
(未修正)

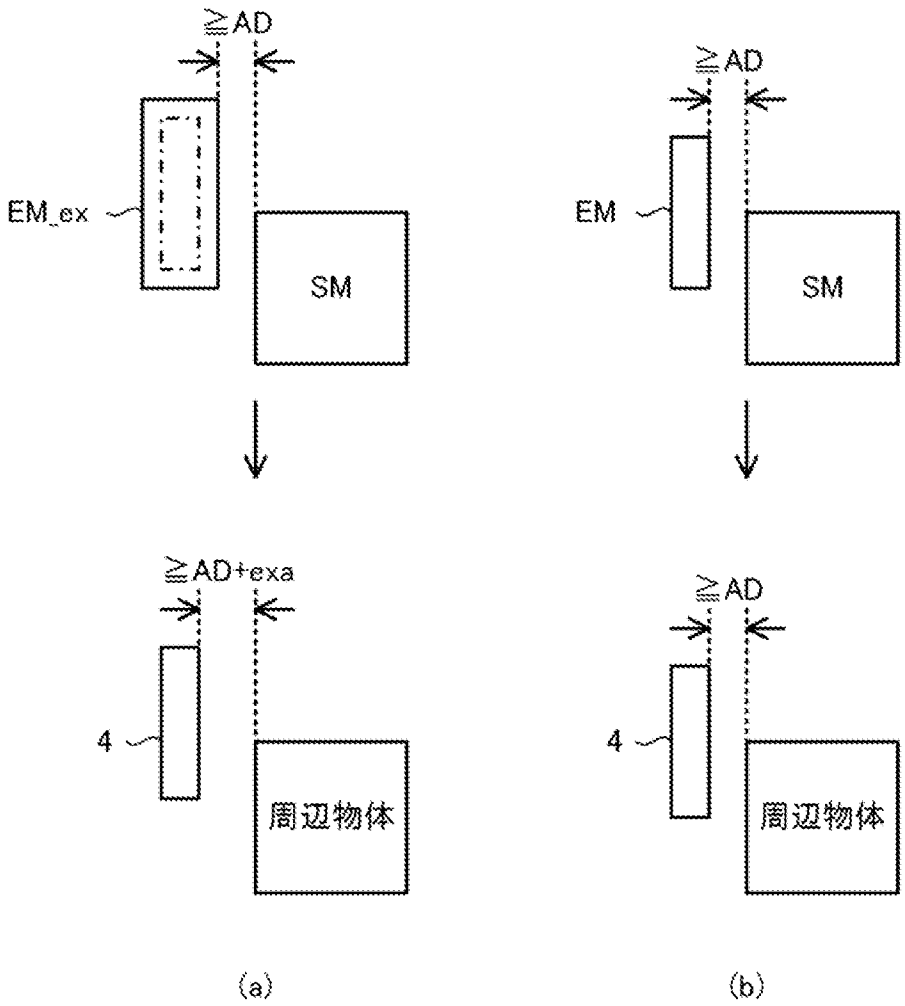
[図 25]


EM#11
(4#11)
ME
MS
MRr#1
(MRr)
SM
(a)
エンドエフェクタ4の交換
EM#12
(4#12)
MRr#2
(MRr)
修正
ME
MRr#1
(MRr)
SM
MS
(b)

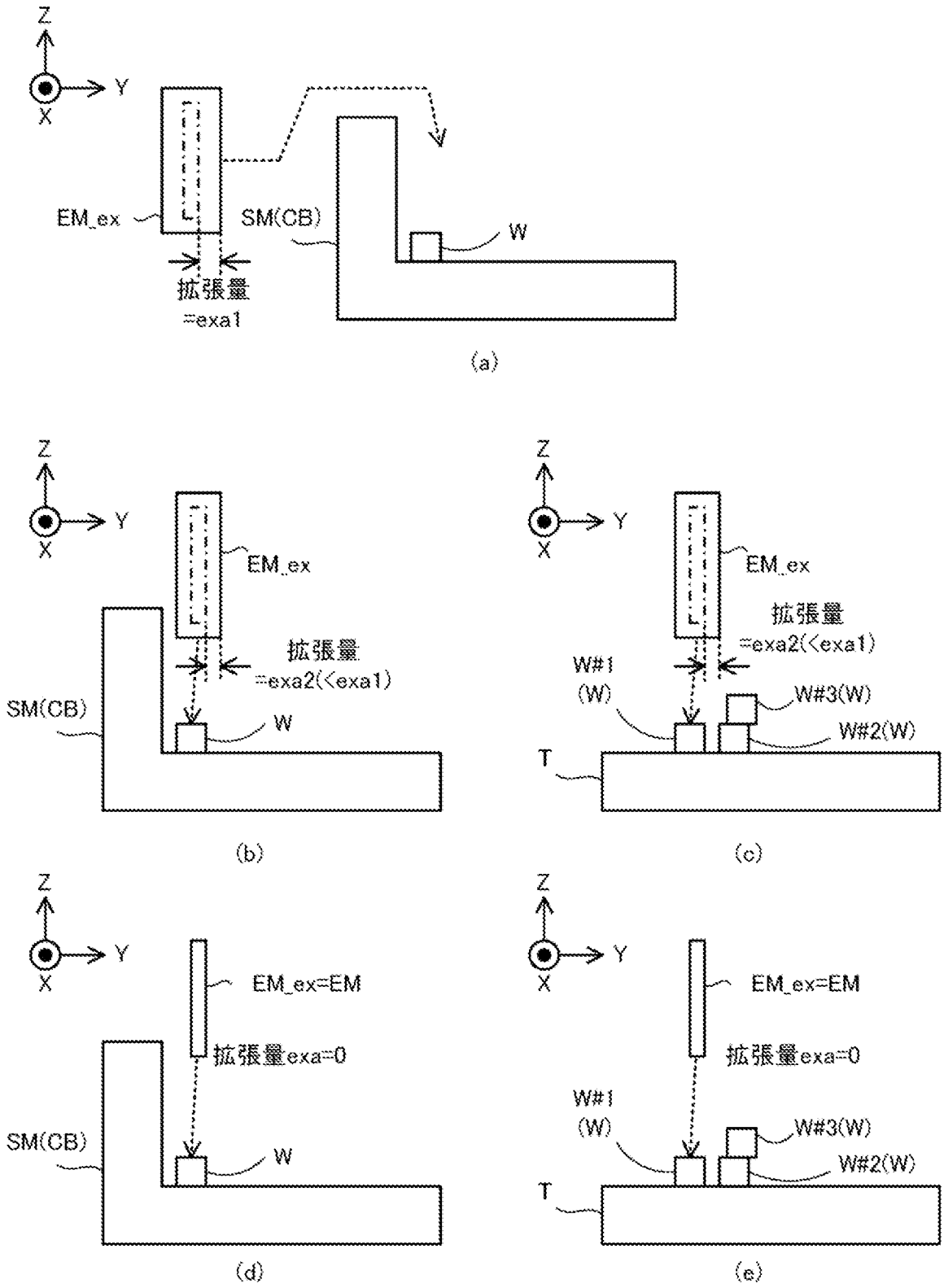
[図 26]


EM
拡張
EM_ex
EM
拡張量exa
(a)
EM
拡張
EM_ex
EM
拡張量exa
(b)

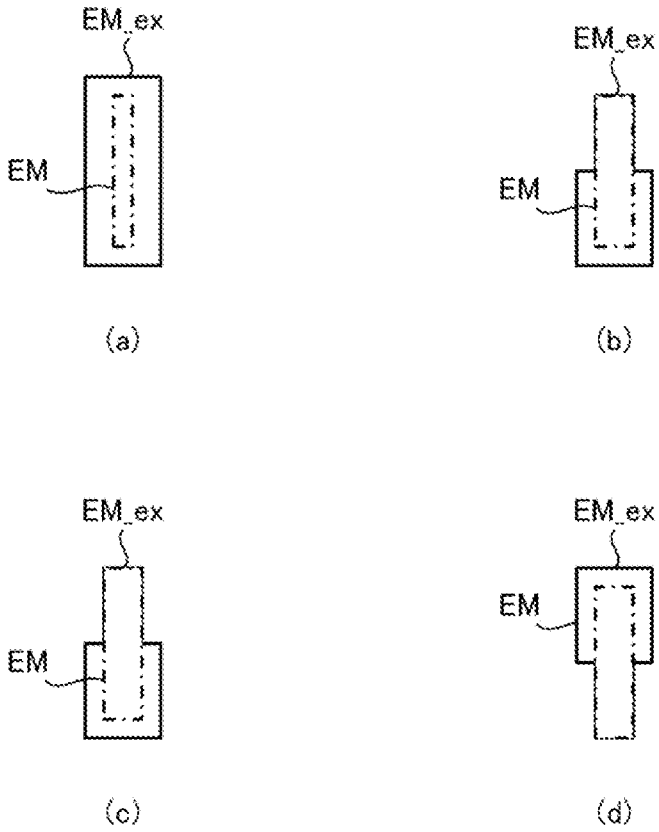
[図 27]



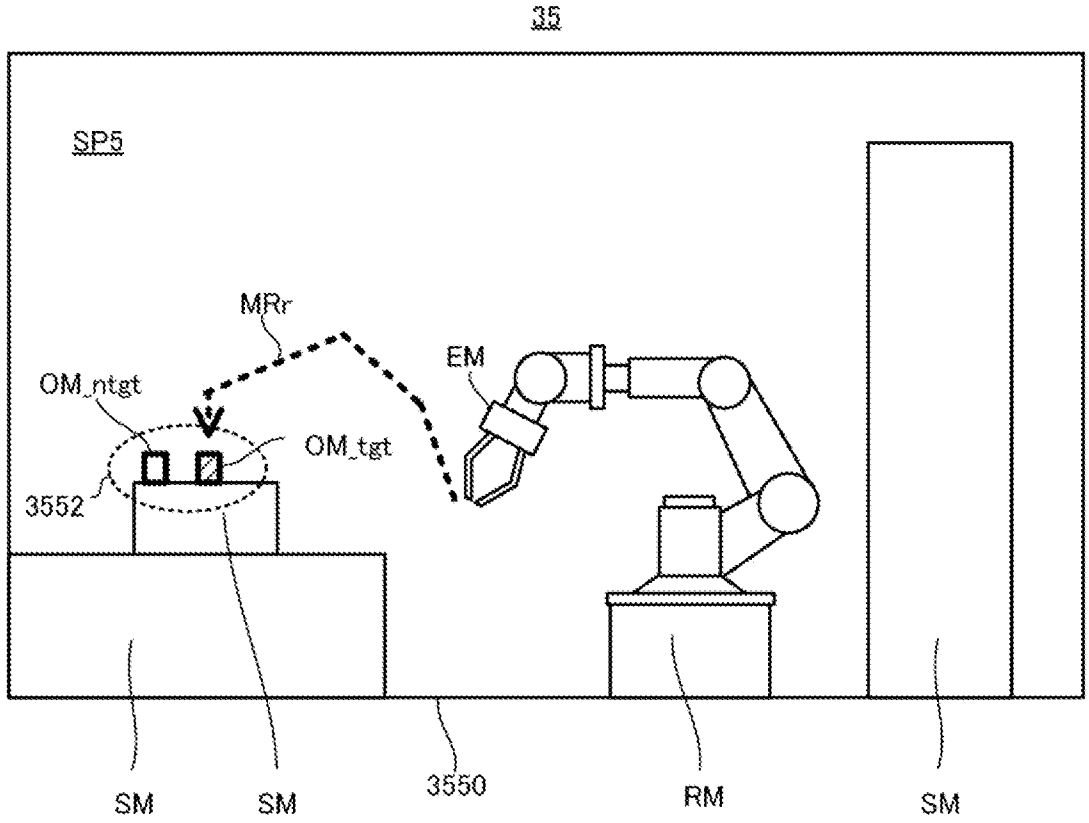
[図 28]


Z
Y
X
EM_ex
SM(CB)
W
拡張量
=exa1
(a)
EM_ex
拡張量
=exa2(<exa1)
SM(CB)
W
(b)
EM_ex
拡張量
=exa2(<exa1)
W#1
(W)
W#3(W)
W#2(W)
T
(c)
EM_ex=EM
拡張量exa=0
SM(CB)
W
(d)
EM_ex=EM
拡張量exa=0
W#1
(W)
W#3(W)
W#2(W)
T
(e)

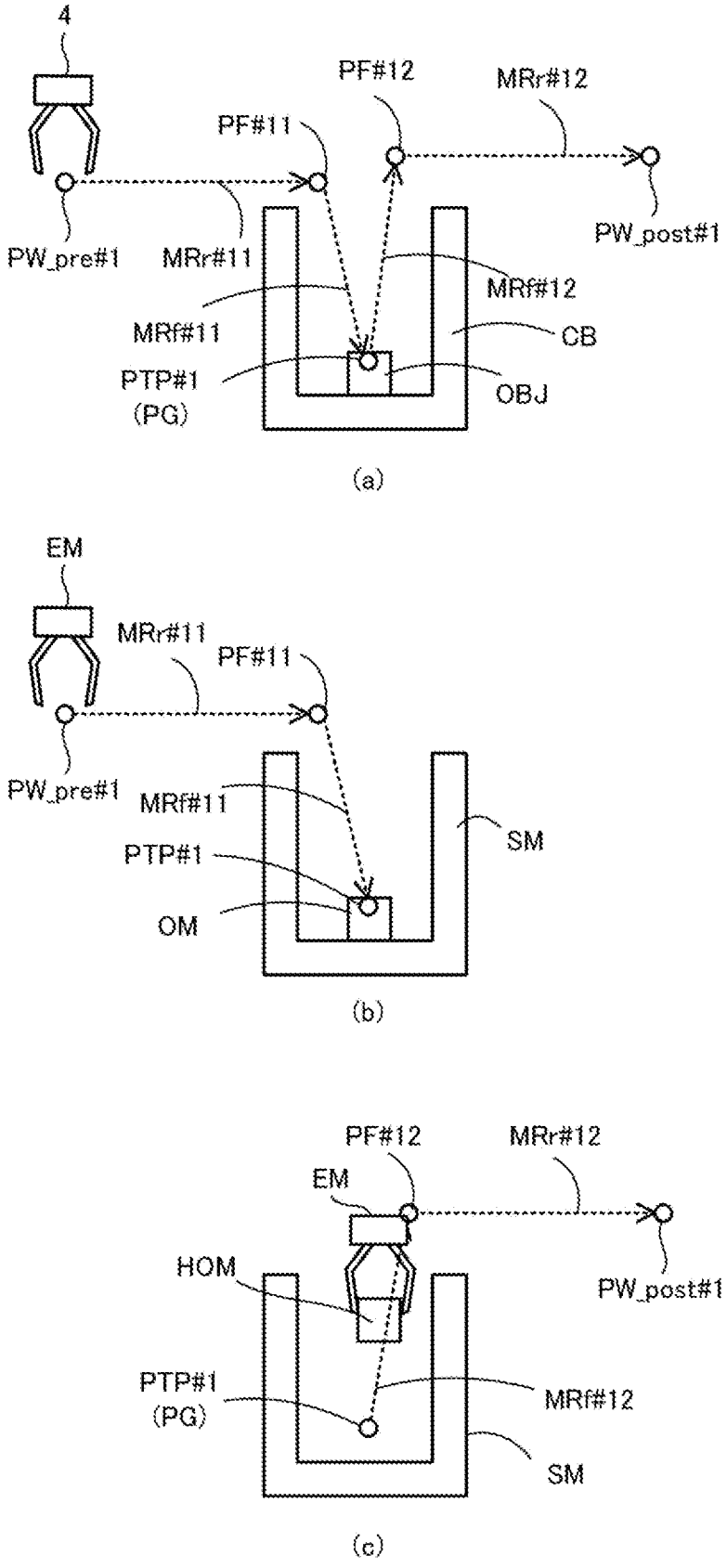
[図 29]



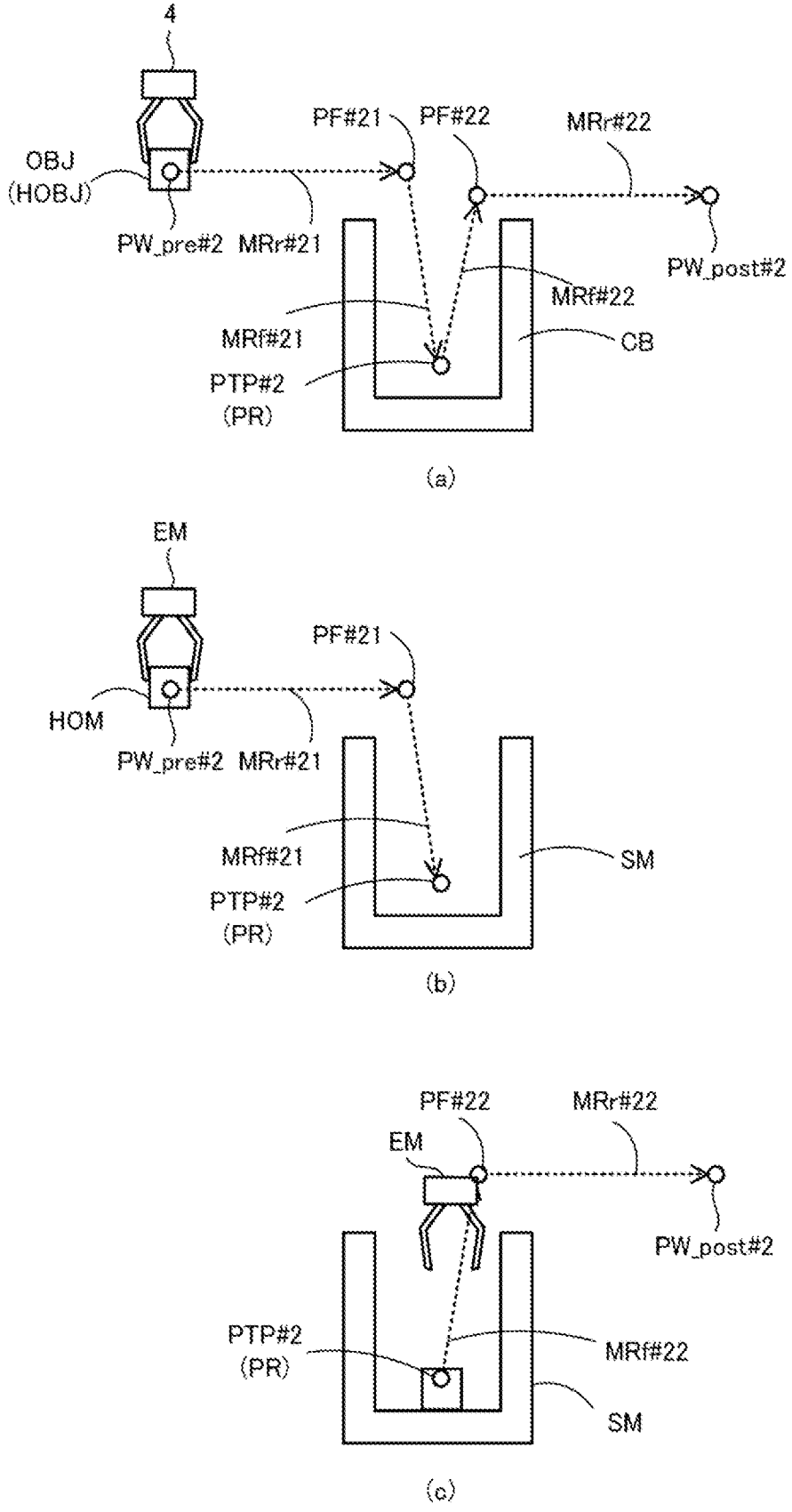
[図 30]



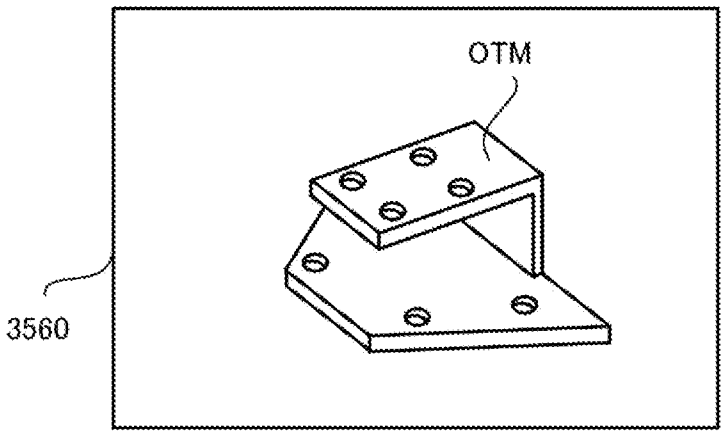
[図 31]


4
PF#12
MRr#12
PF#11
PW_post#1
PW_pre#1
MRr#11
MRf#12
MRf#11
CB
PTP#1
(PG)
OBJ
(a)
EM
MRr#11
PF#11
PW_pre#1
MRf#11
SM
PTP#1
OM
(b)
PF#12
MRr#12
EM
HOM
PW_post#1
PTP#1
(PG)
MRf#12
SM
(c)

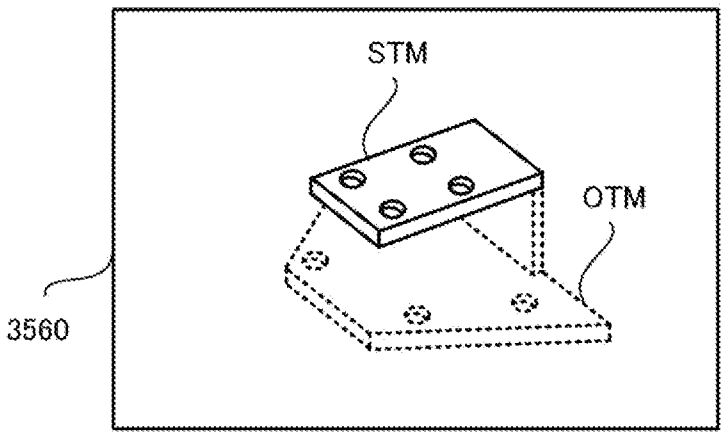
[図 32]


4
OBJ
(HOBJ)
PW_pre#2
MRr#21
PF#21
PF#22
MRr#22
PW_post#2
MRf#22
MRf#21
CB
PTP#2
(PR)
(a)
EM
HOM
PW_pre#2
MRr#21
PF#21
MRf#21
SM
PTP#2
(PR)
(b)
PF#22
MRr#22
EM
PW_post#2
PTP#2
(PR)
MRf#22
SM
(c)

[図 33]

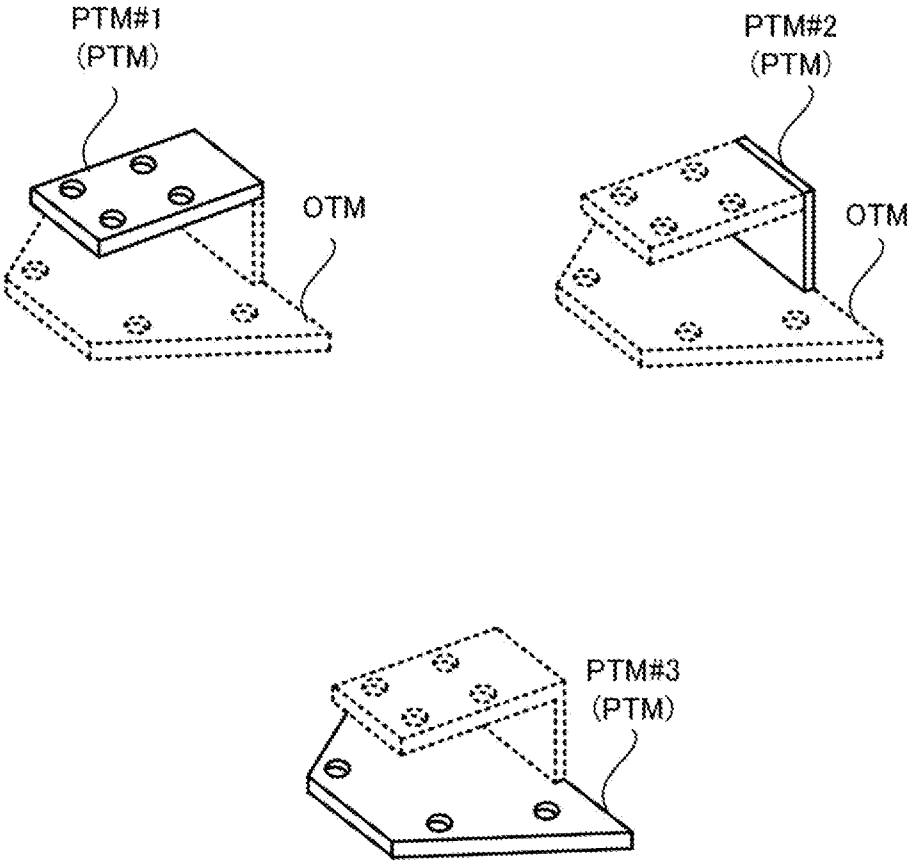


(a)

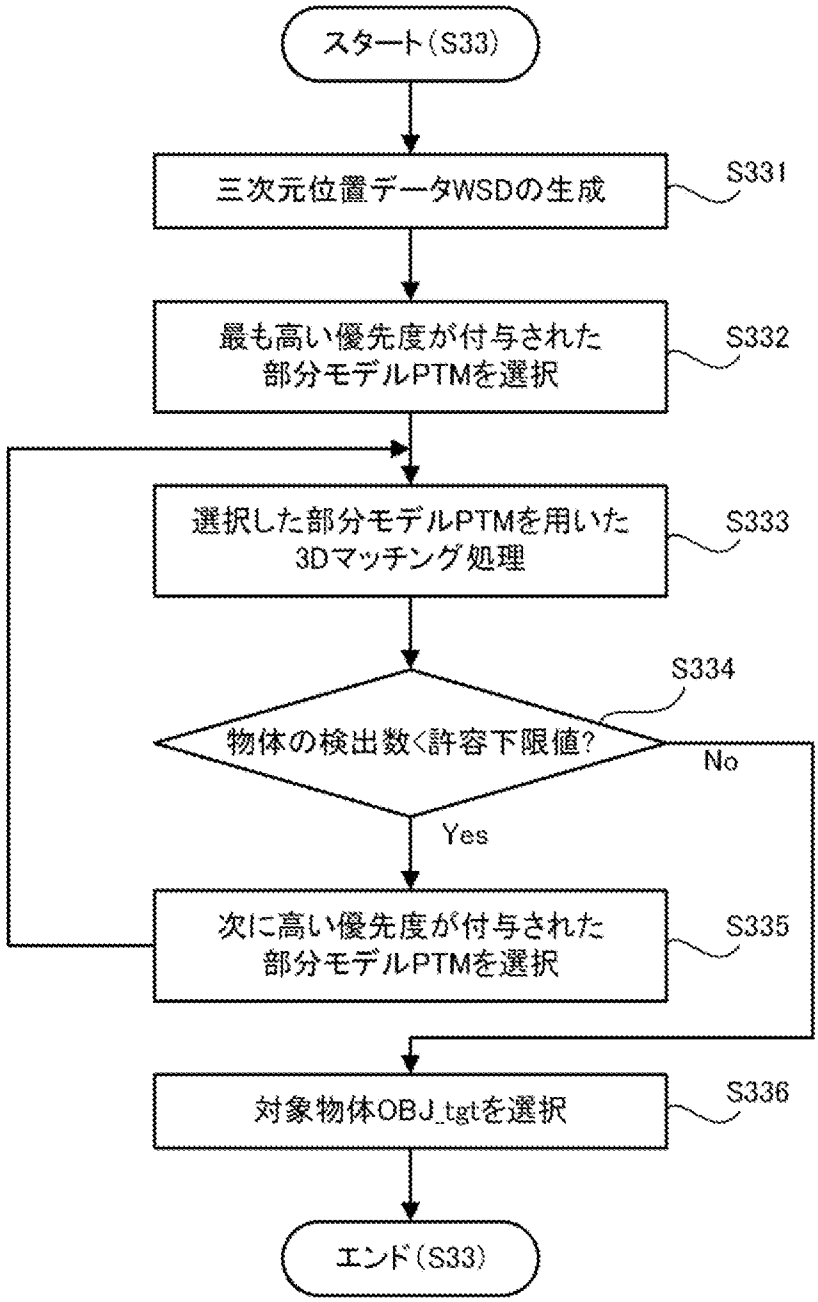


(b)

[図 34]



[図 35]


スタート(S33)
三次元位置データWSDの生成
S331
最も高い優先度が付与された
部分モデルPTMを選択
S332
選択した部分モデルPTMを用いた
3Dマッチング処理
S333
S334
物体の検出数<許容下限値?
No
Yes
次に高い優先度が付与された
部分モデルPTMを選択
S335
対象物体OBJ_tgtを選択
S336
エンド(S33)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/013635

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 9/22(2006.01)i
FI: B25J9/22 A

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

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 6915543 B2 (YASKAWA ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 04 August 2021 (2021-08-04) paragraphs [0002], [0021]-[0050], fig. 2, 3	1-14, 28-33, 47-56, 127-128, 181-204, 208-210
X		217-218, 221-223
Y		15-27, 34-46, 57-126, 129-180, 205-207, 211-216
Y		219-220
Y	WO 2022/131335 A1 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 23 June 2022 (2022-06-23) paragraph [0093], fig. 10	15-27
Y	JP 6-126662 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 10 May 1994 (1994-05-10) paragraphs [0009], [0011], fig. 4	34-46, 70-126, 153-180, 205-207, 219-220
Y	JP 2022-122648 A (KEYENCE CORP.) 23 August 2022 (2022-08-23) paragraph [0117], fig. 22	57-69, 211-213

☑ 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	Date of mailing of the international search report
08 June 2023	**20 June 2023**
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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-36519 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 07 February 1995 (1995-02-07) paragraph [0004]	70-126, 129-180, 214-216, 219-220

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/013635

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 6915543 B2	04 August 2021	US 2018/0231965 A1 paragraphs [0003], [0017]-[0045], fig. 2, 3 WO 2017/072979 A1 EP 3369534 A1 CN 108349085 A	
WO 2022/131335 A1	23 June 2022	(Family: none)	
JP 6-126662 A	10 May 1994	(Family: none)	
JP 2022-122648 A	23 August 2022	(Family: none)	
JP 7-36519 A	07 February 1995	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/013635

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B25J 9/22(2006.01)i
FI: B25J9/22 A

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

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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 6915543 B2 (株式会社安川電機) 04.08.2021 (2021-08-04) 段落［０００２］，［００２１］－［００５０］，図２－３	1-14, 28-33, 47-56, 127-128, 181-204, 208-210
X		217-218, 221-223
Y		15-27, 34-46, 57-126, 129-180, 205-207, 211-216
Y		219-220
Y	WO 2022/131335 A1 (川崎重工業株式会社) 23.06.2022 (2022-06-23) 段落［００９３］，図１０	15-27
Y	JP 6-126662 A (株式会社東芝) 10.05.1994 (1994-05-10) 段落［０００９］，［００１１］，図４	34-46, 70-126, 153-180, 205-207, 219-220
Y	JP 2022-122648 A (株式会社キーエンス) 23.08.2022 (2022-08-23) 段落［０１１７］，図２２	57-69, 211-213

☑ 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
“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	国際調査報告の発送日
08.06.2023	20.06.2023

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）
稲垣　浩司 3U 9556

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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
Y	JP 7-36519 A (株式会社神戸製鋼所) 07.02.1995 (1995-02-07) 段落［０００４］	70-126, 129-180, 214-216, 219-220

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/JP2023/013635

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6915543 B2	04.08.2021	US 2018/0231965 A1 段落［０００３］，［００１７］－［００４５］，図２－３ WO 2017/072979 A1 EP 3369534 A1 CN 108349085 A	
WO 2022/131335 A1	23.06.2022	（ファミリーなし）	
JP 6-126662 A	10.05.1994	（ファミリーなし）	
JP 2022-122648 A	23.08.2022	（ファミリーなし）	
JP 7-36519 A	07.02.1995	（ファミリーなし）	