

(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
2023年12月7日(07.12.2023)



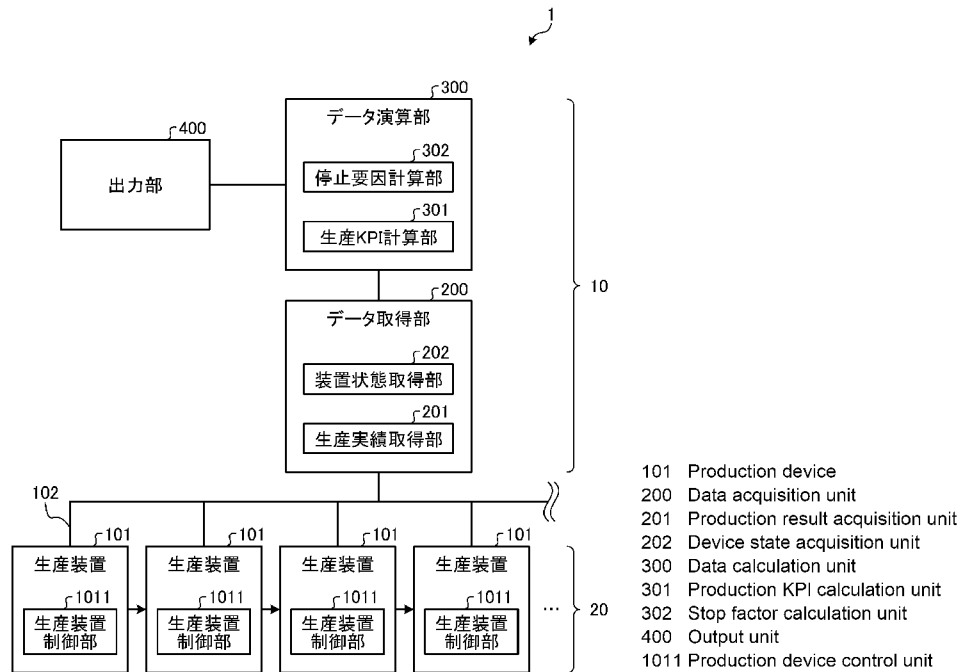
(10) 国際公開番号
WO 2023/233745 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01) G05B 19/418 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/008392
- (22) 国際出願日: 2023年3月6日(06.03.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-089802 2022年6月1日(01.06.2022) JP
- (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:寺嶋 亮(TERASHIMA, Ryo); 〒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). 柳澤 一嘉(YANAGISAWA, Kazuyoshi); 〒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). 池田 一貴(IKEDA, Kazutaka); 〒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). 日下部 祐亮(KUSAKABE, Yusuke); 〒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:高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎

(54) Title: PRODUCTION SYSTEM, PRODUCTION LINE ANALYSIS METHOD, LEARNING DEVICE, INFERENCE DEVICE, LEARNED MODEL, AND LEARNED MODEL GENERATION METHOD

(54) 発明の名称: 生産システム、生産ライン分析方法、学習装置、推論装置、学習済モデルおよび学習済モデルの生成方法

【図1】



(57) Abstract: The present invention comprises: a key performance indicator calculation unit that calculates, on the basis of device data related to a production history of each production device (101), a value of a key performance indicator which is a criterion for determining whether the operation state of a production line (20) is acceptable; and a stop factor



WO 2023/233745 A1

の門三井ビルディング 弁理士法人酒井
国際特許事務所 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, 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))

calculation unit (302) that calculates, on the basis of device data including the device state of each production device (101), a value of a plurality of stop factors which affect a decrease in the key performance indicator. The stop factor calculation unit (302): calculates the value of the key performance indicator and the value of the stop factors as values per unit time with respect to values of the same type and of the same time in relation to production on the production line (20); and calculates the value of a non-summed stop factor for which the value of the stop factors has not been calculated on the basis of the device data including the device state of each production device (101). An operator can quantitatively ascertain what is the cause of a decrease in the key performance indicator, and to what degree this cause affects a decrease in a production KPI.

(57) 要約: 生産装置 (101) ごとの生産履歴に関わる装置データに基づいて、生産ライン (20) の稼働状況の良否の判断基準である重要業績評価指標の値を算出する重要業績評価指標計算部と、生産装置 (101) ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて、重要業績評価指標の減少に影響を及ぼす複数の停止要因の値を算出する停止要因計算部 (302) と、を備える。停止要因計算部 (302) は、重要業績評価指標の値と停止要因の値とを、生産ライン (20) における生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出し、生産装置 (101) ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて停止要因の値が算出されていない未集計の停止要因の値を算出する。作業者は、重要業績評価指標が低下した原因が何であるのか、および当該原因が生産 KPI の低下に及ぼす影響の度合いを定量的に把握できる。

明 細 書

発明の名称：

生産システム、生産ライン分析方法、学習装置、推論装置、学習済モデル
および学習済モデルの生成方法

技術分野

[0001] 本開示は、生産ラインの停止要因を分析する生産システム、生産ライン分析方法、学習装置、推論装置、学習済モデルおよび学習済モデルの生成方法に関する。

背景技術

[0002] 生産装置が配置された生産ラインでは、生産ラインによる生産性を向上させるため、生産ラインの稼働状況をモニタリングすることが広く行われている。生産性の向上にあたっては、例えば、定められた生産に関する稼働指標である重要業績評価指標（Key Performance Indicator：KPI）に対して、重要業績評価指標を低下させている要因を特定して改善を行う方法がある。以下、生産に関する重要業績評価指標を生産KPIと呼ぶ。

[0003] 特許文献1には、生産KPIが低下した時間帯に対応して、当該時間帯の周辺の時間における問題事象を選別し、選別した問題事象をディスプレイの稼働状態遷移画面に表示すること、および表示内容に対して操作を行う稼働状態監視装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6961850号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献1に記載された稼働状態監視装置では、生産KPIと停止要因との関係性が時間軸を比較基準とした画面によって示され

るのみとなっている。このため、特許文献1に記載された稼働状態監視装置では、複数の問題事象が同時並行的に発生する生産ラインにおいて、各停止要因が生産KPIをどれだけ低下させたかを定量的に判断することができないという問題があった。この問題は、生産KPIを改善する改善活動の効率性を悪化させる要因となっている。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、生産ラインの生産KPIを低下させる複数の停止要因を定量化して提示することができる生産システムを得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示にかかる生産システムは、複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムである。生産システムは、複数の生産装置から、生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データを取得する生産実績取得部と、複数の生産装置から、生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データを取得する装置状態取得部と、生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データに基づいて、生産ラインの稼働状況の良否の判断基準である重要業績評価指標の値を算出する重要業績評価指標計算部と、生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて、重要業績評価指標の減少に影響を及ぼす複数の停止要因の値を算出する停止要因計算部と、重要業績評価指標の値と、停止要因の値と、を表示する出力部と、を備える。停止要因計算部は、重要業績評価指標の値と停止要因の値とを、生産ラインにおける生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出し、生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて停止要因の値が算出されていない未集計の停止要因の値を算出する。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、生産ラインの生産KPIを低下させる複数の停止要因を定量化して提示することができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1にかかると生産システムを有した全体システムの構成を示す図

[図2]実施の形態1にかかると生産システムによる稼働状況分析処理の処理手順を示すフローチャート

[図3]実施の形態1にかかると生産システムにおいて生産KPIである可動率の算出に用いられる装置データが記憶された第1のテーブルの例を示す図

[図4]実施の形態1にかかると生産システムにおいて停止要因の算出に用いられる装置データが記憶された第2のテーブルの例を示す図

[図5]実施の形態1にかかると生産システムが表示させるライン停止要因の分析結果の第1例を示す図

[図6]実施の形態1にかかると生産システムが表示させるライン停止要因の分析結果の第2例を示す図

[図7]実施の形態1にかかると生産システムによる他の稼働状況分析処理の処理手順を示すフローチャート

[図8]実施の形態3にかかると学習装置の構成を示す図

[図9]実施の形態3にかかると学習装置による学習処理の処理手順を示すフローチャート

[図10]実施の形態3にかかると推論装置の構成を示す図

[図11]実施の形態3にかかると推論装置による推論処理の処理手順を示すフローチャート

[図12]実施の形態3に係る学習装置が備える処理回路をプロセッサおよびメモリで実現する場合の処理回路の構成例を示す図

[図13]実施の形態3に係る学習装置が備える処理回路を専用のハードウェアで構成する場合の処理回路の例を示す図

[図14]実施の形態4にかかると対応作業提案部を有した全体システムの構成を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、実施の形態にかかると生産システム、生産ライン分析方法、学習装

置、推論装置、学習済モデルおよび学習済モデルの生成方法を図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 にかかる生産システム 10 を有した全体システム 1 の構成を示す図である。全体システム 1 は、生産ライン 20 と、生産システム 10 とを有している。

[0012] 生産システム 10 は、複数の生産装置 101 が連結された生産ライン 20 の停止要因であるライン停止要因を分析するシステムである、生産ライン分析システムとしての機能を有している。生産システム 10 は、生産ライン 20 を構成する生産装置 101 から、生産装置 101 の稼働の情報である装置データを収集し、装置データに基づいて、生産ライン 20 の停止要因であるライン停止要因を分析する。ライン停止要因は、生産装置 101 が停止した要因に対応しており、生産ライン 20 の生産 KPI の低下に影響を及ぼす要因である。以下の説明では、ライン停止要因を、生産装置 101 の停止要因、停止要因、あるいは単に要因と記載する場合がある。生産システム 10 は、データ取得部 200 と、データ演算部 300 と、を有する。

[0013] 生産ライン 20 は、連結された複数の生産装置 101 によって不図示の加工対象物であるワークを順次加工していく生産ラインの例である。生産ライン 20 における複数の生産装置 101 は、連結されている。このため、生産ライン 20 の生産能力は、生産装置 101 が 1 つでも停止すれば低下する。

[0014] なお、図 1 においては生産装置 101 が一列に一台ずつ並んだ場合について示しているが、生産装置 101 は、生産装置 101 の配列が途中で分岐するように配置されても構わない。例えば、生産ライン 20 は、第 N (N は自然数) 番目の生産装置 101 の後に、第 (N + 1) 番目の生産装置 101 が 3 台配置され、第 N 番目の生産装置 101 と、第 (N + 1) 番目の各生産装置 101 とがそれぞれ直接連結されるような構成を含んでいてもよい。なお、実施の形態 1 での生産装置 101 同士の連結は、生産装置 101 間がフリーフローコンベア等で物理的に連結されている場合に限らず、自走ロボット

、AGV (Automatic Guided Vehicle、無人搬送車)、人手などで生産装置101間のワークの搬送が系統的に連結される場合も含まれる。

[0015] 生産装置101は、ワークに加工を行う種々の生産装置である。例えば、生産装置101は、はんだ付け装置、塗布装置、ケース組立装置、ねじ締め装置、画像検査装置などが例示される。

[0016] 各生産装置101は、生産装置101を制御する生産装置制御部1011を有する。生産装置制御部1011は、時刻の情報である時刻情報を管理している。例えば、生産装置制御部1011は、時刻情報として、生産装置101内におけるワークの加工開始時刻とワークの加工終了時刻とを示す時刻データを保持する。時刻データに含まれるワークの加工開始時刻は、生産装置101におけるワークの加工が開始された日時を示す情報、すなわち生産装置101がワークの加工に着手した日時を示す情報である。時刻データに含まれるワークの加工終了時刻は、生産装置101におけるワークの加工が終了した日時を示す情報、すなわち生産装置101におけるワークの加工が完了した日時を示す情報である。なお、1つめのワークの加工終了時刻から、2つめのワークの加工開始時刻までの時間は、2つめのワークに対する加工着手待ちの時間である。

[0017] また、生産装置101は、センサのオンあるいはオフ、センサの測定値、駆動軸の位置、モータのトルク、撮像した画像、シグナルタワーの表示色、2D (Dimensions、次元) コードリーダの読取結果、装置状態、装置状態の詳細番号などの各種情報を装置データとして個々に保持する。2Dコードリーダの読取結果の例は、ワークを識別するワークID (Identification、識別) である。実施の形態1における装置データは、時刻情報に対応付けされている。

[0018] ネットワーク102は、生産装置101の各種の装置データを、全体システム1において生産ライン20の上位に位置するデータ取得部200に送信するための通信網である。図1では理解を容易にするために、ネットワーク102を実線で記載しているが、ネットワーク102は有線接続であっても

無線接続であってもよい。

- [0019] データ取得部200は、全体システム1において生産ライン20の上位に位置し、生産装置101の各種の装置データを取得する機能を有する。データ取得部200は、例えば、パーソナルコンピュータあるいはPLC (Programmable Logic Controller、プログラマブルロジックコントローラ) といった演算機器と、データベース等の記憶媒体とにより構成される。データ取得部200は、演算機によって実現される機能部である、生産実績取得部201と、装置状態取得部202と、を有する。また、データ取得部200は、生産装置101およびデータ演算部300との間で通信を行う不図示の通信部を有する。
- [0020] 生産実績取得部201は、生産装置101の生産履歴に関わる装置データを生産装置101から取得し、記憶する。生産装置101の生産履歴に関わる装置データは、生産装置101によるワークの加工の際に取得される、ワークの加工の履歴のデータである。すなわち、生産実績取得部201は、生産装置101の生産履歴に関わる装置データとして、ワークの加工開始時刻のデータ、ワークの加工終了時刻のデータ、ワークの加工合否判定のデータといった各種の装置データを、生産装置101から取得する。生産装置101から取得された生産装置101の生産履歴に関わる装置データは、生産ライン20の生産KPIの算出に用いられる。
- [0021] 生産KPIは、生産に関する稼働指標であって、生産ライン20の稼働状況の良否の判断基準となる評価指標である。生産KPIの値が高いほど、生産ライン20の稼働状況が良い。
- [0022] 装置状態取得部202は、生産装置101の装置履歴に関わる装置データを生産装置101から取得し、記憶する。生産装置101の装置履歴に関わる装置データは、生産装置101におけるワークの加工時に取得される、生産装置の状態の履歴のデータである。すなわち、装置状態取得部202は、生産装置101の装置履歴に関わる装置データとして、シグナルタワーの表示色、運転モード、その他センサ情報といった各種の装置データを生産装置

101から取得する。生産装置101から取得された生産装置101の装置履歴に関わる装置データは、生産ライン20の停止要因であるライン停止要因の算出またはライン停止要因の原因分析に用いられる。

[0023] データ演算部300は、全体システム1においてデータ取得部200の上位に位置し、生産KPIの定量化を行う機能と、ライン停止要因の定量化を行う機能と、を有する。データ演算部300は、例えば、パーソナルコンピュータあるいはプログラマブルロジックコントローラといった演算機器と、データベース等の記憶媒体とにより構成される。データ演算部300は、生産KPI計算部301と、停止要因計算部302と、を有する。また、データ演算部300は、データ取得部200および出力部400との間で通信を行う不図示の通信部を有する。

[0024] 生産KPI計算部301は、データ取得部200で取得されて記憶された各種の装置データを用いて生産KPIを算出して生産KPIの定量化を行う機能を有する。具体的に、生産KPI計算部301は、データ取得部200の生産実績取得部201で取得された生産装置101の生産履歴に関わる装置データを用いて生産KPIの値を算出し、生産KPIの定量化を行う。

[0025] なお、生産KPIは、100%を理想的な状態とする割合で計算され、計算式における分子および分母は共に時間換算される。例えば、生産KPIが設備総合効率とされる場合は、生産KPIの定義式は、「良品数×ラインタクト／操業時間」である。この定義式を用いることで、容易に生産ライン20の稼働状況が把握できる。

[0026] 設備総合効率は、設備の稼働スケジュール内の範囲で、設備が予め決められた設計上の効率に対してどの程度実際に稼働しているかを定量化したものである。

[0027] ラインタクトは、同一品種の1つの製品を造るのにかかる時間である。したがって、上記の「良品数×ラインタクト／操業時間」における「良品数×ラインタクト」の単位は時間となる。また、ラインタクトは、生産ライン20において目標とされるラインタクトである目標ラインタクトが用いられる

- 。
- [0028] 良品数は、生産装置101の生産履歴に関わる装置データの合否判定結果においてワークの加工が成功した旨の情報を、ワークIDを重複させることなくカウントした値である。例えば、後述する図3における合否判定結果の「○」の情報を、ワークIDを重複させることなくカウントした値である。
- [0029] また、生産KPIが可動率とされる場合は、生産KPIの定義式は、「加工数×ラインタクト／設備負荷時間」である。この定義式を用いることで、容易に生産ライン20の稼働状況が把握できる。「加工数×ラインタクト／設備負荷時間」における「加工数×ラインタクト」の単位は時間となる。
- [0030] 設備負荷時間は、設備が稼働しなくてはならない時間であり、故障時間および段取り時間などの設備の停止時間を含む。
- [0031] 可動率は、設備の運転効率を表すものであり、設備を動かしたいときに設備が正常に動いた時間の割合を定量化したものである。可動率は、常に100%を目指すべき指標である。「加工数×ラインタクト／設備負荷時間」のうち「加工数×ラインタクト」は、「設備が正常に動いた時間」に対応する。
- 。
- [0032] 停止要因計算部302は、データ取得部200で取得されて保管された各種の装置データを用いてライン停止要因の値を算出してライン停止要因の定量化を行う機能を有する。具体的に、停止要因計算部302は、データ取得部200の装置状態取得部202で取得された生産装置101の装置履歴に関わる装置データを用いてライン停止要因の値を算出し、ライン停止要因の定量化し、ライン停止要因の原因分析を可能とする。
- [0033] ライン停止要因は、上述したように生産装置101が停止した要因に対応しており、生産ライン20の生産KPIの低下に影響を及ぼす要因である。ライン停止要因の値が低いほど、生産ライン20の稼働状況が良い。ライン停止要因の値は、分母を生産KPIと同じとした割合で計算される。
- [0034] 生産KPIが設備総合効率とされる場合は、停止要因の値は、「継続時間／操業時間」と定義される。この場合、停止要因の値を算出する際の分母は

、上記の生産KPIが設備総合効率とされる場合に生産KPIの値を算出する際の計算式「良品数×ラインタクト／操業時間」の分母と同じである。

[0035] 生産KPIが可動率とされる場合は、停止要因の値は、「継続時間／設備負荷時間」と定義される。この場合、停止要因の値を算出する際の分母は、上記の生産KPIが可動率とされる場合に生産KPIの値を算出する際の計算式「加工数×ラインタクト／設備負荷時間」の分母と同じである。

[0036] 継続時間は、生産装置101の停止状態が継続されている時間である。

[0037] 操業時間は、最大加工終了時刻と生産ライン20が属する生産現場の始業時刻の差分である。最大加工終了時刻は、生産ライン20における複数の生産装置101の各々の加工終了時刻のうち、最も遅い時刻である。例えば、始業時刻が8：30であり、生産装置101である設備Aの加工終了時刻が17：15であり、生産装置101である設備Bの加工終了時刻が17：20であり、生産装置101である設備Cの加工終了時刻が17：30であるとした場合、 $17：30 - 8：30 = 9$ 時間が操業時間と定義される。

[0038] 停止要因計算部302は、上記のように計算される生産KPIの値と停止要因の値とに対して、未集計の停止要因の値を算出する。未集計の停止要因の値は、「 $100\% - \text{生産KPIの値}(\%) - \text{複数の停止要因の値}(\%)$ の合算値」と定義される。すなわち、未集計の停止要因の値は、 100% から、生産KPIの値(%)と、複数の停止要因の値(%)とを減算した、残りの値となる。

[0039] 未集計の停止要因は、データ取得部200の装置状態取得部202で取得された生産装置101の装置履歴に関わる装置データを用いたライン停止要因の値の算出において、集計されずにライン停止要因の値が算出されていない、停止要因である。

[0040] データ演算部300は、例えば、パーソナルコンピュータにより実現される。すなわち、生産KPI計算部301と停止要因計算部302との機能は、例えば、計算用ソフトウェアまたはビジネスインテリジェンス(Business Intelligence：BI)ツールが導入されたパーソナルコンピュータによっ

て実現される。

[0041] 上述したように、生産システム10では、分母に同一の値を用いた割合として生産KPIの値と停止要因の値と未集計の停止要因の値とが算出される。すなわち、生産システム10では、生産KPIの値と停止要因の値と未集計の停止要因の値とが、生産ライン20における生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出される。これにより、生産システム10では、停止要因の値と未集計の停止要因の値との大小関係、および停止要因と未集計の停止要因とが生産KPIの低下に及ぼす影響の度合いを、容易に比較することができる。これにより、作業員または管理者は、生産KPIが低下した原因が何であるのか、および当該原因が生産KPIの低下に及ぼす影響の度合いを定量的に把握できる。

[0042] 出力部400は、情報を可視化して生産現場の作業員または生産管理部門の管理者に提示することができる表示部であり、モニター、タブレット、ウェアラブルデバイスといった、情報を可視化できる表示機器である。出力部400は、定量化した生産KPI、停止要因および未集計の停止要因についての変遷または数値を、グラフまたは表で表示することができる。これにより、作業員または管理者は、生産ライン20の稼働状況を定量的に把握することができる。

[0043] つぎに、生産システム10が、生産ライン20の稼働状況を定量的に分析して可視化する稼働状況分析処理について説明する。図2は、実施の形態1にかかる生産システム10による稼働状況分析処理の処理手順を示すフローチャートである。ここでは、生産KPIを可動率として説明する。

[0044] ステップS110において、データ取得部200が、生産装置101によるワークの加工の際に生産ライン20の装置データを取得し、記憶する。すなわち、生産実績取得部201が、生産装置101の生産履歴に関わる装置データを生産装置101から取得して記憶する生産実績取得ステップを行う。また、装置状態取得部202が、生産装置101がワークの加工を行っている間において、生産装置101の装置履歴に関わる装置データを生産装置

101から取得して記憶する装置状態取得ステップを行う。

[0045] 図3は、実施の形態1にかかる生産システム10において生産KPIである可動率の算出に用いられる装置データが記憶された第1のテーブルの例を示す図である。図3に示す装置データは、生産実績取得部201が取得する装置データの例であって、生産KPI計算部301が生産KPIである可動率を算出するために必要とされる装置データの例である。第1のテーブルは、生産実績取得部201が生産装置101の生産履歴に関わる装置データを取得して、予め決められたフォーマットに格納することにより作成され、生産実績取得部201に記憶される。

[0046] 図3において、「装置ID」は、生産ライン20における生産装置101を識別するための装置識別情報であって、複数の生産装置101の各々に対して固有に割り振られた識別情報である。「ワークID」は、生産装置101で加工されるワークを識別するためのワーク識別情報であって、複数のワークの各々に対して固有に割り振られた識別情報である。「加工開始時刻」は、生産装置101によるワークの加工開始時刻である。「加工終了時刻」は、生産装置101によるワークの加工終了時刻である。ワークの加工開始時刻とワークの加工終了時刻とによって、「ワークの加工時間」が算出される。「合否判定結果」は、生産装置101によるワークの加工が成功したか失敗したかを示す合否情報である。

[0047] 図4は、実施の形態1にかかる生産システム10において停止要因の算出に用いられる装置データが記憶された第2のテーブルの例を示す図である。図4に示す装置データは、装置状態取得部202が取得する装置データの例であって、停止要因計算部302が停止要因を算出するために必要とされる装置データの例である。

[0048] 図4において、「装置ID」は、図3の場合と同様に、生産ライン20における生産装置101を識別するための装置識別情報であって、複数の生産装置101の各々に対して固有に割り振られた識別情報である。「装置状態」は、生産装置101がどのような状態であったかを示す状態情報である。

「詳細番号」は、生産装置101の装置状態をさらに細分化した、生産装置101の状態を示す情報であり、「装置状態」を細分化した詳細情報である。例えば、「装置状態」が「異常」であって詳細番号が「46」である場合は、「エラー番号46」に対応するトラブルが生産装置101に発生していることを意味する。「状態開始時刻」は、「装置状態」に示される生産装置101の状態が開始された時刻である。「状態終了時刻」は、「装置状態」に示される生産装置101の状態が終了した時刻である。状態開始時刻と状態終了時刻とによって、生産装置101の「装置状態」の「継続時間」が算出される。

[0049] エラー番号は、生産装置101に発生し得る複数の異常状態に対して個別に割り当てられた、生産装置101の異常状態を識別するための識別情報である。

[0050] 生産実績取得部201は、取得した装置データを格納した第1のテーブルの情報を、データ演算部300の生産KPI計算部301に送信する。生産KPI計算部301は、第1のテーブルの情報を受信して記憶する。装置状態取得部202は、取得した装置データを格納した第2のテーブルの情報を、データ演算部300の停止要因計算部302に送信する。停止要因計算部302は、第2のテーブルの情報を受信して記憶する。その後、ステップS120に進む。

[0051] ステップS120では、データ演算部300が、生産KPIの値と、停止要因の値と、を算出する。具体的に、データ演算部300の生産KPI計算部301が、生産KPIの値を算出する重要業績評価指標計算ステップを行う。また、データ演算部300の停止要因計算部302が、停止要因の値を算出する停止要因計算ステップを行う。生産KPIである可動率は、上述したように、「加工数×ラインタクト／設備負荷時間」と定義される。そして、「ラインタクト」は、生産ライン20の稼働前に一意に決定できる値である。したがって、生産KPI計算部301は、図3に示すような装置データを用いて、ワークの加工数と、設備負荷時間と、を算出する。すなわち、生

産KPI計算部301は、図3に示すような、生産実績取得部201が取得する装置データを用いて、ワークの加工数と、設備負荷時間と、を取得する。

[0052] 「ラインタクト」は、生産ライン20の稼働前にデータ演算部300に入力されて記憶される。データ演算部300は、例えば通信部を介してデータ演算部300の外部からラインタクトの情報を受信することができる。「加工数」は、図3の第1のテーブルの行数を、ワークIDの重複なくカウントすることにより取得される。「設備負荷時間」は、図3の第1のテーブルにおいて、個々の装置IDについてではなく、第1のテーブルの情報の全体を対象として時間的に最初の「加工開始時刻」と、時間的に最後の「加工終了時刻」と、の差分により算出することができる。

[0053] 停止要因の値は、図4の第2のテーブルにおける、各行の「状態開始時刻」と「状態終了時刻」との差分を合算した「装置状態ごとの継続時間」を算出し、当該「装置状態ごとの継続時間」を、「可動率」の算出に用いた「設備負荷時間」の値で除算することにより導出できる。

[0054] このように、生産KPIの値と、停止要因の値とは、同じ値で除算されて算出される。すなわち、生産KPIの値と、停止要因の値とは、同じ時間の値で除算されて、生産ライン20における生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出される。その後、ステップS130に進む。

[0055] ステップS130では、データ演算部300が、未集計の停止要因の値を算出する。具体的に、ステップS130では、停止要因計算部302が、未集計の停止要因の値を算出する。未集計の停止要因の値は、「100%－生産KPIの値(%)－複数の停止要因の値(%)の合算値」の計算式によって算出される。その後、ステップS140に進む。

[0056] ステップS140では、停止要因計算部302が、ステップS130で算出された未集計の停止要因の値が正の値であるか否かを判定する。ステップS130で算出された未集計の停止要因の値が正の値である場合は、ステッ

プS 1 4 0においてY e sとなり、ステップS 1 5 0に進む。この場合、生産K P I計算部3 0 1は、算出した生産K P Iの値の情報を出力部4 0 0に送信する。また、停止要因計算部3 0 2は、算出した停止要因の値の情報と、算出した未集計の停止要因の値の情報と、を出力部4 0 0に送信する。

[0057] 一方、ステップS 1 3 0で算出された未集計の停止要因の値が正の値でない場合は、ステップS 1 4 0においてN oとなり、ステップS 1 6 0に進む。なお、図4で集計するデータに重複がある場合に、未集計の停止要因の値が負となる場合がある。生産ライン2 0は生産装置1 0 1が連結されて構成されているため、隣接する生産装置1 0 1の停止要因が当該生産装置1 0 1の停止要因の集計に影響を与えてしまう場合がある。

[0058] ステップS 1 5 0では、出力ステップが行われ、出力部4 0 0が、算出された生産K P Iの値と、停止要因の値と、未集計の停止要因の値と、を表示する。なお、未集計の停止要因が無しとされている場合には、出力部4 0 0は、未集計の停止要因の値は表示しない。

[0059] 図5は、実施の形態1にかかる生産システム1 0が表示させるライン停止要因の分析結果の第1例を示す図である。図5のグラフは、特定の生産装置1 0 1におけるライン停止要因とライン停止要因の値との関係を示している。図5のグラフでは、ライン停止要因として、要因6 8、要因3 3、未集計の要因、要因5および要因1 1について示している。出力部4 0 0は、停止要因の値と未集計の停止要因の値とを、例えば棒グラフとして表示する。

[0060] そして、図5のグラフには、停止要因の値と未集計の停止要因の値とが分母に同一の値を用いた割合(%)として表示されている。これにより、図5のグラフでは、停止要因の値と未集計の停止要因の値との大小関係、および停止要因と未集計の停止要因とが生産K P Iに及ぼす影響の度合いを、容易に比較することができる。これにより、作業員または管理者は、生産K P Iが低下した原因が何であるのか、および当該原因が生産K P Iに及ぼす影響の度合いを定量的に把握できる。

[0061] 例えば、図5では、生産K P Iの低下に最も影響を及ぼしている停止要因

が「要因68」であることを示している。一方で、図5では、集計できない停止要因が3番目に大きい値を有することから、追加での調査または装置データの収集が必要であることを示唆している。

[0062] 図6は、実施の形態1にかかる生産システム10が表示させるライン停止要因の分析結果の第2例を示す図である。図6のグラフは、生産KPIの値と停止要因の値と未集計の停止要因の値とを1つのグラフに表示しており、生産KPIの値と停止要因の値と未集計の停止要因の値との1日ごとの変遷を示している。すなわち、図6は、生産ライン20の稼働状況の推移を示している。図6において、横軸は生産ライン20が停止した日を示し、縦軸は生産KPIの値と停止要因の値と未集計の停止要因の値とを示している。図6のグラフでは、ライン停止要因として、要因33、要因5、未集計の要因、要因17および要因24について示している。出力部400は、生産KPIの値の変遷を、例えば折れ線グラフとして表示する。また、出力部400は、停止要因の値と未集計の停止要因の値との変遷を、例えば棒グラフとして表示する。

[0063] そして、図6のグラフには、生産KPIの値と停止要因の値と未集計の停止要因の値とが分母に同一の値を用いた割合(%)として表示されている。これにより、図6のグラフでは、生産KPIの値と停止要因の値と未集計の停止要因の値との大小関係、および停止要因と未集計の停止要因とが生産KPIに及ぼす影響の度合いを、容易に比較することができる。これにより、作業員または管理者は、生産KPIが低下した原因が何であるのか、および当該原因が生産KPIに及ぼす影響の度合いを定量的に把握できる。

[0064] ステップS160では、停止要因計算部302は、未集計の停止要因を「なし」と判定し、ステップS150に進む。この場合、生産KPI計算部301は、算出した生産KPIの値の情報を出力部400に送信する。また、停止要因計算部302は、算出した停止要因の値の情報を出力部400に送信する。また、停止要因計算部302は、未集計の停止要因が無い旨の情報を出力部400に送信する。

- [0065] なお、データ取得部200は、生産装置101が備えていてもよい。また、データ取得部200およびデータ演算部300は、生産装置101が備えていてもよい。
- [0066] 上記のような生産システム10によれば、複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムが実現される。生産システムは、複数の生産装置から、生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データを取得する生産実績取得部と、複数の生産装置から、生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データを取得する装置状態取得部と、生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データに基づいて、生産ラインの稼働状況の良否の判断基準である重要業績評価指標の値を算出する重要業績評価指標計算部と、生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて、重要業績評価指標の減少に影響を及ぼす複数の停止要因の値を算出する停止要因計算部と、重要業績評価指標の値と、停止要因の値と、を表示する出力部と、を備える。停止要因計算部は、重要業績評価指標の値と停止要因の値とを、生産ラインにおける生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出する生産システムが実現される。
- [0067] 上述したように、実施の形態1にかかる生産システム10では、生産KPIは、生産実績取得部201で取得された生産装置101の生産履歴に関わる装置データに基づいて生産KPI計算部301によって計算される。そして、生産KPIの値は、100%を理想的な状態とする割合として計算され、生産KPIの値を算出する計算式の分子および分母は共に時間換算される。
- [0068] また、生産システム10では、各停止要因の値は、装置状態取得部202で取得された生産装置101の装置履歴に関わる装置データに基づいて停止要因計算部302によって計算される。そして、各停止要因の値は、各停止要因での継続時間を算出し、当該継続時間を生産KPIの計算時に用いた分母の時間で除算することによって計算される。
- [0069] また、未集計の停止要因の値は、「100%－生産KPIの値(%)－各

停止要因の値の合算値（％）」によって計算される。そして、生産KPIの値、各停止要因の値、未集計の停止要因の値は、出力部400に表示されて、作業員または管理者に提示される。

[0070] このように、生産システム10では、分母に同一の値を用いた割合として生産KPIの値と停止要因との値を算出するため、複数の停止要因の各停止要因が生産KPIをどれだけ低下させたかを定量的に可視化できる。また、生産システム10では、複数の停止要因の各停止要因が生産KPIをどれだけ低下させたかを定量化できるため、生産KPIを低下させる停止要因であって集計されていない未集計の停止要因の値も、分母に生産KPIの値および停止要因の値と同一の値を用いた割合として算出されるため、未集計の停止要因がどれほどあるのかを定量的に可視化できる。

[0071] これにより、生産システム10では、複数の停止要因の各々が生産KPIの低下にどれだけ影響しているかを容易に比較することができる。すなわち、生産システム10では、複数の停止要因の生産KPIの低下への影響度を容易に比較することができる。そして、生産現場の作業員または管理者は、生産KPIを向上させるために効率的かつ的確な順序で、各停止要因への対処を行うことができ、生産ライン20の改善活動の効率性を高めることができる。

[0072] したがって、実施の形態1にかかる生産システム10によれば、生産ライン20の生産KPIを低下させる複数の停止要因を定量化して提示することができる、という効果を奏する。

[0073] 実施の形態2.

実施の形態2では、上述した実施の形態1にかかる生産システム10による他の稼働状況分析処理について説明する。図7は、実施の形態1にかかる生産システム10による他の稼働状況分析処理の処理手順を示すフローチャートである。以下では、上述した図2のフローチャートと異なる部分について説明する。

[0074] 他の稼働状況分析処理では、生産実績取得部201で取得したデータに基

づいて、装置状態取得部202で取得したデータに補正を加えたうえで、図2のフローチャートと同様の処理が行われる。

[0075] 他の稼働状況分析処理では、例えば、図3と図4に記載している「装置ID」を検索キーとして、図3の「加工開始時刻」と「加工終了時刻」との間に該当しない図4の装置状態が除外される。生産ライン20は生産装置101が連結されて構成されているため、隣接する装置の停止要因が当該装置の集計に影響を与えてしまう場合がある。このような影響を排除するため、他の稼働状況分析処理では、生産加工中に限定して停止要因をカウントする。

[0076] 例えば、図4に示す第2のテーブルにおいて「装置ID」が「JROC」である生産装置101の「装置状態」が「停止」となっている。この場合、当該生産装置101の装置データにおける「装置状態」が「停止」のデータは、当該生産装置101以外の生産装置101の停止要因によって当該生産装置101における生産加工が停止している場合と考えられる。この場合には、「装置状態」が「停止」に対応するデータは除外されて停止要因の値が算出される。

[0077] ステップS210では、データ演算部300の生産KPI計算部301が、生産KPIの値を算出する。

[0078] ステップS220では、データ演算部300の停止要因計算部302が、生産加工中のデータに限定して停止要因をカウントし、生産加工中のデータに限定した上で停止要因の値を算出する。すなわち、停止要因計算部302は、図3の第1のテーブルにおいて、「装置ID」に対応する「加工開始時刻」と「加工終了時刻」との情報を取得し、「加工開始時刻」から「加工終了時刻」までの時間を、当該「装置ID」の「生産加工中の時間」と判定する。

[0079] つぎに、停止要因計算部302は、図4の第2のテーブルを用いて停止要因の値を算出する。このとき、停止要因計算部302は、「生産加工中の時間」を判定した「装置ID」を検索キーとして図4の第2のテーブルを検索し、図4の第2のテーブルにおける「状態開始時刻」から「状態終了時刻」

までの時間が当該「装置 10」について判定した「生産加工中の時間」に含まれる装置データのみを用いて、停止要因の値を算出する。すなわち、停止要因計算部 302 は、停止要因の値の算出において、生産装置 101 の生産加工外の時間を停止要因の時間から除外して、生産装置 101 の生産加工中に発生した当該生産装置 101 に起因した停止についての停止要因のみを集計する。

[0080] 上述した実施の形態 2 における他の稼働状況分析処理の場合は、複数の生産装置 101 における停止要因の重複計上を防止することができる。したがって、実施の形態 2 における他の稼働状況分析処理の場合は、上述した実施の形態 1 における稼働状況分析処理の場合よりも、よりの確に停止要因の値を算出することができる。これにより、作業員または管理者は、他の稼働状況分析処理によって算出された生産 KPI の値と、停止要因の値と、未集計の停止要因の値とを参考にして、よりの確な順序で停止要因への対処を行うことができ、生産ライン 20 の改善活動の効率性を高めることができる。

[0081] 実施の形態 3.

つぎに、図 8 から図 11 を用いて実施の形態 3 について説明する。実施の形態 3 では、生産 KPI を時間で表現するのが困難な「生産出来高」とする場合、実施の形態 2 で説明したような停止要因の重複除外計算が難しい場合といった、各種指標が単純な数式で表現できない場合に好適な機械学習機能について説明する。

[0082] <学習フェーズ>

図 8 は、実施の形態 3 にかかる学習装置 50 の構成を示す図である。学習装置 50 は、入力された状態における複数の停止要因の生産 KPI の低下への影響度を学習するコンピュータである。

[0083] 学習装置 50 は、データ取得部 51 と、モデル生成部 52 とを備えている。

[0084] データ取得部 51 は、行動データと、状態データとを学習用データとして取得する。データ取得部 51 は、複数の生産装置 101 を含んだ生産ライン

20の停止要因を分析する生産システム10から、行動データと状態データとを取得する。

[0085] データ取得部51が取得する行動データは、複数の停止要因の生産KPIの低下への影響度という行動データである。データ取得部51が取得する状態データは、生産KPIの値、各生産装置101の装置状態のデータ、各ワークの加工状況のデータという状態データである。各生産装置101の装置状態のデータは、上述した生産装置101の装置履歴に関わる装置データであり、図4に示すような各生産装置101の状態に関わる装置データである。各ワークの加工状況のデータは、上述した生産装置101の生産履歴に関わる装置データであり、図3に示すような各ワークの加工履歴に関わる装置データである。なお、各生産装置101の装置状態のデータは、図4に示す装置データに限定されない。また、各ワークの加工状況のデータは、図3に示す装置データに限定されない。

[0086] モデル生成部52は、複数の停止要因の生産KPIの低下への影響度と、生産KPIと、各生産装置101の装置状態と、各ワークの加工状況との各データを含む学習用データに基づいて、入力された状態における複数の停止要因の生産KPIの低下への影響度を学習する。すなわち、モデル生成部52は、生産システム10における、生産KPI、各生産装置101の装置状態、各ワークの加工状況の各データから、これらが入力された場合の複数の停止要因の生産KPIの低下への影響度を推論する学習済モデルを生成する。入力された状態における複数の停止要因の生産KPIの低下への影響度は、入力された状態データに対応する複数の停止要因の生産KPIの低下への影響度である。以下では、複数の停止要因の生産KPIの低下への影響度を、生産KPIの低下への影響度と呼ぶ場合がある。

[0087] モデル生成部52が用いる学習アルゴリズムは、教師あり学習、教師なし学習、強化学習等の公知のアルゴリズムを用いることができる。一例として、モデル生成部52が、学習アルゴリズムに強化学習(Reinforcement Learning)を適用した場合について説明する。強化学習では、ある環境内にお

るエージェント（行動主体）が、現在の状態（環境のパラメータ）を観測し、取るべき行動を決定する。エージェントの行動により環境が動的に変化し、エージェントには環境の変化に応じて報酬が与えられる。エージェントはこれを繰り返し、一連の行動を通じて報酬が最も多く得られる行動方針を学習する。強化学習の代表的な手法として、Q学習（Q-Learning）やTD学習（TD-Learning）が知られている。例えば、Q学習の場合、行動価値関数 $Q(s, a)$ の一般的な更新式は、以下の式（1）で表される。

[0088] [数1]

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow Q(s_t, a_t) + \alpha \left(r_{t+1} + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t) \right) \quad \dots (1)$$

[0089] 式（1）において、 s_t は時刻 t における環境の状態を表し、 a_t は時刻 t における行動を表す。行動 a_t により、状態は s_{t+1} に変わる。 r_{t+1} はその状態の変化によってもらえる報酬を表し、 γ は割引率を表し、 α は学習係数を表す。なお、 γ は $0 < \gamma \leq 1$ 、 α は $0 < \alpha \leq 1$ の範囲とする。生産KPIの低下への影響度が行動 a_t となり、生産KPI、各生産装置101の装置状態、各ワークの加工状況が状態 s_t となり、時刻 t の状態 s_t における最良の行動 a_t を学習する。

[0090] 式（1）で表される更新式は、時刻 $t+1$ における最もQ値の高い行動 a の行動価値 Q が、時刻 t において実行された行動 a の行動価値 Q よりも大きければ、行動価値 Q を大きくし、逆の場合は、行動価値 Q を小さくする。換言すれば、式（1）で表される更新式は、時刻 t における行動 a の行動価値 Q を、時刻 $t+1$ における最良の行動価値に近づけるように、行動価値関数 $Q(s, a)$ を更新する。それにより、或る環境における最良の行動価値が、それ以前の環境における行動価値に順次伝播していくようになる。

[0091] 上記のように、強化学習によって学習済モデルを生成する場合、モデル生成部52は、報酬計算部53と、関数更新部54と、を備えている。

[0092] 報酬計算部53は、生産KPIの低下への影響度、生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工状況に基づいて報酬を計算する

。報酬計算部53は、生産KPIの理論値と生産KPIの真値との差に基づいて、報酬 r を計算する。例えば、生産KPIの理論値と生産KPIの真値との差が減少の場合には報酬 r を増大させ（例えば「1」の報酬を与える）、他方、生産KPIの理論値と生産KPIの真値との差が増加の場合には報酬 r を低減させる（例えば「-1」の報酬を与える）。

[0093] なお、生産KPIの理論値とは、 $100\% - \Sigma$ （生産KPIの低下への影響度 \times 停止要因の継続時間）によって計算される生産KPIの値である。 Σ （生産KPIの低下への影響度 \times 停止要因の継続時間）は、各停止要因についての、（生産KPIの低下への影響度 \times 停止要因の継続時間）の値の合計値である。

[0094] 生産KPIの真値とは、例えば図3に示す装置データから計算される生産KPIの値そのものである。なお、生産KPIの定義としていずれの値を採用するかは、各生産現場の運用形態に応じて適切なものが選択されればよい。

[0095] 関数更新部54は、報酬計算部53によって計算される報酬に従って、入力された状態における生産KPIの低下への影響度を決定するための関数を更新し、学習済モデルとして学習済モデル記憶部70に出力する。例えばQ学習の場合、関数更新部54は、式(1)で表される行動価値関数 $Q(s_t, a_t)$ を、入力された状態における生産KPIの低下への影響度を算出するための関数として用いる。

[0096] モデル生成部52は、以上のような学習を繰り返し実行する。学習済モデル記憶部70は、関数更新部54によって更新された行動価値関数 $Q(s_t, a_t)$ 、すなわち、学習済モデルを記憶する。

[0097] つぎに、図9を用いて、学習装置50が生産KPIの低下への影響度を学習する処理について説明する。図9は、実施の形態3にかかる学習装置50による学習処理の処理手順を示すフローチャートである。

[0098] ステップS310において、データ取得部51は、生産KPIの低下への影響度、生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工

状況を、学習用データとして取得する。

- [0099] ステップS320において、モデル生成部52は、生産KPIの低下への影響度、生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工状況に基づいて報酬を計算する。具体的には、報酬計算部53は、生産KPIの低下への影響度、生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工状況を取得し、予め定められた生産KPIの理論値と生産KPIの真値との差に基づいて、報酬を増加させるか、または報酬を減じるかを判断する。
- [0100] 報酬計算部53は、報酬を増大させると判断した場合に（ステップS320、生産KPIの理論値と生産KPIの真値との差が減少）、ステップS330において報酬を増やす。すなわち、報酬計算部53は、生産KPIの理論値と生産KPIの真値との差が減少したことで報酬増大基準を満たす場合に、報酬を増大させる。
- [0101] 一方、報酬計算部53は、報酬を減少させると判断した場合に（ステップS320、生産KPIの理論値と生産KPIの真値との差が増加）、ステップS340において報酬を減らす。すなわち、報酬計算部53は、生産KPIの理論値と生産KPIの真値との差が増加したことで、報酬減少基準を満たす場合に、報酬を減少させる。
- [0102] ステップS350において、関数更新部54は、報酬計算部53によって計算された報酬に基づいて、学習済モデル記憶部70が記憶する式(1)で表される行動価値関数 $Q(s_t, a_t)$ を更新する。
- [0103] 学習装置50は、以上のステップS310からステップS350までのステップを繰り返し実施し、生成された行動価値関数 $Q(s_t, a_t)$ を学習済モデルとして、学習済モデル記憶部70に記憶させる。
- [0104] ステップS310は、データ取得ステップといえる。ステップS320からステップS350は、モデル生成ステップといえる。そして、学習装置50は、以上のデータ取得ステップとモデル生成ステップとを繰り返し実施し、学習済モデル記憶部70が記憶する式(1)で表される行動価値関数 Q (

s_t, a_t) を更新し、学習済モデル記憶部 70 に記憶させる。

[0105] 実施の形態 3 にかかる学習装置 50 は、学習済モデルを学習装置 50 の外部に設けられた学習済モデル記憶部 70 に記憶させる場合について説明したが、学習済モデル記憶部 70 は、学習装置 50 の内部に配置されていてもよい。

[0106] 実施の形態 3 にかかる学習装置 50 によれば、複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムから、生産ラインの重要業績評価指標と、複数の生産装置の装置状態と、生産装置で加工されるワークの加工状況と、重要業績評価指標、複数の生産装置の装置状態およびワークの加工状況における停止要因の重要業績評価指標低下への影響度と、を含む学習用データを取得するデータ取得部と、学習用データを用いて、生産ラインの重要業績評価指標と、複数の生産装置の装置状態と、生産装置で加工されるワークの加工状況とから停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を推論するための学習済モデルを生成するモデル生成部と、を備える学習装置が実現される。

[0107] 実施の形態 3 にかかる学習装置 50 によれば、複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムから、生産ラインの重要業績評価指標と、複数の生産装置の装置状態と、生産装置で加工されるワークの加工状況と、重要業績評価指標、複数の生産装置の装置状態およびワークの加工状況における停止要因の重要業績評価指標低下への影響度と、を含む学習用データを取得するデータ取得ステップと、学習用データを用いて、生産ラインの重要業績評価指標と、複数の生産装置の装置状態と、生産装置で加工されるワークの加工状況とから停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を推論するための学習済モデルを生成するモデル生成ステップと、を含む学習済モデルの生成方法が実施される。

[0108] 実施の形態 3 にかかる学習装置 50 によれば、新たな学習用データを取得する新たなデータ取得ステップを実施し、新たな学習用データを用いて新たなモデル生成ステップを行うことにより、学習済モデルを更新する学習済モ

デルの生成方法、が実施される。

[0109] 実施の形態3にかかる学習装置50によれば、複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムについての、生産ラインの重要業績評価指標と、複数の生産装置の装置状態と、生産装置で加工されるワークの加工状況と、重要業績評価指標、複数の生産装置の装置状態およびワークの加工状況における停止要因の重要業績評価指標低下への影響度と、を含む学習用データを用いて機械学習を行って生成され、重要業績評価指標、複数の生産装置の装置状態およびワークの加工状況から停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を出力する学習済モデルが、生成される。

[0110] <活用フェーズ>

図10は、実施の形態3にかかる推論装置60の構成を示す図である。推論装置60は、学習済みモデルを用いて、生産KPIの低下への影響度を推論するコンピュータである。

[0111] 推論装置60は、データ取得部61と、推論部62とを備えている。

[0112] データ取得部61は、生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工状況を、複数の生産装置101を含んだ生産ライン20の停止要因を分析する生産システム10から、取得する。

[0113] 推論部62は、学習済モデル記憶部70に記憶されている学習済モデルを利用して、入力された状態における生産KPIの低下への影響度を推論する。すなわち、推論部62は、この学習済モデルにデータ取得部61が取得した生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工状況を入力することで、入力された生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工状況に適した、生産KPIの低下への影響度を推論することができる。

[0114] なお、実施の形態3では、推論装置60が、生産ライン20に接続された生産システム10に対してモデル生成部52が学習した学習済モデルを用いて、生産KPIの低下への影響度を出力するものとして説明するが、推論装置60は、他の生産ラインに接続された他の生産システムに対して学習され

た学習済モデルを取得してもよい。この場合、推論装置60は、他の生産ラインに接続された他の生産システムに対して学習された学習済モデルを用いて、生産KPIの低下への影響度を出力する。

[0115] つぎに、図11を用いて、推論装置60が生産KPIの低下への影響度を推論する処理について説明する。図11は、実施の形態3にかかる推論装置60による推論処理の処理手順を示すフローチャートである。

[0116] ステップS410において、データ取得部61は、生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工状況の各データを、推論用データとして取得する。

[0117] ステップS420において、推論部62は、学習済モデル記憶部70で記憶されている学習済モデルに、生産KPI、各生産装置101の装置状態、および各ワークの加工状況の各データを入力し、入力した情報に対応する生産KPIの低下への影響度を得る。ここで得られる生産KPIの低下への影響度は、複数の停止要因について個別に生産KPIへの低下への影響度が出力される。たとえば停止要因AはP%だけ生産KPIを低下させた、停止要因BはQ%だけ生産KPIを低下させた、といったように、複数の停止要因について個別に生産KPIへの低下への影響度が出力される。また、生産KPIの低下への影響度の単位は、「%」に限定されない。例えば、生産KPIの低下への影響度は、生産個数を生産KPIとして、停止要因AはR個だけ生産数を低下させた、停止要因BはS個だけ生産数を低下させた、といったように個数が単位とされてもよい。ステップS430において、推論部62は、得られた生産KPIの低下への影響度を生産システム10の出力部400に出力する。

[0118] ステップS430において、生産システム10の出力部400は、推論部62から送られてきた生産KPIの低下への影響度を出力する、すなわち生産KPIの低下への影響度を表示することで、生産現場の作業者に生産KPIの低下への影響度を通知する。

[0119] ステップS440において、各生産装置101は、生産ライン20の生産

KPIを向上させる生産装置101の稼働条件でワークの加工を行う。すなわち、生産現場の作業者は、出力部400に表示された生産KPIの低下への影響度を確認して、生産ライン20の生産KPIを向上させる改善活動を行い、生産ライン20の生産KPIを向上させる生産装置101の稼働条件である改善稼働条件を決定し、決定した改善稼働条件を各生産装置101に設定する。各生産装置101は、新たに設定された、生産ライン20の生産KPIを向上させる生産装置101の改善稼働条件でワークの加工を行う。

[0120] 実施の形態3にかかる推論装置60によれば、複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムから、生産ラインの重要業績評価指標と、複数の生産装置の装置状態と、生産装置で加工されるワークの加工状況と、を取得するデータ取得部と、生産ラインの重要業績評価指標と、複数の生産装置の装置状態と、生産装置で加工されるワークの加工状況とにおける停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を推論するための学習済みモデルを用いて、データ取得部で取得した、重要業績評価指標、複数の生産装置の装置状態およびワークの加工状況から停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を出力する推論部と、を備える推論装置が実現される。

[0121] 上述した学習装置50および推論装置60が生産システム10に適用されることにより、推論装置60は、各生産装置101の停止状況に対応して、停止要因の生産KPIの低下への影響度を自動的に生産現場の作業員または管理者に提示できる。そして、生産現場の作業者が、生産装置101の停止要因の生産KPIの低下への影響度を参考にして、改善活動を進めることで、生産ライン改善活動の効率性が高まる。

[0122] なお、実施の形態3では、推論部62が用いる学習アルゴリズムに強化学習を適用した場合について説明したが、学習アルゴリズムは強化学習に限られるものではない。推論部62が用いる学習アルゴリズムについては、強化学習以外にも、教師あり学習、教師なし学習、または半教師あり学習等を適用することも可能である。

[0123] また、モデル生成部52に用いられる学習アルゴリズムとしては、特徴量

そのものの抽出を学習する、深層学習 (Deep Learning) を用いることもできる。また、モデル生成部 52 は、他の公知の方法、例えばニューラルネットワーク、遺伝的プログラミング、機能論理プログラミング、サポートベクターマシンなどに従って機械学習を実行してもよい。

[0124] なお、学習装置 50 および推論装置 60 は、例えば、インターネットなどのネットワークを介して生産システム 10 に接続された、生産システム 10 とは別個の装置であってもよい。また、学習装置 50 および推論装置 60 は、生産システム 10 に内蔵されていてもよい。さらに、学習装置 50 および推論装置 60 は、クラウドサーバ上に存在していてもよい。

[0125] また、モデル生成部 52 は、複数の生産システム 10 から取得される学習用データを用いて、入力された状態における生産 KPI の低下への影響度を学習するようにしてもよい。なお、モデル生成部 52 は、同一のエリアで使用される複数の生産システム 10 から学習用データを取得してもよいし、異なるエリアで独立して動作する複数の生産システム 10 から収集される学習用データを利用して、入力された状態における生産 KPI の低下への影響度を学習してもよい。また、学習用データを収集する生産システム 10 を途中で対象に追加してもよいし、対象から除去することも可能である。さらに、ある生産システム 10 に対して入力された状態における生産 KPI の低下への影響度を学習した学習装置 50 を、これとは別の生産システム 10 に適用し、当該別の生産システム 10 に対して入力された状態における生産 KPI の低下への影響度を再学習して更新するようにしてもよい。

[0126] ここで、学習装置 50 および推論装置 60 のハードウェア構成について説明する。学習装置 50 および推論装置 60 は同様のハードウェア構成を有しているため、ここでは学習装置 50 のハードウェア構成について説明する。

[0127] 学習装置 50 は、処理回路により実現される。処理回路は、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサおよびメモリであってもよいし、専用回路などの専用のハードウェアであってもよい。処理回路は制御回路とも呼ばれる。

[0128] 図12は、実施の形態3に係る学習装置50が備える処理回路をプロセッサおよびメモリで実現する場合の処理回路の構成例を示す図である。図12に示す処理回路90は制御回路であり、プロセッサ91およびメモリ92を備える。処理回路90がプロセッサ91およびメモリ92で構成される場合、処理回路90の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアはプログラムとして記述され、メモリ92に格納される。処理回路90では、メモリ92に記憶されたプログラムをプロセッサ91が読み出して実行することにより、各機能を実現する。すなわち、処理回路90は、学習装置50の処理が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ92を備える。このプログラムは、処理回路90により実現される各機能を学習装置50に実行させるためのプログラムであるともいえる。このプログラムは、プログラムが記憶された記憶媒体により提供されてもよいし、通信媒体など他の手段により提供されてもよい。上記プログラムは、学習処理を学習装置50に実行させるプログラムであるとも言える。

[0129] ここで、プロセッサ91は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、またはDSP (Digital Signal Processor) などである。プロセッサ91は、PC (Personal Computer)、またはPLCに含まれている。PLCは、シーケンサとも呼ばれる。

[0130] また、メモリ92は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable ROM)、EEPROM (登録商標) (Electrically EPROM) などの、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、またはDVD (Digital Versatile Disc) などが該当する。

[0131] 図13は、実施の形態3に係る学習装置50が備える処理回路を専用のハ

ードウェアで構成する場合の処理回路の例を示す図である。図13に示す処理回路93は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせたものが該当する。処理回路93については、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。このように、処理回路93は、専用のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。

[0132] なお、生産実績取得部201、装置状態取得部202、生産KPI計算部301、および停止要因計算部302も、図12および図13で説明したハードウェア構成を有している。

[0133] 実施の形態4.

実施の形態4では、上述した実施の形態1にかかる全体システム1が対応作業員提案部500を備える場合について説明する。図14は、実施の形態4にかかる対応作業員提案部500を有した全体システム1の構成を示す図である。

[0134] 対応作業員提案部500は、全体システム1においてデータ演算部300の下位に位置し、データ演算部300の停止要因計算部302で計算されたライン停止要因の値の変化率が予め設定された閾値を超過したライン停止要因を除去対象の停止要因と判定し、生産現場に居る複数の作業員のうち除去対象の停止要因の除去に対応する作業員である対応作業員を自動で判定する機能を有する。

[0135] 対応作業員提案部500は、現在停止要因掌握部501と、作業員位置情報取得部502と、対応作業員判定部503と、を備える。対応作業員提案部500は、例えば、パーソナルコンピュータあるいはプログラマブルロジックコントローラといった演算機器と、データベース等の記憶媒体とにより構成される。また、対応作業員提案部500は、例えば俯瞰カメラおよびビ

ーコン受信機といった情報取得機器を有する。また、対応作業提案部500は、データ取得部200および出力部400との間で通信を行う不図示の通信部を有する。

[0136] 現在停止要因掌握部501は、ライン停止要因の重要業績評価指標低下への影響度の変化を随時検知する。現在停止要因掌握部501は、複数の生産装置101についてデータ演算部300の停止要因計算部302からライン停止要因の値を取得し、ライン停止要因の値の変化率が予め設定された閾値を超過したライン停止要因を除去対象の停止要因と判定する。閾値は、現在停止要因掌握部501がライン停止要因の値の変化率と比較することにより除去対象の停止要因を判定するための閾値である。

[0137] すなわち、現在停止要因掌握部501は、生産ライン20の複数の生産装置101について、データ演算部300の停止要因計算部302において算出された各ライン停止要因の値(%)を予め決められた周期で停止要因計算部302から取得し、取得したライン停止要因の値の変化率を監視する機能を有している。すなわち、現在停止要因掌握部501は、生産現場における各生産装置101の現在のライン停止要因を常時掌握する機能を有する。

[0138] そして、現在停止要因掌握部501は、ライン停止要因の値の変化率が予め設定された閾値を超過した場合、当該ライン停止要因を除去する必要があると判定する。すなわち、現在停止要因掌握部501は、ライン停止要因の値の変化率が予め設定された閾値を超過した場合、当該ライン停止要因を、除去する必要があるライン停止要因である除去対象のライン停止要因と判定する。

[0139] 変化率とは、任意の時間を分母とし、当該任意の時間内におけるライン停止要因の変動値(%)を分子として算出される値である。あるライン停止要因の変化率が、他のライン停止要因の変化率に比べて相対的に大きい値である場合は、当該ライン停止要因は現在発生中であり、且つ当該ライン停止要因が生産KPIに与える影響が相対的に大きいと言える。

[0140] 作業位置情報取得部502は、複数の生産装置101が設置された生産

現場における複数の作業者の位置を判定する。すなわち、作業者位置情報取得部502は、生産ライン20が設置された生産現場における各作業者の位置を判定して記憶する機能を有する。作業者位置情報取得部502は、例えば、生産現場の天井に備えられた俯瞰カメラ、および作業者が携帯するビーコンの位置の情報を取得するためのビーコン受信機といった機器を有する。作業者位置情報取得部502は、例えば、生産現場の天井に備えられた俯瞰カメラの画像に基づいて、生産現場における各作業者の位置を判定して記憶する。また、作業者位置情報取得部502は、例えば、ビーコン受信機が受信した情報に基づいて、生産現場における各作業者の位置を判定して記憶する。

[0141] 対応作業者判定部503は、複数の生産装置101が設置された生産現場に居る複数の作業者のうち除去対象のライン停止要因の除去に対応する作業者である対応作業者を判定する。すなわち、対応作業者判定部503は、現在停止要因掌握部501で検知された、生産KPIを低下させているライン停止要因に対し、生産現場に居る作業者のうちどの作業者をライン停止要因の除去に向かわせるべきかを判定して提案する機能を有する。対応作業者判定部503は、生産装置101の位置情報と、停止要因属性情報と、を保有している。

[0142] 生産装置101の位置情報は、作業者位置情報取得部502で取得された作業者の位置情報と組み合わせることにより、生産装置101と各作業者との距離を算出することに用いられる。すなわち、対応作業者判定部503は、各作業者の位置情報を作業者位置情報取得部502から取得する。そして、対応作業者判定部503は、各作業者の位置情報と、保持している生産装置101の位置情報とに基づいて、生産装置101と各作業者との距離を算出する。

[0143] 停止要因属性情報は、各ライン停止要因がどの生産装置101に属するかをデータとして保持している。また、各ライン停止要因は、俯瞰カメラで撮影された帽子色、ビーコンに設定された作業者番号にも紐づけられている。

すなわち、各ライン停止要因に対して、どの帽子色の作業者が担当であることを示す、帽子色とライン停止要因との対応情報が、停止要因属性情報に含まれている。また、各ライン停止要因に対して、どの作業者が担当であることを示す、ビーコンに設定された作業番号とライン停止要因との対応情報が、停止要因属性情報に含まれている。

[0144] 続いて、対応作業提案部500の動作について説明する。

[0145] 生産ライン20の稼働中、現在停止要因掌握部501は、データ演算部300より各ライン停止要因の値を取得し、各ライン停止要因の値の変化率を常時監視する。現在停止要因掌握部501は、ライン停止要因の値の変化率の監視中、ライン停止要因の値の変化率が予め設定された閾値を超過した場合、当該ライン停止要因を、除去する必要があると判定する。すなわち、現在停止要因掌握部501は、ライン停止要因の値の変化率が予め設定された閾値を超過した場合、当該ライン停止要因を除去対象のライン停止要因と判定する。

[0146] 対応作業判定部503は、除去する必要があると判断されたライン停止要因に対して、すなわち除去対象のライン停止要因に対して、どの生産装置101で発生しているライン停止要因であることを特定する。すなわち、対応作業判定部503は、保持している停止要因属性情報に基づいて、除去対象のライン停止要因がどの生産装置101で発生しているのかを特定する。

[0147] また、対応作業判定部503は、保持している停止要因属性情報に基づいて、当該ライン停止要因の除去に対応できる作業者を特定し、特定した作業ごとに当該作業者と生産装置101との距離を算出する。対応作業判定部503は、作業者と生産装置101との距離の算出には、算出時点における作業者の位置の情報を作業位置情報取得部502から取得して、用いる。対応作業判定部503は、算出した距離が最も短い作業者を、ライン停止要因の除去に対応すべき作業者である対応作業者と判定する。

[0148] 対応作業提案部500は、出力部400に、ライン停止要因の除去に対応すべき作業者の作業名を表示する。例えば、出力部400が大型モニタ

一とウェアラブルデバイスとで構成される場合、対応作業員提案部500は、発生中のライン停止要因と、当該ライン停止要因の除去に対応すべき作業員名と、を並べて表示させる。また、対応作業員提案部500は、停止要因が発生している生産装置101への移動を指示する旨を当該作業員に告知する。作業員に対する告知方法は、例えば、作業員のウェアラブルデバイスを予め決められたパターンで振動させる方法、および予め決められた音を作業員のウェアラブルデバイスで鳴らす方法が、挙げられる。

[0149] なお、出力部400の大型モニターに表示されたライン停止要因と作業員名とは、ライン停止要因が解消した場合、またはライン停止要因の除去に対応できない旨が当該作業員のウェアラブルデバイスから対応作業員提案部500に通知された場合など、任意のタイミングで削除することができる。対応作業員判定部503は、ライン停止要因が継続し、作業員名のみ大型モニターの表示から削除した場合は、当該作業員をライン停止要因の除去に対応すべき作業員から除外した状態で、再判定を実施して、代替の対応作業員を判定する。

[0150] このような対応作業員提案部500を備えた全体システム1は、生産KPIを悪化させる各ライン停止要因に対して対応すべき作業員を自動で随時提案することができるため、各ライン停止要因の継続時間を抑制することが可能となる。

[0151] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、実施の形態同士を組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

[0152] 以下、本開示の諸態様を付記としてまとめて記載する。

[0153] (付記1)

複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産ライン分析システムであって、

複数の前記生産装置から、前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置デー

タを取得する生産実績取得部と、

複数の前記生産装置から、前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データを取得する装置状態取得部と、

前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データに基づいて、前記生産ラインの稼働状況の良否の判断基準である重要業績評価指標の値を算出する重要業績評価指標計算部と、

前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて、前記重要業績評価指標の減少に影響を及ぼす複数の前記停止要因の値を算出する停止要因計算部と、

前記重要業績評価指標の値と、前記停止要因の値と、を表示する出力部と

、

を備え、

前記停止要因計算部は、前記重要業績評価指標の値と前記停止要因の値とを、前記生産ラインにおける生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出すること、

を特徴とする生産ライン分析システム。

(付記2)

前記停止要因計算部は、前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて前記停止要因の値が算出されていない未集計の停止要因の値を、「100-重要業績評価指標-停止要因合算値」の計算式によって算出すること、

を特徴とする付記1に記載の生産ライン分析システム。

(付記3)

前記出力部は、前記停止要因の値と、前記未集計の停止要因の値とを、同一のグラフに表示すること、

を特徴とする付記2に記載の生産ライン分析システム。

(付記4)

前記出力部は、前記重要業績評価指標の値と、前記停止要因の値と、前記

未集計の停止要因の値とを、同一のグラフに表示すること、
を特徴とする付記 2 に記載の生産ライン分析システム。

(付記 5)

前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データは、
前記生産装置を識別するための装置識別情報と、
前記生産装置で加工されるワークを識別するためのワーク識別情報と、
前記生産装置によるワークの加工開始時刻と、
前記生産装置による前記ワークの加工終了時刻と、
前記生産装置による前記ワークの加工が成功したか失敗したかを示す合否
情報と、

を含み、

前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データは、
前記生産装置を識別するための装置識別情報と、
前記生産装置がどのような状態であったかを示す状態情報と、
前記装置状態を細分化した詳細情報と、
前記装置状態に示される前記生産装置の状態が開始された時刻である状態
開始時刻と、

前記装置状態に示される前記生産装置の状態が終了した時刻である状態終
了時刻と、

を含むこと、

を特徴とする付記 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の生産ライン分析システ
ム。

(付記 6)

重要業績評価指標の定義式が、 $\text{ラインタクト} \times \text{加工数} / \text{設備負荷時間}$ であ
り、

前記ラインタクトが、前記生産ラインにおいて目標とされる目標タクトで
あり、

前記加工数が、前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データにおける

前記ワーク識別情報を重複なくカウントした値であり、

前記設備負荷時間が、前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データの全体を対象として、時間的に最初の加工開始時刻と、時間的に最後の加工終了時刻との差分であること、

を特徴とする付記5に記載の生産ライン分析システム。

(付記7)

前記重要業績評価指標の定義式が、良品数×ラインタクト／操業時間であり、

前記ラインタクトが、前記生産ラインにおいて目標とされる目標タクトであり、

前記良品数は、前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データの前記合否情報において前記ワークの加工が成功した情報を、前記ワーク識別情報を重複なくカウントした値であり、

前記操業時間は、最大加工終了時刻と生産ラインが属する生産現場の始業時刻との差分であること、

を特徴とする付記5に記載の生産ライン分析システム。

(付記8)

前記停止要因計算部は、前記停止要因の値の算出において、前記生産装置の生産加工外の時間を除外すること、

を特徴とする付記1から7のいずれか1つに記載の生産ライン分析システム。

(付記9)

複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産ライン分析方法であって、

複数の前記生産装置から、前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データを取得する生産実績取得ステップと、

複数の前記生産装置から、前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データを取得する装置状態取得ステップと、

前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データに基づいて、前記生産ラインの稼働状況の良否の判断基準である重要業績評価指標の値を算出する重要業績評価指標計算ステップと、

前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて、前記重要業績評価指標の減少に影響を及ぼす複数の前記停止要因の値を算出する停止要因計算ステップと、

前記重要業績評価指標の値と、前記停止要因の値と、を表示する出力ステップと、

を含み、

前記停止要因計算ステップでは、前記重要業績評価指標の値と前記停止要因の値とを、前記生産ラインにおける生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出すること、

を特徴とする生産ライン分析方法。

(付記10)

複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産ライン分析システムから、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況と、前記重要業績評価指標、複数の前記生産装置の装置状態および前記ワークの加工状況における前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度と、を含む学習用データを取得するデータ取得部と、

前記学習用データを用いて、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況とから前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を推論するための学習済モデルを生成するモデル生成部と、

を備えることを特徴とする学習装置。

(付記11)

複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産ライン分析システムから、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置

の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況と、を取得するデータ取得部と、

前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況とにおける前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を推論するための学習済モデルを用いて、前記データ取得部で取得した、前記重要業績評価指標、複数の前記生産装置の装置状態および前記ワークの加工状況から前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を出力する推論部と、

を備えることを特徴とする推論装置。

符号の説明

[0154] 1 全体システム、10 生産システム、20 生産ライン、50 学習装置、51, 61, 200 データ取得部、52 モデル生成部、53 報酬計算部、54 関数更新部、60 推論装置、62 推論部、70 学習済モデル記憶部、90, 93 処理回路、91 プロセッサ、92 メモリ、101 生産装置、102 ネットワーク、201 生産実績取得部、202 装置状態取得部、300 データ演算部、301 生産KPI計算部、302 停止要因計算部、400 出力部、500 対応作業員提案部、501 現在停止要因把握部、502 作業員位置情報取得部、503 対応作業員判定部、1011 生産装置制御部。

請求の範囲

[請求項1]

複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムであって、

複数の前記生産装置から、前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データを取得する生産実績取得部と、

複数の前記生産装置から、前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データを取得する装置状態取得部と、

前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データに基づいて、前記生産ラインの稼働状況の良否の判断基準である重要業績評価指標の値を算出する重要業績評価指標計算部と、

前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて、前記重要業績評価指標の減少に影響を及ぼす複数の前記停止要因の値を算出する停止要因計算部と、

前記重要業績評価指標の値と、前記停止要因の値と、を表示する出力部と、

を備え、

前記停止要因計算部は、

前記重要業績評価指標の値と前記停止要因の値とを、前記生産ラインにおける生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出し、

前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて前記停止要因の値が算出されていない未集計の停止要因の値を算出すること

、

を特徴とする生産システム。

[請求項2]

前記停止要因計算部は、前記未集計の停止要因の値を、「100－重要業績評価指標－停止要因合算値」の計算式によって算出すること

、

を特徴とする請求項1に記載の生産システム。

- [請求項3] 前記出力部は、前記停止要因の値と、前記未集計の停止要因の値とを、同一のグラフに表示すること、
を特徴とする請求項2に記載の生産システム。
- [請求項4] 前記出力部は、前記重要業績評価指標の値と、前記停止要因の値と、前記未集計の停止要因の値とを、同一のグラフに表示すること、
を特徴とする請求項2に記載の生産システム。
- [請求項5] 前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データは、
前記生産装置を識別するための装置識別情報と、
前記生産装置で加工されるワークを識別するためのワーク識別情報と、
前記生産装置によるワークの加工開始時刻と、
前記生産装置による前記ワークの加工終了時刻と、
前記生産装置による前記ワークの加工が成功したか失敗したかを示す合否情報と、
を含み、
前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データは、
前記生産装置を識別するための装置識別情報と、
前記生産装置がどのような状態であったかを示す状態情報と、
前記装置状態を細分化した詳細情報と、
前記装置状態に示される前記生産装置の状態が開始された時刻である状態開始時刻と、
前記装置状態に示される前記生産装置の状態が終了した時刻である状態終了時刻と、
を含むこと、
を特徴とする請求項1から4のいずれか1つに記載の生産システム。
。
- [請求項6] 重要業績評価指標の定義式が、 $\text{ラインタクト} \times \text{加工数} / \text{設備負荷時間}$ であり、

前記ラインタクトが、前記生産ラインにおいて目標とされる目標タクトであり、

前記加工数が、前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データにおける前記ワーク識別情報を重複なくカウントした値であり、

前記設備負荷時間が、前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データの全体を対象として、時間的に最初の加工開始時刻と、時間的に最後の加工終了時刻との差分であること、

を特徴とする請求項5に記載の生産システム。

[請求項7]

前記重要業績評価指標の定義式が、良品数×ラインタクト／操業時間であり、

前記ラインタクトが、前記生産ラインにおいて目標とされる目標タクトであり、

前記良品数は、前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データの前記合否情報において前記ワークの加工が成功した情報を、前記ワーク識別情報を重複なくカウントした値であり、

前記操業時間は、最大加工終了時刻と生産ラインが属する生産現場の始業時刻との差分であること、

を特徴とする請求項5に記載の生産システム。

[請求項8]

前記停止要因計算部は、前記停止要因の値の算出において、前記生産装置の生産加工外の時間を除外すること、

を特徴とする請求項1から7のいずれか1つに記載の生産システム

。

[請求項9]

複数の前記生産装置について前記停止要因計算部から前記停止要因の値を取得し、前記停止要因の値の変化率が予め設定された閾値を超過した前記停止要因を除去対象の停止要因と判定する現在停止要因掌握部と、

複数の前記生産装置が設置された生産現場に居る複数の作業者の位置を判定する作業者位置情報取得部と、

前記複数の作業者のうち前記除去対象の停止要因の除去に対応する作業者である対応作業者を判定する対応作業者判定部と、

を備えることを特徴とする請求項1から8のいずれか1つに記載の生産システム。

[請求項10]

前記停止要因がどの前記生産装置に属するかを示す停止要因属性情報と、前記生産装置の位置情報とに基づいて、前記生産装置と複数の前記作業者との距離を算出し、算出した前記距離が最も短い作業者を前記対応作業者と判定すること、

を特徴とする請求項9に記載の生産システム。

[請求項11]

複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産ライン分析方法であって、

複数の前記生産装置から、前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データを取得する生産実績取得ステップと、

複数の前記生産装置から、前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データを取得する装置状態取得ステップと、

前記生産装置ごとの生産履歴に関わる装置データに基づいて、前記生産ラインの稼働状況の良否の判断基準である重要業績評価指標の値を算出する重要業績評価指標計算ステップと、

前記生産装置ごとの装置状態を含んだ装置データに基づいて、前記重要業績評価指標の減少に影響を及ぼす複数の前記停止要因の値を算出する停止要因計算ステップと、

前記重要業績評価指標の値と、前記停止要因の値と、を表示する出力ステップと、

を含み、

前記停止要因計算ステップでは、前記重要業績評価指標の値と前記停止要因の値とを、前記生産ラインにおける生産に関わる同じ種類の時間の同一の値に対する単位時間当たりの値として算出すること、

を特徴とする生産ライン分析方法。

[請求項12] 複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムから、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況と、前記重要業績評価指標、複数の前記生産装置の装置状態および前記ワークの加工状況における前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度と、を含む学習用データを取得するデータ取得部と、

前記学習用データを用いて、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況とから前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を推論するための学習済モデルを生成するモデル生成部と、

を備えることを特徴とする学習装置。

[請求項13] 複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムから、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況と、を取得するデータ取得部と、

前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況とにおける前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を推論するための学習済モデルを用いて、前記データ取得部で取得した、前記重要業績評価指標、複数の前記生産装置の装置状態および前記ワークの加工状況から前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を出力する推論部と、

を備えることを特徴とする推論装置。

[請求項14] 複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムについての、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況と、前記重要業績評価指標、複数の前記生産装置の装置状態および前記ワークの加工状況における前記停止要因の重要業績評価指標低下へ

の影響度と、を含む学習用データを用いて機械学習を行って生成され、

前記重要業績評価指標、複数の前記生産装置の装置状態および前記ワークの加工状況から前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を出力すること、

を特徴とする学習済モデル。

[請求項15]

複数の生産装置を含んだ生産ラインの停止要因を分析する生産システムから、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況と、前記重要業績評価指標、複数の前記生産装置の装置状態および前記ワークの加工状況における前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度と、を含む学習用データを取得するデータ取得ステップと、

前記学習用データを用いて、前記生産ラインの重要業績評価指標と、複数の前記生産装置の装置状態と、前記生産装置で加工されるワークの加工状況とから前記停止要因の重要業績評価指標低下への影響度を推論するための学習済モデルを生成するモデル生成ステップと、

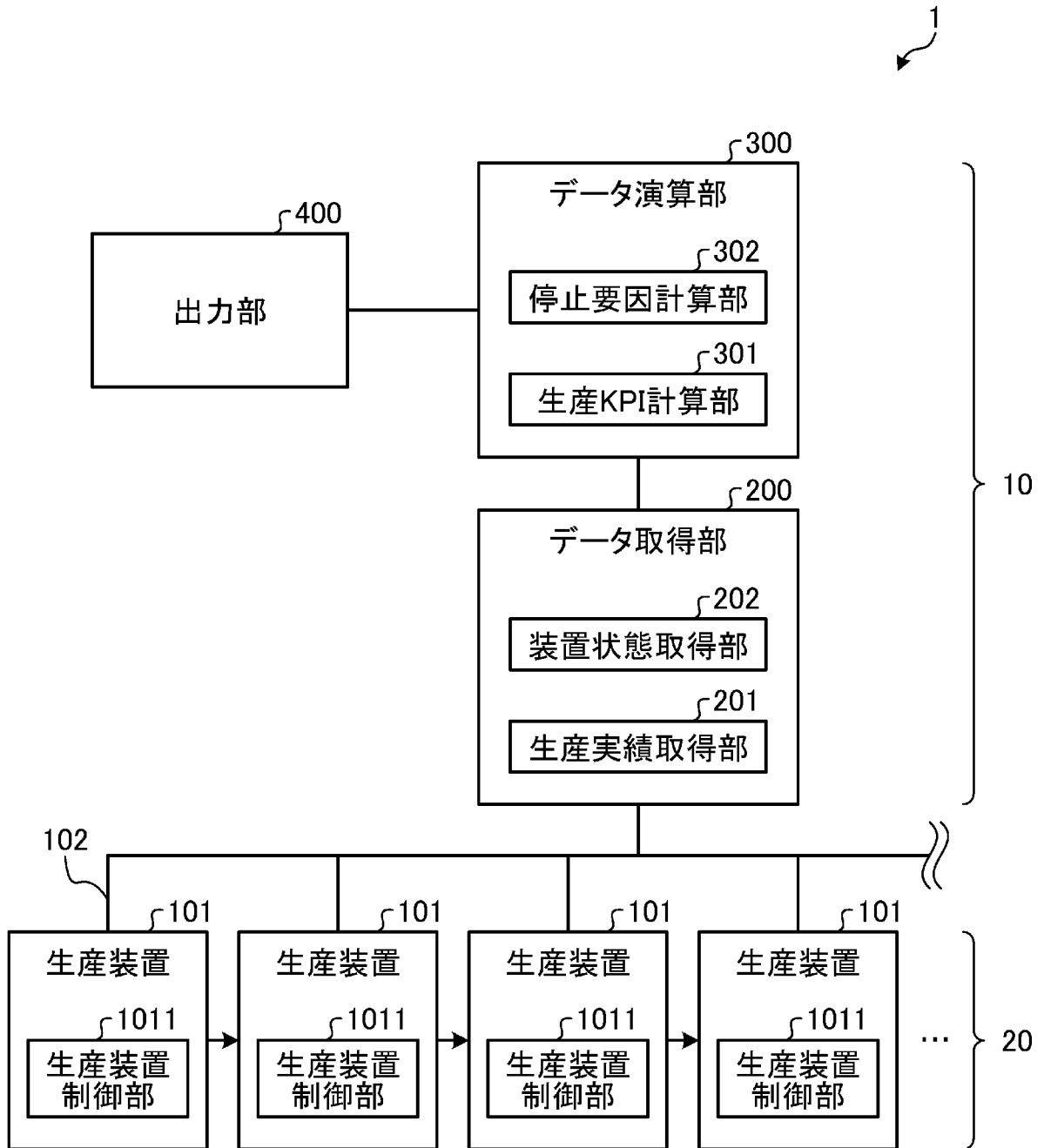
を含むことを特徴とする学習済モデルの生成方法。

[請求項16]

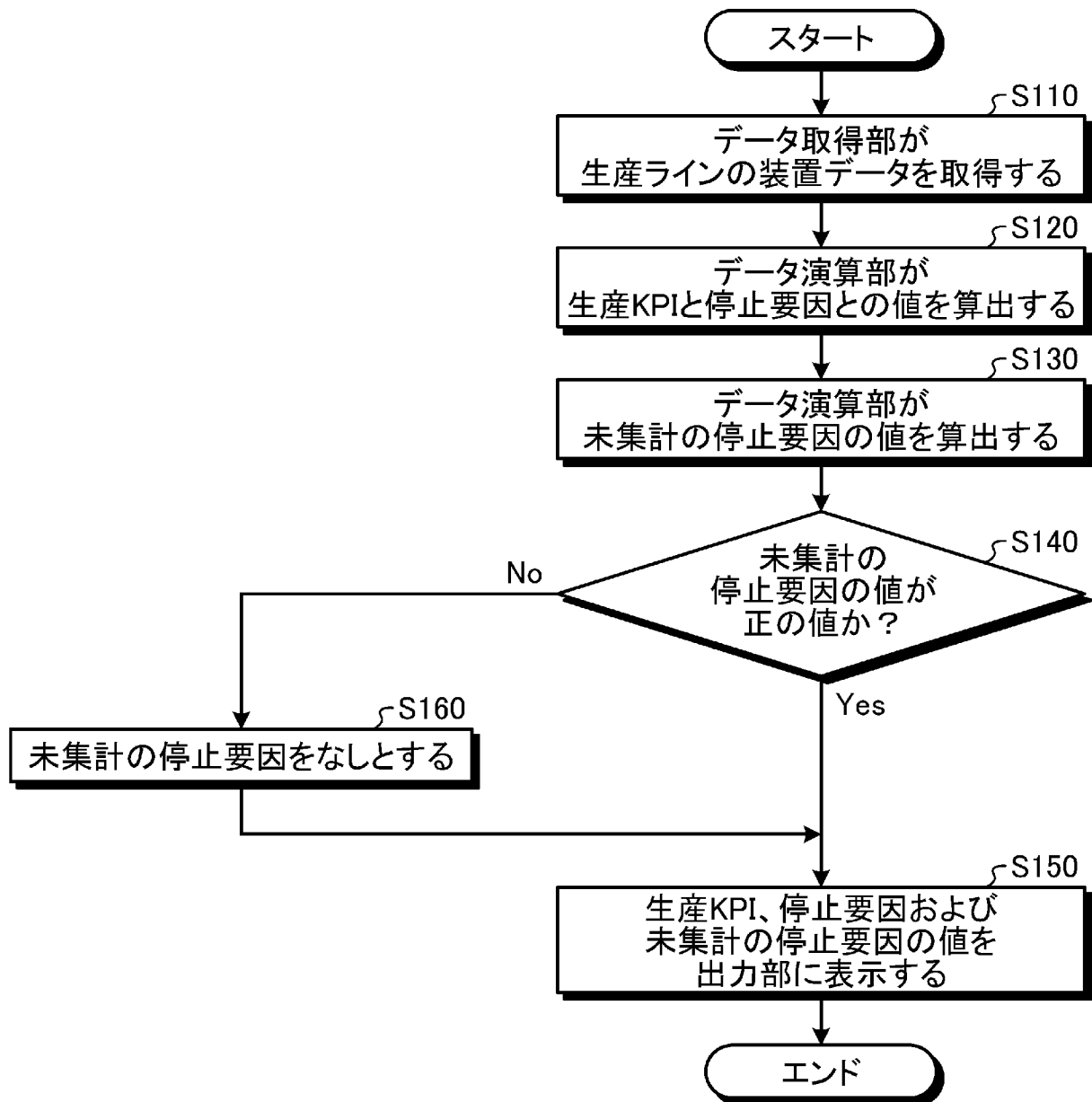
新たな前記学習用データを取得する前記データ取得ステップを実施し、新たな前記学習用データを用いてモデル生成ステップを行うことにより、前記学習済モデルを更新すること、

を特徴とする請求項15に記載の学習済モデルの生成方法。

[図1]



[図2]



[図3]

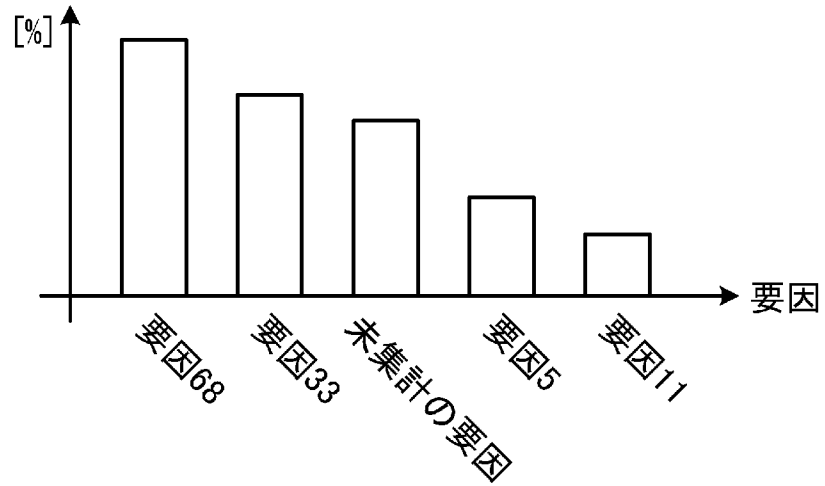
装置ID	ワークID	加工開始時刻	加工終了時刻	合否判定結果
ABCD	1234	2022/2/16 14:52:31	2022/2/16 14:59:07	○
BARD	6321	2022/2/16 14:57:43	2022/2/16 15:10:22	×
ABCD	2317	2022/2/16 15:03:41	2022/2/16 15:06:13	○
DKDI	1234	2022/2/16 15:17:19	2022/2/16 15:25:59	○
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図4]

装置ID	装置状態	詳細番号	状態開始時刻	状態終了時刻
HSPW	異常	46	2022/2/16 9:28:55	2022/2/16 9:47:08
BSOE	正常	23	2022/2/16 11:57:43	2022/2/16 15:19:52
ABCD	段取替え	75	2022/2/16 10:03:11	2022/2/16 10:21:28
JROC	停止	11	2022/2/16 15:11:49	2022/2/16 15:33:07
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

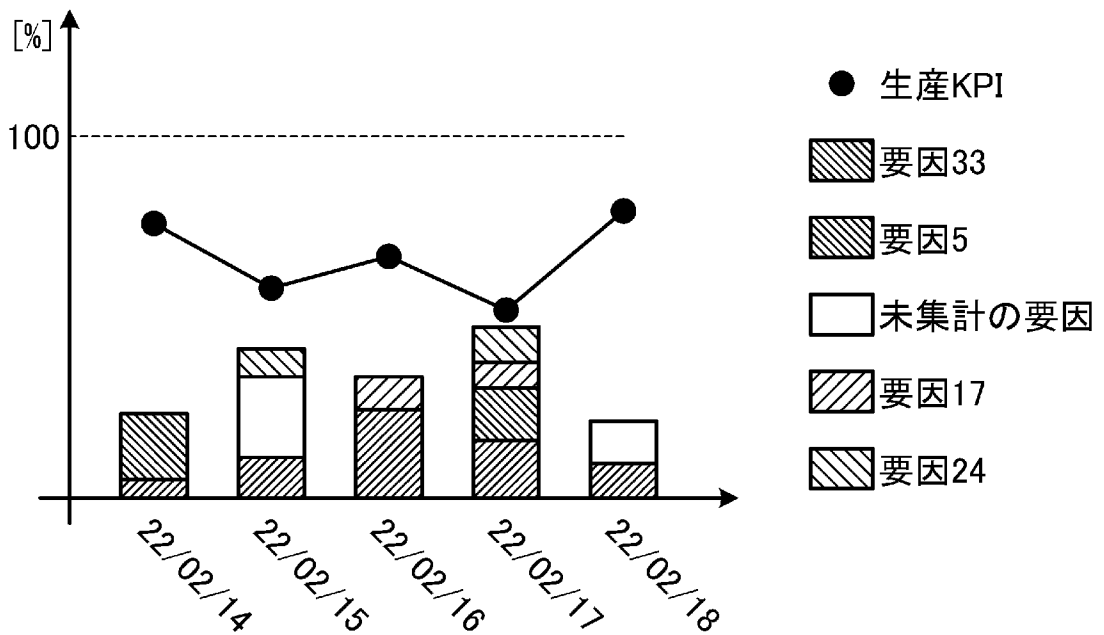
[図5]

〈ライン停止要因〉

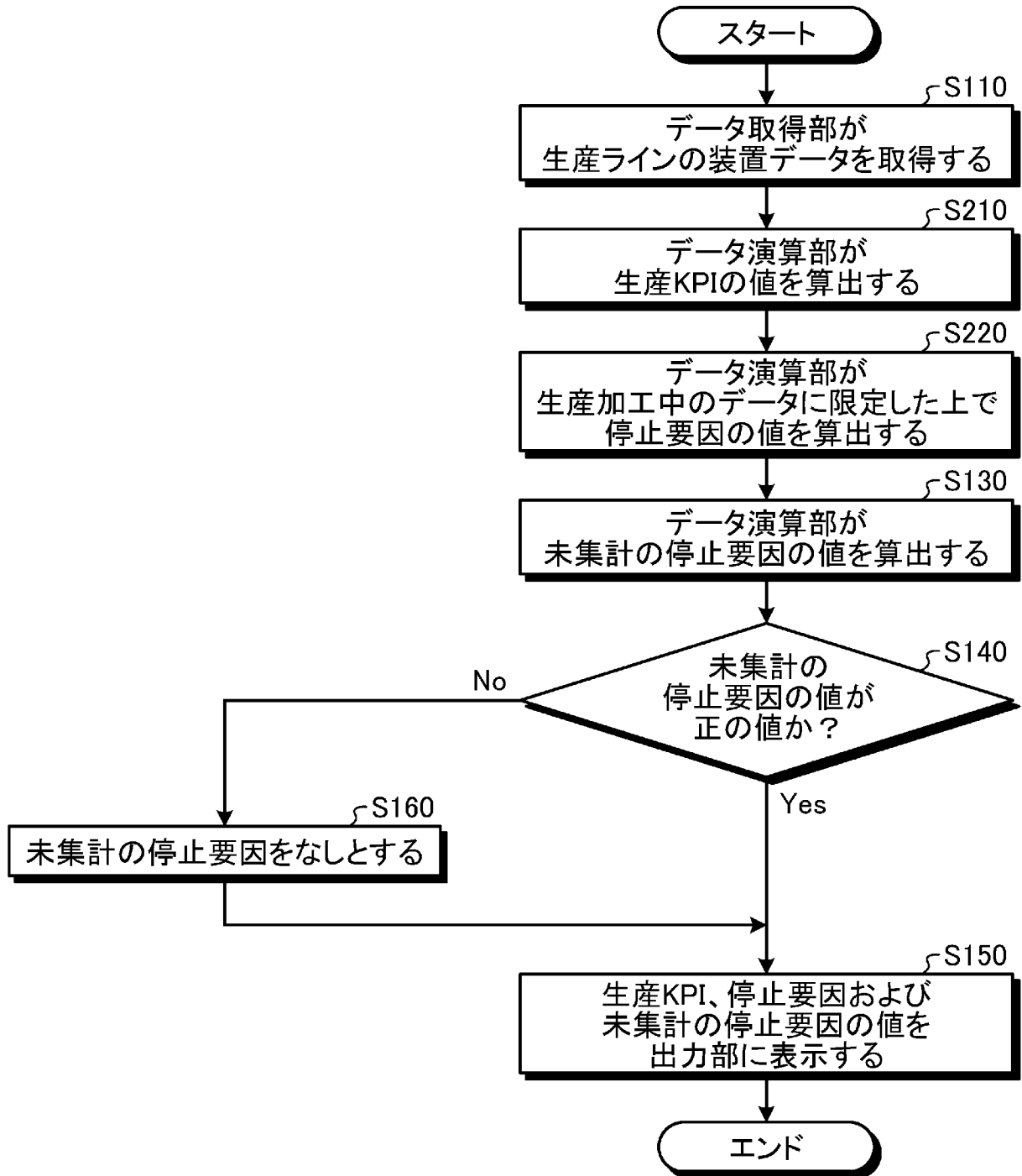


[図6]

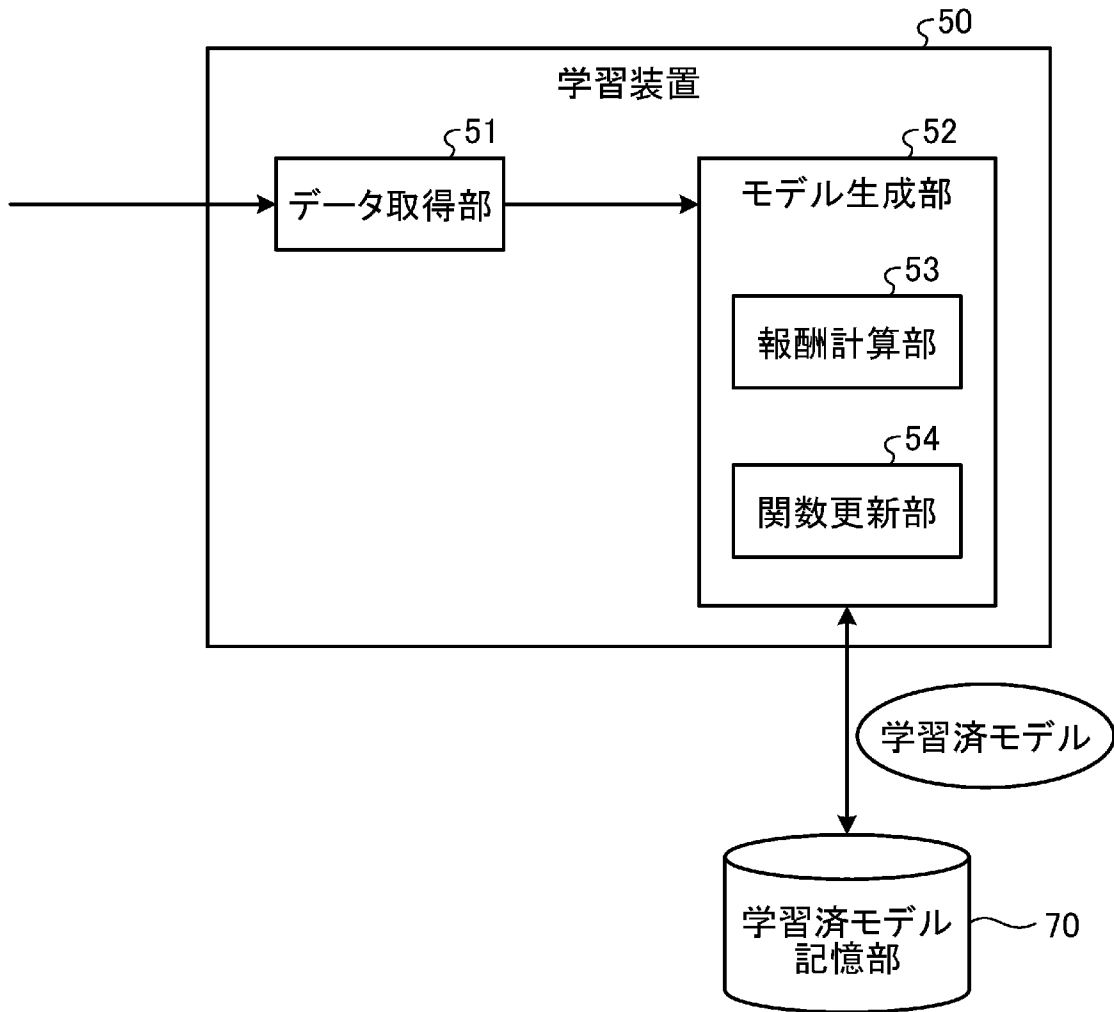
〈稼働状況推移〉



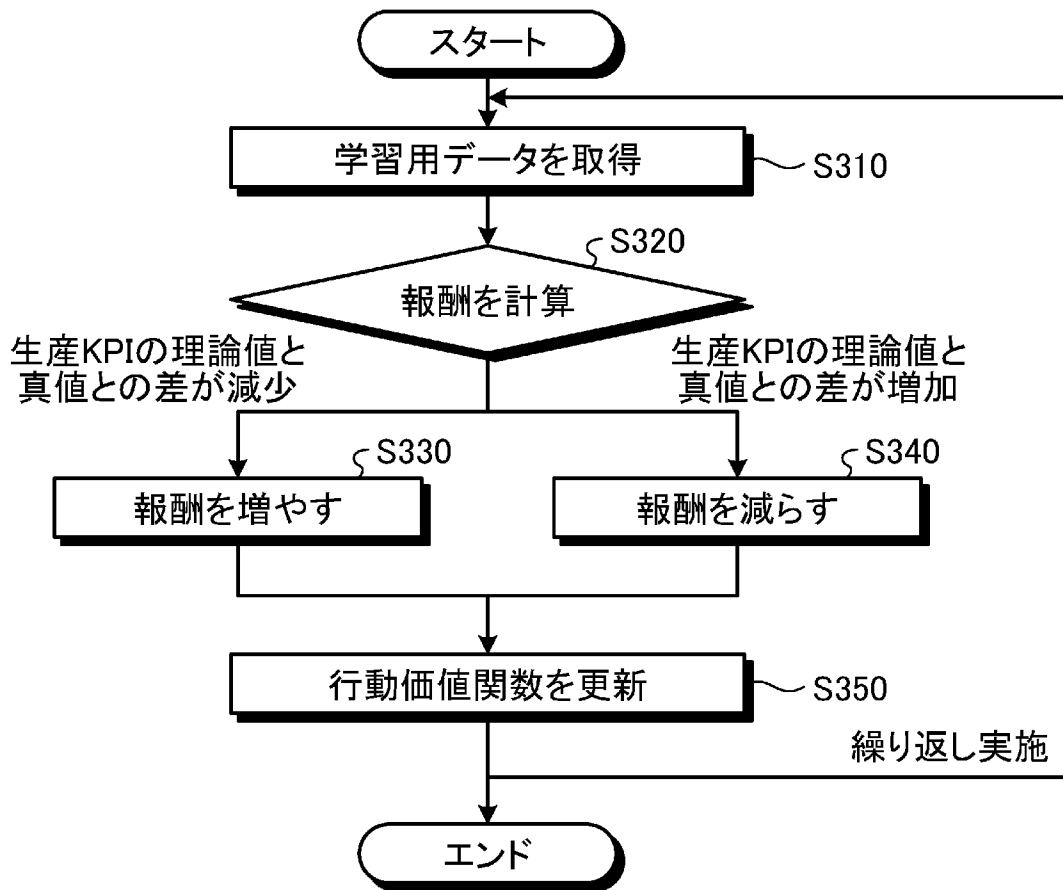
[図7]



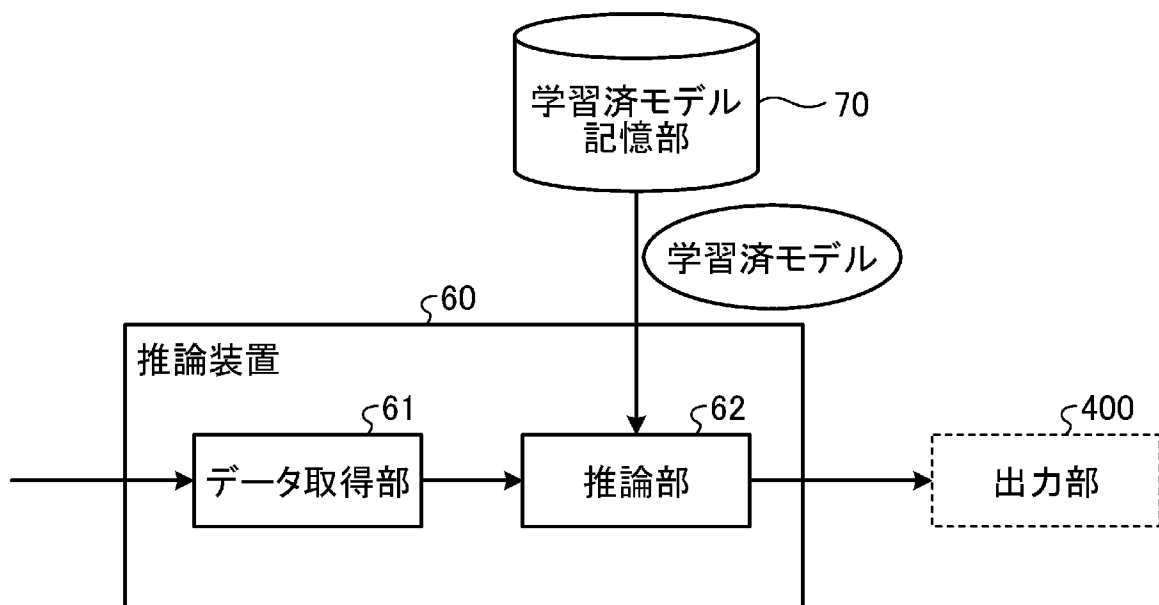
[図8]



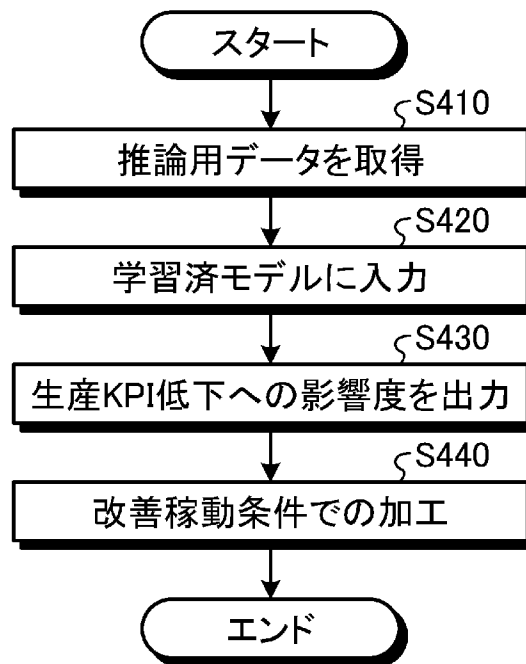
[図9]



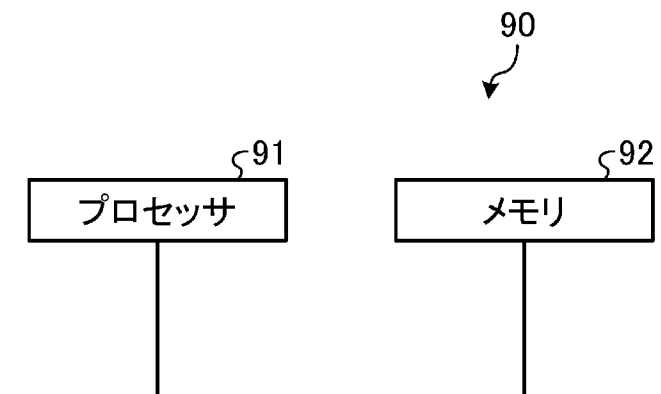
[図10]



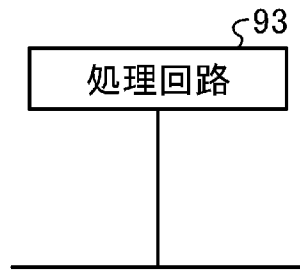
[図11]



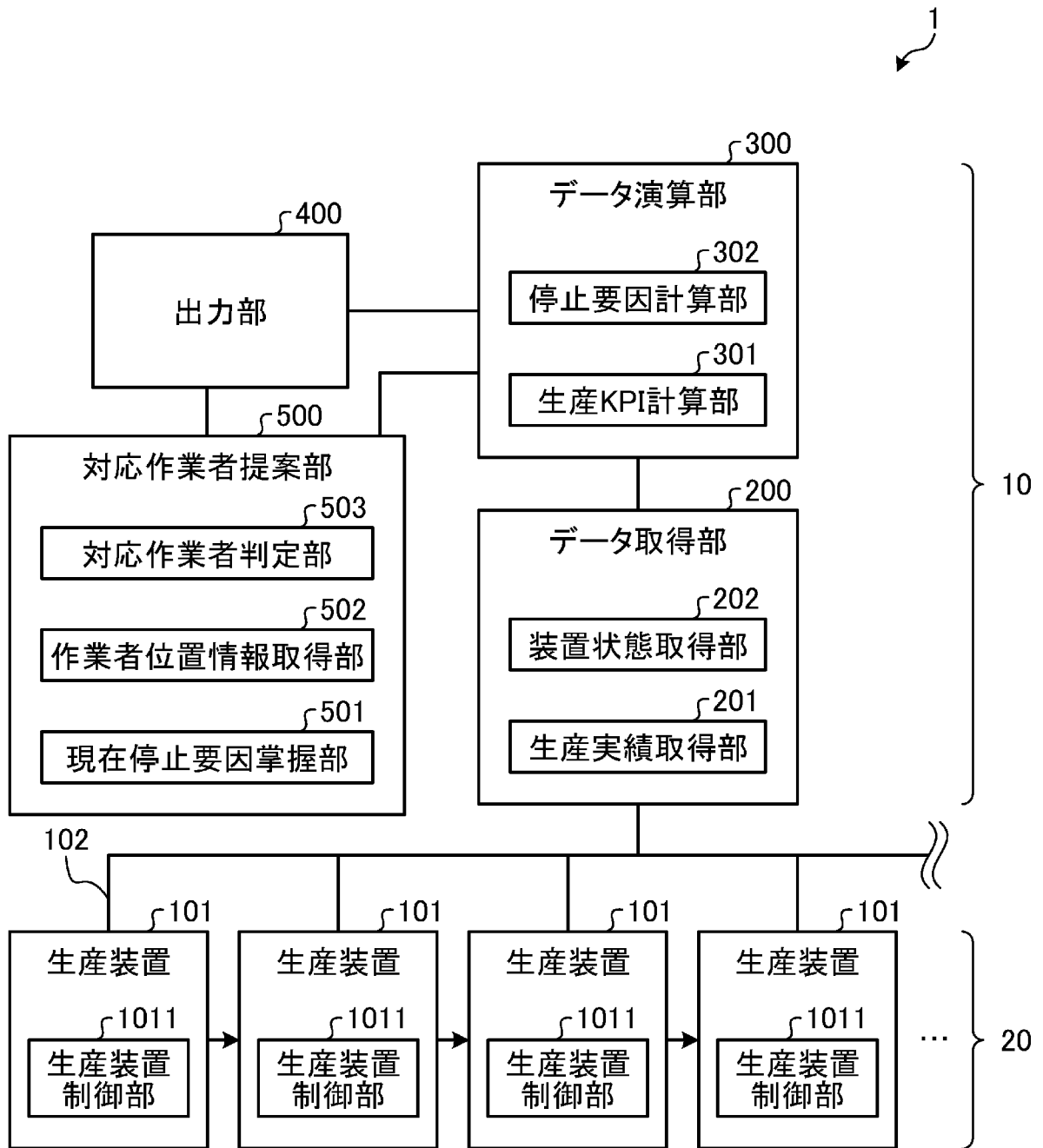
[図12]



[图13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/008392

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G05B 23/02</i> (2006.01)i; <i>G05B 19/418</i> (2006.01)i FI: G05B19/418 Z; G05B23/02 302Y		
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; 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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6961850 B1 (HITACHI, LIMITED) 05 November 2021 (2021-11-05) paragraphs [0021]-[0029], [0043]-[0050]	1-5, 11
Y	paragraphs [0021]-[0029], [0043]-[0050]	6-10, 12-16
Y	WO 2017/29912 A1 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LIMITED) 23 February 2017 (2017-02-23) paragraph [0042]	6-10, 12-16
Y	JP 7071563 B1 (SOCIAL AREA NETWORKS COMPANY, LIMITED) 19 May 2022 (2022-05-19) paragraphs [0053]-[0055], [0057], [0059]	9-10
Y	JP 2021-114116 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CORPORATION) 05 August 2021 (2021-08-05) paragraphs [0016]-[0017]	9-10
Y	JP 6915279 B2 (FUJITSU LIMITED) 04 August 2021 (2021-08-04) paragraph [0032]	9-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 31 March 2023		Date of mailing of the international search report 16 May 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

International application No.

PCT/JP2023/008392

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/163629 A1 (NEC CORPORATION) 28 September 2017 (2017-09-28) paragraph [0033]	9-10
Y	WO 2021/59291 A1 (TATA CONSULTANCY SERVICES LIMITED) 01 April 2021 (2021-04-01) paragraphs [0028]-[0029]	12-16
Y	JP 5808605 B2 (HITACHI, LIMITED) 10 November 2015 (2015-11-10) paragraphs [0080]-[0082]	12-16
Y	JP 2019-159728 A (RICOH COMPANY, LIMITED) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraph [0067]	12-16
A	JP 2022-32622 A (HITACHI, LIMITED) 25 February 2022 (2022-02-25) paragraph [0008]	1-16
A	JP 2022-14574 A (HITACHI, LIMITED) 20 January 2022 (2022-01-20)	1-16
A	JP 2016-170460 A (HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS COMPANY, LIMITED) 23 September 2016 (2016-09-23)	1-16
A	JP 6856139 B2 (NEC CORPORATION) 07 April 2021 (2021-04-07)	1-16
A	JP 6364800 B2 (OMRON CORPORATION) 01 August 2018 (2018-08-01)	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/008392

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 6961850 B1	05 November 2021	(Family: none)	
WO 2017/29912 A1	23 February 2017	US 2018/0104778 A1 paragraph [0076] EP 3272454 A1 CA 2983725 A CN 107921591 A BR 112017022995 A	
JP 7071563 B1	19 May 2022	(Family: none)	
JP 2021-114116 A	05 August 2021	US 2022/0390927 A1 paragraphs [0036]-[0037] EP 4091779 A1 CN 114730175 A WO 2021/145070 A1	
JP 6915279 B2	04 August 2021	(Family: none)	
WO 2017/163629 A1	28 September 2017	US 2020/0293027 A1 paragraph [0054]	
WO 2021/59291 A1	01 April 2021	JP 2022-549407 A paragraphs [0025]-[0026] US 2022/0343255 A1 EP 4034952 A1	
JP 5808605 B2	10 November 2015	US 2014/0195184 A1 paragraphs [0134]-[0137] WO 2013/024613 A1	
JP 2019-159728 A	19 September 2019	EP 3540548 A1 paragraph [0072] CN 110260913 A	
JP 2022-32622 A	25 February 2022	(Family: none)	
JP 2022-14574 A	20 January 2022	US 2022/0012665 A1 CN 113917896 A	
JP 2016-170460 A	23 September 2016	(Family: none)	
JP 6856139 B2	07 April 2021	US 2020/0272772 A1 WO 2019/092854 A1	
JP 6364800 B2	01 August 2018	US 2016/0342392 A1 WO 2015/118946 A1 EP 3106949 A1	

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; G05B 19/418(2006.01)i FI: G05B19/418 Z; G05B23/02 302Y		
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; 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 6961850 B1 (株式会社日立製作所) 05.11.2021 (2021-11-05) 段落0021-0029, 0043-0050	1-5, 11
Y	段落0021-0029, 0043-0050	6-10, 12-16
Y	WO 2017/29912 A1 (三菱重工株式会社) 23.02.2017 (2017-02-23) 段落0042	6-10, 12-16
Y	JP 7071563 B1 (株式会社 Social Area Networks) 19.05.2022 (2022-05-19) 段落0053-0055, 0057, 0059	9-10
Y	JP 2021-114116 A (パナソニックIPマネジメント株式会社) 05.08.2021 (2021-08-05) 段落0016-0017	9-10
Y	JP 6915279 B2 (富士通株式会社) 04.08.2021 (2021-08-04) 段落0032	9-10
Y	WO 2017/163629 A1 (日本電気株式会社) 28.09.2017 (2017-09-28) 段落0033	9-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	31.03.2023	国際調査報告の発送日 16.05.2023
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） 石田 宏之 3P 9258 電話番号 03-3581-1101 内線 3363	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2021/59291 A1 (TATA CONSULTANCY SERVICES LIMITED) 01.04.2021 (2021 - 04 - 01) 段落 0 0 2 8 - 0 0 2 9	12-16
Y	JP 5808605 B2 (株式会社日立製作所) 10.11.2015 (2015 - 11 - 10) 段落 0 0 8 0 - 0 0 8 2	12-16
Y	JP 2019-159728 A (株式会社リコー) 19.09.2019 (2019 - 09 - 19) 段落 0 0 6 7	12-16
A	JP 2022-32622 A (株式会社日立製作所) 25.02.2022 (2022 - 02 - 25) 段落 0 0 0 8	1-16
A	JP 2022-14574 A (株式会社日立製作所) 20.01.2022 (2022 - 01 - 20)	1-16
A	JP 2016-170460 A (株式会社日立産機システム) 23.09.2016 (2016 - 09 - 23)	1-16
A	JP 6856139 B2 (日本電気株式会社) 07.04.2021 (2021 - 04 - 07)	1-16
A	JP 6364800 B2 (オムロン株式会社) 01.08.2018 (2018 - 08 - 01)	1-16

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/JP2023/008392

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6961850 B1	05.11.2021	(ファミリーなし)	
WO 2017/29912 A1	23.02.2017	US 2018/0104778 A1 段落0076 EP 3272454 A1 CA 2983725 A CN 107921591 A BR 112017022995 A	
JP 7071563 B1	19.05.2022	(ファミリーなし)	
JP 2021-114116 A	05.08.2021	US 2022/0390927 A1 段落0036-0037 EP 4091779 A1 CN 114730175 A WO 2021/145070 A1	
JP 6915279 B2	04.08.2021	(ファミリーなし)	
WO 2017/163629 A1	28.09.2017	US 2020/0293027 A1 段落0054	
WO 2021/59291 A1	01.04.2021	JP 2022-549407 A 段落0025-0026 US 2022/0343255 A1 EP 4034952 A1	
JP 5808605 B2	10.11.2015	US 2014/0195184 A1 段落0134-0137 WO 2013/024613 A1	
JP 2019-159728 A	19.09.2019	EP 3540548 A1 段落0072 CN 110260913 A	
JP 2022-32622 A	25.02.2022	(ファミリーなし)	
JP 2022-14574 A	20.01.2022	US 2022/0012665 A1 CN 113917896 A	
JP 2016-170460 A	23.09.2016	(ファミリーなし)	
JP 6856139 B2	07.04.2021	US 2020/0272772 A1 WO 2019/092854 A1	
JP 6364800 B2	01.08.2018	US 2016/0342392 A1 WO 2015/118946 A1 EP 3106949 A1	