

(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3月28日(28.03.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/062632 A1

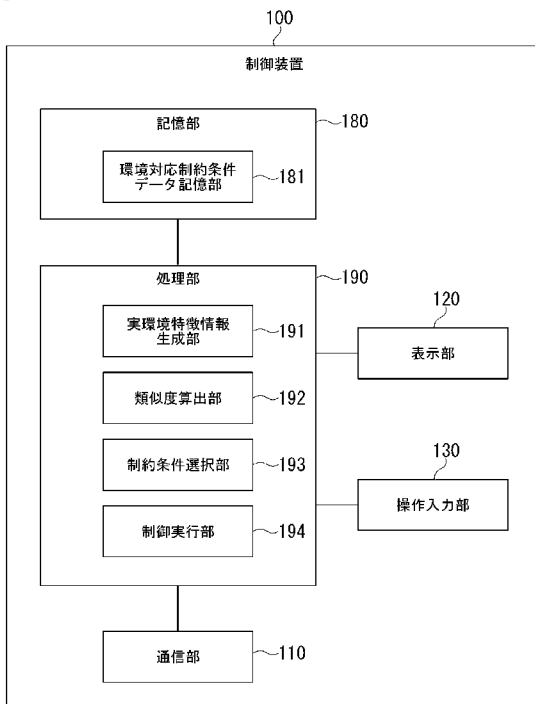
- (51) 国際特許分類:
G06N 20/00 (2019.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/035529
- (22) 国際出願日: 2022年9月22日(22.09.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大山 博之 (OYAMA Hiroyuki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 加美 伸治(KAMI

Nobuharu); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 小川 雅嗣(OGAWA Masatsugu); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 若山 永哉(WAKAYAMA Hisaya); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 一圓 真澄(ICHIEEN Masumi); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 高野 凜(TAKANO Rin); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 田屋 裕輝(TAYA Yuki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** CONTROL DEVICE, CONSTRAINT CONDITION SELECTION DEVICE, DATA GENERATION DEVICE, CONTROL METHOD, CONSTRAINT CONDITION SELECTION METHOD, DATA GENERATION METHOD, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 制御装置、制約条件選択装置、データ生成装置、制御方法、制約条件選択方法、データ生成方法及び記憶媒体

[図2]



100... CONTROL DEVICE
110... COMMUNICATION UNIT
120... DISPLAY UNIT
130... OPERATION INPUT UNIT
180... STORAGE UNIT
181... ENVIRONMENT-COMPLIANT CONSTRAINT
CONDITION DATA STORAGE UNIT
190... PROCESSING UNIT
191... ACTUAL ENVIRONMENT FEATURE
INFORMATION GENERATION UNIT
192... SIMILARITY CALCULATION UNIT
193... CONSTRAINT CONDITION SELECTION UNIT
194... CONTROL EXECUTION UNIT

(57) **Abstract:** The present invention provides a control device comprising: a constraint condition selection means that selects environment-compliant constraint condition data which is of environment-compliant constraint condition data in which environment characteristic information, which is information pertaining to an execution environment of a process

(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

and a constraint condition for execution of the process in that environment are linked to each other and corresponds to an actual environment, which is an execution environment of a process to be executed; and a control execution means that controls a control object to execute the process to be executed on the basis of the constraint condition indicated by the selected environment-compliant constraint condition data.

(57) 要約: 制御装置が、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する制約条件選択手段と、選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する制御実行手段と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

制御装置、制約条件選択装置、データ生成装置、制御方法、制約条件選択方法、データ生成方法及び記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置、制約条件選択装置、データ生成装置、制御方法、制約条件選択方法、データ生成方法及び記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] ロボットの動作環境に応じてロボットに対する制御指令を取得し、ロボットを制御するための技術が提案されている。

例えば、特許文献1に記載の学習済モデル生成装置は、ロボットの動作環境に関するセンサデータからオートエンコーダによって抽出した特徴量と、ロボットに行わせる動作とが関連付けられた学習用データセットを生成する。そして、学習済モデル生成装置は、得られた学習用データセットを参照して、動作環境とロボットに行わせる動作との関係が規定された学習済モデルを生成する。また、ロボット制御装置は、制御対象ロボットの動作環境に関するセンサデータから抽出された特徴量を学習済モデルに入力することにより、動作環境に対応するコマンドを生成する。ロボット制御装置は、生成したコマンドを制御対象ロボットに送信することにより、制御対象ロボットを動作させる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-113262号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ロボットなどの制御対象に行わせる処理が異なる場合に対応して、それぞ

れの処理を制御対象に行わせることができることが好ましい。

[0005] この開示の目的の一例は、上述した課題を解決することのできる制御装置、制約条件選択装置、データ生成装置、制御方法、制約条件選択方法、データ生成方法及び記憶媒体を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第一の態様によれば、制御装置は、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する制約条件選択手段と、選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する制御実行手段と、を備える。

[0007] 本発明の第二の態様によれば、制約条件選択装置は、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する制約条件選択手段、を備える。

[0008] 本発明の第三の態様によれば、データ生成装置は、処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する制約条件学習手段と、その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する環境対応制約条件データ生成手段と、を備える。

[0009] 本発明の第四の態様によれば、制御方法は、コンピュータが、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択し、選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制

御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する、ことを含む。

[0010] 本発明の第五の態様によれば、制約条件選択方法は、コンピュータが、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する、ことを含む。

[0011] 本発明の第六の態様によれば、データ生成方法は、コンピュータが、処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習し、その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、ことを含む。

[0012] 本発明の第七の態様によれば、記録媒体は、コンピュータに、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択することと、選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御することと、を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体である。

[0013] 本発明の第八の態様によれば、記録媒体は、コンピュータに、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択すること、を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体である。

[0014] 本発明の第九の態様によれば、記録媒体は、コンピュータに、処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習することと、その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐

付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成することと、を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体である。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、ロボットなどの制御対象に行わせる処理が異なる場合に対応して、それぞれの処理を制御対象に行わせることができると期待される。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]第1実施形態に係る制御システムの構成の例を示す図である。
- [図2]第1実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。
- [図3]第1実施形態における実環境の撮影画像の例を示す図である。
- [図4]第1実施形態における環境グラフの第1の例を示す図である。
- [図5]第1実施形態における環境グラフの第2の例を示す図である。
- [図6]第1実施形態における環境グラフの第3の例を示す図である。
- [図7]第1実施形態における環境グラフの第4の例を示す図である。
- [図8]第1実施形態に係る制御装置が制御対象を制御する際のデータの流れの例を示す図である。
- [図9]第1実施形態に係る制御装置が制御対象を制御する処理の手順の例を示す図である。
- [図10]第2実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。
- [図11]第2実施形態に係る制御装置が環境対応制約条件データを新たに生成する場合の、データの流れの例を示す図である。
- [図12]第2実施形態に係る制御装置が制御対象を制御する処理の手順の例を示す図である。
- [図13]第3実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。
- [図14]第3実施形態に係る制御装置が環境対応制約条件データを新たに生成する場合の、データの流れの例を示す図である。
- [図15]第3実施形態に係る制御装置が制御対象を制御する処理の手順の例を

示す図である。

[図16]第4実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。

[図17]第4実施形態に係る制御装置が環境対応制約条件データを新たに生成する場合の、データの流れの例を示す図である。

[図18]第4実施形態に係る制御装置が制御対象を制御する処理の手順の例を示す図である。

[図19]第4実施形態における制御対象が制御装置による制御に従って行う処理の例を示す図である。

[図20]第5実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。

[図21]第6実施形態に係る制約条件選択装置の構成の例を示す図である。

[図22]第7実施形態に係るデータ生成装置の構成の例を示す図である。

[図23]第8実施形態に係る制御方法における処理の手順の例を示す図である。

[図24]第9実施形態に係る制約条件選択方法における処理の手順の例を示す図である。

[図25]第10実施形態に係るデータ生成方法における処理の手順の例を示す図である。

[図26]少なくとも1つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0018] <第1実施形態>

図1は、第1実施形態に係る制御システムの構成の例を示す図である。図1に示す構成で、制御システム1は、制御装置100と、制御対象900とを備える。

制御システム1は、制御対象900が制御装置100の制御に従って動作

するシステムである。

[0019] 制御装置１００は、実行対象となっている処理を制御対象９００に行わせるように、制御対象９００に対する制御を行う。特に、制御装置１００は、処理の実行環境に応じて、制御対象９００が処理を行う際の制約条件を決定する。そして、制御装置１００は、決定した制約条件に基づいて制御対象９００に対する制御を行う。

[0020] 具体的には、制御装置１００は、処理の実行環境に関する情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられているデータを記憶しておく。処理の実行環境に関する情報を、環境特徴情報とも称する。処理の実行環境に関する情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられているデータを、環境対応制約条件データとも称する。

[0021] そして、制御装置１００は、環境対応制約条件データに含まれる環境特徴情報と、実行対象となっている処理の実行環境における環境特徴情報との比較により、実行対象となっている処理の実行環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。制御装置１００は、選択した環境対応制約条件データから制約条件を読み出すことで、実行対象となっている処理の実行環境に応じた制約条件を取得する。

制御装置１００は、制約条件選択装置の例に該当する。実行対象となっている処理を、実行対象処理とも称する。実行対象処理の実行環境を、実環境とも称する。実環境における環境特徴情報を、実環境特徴情報とも称する。

[0022] 制御装置１００が、実環境に応じた制約条件を取得することで、処理の実行環境の違いだけでなく、実行対象処理の違いにも対応できることが期待される。例えば、制御対象９００が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象９００の移動を伴ういろいろな処理に適用することができる。

[0023] また、制御装置１００が、実環境だけでなく、実行対象処理にも応じた制約条件を取得するようにしてもよい。例えば、後述するように、環境特徴情報として、処理の実行環境の初期状態に関する情報に加えて目標状態に関する

る情報も用いるようにしてもよい。

[0024] 制御装置１００は、例えば、パソコン（Personal Computer；PC）またはワークステーション（Workstation；WS）などのコンピュータを用いて構成されていてもよい。

[0025] 制御対象９００は、制御装置１００の制御に従って動作する。制御対象９００は、特定のものに限定されず、制御可能ないろいろなものとすることができる。制御対象９００が行う処理は、制御対象９００に応じていろいろな処理とすることができる。

[0026] 例えば、制御対象９００は、多関節ロボット（マニピュレータ、Manipulator）であってもよい。この場合、エンドエフェクタ（End Effector）の種類に応じて、物の把持および移動、または、製造物に対する加工など、いろいろな処理を実行対象の処理とすることができる。

[0027] また、制御対象９００は、無人搬送車またはドローンなどの移動体であってもよい。この場合、物の搬送など制御対象９００の移動を伴ういろいろな処理を実行対象の処理とすることができる。

また、制御対象９００は、１つの機器であってもよいし、発電プラントまたは化学プラントなど、複数の機器を含むシステムであってもよい。この場合、機器またはシステムの種類に応じて、いろいろな処理を実行対象の処理とすることができる。

[0028] 処理の実行環境を、制御対象９００の動作環境とも称する。ただし、処理の実行環境と制御対象９００とが一对一に対応付けられている必要は無い。ある特定の環境で、複数の制御対象９００のうち何れかを選択的に動作させるようにしてもよいし、複数の制御対象９００に協調動作を行わせるようにしてもよい。例えば上述した、制御対象９００が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象９００が、移動を伴ういろいろな機器である場合に用いることができる。

[0029] 制御対象９００の動作環境に、制御対象９００自体が含まれていてもよい。例えば、制御対象９００の動作環境の状態に、制御対象９００の状態が含

まれていてもよい。

[0030] 図2は、制御装置100の構成の例を示す図である。図2に示す構成で、制御装置100は、通信部110と、表示部120と、操作入力部130と、記憶部180と、処理部190とを備える。記憶部180は、環境対応制約条件データ記憶部181を備える。処理部190は、実環境特徴情報生成部191と、類似度算出部192と、制約条件選択部193と、制御実行部194とを備える。

[0031] 通信部110は、他の装置と通信を行う。例えば、通信部110が、実環境を観測するセンサから、実環境の観測データを受信するようにしてもよい。また、通信部110が、制御対象900に対して制御指令を送信するようにしてもよい。

[0032] 表示部120は、例えば液晶パネルまたはLED（Light Emitting Diode、発光ダイオード）パネルなどの表示画面を有し、各種画像を表示する。例えば、表示部120が、制御装置100が選択した制約条件、または、制御対象900を撮影したリアルタイム画像など、制御対象900による処理の実行に関する各種情報を表示するようにしてもよい。

[0033] 操作入力部130は、例えば、キーボードおよびマウスなどの入力デバイスを含んで構成され、ユーザ操作を受け付ける。例えば、操作入力部130が、制御システム1に実行させる処理（実行対象となる処理）を指定するユーザ操作を受け付けるようにしてもよい。

[0034] 記憶部180は、各種データを記憶する。記憶部180は、制御装置100が備える記憶デバイスを用いて構成される。

環境対応制約条件データ記憶部181は、環境対応制約条件データを記憶する。

[0035] 処理部190は、制御装置100の各部を制御して各種処理を行う。処理部190の機能は、例えば、制御装置100が備えるCPU（Central Processing Unit、中央処理装置）が、記憶部180からプログラムを読み出して実行することで実行される。

[0036] 実環境特徴情報生成部 191 は、実環境を観測するセンサによる実環境の観測データに基づいて、実環境特徴情報を生成する。上述したように、実環境特徴情報は、実環境における環境特徴情報である。環境特徴情報は、処理の実行環境に関する情報である。

実環境特徴情報生成部 191 は、実環境特徴情報生成手段の例に該当する。

[0037] 環境特徴情報は、特定の情報に限定されず、類似度を算出可能ないろいろな情報とすることができる。例えば、実環境特徴情報の生成に用いられるセンサは、制御対象 900 または実行対象の処理に応じていろいろなセンサとすることができる。センサとしてカメラが用いられ、実環境特徴情報生成部 191 が、実環境の観測データとして実環境の撮影画像を取得するようにしてもよい。また、センサとして、制御対象 900 の周囲の空気温度、または、制御対象 900 が扱う原料の流量など、何らかの値を出力するセンサが用いられ、実環境特徴情報生成部 191 が、センサ測定値を取得するようにしてもよい。

実環境特徴情報生成部 191 が、複数のセンサからのデータを取得するようにしてもよい。

[0038] また、実環境特徴情報として、実環境の観測データをそのまま用いるようにしてもよいし、観測データを加工したデータを用いるようにしてもよい。例えば、観測データとして実環境の撮影画像が得られる場合、実環境特徴情報生成部 191 が、実環境の撮影画像に対して画像認識処理をおこなって、画像に写っている物体を抽出するようにしてもよい。そして、実環境特徴情報生成部 191 が、抽出した各物体の位置、大きさ、色、材質またはそれらのうち一部など、抽出した物体ごとの属性または状態を示す情報を、実環境特徴情報として生成するようにしてもよい。

あるいは、実環境特徴情報生成部 191 が、実環境の撮影画像をそのまま実環境特徴情報として用いるようにしてもよい。

実環境の撮影画像に写っている物体は、実環境に位置する物体の例に該当

する。

[0039] また、実環境特徴情報の特定の形式に限定されない。例えば、実環境特徴情報として、実環境に位置する各物体の属性または状態を示す情報が用いられる場合、実環境特徴情報が、グラフ（有向グラフまたは無向グラフ）の形式となってもよい。実環境特徴情報を示すグラフを環境グラフとも称する。

あるいは、実環境特徴情報が、物体ごとにその物体の属性または状態を示す表形式のデータとなってもよい。あるいは、実環境情報が、各物体の属性または状態を順に列挙したベクトル形式のデータとなってもよい。

[0040] 図3は、実環境の撮影画像の例を示す図である。図3の例では、実環境の撮影画像に、トレイと、トレイ内に置かれた直方体の箱と、その箱の上に置かれた円筒の缶とが写っている。これらトレイ、箱、および、缶は、実環境に位置する物体の例に該当する。

[0041] 図4は、環境グラフの第1の例を示す図である。図4は、実環境特徴情報生成部191が、図3に示される実環境の撮影画像から生成する環境グラフの例を示している。

図4の例では、環境グラフは、「トレイ1」、「直方体1」、および、「円筒1」の3つのノードと、これらのノード間の関係を示すエッジとを含んで構成されている。

[0042] 図4の例で、環境グラフのノードは、実環境の撮影画像に写る各物体を示している。ノード「トレイ1」は、トレイを示す。ノード「直方体1」は、直方体の箱を示す。ノード「円筒1」は、円筒の缶を示す。これら実環境の撮影画像に写る物体の形状が、環境グラフのノードの識別情報として用いられている。なお、図4の例では、トレイの形状を「トレイ」としている。また、「トレイ1」等の「1」は、同じ形状の物体が複数ある場合に各ノードを識別するための、物体の形状ごとの通し番号である。

[0043] また、図4の例では、ノードごとに、そのノードが示す物体の属性または状態を示す情報として、各物体の種類（「トレイ」、「箱」、「缶」）、各

物体の位置（「 $x = \dots$ 」、「 $y = \dots$ 」、「 $z = \dots$ 」）、および、各物体の色（「白」、「青」、「赤」）が紐付けられている。

[0044] また、図4の例では、エッジごとに、そのエッジが示す関係が紐付けられている。関係「in」は、有向エッジの始端側のノードが示す物体が、終端側のノードが示す物体の中に位置しているという関係を示す。関係「on」は、有向エッジの始端側のノードが示す物体が、終端側のノードが示す物体の上に位置しているという関係を示す。

図4の例のように、環境特徴情報が、環境における物体を示すノードと、ノード間の関係を示すエッジとを含んで構成されている環境グラフによって示されていてもよい。

[0045] 図5は、環境グラフの第2の例を示す図である。図5の例では、実環境の撮影画像に写る各物体に加えて、各物体の属性または状態もノードで示されている。物体を示すノードと、その物体の種類を示すノードとが、エッジ「種類」で結ばれている。物体を示すノードと、その物体の位置を示すノードとが、エッジ「位置」で結ばれている。物体を示すノードと、その物体の色を示すノードとが、エッジ「色」で結ばれている。

[0046] なお、図5では、図を見易くするために、ノード「トレイ1」が示すトレイ、および、ノード「円筒1」が示す缶について、これらの物体の属性または状態を示すためのノードおよびエッジを示し、それらノードおよびエッジの詳細な情報の表示は省略している。

図5の例のように、環境特徴情報が、環境における物体を示すノード以外にもノードを含んで構成されている環境グラフによって示されていてもよい。

[0047] 図6は、環境グラフの第3の例を示す図である。図6の例では、処理の実行環境の初期状態および目標状態のそれぞれの環境グラフが示されている。初期状態を示す環境グラフは、「トレイ1」および「トレイ2」の2つのトレイがあり、「トレイ1」内に「直方体1」および「円筒1」の2つの物体が位置している状態を示している。目標状態を示す環境グラフは、「トレイ

1」および「トレイ 2」のうち「トレイ 2」内に「直方体 1」および「円筒 1」の 2 つの物体が位置し、かつ、「円筒 1」が「直方体 1」の上に位置している状態を示している。

[0048] 図 6 の例では、初期状態の環境グラフと目標状態の環境グラフとの組み合わせによって、初期状態から目標状態へと変化するように、「直方体 1」および「円筒 1」を移動させるという処理が示されている。

図 6 の例のように、環境特徴情報が、初期状態の環境グラフと目標状態の環境グラフとを含んでいてもよい。

[0049] このように、初期状態の環境グラフと目標状態の環境グラフとの組み合わせによって、処理の実行環境に関する情報に加えて、実行される処理に関する情報も示されているといえる。制御装置 100 が、初期状態の環境グラフと目標状態の環境グラフとを含む環境特徴情報を用いて環境対応制約条件データ選択することで、実環境だけでなく、実行対象処理にも応じた制約条件を取得できると期待される。

[0050] 図 7 は、環境グラフの第 4 の例を示す図である。図 7 は、図 6 の例における初期状態の環境グラフと目標状態の環境グラフとを 1 つのグラフに纏めた環境グラフの例を示している。「トレイ 1 初期」、「トレイ 2 初期」、「直方体 1 初期」、および、「円筒 1 初期」の各ノードは、初期状態における物体を示している。「トレイ 1 目標」、「トレイ 2 目標」、「直方体 1 目標」、および、「円筒 1 目標」の各ノードは、目標状態における物体を示している。「time」エッジは、初期状態から目標状態への時間経過を示している。

[0051] 図 7 の例のように、環境特徴情報が、処理の実行環境の初期状態の環境グラフと目標状態の環境グラフとを 1 つのグラフに纏めた環境グラフを含んでいてもよい。制御装置 100 が、処理の実行環境の初期状態の環境グラフと目標状態の環境グラフとを 1 つのグラフに纏めた環境グラフを含む環境特徴情報を用いて環境対応制約条件データ選択することで、図 6 の例の場合と同様、実環境だけでなく、実行対象処理にも応じた制約条件を取得できると期

待される。

[0052] 類似度算出部 192 は、環境特徴情報の類似度を算出する。類似度算出部 192 が算出する類似度として、環境特徴情報に応じたいろいろな指標を用いることができる。

[0053] 例えば、環境特徴情報がグラフ（有向グラフまたは無向グラフ）で表される場合、類似度算出部 192 が、環境特徴情報の類似度として、物体を示すノードまたは部分グラフの類似度、および、物体を示すノード間のエッジの類似度を用いるようにしてもよい。

[0054] 物体を示す 2 つのノードまたは部分グラフの類似度の計算では、例えば、2 つの物体それぞれの属性または状態をベクトルで表し、コサイン類似度またはノルムなどベクトルの類似度を表す指標を用いることができる。ベクトルの類似度を表す指標としてコサイン類似度を用いる場合、指標値が大きいほど 2 つのベクトルが類似していることを示す。一方、ベクトルの類似度を表す指標としてノルムを用いる場合、指標値が小さいほど 2 つのベクトルが類似していることを示す。

[0055] 2 つの物体それぞれの属性または状態をベクトルで表す際、類似度算出部 192 は、例えば、位置を示す座標値を x 座標値、 y 座標値、 z 座標値の順に並べるなど、2 つのベクトルで項目の並び順を同じにする。また、類似度算出部 192 が、2 つの物体のうち 1 つの物体についてのみデータがある項目は、ベクトルの要素に含めないようにして、類似の判定の対象から除外するようにしてもよい。

[0056] また、物体の形状など数値以外で表される項目については、類似度算出部 192 が、ベクトルの類似度とは別に、2 つの物体でその項目の値が同じであれば類似度を所定値とし、異なっていれば類似度を 0 とするなどにより類似度を数値化し、ベクトルの類似度に加えるようにしてもよい。なお、ベクトルの類似度を表す指標としてノルムを用いる場合など、指標値が小さいほどベクトルが類似している場合は、2 つの物体で同じ項目の値が異なっているときは類似度を十分大きい所定値にするなど、2 つの物体で同じ項目の値

が同じであるときよりも大きい値とするようにしてもよい。

[0057] 2つのグラフにおける物体を示すノードの類似度の計算では、類似度算出部192が、例えば、2つのグラフ間での物体を示すノードの対応付けを、対応付けられたノードの類似度のグラフ全体での平均値が最大になるように行うようにしてもよい。そして、類似度算出部192が、対応付けられたノードの類似度のグラフ全体での平均値の最大値を、2つのグラフにおけるノードの類似度として用いるようにしてもよい。

[0058] エッジの類似度の計算では、例えば、2つのグラフそれぞれから1つずつ選択したエッジの両端のノードの何れも、上記のノードの対応付けで対応付けられている場合に、選択したエッジが同じエッジであると規定してもよい。そして、類似度算出部192が、グラフ全体で同じエッジの個数を計数するようにしてもよい。そして、グラフのスケールが大きいほどエッジの類似度が高くなることを回避するために、類似度算出部192が、グラフ全体での同じエッジの個数を、物体を示すノードの個数で除算した値を、2つのグラフにおけるエッジの類似度として用いるようにしてもよい。

[0059] エッジによって、ノードの接続関係だけでなく、例えばノード間の距離など、エッジによって接続されるノードに関するいろいろな値を表現するようにしてもよい。エッジが実数で示されていてもよいし、ベクトルで示されていてもよい。

エッジがベクトルで示されている場合、エッジの類似度を表す指標として、コサイン類似度またはノルムなどベクトルの類似度を表す指標を用いることができる。

[0060] 類似度算出部192が、エッジについても、数値以外で表される項目については、ベクトルの類似度とは別に、2つのエッジでその項目の値が同じであれば類似度を所定値とし、異なっていれば類似度を0とするなどにより類似度を数値化し、ベクトルの類似度に加えるようにしてもよい。なお、ベクトルの類似度を表す指標としてノルムを用いる場合など、指標値が小さいほどベクトルが類似している場合は、2つの物体で同じ項目の値が異なってい

るときは類似度を十分大きい所定値にするなど、2つの物体で同じ項目の値が同じであるときよりも大きい値とするようにしてもよい。

[0061] そして、類似度算出部192が、2つのグラフにおけるノードの類似度と、2つのグラフにおけるエッジの類似度とを所定の重み係数で重み付け合計した値を、2つのグラフの類似度として用いるようにしてもよい。

[0062] あるいは、類似度算出部192が、グラフニューラルネットワーク (Graph Neural Network ; G N N) およびグラフ畳込みネットワーク (Graph Convolutional Network ; G C N)などのニューラルネットワークを含んで構成され、グラフの特微量の計算を予め学習しておくようにしてもよい。そして、類似度算出部192が、ニューラルネットワークを用いてグラフ全体の特微量を計算し、算出した特微量をもとに、2つのグラフの類似度を比較(クラスタリング)するようにしてもよい。

あるいは、類似度算出部192が、グラフカーネル (Graph Kernel) などカーネル法 (Kernel Method) により、2つのグラフの類似度を、カーネル関数を用いて算出するようにしてもよい。

[0063] 環境特徴情報が実ベクトル (要素が実数値のベクトル) で表される場合、環境特徴情報の類似度として、コサイン類似度またはノルムなど実ベクトルの類似度として公知の指標を用いるようにしてもよい。

環境特徴情報が画像で表される場合、画像の類似度の算出方法として公知の方法を、環境特徴情報の類似度の算出方法として用いるようにしてもよい。

[0064] 制約条件選択部193は、環境対応制約条件データ記憶部181が記憶している環境対応制約条件データのうち、実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。具体的には、制約条件選択部193は、類似度算出部192が算出する、実環境特徴情報と、環境対応制約条件データに含まれている環境特徴情報との類似度に基づいて、実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。

制約条件選択部193は、制約条件選択手段の例に該当する。

[0065] 類似度算出部 192 が、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶している環境対応制約条件データの各々について、その環境対応制約条件データに含まれる環境特徴情報と、実環境特徴情報との類似度を算出するようにしてもよい。そして、制約条件選択部 193 が、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶している環境対応制約条件データのうち、類似度算出部 192 が算出した類似度が最も高い環境対応制約条件データを選択するようにしてもよい。

[0066] 制御実行部 194 は、制御対象 900 に対する制御を行う。具体的には、制御実行部 194 は、制約条件選択部 193 が選択した環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象 900 を、実行対象処理を実行させるように制御する。制御実行部 194 は、制御対象 900 に対する制御指令を生成し、生成した制御指令を、通信部 110 を介して制御対象 900 へ送信することで、制御対象 900 に対する制御を行う。

制御実行部 194 は、制御実行手段の例に該当する。

[0067] 例えば、実行対象処理が、制御対象 900 が所定の目標地点に到達することである場合に、目的関数として、制御対象 900 と目標地点との距離を示す関数が予め設定されるなど、実行対象処理の達成の有無を示す目的関数が予め設定されていてもよい。そして、制御実行部 194 が、制約条件を満たし、かつ、目的関数が、実行対象処理が達成されたことを示す値となるような、制御対象 900 に対する制御指令の時系列を探索するようにしてもよい。そして、制御実行部 194 が、得られた制御指令の時系列に従って、制御対象 900 に対して制御指令を送信することで、実行対象処理を制御対象 900 に行わせるようにしてもよい。

[0068] あるいは、制約条件選択部 193 が、実行対象処理における目標状態を示す制約条件を含む制約条件を選択するようにしてもよい。例えば、制約条件が時相論理で示され、所定時間経過時に制御対象 900 が目標地点に位置しているという制約条件が、制約条件選択部 193 が選択した制約条件に含まれていてもよい。そして、制御実行部 194 が、制約条件を満たすような、

制御対象 900 に対する制御指令の時系列を探索するようにしてもよい。そして、制御実行部 194 が、得られた制御指令の時系列に従って、制御対象 900 に対して制御指令を送信することで、実行対象処理を制御対象 900 に行わせるようにしてもよい。

[0069] 図 8 は、制御装置 100 が制御対象 900 を制御する際のデータの流の例を示す図である。

図 8 の例で、実環境特徴情報生成部 191 は、実環境を観測するセンサによる実環境の観測データに基づいて、実環境特徴情報を生成する。

[0070] 類似度算出部 192 は、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶している環境対応制約条件データの各々について、その環境対応制約条件データに含まれる環境特徴情報と、実環境特徴情報との類似度を算出する。

制約条件選択部 193 は、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶している環境対応制約条件データのうち、類似度算出部 192 が算出した類似度が最も高い環境対応制約条件データを選択する。

[0071] 制御実行部 194 は、制約条件選択部 193 が選択した環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象 900 に対する制御指令を生成する。制御実行部 194 は、生成した制御指令を、通信部 110 を介して制御対象 900 へ送信することで、制御対象 900 に対する制御を行う。

[0072] 図 9 は、制御装置 100 が制御対象 900 を制御する処理の手順の例を示す図である。

図 9 の処理で、実環境特徴情報生成部 191 は、実環境の観測データを取得する（ステップ S101）。

[0073] そして、実環境特徴情報生成部 191 は、取得した観測データに基づいて、実環境特徴情報を生成する（ステップ S102）。

次に、類似度算出部 192 は、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶している環境対応制約条件データの各々について、その環境対応制約条件データに含まれる環境特徴情報と、実環境特徴情報との類似度を算出する（ステップ S103）。

[0074] 次に、制約条件選択部 193 は、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶している環境対応制約条件データのうち、類似度算出部 192 が算出した類似度が最も高い環境対応制約条件データを選択する（ステップ S104）。

そして、制御実行部 194 は、制約条件選択部 193 が選択した環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象 900 を制御する（ステップ S105）。具体的には、制御実行部 194 は、制約条件に基づいて制御対象 900 に対する制御指令を生成し、生成した制御指令を、通信部 110 を介して制御対象 900 へ送信する。

ステップ S105 の後、制御装置 100 は、図 9 の処理を終了する。

[0075] 以上のように、制約条件選択部 193 は、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。制御実行部 194 は、選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象 900 を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する。

[0076] 制御装置 100 が、実環境に応じた制約条件を取得することで、処理の実行環境の違いだけでなく、実行対象となっている処理の違いにも対応できることが期待される。例えば、制御対象 900 が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象 900 の移動を伴ういろいろな処理に適用することができる。

[0077] また、実環境特徴情報生成部 191 は、実環境を観測するセンサによる実環境の観測データに基づいて、実環境における環境特徴情報である実環境特徴情報を生成する。類似度算出部 192 は、環境特徴情報の類似度を算出する。制約条件選択部 193 は、実環境特徴情報と、環境対応制約条件データに含まれている環境特徴情報との類似度に基づいて、実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。

[0078] 制御装置１００では、環境特徴情報の類似度に基づいて環境対応制約条件データを選択することで、実環境に適した制約条件を取得できると期待される。制御装置１００によれば、この点で、制御対象９００を高精度に制御できると期待される。

[0079] また、環境特徴情報は、処理の実行環境における物体を示すノードと、ノード間の関係を示すエッジとを含むグラフで表される。

制御装置１００によれば、環境特徴情報によって物体間の関係が示される点で、処理の実行環境の類似度を高精度に判定できると期待され、実環境に適した制約条件を取得できると期待される。

[0080] <第２実施形態>

第２実施形態から第４実施形態では、制御装置が、実環境に適した環境対応制約条件データがないと判定した場合に、環境対応制約条件データを生成する場合の例について説明する。

[0081] 第２実施形態では、制御装置が、実環境に応じた制約条件を入力するユーザ操作を受けて環境対応制約条件データを生成する場合の例について説明する。

第３実施形態では、制御装置が、制御対象９００を操作するユーザ操作を受けて環境対応制約条件データを生成する場合の例について説明する。

第４実施形態では、制御装置が、制御対象９００の動作のシミュレーションに基づいて環境対応制約条件データを生成する場合の例について説明する。

[0082] 図１０は、第２実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。図１０に示す構成で、制御装置２００は、通信部１１０と、表示部１２０と、操作入力部１３０と、記憶部１８０と、処理部２９０とを備える。処理部２９０は、実環境特徴情報生成部１９１と、類似度算出部１９２と、制約条件選択部１９３と、制御実行部１９４と、支援要求部２９１と、環境対応制約条件データ生成部２９２とを備える。

第２実施形態では、図１の制御装置１００に代えて制御装置２００を用い

る。

[0083] 図10の各部のうち、図1の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（110、120、130、180、181、191、192、193、194）を付し、ここでは詳細な説明を省略する。

制御装置200は、処理部290が、処理部190が備える各部に加えてさらに支援要求部291と、環境対応制約条件データ生成部292とを備える点で、制御装置100と異なる。それ以外の点では、制御装置200は制御装置100と同様である。

[0084] 支援要求部291は、環境対応制約条件データ記憶部181が記憶している環境対応制約条件データの中に、実環境特徴情報との類似度が所定の閾値以上に類似している環境特徴情報を含む環境対応制約条件データがない場合、ユーザ操作を要求する。ここでの閾値は、例えば、ユーザが予め設定し、記憶部180が記憶しておくようにしてもよい。

支援要求部291は、支援要求手段の例に該当する。

[0085] 例えば、支援要求部291が、表示部120を制御して、制御対象900に対する制御の計画を立案できない旨、および、ユーザによる支援を求める旨を表示させるようにしてもよい。

あるいは第2実施形態では、支援要求部291が、表示部120を制御して、制御対象900の動作に対する制約条件の入力を求める旨を表示させるようにしてもよい。

[0086] 環境対応制約条件データ生成部292は、環境対応制約条件データ記憶部181が記憶している環境対応制約条件データの中に、実環境特徴情報との類似度が所定の閾値以上に類似している環境特徴情報を含む環境対応制約条件データがない場合、実環境特徴情報と実環境における制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

環境対応制約条件データ生成部292は、環境対応制約条件データ生成手段の例に該当する。

[0087] 第2実施形態では、環境対応制約条件データ生成部292は、実環境特徴

情報生成部 191 が生成する実環境特性情報と、ユーザが入力する制約条件とを紐付けて、環境対応制約条件データを生成する。ユーザが、実行対象処理における目標状態を示す制約条件を含む制約条件を入力するようにしてもよい。この場合、環境対応制約条件データ生成部 292 は、実環境特性情報と、実行対象処理における目標状態を示す制約条件を含む制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

[0088] 図 11 は、制御装置 200 が環境対応制約条件データを新たに生成する場合の、データの流れの例を示す図である。

図 11 の例で、実環境特徴情報生成部 191、および、類似度算出部 192 におけるデータの流れは、図 8 の場合と同様である。

[0089] 具体的には、実環境特徴情報生成部 191 は、実環境を観測するセンサによる実環境の観測データに基づいて、実環境特徴情報を生成する。類似度算出部 192 は、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶している環境対応制約条件データの各々について、その環境対応制約条件データに含まれる環境特徴情報と、実環境特徴情報との類似度を算出する。

[0090] 制約条件選択部 193 は、類似度算出部 192 が算出する類似度が、所定の閾値以上に類似していることを示す環境対応制約条件データが有るか否かを判定する。制約条件選択部 193 が、該当する環境対応制約条件データが有ると判定した場合の、制約条件選択部 193、および、制御実行部 194 におけるデータの流れは、図 8 を参照して説明したのと同様であり、ここでは図示および説明を省略する。

[0091] 一方、類似度算出部 192 が算出する類似度が、所定の閾値以上に類似していることを示す環境対応制約条件データが無いと判定した場合、制約条件選択部 193 は、該当する環境対応制約条件データが無い旨を示す情報を、支援要求部 291 へ出力する。

[0092] 支援要求部 291 は、該当する環境対応制約条件データが無い旨を示す情報の入力を受けると、ユーザに支援を要求する。例えば上述したように、支援要求部 291 が、表示部 120 を制御して、制御対象 900 に対する制御

の計画を立案できない旨、および、ユーザによる支援を求める旨を表示させるようにしてもよい。

[0093] 第2実施形態では、支援の要求を受けたユーザは、制御装置200に制約条件を入力する。制御実行部194は、ユーザが入力した制約条件を満たすように、制御対象900に対する制御指令を生成し、生成した制御指令を、通信部110を介して制御対象900へ送信する。

[0094] また、環境対応制約条件データ生成部292は、実環境特徴情報生成部191が生成した実環境特徴情報と、ユーザが入力した制約条件とを紐付けて、環境対応制約条件データを生成する。環境対応制約条件データ生成部292は、生成した環境対応制約条件データを、環境対応制約条件データ記憶部181に記憶させる。これにより、環境対応制約条件データ記憶部181が記憶する環境対応制約条件データに、環境対応制約条件データ生成部292が生成した環境対応制約条件データが追加される。

[0095] 図12は、制御装置200が制御対象900を制御する処理の手順の例を示す図である。

図12のステップS201からS203は、図9のステップS101からS103と同様である。

[0096] ステップS203の後、制約条件選択部193は、類似度算出部192が算出する類似度が、所定の閾値以上に類似していることを示す環境対応制約条件データが有るか否かを判定する（ステップS204）。

該当する環境対応制約条件データが有ると制約条件選択部193が判定した場合（ステップS204：YES）、処理がステップS211へ進む。

ステップS211からS212は、図9のステップS104からS105と同様である。

ステップS212の後、制御装置200は、図12の処理を終了する。

[0097] 一方、ステップS204で、該当する環境対応制約条件データが無いと制約条件選択部193が判定した場合（ステップS204：NO）、支援要求部291は、ユーザに支援を要求する（ステップS221）。

そして、制御装置１００は、ユーザが入力する制約条件を取得する（ステップＳ２２２）。例えば、操作入力部１３０が、制約条件を入力するユーザ操作を受け付ける。

[0098] 次に、制御実行部１９４は、ユーザが入力した制約条件を満たすように、制御対象９００を制御する（ステップＳ２２３）。

また、環境対応制約条件データ生成部２９２は、実環境特徴情報生成部１９１が生成した実環境特徴情報と、ユーザが入力した制約条件とを紐付けて、環境対応制約条件データを生成し、生成した環境対応制約条件データを、環境対応制約条件データ記憶部１８１に記憶させる（ステップＳ２２４）。

ステップＳ２２４の後、制御装置２００は、図１２の処理を終了する。

[0099] 以上のように、環境対応制約条件データ生成部２９２は、実環境特徴情報との類似度が所定の閾値以上に類似している環境特徴情報を含む環境対応制約条件データがない場合、実環境特徴情報と実環境における制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

制御装置２００によれば、実環境に適した環境対応制約条件データが無い場合に、実環境に適した環境対応制約条件データを追加できると期待される。

[0100] また、支援要求部２９１は、実環境特徴情報との類似度が所定の閾値以上に類似している環境特徴情報を含む環境対応制約条件データがない場合、ユーザ操作を要求する。環境対応制約条件データ生成部２９２は、ユーザ操作に基づいて、実環境特徴情報と実環境における制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

制御装置２００によれば、ユーザ操作に基づいて環境対応制約条件データを生成する点で、実環境に適した環境対応制約条件データを追加できると期待される。

[0101] また、環境対応制約条件データ生成部２９２は、実環境特徴情報と、ユーザ操作で入力される制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

制御装置２００によれば、ユーザが入力する制約条件を用いて環境対応制約条件データを生成する点で、実環境に適した環境対応制約条件データを追加できると期待される。

[0102] ＜第３実施形態＞

図１３は、第３実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。図１３に示す構成で、制御装置３００は、通信部１１０と、表示部１２０と、操作入力部１３０と、記憶部１８０と、処理部３９０とを備える。処理部３９０は、実環境特徴情報生成部１９１と、類似度算出部１９２と、制約条件選択部１９３と、制御実行部１９４と、支援要求部２９１と、環境対応制約条件データ生成部２９２と、制約条件学習部３９１とを備える。

第３実施形態では、図１の制御装置１００に代えて制御装置３００を用いる。

[0103] 図１３の各部のうち、図１０の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（１１０、１２０、１３０、１８０、１８１、１９１、１９２、１９３、１９４、２９１、２９２）を付し、ここでは詳細な説明を省略する。

制御装置３００は、処理部３９０が、処理部２９０が備える各部に加えてさらに制約条件学習部３９１を備える点で、制御装置２００と異なる。それ以外の点では、制御装置３００は制御装置２００と同様である。

[0104] 制約条件学習部３９１は、制御対象９００の動作の時系列に基づいて、制約条件を学習する。

第３実施形態では、制約条件学習部３９１は、ユーザ操作に応じた制御対象９００の動作の時系列に基づいて、制約条件を学習する。第３実施形態では、制約条件学習部３９１は、制御対象９００を操作するユーザ操作に基づいて制約条件を学習する、と言える。

[0105] 例えば、記憶部１８０は、パラメータを含む制約条件を予め記憶しておく。パラメータを含む制約条件を、制約条件テンプレートとも称する。

そして、制約条件学習部３９１は、制御対象９００の動作の時系列に基づ

いて制約条件テンプレートのパラメータの値を決定する。

[0106] さらに例えば、記憶部 180 は、制約条件テンプレートを複数記憶しておく。また、制御装置 300 は、制御対象 900 の動作の時系列を複数取得する。

そして、制約条件学習部 391 は、実行対象処理に成功した場合の、全ての時系列について制約条件が成立するようなパラメータ値が存在する制約条件テンプレートを採用する。一方、制約条件学習部 391 は、実行対象処理に成功した場合の、全ての時系列について制約条件が成立するようなパラメータ値が存在しない制約条件テンプレートを不採用とする。

ここでいう実行対象処理に成功した場合は、実行対象処理を達成した場合である。実行対象処理を達成できなかった場合を、実行対象処理に失敗した場合とも称する。

[0107] あるいは、制約条件学習部 391 が、実行対象処理に成功した場合の、制御対象 900 の動作の時系列について、制約条件が成立するようなパラメータ値が所定の割合以上に高い割合で存在するか否かに基づいて、制約条件テンプレートの採否を決定するようにしてもよい。例えば、制約条件学習部 391 が、実行対象処理に成功した場合の時系列のうち、所定の割合以上の時系列について制約条件が成立するようなパラメータ値が存在する制約条件テンプレートを採用するようにしてもよい。一方、制約条件学習部 391 が、実行対象処理に成功した場合の時系列のうち、所定の割合以上の時系列について制約条件が成立するようなパラメータ値が存在する、という条件を満たさない制約条件テンプレートを不採用とするようにしてもよい。

[0108] ここで、制御装置 300 が、実行対象処理に成功した場合の、制御対象 900 の動作の時系列と、実行対象処理に失敗した場合の、制御対象 900 の動作の時系列との両方を得られる場合について考える。第 3 実施形態では、ユーザが、実行対象処理に成功するような操作、および、実行対象処理に失敗するような操作の両方を行う場合が、制御装置 300 が、実行対象処理に成功した場合の、制御対象 900 の動作の時系列と、実行対象処理に失敗し

た場合の、制御対象 900 の動作の時系列との両方を得られる場合に該当する。

[0109] この場合、制約条件学習部 391 は、採用した制約条件テンプレートの全てのパラメータの組み合わせについて、実行対象処理に成功する場合には制約条件が成立し、実行対象処理に失敗する場合には制約条件が不成立となるような、パラメータ値の組み合わせを探索し、設定する。

[0110] ここでいう、実行対象処理に成功する場合には制約条件が成立することは、実行対象処理に成功した場合の、制御対象 900 の動作の時系列に対しては、全ての制約条件テンプレートについて制約条件が成立することである。また、実行対象処理に失敗する場合には制約条件が不成立となることは、実行対象処理に失敗した場合の、制御対象 900 の動作の時系列に対しては、少なくとも 1 つの制約条件テンプレートについて制約条件が不成立となることである。

[0111] 実行対象処理に成功する場合には制約条件が成立し、実行対象処理に失敗する場合には制約条件が不成立となるような、パラメータ値の組み合わせを得られない場合、制約条件学習部 391 が、採用した制約条件テンプレートのうち 1 つ以上を不採用に変更するようにしてもよい。

[0112] ここでも、「実行対象処理に成功する場合には制約条件が成立」する、との条件が、「実行対象処理に成功する場合には、所定の割合以上に高い割合で制約条件が成立」する、のように緩和されていてもよい。例えば、制約条件学習部 391 が、採用した制約条件テンプレートの全てのパラメータの組み合わせについて、実行対象処理に成功した場合の時系列のうち、所定の割合以上の時系列について制約条件が成立し、実行対象処理に失敗した場合の全ての時系列で制約条件が不成立となるような、パラメータ値の組み合わせを探索し、設定するようにしてもよい。また、このようなパラメータ値の組み合わせを得られない場合、制約条件学習部 391 が、採用した制約条件テンプレートのうち 1 つ以上を不採用に変更するようにしてもよい。

[0113] 次に、制御装置 300 が、実行対象処理に成功した場合の、制御対象 900

0の動作の時系列を得られるが、実行対象処理に失敗した場合の、制御対象900の動作の時系列は得られない場合について考える。

この場合、制約条件学習部391は、採用した制約条件テンプレートの全てのパラメータの組み合わせについて、実行対象処理に成功した場合の、制御対象900の動作の時系列に対して、全ての制約条件テンプレートについて制約条件が成立するような、パラメータ値の組み合わせを探索し、設定する。

[0114] 制約条件学習部391が、制約条件がなるべく厳しくなるように、パラメータ値の組み合わせを設定するようにしてもよい。例えば、制御対象900が進入してはいけない領域の半径を示すパラメータについて、制約条件学習部391が、実行対象処理に成功した場合の、制御対象900の動作の時系列に対して制約条件が成立するような半径のうち最大の半径を、パラメータ値として設定するようにしてもよい。

[0115] また、実行対象処理に成功した場合の、制御対象900の動作の時系列に対して、全ての制約条件テンプレートについて制約条件が成立するような、パラメータ値の組み合わせを得られない場合、制約条件学習部391が、採用した制約条件テンプレートのうち1つ以上を不採用に変更するようにしてもよい。

[0116] この場合も、実行対象処理に成功した場合の全ての時系列という条件が、実行対象処理に成功した場合の時系列のうち、所定の割合以上に高い割合の時系列という条件に緩和されていてもよい。例えば、制約条件学習部391が、採用した制約条件テンプレートの全てのパラメータの組み合わせについて、実行対象処理に成功した場合の、制御対象900の動作の時系列のうち、所定の割合以上の時系列に対して、全ての制約条件テンプレートについて制約条件が成立するような、パラメータ値の組み合わせを探索し、設定するようにしてもよい。

[0117] この場合、制約条件がなるべく厳しくなるように、パラメータ値の組み合わせを設定することは、所定の割合以上の時系列として選択された時系列に

対して制約条件が成立するようなパラメータ値の組み合わせ、かつ、制約条件がなるべく厳しくなるような、パラメータ値の組み合わせを設定すること、とすることができる。例えば、制御対象 900 が進入してはいけない領域の半径を示すパラメータについて、制約条件学習部 391 が、所定の割合以上の時系列として選択された時系列に対して制約条件が成立するような半径のうち最大の半径を、パラメータ値として設定するようにしてもよい。

[0118] ただし、制約条件学習部 391 が制約条件を学習する方法は、特定の方法に限定されず、制御対象 900 の動作の時系列、および、その時系列での実行対象処理の成否に整合する制約条件を得られるいろいろな方法とすることができる。

[0119] 図 14 は、制御装置 300 が環境対応制約条件データを新たに生成する場合の、データの流れの例を示す図である。

図 14 の例で、実環境特徴情報生成部 191、類似度算出部 192、および、制約条件選択部 193 におけるデータの流れは、図 11 の場合と同様である。

[0120] 具体的には、実環境特徴情報生成部 191 は、実環境を観測するセンサによる実環境の観測データに基づいて、実環境特徴情報を生成する。類似度算出部 192 は、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶している環境対応制約条件データの各々について、その環境対応制約条件データに含まれる環境特徴情報と、実環境特徴情報との類似度を算出する。

[0121] 制約条件選択部 193 は、類似度算出部 192 が算出する類似度が、所定の閾値以上に類似していることを示す環境対応制約条件データが有るか否かを判定する。制約条件選択部 193 が、該当する環境対応制約条件データが有ると判定した場合の、制約条件選択部 193、および、制御実行部 194 におけるデータの流れは、図 8 を参照して説明したのと同様であり、ここでは図示および説明を省略する。

[0122] 一方、類似度算出部 192 が算出する類似度が、所定の閾値以上に類似していることを示す環境対応制約条件データが無いと判定した場合、制約条件

選択部 193 は、該当する環境対応制約条件データが無い旨を示す情報を、支援要求部 291 へ出力する。

[0123] また、図 11 を参照して説明したのと同様、支援要求部 291 は、該当する環境対応制約条件データが無い旨を示す情報の入力を受けると、ユーザに支援を要求する。例えば、支援要求部 291 が、表示部 120 を制御して、制御対象 900 に対する制御の計画を立案できない旨、および、ユーザによる支援を求める旨を表示させるようにしてもよい。

[0124] 第 3 実施形態では、支援の要求を受けたユーザは、制御対象 900 に対する操作を行う。例えば、支援要求部 291 が、表示部 120 を制御して、制御対象 900 に対する操作を行うよう求める旨を表示させるようにしてもよい。また、操作入力部 130 が、制御対象 900 に対するユーザ操作を受け付けるようにしてもよい。例えば、ユーザが、操作入力部 130 が備えるキーボードを用いて、制御対象 900 に対する制御指令を入力するようにしてもよい。あるいは、操作入力部 130 が、ジョイスティックなど、制御対象 900 に対する操作のための操作器を備えてユーザ操作を受け付けるようにしてもよい。

[0125] 制御実行部 194 は、制御対象 900 に対するユーザ操作に従って、制御対象 900 に対する制御指令を生成し、通信部 110 を介して制御対象 900 へ送信する。これにより、制御実行部 194 を、ユーザ操作に従って動作させる。

[0126] また、制約条件学習部 391 は、ユーザが制御対象 900 に対する操作をおこなっているときの、実環境の観測データを取得する。実環境の観測データには、例えば制御対象 900 の位置など、制御対象 900 の動作を示すデータが含まれているものとする。

制約条件学習部 391 は、実環境の観測データに基づいて、実環境における制約条件の学習を行い、得られた制約条件を環境対応制約条件データ生成部 292 へ出力する。

[0127] 環境対応制約条件データ生成部 292 は、実環境特徴情報生成部 191 が

生成した実環境特徴情報と、制約条件学習部 391 による学習で得られた制約条件とを紐付けて、環境対応制約条件データを生成する。環境対応制約条件データ生成部 292 は、生成した環境対応制約条件データを、環境対応制約条件データ記憶部 181 に記憶させる。これにより、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶する環境対応制約条件データに、環境対応制約条件データ生成部 292 が生成した環境対応制約条件データが追加される。

[0128] 図 15 は、制御装置 300 が制御対象 900 を制御する処理の手順の例を示す図である。

図 15 のステップ S301 から S304 は、図 12 のステップ S201 から S204 と同様である。

[0129] ステップ S304 で、該当する環境対応制約条件データが有ると制約条件選択部 193 が判定した場合（ステップ S304：YES）、処理がステップ S311 へ進む。

ステップ S311 から S312 は、図 12 のステップ S211 から S212 と同様である。

[0130] 一方、ステップ S304 で、該当する環境対応制約条件データが無いと制約条件選択部 193 が判定した場合（ステップ S304：NO）、支援要求部 291 は、ユーザに支援を要求する（ステップ S321）。

そして、制御装置 100 は、ユーザが行う制御対象 900 に対する操作に基づいて制御対象 900 を制御する（ステップ S322）。

[0131] 次に、制約条件学習部 391 は、ユーザが制御対象 900 に対する操作をおこなっているときの制御対象 900 の動作の時系列に基づいて、制約条件を学習する（ステップ S323）。

環境対応制約条件データ生成部 292 は、実環境特徴情報生成部 191 が生成した実環境特徴情報と、制約条件学習部 391 による学習で得られた制約条件とを紐付けて、環境対応制約条件データを生成し、生成した環境対応制約条件データを、環境対応制約条件データ記憶部 181 に記憶させる（ステップ S324）。

ステップS 3 2 4の後、制御装置3 0 0は、図1 5の処理を終了する。

[0132] 以上のように、制約条件学習部3 9 1は、制御対象9 0 0を操作するユーザ操作に基づいて制約条件を学習する。環境対応制約条件データ生成部2 9 2は、実環境特徴データと、学習で得られた制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

制御装置3 0 0によれば、制御対象9 0 0を操作するユーザ操作に基づいて制約条件を学習する点で、実行対象処理の実行に成功する場合の制約条件を学習できることが期待される。

[0133] <第4実施形態>

図1 6は、第4実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。図1 6に示す構成で、制御装置4 0 0は、通信部1 1 0と、表示部1 2 0と、操作入力部1 3 0と、記憶部1 8 0と、処理部4 9 0とを備える。処理部4 9 0は、実環境特徴情報生成部1 9 1と、類似度算出部1 9 2と、制約条件選択部1 9 3と、制御実行部1 9 4と、環境対応制約条件データ生成部2 9 2と、制約条件学習部3 9 1と、シミュレーション処理部4 9 1とを備える。

第4実施形態では、図1の制御装置1 0 0に代えて制御装置4 0 0を用いる。

[0134] 図1 6の各部のうち、図1 3の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（1 1 0、1 2 0、1 3 0、1 8 0、1 8 1、1 9 1、1 9 2、1 9 3、1 9 4、2 9 2、3 9 1）を付し、ここでは詳細な説明を省略する。

制御装置4 0 0は、処理部4 9 0が、処理部3 9 0が備える各部のうち、支援要求部2 9 1を備えておらず、一方、シミュレーション処理部4 9 1を備えている点で、制御装置3 0 0と異なる。それ以外の点では、制御装置4 0 0は制御装置3 0 0と同様である。

[0135] 第4実施形態では、制約条件学習部3 9 1は、ユーザによる制御対象9 0 0に対する操作に代えて、実環境を模擬した環境での、実行対象処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する。

[0136] シミュレーション処理部４９１は、制御対象９００の動作のシミュレーションを行う。特に、シミュレーション処理部４９１は、実環境を模擬した環境の設定を受けて、設定された環境で、制御対象９００が、実行対象処理を行うための動作を行う場合のシミュレーションを行う。この場合のシミュレーションは、実環境を模擬した環境での、実行対象となっている処理のシミュレーションに該当する。

制御装置４００は、データ生成装置の例に該当する。

[0137] 図１７は、制御装置４００が環境対応制約条件データを新たに生成する場合の、データの流れの例を示す図である。

図１７の例で、実環境特徴情報生成部１９１、類似度算出部１９２、および、制約条件選択部１９３におけるデータの流れは、図１１の場合と同様である。

[0138] 具体的には、実環境特徴情報生成部１９１は、実環境を観測するセンサによる実環境の観測データに基づいて、実環境特徴情報を生成する。類似度算出部１９２は、環境対応制約条件データ記憶部１８１が記憶している環境対応制約条件データの各々について、その環境対応制約条件データに含まれる環境特徴情報と、実環境特徴情報との類似度を算出する。

[0139] 制約条件選択部１９３は、類似度算出部１９２が算出する類似度が、所定の閾値以上に類似していることを示す環境対応制約条件データが有るか否かを判定する。制約条件選択部１９３が、該当する環境対応制約条件データが有ると判定した場合の、制約条件選択部１９３、および、制御実行部１９４におけるデータの流れは、図８を参照して説明したのと同様であり、ここでは図示および説明を省略する。

[0140] 一方、類似度算出部１９２が算出する類似度が、所定の閾値以上に類似していることを示す環境対応制約条件データが無いと判定した場合、制約条件選択部１９３は、該当する環境対応制約条件データが無い旨を示す情報を、シミュレーション処理部４９１へ出力する。

[0141] シミュレーション処理部４９１は、該当する環境対応制約条件データが無

い旨を示す情報の入力を受けると、実環境を模擬した環境での、実行対象となっている処理のシミュレーションを行い、シミュレーション結果を制約条件学習部 391 へ出力する。

[0142] 制約条件学習部 391 は、シミュレーション処理部 491 によるシミュレーション結果に基づいて、制約条件の学習を行う。第 3 実施形態での、ユーザ操作による制御対象 900 の動作の時系列が、シミュレーション処理部 491 が行うシミュレーションでの制御対象 900 の動作の時系列に置き換わっている。

制約条件学習部 391 は、学習にて得られた制約条件を環境対応制約条件データ生成部 292 へ出力する。

[0143] 環境対応制約条件データ生成部 292 におけるデータの流は、図 14 の場合と同様である。

具体的には、環境対応制約条件データ生成部 292 は、実環境特徴情報生成部 191 が生成した実環境特徴情報と、制約条件学習部 391 による学習で得られた制約条件とを紐付けて、環境対応制約条件データを生成する。環境対応制約条件データ生成部 292 は、生成した環境対応制約条件データを、環境対応制約条件データ記憶部 181 に記憶させる。これにより、環境対応制約条件データ記憶部 181 が記憶する環境対応制約条件データに、環境対応制約条件データ生成部 292 が生成した環境対応制約条件データが追加される。

[0144] この場合、追加された環境対応制約条件データに対して類似度算出部 192 が算出する類似度が、その環境対応制約条件データに含まれる環境特徴情報と、実環境特徴情報とが閾値以上に類似していることを示すと期待される。制約条件選択部 193 が、追加された環境対応制約条件データに含まれる制約条件を選択し、制御実行部 194 が、選択された制約条件に基づいて制御対象 900 に対する制御を行うことで、実行対象処理に成功することが期待される。

[0145] 図 18 は、制御装置 400 が制御対象 900 を制御する処理の手順の例を

示す図である。

図 18 のステップ S 4 0 1 から S 4 0 4 は、図 1 2 のステップ S 2 0 1 から S 2 0 4 と同様である。

[0146] ステップ S 4 0 4 で、該当する環境対応制約条件データが有ると制約条件選択部 1 9 3 が判定した場合（ステップ S 4 0 4 : Y E S）、処理がステップ S 4 1 1 へ進む。

ステップ S 4 1 1 から S 4 1 2 は、図 1 2 のステップ S 2 1 1 から S 2 1 2 と同様である。

[0147] 一方、ステップ S 4 0 4 で、該当する環境対応制約条件データが無いと制約条件選択部 1 9 3 が判定した場合（ステップ S 4 0 4 : N O）、シミュレーション処理部 4 9 1 は、実環境を模擬した環境での、実行対象となっている処理のシミュレーションを行う（ステップ S 4 2 1）。

[0148] そして、制約条件学習部 3 9 1 は、シミュレーションでの制御対象 9 0 0 の動作の時系列に基づいて、制約条件を学習する（ステップ S 4 2 2）。

環境対応制約条件データ生成部 2 9 2 は、実環境特徴情報生成部 1 9 1 が生成した実環境特徴情報と、制約条件学習部 3 9 1 による学習で得られた制約条件とを紐付けて、環境対応制約条件データを生成し、生成した環境対応制約条件データを、環境対応制約条件データ記憶部 1 8 1 に記憶させる（ステップ S 4 2 3）。

[0149] また、制約条件選択部 1 9 3 は、新たに生成された環境対応制約条件データを選択し、制御実行部 1 9 4 は、新たに生成された環境対応制約条件データに含まれる制約条件に基づいて制御対象 9 0 0 を制御する（ステップ S 4 2 4）。

ステップ S 4 2 4 の後、制御装置 4 0 0 は、図 1 8 の処理を終了する。

[0150] 図 1 9 は、制御対象 9 0 0 が制御装置 4 0 0 による制御に従って行う処理の例を示す図である。図 1 9 は、カゴ C 1 1 内の物品を、カゴ C 1 2 内へ移し替える処理の例を示している。

ここで、制約条件学習部 3 9 1 による学習で、（１）柔らかい物の上に重

い物を置かない、(2) 安定する向きで物品を置く、等を含む制約条件が得られているものとする。

[0151] 線L 1 1 は、パンをカゴC 1 1 の外へ移動させることを示す。線L 1 2 は、キャンディをカゴC 1 1 からカゴC 1 2 へ移し替えることを示す。制御対象9 0 0 がキャンディを移動させる際、キャンディを立てて置くと底面積が小さく倒れやすいため、制御対象9 0 0 は、キャンディを横向きに置く。

[0152] 線L 1 3 は、牛乳をカゴC 1 1 からカゴC 1 2 へ移し替えることを示す。制御対象9 0 0 が牛乳を移動させる際、牛乳を横向きに置くと牛乳の一部がキャンディの上に乗って不安定になるため、制御対象9 0 0 は、牛乳を立てて置く。

線L 1 4 は、パンをカゴC 1 2 内へ移動させることを示す。制御対象9 0 0 は、柔らかいパンを硬いキャンディの上に置いている。

[0153] このように、制御装置4 0 0 が、制約条件に基づいて制御対象9 0 0 を制御することで、物品の種類、物品の配置、または、カゴの位置が変わっても制御対象9 0 0 が制御装置4 0 0 の制御に従って処理を行えることが期待される。

また、制御対象9 0 0 が処理に失敗した場合、制約条件学習部3 9 1 が、シミュレーション処理部4 9 1 によるシミュレーション結果に基づいて制約条件を学習することで、制御対象9 0 0 が処理に成功するようになることが期待される。

また、制御システム1 の導入に際し、制御装置4 0 0 が、シミュレーションにて制約条件を事前に学習しておくことで、制御システム1 の導入後、即時に処理を行えるようになることが期待される。

[0154] 以上のように、制約条件学習部3 9 1 は、実環境を模擬した環境での、実行対象となっている処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する。環境対応制約条件データ生成部2 9 2 は、実環境特徴データと、学習で得られた制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

[0155] 制御装置４００では、制約条件学習部３９１が制約条件を学習することで、失敗した実行対象処理に成功するようになることが期待される。

また、制御装置４００では、制約条件学習部３９１がシミュレーション結果に基づいて制約条件を学習する点で、制御システム１の導入前に制約条件を学習しておくことができ、制御システム１の導入後、即時に処理を行えるようになることが期待される。

[0156] ＜第５実施形態＞

図２０は、第５実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。図２０に示す構成で、制御装置６１０は、制約条件選択部６１１と、制御実行部６１２とを備える。

[0157] かかる構成で、制約条件選択部６１１は、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。制御実行部６１２は、選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する。

制約条件選択部６１１は、制約条件選択手段の例に該当する。制御実行部６１２は、制御実行手段の例に該当する。

[0158] 制御装置６１０が、実環境に応じた制約条件を取得することで、処理の実行環境の違いだけでなく、実行対象となっている処理の違いにも対応できることが期待される。例えば、制御対象が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象の移動を伴ういろいろな処理に適用することができる。

[0159] 制約条件選択部６１１は、例えば図２に示される制約条件選択部１９３等の機能を用いて実現することができる。制御実行部６１２は、例えば図２に示される制御実行部１９４等の機能を用いて実現することができる。

[0160] ＜第６実施形態＞

図２１は、第６実施形態に係る制約条件選択装置の構成の例を示す図であ

る。図 2 1 に示す構成で、制約条件選択装置 6 2 0 は、制約条件選択部 6 2 1 を備える。

かかる構成で、制約条件選択部 6 2 1 は、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。

制約条件選択部 6 2 1 は、制約条件選択手段の例に該当する。

[0161] 制約条件選択装置 6 2 0 が選択する制約条件を用いることで、処理の実行環境の違いだけでなく、実行対象となっている処理の違いにも対応できることが期待される。例えば、制御対象が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象の移動を伴ういろいろな処理に適用することができる。

制約条件選択部 6 2 1 は、例えば図 2 に示される制約条件選択部 1 9 3 等の機能を用いて実現することができる。

[0162] <第 7 実施形態>

図 2 2 は、第 7 実施形態に係るデータ生成装置の構成の例を示す図である。図 2 2 に示す構成で、データ生成装置 6 3 0 は、制約条件学習部 6 3 1 と、環境対応制約条件データ生成部 6 3 2 とを備える。

[0163] かかる構成で、制約条件学習部 6 3 1 は、処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する。環境対応制約条件データ生成部 6 3 2 は、その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

制約条件学習部 6 3 1 は、制約条件学習手段の例に該当する。環境対応制約条件データ生成部 6 3 2 は、環境対応制約条件データ生成手段の例に該当する。

[0164] データ生成装置 6 3 0 が制約条件の学習を行うことで、得られた制約条件を用いて、処理の実行環境の違いだけでなく、実行対象となっている処理の

違いにも対応できることが期待される。例えば、制御対象が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象の移動を伴ういろいろな処理に適用することができる。

[0165] 制約条件学習部 631 は、例えば、図 16 の制約条件学習部 391 等の機能を用いて実現することができる。環境対応制約条件データ生成部 632 は、例えば、図 16 の環境対応制約条件データ生成部 292 等の機能を用いて実現することができる。

[0166] <第 8 実施形態>

図 23 は、第 8 実施形態に係る制御方法における処理の手順の例を示す図である。図 23 に示す制御方法は、制約条件を選択すること（ステップ S 611）と、制御を実行すること（ステップ S 612）とを含む。

[0167] 制約条件を選択すること（ステップ S 611）では、コンピュータが、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。

制御を実行すること（ステップ S 612）では、コンピュータが、選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する。

[0168] 図 23 に示す制御方法によれば、実環境に応じた制約条件を取得することで、処理の実行環境の違いだけでなく、実行対象となっている処理の違いにも対応できることが期待される。例えば、制御対象が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象の移動を伴ういろいろな処理に適用することができる。

[0169] <第 9 実施形態>

図 24 は、第 9 実施形態に係る制約条件選択方法における処理の手順の例を示す図である。図 24 に示す制約条件選択方法は、制約条件を選択すること（ステップ S 621）を含む。

[0170] 制約条件を選択すること（ステップS 6 2 1）では、コンピュータが、処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する。

[0171] 図24に示す制約条件選択方法によれば、選択する制約条件を用いることで、処理の実行環境の違いだけでなく、実行対象となっている処理の違いにも対応できることが期待される。例えば、制御対象が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象の移動を伴ういろいろな処理に適用することができる。

[0172] <第10実施形態>

図25は、第10実施形態に係るデータ生成方法における処理の手順の例を示す図である。図25に示すデータ生成方法は、制約条件を学習すること（ステップS 6 3 1）と、環境対応制約条件データを生成すること（ステップS 6 3 2）とを含む。

[0173] 制約条件を学習すること（ステップS 6 3 1）では、コンピュータが、処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する。

環境対応制約条件データを生成すること（ステップS 6 3 2）では、その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する。

[0174] 図25に示すデータ生成方法によれば、制約条件の学習を行うことで、得られた制約条件を用いて、処理の実行環境の違いだけでなく、実行対象となっている処理の違いにも対応できることが期待される。例えば、制御対象が移動する場合に、所定の障害物を避けるという制約条件は、制御対象の移動を伴ういろいろな処理に適用することができる。

[0175] 図26は、少なくとも1つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

図 26 に示す構成で、コンピュータ 700 は、CPU 710 と、主記憶装置 720 と、補助記憶装置 730 と、インタフェース 740 と、不揮発性記録媒体 750 とを備える。

[0176] 上記の制御装置 100、制御装置 200、制御装置 300、制御装置 400、制御装置 610、制約条件選択装置 620、および、データ生成装置 630 のうち何れか 1 つ以上またはその一部が、コンピュータ 700 に実装されてもよい。その場合、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 730 に記憶されている。CPU 710 は、プログラムを補助記憶装置 730 から読み出して主記憶装置 720 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、CPU 710 は、プログラムに従って、上述した各記憶部に対応する記憶領域を主記憶装置 720 に確保する。各装置と他の装置との通信は、インタフェース 740 が通信機能を有し、CPU 710 の制御に従って通信を行うことで実行される。

[0177] 制御装置 100 がコンピュータ 700 に実装される場合、処理部 190 およびその各部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 730 に記憶されている。CPU 710 は、プログラムを補助記憶装置 730 から読み出して主記憶装置 720 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。

[0178] また、CPU 710 は、プログラムに従って、記憶部 180 およびその各部の記憶領域を主記憶装置 720 に確保する。通信部 110 による他の装置との通信は、インタフェース 740 が通信機能を有し、CPU 710 の制御に従って動作することで実行される。表示部 120 による各種画像の表示は、インタフェース 740 が表示装置を備え、CPU 710 の制御に従って各種画像の表示を行うことで実行される。操作入力部 130 によるユーザ操作の受付は、インタフェース 740 が入力デバイスを備え、CPU 710 の制御に従ってユーザ操作を受け付けることで実行される。

[0179] 制御装置 200 がコンピュータ 700 に実装される場合、処理部 290 およびその各部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 730 に記憶されている。CPU 710 は、プログラムを補助記憶装置 730 から読み出して

主記憶装置 720 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。

[0180] また、CPU 710 は、プログラムに従って、記憶部 180 およびその各部の記憶領域を主記憶装置 720 に確保する。通信部 110 による他の装置との通信は、インタフェース 740 が通信機能を有し、CPU 710 の制御に従って動作することで実行される。表示部 120 による各種画像の表示は、インタフェース 740 が表示装置を備え、CPU 710 の制御に従って各種画像の表示を行うことで実行される。操作入力部 130 によるユーザ操作の受付は、インタフェース 740 が入力デバイスを備え、CPU 710 の制御に従ってユーザ操作を受け付けることで実行される。

[0181] 制御装置 300 がコンピュータ 700 に実装される場合、処理部 390 およびその各部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 730 に記憶されている。CPU 710 は、プログラムを補助記憶装置 730 から読み出して主記憶装置 720 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。

[0182] また、CPU 710 は、プログラムに従って、記憶部 180 およびその各部の記憶領域を主記憶装置 720 に確保する。通信部 110 による他の装置との通信は、インタフェース 740 が通信機能を有し、CPU 710 の制御に従って動作することで実行される。表示部 120 による各種画像の表示は、インタフェース 740 が表示装置を備え、CPU 710 の制御に従って各種画像の表示を行うことで実行される。操作入力部 130 によるユーザ操作の受付は、インタフェース 740 が入力デバイスを備え、CPU 710 の制御に従ってユーザ操作を受け付けることで実行される。

[0183] 制御装置 400 がコンピュータ 700 に実装される場合、処理部 490 およびその各部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 730 に記憶されている。CPU 710 は、プログラムを補助記憶装置 730 から読み出して主記憶装置 720 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。

[0184] また、CPU 710 は、プログラムに従って、記憶部 180 およびその各部の記憶領域を主記憶装置 720 に確保する。通信部 110 による他の装置との通信は、インタフェース 740 が通信機能を有し、CPU 710 の制御

に従って動作することで実行される。表示部１２０による各種画像の表示は、インタフェース７４０が表示装置を備え、ＣＰＵ７１０の制御に従って各種画像の表示を行うことで実行される。操作入力部１３０によるユーザ操作の受付は、インタフェース７４０が入力デバイスを備え、ＣＰＵ７１０の制御に従ってユーザ操作を受け付けることで実行される。

[0185] 制御装置６１０がコンピュータ７００に実装される場合、制約条件選択部６１１と、制御実行部６１２との動作は、プログラムの形式で補助記憶装置７３０に記憶されている。ＣＰＵ７１０は、プログラムを補助記憶装置７３０から読み出して主記憶装置７２０に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。

[0186] また、ＣＰＵ７１０は、プログラムに従って、制御装置６１０が処理を行うための記憶領域を主記憶装置７２０に確保する。制御装置６１０と他の装置との通信は、インタフェース７４０が通信機能を有し、ＣＰＵ７１０の制御に従って動作することで実行される。制御装置６１０とユーザとのインタラクションは、インタフェース７４０が表示装置および入力デバイスを備え、ＣＰＵ７１０の制御に従って各種画像の表示を行い、ユーザ操作を受け付けることで実行される。

[0187] 制約条件選択装置６２０がコンピュータ７００に実装される場合、制約条件選択部６２１の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置７３０に記憶されている。ＣＰＵ７１０は、プログラムを補助記憶装置７３０から読み出して主記憶装置７２０に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。

[0188] また、ＣＰＵ７１０は、プログラムに従って、制約条件選択装置６２０が処理を行うための記憶領域を主記憶装置７２０に確保する。制約条件選択装置６２０と他の装置との通信は、インタフェース７４０が通信機能を有し、ＣＰＵ７１０の制御に従って動作することで実行される。制約条件選択装置６２０とユーザとのインタラクションは、インタフェース７４０が表示装置および入力デバイスを備え、ＣＰＵ７１０の制御に従って各種画像の表示を

行い、ユーザ操作を受け付けることで実行される。

[0189] データ生成装置630がコンピュータ700に実装される場合、制約条件学習部631と、環境対応制約条件データ生成部632との動作は、プログラムの形式で補助記憶装置730に記憶されている。CPU710は、プログラムを補助記憶装置730から読み出して主記憶装置720に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。

[0190] また、CPU710は、プログラムに従って、データ生成装置630が処理を行うための記憶領域を主記憶装置720に確保する。データ生成装置630と他の装置との通信は、インタフェース740が通信機能を有し、CPU710の制御に従って動作することで実行される。データ生成装置630とユーザとのインタラクションは、インタフェース740が表示装置および入力デバイスを備え、CPU710の制御に従って各種画像の表示を行い、ユーザ操作を受け付けることで実行される。

[0191] 上述したプログラムのうち何れか1つ以上が不揮発性記録媒体750に記録されていてもよい。この場合、インタフェース740が不揮発性記録媒体750からプログラムを読み出すようにしてもよい。そして、CPU710が、インタフェース740が読み出したプログラムを直接実行するか、あるいは、主記憶装置720または補助記憶装置730に一旦保存して実行するようにしてもよい。

[0192] なお、制御装置100、制御装置200、制御装置300、制御装置400、制御装置610、制約条件選択装置620、および、データ生成装置630が行う処理の全部または一部を実行するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各部の処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM (Read Only Memory)、CD-ROM (Compa

ct Disc Read Only Memory)等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

[0193] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

[0194] 上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[0195] (付記1)

処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する制約条件選択手段と、

選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する制御実行手段と、

を備える制御装置。

[0196] (付記2)

前記実環境を観測するセンサによる前記実環境の観測データに基づいて、前記実環境における環境特徴情報である実環境特徴情報を生成する実環境特徴情報生成手段と、

環境特徴情報の類似度を算出する類似度算出手段と、

をさらに備え、

前記制約条件選択手段は、実環境特徴情報と、環境対応制約条件データに含まれている環境特徴情報との類似度に基づいて、実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する、

付記 1 に記載の制御装置。

[0197] (付記 3)

前記環境特徴情報は、処理の実行環境における物体を示すノードと、ノード間の関係を示すエッジとを含むグラフで表される、

付記 2 に記載の制御装置。

[0198] (付記 4)

実環境特徴情報との類似度が所定の閾値以上に類似している環境特徴情報を含む環境対応制約条件データがない場合、実環境特徴情報と実環境における制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する環境対応制約条件データ生成手段、

をさらに備える、付記 1 から 3 の何れか一つに記載の制御装置。

[0199] (付記 5)

実環境特徴情報との類似度が所定の閾値以上に類似している環境特徴情報を含む環境対応制約条件データがない場合、ユーザ操作を要求する支援要求手段をさらに備え、

前記環境対応制約条件データ生成手段は、ユーザ操作に基づいて、実環境特徴情報と実環境における制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、

付記 4 に記載の制御装置。

[0200] (付記 6)

前記環境対応制約条件データ生成手段は、実環境特徴情報と、ユーザ操作で入力される制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、

付記 5 に記載の制御装置。

[0201] (付記 7)

制御対象を操作するユーザ操作に基づいて制約条件を学習する制約条件学習手段、

をさらに備え、

前記環境対応制約条件データ生成手段は、実環境特徴データと、学習で得られた制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、
付記 5 に記載の制御装置。

[0202] (付記 8)

実環境を模擬した環境での、実行対象となっている処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する制約条件学習手段、

をさらに備え、

前記環境対応制約条件データ生成手段は、実環境特徴データと、学習で得られた制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、
付記 4 に記載の制御装置。

[0203] (付記 9)

処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する制約条件選択手段、

を備える制約条件選択装置。

[0204] (付記 10)

処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する制約条件学習手段と、

その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する環境対応制約条件データ生成手段と、

を備えるデータ生成装置。

[0205] (付記 11)

コンピュータが、

処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち

、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択し、

選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する、
ことを含む制御方法。

[0206] (付記 1 2)

コンピュータが、

処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する、

ことを含む制約条件選択方法。

[0207] (付記 1 3)

コンピュータが、

処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習し、

その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、

ことを含むデータ生成方法。

[0208] (付記 1 4)

コンピュータに、

処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択することと、

選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御することと、

を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体。

[0209] (付記 1 5)

コンピュータに、

処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択すること、

を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体。

[0210] (付記 1 6)

コンピュータに、

処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習することと、

その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成することと、

を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体。

産業上の利用可能性

[0211] 本発明は、制御装置、制約条件選択装置、データ生成装置、制御方法、制約条件選択方法、データ生成方法及び記憶媒体に適用してもよい。

符号の説明

[0212] 1 制御システム

100、200、300、400、610 制御装置

110 通信部

120 表示部

130 操作入力部

180 記憶部

181 環境対応制約条件データ記憶部

190、290、390、490 処理部

191 実環境特徴情報生成部

192 類似度算出部

1 9 3、6 1 1、6 2 1 制約条件選択部
1 9 4、6 1 2 制御実行部
2 9 1 支援要求部
2 9 2、6 3 2 環境対応制約条件データ生成部
3 9 1、6 3 1 制約条件学習部
4 9 1 シミュレーション処理部
6 2 0 制約条件選択装置
6 3 0 データ生成装置
9 0 0 制御対象

請求の範囲

- [請求項1] 処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する制約条件選択手段と、
- 選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する制御実行手段と、
- を備える制御装置。
- [請求項2] 前記実環境を観測するセンサによる前記実環境の観測データに基づいて、前記実環境における環境特徴情報である実環境特徴情報を生成する実環境特徴情報生成手段と、
- 環境特徴情報の類似度を算出する類似度算出手段と、
- をさらに備え、
- 前記制約条件選択手段は、実環境特徴情報と、環境対応制約条件データに含まれている環境特徴情報との類似度に基づいて、実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する、
- 請求項 1 に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記環境特徴情報は、処理の実行環境における物体を示すノードと、ノード間の関係を示すエッジとを含むグラフで表される、
- 請求項 2 に記載の制御装置。
- [請求項4] 実環境特徴情報との類似度が所定の閾値以上に類似している環境特徴情報を含む環境対応制約条件データがない場合、実環境特徴情報と実環境における制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する環境対応制約条件データ生成手段、
- をさらに備える、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の制御装置。
- [請求項5] 実環境特徴情報との類似度が所定の閾値以上に類似している環境特徴情報を含む環境対応制約条件データがない場合、ユーザ操作を要求

する支援要求手段をさらに備え、

前記環境対応制約条件データ生成手段は、ユーザ操作に基づいて、実環境特徴情報と実環境における制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、

請求項 4 に記載の制御装置。

[請求項6] 前記環境対応制約条件データ生成手段は、実環境特徴情報と、ユーザ操作で入力される制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、

請求項 5 に記載の制御装置。

[請求項7] 制御対象を操作するユーザ操作に基づいて制約条件を学習する制約条件学習手段、

をさらに備え、

前記環境対応制約条件データ生成手段は、実環境特徴データと、学習で得られた制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、

請求項 5 に記載の制御装置。

[請求項8] 実環境を模擬した環境での、実行対象となっている処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する制約条件学習手段、

をさらに備え、

前記環境対応制約条件データ生成手段は、実環境特徴データと、学習で得られた制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、

請求項 4 に記載の制御装置。

[請求項9] 処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する制約条件選択手段、

を備える制約条件選択装置。

[請求項10] 処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習する制約条件学習手段と、

 その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する環境対応制約条件データ生成手段と、

 を備えるデータ生成装置。

[請求項11] コンピュータが、

 処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択し、

 選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御する、
 ことを含む制御方法。

[請求項12] コンピュータが、

 処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択する、

 ことを含む制約条件選択方法。

[請求項13] コンピュータが、

 処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習し、

 その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成する、

 ことを含むデータ生成方法。

[請求項14]

コンピュータに、

処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択することと、

選択された環境対応制約条件データが示す制約条件に基づいて、制御対象を、実行対象となっている処理を実行させるように制御することと、

を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体。

[請求項15]

コンピュータに、

処理の実行環境に関する情報である環境特徴情報と、その環境での処理の実行に対する制約条件とが紐付けられている環境対応制約条件データのうち、実行対象となっている処理の実行環境である実環境に応じた環境対応制約条件データを選択すること、

を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体。

[請求項16]

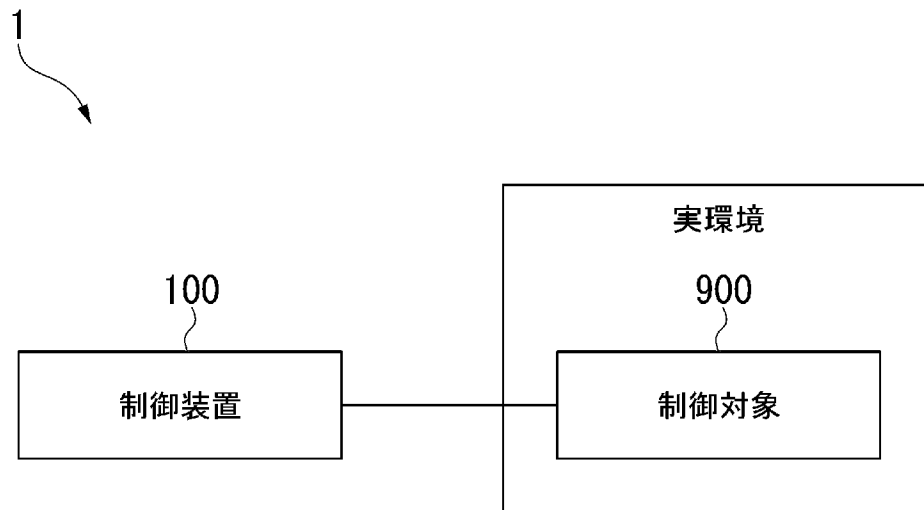
コンピュータに、

処理のシミュレーション結果に基づいて、制約条件を学習することと、

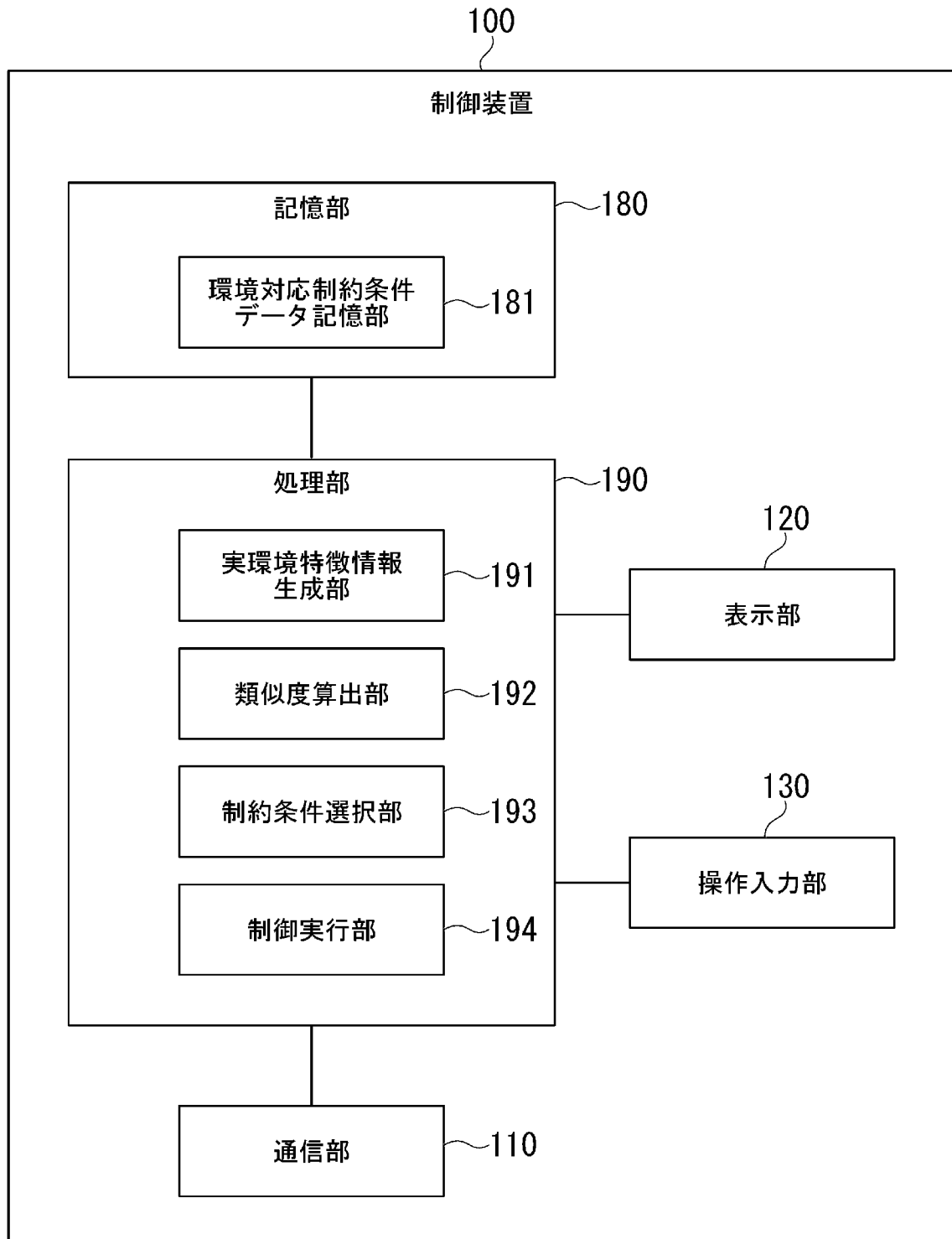
その処理のシミュレーションにおける環境に関する情報と、学習で得られた制約条件とを紐付けることにより、環境に関する情報である環境特徴情報と制約条件とが紐付けられた環境対応制約条件データを生成することと、

を実行させるためのプログラムを記録している記録媒体。

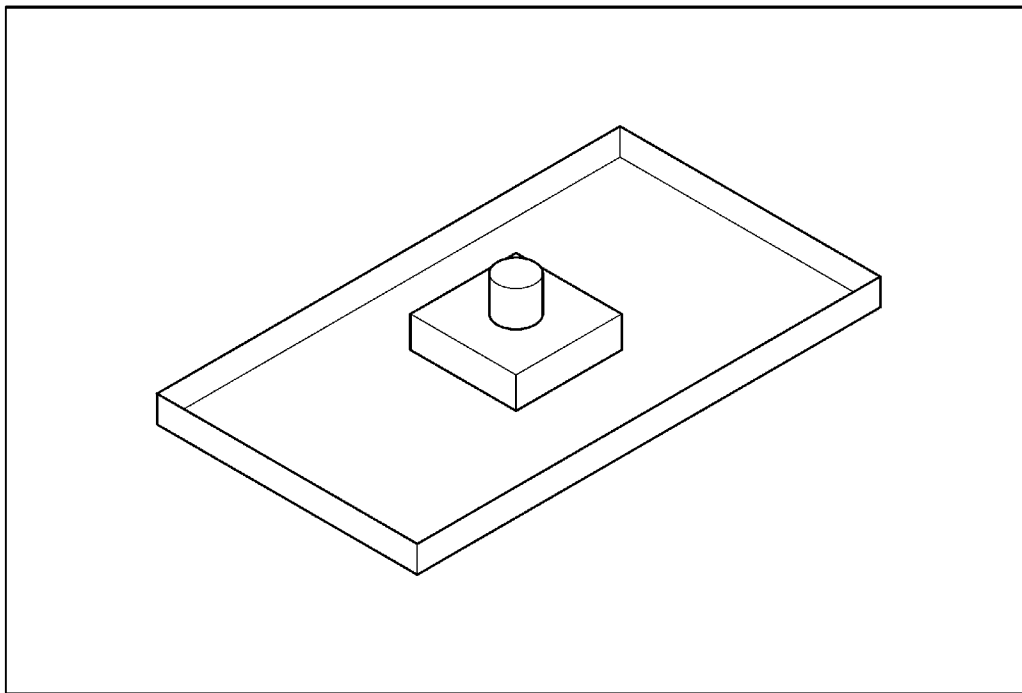
[図1]



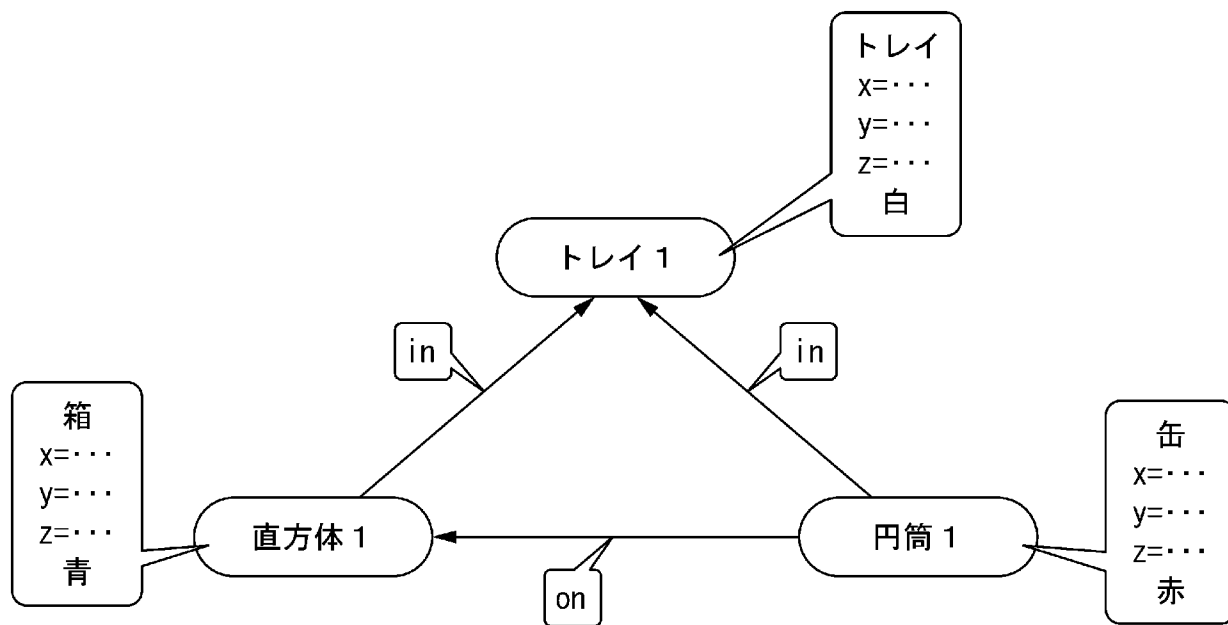
[図2]



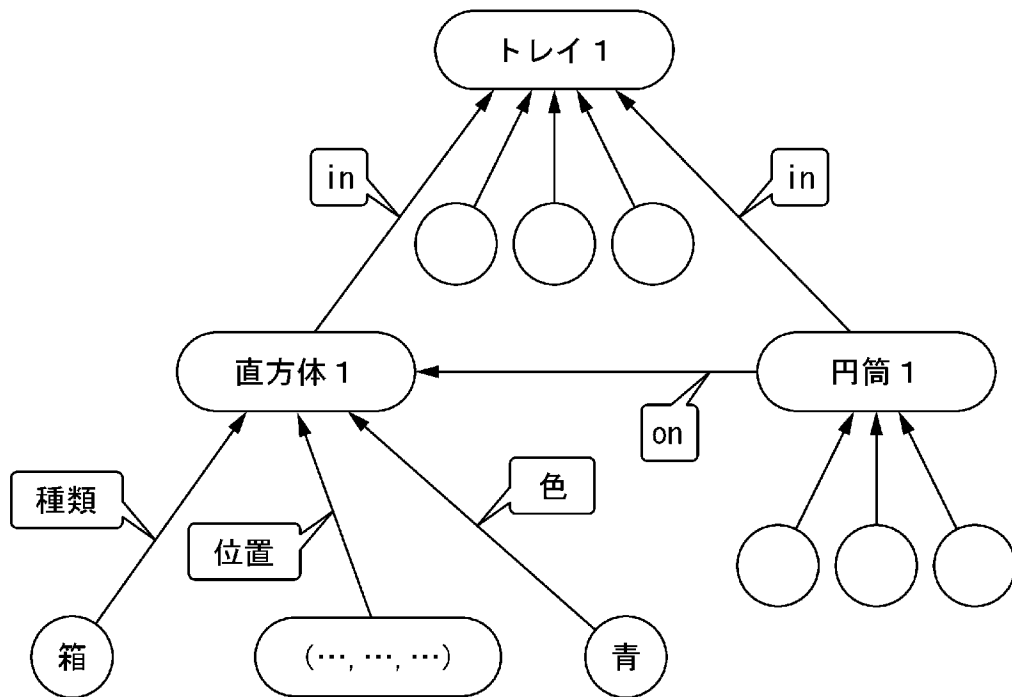
[図3]



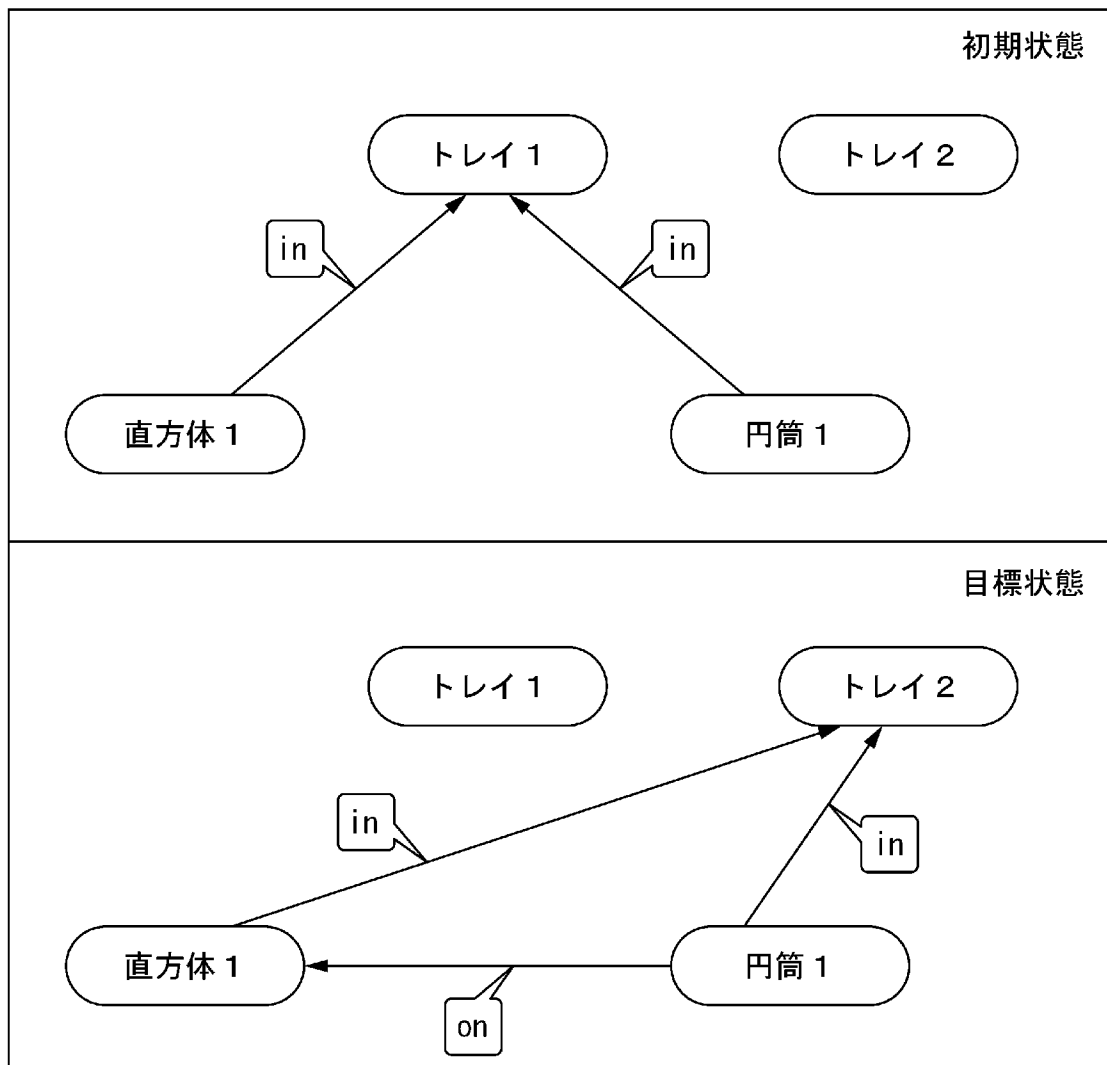
[図4]



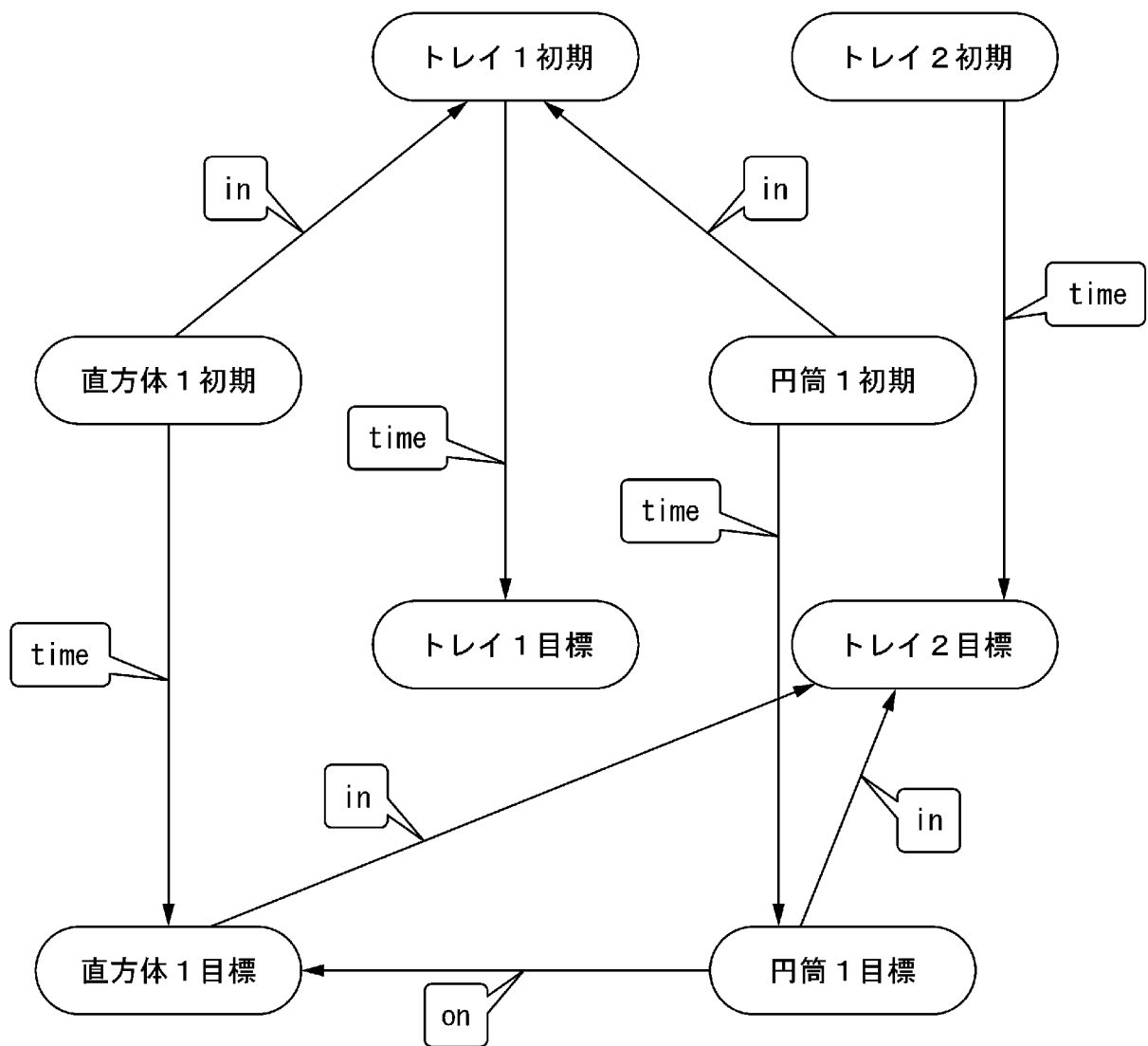
[図5]



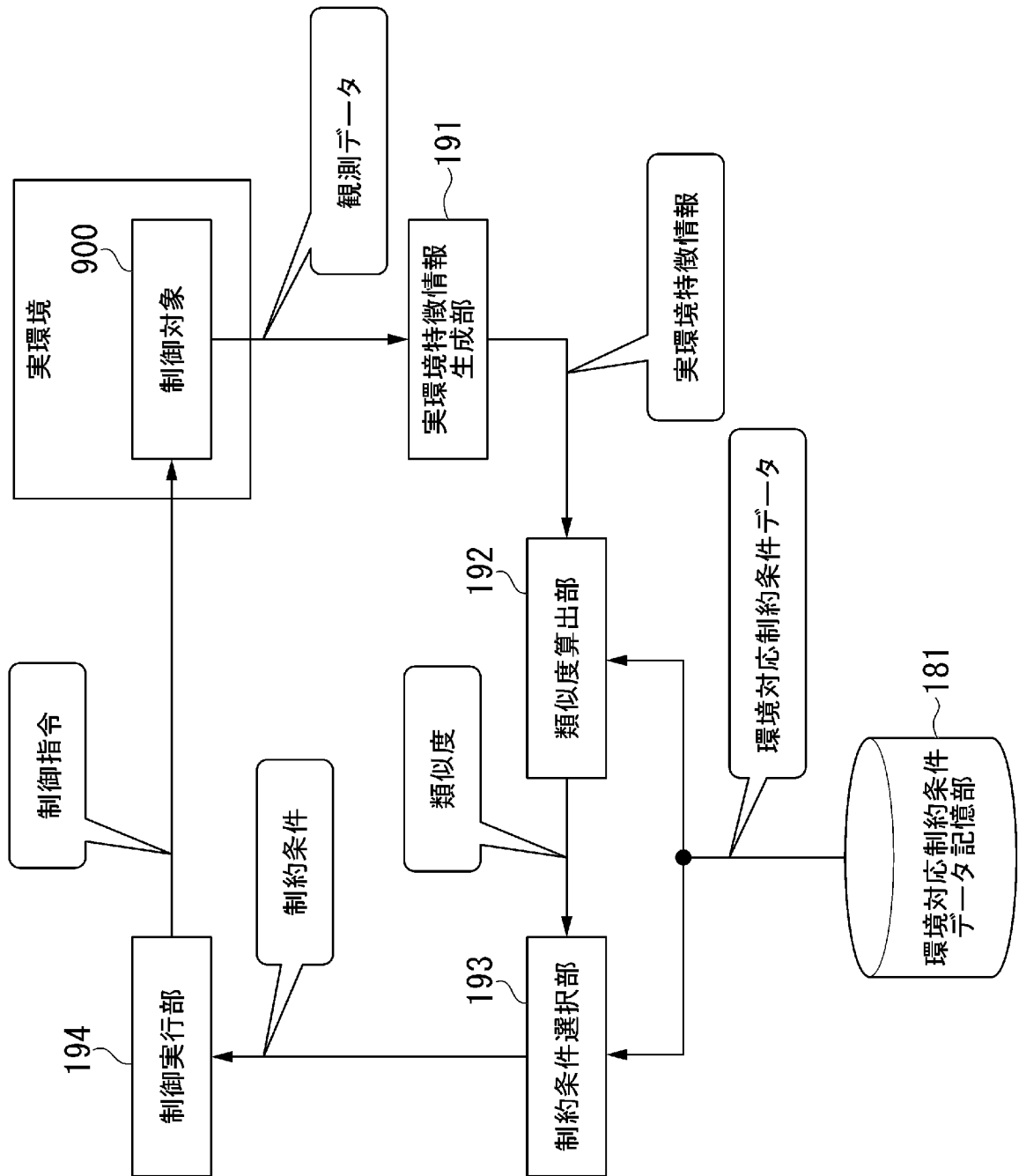
[図6]



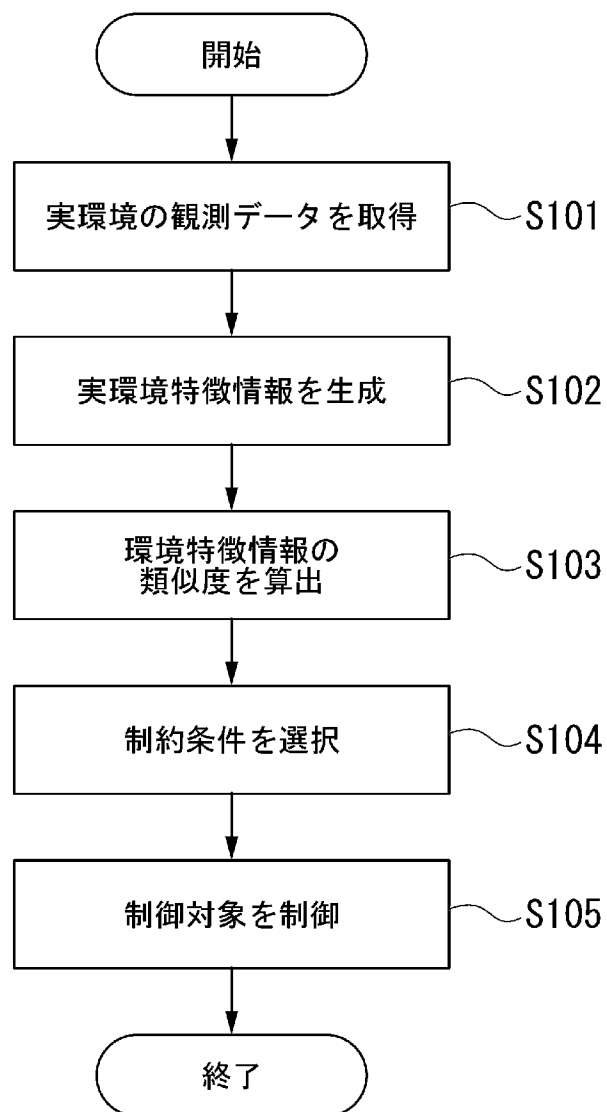
[図7]



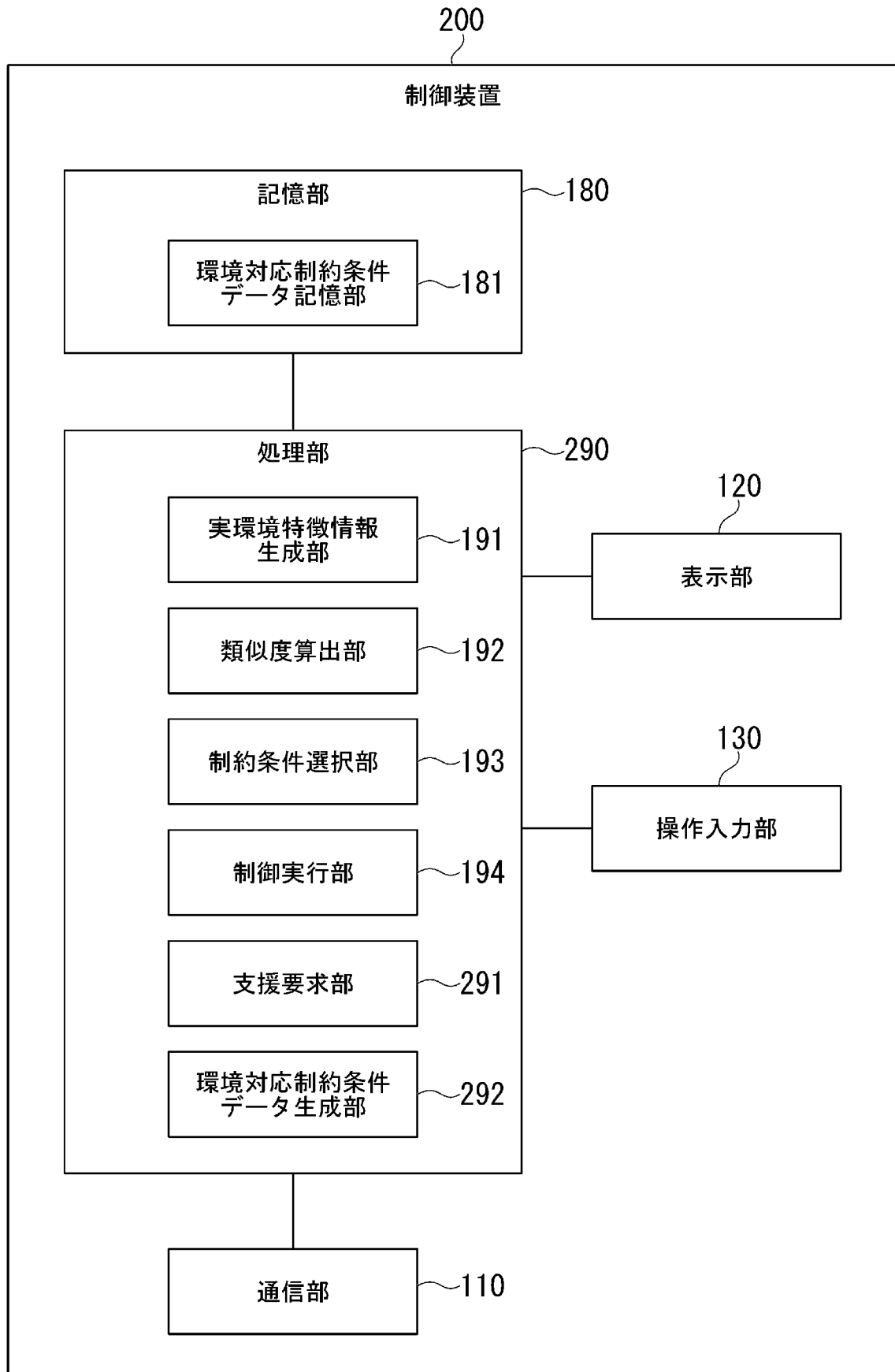
[図8]



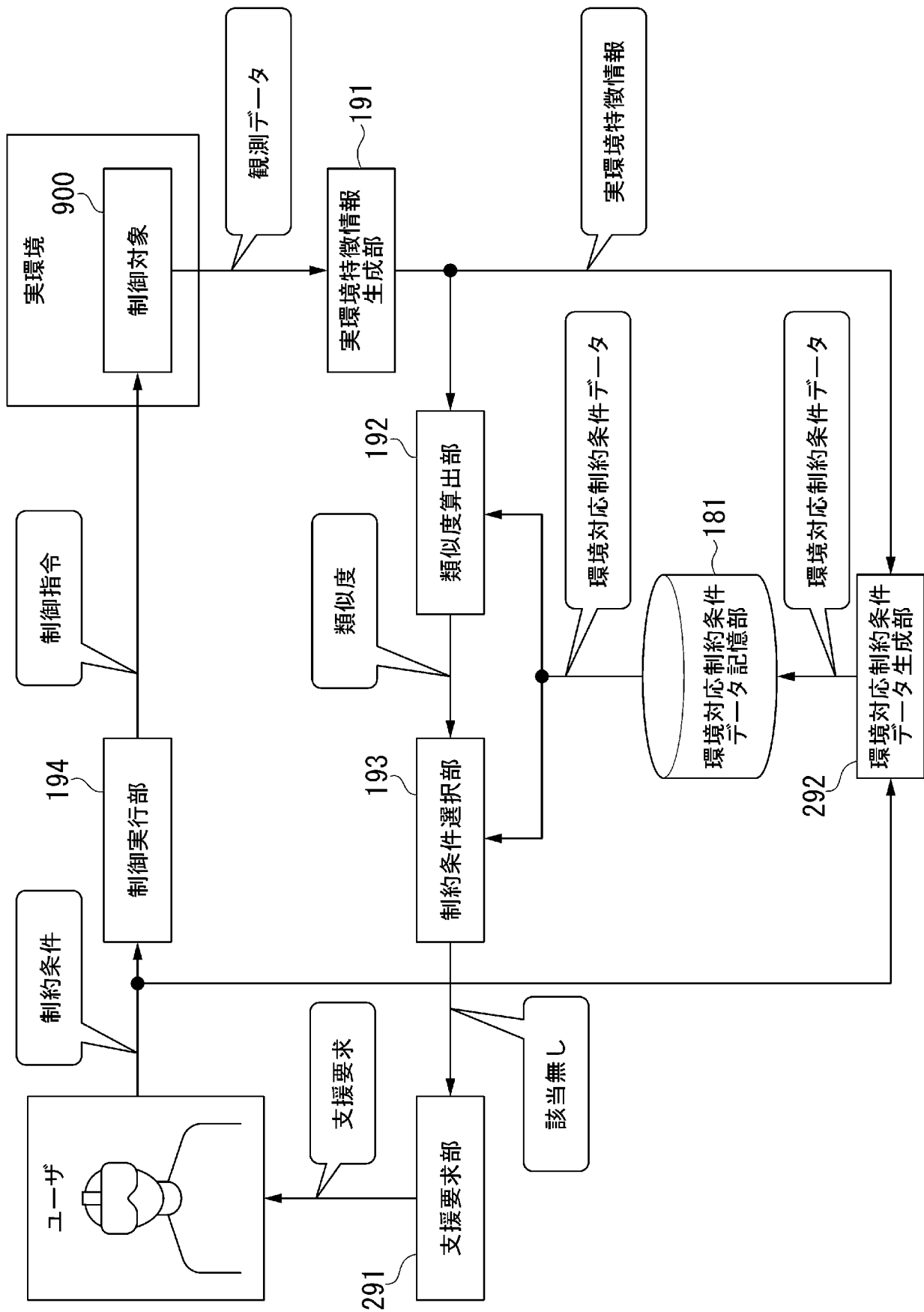
[図9]



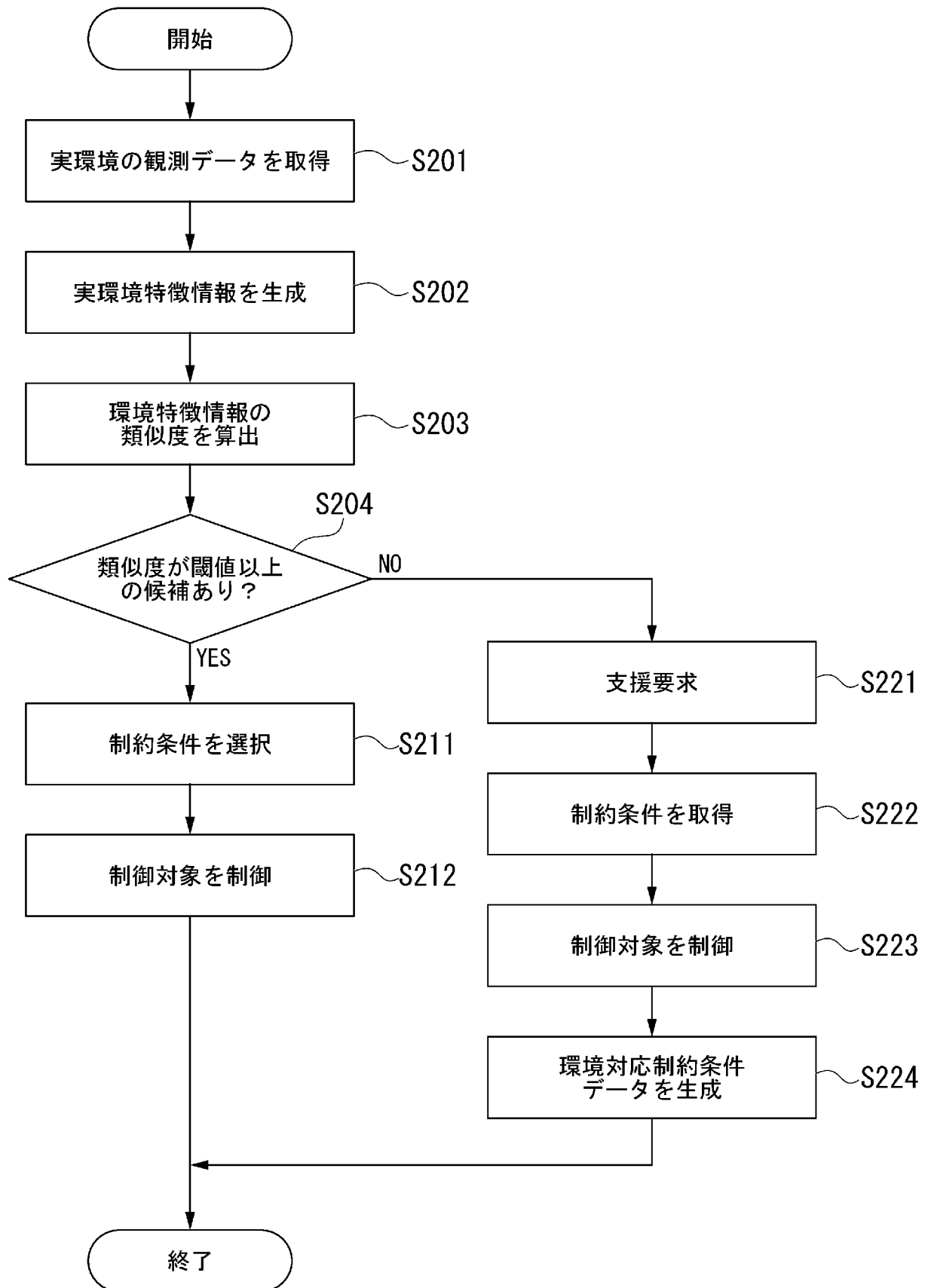
[図10]



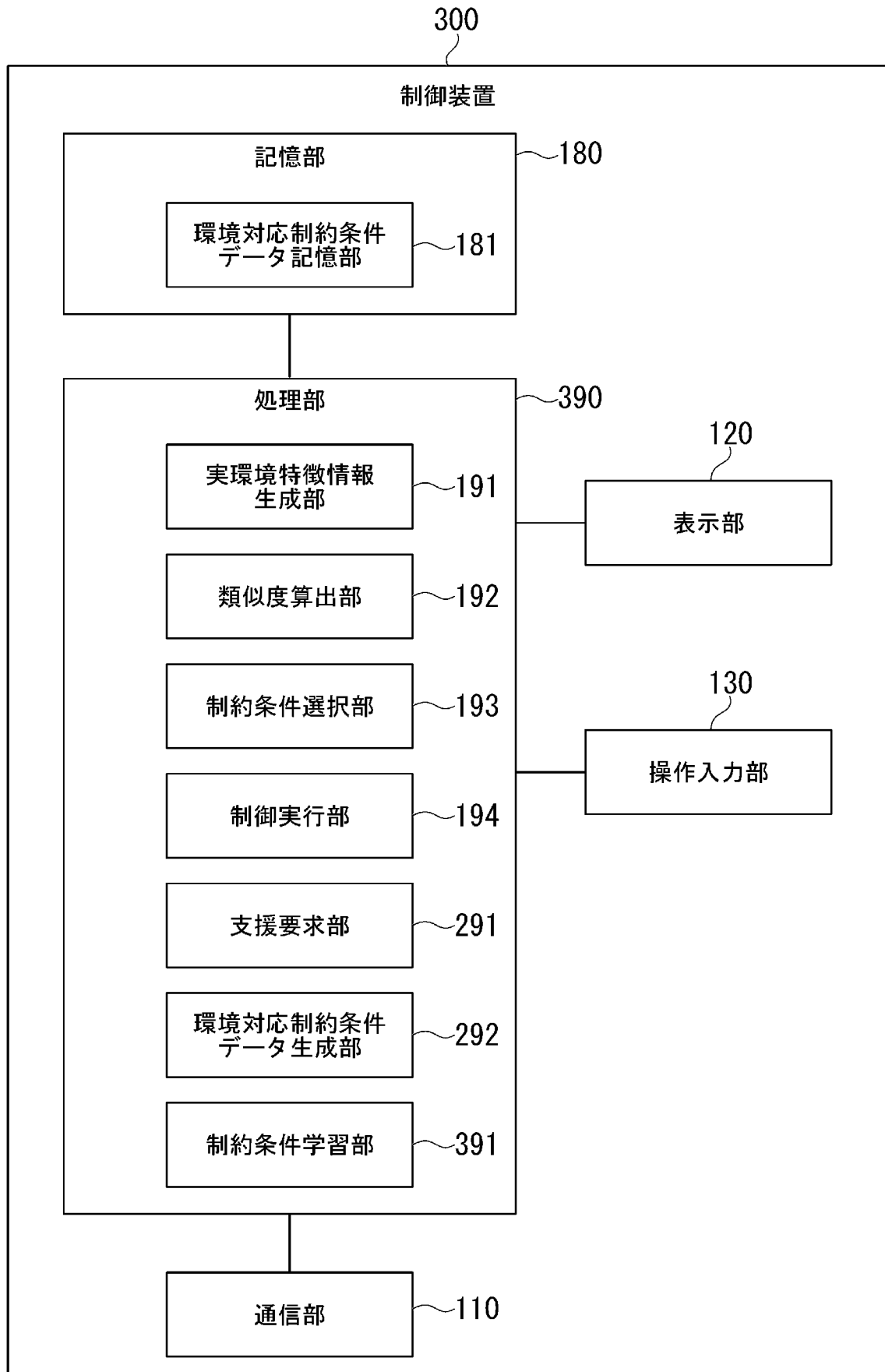
[図11]



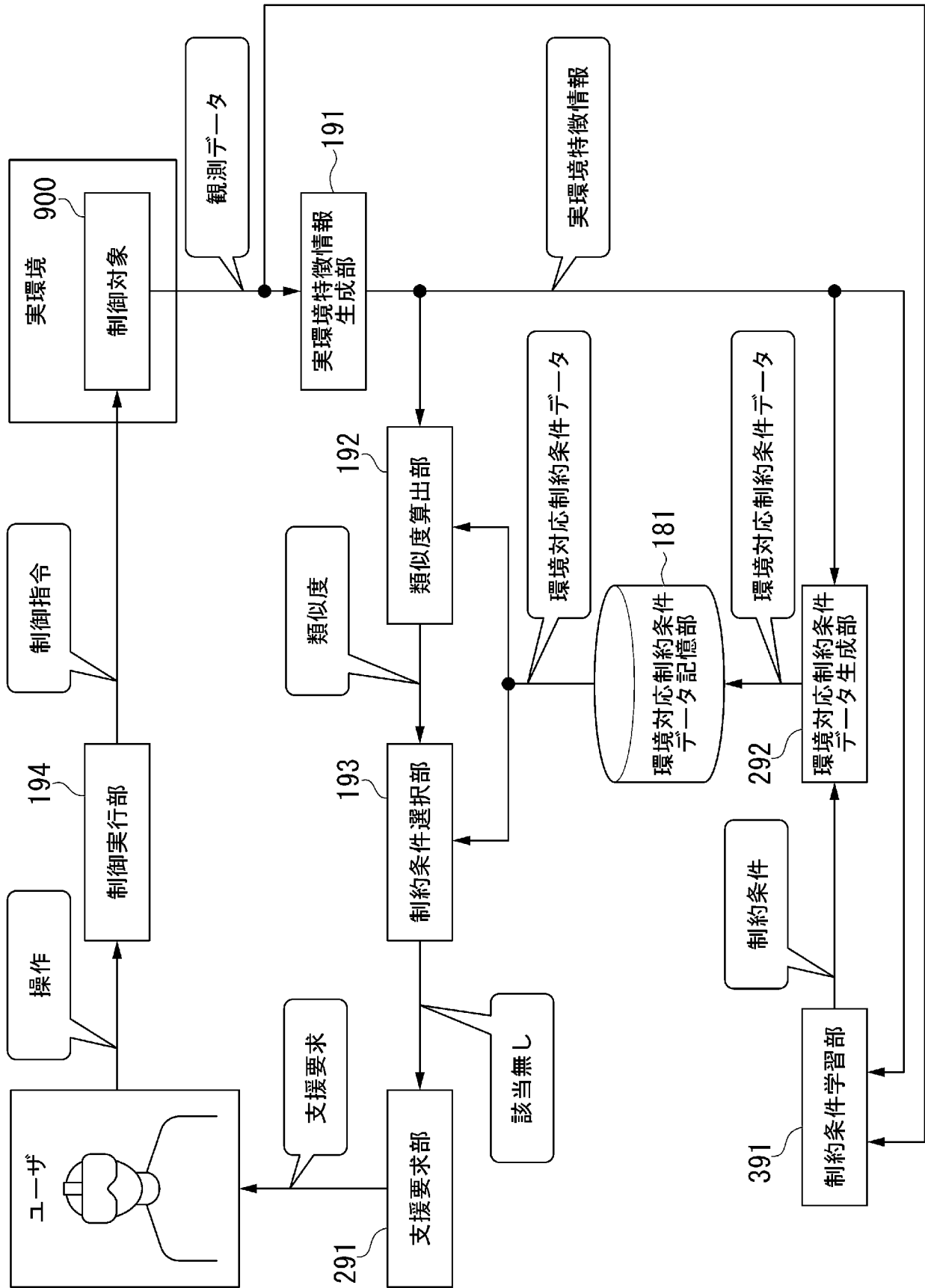
[図12]



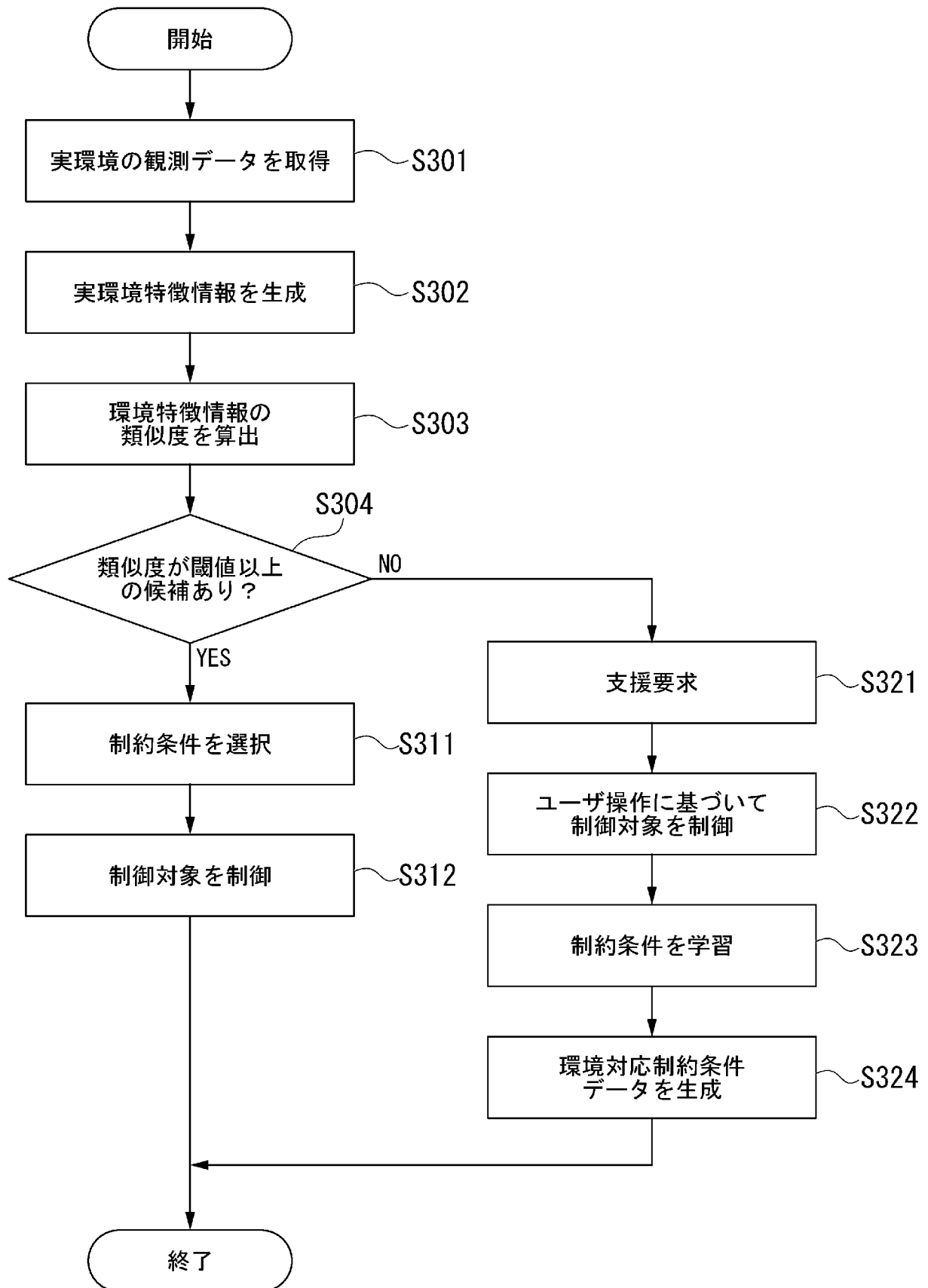
[図13]



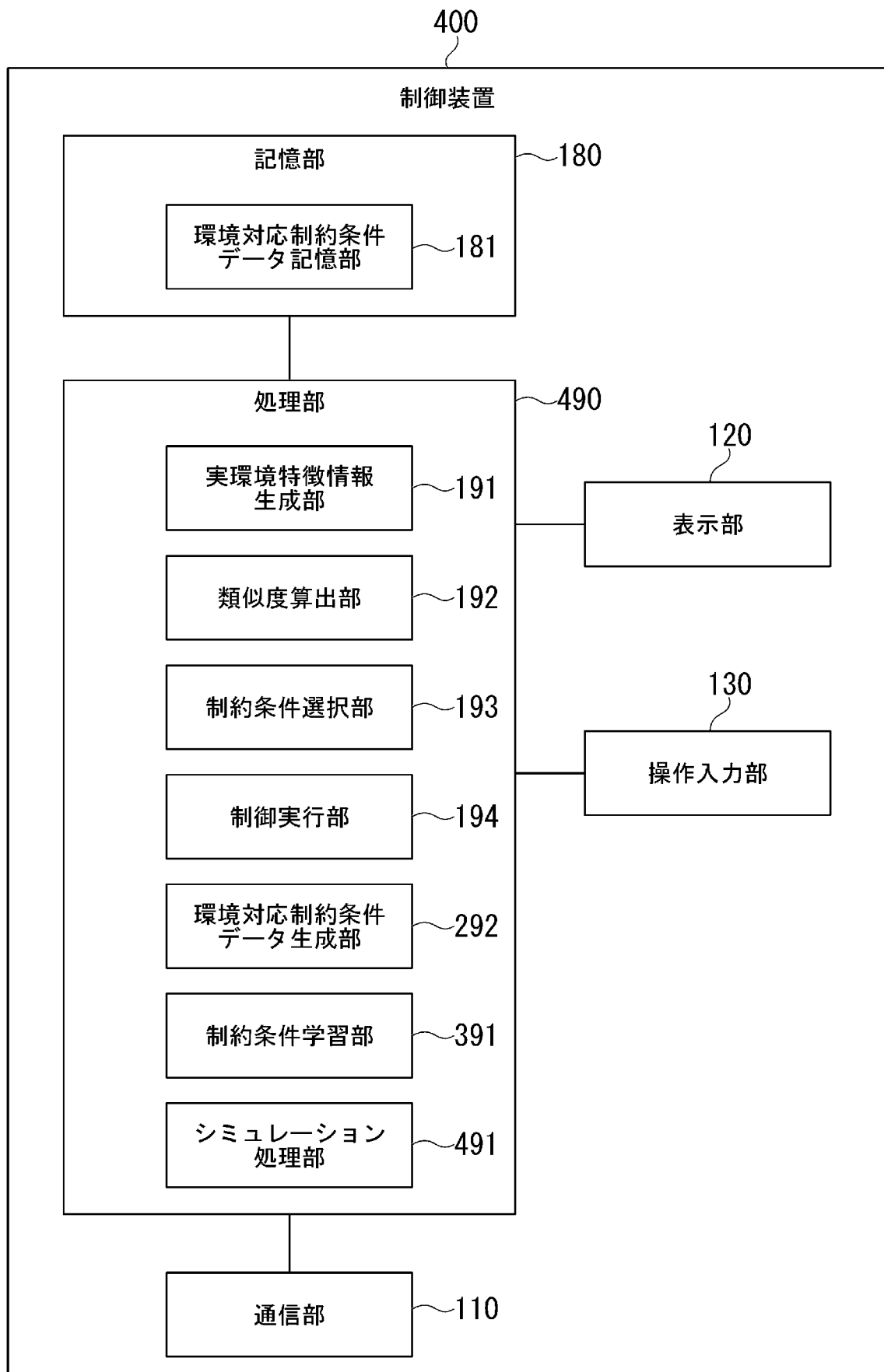
[図14]



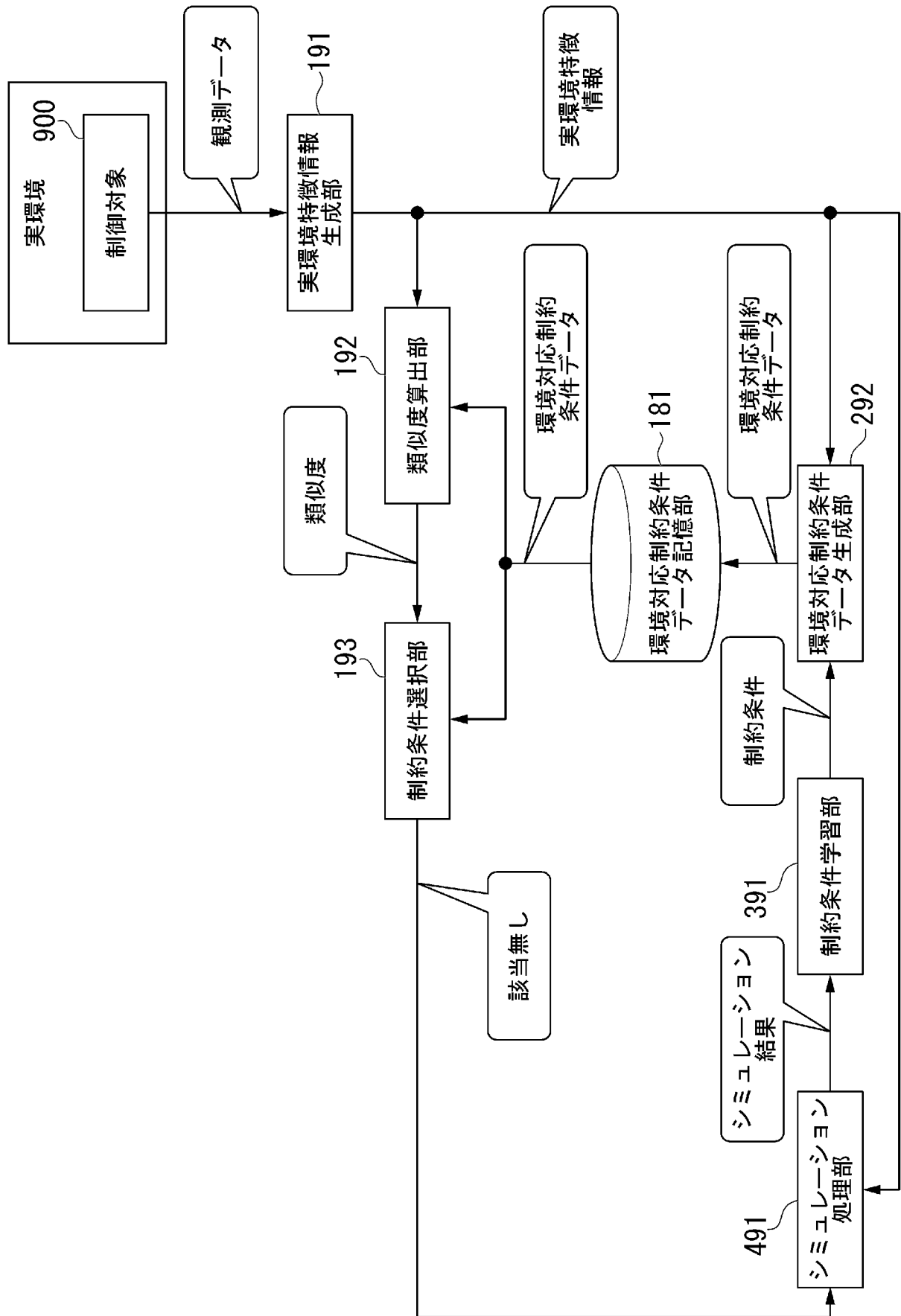
[図15]



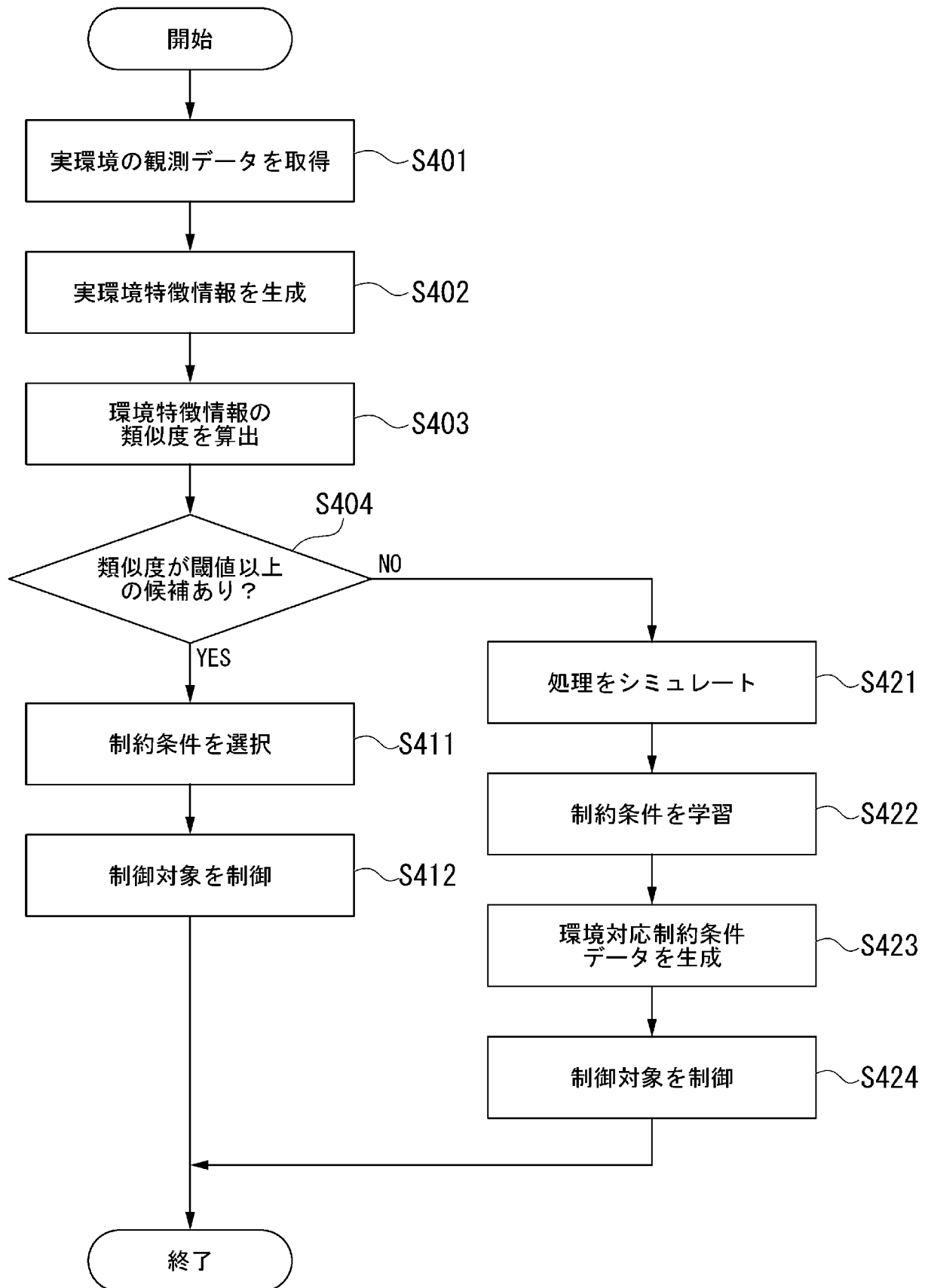
[図16]



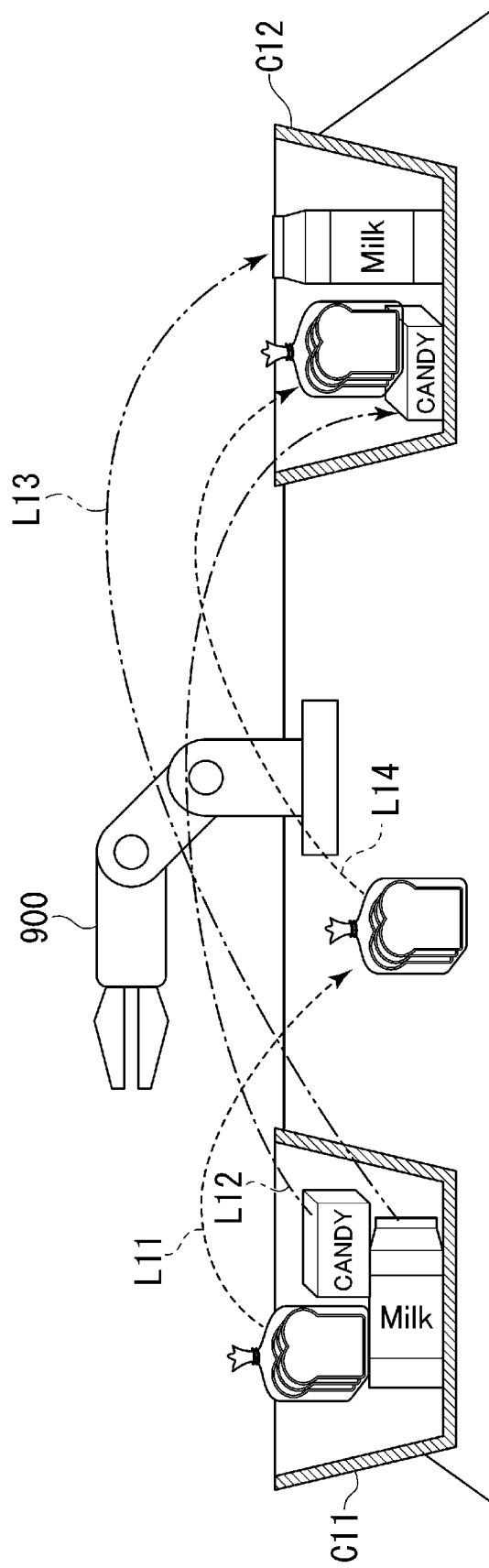
[図17]



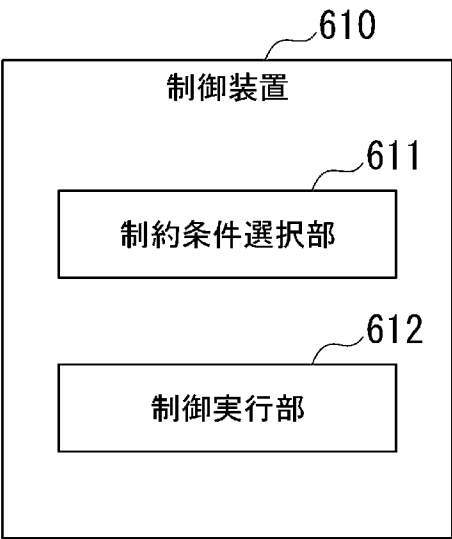
[図18]



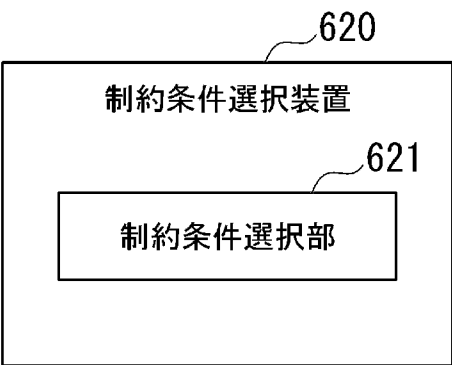
[図19]



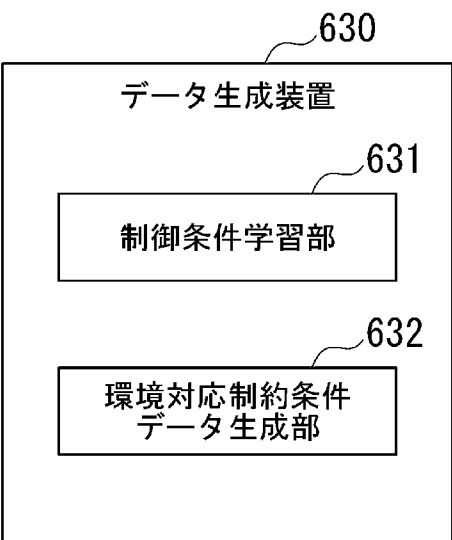
[図20]



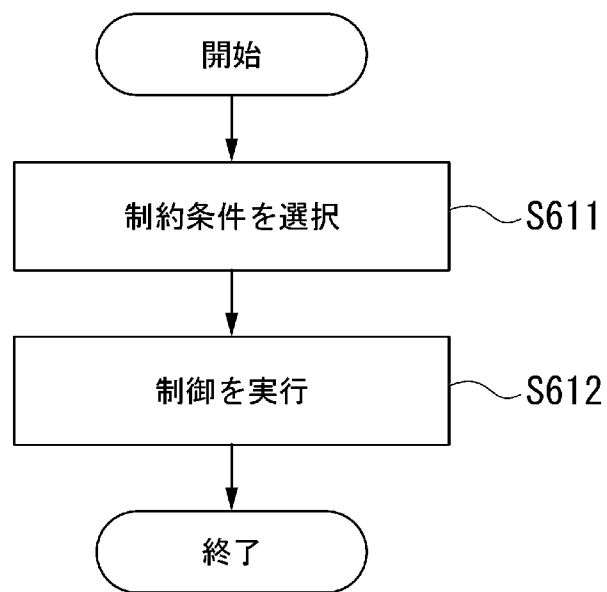
[図21]



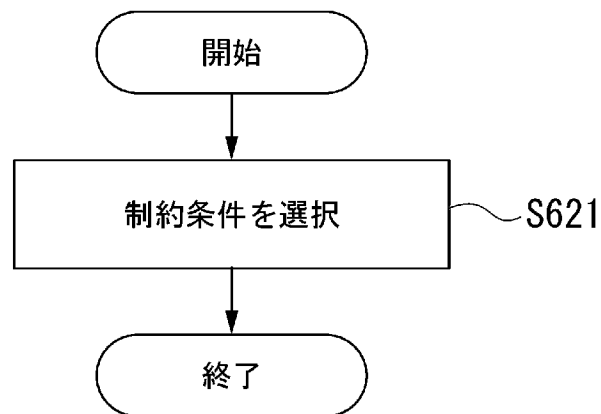
[図22]



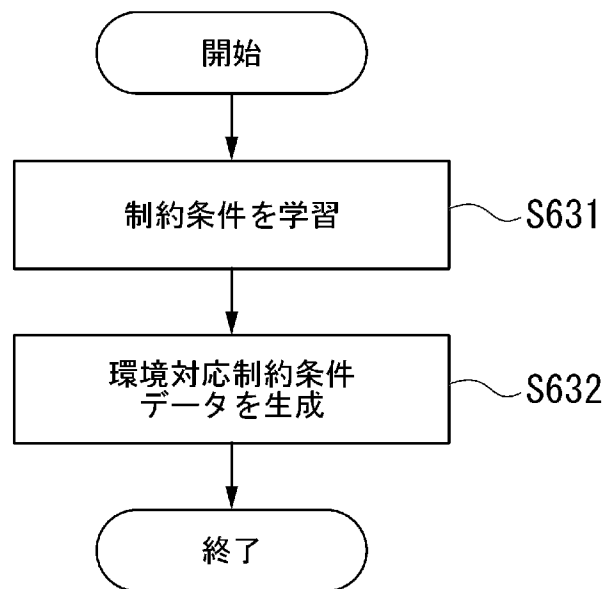
[図23]



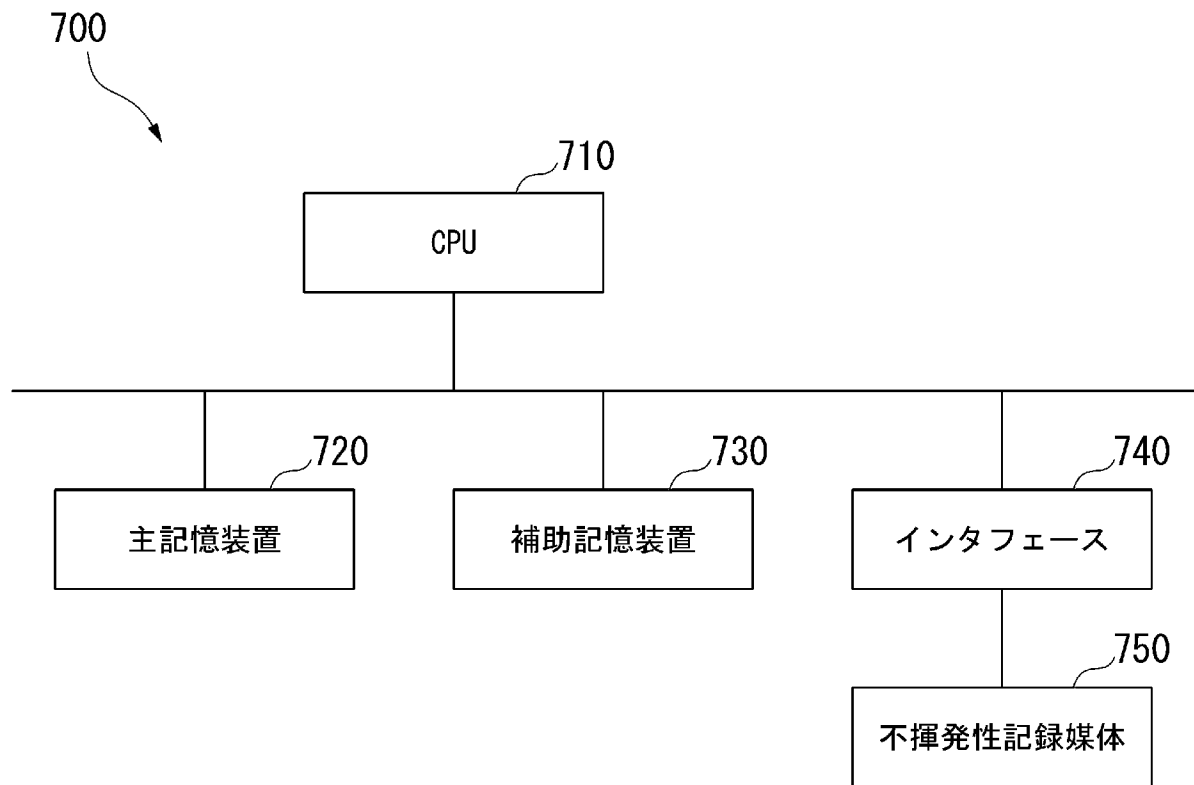
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/035529

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06N 20/00**(2019.01)i

FI: G06N20/00

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)

G06N20/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-200770 A (TOSHIBA CORP) 04 September 2008 (2008-09-04) paragraphs [0021]-[0023], [0041]-[0044], [0048], fig. 2	1, 2, 9, 11, 12, 14, 15
Y		3
A		4-8
Y	WO 2021/220342 A1 (NEC CORPORATION) 04 November 2021 (2021-11-04) paragraphs [0085]-[0087]	3
A		4-8
X	JP 2020-144507 A (HITACHI LTD) 10 September 2020 (2020-09-10) paragraphs [0011], [0022]-[0029], fig. 1, 3	10, 13, 16
A		4-8
A	JP 2011-88273 A (PANASONIC CORP) 06 May 2011 (2011-05-06) paragraphs [0097]-[0106], [0110], [0121], [0294]-[0318], fig. 9A, 9B, 10A, 10B, 17B, 29	1-16



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

01 December 2022

Date of mailing of the international search report

13 December 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/035529

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-200770	A	04 September 2008	US 2008/0201014 A1 paragraphs [0036]-[0038], [0056]-[0059], [0064], fig. 2	
WO	2021/220342	A1	04 November 2021	(Family: none)	
JP	2020-144507	A	10 September 2020	US 2022/0075384 A1 paragraphs [0024], [0025], [0038]-[0046], fig. 1, 3	
				WO 2020/179139 A1	
				CN 113168183 A	
JP	2011-88273	A	06 May 2011	US 2012/0173021 A1 paragraphs [0277]-[0287], [0292]-[0294], [0307], [0308], [0479]-[0503], fig. 9A, 9B, 10A, 10B, 17B, 29	
				EP 2481531 A2	
				CN 102300679 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06N 20/00(2019.01)i FI: G06N20/00		
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）） G06N20/00		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008-200770 A（株式会社東芝）04.09.2008（2008-09-04） 段落[0021]-[0023], [0041]-[0044], [0048], 図2	1, 2, 9, 11, 12, 14, 15
Y		3
A		4-8
Y	WO 2021/220342 A1（日本電気株式会社）04.11.2021（2021-11-04） 段落[0085]-[0087]	3
A		4-8
X	JP 2020-144507 A（株式会社日立製作所）10.09.2020（2020-09-10） 段落[0011], [0022]-[0029], 図1, 3	10, 13, 16
A		4-8
A	JP 2011-88273 A（パナソニック株式会社）06.05.2011（2011-05-06） 段落[0097]-[0106], [0110], [0121], [0294]-[0318], 図9A, 9B, 10A, 10B, 17B, 29	1-16
☐ 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、一般的な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 01.12.2022	国際調査報告の発送日 13.12.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 関口 明紀 5B 3451 電話番号 03-3581-1101 内線 3545	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/035529

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-200770	A	04.09.2008	US 2008/0201014 A1 段落[0036]-[0038], [0056]- [0059], [0064], 図2	
WO	2021/220342	A1	04.11.2021	(ファミリーなし)	
JP	2020-144507	A	10.09.2020	US 2022/0075384 A1 段落[0024], [0025], [0038]- [0046], 図1, 3	
				WO 2020/179139 A1	
				CN 113168183 A	
JP	2011-88273	A	06.05.2011	US 2012/0173021 A1 段落[0277]-[0287], [0292]-[0294], [0307], [0308], [0479]-[0503], 図 9A, 9B, 10A, 10B, 17B, 29	
				EP 2481531 A2	
				CN 102300679 A	