

(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7月25日(25.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/154205 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)

字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/001043

(22) 国際出願日: 2023年1月16日(16.01.2023)

(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: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

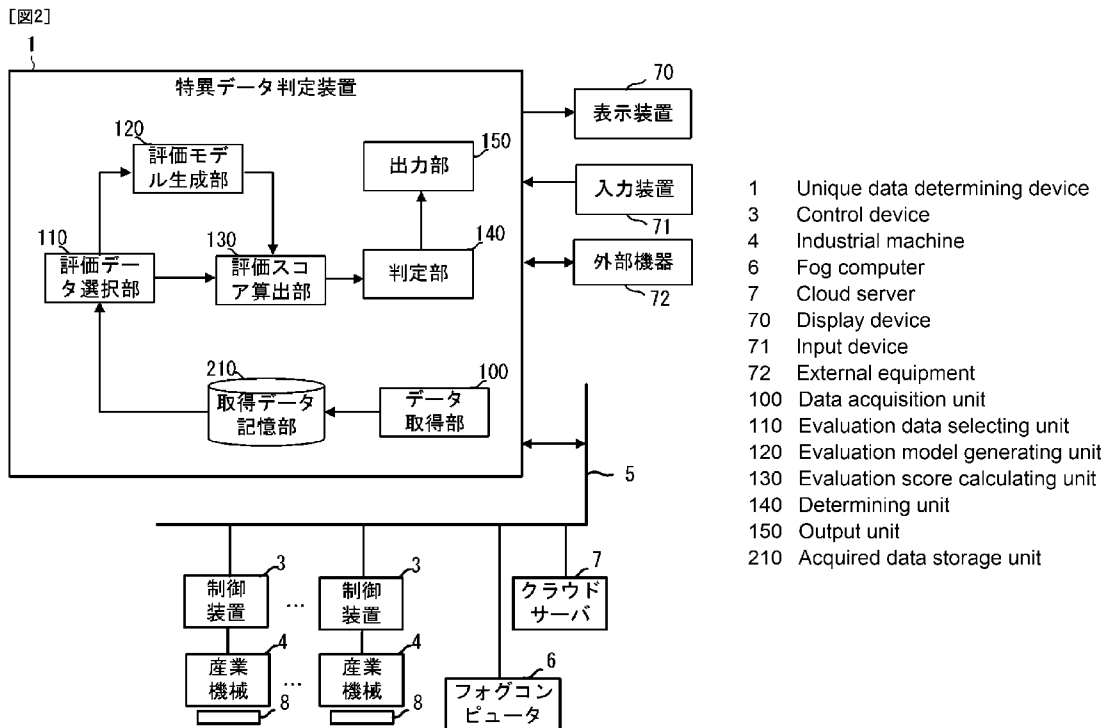
(72) 発明者: 鴻 巢 有 史 (KOUNOSU Yuuji); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草

(74) 代理人: あいわ弁理士法人 (AIWA INTERNATIONAL PATENT AGENCY); 〒1040045 東京都中央区築地一丁目 1 2 番 2 2 号 コンワビル4階 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, MW, MX, MY,

(54) Title: UNIQUE DATA DETERMINING DEVICE AND UNIQUE DATA DETERMINING METHOD

(54) 発明の名称: 特異データ判定装置、及び特異データ判定方法



(57) Abstract: A unique data determining device according to the present disclosure includes: an evaluation data selecting unit that selects, out of a plurality of pieces of data relating to an industrial machine, one piece of data as evaluation data; an evaluation model generating unit that performs machine learning on the basis of other data excluding the evaluation data, and generates an evaluation model; an evaluation score calculating unit that calculates an evaluation score for the evaluation data by using the evaluation model; and a determining unit that determines whether or not the evaluation



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

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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

data is unique data, on the basis of the evaluation score calculated by the evaluation score calculating unit. Selection of the evaluation data by the evaluation data selecting unit, generation of the evaluation model by the evaluation model generating unit, and calculation of the evaluation score for the evaluation data by the evaluation score calculating unit, are performed with respect to each piece of data stored in an acquired data storage unit, and the determining unit determines a predetermined count of data, in order from highest evaluation score, as being unique data.

(57) 要約: 本開示による特異データ判定装置は、産業機械に係る複数のデータ複数のデータの内の、1つのデータを評価データとして選択する評価データ選択部と、評価データを除く他のデータに基づいた機械学習を行い評価モデルを生成する評価モデル生成部と、評価モデルを用いて、評価データの評価スコアを算出する評価スコア算出部と、評価スコア算出部が算出した評価スコアに基づいて、評価データが特異データであるか否かを判定する判定部と、を備え、評価データ選択部による評価データの選択、評価モデル生成部による評価モデルの生成、及び評価スコア算出部による前記評価データの評価スコアの算出を、取得データ記憶部に記憶されるそれぞれのデータに対して行い、判定部は、評価スコアが高い順に所定数のデータを特異データであると判定する。

明 細 書

発明の名称：特異データ判定装置、及び特異データ判定方法

技術分野

[0001] 本開示は、特異データ判定装置、及び特異データ判定方法に関する。

背景技術

[0002] 工作機械やロボット等の産業機械が設置された製造現場では、産業機械に取り付けられたセンサ等で検知したデータに基づいて該産業機械の動作状況を把握している。多くの製造現場では様々な産業機械の動作状況を把握するために、センサ等により検知したデータを用いた解析を行っている（例えば、特許文献1など）。

[0003] センサ等により検知したデータには、「他のデータと比較して特異性を持つデータ」（以下、特異データと言う）が含まれ得る。この特異データには、例えばノイズを含んだノイジーデータや、異常な状態で検知された異常データ、今までに検知されなかった事象を示す新奇データ等が含まれる。特異データを解析することで、特異データの発生状態を解析することができる。また、特異データを除外したデータセットを作成することで、通常の産業機械の動作状態を解析することができる。そのため、従来は人が特異データの振るい分けをしたり、外れ値を検出する手法を利用したりしていた。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-148971号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 人が手動でデータを振るい分ける作業は、産業機械の動作について熟練した知識を持った人が行う必要があり、多大なコストがかかる。また、判断基準が人によって変わることもある。更に、同じ人でも常に同じ判断ができるとは限らない。一方で、単純な外れ値の検出手法を特異データの判定に利用

したとしても十分な精度が得られないことが多い。

現場では、精度よく特異データを判定する手法が望まれている。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示による特異データ判定装置は、産業機械から収集したデータを用いて生成した評価モデルを使って個々のデータの評価スコアを求め、評価スコアが大きいデータを特異データとして検出することで、上記課題を解決する。評価スコアは、評価対象のデータに表れる誤差が、他のデータに表れる誤差と比べてどれだけ大きいかを示す指標である。

[0007] そして、本開示の一態様は、産業機械に係る複数のデータを記憶する取得データ記憶部と、前記複数のデータの内、1つのデータを評価データとして選択する評価データ選択部と、前記複数のデータの内、前記評価データを除く他のデータに基づいた機械学習の処理を実行し、評価モデルを生成する評価モデル生成部と、前記評価モデルを用いて、前記評価データに基づく推論を実行し、前記推論の結果である推論値と、前記評価データとに基づいて該評価データの評価スコアを算出する評価スコア算出部と、前記評価スコア算出部が算出した評価スコアに基づいて、前記評価データが特異データであるか否かを判定する判定部と、を備え、前記評価データ選択部による評価データの選択、前記評価モデル生成部による評価モデルの生成、及び前記評価スコア算出部による前記評価データの評価スコアの算出を、前記取得データ記憶部に記憶されるそれぞれのデータに対して行い、前記判定部は、評価スコアが高い順に所定数のデータを特異データであると判定する、特異データ判定装置である。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の第1実施形態による特異データ判定装置の概略的なハードウェア構成図である。

[図2]第1実施形態による特異データ判定装置の概略的な機能を示すブロック図である。

[図3]所定のデータを評価データとした時の評価スコア算出の流れを示す模式

図である。

[図4]他のデータを評価データとした時の評価スコア算出の流れを示す模式図である。

[図5]判定部による特異データの判定処理の概要を示す模式図である。

[図6]第1実施形態による特異データ判定装置の動作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

[0009] 以下、本開示の実施形態を図面と共に説明する。

[第1実施形態]

図1は本開示の第1実施形態による特異データ判定装置の要部を示す概略的なハードウェア構成図である。本実施形態による特異データ判定装置1は、例えば制御用プログラムに基づいて産業機械を制御する制御装置として実装することができる。また、本実施形態による特異データ判定装置1は、産業機械を制御する制御装置に併設されたパソコンや、該制御装置と有線／無線のネットワーク5を介して接続されたパソコン、セルコンピュータ、フォグコンピュータ6、クラウドサーバ7などのコンピュータ上に実装することができる。本実施形態では、特異データ判定装置1を、産業機械を制御する制御装置3とネットワーク5を介して接続されたパソコンの上に実装した例を示す。

[0010] 本実施形態による特異データ判定装置1が備えるCPU11は、特異データ判定装置1を全体的に制御するプロセッサである。CPU11は、バス22を介してROM12に格納されたシステム・プログラムを読み出し、該システム・プログラムに従って特異データ判定装置1全体を制御する。RAM13には一時的な計算データや表示データ、及び外部から入力された各種データ等が一時的に格納される。

[0011] 不揮発性メモリ14は、例えば図示しないバッテリーでバックアップされたメモリやSSD(Solid State Drive)等で構成され、特異データ判定装置1の電源がオフされても記憶状態が保持される。不揮発性

メモリ 14 には、インタフェース 15 を介して外部機器 72 から読み込まれたプログラムやデータ、インタフェース 18 を介して入力装置 71 から入力されたプログラムやデータ、ネットワーク 5 を介して制御装置 3 や他の装置から取得されたプログラムやデータ等が記憶される。記憶されるデータには、例えば制御装置 3 が制御する産業機械 4 に取り付けられたセンサ 8 により検出された駆動部のモータ電流、電圧、トルク、位置、速度、加速度、産業機械 4 の各部に発生する振動や音等の物理量に係るデータが含まれていてよい。不揮発性メモリ 14 に記憶されたプログラムやデータは、実行時／利用時には RAM 13 に展開されてもよい。また、ROM 12 には、公知の解析プログラムなどの各種システム・プログラムがあらかじめ書き込まれている。

[0012] インタフェース 15 は、特異データ判定装置 1 の CPU 11 と USB 装置等の外部機器 72 と接続するためのインタフェースである。外部機器 72 側からは、例えばシステム・プログラムやデータ等が読み込まれる。また、特異データ判定装置 1 内で作成・編集したプログラムやデータ等は、外部機器 72 に記憶させることができる。

[0013] インタフェース 20 は、特異データ判定装置 1 の CPU 11 と有線乃至無線のネットワーク 5 とを接続するためのインタフェースである。ネットワーク 5 は、例えば RS-485 等のシリアル通信、Ethernet（登録商標）通信、光通信、無線 LAN、Wi-Fi（登録商標）、Bluetooth（登録商標）等の技術を用いて通信をするものであってよい。ネットワーク 5 には、少なくとも 1 つの産業機械 4 を制御する制御装置 3、フォグコンピュータ 6、クラウドサーバ 7 等が接続され、特異データ判定装置 1 との間で相互にデータのやり取りを行っている。

[0014] 表示装置 70 には、メモリ上に読み込まれた各データ、プログラム等が実行された結果として得られたデータ等がインタフェース 17 を介して出力されて表示される。また、キーボードやポインティングデバイス等から構成される入力装置 71 は、オペレータによる操作に基づく指令、データ等をイン

タフェース 18 を介して CPU 11 に渡す。

[0015] 図 2 は、本開示の第 1 実施形態による特異データ判定装置 1 が備える機能を概略的なブロック図として示したものである。本実施形態による特異データ判定装置 1 が備える各機能は、図 1 に示した特異データ判定装置 1 が備える CPU 11 がシステム・プログラムを実行し、特異データ判定装置 1 の各部の動作を制御することにより実現される。

[0016] 本実施形態の特異データ判定装置 1 は、データ取得部 100、評価データ選択部 110、評価モデル生成部 120、評価スコア算出部 130、判定部 140、出力部 150 を備える。また、特異データ判定装置 1 の RAM 13 乃至不揮発性メモリ 14 には、データ取得部 100 が産業機械 4 に取り付けられたセンサ 8 等から取得したデータを記憶するための領域である取得データ記憶部 210 が予め用意されている。

[0017] データ取得部 100 は、産業機械 4 に取り付けられたセンサ等で検出されたデータを取得する。データ取得部 100 は、運転中の産業機械 4 で検出されたデータを制御装置 3 からネットワーク 5 を介して取得するようにしてもよい。また、フォグコンピュータ 6、クラウドサーバ 7 などの上位のコンピュータが蓄積しているデータをネットワークを介して取得するようにしてもよい。更に、外部機器 72 から取得するようにしてもよい。データ取得部 100 が取得するデータは、例えば産業機械 4 の動作時に該産業機械 4 に設定されている最大許容速度、最大許容加速度、時定数、許容内回り誤差などの加工パラメータの値や、該産業機械 4 を動作させるサーボモータから取得されるモータ電流、電圧、トルク、位置、速度、加速度や、センサ 8 が検出した駆動部の振動、温度などのデータ、該産業機械 4 で加工されたワークの加工精度（公差や表面粗度など）であってよい。また、そのデータは瞬時値であってよいし、時系列データであってよい。データ取得部 100 は、取得したデータを取得データ記憶部 210 に記憶する。

[0018] 評価データ選択部 110 は、取得データ記憶部 210 に記憶されたデータの中から評価の対象となる評価データを選択する。そして、評価データを評

価スコア算出部 130 へ通知すると共に、その評価データ以外の他のデータを学習データとした評価モデルを生成するように評価モデル生成部 120 へと指令する。次に、評価データ選択部 110 は、まだ評価データとして選択されていない評価データを次の評価データとして選択する。そして、その評価データ以外の他のデータを学習データとした評価モデルを生成するように評価モデル生成部 120 へと指令する。評価データ選択部 110 は、取得データ記憶部 210 に記憶されているデータを全て評価データとして選択するまで、上記した処理を繰り返す。

[0019] 評価モデル生成部 120 は、評価データ選択部 110 からの指令に基づいて、取得データ記憶部 210 に記憶されているデータの中で、その時の評価データとして選択されたデータ以外の他のデータを学習データとして機械学習の評価モデル M を生成する。機械学習の評価モデル M は、例えば線形回帰評価モデルやニューラルネットワークなどの公知の教師あり学習の評価モデル M であってよい。例えば、 N 個の学習データ d_i (i は $1 \sim N$) がそれぞれ説明変数 X_i の値と目的変数 Y_i の値を含むとき、説明変数 X_i の値を入力として与えた時に、目的変数 Y_i の値を推論値として出力する評価モデル M を生成すればよい。なお、評価モデル M の生成方法については既に十分に公知となっているので、本明細書では詳細な説明を省略する。

[0020] 評価スコア算出部 130 は、評価モデル生成部 120 が生成した評価モデル M を用いて、評価データ選択部 110 が選択した評価データについて、所定の評価スコアを算出する。評価スコア算出部 130 が算出する評価スコアは、評価モデル M の生成に用いられたデータ群に対して、評価データが他のデータと比べてどの程度特異性を持つ値を含んだものであるのかが評価できるものであることが望ましい。例えば、評価データ d_{eval} が説明変数 X_{eval} の値と目的変数 Y_{eval} の値を含むとき、評価モデル生成部 120 が生成した評価モデル M に対して説明変数 X_{eval} を入力して推論値 $Y_{I_{eval}}$ を求める。そして、目的変数 Y_{eval} と推論値 $Y_{I_{eval}}$ とのズレの大きさを算出する所定の評価関数 $eval()$ を用いて評価スコアを算出するようにしてもよい。評価関数 $eval$

1 () は、評価データ d_{eval} の目的変数 Y_{eval} 及び推論値 $Y_{l_{eval}}$ だけでなく、評価モデル M の生成に用いた学習データ d_i の目的変数 Y_i と、説明変数 X_i を評価モデル M の入力とした時に出力される推論値 Y_{l_i} を用いて評価スコアを算出するものであってもよい。例えば、評価モデル M について、学習データ d_i に関する推論値のズレの大きさに対する、評価データ d_{eval} に関する推論値のズレの大きさを評価スコアとして算出する評価関数 $eval ()$ を用意すればよい。

[0021] 判定部 140 は、それぞれの評価データについて評価スコア算出部 130 が算出した評価スコアに基づいて、それぞれの評価データが特異データであるか否かを判定をする。判定部 140 は、例えば評価スコア算出部 130 が算出した評価スコアの大きい順番でそれぞれの評価データを並び替える。そして、最も評価スコアが大きい方から予め定めた所定の個数 L の評価データを特異データであると判定する。

[0022] 出力部 150 は、判定部 140 による判定結果を出力する。出力部 150 は、例えば判定部 140 により特異データとして判定されたデータを、その評価スコアと共に表示装置 70 に表示出力するようにしてもよい。また、不揮発性メモリ 14 上のファイルとして出力するようにしてもよい。更に、ネットワーク 5 を介してデータの取得対象である産業機械 4 の制御装置 3 や、上位コンピュータであるフォグコンピュータ 6 やクラウドサーバ 7 に対して送信出力するようにしてもよい。出力部 150 は、特異データとして判定されたデータを出力するのではなく、取得データ記憶部 210 に記憶されるデータから特異データとして判定されたデータを除外したデータセットを出力するようにしてもよい。

[0023] 出力部 150 は、更に判定部 140 により特異データとして判定されたデータが取得された状況における他の情報を産業機械 4 から取得して、オペレータに対して表示するようにしてもよい。このように構成することで、特異データが取得された状況における産業機械 4 の動作状況をより詳細に把握することが可能となる。例えば、その特異性が産業機械 4 に生じた何らかの異

常に基づくものである可能性がある。そのような場合、オペレータは産業機械4で加工したワークをより詳細に検査したり、産業機械4に故障がないか検査したり、といった作業を行う。また、その特異性が産業機械4の異常によるものでない場合には、新奇な加工パラメータの組み合わせで動作した可能性がある。そのような場合には、当該データを機械学習器の追加学習用のデータとして登録する、といった使い道が考えられる。

[0024] 上記構成を備えた特異データ判定装置1の動作について、図3～図5を用いて説明する。

図3は、データ d_1 を評価データとした時の評価スコア算出の流れを示す模式図である。取得データ記憶部210には、データ取得部が産業機械4から取得した N 個のデータ $d_1 \sim d_N$ が記憶されている。データ d_i は、例えば産業機械4に設定された最大許容速度、最大許容加速度、時定数、許容内回り誤差などの加工パラメータを示す M 個の値($x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{iM}$)、その加工パラメータを設定した産業機械4で加工したワークの公差を示す値 y_i をそれぞれ含む。これらのデータは、産業機械4の制御装置3に所定の加工パラメータを設定して加工を行った際に、どの程度の加工精度でワークを加工できたかを表すデータである。データ $d_1 \sim d_N$ の中には、様々な要因で特異性を持つ値を含む特異データが存在する。特異データは、他と比べて特異性を含んだ加工状態を解析するのに有用である。逆に、一般的な加工パラメータと加工精度との関係を解析するに際して、特異データは解析の精度を低下させる。そこで、データ $d_1 \sim d_N$ の中から所定数 L の特異データを抽出又は除去することを考える。

[0025] 評価データ選択部110は、取得データ記憶部210に記憶されたデータ $d_1 \sim d_N$ の内、1つのデータ $d_1 = (x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1M}, y_1)$ を評価データとして選択する。そして、評価データ d_1 を評価スコア算出部130へと通知すると共に、残りのデータ $d_2 \sim d_N$ を学習データとした評価モデルを生成するように評価モデル生成部120へ指令する。評価モデル生成部120は、データ $d_2 \sim d_N$ を学習データとした機械学習の処理を実行して評価モデル M_1

を生成する。評価モデル生成部 120 は、生成した評価モデル M_1 を評価スコア算出部 130 へと出力する。

[0026] 評価スコア算出部 130 は、評価モデル生成部 120 が生成した評価モデル M_1 を用いて、評価データ d_1 の評価スコアを算出する。評価関数としては、例えば以下の数 1 式に示すように、評価データ d_1 の目的変数 y_1 の値と、評価モデル M_1 に評価データ d_1 の説明変数の値を入力して得られる目的変数の推論値 y_{i_1} の二乗平均平方根誤差を、学習データ $d_2 \sim d_N$ の目的変数 $y_2 \sim y_N$ の値と、評価モデル M_1 に評価データ $d_2 \sim d_N$ の説明変数の値をそれぞれ入力して得られる目的変数の推論値 $y_{i_2} \sim y_{i_N}$ の二乗平均平方根誤差で除算したものをを用いる。この評価スコアは、大きければ大きいほど評価データに含まれる値の特異性が大きいことを示す。評価スコア算出部 130 は、算出した評価データ d_1 の評価スコア s_1 を判定部 140 へと通知する。

[0027] [数1]

$$s_1 = \frac{\sqrt{(y_1 - y_{i_1})^2}}{\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_j (y_j - y_{i_j})^2}} \quad \text{但し } j = 2 \sim N$$

[0028] 図 4 は、データ d_2 を評価データとした時の評価スコア算出の流れを示す模式図である。評価データ d_1 の評価スコアが算出されると、次に、評価データ選択部 110 は、取得データ記憶部 210 に記憶されたデータ $d_1 \sim d_N$ の内、1 つのデータ $d_2 = (x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2M}, y_2)$ を評価データとして選択する。そして、評価データ d_2 を評価スコア算出部 130 へと通知すると共に、残りのデータ $d_1, d_3 \sim d_N$ を学習データとした評価モデルを生成するように評価モデル生成部 120 へ指令する。評価モデル生成部 120 は、データ $d_1, d_3 \sim d_N$ を学習データとした機械学習の処理を実行して評価モデル M_2 を生成する。評価モデル生成部 120 は、生成した評価モデル M_2 を評価スコア算出部 130 へと出力する。

[0029] 評価スコア算出部 130 は、評価モデル生成部 120 が生成した評価モデル M_2 を用いて、評価データ d_2 の評価スコアを算出する。評価関数としては、

例えば以下の数2式に示すように、評価データ d_2 の目的変数 y_2 の値と、評価モデル M_2 に評価データ d_2 の説明変数の値を入力して得られる目的変数の推論値 y_{i_2} の二乗平均平方根誤差を、学習データ $d_1, d_3 \sim d_N$ の目的変数 $y_1, y_3 \sim y_N$ の値と、評価モデル M_2 に評価データ $d_1, d_3 \sim d_N$ の説明変数の値をそれぞれ入力して得られる目的変数の推論値 $y_{i_1}, y_{i_3} \sim y_{i_N}$ の二乗平均平方根誤差で除算したものをを用いる。評価スコア算出部 130 は、算出した評価データ d_2 の評価スコア s_2 を判定部 140 へと通知する。

[0030] [数2]

$$s_2 = \frac{\sqrt{(y_2 - y_{i_2})^2}}{\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_j (y_j - y_{i_j})^2}} \quad \text{但し } j = 1, 3 \sim N$$

[0031] 同様に、データ $d_3 \sim d_N$ をそれぞれ評価データとして選択し、それぞれの評価スコア $s_3 \sim s_N$ を算出する。そして、算出した評価スコア $s_3 \sim s_N$ を判定部 140 へと通知する。

図5は、判定部 140 による特異データの判定処理の概要を示す模式図である。評価データ $d_1 \sim d_N$ の評価スコア $s_1 \sim s_N$ が入力されると、判定部 140 は、評価スコアをキーとして、評価スコアの大きい順に評価データ $d_1 \sim d_N$ を並び替える。そして、評価スコアが上位の L 個のデータを特異データと判定する。判定された特異データは表示装置 70 等に表示される。オペレータは、表示された特異データが発生した状況を解析してもよい。また、特異データを除去したデータに基づく加工精度の解析を行うことができる。

[0032] 図6は、本実施形態による特異データ判定装置 1 の動作の流れを示すフローチャートである。

初めに、データ取得部 100 が産業機械 4 に係るデータを取得し、取得データ記憶部 210 に記憶する（ステップ S A 0 1）。評価データ選択部 110 は、取得データ記憶部 210 に記憶されているデータから評価対象となる評価データを選択する（ステップ S A 0 2）。そして、今回選択された評価データ以外のデータに基づいて評価モデルを生成するように評価モデル生成

部 1 2 0 へと指令する。評価モデル生成部 1 2 0 は、評価データ選択部 1 1 0 からの指令に基づいて評価モデルを生成し、生成した評価モデルを評価スコア算出部 1 3 0 へと出力する（ステップ S A 0 3）。

[0033] 評価スコア算出部 1 3 0 は、評価モデル生成部 1 2 0 が生成した評価モデルを用いて、評価データ選択部 1 1 0 が選択した評価データについて、所定の評価スコアを算出する（ステップ S A 0 4）。そして、取得データ記憶部 2 1 0 に記憶されているデータについて、全て評価データとして選択して評価スコアを算出したか否かを判定する（ステップ S A 0 5）。全てのデータを選択し終えた場合（ステップ S A 0 5 で Y e s）、処理をステップ S A 0 6 へと移行する。一方、まだ評価データとして選択していないデータがある場合（ステップ S A 0 5 で N o）、処理をステップ S A 0 2 へと移行する。

[0034] 全てのデータについて評価スコアの算出が終了したら、判定部 1 4 0 は、評価スコアの降順で全てのデータを並び替える（ステップ S A 0 6）。そして、評価スコアが上位の所定数のデータを特異データと判定する（ステップ S A 0 7）。そして、出力部 1 5 0 は、判定部 1 4 0 による判定結果を出力する（ステップ S A 0 8）。

[0035] 上記構成を備えた本実施形態による特異データ判定装置 1 は、取得したデータ群の中で、特異性を持つ値を含むと考えられる特異データを判定して出力することができる。評価スコアの算出には、特定の機械学習アルゴリズムに依存せず、データの特性に合った機械学習アルゴリズムを用いることができる。そのため、データの種類に合わせて高精度に特異データを発見できることが期待できる。特異データとして判定されたデータが取得された産業機械 4 の運転状況を詳細に解析することで、従来認識していなかった新しい動作状況を発見することができる。例えば、特別な加工パラメータの値の組み合わせで産業機械 4 を運転した時に、他の加工パラメータの値の組み合わせをしたときには見られない顕著な効果が発生する場合等に、その発見に活用することができる。また、特異データを、通常の産業機械 4 の運転状態とは異なる状況であると考えれば、異常検知などに用いることも可能である。

[0036] [第2実施形態]

以下では、本開示の第2実施形態による特異データ判定装置1について説明する。

本実施形態による特異データ判定装置1は、第1実施形態による特異データ判定装置1と同様のハードウェア構成を備える。また、本実施形態による特異データ判定装置1は、図2に示した第1実施形態による特異データ判定装置1と同様に、データ取得部100、評価データ選択部110、評価モデル生成部120、評価スコア算出部130、判定部140、出力部150を備える。また、特異データ判定装置1のRAM13乃至不揮発性メモリ14には、データ取得部100が産業機械4に取り付けられたセンサ8等から取得したデータを記憶するための領域である取得データ記憶部210が予め用意されている。

[0037] 本実施形態による特異データ判定装置1が備えるデータ取得部100、評価データ選択部110、評価モデル生成部120、評価スコア算出部130、出力部150の各機能は、第1実施形態による各機能と同様の機能を備える。

[0038] 本実施形態による判定部140は、それぞれの評価データについて評価スコア算出部130が算出した評価スコアに基づいて、それぞれの評価データが特異データであるか否かを判定する。判定部140は、例えば評価スコア算出部130が算出した評価スコアの大きい順番でそれぞれの評価データを並び替える。そして、最も評価スコアが大きい方から予め定めた所定の個数Lの評価データを特異データであると仮判定する。そして、判定部140は、特異データであると仮判定したデータに説明変数の値が、データ $d_1 \sim d_N$ の中で最小値又は最大値を含んでいる場合、そのデータを特異データから除外する。これは、そのデータに関する推定が外挿にあたるためである。外挿とは、ある既知のデータ群の値を基にして、そのデータ群の範囲外におけるデータの値を推定することを意味する。これに対して、そのデータ群の範囲内におけるデータの値を推定することを内挿という。一般に外挿は推論精度が

低くなると言われている。そのため、本実施形態による判定部 140 は、外挿に相当するデータについては、特異データであると断定しないようにしている。この時、判定部 140 は、除外した特異データの代わりに、次点で評価スコアが大きいデータを特異データと判定するようにしてもよい。

[0039] 上記構成を備えた本実施形態による特異データ判定装置 1 は、評価スコアが高いデータであっても、データ群の中で外挿となるデータを特異データから除外するので、特異データの判定の精度がさらに向上することが期待される。

[0040] これまで説明してきた本開示の各実施形態による特異データ判定装置 1 は、取得したデータ群のデータの種類の合わせて高精度に特異データを発見できることが期待される。

[0041] 以上、本開示の実施形態について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、発明の要旨を逸脱しない範囲で、または、請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の思想および趣旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。例えば、上述した実施形態において、各動作の順序や各処理の順序は、一例として示したものであり、これらに限定されるものではない。また、上述した実施形態の説明に数値又は数式が用いられている場合も同様である。

[0042] 以下に、本開示の実施形態に係る付記を示す。

(付記 1)

本開示の一態様による特異データ判定装置 (1) は、産業機械 (4) に係る複数のデータを記憶する取得データ記憶部 (210) と、前記複数のデータの内、1つのデータを評価データとして選択する評価データ選択部 (110) と、前記複数のデータの内、前記評価データを除く他のデータに基づいた機械学習の処理を実行し、評価モデルを生成する評価モデル生成部 (120) と、前記評価モデルを用いて、前記評価データに基づく推論を実行し、前記推論の結果である推論値と、前記評価データとに基づいて該評価データ

の評価スコアを算出する評価スコア算出部（１３０）と、前記評価スコア算出部（１３０）が算出した評価スコアに基づいて、前記評価データが特異データであるか否かを判定する判定部（１４０）と、を備え、前記評価データ選択部（１１０）による評価データの選択、前記評価モデル生成部（１２０）による評価モデルの生成、及び前記評価スコア算出部（１３０）による前記評価データの評価スコアの算出を、前記取得データ記憶部（２１０）に記憶されるそれぞれのデータに対して行い、前記判定部（１４０）は、評価スコアが高い順に所定数のデータを特異データであると判定する。

[0043] （付記２）

本開示の他の態様による特異データ判定装置（１）は、前記取得データ記憶部（２１０）に記憶されているそれぞれのデータは、少なくとも説明変数の値と、目的変数の値とを含み、前記判定部（１４０）は、所定のデータに含まれる説明変数の値が、前記複数のデータに含まれる説明変数の値の中で最小値又は最大値である場合、当該所定のデータを特異データから除外する。

[0044] （付記３）

本開示の一態様による特異データの判定方法は、産業機械（４）に係る複数のデータを記憶する取得データ記憶部（２１０）を参照して、前記複数のデータの内、１つのデータを評価データとして選択する評価データ選択ステップと、前記複数のデータの内、前記評価データを除く他のデータに基づいた機械学習の処理を実行し、評価モデルを生成する評価モデル生成ステップと、前記評価モデルを用いて、前記評価データに基づく推論を実行し、前記推論の結果である推論値と、前記評価データとに基づいて該評価データの評価スコアを算出する評価スコア算出ステップと、前記評価スコア算出ステップで算出した評価スコアに基づいて、前記評価データが特異データであるか否かを判定する判定ステップと、をコンピュータが実行する特異データ判定方法であり、前記評価データ選択ステップによる評価データの選択、前記評価モデル生成ステップによる評価モデルの生成、及び前記評価スコア算出ス

テップによる前記評価データの評価スコアの算出を、前記取得データ記憶部（210）に記憶されるそれぞれのデータに対して行い、前記判定ステップでは、評価スコアが高い順に所定数のデータを特異データであると判定する。

符号の説明

- [0045]
- 1 特異データ判定装置
 - 3 制御装置
 - 4 産業機械
 - 5 ネットワーク
 - 6 フォグコンピュータ
 - 7 クラウドサーバ
 - 8 センサ
 - 11 CPU
 - 12 ROM
 - 13 RAM
 - 14 不揮発性メモリ
 - 15, 17, 18, 20 インタフェース
 - 22 バス
 - 70 表示装置
 - 71 入力装置
 - 72 外部機器
 - 100 データ取得部
 - 110 評価データ選択部
 - 120 評価モデル生成部
 - 130 評価スコア算出部
 - 140 判定部
 - 150 出力部
 - 210 取得データ記憶部

請求の範囲

- [請求項1] 産業機械に係る複数のデータを記憶する取得データ記憶部と、
前記複数のデータの内、1つのデータを評価データとして選択する
評価データ選択部と、
前記複数のデータの内、前記評価データを除く他のデータに基づいた機械学習の処理を実行し、評価モデルを生成する評価モデル生成部と、
前記評価モデルを用いて、前記評価データに基づく推論を実行し、
前記推論の結果である推論値と、前記評価データとに基づいて該評価データの評価スコアを算出する評価スコア算出部と、
前記評価スコア算出部が算出した評価スコアに基づいて、前記評価データが特異データであるか否かを判定する判定部と、
を備え、
前記評価データ選択部による評価データの選択、前記評価モデル生成部による評価モデルの生成、及び前記評価スコア算出部による前記評価データの評価スコアの算出を、前記取得データ記憶部に記憶されるそれぞれのデータに対して行い、
前記判定部は、評価スコアが高い順に所定数のデータを特異データであると判定する、
特異データ判定装置。
- [請求項2] 前記取得データ記憶部に記憶されているそれぞれのデータは、少なくとも説明変数の値と、目的変数の値とを含み、
前記判定部は、所定のデータに含まれる説明変数の値が、前記複数のデータに含まれる説明変数の値の中で最小値又は最大値である場合、当該所定のデータを特異データから除外する、
請求項1に記載の特異データ判定装置。
- [請求項3] 産業機械に係る複数のデータを記憶する取得データ記憶部を参照して、前記複数のデータの内、1つのデータを評価データとして選択す

る評価データ選択ステップと、

前記複数のデータの内、前記評価データを除く他のデータに基づいた機械学習の処理を実行し、評価モデルを生成する評価モデル生成ステップと、

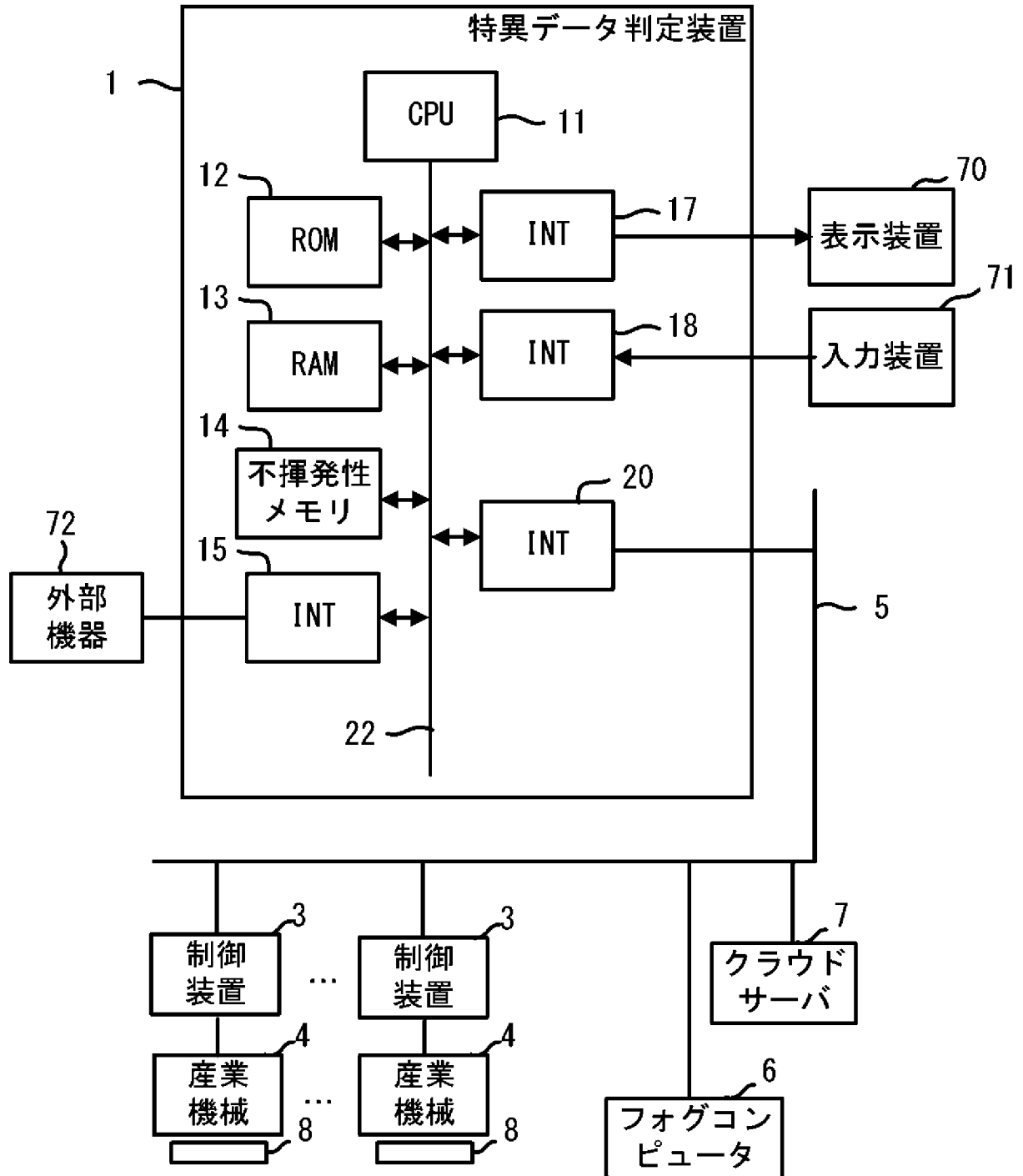
前記評価モデルを用いて、前記評価データに基づく推論を実行し、前記推論の結果である推論値と、前記評価データとに基づいて該評価データの評価スコアを算出する評価スコア算出ステップと、

前記評価スコア算出ステップで算出した評価スコアに基づいて、前記評価データが特異データであるか否かを判定する判定ステップと、をコンピュータが実行する特異データ判定方法であり、

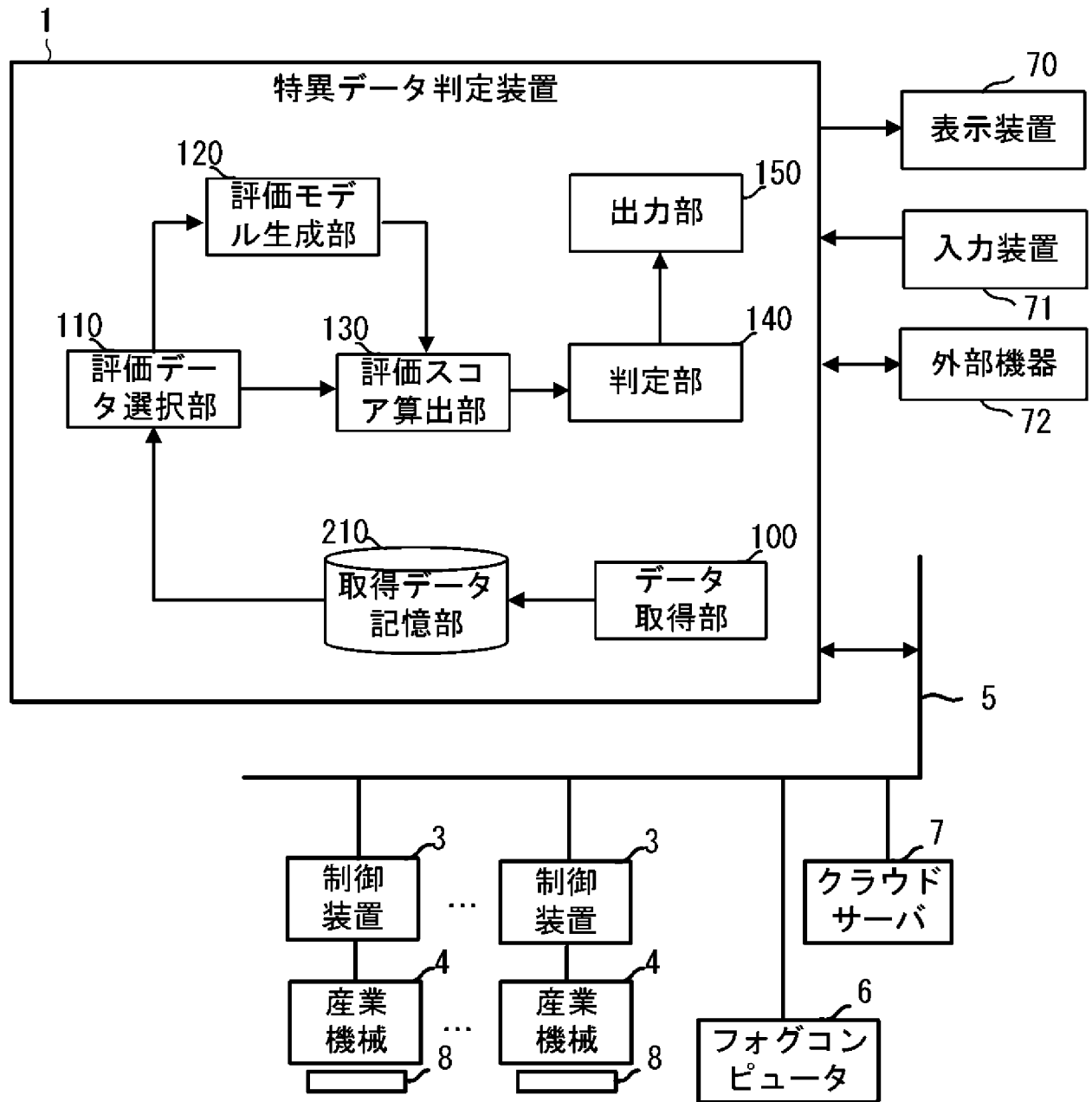
前記評価データ選択ステップによる評価データの選択、前記評価モデル生成ステップによる評価モデルの生成、及び前記評価スコア算出ステップによる前記評価データの評価スコアの算出を、前記取得データ記憶部に記憶されるそれぞれのデータに対して行い、

前記判定ステップでは、評価スコアが高い順に所定数のデータを特異データであると判定する、特異データ判定方法。

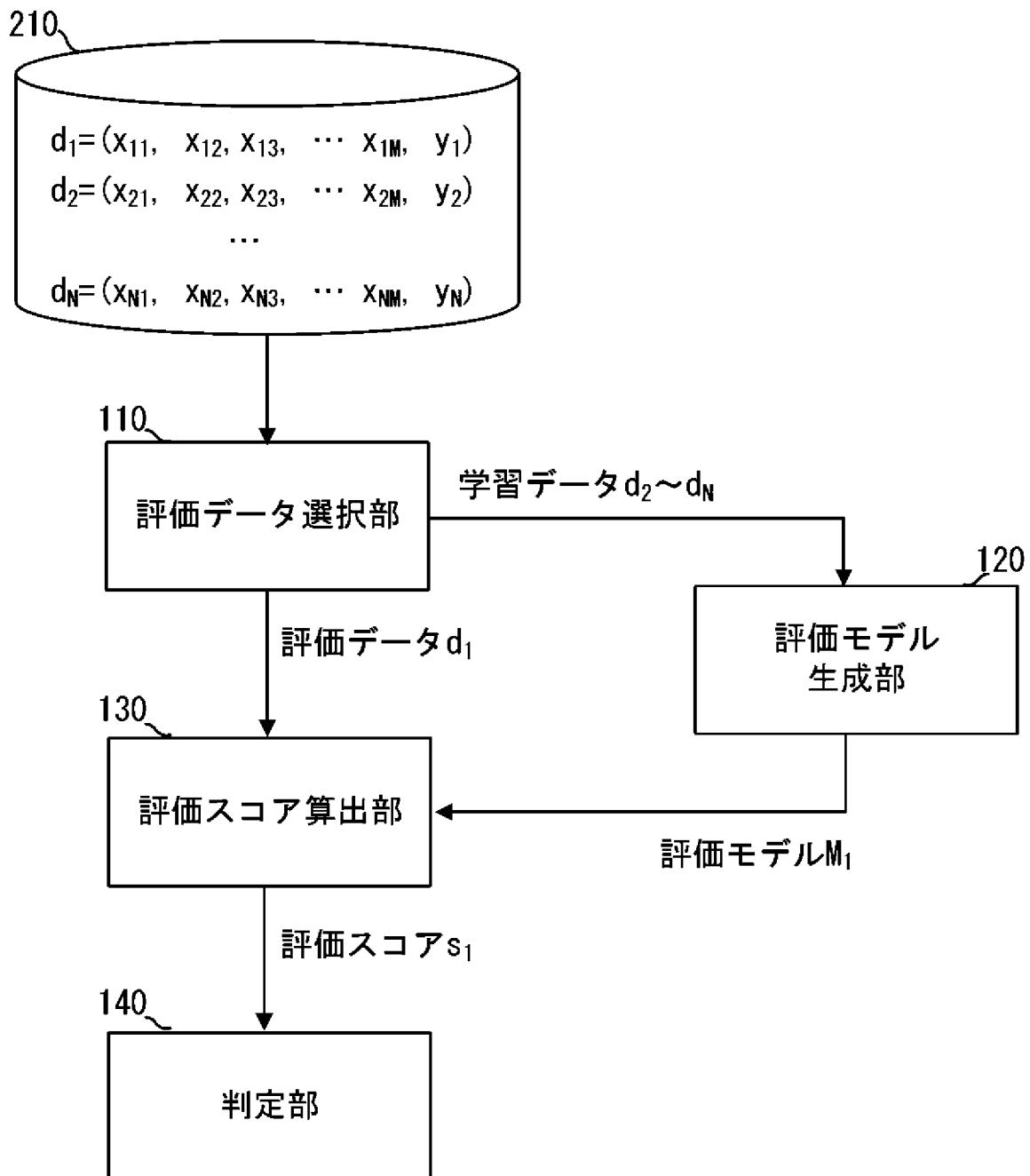
[図1]



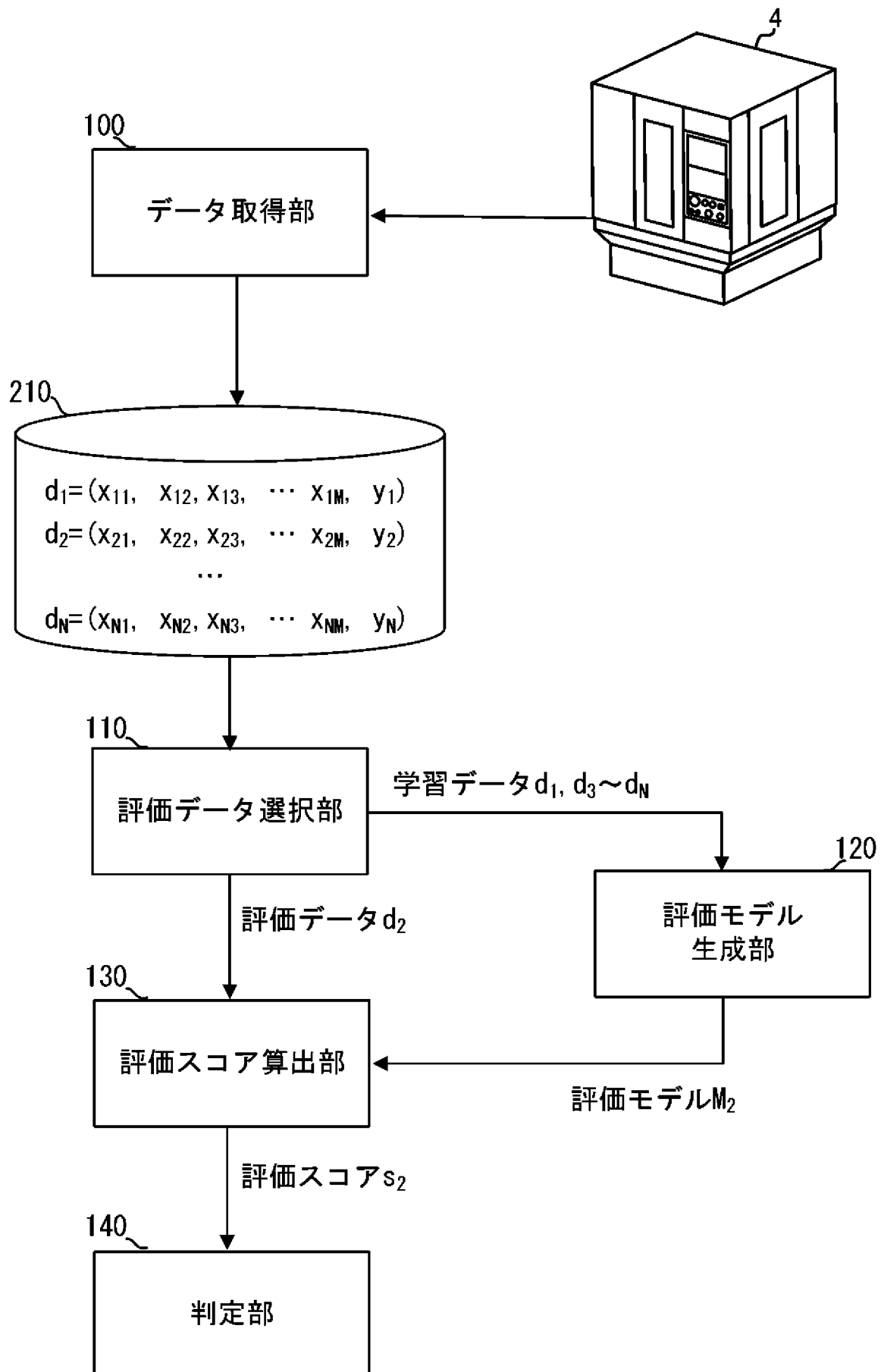
[図2]



[図3]

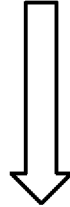


[図4]



[図5]

評価データ d_1	評価スコア s_1
評価データ d_2	評価スコア s_2
評価データ d_3	評価スコア s_3
...	
評価データ d_N	評価スコア s_N

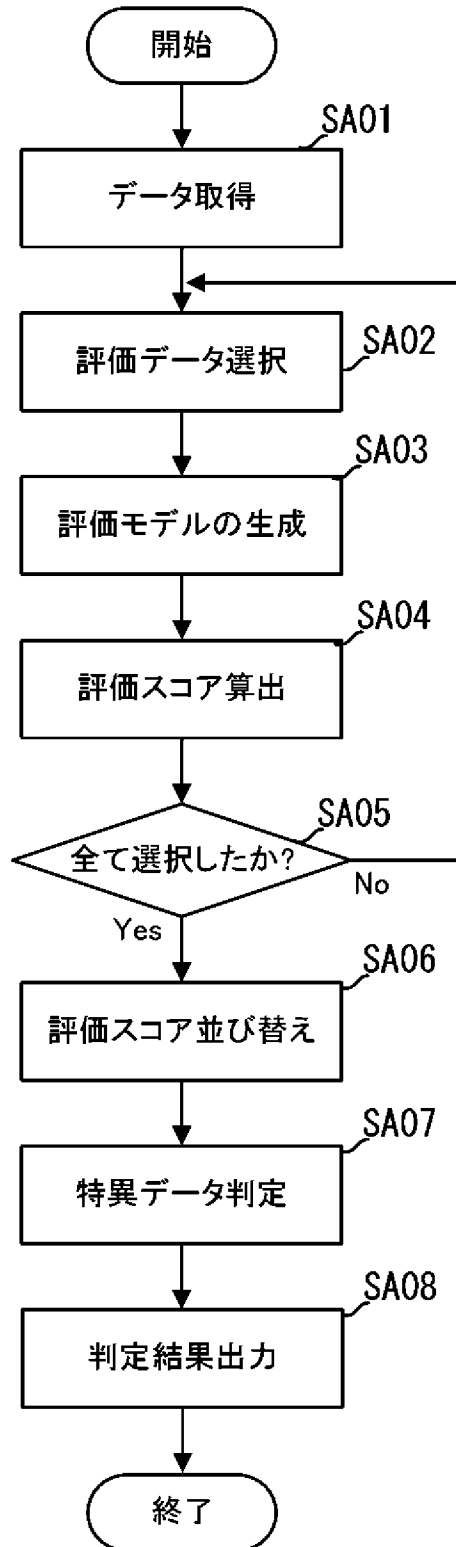


評価スコアの降順で
並び替え

評価データ d_p	評価スコア s_p
評価データ d_q	評価スコア s_q
評価データ d_r	評価スコア s_r
...	
評価データ d_u	評価スコア s_u

上位 L 個を
特異データと判定

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001043

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

FI: G05B23/02 V

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

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.
Y	JP 2019-159604 A (INTEC INC.) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0037]-[0062], fig. 4-12	1-3
Y	JP 2011-243118 A (HITACHI, LTD.) 01 December 2011 (2011-12-01) paragraphs [0062], [0090], fig. 9	1-3
Y	JP 2022-157118 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 14 October 2022 (2022-10-14) paragraphs [0091]-[0092]	2



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

16 February 2023

Date of mailing of the international search report

28 February 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/JP2023/001043

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-159604	A	19 September 2019	(Family: none)	
JP	2011-243118	A	01 December 2011	US 2013/0132000 A1 paragraphs [0082], [0111], fig. 9	
JP	2022-157118	A	14 October 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 23/02(2006.01)i FI: G05B23/02 V		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） 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 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
Y	JP 2019-159604 A（株式会社インテック）19.09.2019（2019-09-19） 段落[0037]-[0062], 図4-12	1-3
Y	JP 2011-243118 A（株式会社日立製作所）01.12.2011（2011-12-01） 段落[0062], [0090], 図9	1-3
Y	JP 2022-157118 A（三菱重工業株式会社）14.10.2022（2022-10-14） 段落[0091]-[0092]	2
☐ 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 16.02.2023		国際調査報告の発送日 28.02.2023
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） 影山 直洋 3U 5785 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/JP2023/001043

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-159604	A	19.09.2019	(ファミリーなし)	
JP	2011-243118	A	01.12.2011	US 2013/0132000 A1 段落[0082],[0111],図9	
JP	2022-157118	A	14.10.2022	(ファミリーなし)	