

(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)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201751 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 19/042 (2006.01) G05B 23/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/012662

(22) 国際出願日: 2023年3月28日(28.03.2023)

(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: 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: 窪澤 駿平 (KUBOSAWA Shumpei); 〒3058560 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第1国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 大西 貴士 (ONISHI Takashi); 〒3058560 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第1国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

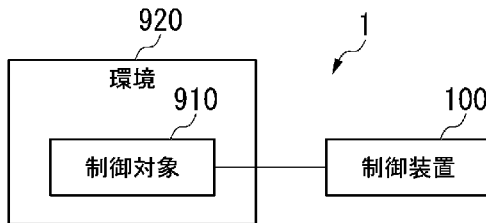
(74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(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, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,

(54) Title: CONTROL DEVICE, CONTROL METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 制御装置、制御方法および記録媒体



100 Control device
910 Object to be controlled
920 Environment

(57) Abstract: This control device comprises: a state estimation means for estimating a state including a state not to be observed, in response to input of data indicating a state to be observed among states relating to objects to be controlled; a control sequence calculation means for calculating the time series of control states command values for the objects to be controlled, the time series being calculated so as to improve evaluation on the time series of an estimated value in a state in which the state including the state not to be observed is reset to the initial state; and a control execution means for controlling the objects to be controlled, on the basis of the time series of the obtained control command values.

(57) 要約: 制御装置が、制御対象に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定する状態推定手段と、前記観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、前記制御対象に対する制御指令値の時系列を算出する制御系列算出手段と、得られた制御指令値の時系列に基づいて、前記制御対象に対する制御を行う制御実行手段と、を備える。

[続葉有]

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)）

明 細 書

発明の名称： 制御装置、制御方法および記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置、制御方法および記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 制御対象に対する制御の1つに、制御対象に対する制御指令値と、制御対象に関する状態との関係を示すモデルを用いて、制御対象に対する制御指令値を決定するモデル予測制御（Model Predictive Control；MPC）がある（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-129120号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 制御対象に対する制御指令値と、制御対象に関する状態との関係を示すモデルを用いた制御にて、制御指令値を高精度に算出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、制御方法および記録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、制御対象に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定する状態推定手段と、前記観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、前記制御対象に対する制御指令値の時系列を算出する制御系列算出手段と、得られた制御指令値の時系列に基づいて、前記制御対象に対する制御を行う制御実行手段と、を備える。

[0007] 本発明の第二の態様によれば、制御方法は、コンピュータが、制御対象に

関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定し、前記観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、前記制御対象に対する制御の時系列を算出し、得られた制御の時系列に基づいて、前記制御対象に対する制御を行う、ことを含む。

[0008] 本発明の第三の態様によれば、記録媒体は、コンピュータに、制御対象に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定することと、前記観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、前記制御対象に対する制御の時系列を算出することと、得られた制御の時系列に基づいて、前記制御対象に対する制御を行うことと、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

[0009] 本発明によれば、制御対象に関する状態との関係を示すモデルを用いた制御にて、制御指令値を比較的高精度に算出できることが期待される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第一実施形態に係るシステムの構成の例を示す図である。
[図2]第一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]第一実施形態に係るシステムにおけるデータの入出力の例を示す図である。
[図4]第一実施形態に係る制御装置が行う処理の手順の例を示す図である。
[図5]第二実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。
[図6]第三実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。
[図7]第四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8]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

[0011] 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。

以下では、チルダ (Tilde) を付された文字を、その文字の次に~を付すことで表す場合がある。例えば、チルダを付された s を、s~とも表記する。また、オーバーライン (Overline) またはマクロン (Macron) を付された文字を、その文字の次に $\bar{}$ を付すことで表す場合がある。例えば、オーバーラインまたはマクロンを付された s を、s $\bar{}$ とも表記する。また、サーカムフレックス (Circumflex) を付された文字を、その文字の次に $\hat{}$ を付すことで表す場合がある。例えば、サーカムフレックスを付された f を、f $\hat{}$ とも表記する。

[0012] <第一実施形態>

図 1 は、第一実施形態に係るシステムの構成の例を示す図である。図 1 に示す構成で、システム 1 は、制御装置 100 と、制御対象 910 とを備える。

[0013] 制御対象 910 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してすることができる。例えば、制御対象 910 は、工場 (Plant または Factory) または発電プラントなどの設備であってもよいし、工場における製造ラインなどのシステムであってもよいし、単体の装置であってもよい。あるいは、制御対象は、自動車、飛行機、船舶、自走式移動ロボットなどの移動体であってもよい。

[0014] 制御対象 910 を含む、制御対象 910 の動作環境を、環境 920 とも称する。環境 920 の状態を、制御対象 910 に関する状態、または単に状態とも称する。

環境 920 に設けられたセンサによるセンサ測定値は、観測対象となっている状態を示すデータの例に該当する。

[0015] 以下では、状態が値で表されるものとする。状態を表す値を状態量とも称

する。ここでの状態は、複数の要素が組み合わせられていてもよく、状態量がベクトルで表されていてもよい。状態の要素の組み合わせ、および、状態の要素の何れも、状態と称する場合がある。

[0016] 状態および状態量は、特定のものに限定されない。例えば、状態が、制御対象 910 が設定されている室内の室温など、状態量が実数値で表されるものであってもよい。また、状態が、制御対象 910 が備える開閉弁の開閉など、状態量が二値で表されるものであってもよい。

[0017] 制御装置 100 は、制御対象 910 に対する制御を行う。特に制御装置 100 は、観測対象となっている状態だけでなく、観測対象となっていない状態を含む状態の推定値に基づいて、制御対象 910 に対する制御指令値を算出し、算出した制御指令値を用いて制御対象 910 を制御する。制御装置 100 によれば、この点で、制御指令値を比較的高精度に算出できることが期待される。

[0018] また、制御装置 100 は、状態の推定値が示す状態から、仮設定されている制御指令値の時系列に基づいて制御対象 910 を制御した場合の、状態の推定値の時系列を算出する。そして、制御装置 100 は、状態の推定値の時系列が、予め設定されている目標状態の時系列になるべく近づくような、制御指令値の時系列を探索する。

[0019] 制御装置 100 によれば、状態の時系列を推定して評価することで、将来の状態をより高精度に推定して評価することができる。さらに、制御装置 100 によれば、観測対象となっていない状態の時系列を推定して評価する点で、将来の状態をさらに高精度に推定して評価することができる。

[0020] 制御装置 100 が、状態の時間変化の勾配を示すモデルを用いて、状態の推定値の時系列を算出し、制御指令値の時系列の探索を行うようにしてもよい。

これにより、制御装置 100 は、制御指令値の時系列の探索に、バックプロパゲーション (Backpropagation、誤差逆伝播法) 等の勾配法を用いることができ、この点で、制御指令値の時系列を効率的に探索することができる。

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）等のコンピュータを用いて構成されていてもよい。

[0021] 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。処理部１９０は、状態推定部１９１と、制御系列算出部１９２と、制御実行部１９３とを備える。

[0022] 通信部１１０は、他の装置と通信を行う。例えば、通信部１１０が、制御対象９１０に対する制御指令値を送信し、また、環境９２０に設けられたセンサから、センサ測定値を受信するようにしてもよい。

[0023] 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）パネル等の表示画面を備え、各種画像を表示する。例えば、表示部１２０が、環境９２０に設けられたセンサによるセンサ測定値、制御装置１００が推定する、観測対象となっていない状態を示すデータ、および、制御対象９１０に対する制御指令値など、制御対象９１０に対する制御に関する各種データまたはその一部を表示するようにしてもよい。

[0024] 操作入力部１３０は、例えばキーボードおよびマウス等の入力デバイスを備え、ユーザ操作を受け付ける。例えば、操作入力部１３０が、制御指令値の時系列の時間幅など、制御装置１００が行う制御におけるハイパーパラメータの値を設定するユーザ操作を受け付けるようにしてもよい。

[0025] 記憶部１８０は、各種データを記憶する。例えば、記憶部１８０が、状態の推定値の時系列を算出するためのモデルを記憶していてもよい。また、記憶部１８０が、予め定められている目標状態の時系列、および、制御指令値の探索に用いられる、制御指令値の時系列の初期値を記憶していてもよい。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。

[0026] 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 Process

ing 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。

[0027] 状態推定部 191 は、制御対象 910 に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定する。

例えば、状態推定部 191 が、制御対象 910 に対する制御指令値と、観測対象となっていない状態との入力を受けて、観測対象となっている状態の推定値を出力する、制御対象 910 のモデルを用いて状態推定を行うようにしてもよい。

[0028] この場合、状態推定部 191 が、制御対象 910 に送信される制御指令値をモデルへも入力し、また、観測対象となっていない状態の仮の推定値をモデルへ入力して、観測対象となっている状態の推定値を算出する（モデルの出力値にて取得する）。

そして、状態推定部 191 は、モデルが出力する、観測対象となっている状態の推定値を、観測対象となっている状態の実測値になるべく近づけるように、観測対象となっていない状態の（仮の）推定値を調整する。

モデルの出力の変化の勾配（例えば、モデルの出力の微分）を算出可能な場合、状態推定部 191 が、バックプロパゲーション等の勾配法を用いて、観測対象となっていない状態の（仮の）推定値を調整するようにしてもよい。

[0029] 状態推定部 191 が用いるモデルは、特定のものに限定されない。例えば、状態推定部 191 が用いるモデルの学習方法は、特定の方法に限定されない。状態推定部 191 が、教師有り学習で得られたモデルを用いるようにしてもよいし、強化学習で得られたモデルを用いるようにしてもよい。あるいは、状態推定部 191 が、制御装置 100 が、状態の推定値の時系列を求めるために用いるモデルと同じモデルを用いるようにしてもよい。

[0030] 制御系列算出部 192 は、状態推定部 191 が推定した、観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列が、目標状

態の時系列により近付くような、制御対象 910 に対する制御の時系列を算出する。

具体的には、制御系列算出部 192 は、制御対象 910 に対する制御指令値の時系列を仮に設定する。この時系列を、制御指令値の時系列の初期値とも称する。

[0031] そして、制御系列算出部 192 は、状態推定部 191 が推定した、観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態として、制御対象 910 が、設定されている制御指令値の時系列に従って動作した場合の、状態の推定値の時系列を算出する。制御対象 910 は、この状態の推定値の時系列が、なるべく目標状態の時系列に近付くように、制御指令値の時系列を更新する。

[0032] 制御系列算出部 192 は、状態の推定値の時系列の算出と、制御指令値の時系列の更新とを繰り返して、状態の推定値の時系列と、目標状態の時系列との差を最小化するような、制御指令値の時系列を探索する。

[0033] 制御実行部 193 は、制御系列算出部 192 が算出した制御指令値の時系列に基づいて、制御対象 910 に対する制御を行う。例えば、制御実行部 193 は、制御系列算出部 192 が算出した制御指令値の時系列のうち最初の制御指令値（現在時刻における制御指令値）を、通信部 110 を介して制御対象 910 へ送信することで、制御対象 910 を制御する。

[0034] 図 3 は、システム 1 におけるデータの入出力の例を示す図である。

以下では、時刻をタイムステップで表し、現在の時刻（次に、制御装置 100 が制御対象 910 に対する制御指令値を送信するタイムステップ）を時刻 t_0 で表すものとする。

[0035] 図 3 の例で、状態推定部 191 は、時刻 t_0 における状態 s_{t_0} のうち観測対象となっている状態の観測値 $s^*_{t_0}$ を取得する。そして、状態推定部 191 は、時刻 t_0 における状態の推定値 $s^{\sim}_{t_0}$ を算出し、制御系列算出部 192 へ出力する。

状態推定部 191 が、制御系列算出部 192 へ出力する状態の推定値 $s^{\sim}_{t_0}$ のうち、観測対象となっている状態の値として、状態の実測値を用いるよう

にしてもよいし、モデルの出力値など計算値を用いるようにしてもよい。

[0036] 制御系列算出部 192 は、状態推定部 191 が算出した時刻 t_0 における状態の推定値 $s \sim_{t_0}$ と、目標状態の時系列 $s \text{---}_{t_0}, \dots, s \text{---}_{t_0+T}$ と、制御対象 910 に対する制御指令値の時系列の初期値 $a \text{---}_{t_0}, \dots, a \text{---}_{t_0+T-1}$ とを取得する。そして、制御系列算出部 192 は、状態の推定値の時系列 $s \sim_{t_0}, \dots, s \sim_{t_0+T}$ が、目標状態の時系列 $s \text{---}_{t_0}, \dots, s \text{---}_{t_0+T}$ になるべく近付ける最適化問題を解いて、制御指令値の時系列 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ を探索する。

[0037] T は、制御系列算出部 192 が算出する制御指令値の時系列における時間幅として予め定められている整数の定数である。

目標状態の時系列 $s \text{---}_{t_0}, \dots, s \text{---}_{t_0+T}$ と、時系列の初期値 $a \text{---}_{t_0}, \dots, a \text{---}_{t_0+T-1}$ とは、例えば、ユーザによって予め定められていてもよい。

制御系列算出部 192 が、式 (1) に基づいて、制御指令値の時系列を探索するようにしてもよい。

[0038] [数1]

$$a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1} = \underset{a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}}{\operatorname{argmin}} \sum_{t=t_0}^{t_0+T} |\tilde{s}_t - \bar{s}_t| \dots \quad (1)$$

[0039] argmin は、 argmin の後ろ（右側）に示される式の値が最小になるような、 argmin の下に示されるパラメータの値を出力する関数である。式 (1) は、状態の推定値 $s \sim_t$ と目標状態 $s \text{---}_t$ との差の大きさの、時刻 t_0 から t_0+T までの合計がなるべく小さくなるような、制御指令値の時系列 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ を探索することを表している。

[0040] ただし、状態の推定値 $s \sim_t$ と目標状態 $s \text{---}_t$ との近さの指標は、特定のものに限定されない。例えば、制御系列算出部 192 が、状態の推定値 $s \sim_t$ と目標状態 $s \text{---}_t$ との近さの指標として、状態の推定値 $s \sim_t$ と目標状態 $s \text{---}_t$ との 2 乗誤差 $(s \sim_t - s \text{---}_t)^2$ を用いるようにしてもよい。

[0041] 制御系列算出部 192 が、状態の推定値 $s \sim_t$ の時間微分 $ds \sim_t / dt$ を積

分することで、時刻 t_0 における状態の推定値 $s_{\sim t_0}$ に基づいて、状態の推定値の時系列 $s_{\sim t_0}, \dots, s_{\sim t_0+T}$ を算出するようにしてもよい。その場合、制御系列算出部 192 が、ニューラル常微分方程式 (Neural Ordinary Differential Equations; Neural ODE) を用いて状態の推定値 $s_{\sim t}$ の時間微分 $ds_{\sim t}/dt$ を算出するようにしてもよい。ニューラル常微分方程式は、ニューラルネットワークで常微分方程式を表す計算モデルである。ニューラル常微分方程式による $ds_{\sim t}/dt$ の計算は、式 (2) のように表される。

[0042] [数2]

$$\frac{d\tilde{s}_t}{dt} = \hat{f}(\tilde{s}_t, a_t; \theta) \quad \dots (2)$$

[0043] $\hat{f}$ は、ニューラル常微分方程式を表す関数である。式 (2) では、ニューラル常微分方程式は、状態の推定値 $s_{\sim t}$ と制御指令値 a_t との入力を受けて、状態の推定値 $s_{\sim t}$ の時間微分 $ds_{\sim t}/dt$ を出力する。

θ は、ニューラル常微分方程式の内部変数を表す。 θ の値は、ニューラル常微分方程式の学習によって更新される。

[0044] 状態の推定値 $s_{\sim t}$ に含まれる時間のパラメータを τ で表して、状態の推定値を $s_{\sim t} = s_{\sim}(\tau)$ と表記すると、ニューラル常微分方程式で示される状態の推定値の時間微分 $\hat{f}(s_{\sim}(\tau), a_t; \theta)$ の積分は、式 (3) のように表される。

[0045] [数3]

$$s_{t+1} = \int_t^{t+1} \hat{f}(\tilde{s}(\tau), a_t; \theta) d\tau \quad \dots (3)$$

[0046] 制御系列算出部 192 は、式 (3) に基づいて状態 s_t の推定値 $s_{\sim t}$ に対する次状態 s_{t+1} の推定値 $s_{\sim t+1}$ を算出することができる。

[0047] ニューラル常微分方程式において、微分が、差分を用いて近似的に表されていてもよい。また、制御系列算出部 192 が、積分の計算を数値積分の手法を用いて行うようにしてもよい。

[0048] 式 (1) における、 $\sum_{t=t_0}^{t_0+T} |s_{\sim t} - s_{\sim}^{\text{true}}|$ は、関数値が小さいほど良

い評価を示す評価関数の例と捉えることができる。

ただし、制御系列算出部 192 が、状態の推定値の時系列の評価に用いる評価関数は、特定のものに限定されない。例えば、制御系列算出部 192 が、式 (1) に代えて、式 (4) に基づいて、制御指令値の時系列の探索を行うようにしてもよい。

[0049] [数4]

$$a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1} = \underset{a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}}{\operatorname{argmin}} \sum_{t=t_0}^{t_0+T} l(s_t, a_t) \quad \dots (4)$$

[0050] $l(s_t, a_t)$ は、状態 s_t の下で制御対象が制御指令値 a_t に従って動作したときの評価を示す関数である。式 (4) の例では、関数 l として、関数値が小さいほど良い評価を示すコスト関数を用いている。

[0051] $\sum_{t=t_0}^{t_0+T} l(s_t, a_t)$ は、時刻 $t = t_0$ から $t = t_0 + T$ までの評価値 $l(s_t, a_t)$ の合計を表す。 $\sum_{t=t_0}^{t_0+T} l(s_t, a_t)$ は、目的関数の例に該当する。

[0052] 式 (4) は、時刻 $t = t_0$ から $t = t_0 + T$ までの評価値 $l(s_t, a_t)$ の合計がなるべく小さくなるような、制御指令値の時系列 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ を探索することを表している。

[0053] 制御系列算出部 192 は、算出した制御指令値の時系列 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ を、制御実行部 193 へ出力する。あるいは、制御系列算出部 192 が、時刻 t における制御指令値 a_{t_0} のみを制御実行部 193 へ出力するようにしてもよい。

[0054] 制御実行部 193 は、制御系列算出部 192 が算出した制御指令値に基づいて、制御対象 910 を制御する。具体的には、制御実行部 193 は、時刻 t における制御指令値 a_{t_0} を、通信部 110 を介して制御対象 910 へ送信する。

[0055] 図 4 は、制御装置 100 が行う処理の手順の例を示す図である。

図 4 の処理で、状態推定部 191 は、制御対象 910 に関する状態のうち観測対象となっている状態の観測値 $s^*_{t_0}$ の入力を受けて、観測対象となって

いない状態を含む状態の推定値 $s \sim_{t_0}$ を算出する（ステップ S 1 0 1）。

[0056] 次に、制御系列算出部 1 9 2 は、制御対象 9 1 0 に対する制御指令値の時系列 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ の初期値を設定する（ステップ S 1 0 2）。例えば、制御系列算出部 1 9 2 が、ユーザによって予め計画されている制御指令値の時系列を、制御指令値の時系列の初期値 $a_{t_0}^-, \dots, a_{t_0+T-1}^-$ として取得し、制御指令値の時系列の初期値 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ に設定するようにしてもよい。

[0057] 次に、制御系列算出部 1 9 2 は、状態の推定値の時系列 $s \sim_{t_0}, \dots, s \sim_{t_0+T}$ が、目標状態の時系列 $s_{t_0}^-, \dots, s_{t_0+T}^-$ になるべく近づくような、制御指令値の時系列 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ を探索する（ステップ S 1 0 3）。

[0058] 具体的には、制御系列算出部 1 9 2 は、状態の推定値の時系列 $s \sim_{t_0}, \dots, s \sim_{t_0+T}$ が、目標状態の時系列 $s_{t_0}^-, \dots, s_{t_0+T}^-$ により近づくように、制御指令値の時系列 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ を更新する。ただし、局所解に陥ることを回避するために、制御系列算出部 1 9 2 が、状態の推定値の時系列 $s \sim_{t_0}, \dots, s \sim_{t_0+T}$ が、目標状態の時系列 $s_{t_0}^-, \dots, s_{t_0+T}^-$ から離れるような、制御指令値の時系列 $a_{t_0}, \dots, a_{t_0+T-1}$ を選択することがあってもよい。

[0059] 次に、制御系列算出部 1 9 2 は、制御指令値の時系列の探索の終了条件が成立しているか否かを判定する（ステップ S 1 0 4）。ここでの終了条件は、特定のものに限定されない。例えば、ステップ S 1 0 4 における終了条件は、ステップ S 1 0 3 から S 1 0 4 のループを所定の回数以上実行した、という条件であってもよい。あるいは、ステップ S 1 0 4 における終了条件は、式 (1) における $\sum_{t=t_0}^{t_0+T} |s \sim_t - s_t^-|$ の値が、所定の閾値よりも小さい、という条件であってもよい。

終了条件が成立していないと制御系列算出部 1 9 2 が判定した場合（ステップ S 1 0 4 : NO）、処理がステップ S 1 0 3 へ戻る。

[0060] 一方、ステップ S 1 0 4 で、終了条件が成立していると制御系列算出部 1

92が判定した場合（ステップS104：YES）、制御実行部193は、制御対象910に対する制御を実行する（ステップS105）。具体的には、制御実行部193は、制御系列算出部192が算出した時刻 t_0 における制御指令値 a_{t_0} を、通信部110を介して制御対象910へ送信する。

[0061] ステップS105の後、処理がステップS101へ戻る。このとき、タイムステップが1ステップ進む。

制御装置100は、制御対象910に対する制御を終了するまで、ステップS101からS105のループを繰り返す。

[0062] 以上のように、状態推定部191は、制御対象910に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定する。制御系列算出部192は、観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、制御対象910に対する制御指令値の時系列を算出する。制御実行部193は、得られた制御指令値の時系列に基づいて、制御対象910に対する制御を行う。

[0063] 制御装置100によれば、制御対象910に対する制御指令値と、制御対象910に関する状態との関係を示すモデルを用いた制御にて、観測対象となっている状態だけでなく観測対象となっていない状態にも基づいて、制御対象910に対する制御指令値を算出する点で、制御指令値を比較的高精度に算出できることが期待される。

[0064] また、制御系列算出部192は、観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列が、目標状態の時系列により近付くような、制御対象910に対する制御指令値の時系列を算出する。

制御装置100によれば、ユーザが制御対象910に対する制御計画を作成している場合など、目標状態の時系列が定められている場合に、目標状態の時系列に従って制御対象910を制御することができる。

[0065] また、制御系列算出部192は、勾配モデルを用いて、制御対象910に対する制御指令値の時系列を算出する。勾配モデルは、制御対象910に関

する状態と、制御対象 910 に対する制御指令値と、制御対象 910 に関する状態の時間変化との関係を示すモデルである。

[0066] 制御装置 100 によれば、制御対象 910 に対する制御指令値の時系列の探索に、バックプロパゲーション等の勾配法を用いることができる。制御装置 100 によれば、この点で、制御対象 910 に対する制御指令値の時系列の探索を効率的に行うことができる。

[0067] <第二実施形態>

図 5 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 2 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、状態推定部 191 と、制御系列算出部 192 と、制御実行部 193 と、モデル学習部 291 とを備える。

[0068] 図 5 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、191、192、193）を付し、ここでは詳細な説明を省略する。

制御装置 200 では、処理部 290 が、制御装置 100 の処理部 190 が備える各部に加えてさらに、モデル学習部 291 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。

第二実施形態におけるシステムの構成は、第一実施形態の場合と同様である。第二実施形態では、図 1 の制御装置 100 を制御装置 200 と読み替えることとする。

[0069] モデル学習部 291 は、制御対象 910 のシミュレーションにて得られたデータを用いて、制御対象 910 に関する状態と、制御対象 910 に対する制御指令値と、制御対象 910 に関する状態の時間変化との関係を示すモデルの学習を行う。モデル学習部 291 は、モデル学習手段の例に該当する。

制御系列算出部 192 は、学習済みのモデルを用いて、制御対象 910 に対する制御指令値の時系列を算出する。

[0070] 制御対象 910 に関する状態と、制御対象 910 に対する制御指令値と、制御対象 910 に関する状態の時間変化との関係を示すモデルを、勾配モデルとも称する。

以下では、制御装置 200 が、勾配モデルとしてニューラル常微分方程式を用いる場合を例に説明する。ただし、制御装置 200 が用いる勾配モデルは、特定の種類のモデルに限定されず、制御対象 910 に関する状態の時間変化の勾配を示すいろいろなモデルとすることができる。

[0071] ニューラル常微分方程式の学習のために、モデル学習部 291 は、制御対象 910 に関する状態の推定値 $s \sim_t$ と、制御対象 910 に対する制御指令値 a_t と、制御対象 910 に関する次状態の推定値 $s \sim_{t+1}$ との組み合わせによる訓練データを取得する。制御対象 910 に関する次状態の推定値 $s \sim_{t+1}$ は、推定値 $s \sim_t$ で示される状態 s_t のもとで、制御対象 910 が、制御指令値 a_t に従って動作したときに、状態 s_t から遷移する状態（次状態） s_{t+1} の推定値である。

[0072] そして、モデル学習部 291 は、状態の推定値 $s \sim_t$ と、制御対象 910 に対する制御指令値 a_t をニューラル常微分方程式に入力して、状態の推定値 $s \sim_t$ の時間微分 $ds \sim_t / dt$ を算出する。モデル学習部 291 は、 $ds \sim_t / dt$ を積分して算出される次状態の推定値 $s \sim_{t+1}$ が、訓練データに示される次状態の推定値 $s \sim_{t+1}$ に近付くように、ニューラル常微分方程式の内部変数の値を更新する。

モデル学習部 291 が、バックプロパゲーション等の勾配法を用いて、ニューラル常微分方程式の学習を行うようにしてもよい。

[0073] 以上のように、モデル学習部 291 は、制御対象 910 のシミュレーションにて得られたデータを用いて、勾配モデルの学習を行う。勾配モデルは、制御対象 910 に関する状態と、制御対象 910 に対する制御指令値と、制御対象 910 に関する状態の時間変化との関係を示すモデルである。

[0074] 制御装置 200 によれば、状態（の推定値）の時間変化の勾配を示すモデルを得られ、制御系列算出部 192 が、制御対象 910 に対する制御指令値

の時系列 $a_{t0}, \dots, a_{t0+T-1}$ を探索する際に、バックプロパゲーション等の勾配法を用いることができる。制御装置 200 によれば、この点で、制御対象 910 に対する制御指令値の時系列 $a_{t0}, \dots, a_{t0+T-1}$ を効率的に算出することができる。

[0075] また、制御装置 200 によれば、制御対象 910 のシミュレーションで得られるデータを訓練データとして用いた学習で、バックプロパゲーション等の勾配法に利用可能なモデルを得られる。制御装置 200 によれば、この点で、モデルの構築のコストが比較的小さい。

[0076] <第三実施形態>

図 6 は、第三実施形態に係る制御装置の構成の例を示す図である。図 6 に示す構成で、制御装置 610 は、状態推定部 611 と、制御系列算出部 612 と、制御実行部 613 とを備える。

[0077] かかる構成で、状態推定部 611 は、制御対象に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定する。制御系列算出部 612 は、観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、制御対象に対する制御指令値の時系列を算出する。制御実行部 613 は、得られた制御指令値の時系列に基づいて、制御対象に対する制御を行う。

状態推定部 611 は、状態推定手段の例に該当する。制御系列算出部 612 は、制御系列算出手段の例に該当する。制御実行部 613 は、制御実行手段の例に該当する。

[0078] 制御装置 610 によれば、制御対象に対する制御指令値と、制御対象に関する状態との関係を示すモデルを用いた制御にて、観測対象となっている状態だけでなく観測対象となっていない状態にも基づいて、制御対象に対する制御指令値を算出する点で、制御指令値を比較的高精度に算出できることが期待される。

[0079] 状態推定部 611 は、例えば図 1 に示される状態推定部 191 等の機能を

用いて実現することができる。制御系列算出部 6 1 2 は、例えば図 1 に示される制御系列算出部 1 9 2 等の機能を用いて実現することができる。制御実行部 6 1 3 は、例えば図 1 に示される制御実行部 1 9 3 等の機能を用いて実現することができる。

[0080] <第四実施形態>

図 7 は、第四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 7 に示す制御方法は、状態を推定すること（ステップ S 6 1 1）と、制御系列を算出すること（ステップ S 6 1 2）と、制御を実行すること（ステップ S 6 1 3）とを含む。

[0081] 状態を推定すること（ステップ S 6 1 1）では、コンピュータが、制御対象に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定する。

制御系列を算出すること（ステップ S 6 1 2）では、コンピュータが、観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、制御対象に対する制御の時系列を算出する。

制御を実行すること（ステップ S 6 1 3）では、コンピュータが、得られた制御の時系列に基づいて、制御対象に対する制御を行う。

[0082] 図 7 に示す制御方法によれば、制御対象に対する制御指令値と、制御対象に関する状態との関係を示すモデルを用いた制御にて、観測対象となっている状態だけでなく観測対象となっていない状態にも基づいて、制御対象に対する制御指令値を算出する点で、制御指令値を比較的高精度に算出できることが期待される。

[0083] 図 8 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 8 に示す構成で、コンピュータ 7 0 0 は、CPU 7 1 0 と、主記憶装置 7 2 0 と、補助記憶装置 7 3 0 と、インタフェース 7 4 0 と、不揮発性記録媒体 7 5 0 とを備える。

- [0084] 上記の制御装置１００、制御装置２００、および、制御装置６１０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。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。また、ＣＰＵ７１０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、ＣＰＵ７１０の制御に従って通信を行うことで実行される。
- [0085] 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。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。
- [0086] また、ＣＰＵ７１０は、プログラムに従って、記憶部１８０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、ＣＰＵ７１０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。
- [0087] 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。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。
- [0088] また、ＣＰＵ７１０は、プログラムに従って、記憶部１８０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、ＣＰＵ７１０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。

[0089] 制御装置６１０がコンピュータ７００に実装される場合、状態推定部６１１と、制御系列算出部６１２と、制御実行部６１３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。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] なお、制御装置１００、制御装置２００、および、制御装置６１０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 (Compact 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。

[0093] 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。

産業上の利用可能性

[0094] 本発明は、制御装置、制御方法および記録媒体に適用してもよい。

符号の説明

[0095] 1 システム
100、200、610 制御装置
110 通信部
120 表示部
130 操作入力部
180 記憶部
190、290 処理部
191、611 状態推定部
192、612 制御系列算出部
193、613 制御実行部
291 モデル学習部
910 制御対象
920 環境

請求の範囲

- [請求項1] 制御対象に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定する状態推定手段と、
- 前記観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、前記制御対象に対する制御指令値の時系列を算出する制御系列算出手段と、
- 得られた制御指令値の時系列に基づいて、前記制御対象に対する制御を行う制御実行手段と、
- を備える制御装置。
- [請求項2] 前記制御系列算出手段は、前記観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列が、目標状態の時系列により近付くような、前記制御対象に対する制御指令値の時系列を算出する、
- 請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記制御系列算出手段は、前記制御対象に関する状態と、前記制御対象に対する制御指令値と、前記制御対象に関する状態の時間変化との関係を示すモデルを用いて、前記制御指令値の時系列を算出する、
- 請求項1または請求項2に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記制御対象のシミュレーションにて得られたデータを用いて、前記制御対象に関する状態と、前記制御対象に対する制御指令値と、前記制御対象に関する状態の時間変化との関係を示すモデルの学習を行うモデル学習手段
- を更に備える
- 請求項3に記載の制御装置。
- [請求項5] コンピュータが、
- 制御対象に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定し

、

前記観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、前記制御対象に対する制御の時系列を算出し、

得られた制御の時系列に基づいて、前記制御対象に対する制御を行う、

ことを含む制御方法。

[請求項6]

コンピュータに、

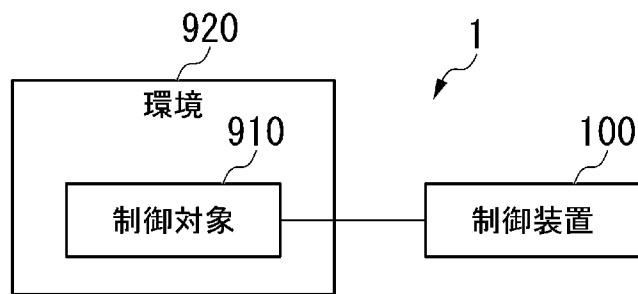
制御対象に関する状態のうち観測対象となっている状態を示すデータの入力を受けて、観測対象となっていない状態を含む状態を推定することと、

前記観測対象となっていない状態を含む状態を初期状態とする状態の推定値の時系列に対する評価がより良くなるような、前記制御対象に対する制御の時系列を算出することと、

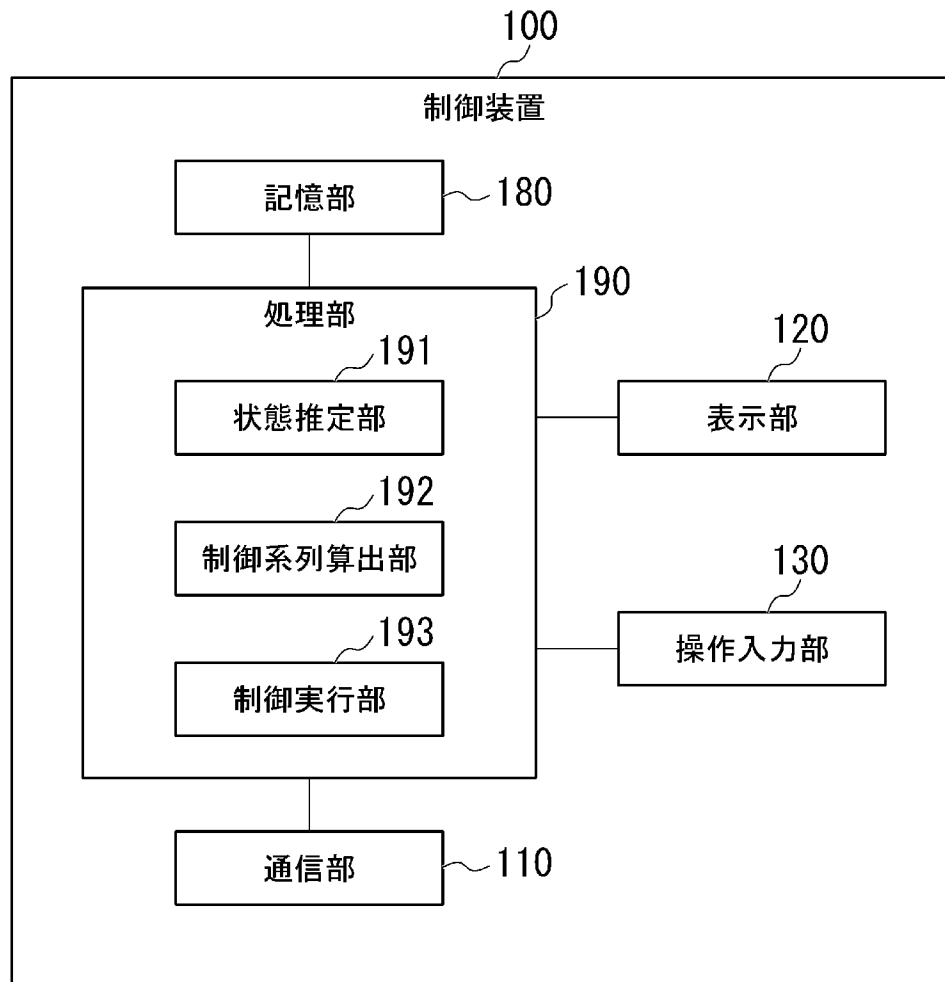
得られた制御の時系列に基づいて、前記制御対象に対する制御を行うことと、

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。

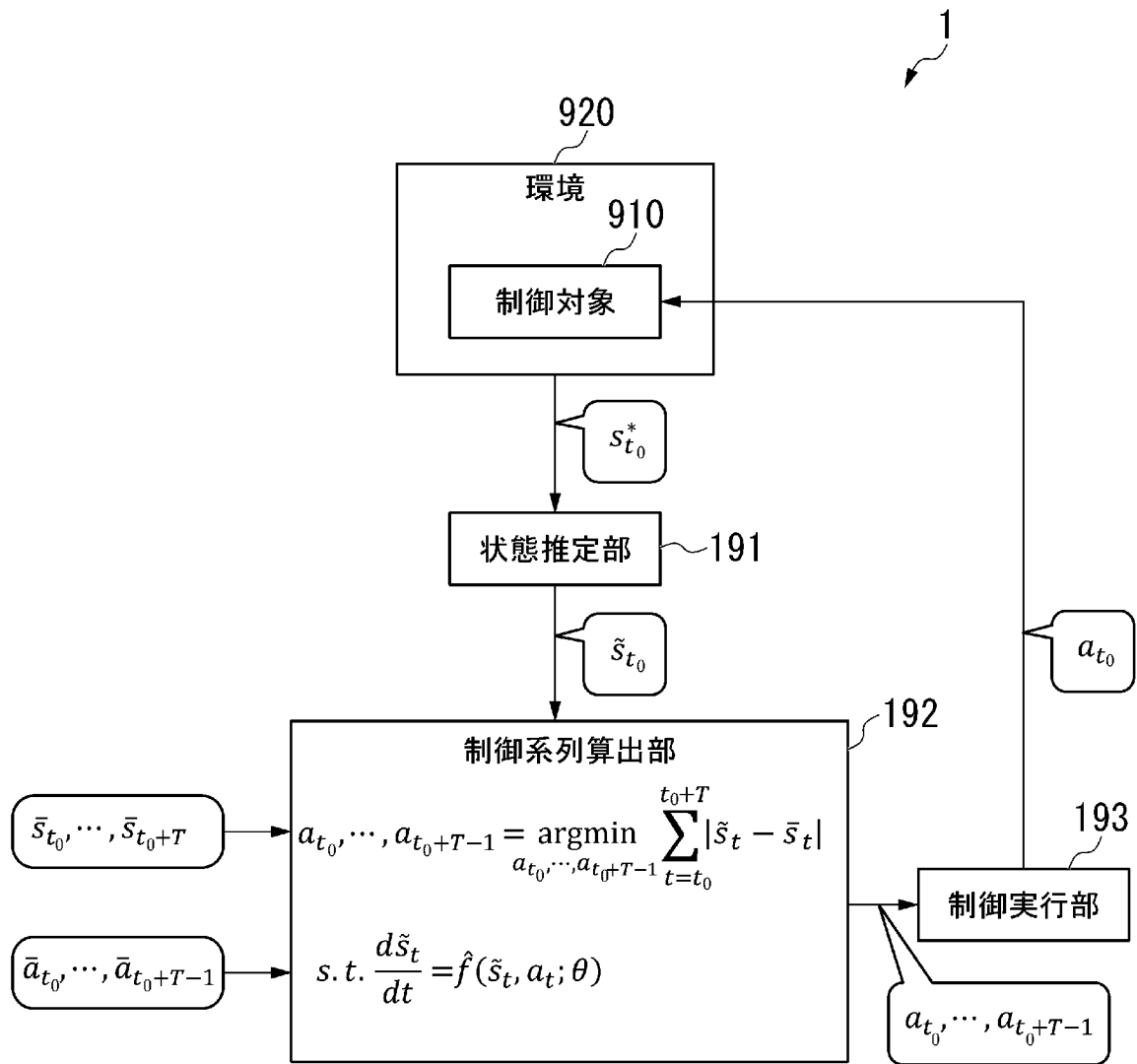
[図1]



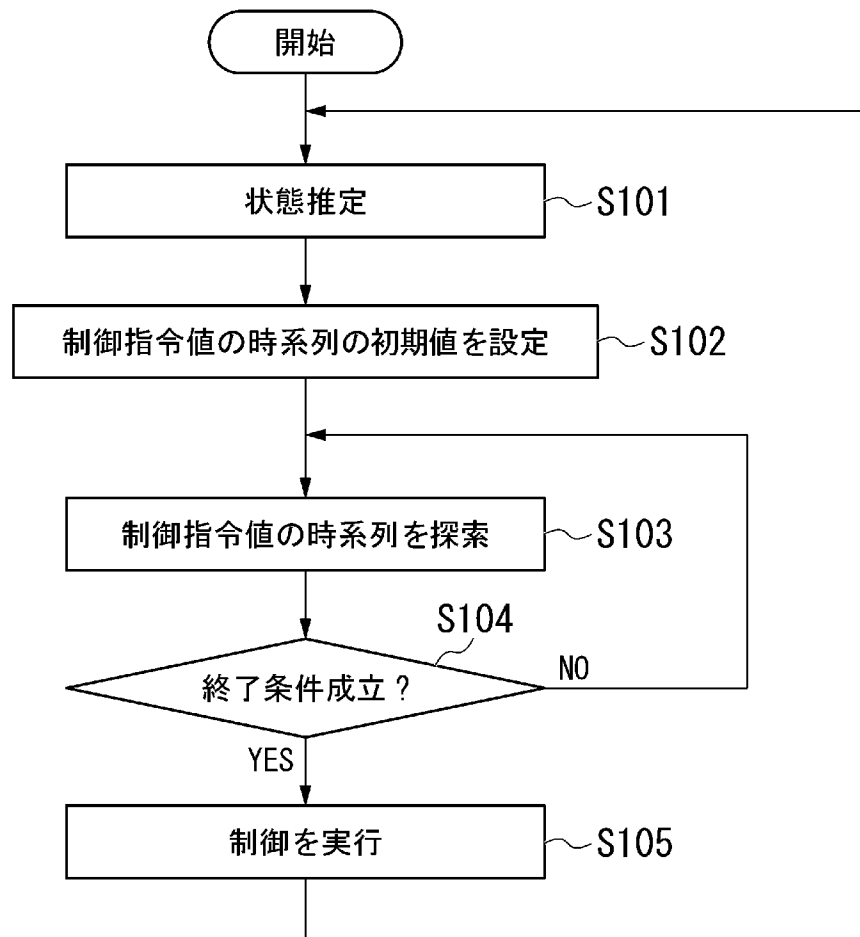
[図2]



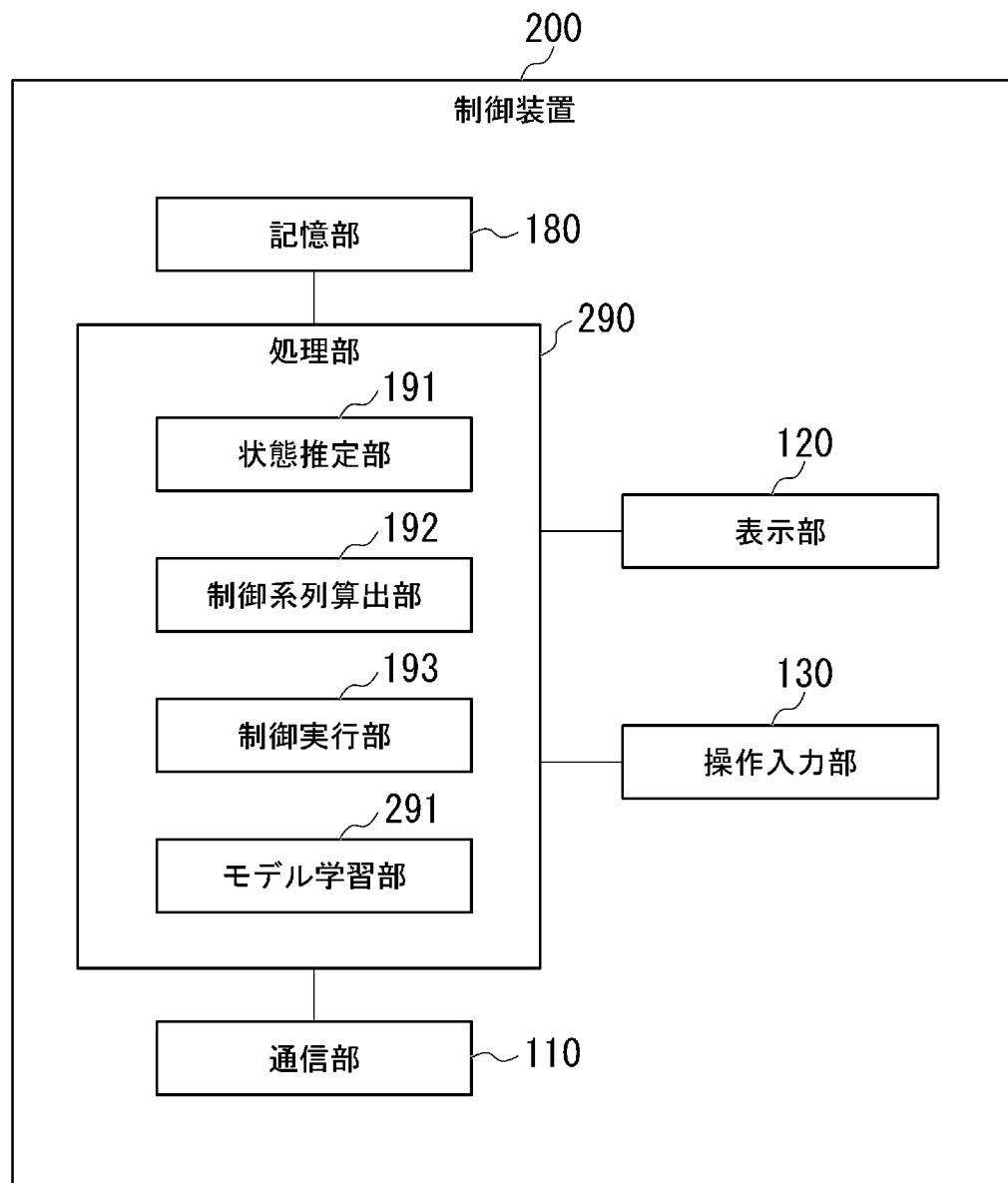
[図3]



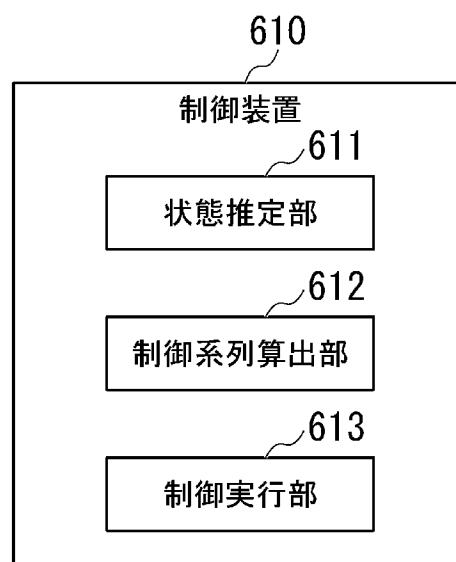
[図4]



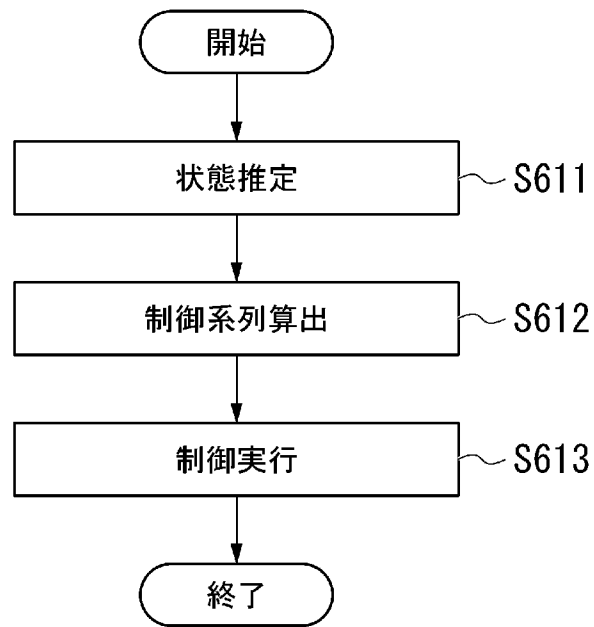
[図5]



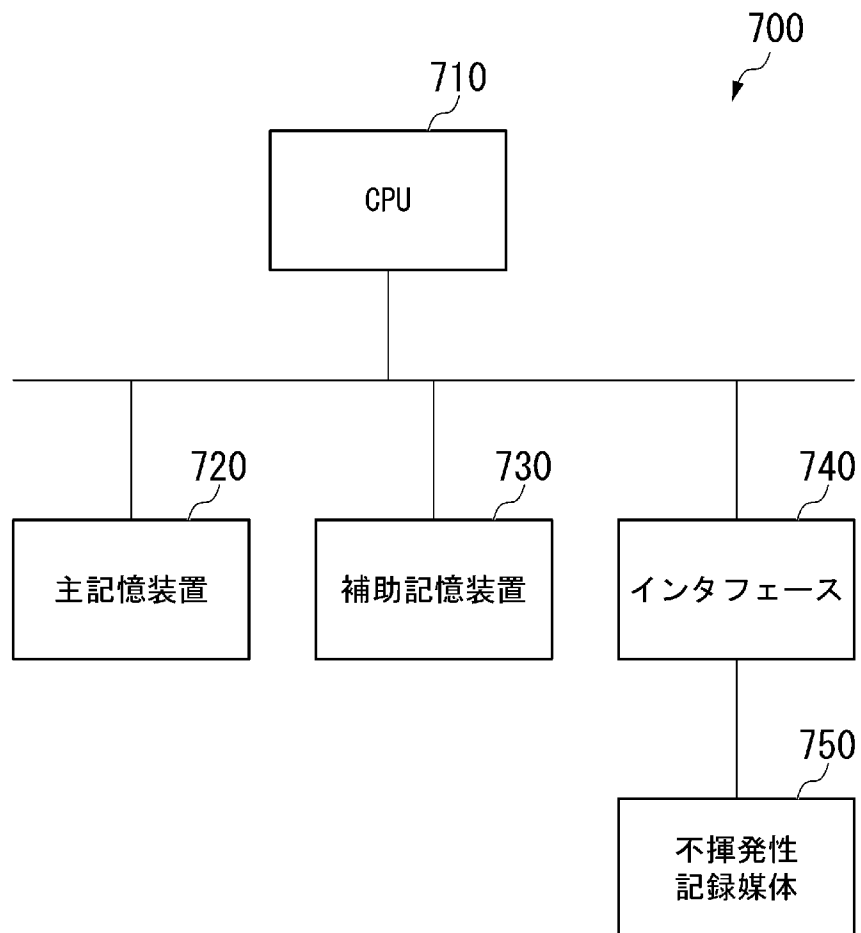
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05B 19/042**(2006.01)i; **G05B 23/02**(2006.01)i

FI: G05B19/042; G05B23/02 Z

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B19/042; G05B23/02

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	WO 2021/084587 A1 (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 06 May 2021 (2021-05-06) in particular, paragraphs [0030]-[0036], [0050], [0056], [0060], [0086], [0088], [0100], fig. 1, 3, 4, 12	1, 5-6
Y		2-4
Y	JP 2020-082332 A (OMRON CORPORATION) 04 June 2020 (2020-06-04) in particular, paragraphs [0039], [0041], [0186]	2-4
Y	JP 2021-091079 A (FUJIFILM CORPORATION) 17 June 2021 (2021-06-17) in particular, paragraphs [0041], [0061], [0099]	2-4

☐ 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

17 May 2023

Date of mailing of the international search report

06 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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/012662

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/084587	A1	06 May 2021	US 2022/0234196 A1 in particular, paragraphs [0046]-[0053], [0067], [0073], [0077], [0106], [0108], [0120], fig. 2, 4, 5, 13 EP 4052869 A1 CN 114599488 A	
JP	2020-082332	A	04 June 2020	US 2021/0252714 A1 in particular, paragraphs [0071], [0073], [0243] WO 2020/110495 A1 EP 3888859 A1 CN 112584990 A	
JP	2021-091079	A	17 June 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/042(2006.01)i; G05B 23/02(2006.01)i FI: G05B19/042; G05B23/02 Z														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G05B19/042; G05B23/02														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 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				
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	WO 2021/084587 A1（株式会社安川電機）06.05.2021（2021 - 05 - 06） 特に、段落 0030 - 0036、0050、0056、0060、0086、0088、0100、図1、図3、図4、図12	1, 5-6												
Y		2-4												
Y	JP 2020-082332 A（オムロン株式会社）04.06.2020（2020 - 06 - 04） 特に、段落 0039、0041、0186	2-4												
Y	JP 2021-091079 A（富士フイルム株式会社）17.06.2021（2021 - 06 - 17） 特に、段落 0041、0061、0099	2-4												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 17.05.2023	国際調査報告の発送日 06.06.2023													
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） 藤崎 詔夫 3U 5075 電話番号 03-3581-1101 内線 3364													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/012662

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2021/084587	A1	06.05.2021	US 2022/0234196 A1 特に、段落 0046-0053、0067、0073、0077、0106、0108、0120、図2、図4、図5、図13 EP 4052869 A1 CN 114599488 A	
JP	2020-082332	A	04.06.2020	US 2021/0252714 A1 特に、段落 0071、0073、0243 WO 2020/110495 A1 EP 3888859 A1 CN 112584990 A	
JP	2021-091079	A	17.06.2021	(ファミリーなし)	