(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
2022年6月23日(23.06.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/130640 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 19/418 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/047532

(22) 国際出願日： 2020年12月18日(18.12.2020)

(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:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:阿多 大樹(**ATA Daiki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 生山 知(**IKUYAMA Tomo**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 名女松 諭(**NAMEMATSU Satoshi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

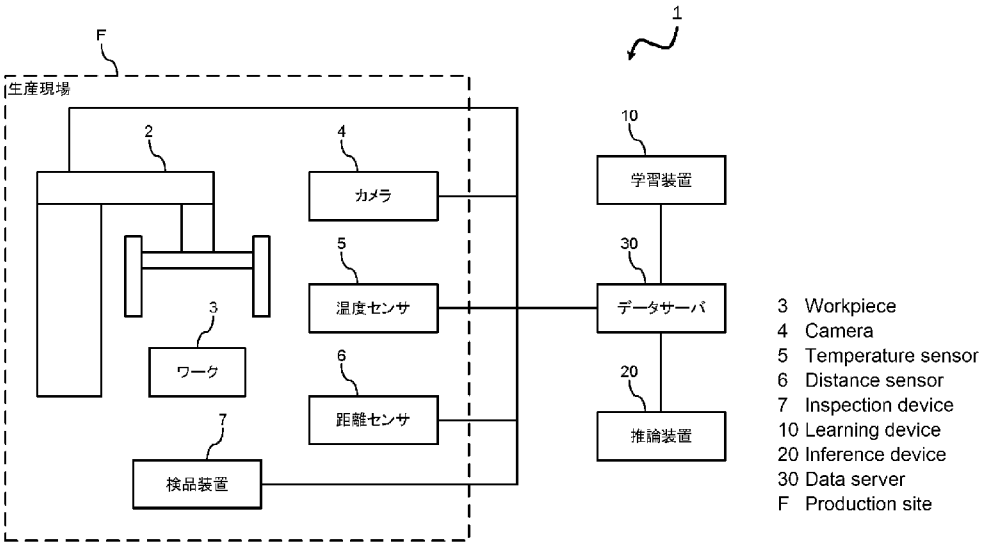
(74) 代理人:木村 満(**KIMURA Mitsuru**); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町二丁目7番地 協販ビル2階 Tokyo (JP).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** LEARNING DEVICE, INFERENCE DEVICE, DIAGNOSTIC SYSTEM, MODEL GENERATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 学習装置、推論装置、診断システム、モデル生成方法及びプログラム

図1



(57) **Abstract:** Provided are a learning device and the like which make it possible to accurately diagnose a production facility. A learning device (10) is provided with: a data acquisition unit which acquires learning data that includes setting data indicating the settings of a production facility (2), image data indicating an image captured of the production facility (2) by a camera (4), temperature data indicating the surface temperature of the production facility (2) as measured by a temperature sensor (5), distance data indicating the distance from a distance sensor (6) to the production facility (2) as

WO 2022/130640 A1

[続葉有]

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

measured by the distance sensor (6), and quality data indicating whether or not the quality of a workpiece (3) handled in the production facility (2) is acceptable; and a model generation unit which, on the basis of the learning data, generates a learning model for inferring whether or not the quality of the workpiece (3) handled in the production facility (2) is acceptable.

(57) 要約: 生産設備を精度良く診断することを可能とする学習装置等を提供する。 学習装置(１０)は、生産設備(２)の設定を示す設定データと、カメラ(４)により生産設備(２)を撮像して得られる撮像画像を示す画像データと、温度センサ(５)により測定された生産設備(２)の表面温度を示す温度データと、距離センサ(６)により測定された、距離センサ(６)から生産設備(２)までの距離を示す距離データと、生産設備(２)にて扱われるワーク(３)の良否を示す良否データとを含む学習用データを取得するデータ取得部と、生産設備(２)にて扱われるワーク(３)の良否を推論するための学習モデルを、学習用データに基づいて生成するモデル生成部と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ：

学習装置、推論装置、診断システム、モデル生成方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、学習装置、推論装置、診断システム、モデル生成方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 生産現場では、ロボットアーム、ベルトコンベアなどの生産設備がワークを加工する、運搬するなどしてワークを取り扱うことにより、製品が生産される。

[0003] 生産設備に異常があるとき、ワークの加工時に誤った加工がなされる、ワークの運搬時にワークに傷がつくなどの問題が生じてしまう。そして、生産設備に異常があることに気づかず生産を継続してしまうと、不良品が多数生産されてしまうこととなる。そのため、生産設備を診断する技術が必要とされている。

[0004] 特許文献１には、製造機械の状態と、製造機械の周りの環境の状態と、製造された製品の検査結果とに基づいて学習モデルを生成し、不良品が発生したときに、生成した学習モデルに基づいて、異常に関連する変数を特定する技術が開示されている。異常に関連する変数を特定することにより、例えば当該変数に基づいて製造機械の制御を変更し、不良品の発生を抑えることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１７－１９９０７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１の技術では、製造機械を外部観察して得られる情報が用いられ

ていないため、異常に関連する変数を精度良く特定できない可能性がある。例えば、製造機械が備えるアームとセンサがともに位置ずれを起こしている場合、特許文献１の技術では異常に関連する変数を精度良く特定できない可能性がある。つまり、特許文献１の技術は、生産設備の診断という点において精度に問題がある。

[0007] 本開示の目的は、上記の事情に鑑み、生産設備を精度良く診断することを可能とする学習装置等を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の目的を達成するため、本開示に係る学習装置は、

生産設備の設定を示す設定データと、撮像装置により前記生産設備を撮像して得られる撮像画像を示す画像データと、温度センサにより測定された前記生産設備の表面温度を示す温度データと、距離センサにより測定された、前記距離センサから前記生産設備までの距離を示す距離データと、前記生産設備にて扱われるワークの良否を示す良否データとを含む学習用データを取得する学習用データ取得手段と、

前記生産設備にて扱われるワークの良否を推論するための学習モデルを、前記学習用データに基づいて生成するモデル生成手段と、

を備える。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、生産設備を精度良く診断できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の実施の形態１に係る診断システムの全体構成を示す図

[図2]本開示の実施の形態１に係る生産設備のアームがワークをこすったときの一例を示す図

[図3]本開示の実施の形態１に係る生産設備に対して多方向からセンシングを行うことの一例を示す図

[図4]本開示の実施の形態１に係るデータサーバに保存されるデータの一例を示す図

[図5]本開示の実施の形態１に係る学習装置の機能的構成を示す図

[図6]本開示の実施の形態１に係る推論装置の機能的構成を示す図

[図7]本開示の実施の形態１に係る学習装置及び推論装置のハードウェア構成の一例を示す図

[図8]本開示の実施の形態１に係る学習装置によるモデル生成の動作の一例を示すフローチャート

[図9]本開示の実施の形態１に係る推論装置による推論の動作の一例を示すフローチャート

[図10]本開示の実施の形態２に係るデータサーバに保存されるデータの一例を示す図

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら、本開示の実施の形態に係る診断システムを説明する。各図面においては、同一又は同等の部分に同一の符号を付す。

[0012] （実施の形態１）

図１を参照しながら、実施の形態１に係る診断システム１を説明する。診断システム１は、生産現場Ｆに設置された生産設備２を診断する診断システムである。診断システム１は、生産設備２とカメラ４と温度センサ５と距離センサ６と検品装置７と学習装置１０と推論装置２０とデータサーバ３０とを備える。生産設備２、カメラ４、温度センサ５、距離センサ６、検品装置７、学習装置１０及び推論装置２０は、それぞれデータサーバ３０に通信可能に接続されている。診断システム１は、本開示に係る診断システムの一例である。

[0013] 学習装置１０、推論装置２０及びデータサーバ３０は、例えば生産現場Ｆのある工場に設けられた管理室に設置される。また、生産設備２、カメラ４、温度センサ５、距離センサ６及び検品装置７とデータサーバ３０とは、例えば工場内ネットワークにて接続されている。学習装置１０及び推論装置２０とデータサーバ３０とは、例えば管理室内のローカルネットワークにて接続されている。

[0014] 生産設備２は、生産現場Ｆに設置され、製品の生産のためにワーク３を扱う生産設備である。なお、生産設備２がワーク３を加工する、ワーク３を運搬するなどすることをまとめて「生産設備２がワーク３を扱う」と表現する。生産設備２は、例えばロボットアーム、加工機、ベルトコンベアなどの生産用機械を含む。また、生産設備２は、データサーバ３０に通信可能に接続され、必要に応じて生産設備２の設定データをデータサーバ３０に送信する。設定データは、例えば生産設備２が備えるセンサ及びアクチュエータのパラメータ設定を示すデータである。生産設備２は、本開示に係る生産設備の一例である。

[0015] 図１に示す例では、生産設備２はロボットアームを含み、ワーク３をつかんで運搬することができる。生産設備２は、ロボットアームの先端に設けられた可動式のハンド部分によりワーク３を側面からつかむことができる。より詳細には、生産設備２は、ハンド部分をワークの幅よりも広げた状態でハンド部分をワーク３の側面まで下ろし、その後ハンド部分を閉じることにより、ワーク３をつかむことができる。

[0016] ここで、生産設備２のロボットアームのハンド部分に異常が生じ、ハンド部分をワークの幅よりも広げることができなくなった場合を考える。この場合、例えば図２に示すように、ハンド部分をワーク３の側面まで下ろすと、ハンド部分がワーク３をこすってしまい、ワーク３に傷をつけてしまう。なお、図２に示す矢印は、ハンド部分をワーク３の側面まで下ろすことを示し、ジグザグ線はワーク３とハンド部分とがこすれた箇所を示す。このような生産設備２の異常を発見できないまま生産を続けると不良品を多数生産することとなってしまう。そのため、診断システム１により生産設備２に異常があるか否かを診断することが必要とされる。

[0017] カメラ４は、生産現場Ｆに設置されたカメラである。カメラ４は、生産設備２を撮像し、撮像して得られた撮像画像を示す画像データをデータサーバ３０に送信する。カメラ４は、例えばレンズと撮像素子とを備えるデジタルカメラである。カメラ４は、本開示に係る撮像装置の一例である。

[0018] 温度センサ５は、生産現場Ｆに設置された温度センサである。温度センサ５は、生産設備２の表面温度を測定し、表面温度を示す温度データをデータサーバ３０に送信する。温度センサ５は、例えば赤外線を受光することにより生産設備２の熱画像を得ることができる熱画像センサである。温度センサ５が熱画像センサであるとき、生産設備２の熱画像は生産設備２の表面温度分布を示すものとなるため、温度データは、生産設備２の表面温度分布を示すデータとなる。温度センサ５は、本開示に係る温度センサの一例である。

[0019] 距離センサ６は、生産現場Ｆに設置された距離センサである。距離センサ６は、距離センサ６自身から生産設備２までの距離を測定し、距離を示す距離データをデータサーバ３０に送信する。距離センサ６は、例えばレーザ光を発光し、発光したレーザ光の反射光を受光し、受光した反射光に基づいて距離センサ６から生産設備２の各部分までの距離を測定可能なＬｉＤＡＲ（Light Detection And Ranging）センサである。距離センサ６がＬｉＤＡＲセンサであるとき、距離データは生産設備２の深度画像を示すデータとなる。距離センサ６は、本開示に係る距離センサの一例である。

[0020] 図１ではカメラ４、温度センサ５及び距離センサ６をそれぞれ１つずつ示しているが、図３に示すように、複数組のカメラ４、温度センサ５及び距離センサ６を生産現場Ｆに設置し、複数組のカメラ４、温度センサ５及び距離センサ６により多方向から生産設備２をセンシングすることが好ましい。多方向から生産設備２をセンシングすることにより、後述のモデル生成にて生成されるモデルの精度が向上し、診断の精度も向上する。

[0021] なお、カメラ４、温度センサ５及び距離センサ６は、画像データ、温度データ及び距離データをデータサーバ３０に送信する際に、これらのデータを取得した日時を示すデータもデータサーバ３０に送信する。

[0022] 検品装置７は、生産設備２により扱われたワーク３のうち一部のワーク３を抜き取って検品する装置である。検品装置７は、例えば生産設備２により２０個のワーク３を扱われるごとに１個のワーク３を抜き取って検品する。検品装置７は、ワーク３を検品してワーク３の良否を検査し、ワーク３の良

否を示す良否データをデータサーバ３０に送信する。検品装置７は、例えば抜き取ったワーク３を撮像し、撮像により得られたワーク３の撮像画像と、予め用意された良品画像とを比較することにより、ワーク３を検品する。

[0023] ワークの良否を示す良否データは、単にワーク３が良好か不良かを示す２値データであってもよいし、良好あるいは不良と判断するに至った根拠となるデータを含むデータであってもよい。例えば検品装置７は、ワーク３を検品してワーク３に傷がついていることを検出した場合、良否データは、単に不良であることを示すデータであってもよいし、ワークに傷がついていることを示すデータであってもよいし、具体的に傷のついている箇所を示すデータであってもよい。

[0024] なお、検品装置７は、良否データをデータサーバ３０に送信する際には、検品したワーク３が生産設備２により扱われた日時を示すデータもデータサーバ３０に送信する。これは、良否データがどの時点で扱われたワーク３に対するものなのかを特定するためである。

[0025] データサーバ３０は、生産設備２から受信した設定データ、カメラ４から受信した画像データ、温度センサ５から受信した温度データ、距離センサ６から受信した距離データ及び検品装置７から受信した良否データを保存する。また、データサーバ３０は、これらのデータとあわせて送信された前述の時刻に関するデータも保存する。データサーバ３０に保存されるデータは、例えば図４に示すものとなる。また、データサーバ３０は、前述の各種データのほか、学習装置１０が生成した後述の学習モデルも保存する。データサーバ３０は、保存した学習モデルを推論装置２０に送信する。

[0026] なお、データサーバ３０は、設定データ、画像データ、温度データ、距離データ及び良否データを含む学習用データを学習装置１０に送信する。データサーバ３０は、設定データ、画像データ、温度データ及び距離データを含む推論用データを推論装置２０に送信する。学習及び推論の詳細については後述する。

[0027] 学習装置１０は、データサーバ３０から受信した、設定データ、画像デー

タ、温度データ、距離データ及び良否データを含む学習用データに基づいて、生産設備２により扱われたワーク３の良否を推論するための学習モデルを機械学習により生成する学習装置である。学習装置１０は特に、生産設備２を外部観察して得られるデータである画像データ、温度データ及び距離データに基づいて学習モデルを生成するので、精度の良い学習モデルを生成できる。学習装置１０は、生成した学習モデルをデータサーバ３０に送信して保存する。学習装置１０の機能的構成については後述する。学習装置１０は、本開示に係る学習装置の一例である。

[0028] 生産設備２を外部観察して得られるデータに基づいて精度の良い学習モデルが得られることについて、図２に示す例を再び参照しながら概略的に説明する。前述のとおり、図２においては、生産設備２のロボットアームのハンド部分がワーク３をこすってしまっている。ハンド部分がワーク３をこすったとき、ハンド部分の表面には摩擦熱が生じる。そのため、ハンド部分の表面温度が上昇し、上昇した表面温度が温度センサ５により測定される。学習用データにはこの上昇した表面温度を示すデータが含まれるため、学習装置１０による学習では、ワークが不良であることとハンド部分の表面温度の上昇とが関連付けて学習される。そのため、生産設備２を外部観察して得られるデータを使用せずに学習モデルを生成する場合と比べて精度の良い学習モデルが得られる。

[0029] また、図２においてはハンド部分が広がらないという異常が生じていることから、カメラ４により撮像された撮像画像を示す画像データ及び距離センサ６により測定された距離を示す距離データも、当該異常が反映されたデータとなりうる。したがって、生産設備２を外部観察して得られるデータを使用して学習モデルを生成することにより、精度の良い学習モデルが得られる。

[0030] 推論装置２０は、データサーバ３０から受信した、設定データ、画像データ、温度データ及び距離データを含む推論用データと、学習装置１０により生成された学習モデルとに基づいて、生産設備２により扱われたワーク３の

良否を推論する推論装置である。ワークに不良があると推論されるとき、生産設備２に異常があると推定される。学習用データと異なり、推論用データは良否データを含まない。そのため、推論装置２０は、検品装置７による検品の対象とならないワーク３の良否を推論することができる。推論装置２０の機能的構成については後述する。推論装置２０は、本開示に係る推論装置の一例である。

[0031] 次に、図５を参照しながら、学習装置１０の機能的構成を説明する。学習装置１０は、通信部１１とデータ取得部１２とモデル生成部１３とを備える。

[0032] 通信部１１は、データサーバ３０と通信する。通信部１１は特に、データサーバ３０から学習用データを受信してデータ取得部１２に送信し、モデル生成部１３から学習モデルを受信してデータサーバ３０に送信する。通信部１１は、例えば工場内ネットワークとローカルネットワークに対応するネットワークインタフェースである。

[0033] データ取得部１２は、通信部１１を介して、データサーバ３０から設定データ、画像データ、温度データ、距離データ及び良否データを含む学習用データを取得する。ここで、学習用データは、例えば図４にも示されるように、画像データ、温度データ及び距離データに対応付けられている取得日時と、良否データに対応付けられている扱い日時とが一致するような画像データ、温度データ、距離データ及び良否データを含むものである。このような学習用データは、１つのあるワーク３を扱ったときに関するデータとなる。データ取得部１２は、本開示に係る学習用データ取得手段の一例である。

[0034] モデル生成部１３は、データ取得部１２が取得した学習用データに基づいて、生産設備２にて扱われるワーク３の良否を推論するための学習モデルを生成する。また、モデル生成部１３は、通信部１１を介して、生成した学習モデルをデータサーバ３０に送信して保存する。モデル生成部１３は、本開示に係るモデル生成手段の一例である。

[0035] モデル生成部１３は、機械学習により学習モデルを生成する。機械学習の

手法としては、教師あり学習、教師なし学習、強化学習、半教師あり学習など各種学習手法を採用可能である。例えば教師あり学習を採用する場合、モデル生成部１３は、設定データ、画像データ、温度データ及び距離データを入力とし、良否データを出力として学習を行うことにより、生産設備２にて扱われるワーク３の良否を推論するための学習モデルを生成できる。また、例えば教師なし学習を採用する場合、モデル生成部１３は、良否データを含む学習データの全てを入力として学習を行うことにより、学習用データをクラスタリングし、生産設備２にて扱われるワーク３の良否を推論するための学習モデルを生成できる。なお、上記の各機械学習の手法を適用するにあたり、例えばディープラーニングをあわせて用いてもよい。

[0036] 次に、図６を参照しながら、推論装置２０の機能的構成を説明する。推論装置２０は、通信部２１とデータ取得部２２と推論部２３と報知部２４とを備える。

[0037] 通信部２１は、データサーバ３０と通信する。通信部２１は特に、データサーバ３０から推論用データ及び学習モデルを受信してデータ取得部２２に送信する。通信部２１は、例えば工場内ネットワークとローカルネットワークに対応するネットワークインタフェースである。

[0038] データ取得部２２は、通信部２１を介して、データサーバ３０から設定データ、画像データ、温度データ及び距離データを含む推論用データを取得する。前述のとおり、推論用データは良否データを含まない。また、データ取得部２２は、通信部２１を介して、データサーバ３０から学習モデルを取得する。データ取得部２２は、本開示に係る推論用データ取得手段の一例である。

[0039] 推論部２３は、データ取得部２２により取得された推論用データと学習用モデルとに基づいて、生産設備２にて扱われるワーク３の良否を推論する。推論部２３は、推論結果に基づいて報知部２４を制御し、生産設備２の診断結果をユーザに報知する。なお、ユーザとは、例えば診断システム１の管理者である。推論部２３は、例えば、生産設備２にて扱われるワーク３が良好

又は不良であると推論したとき、報知部２４を制御して、生産設備２に異常がない旨又は異常がある旨の診断結果をユーザに報知する。ワーク３が不良であるとき、その不良の原因は生産設備２の異常である可能性が高いため、ワーク３の良否と生産設備２の正常／異常とを対応付けることができる。なお、生産設備２が正常であってもワーク３が不良となることはありえるため、推論部２３は、例えば不良と判定されたワーク３の数が一定以上となったときにのみ、生産設備２が異常である旨の診断結果をユーザに報知してもよい。推論部２３は、本開示に係る推論手段の一例である。

[0040] 報知部２４は、推論部２３の制御に基づいて、生産設備２の診断結果をユーザに報知する。報知部２４は、例えばディスプレイである。この場合、報知部２４は、文字、アイコンなどをディスプレイに表示させることにより診断結果を報知する。あるいは、報知部２４は、緑色のランプと赤色のランプとを備えるものであってもよい。この場合、報知部２４は、診断結果が正常であるときには緑色のランプを点灯させ、診断結果が異常であるときには赤色のランプを点灯させることにより診断結果を報知する。

[0041] 次に、学習装置１０及び推論装置２０のハードウェア構成の一例について、図７を参照しながら説明する。図７に示す学習装置１０及び推論装置２０は、例えばパーソナルコンピュータ、マイクロコントローラなどのコンピュータにより実現される。

[0042] 学習装置１０及び推論装置２０は、バス１０００を介して互いに接続された、プロセッサ１００１と、メモリ１００２と、インタフェース１００３と、二次記憶装置１００４と、を備える。

[0043] プロセッサ１００１は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit：中央演算装置）である。プロセッサ１００１が、二次記憶装置１００４に記憶された動作プログラムをメモリ１００２に読み込んで実行することにより、学習装置１０及び推論装置２０の各機能が実現される。

[0044] メモリ１００２は、例えば、ＲＡＭ（Random Access Memory）により構成される主記憶装置である。メモリ１００２は、プロセッサ１００１が二次記

憶装置１００４から読み込んだ動作プログラムを記憶する。また、メモリ１００２は、プロセッサ１００１が動作プログラムを実行する際のワークメモリとして機能する。

[0045] インタフェース１００３は、例えばシリアルポート、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）ポート、ネットワークインタフェースなどのＩ／Ｏ（Input/Output）インタフェースである。インタフェース１００３により通信部１１及び通信部２１の機能が実現される。また、インタフェース１００３にディスプレイ、ランプ等が接続されることにより、報知部２４の機能が実現される。

[0046] 二次記憶装置１００４は、例えば、フラッシュメモリ、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）である。二次記憶装置１００４は、プロセッサ１００１が実行する動作プログラムを記憶する。

[0047] 次に、図８を参照しながら、学習装置１０によるモデル生成の動作の一例を説明する。学習装置１０に示す動作は、例えば学習装置１０の起動時に開始される。

[0048] 学習装置１０のデータ取得部１２は、学習用データをデータサーバ３０から取得する（ステップＳ１０１）。なお、データサーバ３０に十分な学習用データが保存されていないとき、データ取得部１２は、データサーバ３０に十分な学習用データが追加されるまで待機する。検品装置７は、生産設備２により扱われたワーク３のうち一部のワーク３のみを検品するため、良否データが十分にデータサーバ３０に保存されていない可能性がある。

[0049] 学習装置１０のモデル生成部１３は、ステップＳ１０１にて取得した学習用データに基づいて、ワークの良否を推論するための学習モデルを生成する（ステップＳ１０２）。

[0050] モデル生成部１３は、ステップＳ１０２にて生成した学習モデルをデータサーバ３０に送信して保存する（ステップＳ１０３）。そしてステップＳ１０１からの動作が繰り返される。

[0051] 次に、図９を参照しながら、推論装置２０による推論の動作の一例を説明する。推論装置２０に示す動作は、例えば推論装置２０の起動時に開始され

る。

[0052] 推論装置２０のデータ取得部２２は、推論用データをデータサーバ３０から取得する（ステップＳ２０１）。続いてデータ取得部２２は、学習装置１０がデータサーバ３０に保存した学習モデルを取得する（ステップＳ２０２）.

[0053] 推論装置２０の推論部２３は、ステップＳ２０１にて取得された推論用データとステップＳ２０２にて取得された学習モデルとに基づいて、生産設備２により扱われたワーク３の良否を推論する（ステップＳ２０３）。

[0054] 推論部２３は、ステップＳ２０３での推論結果に基づいて、報知部２４を制御して診断結果をユーザに報知する（ステップＳ２０４）。そしてステップＳ２０１からの動作が繰り返される。

[0055] 以上、実施の形態１に係る診断システム１を説明した。実施の形態１に係る診断システム１によれば、生産設備２を外部観察して得られるデータである画像データ、温度データ及び距離データを含む学習用データに基づいて学習データを生成するので、生産設備２にて扱われるワーク３の良否を推論するための学習モデルを精度良く生成できる。そして、推論装置２０は、生産設備２を外部観察して得られるデータを含む推論用データと、精度良く生成された学習モデルとに基づいて、生産設備２にて扱われるワーク３の良否を精度良く推論できる。ワーク３の良否と生産設備２の正常／異常とを対応付けることができるので、実施の形態１に係る診断システム１によれば、生産設備２を精度良く診断できる。

[0056]（実施の形態２）

以下、実施の形態２に係る診断システム１を説明する。実施の形態２に係る診断システム１は、生産設備２にて扱われるワーク３の良否を推論するのに加えて、さらに生産設備２の劣化状態を推論することにより生産設備２を診断する点が実施の形態１と異なる。

[0057] なお、診断システム１の全体構成、学習装置１０の機能的構成及び推論装置２０の機能的構成は、図１、図５及び図６に示す構成と概ね同様であるた

め、異なる点のみを説明する。

[0058] まず、生産設備２が、設定データに加えて、生産設備２の稼働履歴を示す履歴データと、生産設備２の設置環境を示す環境データとをさらにデータサーバ３０に送信する点が実施の形態１と異なる。そのため、データサーバ３０に保存されるデータは、例えば図１０に示すようなものとなる。また、これに伴い、実施の形態１と比べて、学習用データ及び推論用データはさらに、履歴データと環境データとを含む。

[0059] 次に、学習装置１０のモデル生成部１３は、ワーク３の良否を推論するための学習モデルに加えて、さらに生産設備２の劣化状態を推論するための学習モデルを生成する点が実施の形態１と異なる。実施の形態２に係るモデル生成部１３は、例えば履歴データと環境データとをさらに含む学習用データを教師なし学習にて学習することにより、生産設備２の劣化状態に応じてクラスタリングされた学習モデルを生成することができる。生産設備２の劣化状態と稼働履歴と設置環境との間には相関関係があるからである。

[0060] 例えば、生産設備２がベアリング、ゴムなどの寿命部品を含む場合、当該寿命部品が摩耗すると生産設備２の動作にズレが生じる。このズレは、画像データ及び距離データに反映される。また、当該寿命部品が摩耗するとエネルギー損失が多くなり、生産設備２の温度が上昇する。この温度上昇は温度データに反映される。したがって、生産設備２の劣化状態と、画像データ、温度データ及び距離データとの間には相関関係がある。また、生産設備２の劣化のしやすさは、生産設備２の稼働状況及び設置環境に応じて変化する。そのため、画像データ、温度データ、距離データ、履歴データ及び環境データを含む学習用データに基づいて学習モデルを生成することにより、生産設備２の劣化状態を推論するための学習モデルを生成することができる。

[0061] また、稼働履歴が短く設置環境が劣悪でないが扱ったワーク３が不良となりがちな生産設備２と、稼働履歴が長く設置環境も劣悪だが扱ったワーク３が不良とならない生産設備２とでは、劣化状態には大差がないことが想定される。そのため、実施の形態１と同様に学習用データが設定データ、画像デ

ータ、温度データ、距離データ及び良否データを含むことにより、単純に履歴データと環境データとにのみ基づいて学習モデルを生成するよりも精度の良いモデルを生成できる。

[0062] そして、推論装置２０の推論部２３は、履歴データと環境データとをさらに含む推論用データと、学習装置１０により生成された、生産設備２の劣化状態を推論するための学習モデルとに基づいて、さらに生産設備２の劣化状態も推論する点が実施の形態１と異なる。推論装置２０の推論部２３は、報知部２４を制御して、診断結果として生産設備２の劣化状態を示す情報をユーザに報知する。

[0063] 以上、実施の形態２に係る診断システム１を説明した。実施の形態２に係る診断システム１によれば、学習用データ及び推論用データが履歴データと環境データとをさらに含むことにより、概ね実施の形態１と同様の構成にて、生産設備２の劣化状態を精度良く診断することができる。

[0064]（変形例）

上記の各実施の形態では、各種データはデータサーバ３０に送信され保存されるものとした。しかし、データサーバ３０は必須ではない。例えば、診断システム１はデータサーバ３０を備えず、設定データ、画像データ、温度データ、距離データ及び良否データは学習装置１０及び推論装置２０に直接送信され、学習モデルは学習装置１０から推論装置２０に直接送信されるものであってもよい。

[0065] 上記の各実施の形態の説明では、学習装置１０、推論装置２０及びデータサーバ３０が同一のネットワーク上に存在する例を示したが、これらは異なるネットワークに存在してもよい。例えば、学習装置１０及び推論装置２０は工場内ネットワーク上に存在し、データサーバ３０はインターネット上に存在してもよい。

[0066] 図７に示すハードウェア構成においては、学習装置１０及び推論装置２０が二次記憶装置１００４を備えている。しかし、これに限らず、二次記憶装置１００４を学習装置１０あるいは推論装置２０の外部に設け、インタフェ

ース１００３を介して学習装置１０あるいは推論装置２０と二次記憶装置１００４とが接続される形態としてもよい。この形態においては、ＵＳＢフラッシュドライブ、メモリカードなどのリムーバブルメディアも二次記憶装置１００４として使用可能である。

[0067] また、図７に示すハードウェア構成に代えて、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit：特定用途向け集積回路）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）などを用いた専用回路により学習装置１０及び推論装置２０を構成してもよい。また、図７に示すハードウェア構成において、学習装置１０及び推論装置２０の機能の一部を、例えばインタフェース１００３に接続された専用回路により実現してもよい。

[0068] 学習装置１０及び推論装置２０で用いられるプログラムは、ＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disc Read Only Memory）、ＤＶＤ（Digital Versatile Disc）、ＵＳＢフラッシュドライブ、メモリカード、ＨＤＤ等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布することが可能である。そして、かかるプログラムを特定の又は汎用のコンピュータにインストールすることによって、当該コンピュータを学習装置１０及び推論装置２０として機能させることが可能である。

[0069] また、上述のプログラムをインターネット上の他のサーバが有する記憶装置に格納しておき、当該サーバから上述のプログラムがダウンロードされるようにしてもよい。

[0070] 本開示は、本開示の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、本開示を説明するためのものであり、本開示の範囲を限定するものではない。つまり、本開示の範囲は、実施の形態ではなく、請求の範囲によって示される。そして、請求の範囲内及びそれと同等の開示の意義の範囲内で施される様々な変形が、本開示の範囲内とみなされる。

符号の説明

[0071] １　診断システム、２　生産設備、３　ワーク、４　カメラ、５　温度セン

サ、６　距離センサ、７　検品装置、１０　学習装置、１１　通信部、１２　データ取得部、１３　モデル生成部、２０　推論装置、２１　通信部、２２　データ取得部、２３　推論部、２４　報知部、３０　データサーバ、１０００　バス、１００１　プロセッサ、１００２　メモリ、１００３　インタフェース、１００４　二次記憶装置、Ｆ　生産現場。

請求の範囲

[請求項1] 生産設備の設定を示す設定データと、撮像装置により前記生産設備を撮像して得られる撮像画像を示す画像データと、温度センサにより測定された前記生産設備の表面温度を示す温度データと、距離センサにより測定された、前記距離センサから前記生産設備までの距離を示す距離データと、前記生産設備にて扱われるワークの良否を示す良否データとを含む学習用データを取得する学習用データ取得手段と、

前記生産設備にて扱われるワークの良否を推論するための学習モデルを、前記学習用データに基づいて生成するモデル生成手段と、

を備える学習装置。

[請求項2] 前記学習用データ取得手段が取得する前記学習用データはさらに、前記生産設備の稼働履歴を示す履歴データと、前記生産設備の設置環境を示す環境データとを含み、

前記モデル生成手段はさらに、前記生産設備の劣化状態を推論するための学習モデルを、前記学習用データに基づいて生成する、

請求項１に記載の学習装置。

[請求項3] 生産設備の設定を示す設定データと、撮像装置により前記生産設備を撮像して得られる撮像画像を示す画像データと、温度センサにより測定された前記生産設備の表面温度を示す温度データと、距離センサにより測定された、前記距離センサから前記生産設備までの距離を示す距離データとを含む推論用データを取得する推論用データ取得手段と、

請求項１に記載の学習装置の前記モデル生成手段により生成された前記学習モデルと前記推論用データとに基づいて、前記生産設備にて扱われるワークの良否を推論する推論手段と、

を備える推論装置。

[請求項4] 前記推論用データはさらに、前記生産設備の稼働履歴を示す履歴データと、前記生産設備の設置環境を示す環境データとを含み、

前記推論手段はさらに、請求項２に記載の学習装置の前記モデル生成手段により生成された前記学習モデルと前記推論用データとに基づいて、前記生産設備の劣化状態を推論する、

請求項３に記載の推論装置。

[請求項5] 請求項１に記載の学習装置と、

請求項３に記載の推論装置と、

を備える診断システム。

[請求項6] 生産設備の設定を示す設定データと、撮像装置により前記生産設備を撮像して得られる撮像画像を示す画像データと、温度センサにより測定された前記生産設備の表面温度を示す温度データと、距離センサにより測定された、前記距離センサから前記生産設備までの距離を示す距離データと、前記生産設備にて扱われるワークの良否を示す良否データとを含む学習用データを取得し、

前記生産設備にて扱われるワークの良否を推論するための学習モデルを、前記学習用データに基づいて生成する、

モデル生成方法。

[請求項7] 前記学習用データはさらに、前記生産設備の稼働履歴を示す履歴データと、前記生産設備の設置環境を示す環境データとを含み、

前記生産設備の劣化状態を推論するための学習モデルを、前記学習用データに基づいて生成する、

請求項６に記載のモデル生成方法。

[請求項8] コンピュータに、

生産設備の設定を示す設定データと、撮像装置により前記生産設備を撮像して得られる撮像画像を示す画像データと、温度センサにより測定された前記生産設備の表面温度を示す温度データと、距離センサにより測定された、前記距離センサから前記生産設備までの距離を示す距離データと、前記生産設備にて扱われるワークの良否を示す良否データとを含む学習用データを取得させ、

前記生産設備にて扱われるワークの良否を推論するための学習モデルを、前記学習用データに基づいて生成させる、

プログラム。

[請求項9] 前記学習用データはさらに、前記生産設備の稼働履歴を示す履歴データと、前記生産設備の設置環境を示す環境データとを含み、

前記生産設備の劣化状態を推論するための学習モデルを、前記学習用データに基づいて生成させる、

請求項８に記載のプログラム。

[図1]

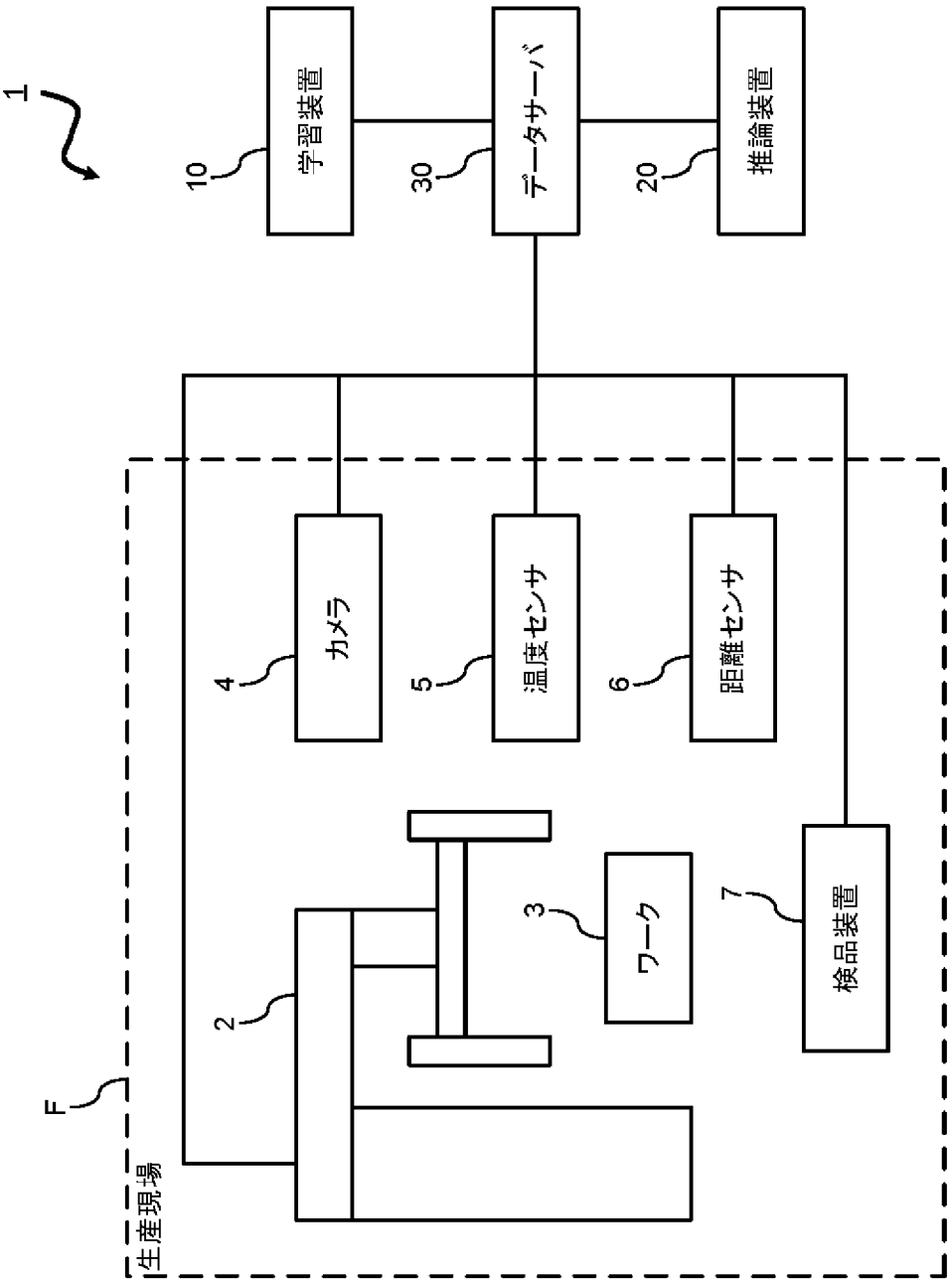
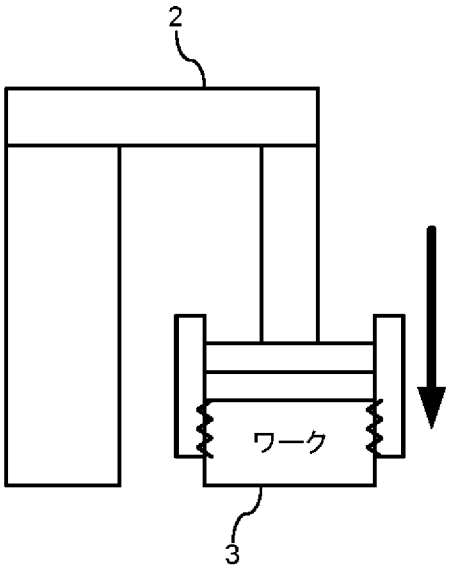

1
学習装置
10
データサーバ
30
推論装置
20
カメラ
4
温度センサ
5
距離センサ
6
ワーク
3
検品装置
7
2
F
生産現場

図1

[図2]
図2



[図3]

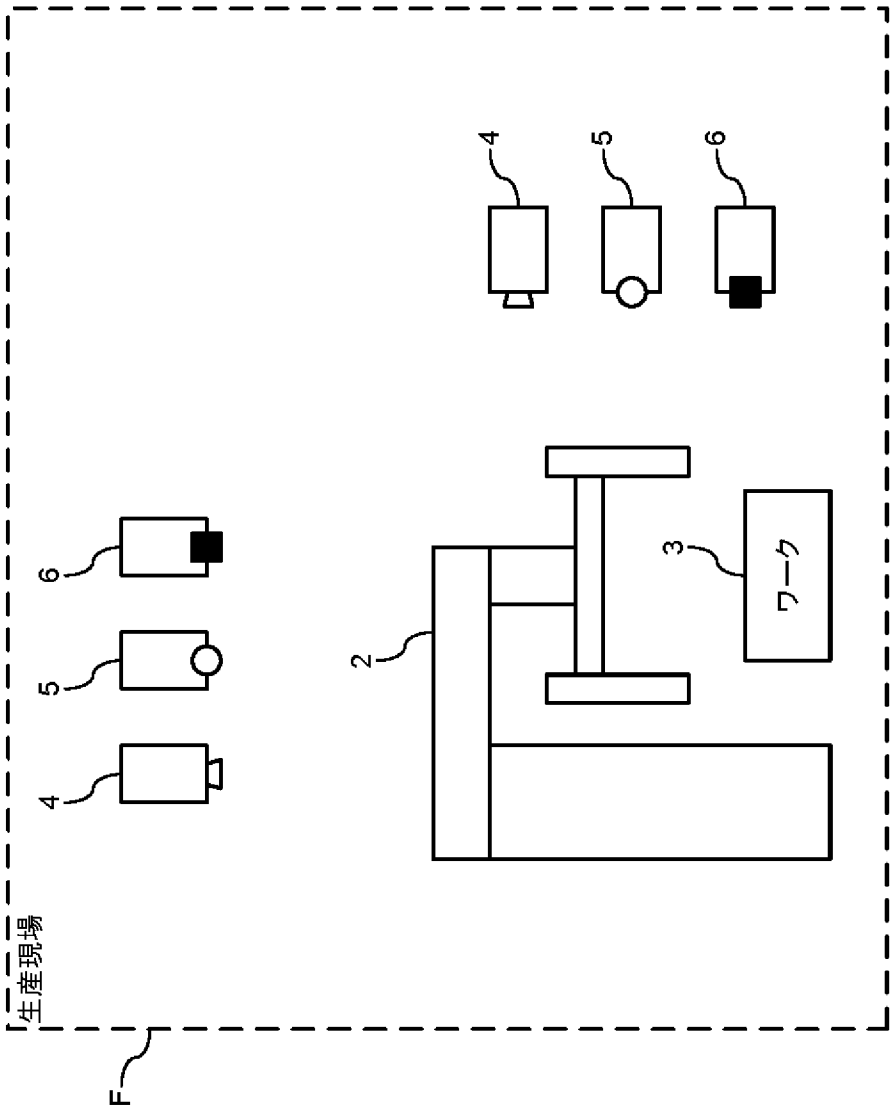


図3

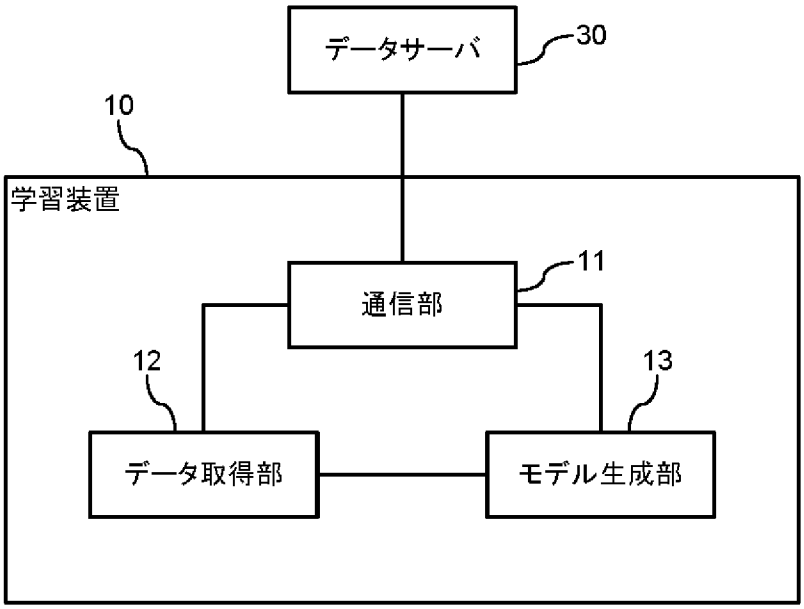
[図4]

日時	種別	内容
2020/10/30 06:30:00 （設定日時）	センサ設定	電源電圧:DC12V, 増幅率:4.5, …
	アクチュエータ設定	電源電圧:AC240V, 周波数:60Hz, …
2020/10/30 13:34:25 （取得日時）	画像データ	…
	温度データ	…
	距離データ	…
2020/10/30 13:34:25 （扱い日時）	良否データ	両側面に傷あり

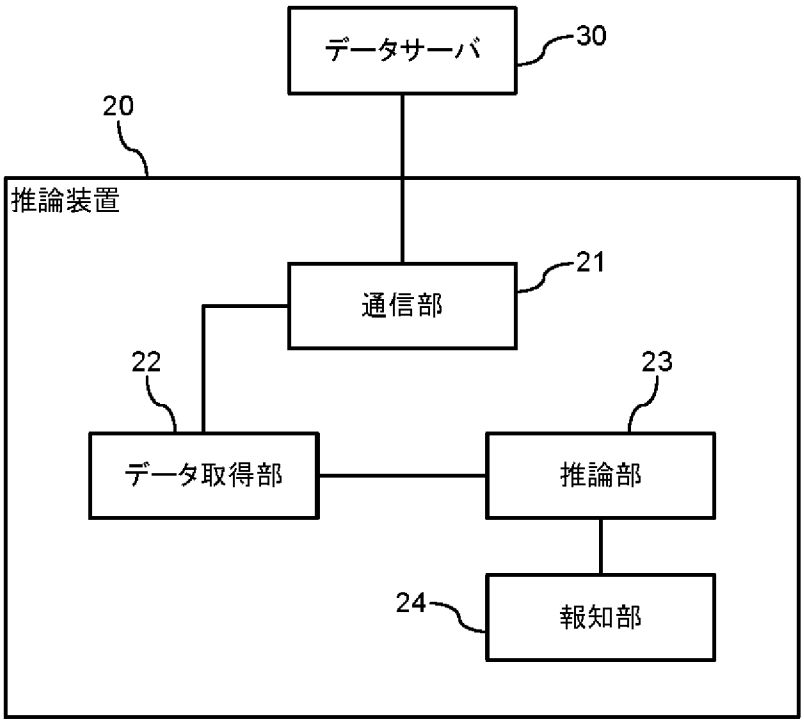
・・・・

図4

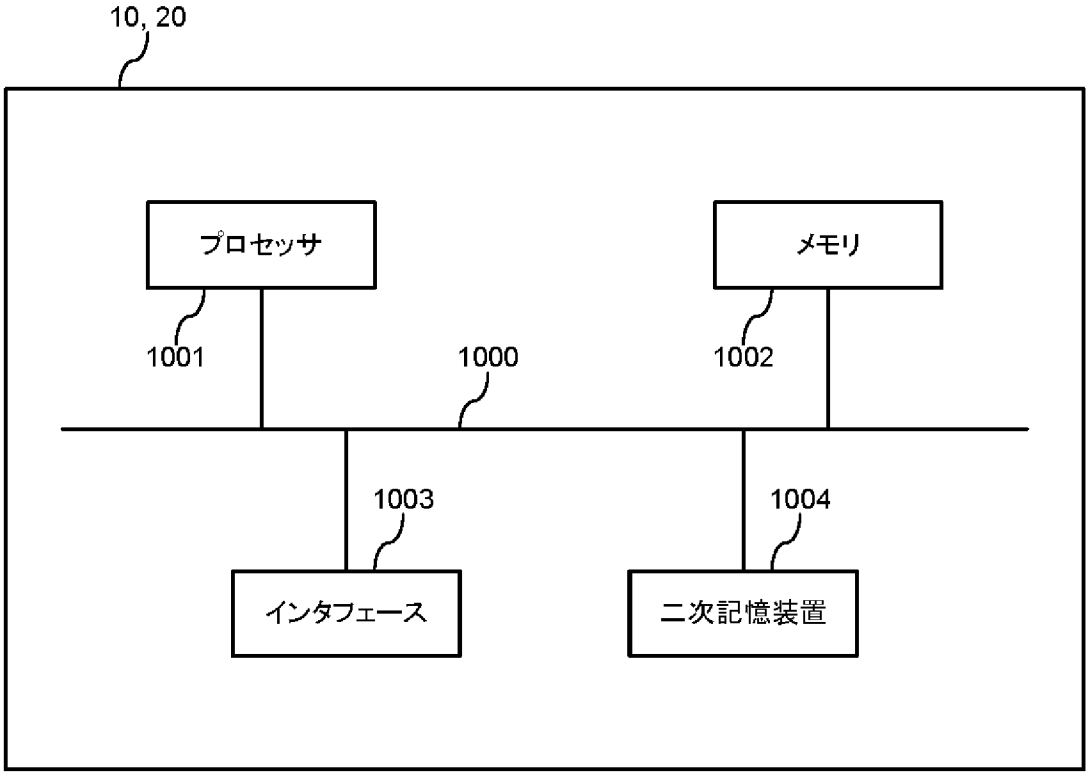
[図5]
図5


データサーバ
30
10
学習装置
11
通信部
12
13
データ取得部
モデル生成部

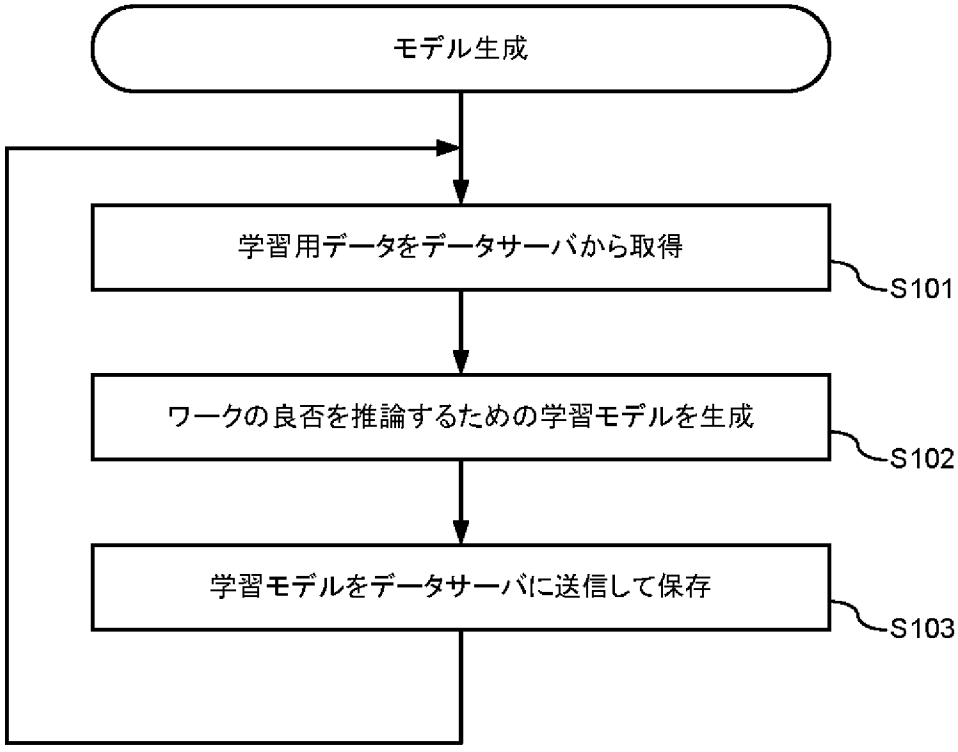
[図6]
図6


データサーバ
30
20
推論装置
21
通信部
22
23
データ取得部
推論部
24
報知部

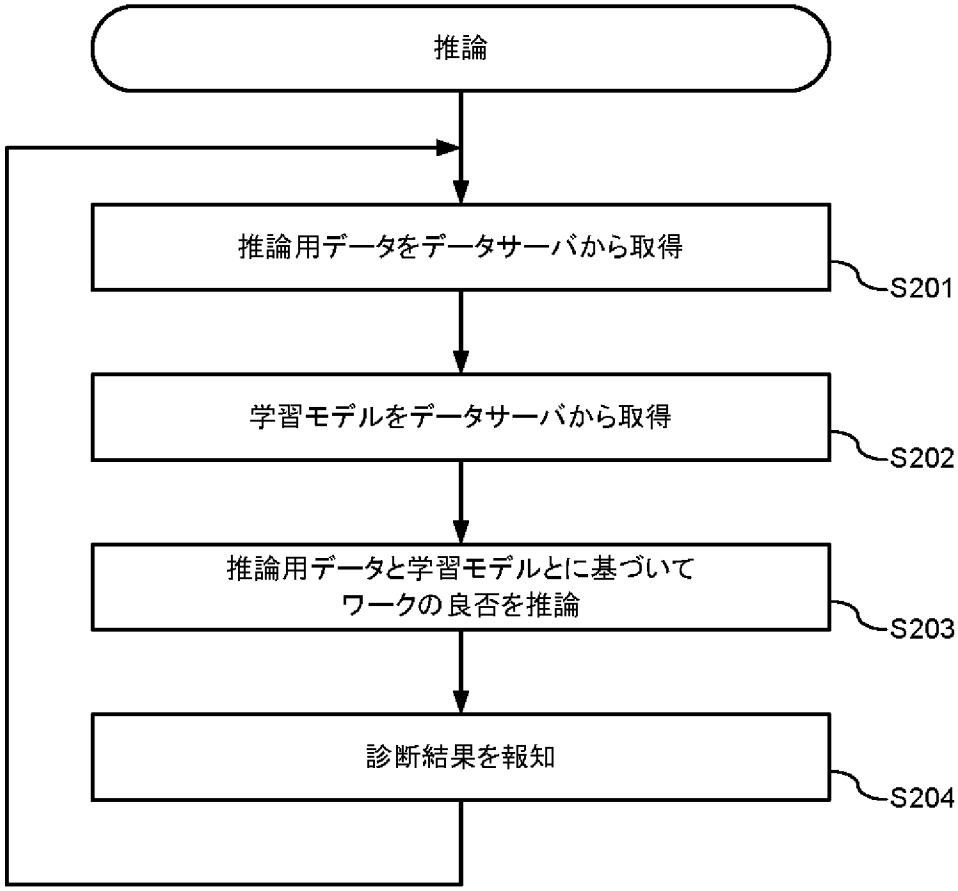
[図7]
図7


10, 20
プロセッサ
メモリ
1001
1000
1002
1003
1004
インタフェース
二次記憶装置

[図8]
図8


モデル生成
学習用データをデータサーバから取得
S101
ワークの良否を推論するための学習モデルを生成
S102
学習モデルをデータサーバに送信して保存
S103

[図9]
図9


推論
推論用データをデータサーバから取得
S201
学習モデルをデータサーバから取得
S202
推論用データと学習モデルとに基づいて
ワークの良否を推論
S203
診断結果を報知
S204

[図10]

日時	種別	内容
2020/10/30 06:30:00 （設定日時）	センサ設定	電源電圧:DC12V, 増幅率:4.5, …
	アクチュエータ設定	電源電圧:AC240V, 周波数:60Hz, …
2020/10/30 13:34:25 （取得日時）	画像データ	…
	温度データ	…
	距離データ	…
	履歴データ	稼働開始日時:2020/10/30 06:33:00 稼働時間:7時間1分25秒 動作回数:500回 …
	環境データ	気温:23℃, 湿度:18%, 照度:900ルクス, …
2020/10/30 13:34:25 （扱い日時）	良否データ	両側面に傷あり

・・・・

図10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/047532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G05B19/418(2006.01)i
FI: G05B19/418Z

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)
Int.Cl. G05B19/418

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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	WO 2019/187228 A1 (TOSHIBA CORPORATION) 03 October 2019 (2019-10-03), paragraphs [0008]-[0059], fig. 1-8	1-9
Y	WO 2018/105296 A1 (HITACHI, LTD.) 14 June 2018 (2018-06-14), paragraphs [0012]-[0076], fig. 1-11	1-9
Y	JP 2017-167847 A (TOSHIBA CORPORATION) 21 September 2017 (2017-09-21), paragraphs [0028]-[0096], fig. 1-6	2, 4, 7, 9
A	JP 2020-140365 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 03 September 2020 (2020-09-03), entire text, all drawings	1-9
A	WO 2019/239606 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 19 December 2019 (2019-12-19), entire text, all drawings	1-9

☒ 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 26 February 2021	Date of mailing of the international search report 09 March 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/047532

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-21567 A (NIPPON SIGNAL CO., LTD.) 26 January 2017 (2017-01-26), entire text, all drawings	2, 4, 7, 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/047532

WO 2019/187228 A1	03 October 2019	US 2019/0295238 A1 paragraphs [0012]-[0069], fig. 1-8 JP 2019-169022 A
WO 2018/105296 A1	14 June 2018	US 2019/0317476 A1 paragraphs [0024]-[0170], fig. 1-11 CN 110036351 A
JP 2017-167847 A	21 September 2017	US 2018/0203961 A1 paragraphs [0063]-[0128], fig. 1-6 WO 2017/158975 A1
JP 2020-140365 A	03 September 2020	(Family: none)
WO 2019/239606 A1	19 December 2019	(Family: none)
JP 2017-21567 A	26 January 2017	(Family: none)

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/047532

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G05B 19/418(2006.01)i
FI: G05B19/418 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））

G05B19/418

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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	WO 2019/187228 A1 (株式会社　東芝) 03.10.2019 (2019-10-03) [０００８]－[００５９]、図１－８	1-9
Y	WO 2018/105296 A1 (株式会社日立製作所) 14.06.2018 (2018-06-14) [００１２]－[００７６]、図１－１１	1-9
Y	JP 2017-167847 A (株式会社東芝) 21.09.2017 (2017-09-21) [００２８]－[００９６]、図１－６	2,4,7,9
A	JP 2020-140365 A (トヨタ自動車株式会社) 03.09.2020 (2020-09-03) 全文、全図	1-9
A	WO 2019/239606 A1 (三菱電機株式会社) 19.12.2019 (2019-12-19) 全文、全図	1-9
A	JP 2017-21567 A (日本信号株式会社) 26.01.2017 (2017-01-26) 全文、全図	2,4,7,9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
26.02.2021	09.03.2021

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）
中田　善邦 3U 3225
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/JP2020/047532

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/187228 A1	03.10.2019	US 2019/0295238 A1 [００１２]－[００６９]、図１－８ JP 2019-169022 A	
WO 2018/105296 A1	14.06.2018	US 2019/0317476 A1 [００２４]－[０１７０]、図１－１１ CN 110036351 A	
JP 2017-167847 A	21.09.2017	US 2018/0203961 A1 [００６３]－[０１２８]、図１－６ WO 2017/158975 A1	
JP 2020-140365 A	03.09.2020	（ファミリーなし）	
WO 2019/239606 A1	19.12.2019	（ファミリーなし）	
JP 2017-21567 A	26.01.2017	（ファミリーなし）	