(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
2020年9月17日(17.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/183975 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/JP2020/003870

(22) 国際出願日：　2020年2月3日(03.02.2020)

(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 2019-045646　2019年3月13日(13.03.2019)　JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 峯本 俊文 (**MINEMOTO, Toshifumi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 服部 玲子 (**HATTORI, Reiko**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 太田 雄也 (**OTA, Yuya**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 川ノ上 真輔 (**KAWANOUE, Shinsuke**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 仲島 晶 (**NAKAJIMA, Akira**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

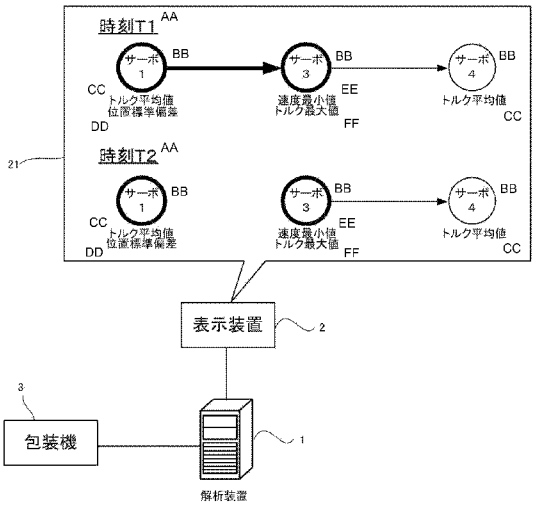
(74) 代理人: 立花 顕治, 外 (**TACHIBANA, Kenji** et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島６－２－４０ 中之島インテス２１階 Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** DISPLAY SYSTEM

(54) 発明の名称： 表示システム

[図1]



1 Analysis device
2 Display device
3 Packaging machine
AA Time
BB Servo
CC Average torque value
DD Standard deviation of position
EE Minimum speed value
FF Maximum torque value

(57) **Abstract:** A display system according to the present invention is a display system provided to production equipment that produces a product, and that has at least one driving means for driving the production equipment and at least one monitoring means for monitoring the production, the driving means and the monitoring means each having at least one controllable feature. The display system is provided with a control unit, a display unit, and a storage unit. The control unit is configured to: obtain a feature output over time from at least one among the driving means and the monitoring means, and cause the storage unit to store the feature; construct, in each prescribed period, a causal relationship model that indicates a causal factor of at least one abnormality that can occur in the production equipment, the causal factor being at least one mechanism selected from among the driving means and the monitoring means, and that also indicates the relationship between causal factors, the causal relationship model being constructed on the basis of the obtained feature; and display, on the display unit, a plurality of causal relationship models constructed in a plurality of periods.

WO 2020/183975 A1

[続葉有]

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

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

(57) 要約:本発明に係る表示システムは、製品を生産する生産設備であって、当該生産設備の駆動を行う少なくとも１つの駆動手段及び前記生産の監視を行う少なくとも１つの監視手段を有し、前記駆動手段及び監視手段が、制御可能な少なくとも１つの特徴量を有している、生産設備に設けられる表示システムであって、制御部と、表示部と、記憶部と、を備え、前記制御部は、前記駆動手段及び監視手段の少なくとも１つから経時的に出力される前記特徴量を取得して前記記憶部に記憶させ、前記駆動手段及び前記監視手段の中から少なくとも１つ選択され、前記生産設備に生じ得る少なくとも１つの異常の原因要素と、当該原因要素の関係と、を示す因果関係モデルを、取得された前記特徴量に基づいて、所定の期間ごとに構築し、複数の前記期間において構築された複数の前記因果関係モデルを、前記表示部に表示するように構成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 表示システム

技術分野

[0001] 本発明は、表示システム、表示方法、及び表示プログラムに関する。

背景技術

[0002] 設備状態を監視する方法として、特許文献１では、イベント信号に基づいて運転状態別にモード分割し、モード毎に正常モデルを作成し、作成した正常モデルに基づいて異常判定を行う方法が提案されている。この方法では、正常モデルの作成に用いた学習データの十分性をチェックし、その結果に応じて、異常判定に利用する閾値を設定することで、正常を異常と判定する誤報の発生を防止している。

[0003] また、特許文献２では、生産設備が生産する製品に異常が生じたことを検知する方法が提案されている。具体的に、特許文献２では、生産システムから収集されるデータを製品が正常な場合と異常な場合とに分類し、正常な場合と異常な場合とで有意な差異が生じる特徴量を特定して、特定した特徴量に基づいて製品が正常であるか否かを診断する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１５－１７２９４５号公報

特許文献2：特開２０１０－２７７１９９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、生産設備において、異常が生じた場合には、これを即座に解決しなければならないが、ユーザは、生じた異常の原因をマニュアルなどで調べた上で、解決のための処理を行うのが一般的である。しかしながら、異常が生じる度にマニュアルを調べるとなると、時間を要し、処理が遅れることがある。本発明は、この問題を解決するためになされたものであり、生産設

備において生じ得る異常の原因を容易に確認することができる、表示システム、表示方法、及び表示プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る表示システムは、製品を生産する生産設備であって、当該生産設備の駆動を行う少なくとも１つの駆動手段及び前記生産の監視を行う少なくとも１つの監視手段を有し、前記駆動手段及び監視手段が、制御可能な少なくとも１つの特徴量を有している、生産設備に設けられる表示システムであって、制御部と、表示部と、記憶部と、を備え、前記制御部は、前記駆動手段及び監視手段の少なくとも１つから経時的に出力される前記特徴量を取得して前記記憶部に記憶させ、前記駆動手段及び前記監視手段の中から少なくとも１つ選択され、前記生産設備に生じ得る少なくとも１つの異常の原因要素と、当該原因要素の関係と、を示す因果関係モデルを、取得された前記特徴量に基づいて、所定の時期ごとに構築し、複数の前記時期において構築された複数の前記因果関係モデルを、前記表示部に表示するように構成されている。

[0007] この構成によれば、複数の時期において、生産設備に生じ得る少なくとも１つの異常の原因要素と、当該原因要素の関係と、を示す因果関係モデルを構築し、これらを表示するように構成されている。そのため、複数の時期において構築された因果関係モデルの比較を行うことができる。これにより、例えば、複数の時期において因果関係モデルの変化が生じたときには、異常の原因要素に何らかの経時的な変化が生じたことが分かるため、因果関係モデルの相違点を確認することで、異常の原因を容易に特定することができる。

[0008] 上記表示システムにおいて、前記制御部は、複数の前記因果関係モデルにおける相違点を強調して前記表示部に表示するように構成することができる。

[0009] これにより、ユーザは、複数の因果関係モデルの相違点を容易に視認することができる。

[0010] 上記表示システムにおいて、前記制御部は、前記各因果関係モデルにおける前記原因要素の特徴量の経時的変化を、前記表示部に、表示するように構成することができる。

[0011] この構成によれば、各因果関係モデルにおける原因要素の特徴量の経時的変化を確認することができるため、例えば、複数の因果関係モデルに変化が生じたときには、その変化の原因を、特徴量の経時的変化を確認することで、検討することができる。したがって、異常の原因の特定を容易に行うことができる。

[0012] 上記表示システムでは、複数の前記時期において構築された複数の前記因果関係モデルに相違点が生じたときに、報知を行う、報知部をさらに備えることができる。

[0013] この構成によれば、複数の因果関係モデルに変化が生じたときには、それを報知部によって報知されるため、ユーザは異常の発生を予見することができる。

[0014] 本発明に係る表示方法は、製品を生産する生産設備であって、当該生産設備の駆動を行う少なくとも１つの駆動手段及び前記生産の監視を行う少なくとも１つの監視手段を有する生産設備において生じ得る異常の因果関係を表示部に表示するための表示方法であって、前記駆動手段及び監視手段の少なくとも１つから経時的に出力される前記特徴量を取得するステップと、前記駆動手段及び前記監視手段の中から少なくとも１つ選択され、前記生産設備に生じ得る少なくとも１つの異常の原因要素と、当該原因要素の関係と、を示す因果関係モデルを、取得された前記特徴量に基づいて、所定の時期ごとに構築するステップと、複数の前記時期において構築された複数の前記因果関係モデルを、前記表示部に表示するステップと、を備えている。

[0015] 本発明に係る表示プログラムは、製品を生産する生産設備であって、当該生産設備の駆動を行う少なくとも１つの駆動手段及び前記生産の監視を行う少なくとも１つの監視手段を有する生産設備において生じ得る異常の因果関係を表示部に表示するための表示プログラムであって、コンピュータに、前

記駆動手段及び監視手段の少なくとも１つから経時的に出力される前記特徴量を取得するステップと、前記駆動手段及び前記監視手段の中から少なくとも１つ選択され、前記生産設備に生じ得る少なくとも１つの異常の原因要素と、当該原因要素の関係と、を示す因果関係モデルを、取得された前記特徴量に基づいて、所定の時期ごとに構築するステップと、複数の前記時期において構築された複数の前記因果関係モデルを、前記表示部に表示するステップと、を実行させる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、生産設備において生じ得る異常の原因を容易に確認することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明が適用される場面の一例を模式的に例示する。

[図2]本発明の一実施形態に係る解析装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る生産設備の概略図である。

[図4]解析装置の機能構成を示すブロック図である。

[図5]因果関係モデルの構築の例を示すフローチャートである。

[図6]制御信号とタクト時間との関係の例である。

[図7A]因果関係モデルの例である。

[図7B]因果関係モデルの例である。

[図7C]因果関係モデルの例である。

[図8]包装機の概略図に因果関係モデルのノードを重ねた図である。

[図9A]表示装置の画面の例である。

[図9B]表示装置の画面の例である。

[図9C]表示装置の画面の例である。

[図10]図７Ａとは異なる時期に構築した因果関係モデルの例である。

[図11]複数の時期に構築した因果関係モデルを表示した画面の例である。

[図12A]時刻Ｔ１において構築した因果関係モデルの特徴量の詳細を示す図で

ある。

[図12B]時刻Ｔ２において構築した因果関係モデルの特徴量の詳細を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施形態」とも表記する）を、図面に基づいて説明する。ただし、以下で説明する本実施形態は、あらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。つまり、本発明の実施にあたって、実施形態に応じた具体的構成が適宜採用されてもよい。なお、本実施形態において登場するデータを自然言語により説明しているが、より具体的には、コンピュータが認識可能な疑似言語、コマンド、パラメータ、マシン語等で指定される。

[0019] ＜１．適用例＞

まず、図１を用いて、本発明が適用される場面の一例について説明する。図１は、本実施形態に係る生産システムの適用場面の一例を模式的に例示する。本実施形態に係る生産システムは、生産設備の一例である包装機３と、解析装置１と、表示装置２と、を備えている。解析装置１は、包装機３に設けられたサーボモータ（駆動手段）や各種センサ（監視手段）間の因果関係を導出し、これを表示するように構成されたコンピュータである。なお、以下では、サーボモータ等の駆動手段や各種センサ等の監視手段を合わせて機構と称することとする。また、本発明に係る原因要素とは、機構のうち、異常が生じる際の原因となる機構に相当する。

[0020] 解析装置１は、包装機３に生じ得る異常について、機構間の因果関係モデルを生成し、これを表示装置２の画面２１に表示する。図１の例では、時刻Ｔ１及び時刻Ｔ２の２つの時期における、後述するフィルムロール３０（図３参照）のブレーキ用の革ベルトの摩耗が異常として生じるときの因果関係モデルを示している。すなわち、包装機３に設けられた複数のサーボモータのうち、サーボ１，３，４がノードとして表示され、これらがエッジにより

連結されている。そして、エッジの向きが因果関係を示している。つまり、革ベルトの摩耗が生じるときには、サーボ１がサーボ３に影響を及ぼし、さらにサーボ３がサーボ４に影響を及ぼすことで、結果として革ベルトの摩耗が生じることを示している。したがって、包装機３の作業者は、サーボ４，３，１の順に異常が生じる原因を確認すればよい。但し、詳細は後述するが、各サーボモータには、トルク、位置などの制御可能な複数の特徴量があり、サーボモータの特徴量のいずれかが上記因果関係を構築する。

[0021] このような画面２１が表示されることで、作業者は、２つの因果関係モデルの相違点を知ることができ、これによって、現時点で、どの機構を確認にすれば、異常を正常に戻すことができるかを容易に視認することができる。

[0022] なお、上記の説明では、生産設備の例として包装機３を示しているが、何らかの物を生産可能であればよく、その種類は、特に限定されなくてもよい。各機構の種類は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。各機構は、例えば、コンベア、ロボットアーム、サーボモータ、シリンダ（成形機等）、吸着パッド、カッター装置、シール装置等であってよい。また、各機構は、上述した包装機３のほか、例えば、印刷機、実装機、リフロー炉、基板検査装置等の複合装置であってもよい。更に、各機構は、例えば、上記のような何らかの物理的な動作を伴う装置の他に、例えば、各種センサにより何らかの情報を検知する装置、各種センサからデータを取得する装置、取得したデータから何らかの情報を検知する装置、取得したデータを情報処理する装置等の内部処理を行う装置を含んでもよい。１つの機構は、１又は複数の装置で構成されてもよいし、装置の一部で構成されてもよい。複数の機構により１つの装置が構成されてもよい。また、同一の装置が複数の処理を実行する場合には、それぞれを別の機構とみなしてもよい。例えば、同一の装置が第１の処理と第２の処理とを実行する場合に、第１の処理を実行する当該装置を第１の機構とみなし、第２の処理を実行する当該装置を第２の機構とみなしてもよい。

[0023] ＜２．構成例＞

＜２－１．ハードウェア構成＞

次に、本実施形態に係る生産システムのハードウェア構成の一例について説明する。図２は、本実施形態に係る解析装置１のハードウェア構成の一例を示すブロック図であり、図３は包装機の概略構成を示す図である。

[0024] ＜２－１－１．解析装置＞

まず、図２を用いて、本実施形態に係る解析装置１のハードウェア構成の一例を説明する。図２に示すように、この解析装置１は、制御部１１、記憶部１２、通信インタフェース１３、外部インタフェース１４、入力装置１５、及びドライブ１６が電気的に接続されたコンピュータである。

[0025] 制御部１１は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）等を含み、情報処理に応じて各構成要素の制御を行う。記憶部１２は、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等の補助記憶装置であり、制御部１１で実行されるプログラム１２１、概略図データ１２２、因果関係モデルデータ１２３、及び動作状態データ１２４等を記憶する。

[0026] プログラム１２１は、包装機３に生じる異常と機構との因果関係モデルを生成したり、これを表示装置２に表示すること等を行うためのプログラムである。概略図データ１２２は、対象となる生産設備の概略図が示されたデータであり、本実施形態においては、包装機３の概略図を示すデータである。概略図は、少なくとも因果関係モデルで示される機構の位置が分かるような包装機全体の概略図であればよく、必ずしも詳細に図でなくてもよい。また、包装機３の一部のみを示す拡大図であってもよい。

[0027] 因果関係モデルデータ１２３は、包装機３から抽出される各機構の特徴量によって構築される異常発生の因果関係モデルを示すデータである。すなわち、異常が発生するときの、機構間の因果関係を示すデータである。この解析装置１では、後述するように、包装機３から抽出される特徴量等によって因果関係モデルデータが生成されるが、外部の装置において予め生成された因果関係モデルデータを記憶することもできる。

[0028] 動作状態データ１２４は、包装機３の動作状態を示すデータである。詳細は、後述するが、例えば、上述した各機構の駆動において生じ得るデータ、例えば、トルク、速度、加速度、温度、圧力等の計測データとすることができる。また、機構がセンサの場合には、検出される結果、例えば、内容物ＷＡが存在するか否かを「on」と「off」とで示す検出データとすることができる。

[0029] 通信インタフェース１３は、例えば、有線ＬＡＮ（Local Area Network）モジュール、無線ＬＡＮモジュール等であり、有線又は無線通信を行うためのインタフェースである。すなわち、通信インタフェース１３は、他の装置と通信を行うように構成された通信部の一例である。本実施形態の解析装置１は、通信インタフェース１３を介して包装機３と接続されている。

[0030] 外部インタフェース１４は、外部装置と接続するためのインタフェースであり、接続する外部装置に応じて適宜構成される。本実施形態では、外部インタフェース１４が、表示装置２に接続されている。なお、表示装置２は、公知の液晶ディスプレイ、タッチパネルディスプレイ等が用いられてよい。

[0031] 入力装置１５は、例えば、マウス、キーボード等の入力を行うための装置である。

[0032] ドライブ１６は、例えば、ＣＤ（Compact Disk）ドライブ、ＤＶＤ（Digital Versatile Disk）ドライブ等であり、記憶媒体１７に記憶されたプログラムを読み込むための装置である。ドライブ１６の種類は、記憶媒体１７の種類に応じて適宜選択されてよい。なお、記憶部に記憶されている、プログラム１２１を含む各種のデータ１２２～１２５の少なくとも一部は、この記憶媒体１７に記憶されていてもよい。

[0033] 記憶媒体１７は、コンピュータその他装置、機械等が記録されたプログラム等の情報を読み取り可能なように、このプログラム等の情報を、電気的、磁気的、光学的、機械的又は化学的作用によって蓄積する媒体である。図２では、記憶媒体１７の一例として、ＣＤ、ＤＶＤ等のディスク型の記憶媒体を例示している。しかしながら、記憶媒体１７の種類は、ディスク型に限定

される訳ではなく、ディスク型以外であってもよい。ディスク型以外の記憶媒体として、例えば、フラッシュメモリ等の半導体メモリを挙げることができる。

[0034] なお、解析装置１の具体的なハードウェア構成に関して、実施形態に応じて、適宜、構成要素の省略、置換及び追加が可能である。例えば、制御部１１は、複数のプロセッサを含んでもよい。解析装置１は、複数台の情報処理装置で構成されてもよい。また、解析装置１には、提供されるサービス専用に設計された情報処理装置の他、汎用のサーバ装置等が用いられてよい。

[0035] ＜２－１－２．包装機＞

次に、図３を用いて、本実施形態に係る包装機３のハードウェア構成の一例を説明する。図３は、本実施形態に係る包装機３のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。包装機３は、いわゆる横ピロー包装機であり、食品（乾燥麺等）、文房具（消しゴム等）等の内容物ＷＡを包装する装置である。但し、内容物ＷＡの種類は、実施の形態に応じて適宜選択可能であり、特には限定されない。この包装機３は、包装フィルムが巻き取られたフィルムロール３０と、包装フィルムを搬送するフィルム搬送部３１と、内容物ＷＡを搬送する内容物搬送部３２と、内容物を包装フィルムで放送する製袋部３３と、を備えている。

[0036] 包装フィルムは、例えば、ポリエチレンフィルム等の樹脂フィルムとすることができる。フィルムロール３０は巻き芯を備えており、包装フィルムはその巻き芯に巻き取られている。巻き芯は軸周りに回転可能に支持されており、これにより、フィルムロール３０は、回転しながら包装フィルムを繰り出すことができるように構成されている。

[0037] フィルム搬送部３１は、サーボモータ（サーボ１）３１１により駆動される駆動ローラと、この駆動ローラから回転力を付与される受動ローラ３１２と、包装フィルムにテンションをかけながらガイドする複数のプーリ３１３と、を備えている。これにより、フィルム搬送部３１は、フィルムロール３０から包装フィルムを繰り出し、繰り出した包装フィルムを弛ませることな

く製袋部３３に搬送するように構成されている。

[0038] 内容物搬送部３２は、包装対象となる内容物ＷＡを搬送するコンベア３２１と、コンベア３２１を駆動するサーボモータ（サーボ２）３２２と、を備えている。図３に例示されるように、内容物搬送部３２は、フィルム搬送部３１の下方を経て、製袋部３３に連結している。これにより、内容物搬送部３２により搬送される内容物ＷＡは、製袋部３３に供給されるとともに、フィルム搬送部３１から供給された包装フィルムにより包装される。また、コンベア３２１の下流の情報には、内容物ＷＡの位置を検知するファイバセンサ（センサ１）３２４が設けられている。さらに、コンベア３２１の下方には、内容物ＷＡの乗り上げ等を検知するファイバセンサ（センサ２）３２５が設けられている。これらセンサ１，２により、内容物ＷＡが正しく包装されるために、正しい位置で搬送されているか否かを検知する。

[0039] 製袋部３３は、コンベア３３１と、コンベア３３１を駆動するサーボモータ（サーボ３）３３２と、包装フィルムを搬送方向にシールするセンターシール部３３３と、包装フィルムを搬送方向の両端側で切断し、各端部でシールするエンドシール部３３４と、を備えている。

[0040] コンベア３３１は、内容物搬送部３２から搬送された内容物ＷＡとフィルム搬送部３１から供給された包装フィルムとを搬送する。フィルム搬送部３１から供給された包装フィルムは、幅方向の両側端縁部同士が重なるように適宜折り曲げられつつ、センターシール部３３３に供給される。センターシール部３３３は、例えば、左右一対の加熱ローラ（ヒータ１，２）により構成されており、折り曲げられた包装フィルムの両側端縁部を加熱により搬送方向に沿ってシールする。これにより、包装フィルムは、筒状に形成される。内容物ＷＡは、この筒状に形成された包装フィルム内に投入される。また、エンドシール部３３４の上流側には、コンベア３３１の上方に、内容物ＷＡの位置を検知するファイバセンサ（センサ３）３３６が設けられている。

[0041] 一方、エンドシール部３３４は、例えば、サーボモータ３３５により駆動されるローラと、ローラの回転によって開閉する一対のカッタと、各カッタ

の両側に設けられるヒータ（ヒータ３）と、を有している。これらにより、エンドシール部３３４は、搬送方向に直交する方向に筒状の包装フィルムをカットするとともに、カットした部分で加熱によりシールすることができるように構成されている。このエンドシール部３３４を通過すると、筒状に形成された包装フィルムの先端部分は、搬送方向の両側でシールされ、後続から分離されて、内容物ＷＡを内包する包装体ＷＢとなる。

[0042] ＜２－１－３．包装工程＞

以上の包装機３は、次のような工程で、内容物ＷＡの包装を行うことができる。すなわち、フィルム搬送部３１によって、フィルムロール３０から包装フィルムを繰り出す。また、内容物搬送部３２によって、包装対象となる内容物ＷＡを搬送する。次に、製袋部３３のセンターシール部３３３によって、繰り出された包装フィルムを筒状に形成する。そして、形成した筒状の包装フィルムに内容物ＷＡを投入した上で、エンドシール部３３４によって、搬送方向に直交する方向に筒状の包装フィルムをカットすると共に、カットした部分の搬送方向の両側で加熱によりシールする。これにより、内容物ＷＡを内包する横ピロー型の包装体ＷＢが形成される。すなわち、内容物ＷＡの包装が完了する。

[0043] なお、包装機３の駆動の制御は、包装機３とは別個に設けたＰＬＣなどで行うこともできる。この場合、上述した動作状態データ１２４は、ＰＬＣから取得することができる。また、上記のように構成された包装機３では、一例として、異常の因果関係を構築するために、１０個の機構が設定されている。すなわち、上述したサーボ１～４，ヒータ１～３，及びセンサ１～３が機構として設定され、異常が発生するときの、これら機構間の因果関係が因果関係モデルとして構築される。詳細は後述する。

[0044] ＜２－２．機能構成＞

次に、解析装置１の機能構成（ソフトウエア構成）を説明する。図４は、本実施形態に係る解析装置１の機能構成の一例である。解析装置１の制御部１１は、記憶部１２に記憶されたプログラム８をＲＡＭに展開する。そして

、制御部１１は、ＲＡＭに展開されたプログラム８をＣＰＵにより解釈及び実行して、各構成要素を制御する。これによって、図４に示すように、本実施形態に係る解析装置１は、特徴量取得部１１１、モデル構築部１１２、及び表示制御部１１３を備えるコンピュータとして機能する。

[0045] 特徴量取得部１１１は、包装機３が包装体ＷＢを正常に形成した正常時、及び形成される包装体ＷＢに異常が生じた異常時それぞれについて、包装機３の動作状態を示す動作状態データ１２４から算出される複数種類の特徴量の値を取得する。モデル構築部１１２は、取得した正常時及び異常時それぞれの各種類の特徴量の値から、形成される包装体ＷＢに生じる異常と各種類の特徴量との関連度を導出する所定のアルゴリズムに基づいて、取得した複数種類の特徴量の中から異常の予測に有効な特徴量を選択する。そして、選択した特徴量を用いて、異常が生じるときの、機構間の因果関係を示す因果関係モデル１２３を構築する。

[0046] 表示制御部１１３は、上述した包装機３の概略図、因果関係モデル、各種の特徴量等を表示装置２の画面２１に表示する機能を有する。その他、表示制御部１１３は、表示装置２の画面２１に各種の情報を表示するための制御を行う。

[0047] 解析装置１の各機能に関しては後述する動作例で詳細に説明する。なお、本実施形態では、以上の機能がいずれも汎用のＣＰＵによって実現される例について説明している。しかしながら、以上の機能の一部又は全部が、１又は複数の専用のプロセッサにより実現されてもよい。また、解析装置１の機能構成に関しては、実施形態に応じて、適宜、機能の省略、置換及び追加が行われてもよい。

[0048] ＜３．動作例＞

次に、上記のように構成された生産システムの動作例を説明する。

[0049] ＜３－１．因果関係モデルの作成＞

まず、図５を用いて、解析装置が因果関係モデルを作成する際の処理手順について説明する。図５は、因果関係モデルを作成する際の解析装置の処理

手順の一例を例示する。

[0050] （ステップＳ１０１）

最初のステップＳ１０１では、解析装置１の制御部１１は、特徴量取得部１１１として機能し、包装機３が包装体ＷＢを正常に形成した正常時、及び形成される包装体ＷＢに異常が生じた異常時それぞれについて、包装機３の動作状態を示す動作状態データ１２４から算出される複数種類の特徴量の値を取得する。

[0051] 具体的には、まず、制御部１１は、正常時と異常時とに分類して、動作状態データ１２４を収集する。収集する動作状態データ１２４の種類は、包装機３の状態を示すデータであれば、特に限定されないが、本実施形態においては、上述した各機構の駆動において生じ得るデータ、例えば、トルク、速度、加速度、温度、圧力等の計測データとすることができる。

[0052] 機構がセンサの場合には、ＯＮ時間、ＯＦＦ時間、ターンＯＮ時間、ターンＯＦＦ時間などの計測データを動作状態データ１２４とすることができる。ＯＮ時間及びＯＦＦ時間は、後述する図６に示すように、対象とするフレーム内での制御信号がＯＮまたはＯＦＦとなっている総時間であり、ターンＯＮ時間及びターンＯＦＦ時間は、対象とするフレーム内で制御信号が初めてＯＮまたはＯＦＦになるまでの時間である。その他、制御部１１は、各センサの検出結果、例えば、内容物ＷＡが存在するか否かを「on」と「off」とで示す検出データを動作状態データ１２４として取得することができる。なお、収集した動作状態データ１２４は、記憶部１２に蓄積してもよいし、外部の記憶装置に蓄積してもよい。

[0053] 次に、制御部１１は、特徴量を算出する処理範囲を規定するため、収集した動作状態データ１２４をフレーム毎に分割する。例えば、制御部１１は、動作状態データ１２４を一定時間長のフレーム毎に分割してもよい。ただし、包装機３は、必ずしも一定時間間隔で動作しているとは限らない。そのため、動作状態データ１２４を一定時間長のフレーム毎に分割すると、各フレームに反映される包装機３の動作がずれてしまう可能性がある。

[0054] そこで、本実施形態では、制御部１１は、動作状態データ１２４をタクト時間毎にフレーム分割する。タクト時間は、製品を所定個数分生産する、すなわち、包装体ＷＢを所定個数分形成するのにかかる時間である。このタクト時間は、包装機３を制御する信号、例えば、包装機３の各サーボモータ等の動作を制御する制御信号に基づいて特定することができる。

[0055] 図６を用いて、制御信号とタクト時間との関係について説明する。図６は、制御信号とタクト時間との関係を模式的に例示する。図６に示すように、包装機３のような製品の生産を繰り返す生産設備に対する制御信号は、所定個数分の製品の生産に応じて「on」と「off」とが周期的に表れるパルス信号になっている。

[0056] 例えば、図６に示す制御信号では、１つの包装体ＷＢを形成する間に、「on」と「off」とが１回ずつ表れている。そこで、制御部１１は、この制御信号を包装機３から取得し、取得した制御信号の立ち上がり（「on」）から次の立ち上がり（「on」）までの時間をタクト時間とすることができる。そして、制御部１１は、図６に示すように、タクト時間毎に動作状態データ１２４をフレームに分割することができる。

[0057] なお、制御信号の種類は、包装機３を制御するのに利用可能な信号であれば、特に限定されなくてもよい。例えば、包装機３が、包装フィルムに付されたマークを検知するためのセンサを備えており、このセンサの出力信号を包装フィルムの送り量の調節に利用する場合には、このセンサの出力信号を制御信号として利用してもよい。

[0058] 次に、制御部１１は、動作状態データ１２４の各フレームから特徴量の値を算出する。特徴量の種類は、生産設備の特徴を示すものであれば、特に限定されなくてもよい。

[0059] 例えば、動作状態データ１２４が上記計測データのような量的データ（図６の物理量データ）である場合には、制御部１１は、フレーム内の振幅、最大値、最小値、平均値、分散値、標準偏差、自己相関係数、フーリエ変換により得られるパワースペクトルの最大値、歪度、尖度等を特徴量として算出

してもよい。

[0060] また、例えば、動作状態データ１２４が上記検出データのような質的データ（図６のパルスデータ）である場合には、制御部１１は、各フレーム内の「on」時間、「off」時間、Ｄｕｔｙ比、「on」回数、「off」回数、等を特徴量として算出してもよい。

[0061] さらに、特徴量は、単一の動作状態データ１２４からだけではなく、複数件の動作状態データ１２４から導出してもよい。例えば、制御部１１は、２種類の動作状態データ１２４の対応するフレーム同士の相互相関係数、比率、差分、同期のずれ量、距離、等を特徴量として算出してもよい。

[0062] 制御部１１は、動作状態データ１２４から上記のような特徴量を複数種類算出する。これにより、制御部１１は、正常時及び異常時それぞれについて、動作状態データ１２４から算出される複数種類の特徴量の値を取得することができる。なお、動作状態データ１２４の収集から特徴量の値の算出までの処理は、解析装置１ではなく、包装機３またはそれを制御する各種の装置で行うようにしてもよい。また、制御部１１は、各種類の特徴量の値を、例えば、閾値より高い状態を「１」又は「high」、閾値を低い状態を「０」又は「low」というように離散化してもよい。

[0063] （ステップＳ１０２）

次のステップＳ１０２では、制御部１１は、モデル構築部１１２として機能し、ステップＳ１０１で取得した正常時及び異常時それぞれの各種類の特徴量の値から、形成される包装体ＷＢに生じる異常と各種類の特徴量との関連度を特定する所定のアルゴリズムに基づいて、取得した複数種類の特徴量の中から異常の予測に有効な特徴量を選択する。

[0064] 所定のアルゴリズムは、例えば、ベイジアンネットワークを利用して構成されてもよい。ベイジアンネットワークは、複数の確率変数間の因果関係を有向非巡回グラフ構造で表現すると共に、各確率変数間の因果関係を条件付確率で表現するグラフィカルモデリングの１つである。

[0065] 制御部１１は、取得した各特徴量及び包装体ＷＢの状態を確率変数として

扱って、すなわち、取得した各特徴量及び包装体ＷＢの状態を各ノードに設定して、ベイジアンネットワークを構築することで、各特徴量と包装体ＷＢの状態との因果関係を導出することができる。ベイジアンネットワークの構築には、公知の方法が用いられてよい。例えば、ベイジアンネットワークの構築には、Greedy Search アルゴリズム、Stingy Search アルゴリズム、全探索法等の構造学習アルゴリズムを用いることができる。また、構築されるベイジアンネットワークの評価基準には、ＡＩＣ（Akaike’s. Information Criterion）、Ｃ４．５、ＣＨＭ（Cooper Herskovits Measure）、ＭＤＬ（Minimum Description Length）、ＭＬ（Maximum Likelihood）等を用いることができる。また、ベイジアンネットワークの構築に利用する学習データ（動作状態データ１２４）に欠損値が含まれる場合の処理方法として、ペアワイズ法、リストワイズ法等を用いることができる。

[0066] 例えば、図７Ａは、革ベルトの摩耗が異常イベントであるときの因果関係モデルを示している。すなわち、サーボ１の特徴量であるトルク平均値と位置の標準偏差が、サーボ２の特徴量である速度平均値とトルク最大値に影響を与え、さらにこれらがサーボ４のトルク平均値に影響を与える、という因果関係モデルが構築される。

[0067] 図７Ｂは、内容物搬送部３２のコンベア３２１のチェーンの緩みが異常イベントであるときの因果関係モデルを示している。すなわち、センサ２の特徴量であるＯＮ時間が、センサ３の特徴量であるターンＯＮ時間に影響を与え、さらにこれがサーボ４のトルク平均値に影響を与える、という因果関係モデルが構築される。

[0068] 図７Ｃは、包装フィルムのシール不良が異常イベントであるときの因果関係モデルを示している。この異常イベントについては、サーボ４のトルク平均値のみが原因であるという因果関係モデルが構築される。このように構築された因果関係モデルは、因果関係モデルデータ１２３として、記憶部１２に記憶される。

[0069] なお、取得した各特徴量及び包装体ＷＢの状態を確率変数として取り扱う

方法は、実施の形態に応じて適宜設定可能である。例えば、包装体ＷＢが正常である事象を「０」、包装体ＷＢに異常が発生している事象を「１」として、それぞれの事象に確率を対応させることにより、包装体ＷＢの状態を確率変数とみなすことができる。また、例えば、各特徴量の値が閾値以下である事象を「０」、各特徴量の値が閾値を超えている事象を「１」として、それぞれの事象に確率を対応させることにより、各特徴量の状態を確率変数とみなすことができる。ただし、各特徴量に対して設定する状態数は、２つに限定されなくてもよく、３つ以上であってもよい。

[0070] ＜３－２．因果関係モデルの表示＞

次に、上記のように構築された因果関係モデルの表示について説明する。このとき、解析装置１の制御部１１は、表示制御部１１３として機能する。表示制御部１１３は、以下に示す画面２１の表示を制御する。まず、表示制御部１１３は、記憶部１２から読み出した概略図１２２と、上述した因果関係モデル１２３とを重ねて表示装置２の画面２１に表示する。図８は、本実施形態における異常イベントの原因要素となり得る機構を、概略図に重ね合わせた図である。ここでは、上述したように、因果関係モデルのノードであるサーボ１～４，ヒータ１～３，及びセンサ１～３を、概略図において、それらが設置される位置に配置している。そして、次に説明する表示装置２の画面２１においては、ユーザによって選択された異常イベントに応じて、これらの機構の中から、因果関係モデルを構築する機構がノードとして選択されるとともに、因果関係を示す矢印が示されたエッジがノードとともに表示される。

[0071] 図９Ａは、因果関係モデルを示す表示装置２の画面２１の例である。この画面２１は、上述した入力装置１５により操作することができる。この画面２１には、左上に異常イベントを選択するための選択ボックス２１１が表示され、プルダウンメニューにより、異常イベントを選択できるようになっている。この例では、革ベルトの摩耗、チェーンの緩み、及びシール不良が異常イベントとして示され、この中から革ベルトの摩耗が選択されている。

[0072] この選択ボックス２１１の下側には、包装機の概略図と因果関係モデルとが重ねられた異常原因図２１２が表示されている。図９Ａの例では、異常イベントが革ベルトの摩耗であるときの異常原因図が表示されている。そして、この異常原因図２１２の左下には、選択された異常イベントに応じ、原因要素となる機構とその特徴量とが示されたリスト２１３が表示されている。ユーザは、このリスト２１３の中から、いずれかの機構及び特徴量を選択することができ、いずれかを選択すると、異常原因図２１２の中の対応する機構が強調表示される。この例では、リスト２１３の中から（サーボ１－トルク平均値）が選択されており、これによって、異常原因図２１２の中のサーボ１が強調表示される。強調表示は、種々の方法が可能であり、着色、点滅等、他のノードと区別できるように表示されればよい。

[0073] さらに、リスト２１３の左側には、選択された特徴量の経時変化がグラフ２１４によって表示されている。この例では、（サーボ１－トルク平均値）が選択されているため、その経時的な変化を示す折れ線グラフ２１４が表示されている。

[0074] 図９Ｂは、ボックス２１１において、チェーンの緩みが異常イベンとして表示された例を示している。これにより、リスト２１３には、チェーンの緩みの原因要素となる機構と特徴量が表示されている。ここでは、（サーボ４－トルク平均値）が選択されているため、異常原因図２１２のサーボ４が強調されるとともに、（サーボ４－トルク平均値）の経時的な変化を示す折れ線グラフ２１４が表示されている。

[0075] 図９Ｃは、ボックス２１１において、シール不良が異常イベンとして表示された例を示している。これにより、リスト２１３には、シール不良の原因要素となる機構と特徴量が表示されている。ここでは、（サーボ４－トルク平均値）が選択されているため、異常原因図のサーボ４が強調されるとともに、（サーボ４－トルク平均値）の経時的な変化を示す折れ線グラフ２１４が表示されている。

[0076] 上記の画面２１の操作をまとめると、以下の通りである。まず、ユーザは

、入力装置１５によって、選択ボックス２１１から確認を行うべき異常イベントを選択する。これにより、表示制御部１１３は、選択された異常イベントに対応する異常原因図２１２及びリスト２１３を画面に表示する。そして、リスト２１３から、いずれかの特徴量が選択されると、対応する異常原因図２１２のノードが強調表示されるとともに、選択された特徴量の経時変化を示すグラフ２１４が表示される。したがって、ユーザは、この画面２１を見ながら、異常イベントに係る因果関係を視認することができる。なお、グラフ２１４に表示する特徴量の経時変化の期間は、ユーザが適宜設定することができる。

[0077] ＜３－３．因果関係モデルの変化＞

次に、因果関係モデルの変化について説明する。上記のように構築される因果関係モデルは、包装機を長時間に亘って駆動することで、経時的に変化する可能性がある。したがって、因果関係モデルの構築は、所定期間ごとに行うことが好ましい。例えば、ある時刻Ｔ１に、図７Ａに示すような革ベルトの摩耗に係る因果関係モデルを構築したとし、それから所定期間が経過した時刻Ｔ２に、革ベルトの摩耗に係る因果関係モデルを構築すると、図１０に示すような因果関係モデルが構築されたとする。これは、時刻Ｔ１においては、サーボ１，３，４が革ベルトの摩耗の原因要素となっていたが、経時的な変化により、サーボ１は、原因要素ではなくなったことを意味する。すなわち、時刻Ｔ２の時点では、サーボ３の速度最小値とトルク最大値が、サーボ４のトルク平均値に影響を与え、これによって革ベルトの摩耗が生じることになった。

[0078] したがって、ユーザは、このような経時変化による因果関係モデルの変化を知る必要があり、これによって、異常が発生したときの修理を容易に行うことができる。そのため、本実施形態においては、所定期間おきに因果関係モデルを構築し、変化があった場合には、これを画面に表示することとした。図１１は、画面表示の一例を示す。図１１に示すように、画面には、時刻Ｔ１と時刻Ｔ２での因果関係モデルを並べて表示している。そして、２つの

因果関係モデルの相違点を強調表示している。すなわち、時刻Ｔ２では、サーボ１とサーボ２との間の因果関係が消滅したため、２つの因果関係モデルにおいて、サーボ１，２，及びその間のエッジを太線で示している。但し、強調表示の方法は特には限定されず、着色したり、点滅させるなど、種々の方法がある。

[0079] また、図１２Ａは、時刻Ｔ１におけるサーボ１とサーボ３の特徴量の１つの頻度分布、相関、時間変化を示したものであり、図１２Ｂは、時刻Ｔ２におけるサーボ１とサーボ３の特徴量の１つの頻度分布、相関、時間変化を示したものである。このような各特徴量の個別を画面２１に表示することで、因果関係モデルがなぜ変化したかを詳細に検討することができる。なお、図１２で示した特徴量に係るデータは、一例であり、他の指標を用いることもできる。

[0080] このような因果関係モデルの変化は、上記のように変化があったときに、解析装置１が表示装置２に表示するようにしてもよいし、ユーザが自らの操作で定期的に因果関係モデルを表示することもできる。また、音、光、画面への表示などで、変化があったときに、これを報知することもできる。

[0081] ＜４．特徴＞

（１）本実施形態によれば、複数の時期において因果関係モデルを構築し、これらを表示するように構成されている。そのため、複数の時期において構築された因果関係モデルの比較を行うことができる。これにより、例えば、複数の時期において因果関係モデルの変化が生じたときには、異常の原因要素に何らかの経時的な変化が生じたことが分かるため、因果関係モデルの相違点を確認することで、異常の原因を容易に特定することができる。また、因果関係モデルの相違点を強調表示することで、相違点を容易に視認することができる。

[0082] （２）上記のように複数の因果関係モデルを知ることで、例えば、複数の包装機３における因果関係を複数の時期に亘って比較することもできる。これにより、複数の包装機３間の調整が容易になる。

[0083] （３）本実施形態によれば、包装機３の概略図と、この包装機３において生じ得る異常に係る因果関係モデルと、を表示装置２の画面２１に表示するようにしている。このとき、画面２１には、概略図と対応するように因果関係モデルが重ねられて表示されるため、因果関係モデルに含まれる原因要素を、概略図を見ながら特定することができる。したがって、包装機３において異常がどこで生じているかを容易に視認することができる。

[0084] （４）異常イベント毎に原因要素と、それに対応する特徴量とをリスト２１３として画面２１に表示するため、異常を解決するための原因要素と、それを制御する特徴量とを視認することができる。例えば、同じ原因要素であっても、異常によって制御されるべき特徴量が異なることがあるため、リスト２１３を見ることで、どの特徴量を制御すべきかを容易に知ることができる。

[0085] ＜５．変形例＞

以上、本発明の実施の形態を詳細に説明してきたが、前述までの説明はあらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。例えば、以下のような変更が可能である。なお、以下では、上記実施形態と同様の構成要素に関しては同様の符号を用い、上記実施形態と同様の点については、適宜説明を省略した。以下の変形例は適宜組み合わせ可能である。

[0086] ＜５－１＞

複数の因果関係モデルの画面２１における表示方法は、特には限定されず、因果関係モデルの並べ方等は特には限定されない。例えば、相違点の強調表示は必須ではなく、単に因果関係モデルを並べて表示することもできる。また、３以上の時期の因果関係モデルを表示したり、各特徴量の頻度分布などの詳細なデータを合わせて表示することもできる。さらに、図９Ａ～図９Ｃに示す画面２１に合わせて表示することもできる。

[0087] ＜５－２＞

図９Ａ～図９Ｃに示す画面２１には、異常イベントの選択ボックス２１１

、異常原因図２１２、リスト２１３、及びグラフ２１４が表示されているが、これに限定されるものではなく、この中のいくつかが表示されていればよい。例えば、対象となる生産設備によっては、異常イベントが１つの場合もあるため、この場合には、選択ボックス２１１が不要となる。また、画面２１に、全ての要素２１１～２１４を表示する必要はなく、これらを複数の画面に分けて表示し、ユーザがこれらを切り替えられるようにしてもよい。

[0088] ＜５－３＞

上記実施形態で示した因果関係モデルの構築は、一例であり、その他の方法であってもよい。また、他の装置で構築した概略図データ１２２や因果関係モデルデータ１２３を記憶部１２に逐次記憶することもできる。

[0089] ＜５－４＞

包装機３以外の生産設備においても適用可能であり、その場合には、因果関係モデルを構築するための機構も、生産設備に応じて適宜選択することができる。また、複数の生産設備に係る概略図データを記憶部１２に記憶しておき、対応する生産設備ごとに、表示装置２に表示することもできる。

[0090] ＜５－５＞

本発明に係る表示システムは、上記生産システムにおける解析装置１と表示装置２により構成することができる。したがって、上記実施形態の表示装置２が本発明の表示部に相当し、解析装置１の制御部１１及び記憶部１２が、本発明の制御部及び記憶部に相当する。例えば、本発明に係る制御部、記憶部、及び表示部をタブレットＰＣなどで構成することもできる。

符号の説明

[0091] １…解析装置、

１１…制御部

１２…記憶部、

１４…入力装置（入力部）

２…表示装置（表示部）

３…包装機（生産設備）

請求の範囲

[請求項1] 製品を生産する生産設備であって、当該生産設備の駆動を行う少なくとも１つの駆動手段及び前記生産の監視を行う少なくとも１つの監視手段を有し、前記駆動手段及び監視手段が、制御可能な少なくとも１つの特徴量を有している、生産設備に設けられる表示システムであって、

制御部と、

表示部と、

記憶部と、

を備え、

前記制御部は、

前記駆動手段及び監視手段の少なくとも１つから経時的に出力される前記特徴量を取得して前記記憶部に記憶させ、

前記駆動手段及び前記監視手段の中から少なくとも１つ選択され、前記生産設備に生じ得る少なくとも１つの異常の原因要素と、当該原因要素の関係と、を示す因果関係モデルを、取得された前記特徴量に基づいて、所定の時期ごとに構築し、

複数の前記時期において構築された複数の前記因果関係モデルを、前記表示部に表示するように構成されている、表示システム。

[請求項2] 前記制御部は、複数の前記因果関係モデルにおける相違点を強調して前記表示部に表示するように構成されている、請求項１に記載の表示システム。

[請求項3] 前記制御部は、前記各因果関係モデルにおける前記原因要素の特徴量の経時的変化を、前記表示部に、表示する、請求項１または２に記載の表示システム。

[請求項4] 複数の前記時期において構築された複数の前記因果関係モデルに相違点が生じたときに、報知を行う、報知部をさらに備えている、請求項１から３のいずれかに記載の表示システム。

[請求項5] 製品を生産する生産設備であって、当該生産設備の駆動を行う少なくとも１つの駆動手段及び前記生産の監視を行う少なくとも１つの監視手段を有する生産設備において生じ得る異常の因果関係を表示部に表示するための表示方法であって、

前記駆動手段及び監視手段の少なくとも１つから経時的に出力される前記特徴量を取得するステップと、

前記駆動手段及び前記監視手段の中から少なくとも１つ選択され、前記生産設備に生じ得る少なくとも１つの異常の原因要素と、当該原因要素の関係と、を示す因果関係モデルを、取得された前記特徴量に基づいて、所定の時期ごとに構築するステップと、

複数の前記時期において構築された複数の前記因果関係モデルを、前記表示部に表示するステップと、

を備えている、表示方法。

[請求項6] 製品を生産する生産設備であって、当該生産設備の駆動を行う少なくとも１つの駆動手段及び前記生産の監視を行う少なくとも１つの監視手段を有する生産設備において生じ得る異常の因果関係を表示部に表示するための表示プログラムであって、

コンピュータに、

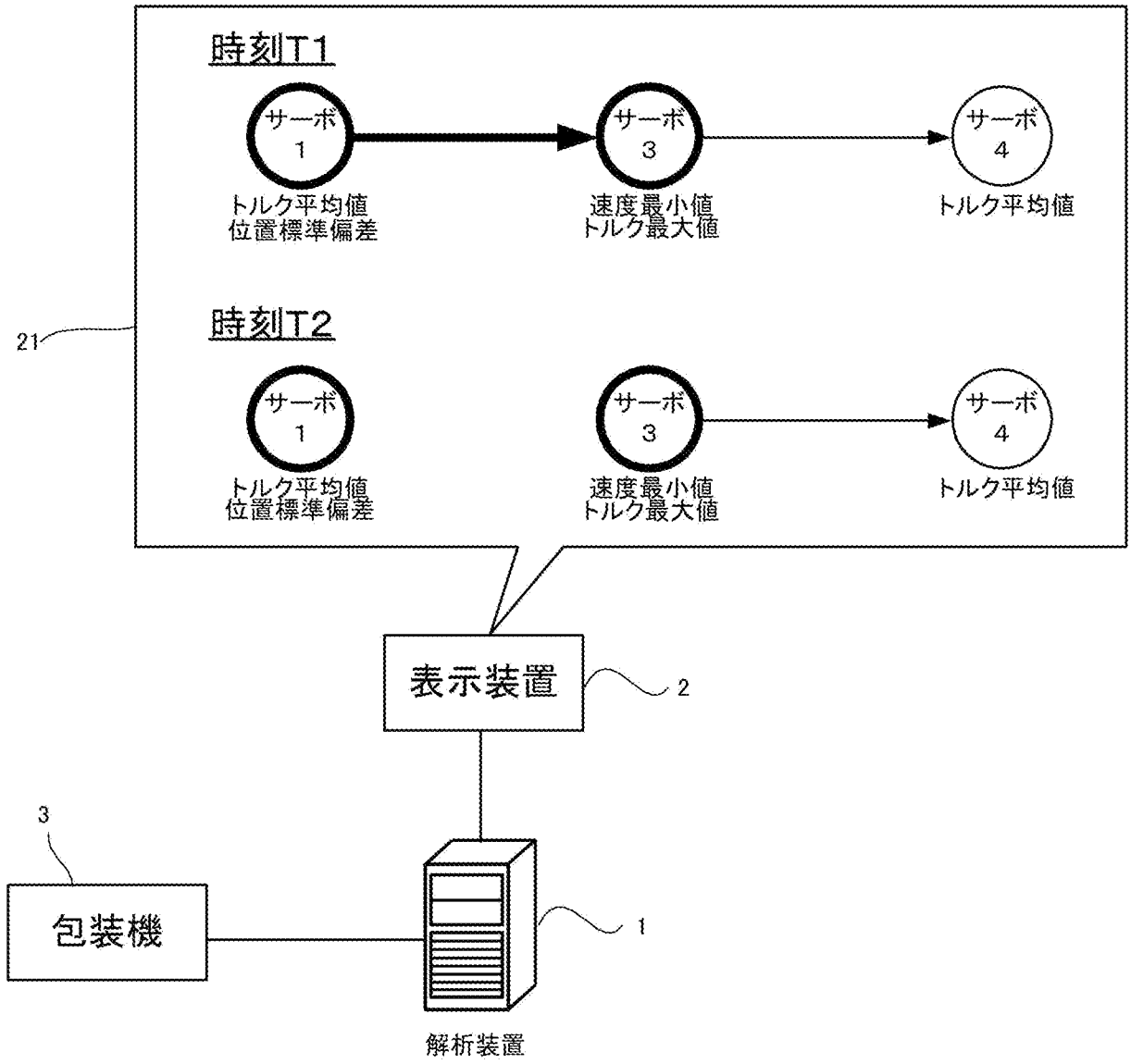
前記駆動手段及び監視手段の少なくとも１つから経時的に出力される前記特徴量を取得するステップと、

前記駆動手段及び前記監視手段の中から少なくとも１つ選択され、前記生産設備に生じ得る少なくとも１つの異常の原因要素と、当該原因要素の関係と、を示す因果関係モデルを、取得された前記特徴量に基づいて、所定の時期ごとに構築するステップと、

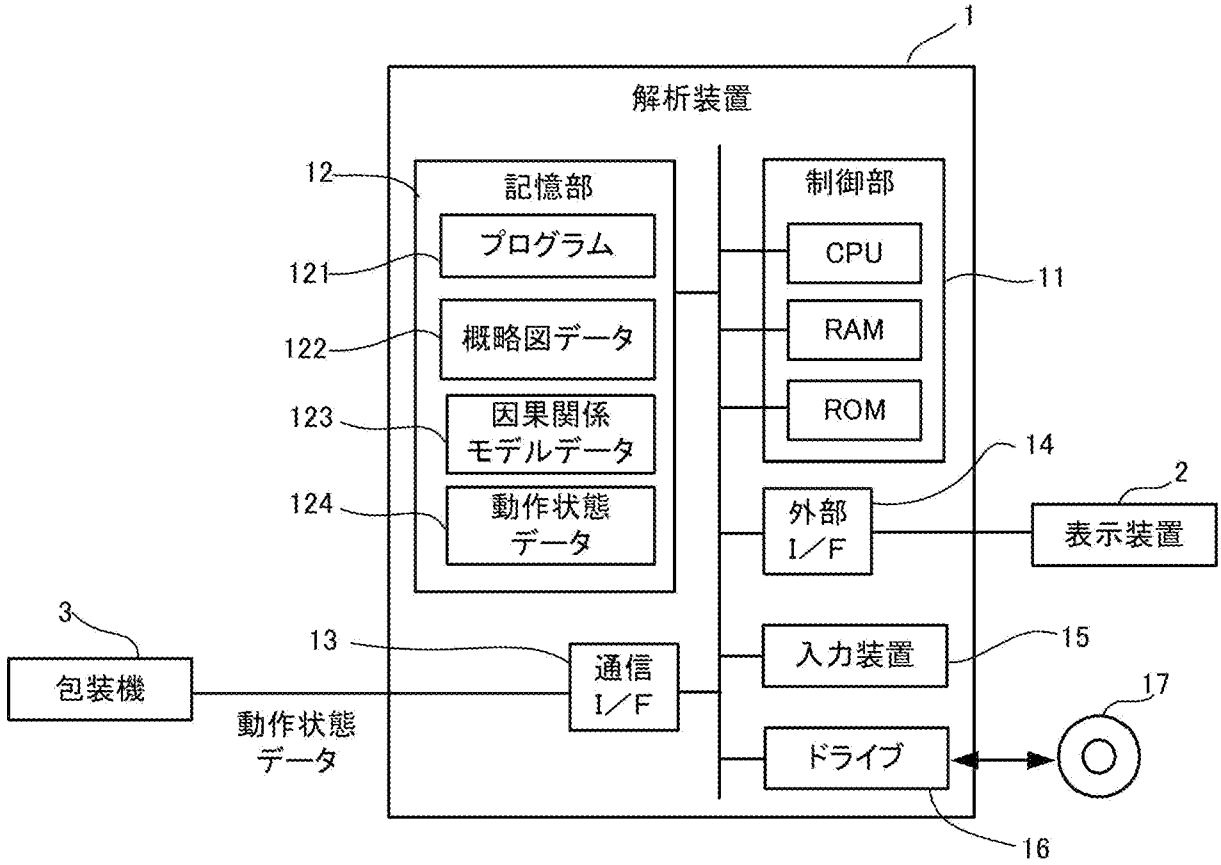
複数の前記時期において構築された複数の前記因果関係モデルを、前記表示部に表示するステップと、

を実行させる、表示プログラム。

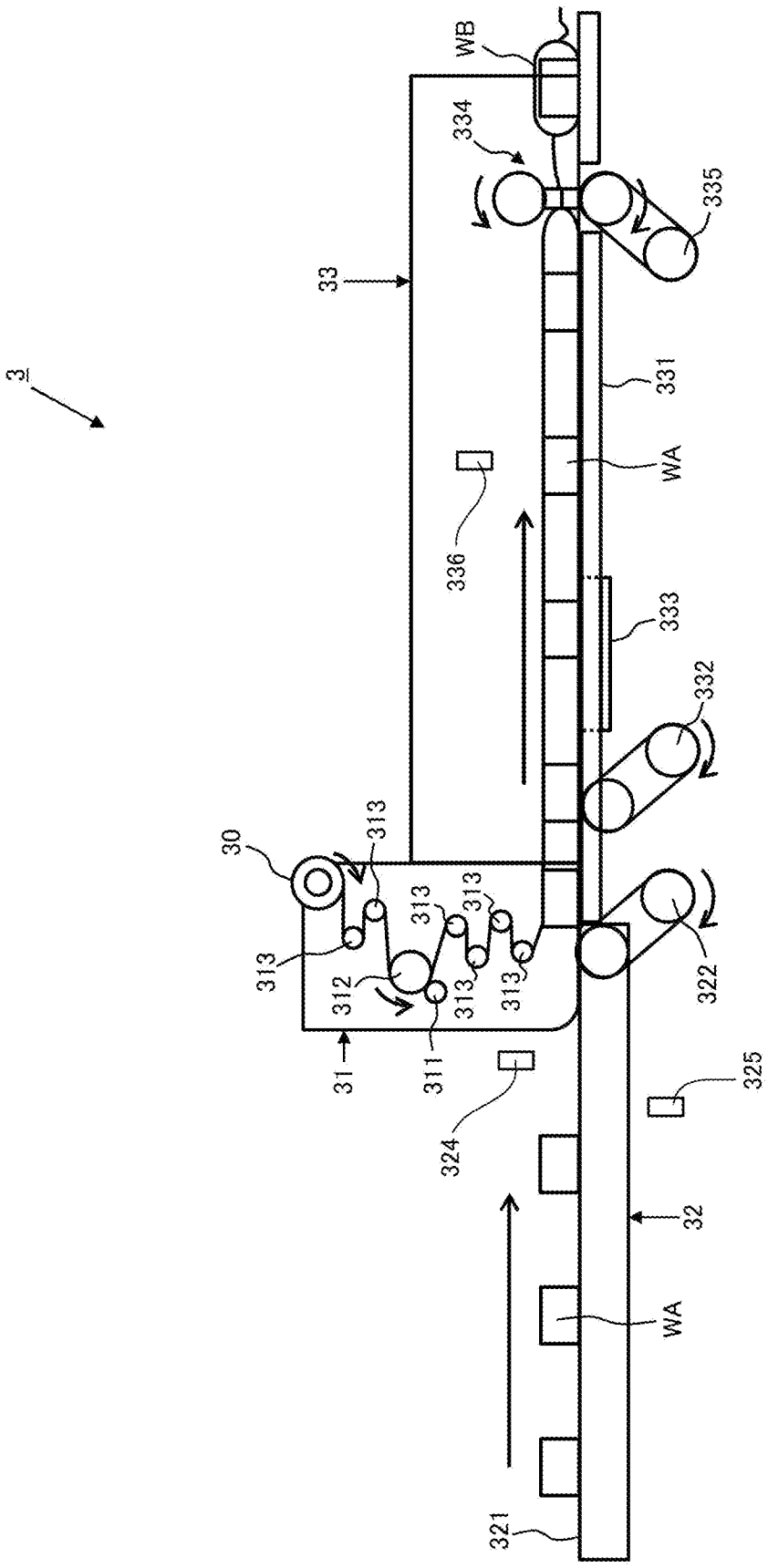
[図1]


時刻T1
サーボ1
トルク平均値
位置標準偏差
サーボ3
速度最小値
トルク最大値
サーボ4
トルク平均値
時刻T2
サーボ1
トルク平均値
位置標準偏差
サーボ3
速度最小値
トルク最大値
サーボ4
トルク平均値
21
表示装置
2
3
包装機
1
解析装置

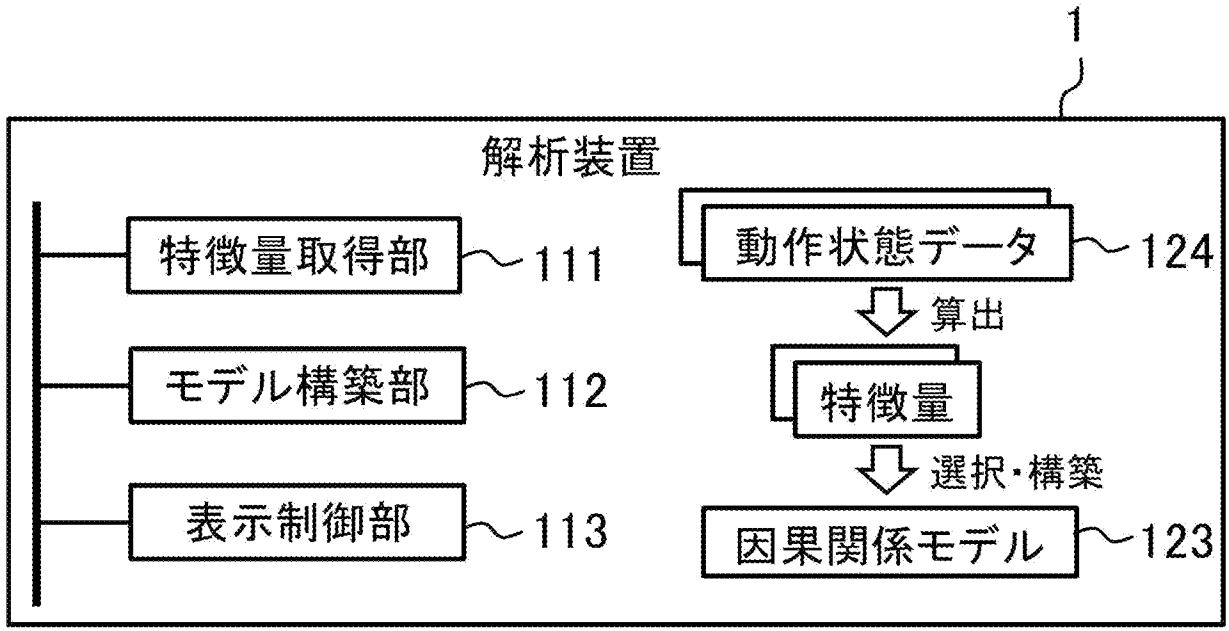
[図2]


1
解析装置
12
記憶部
プログラム
121
概略図データ
122
因果関係
モデルデータ
123
動作状態
データ
124
制御部
CPU
RAM
ROM
11
14
外部
I／F
2
表示装置
3
包装機
13
通信
I／F
動作状態
データ
入力装置
15
17
ドライブ
16

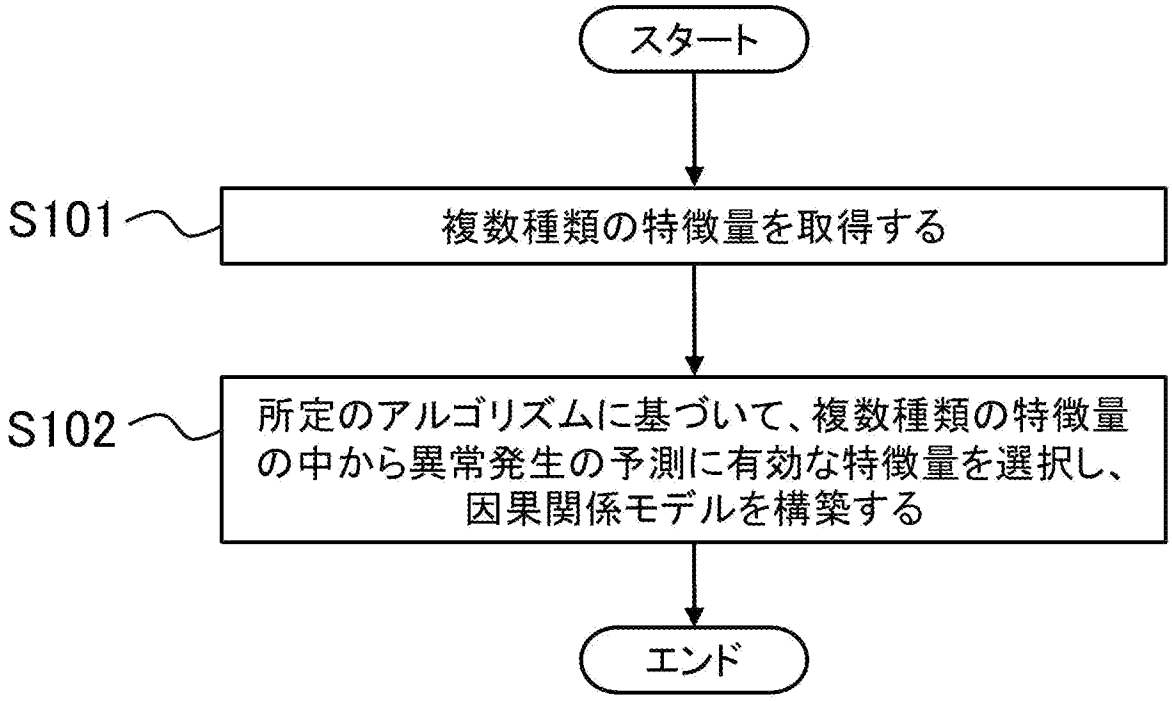
[図3]


3
WB
334
335
33
331
WA
336
333
332
30
313
312
311
322
31
324
325
32
321

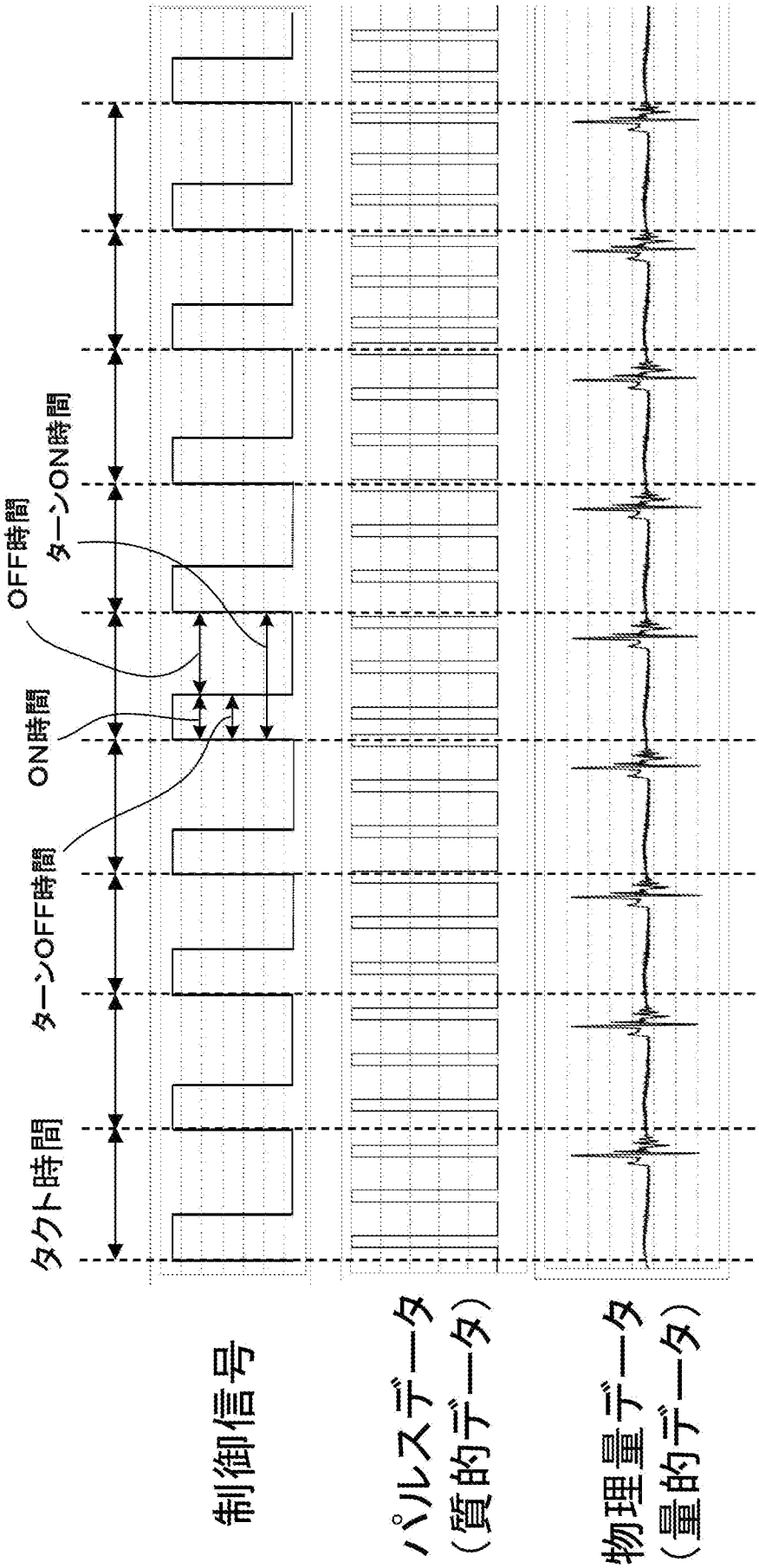
[図4]


1
解析装置
特徴量取得部
111
モデル構築部
112
表示制御部
113
動作状態データ
124
算出
特徴量
選択・構築
因果関係モデル
123

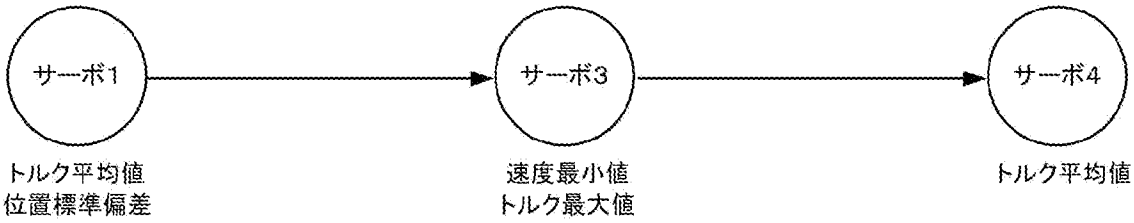
[図5]


スタート
S101
複数種類の特徴量を取得する
S102
所定のアルゴリズムに基づいて、複数種類の特徴量の中から異常発生の予測に有効な特徴量を選択し、因果関係モデルを構築する
エンド

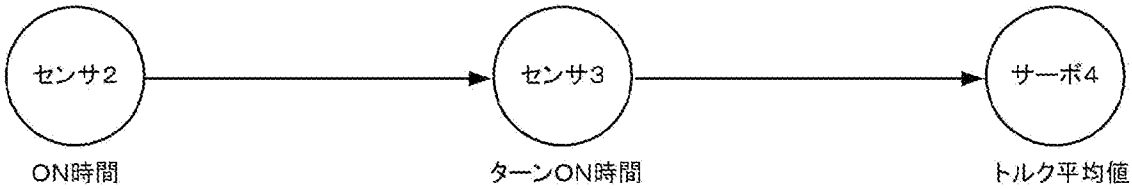
[図6]


タクト時間
ターンOFF時間
ON時間
OFF時間
ターンON時間
制御信号
パルスデータ
（質的データ）
物理量データ
（量的データ）

[図7A]



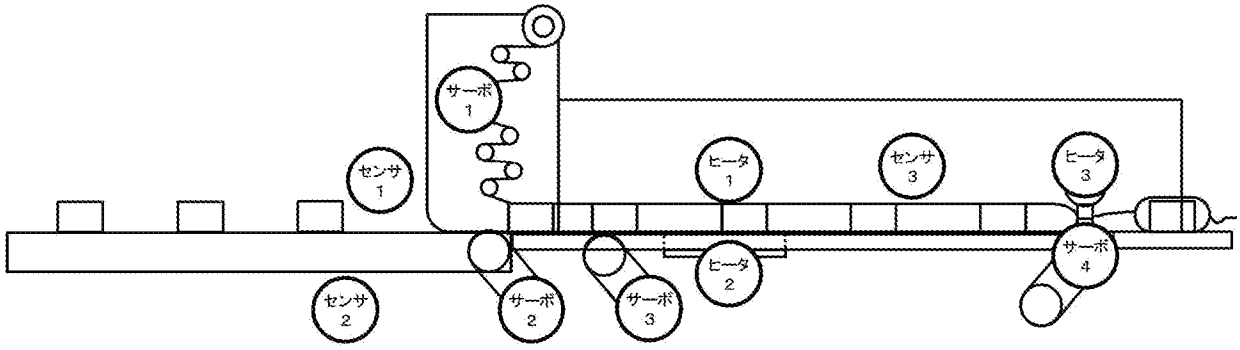
[図7B]



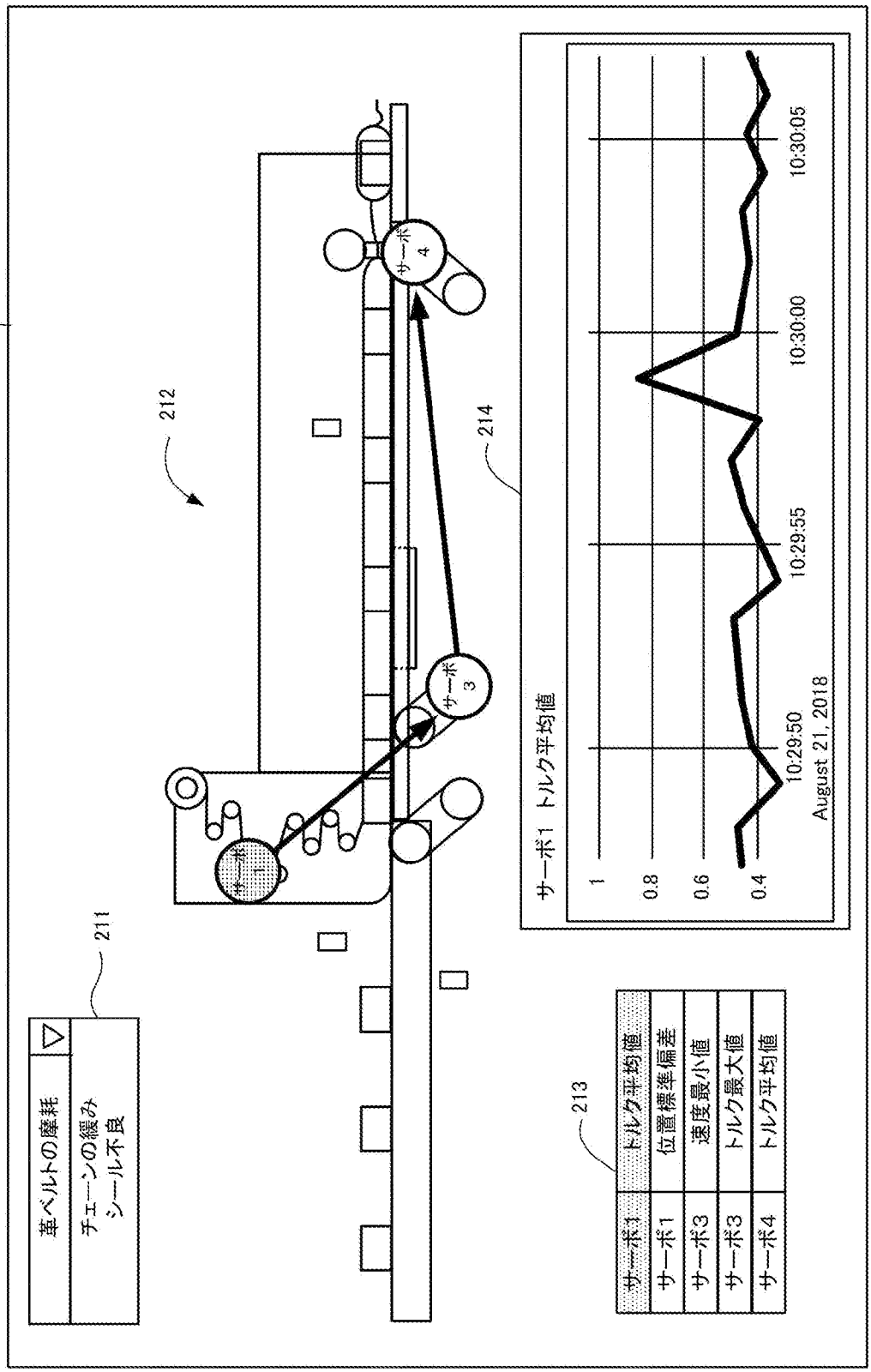
[図7C]



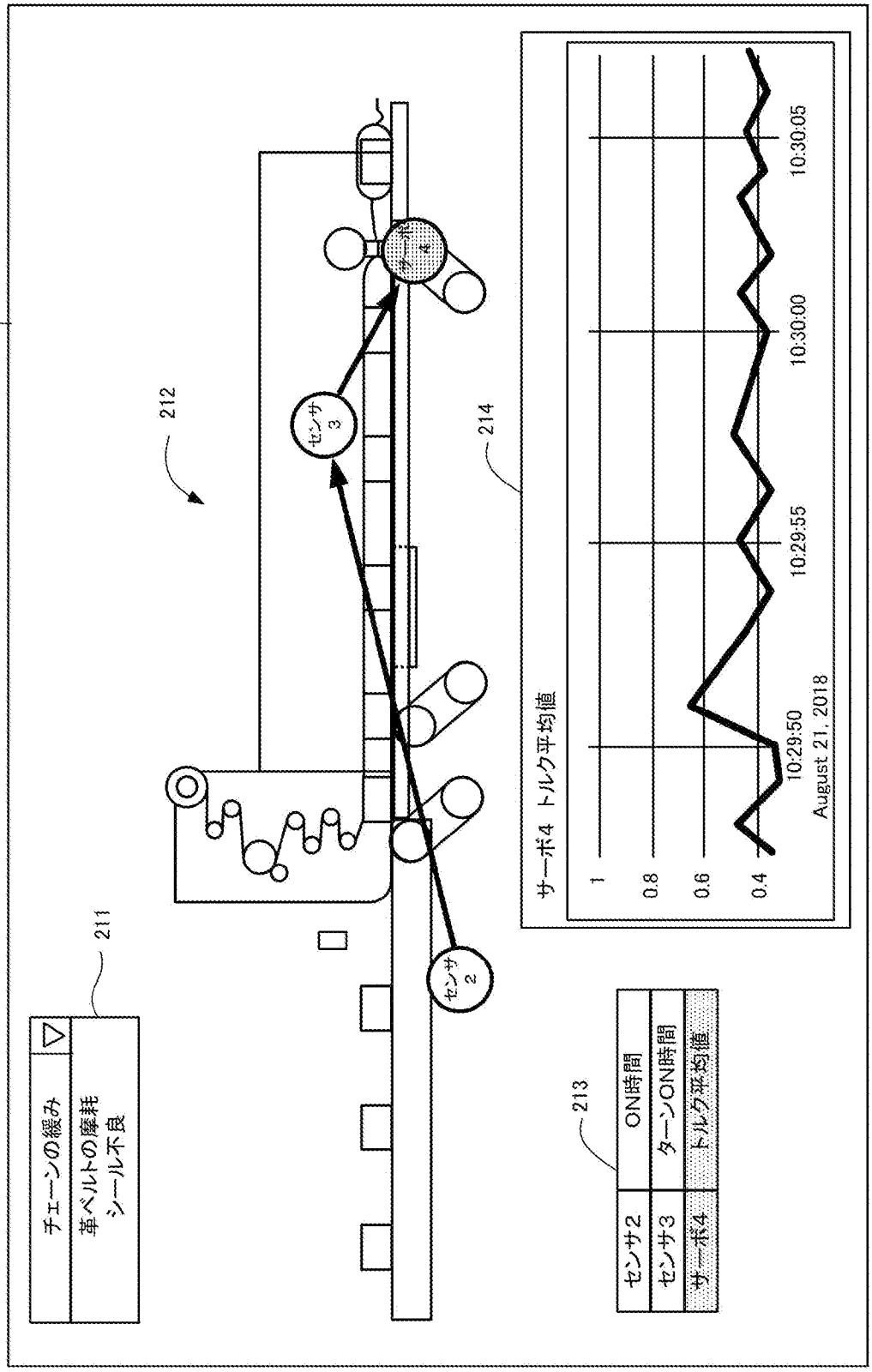
[図8]



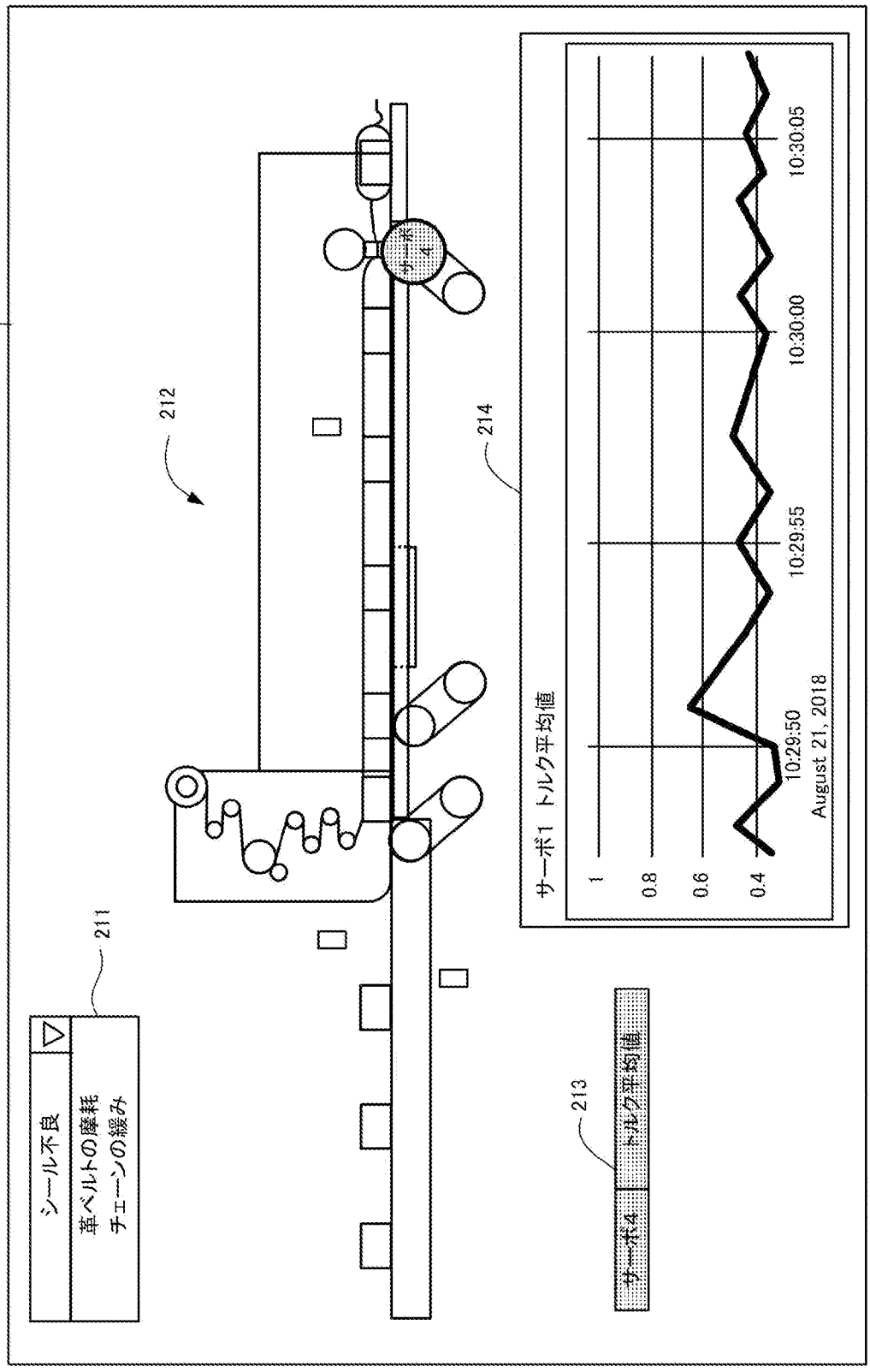
[図9A]


21
212
214
211
213
革ベルトの摩耗
チェーンの緩み
シール不良
サーボ1
サーボ3
サーボ4
サーボ1 トルク平均値
1
0.8
0.6
0.4
10:29:50
10:29:55
10:30:00
10:30:05
August 21, 2018
サーボ1 トルク平均値
サーボ1 位置標準偏差
サーボ3 速度最小値
サーボ3 トルク最大値
サーボ4 トルク平均値

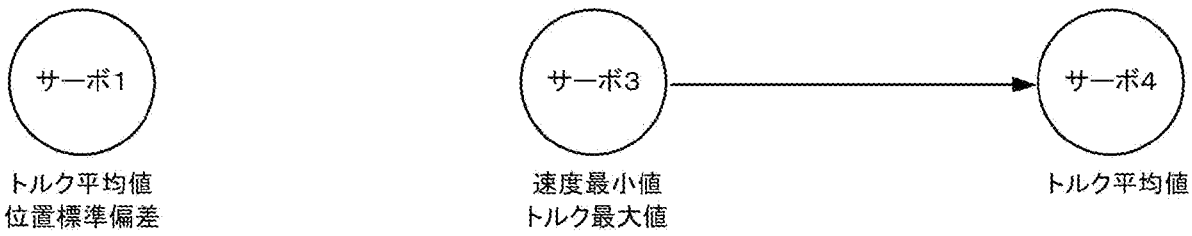
[図9B]


21
212
214
211
213
センサ 3
センサ 2
サーボ 4
チェーンの緩み
革ベルトの摩耗
シール不良
センサ2
センサ3
サーボ4
ON時間
ターンON時間
トルク平均値
サーボ4 トルク平均値
1
0.8
0.6
0.4
10:29:50
August 21, 2018
10:29:55
10:30:00
10:30:05

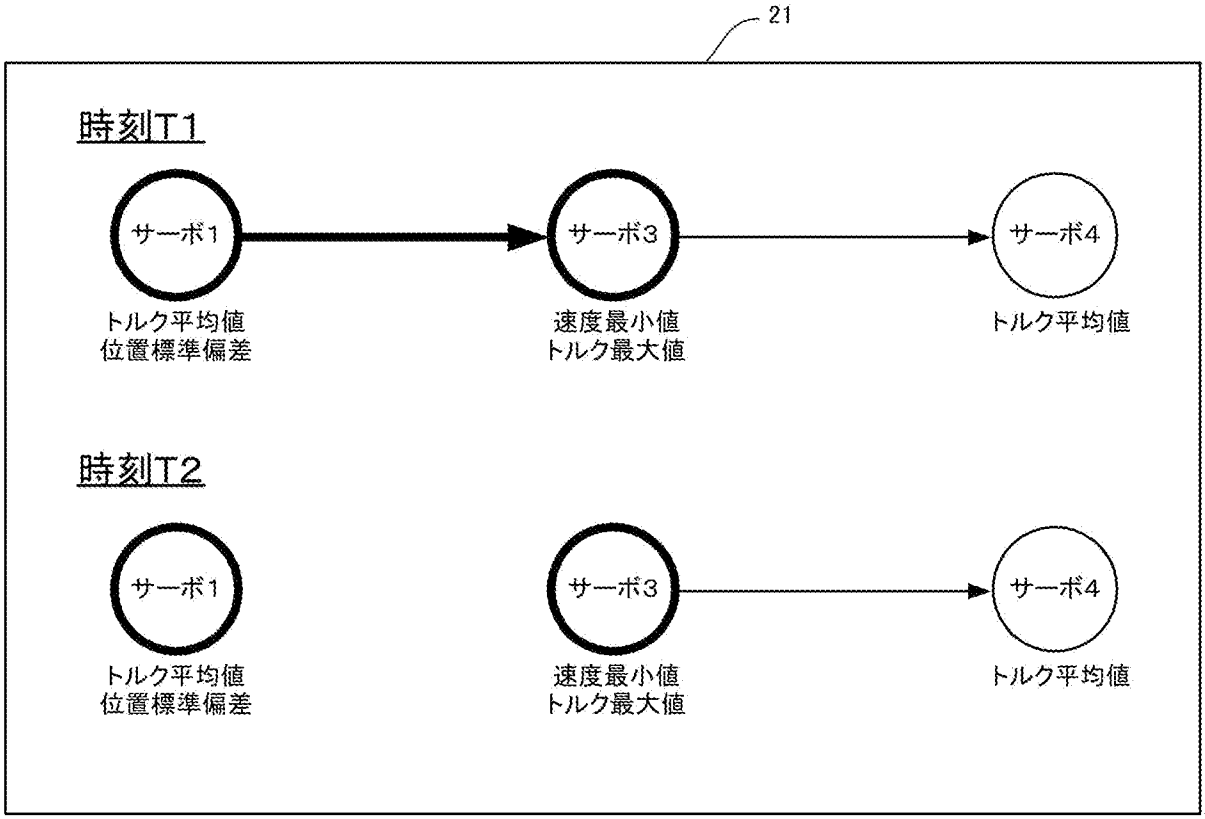
[図9C]


21
212
214
211
213
シール不良
革ベルトの摩耗
チェーンの緩み
サーボ4
トルク平均値
サーボ1 トルク平均値
1
0.8
0.6
0.4
10:29:50
August 21, 2018
10:29:55
10:30:00
10:30:05

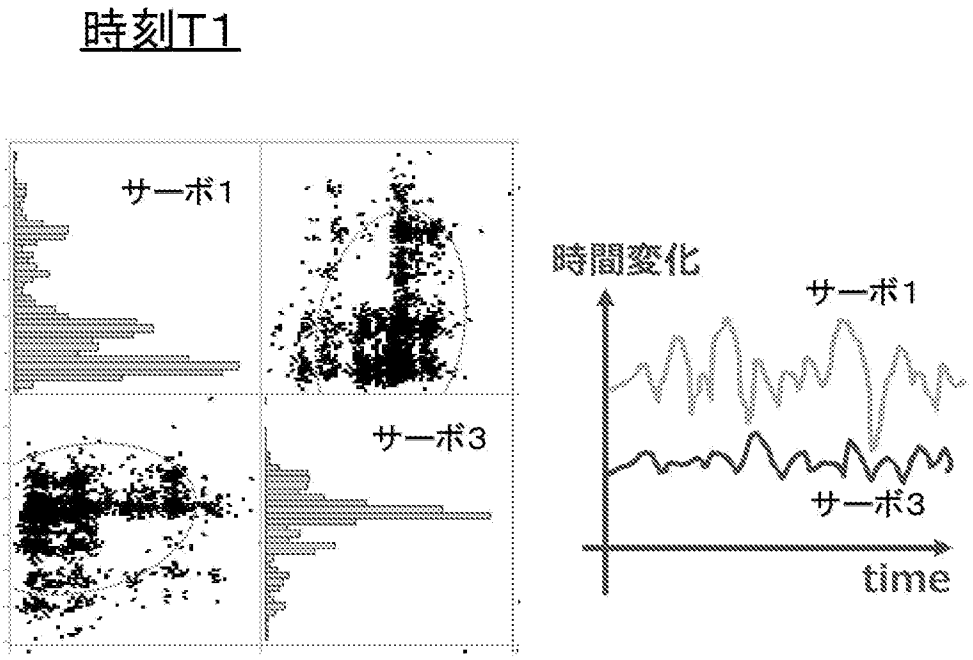
[図10]


サーボ1
トルク平均値
位置標準偏差
サーボ3
速度最小値
トルク最大値
サーボ4
トルク平均値

[図11]

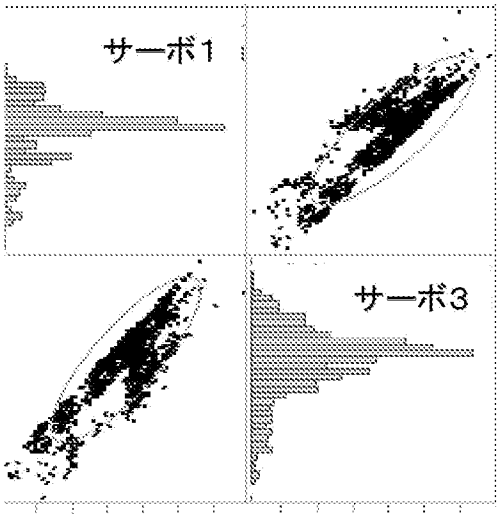

21
時刻T1
サーボ1
トルク平均値
位置標準偏差
サーボ3
速度最小値
トルク最大値
サーボ4
トルク平均値
時刻T2
サーボ1
トルク平均値
位置標準偏差
サーボ3
速度最小値
トルク最大値
サーボ4
トルク平均値

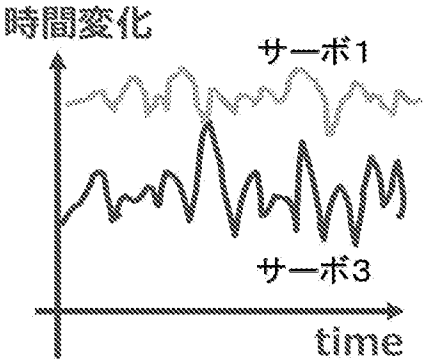
[図12A]


時刻T1
サーボ1
サーボ3
時間変化
サーボ1
サーボ3
time

[図12B]

時刻T2





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/003870

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G05B23/02(2006.01)i, G05B19/418(2006.01)i
FI: G05B19/418 Z, G05B23/02 301Y

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. 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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2018-181021 A (OMRON CORP.) 15 November 2018, paragraphs [0023]-[0218], fig. 1-24	1-6
Y	WO 2018/073960 A1 (NEC CORP.) 26 April 2018, paragraphs [0069]-[0077], fig. 1, 6-8	1-6
Y	JP 2003-162504 A (HITACHI, LTD.) 06 June 2003, paragraphs [0006], [0017]-[0026], fig. 1-3	1-6
Y	JP 2008-3920 A (TOSHIBA CORP.) 10 January 2008, paragraphs [0004], [0005], [0047]-[0050]	4
A	JP 2018-116545 A (OMRON CORP.) 26 July 2018, entire text, all drawings	1-6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
10.03.2020	24.03.2020
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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/003870

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-181021 A	15.11.2018	US 2018/0297731 A1 paragraphs [0047]-[0246], fig. 1-24 EP 3388913 A1 CN 108733010 A	
WO 2018/073960 A1	26.04.2018	(Family: none)	
JP 2003-162504 A	06.06.2003	US 2003/0101261 A1 paragraphs [0006], [0027]-[0041], fig. 1B, 2, 3	
JP 2008-3920 A	10.01.2008	US 2007/0299798 A1 paragraphs [0006], [0007], [0066]-[0069]	
JP 2018-116545 A	26.07.2018	US 2018/0203439 A1 entire text, all drawings EP 3352032 A1 CN 108334890 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/003870

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 301Y

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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 2018-181021 A (オムロン株式会社) 15.11.2018 (2018-11-15) 段落[0023]-[0218],図1-24	1-6
Y	WO 2018/073960 A1 (日本電気株式会社) 26.04.2018 (2018-04-26) 段落[0069]-[0077],図1,6-8	1-6
Y	JP 2003-162504 A (株式会社日立製作所) 06.06.2003 (2003-06-06) 段落[0006],[0017]-[0026],図1-3	1-6
Y	JP 2008-3920 A (株式会社東芝) 10.01.2008 (2008-01-10) 段落[0004]-[0005],[0047]-[0050]	4
A	JP 2018-116545 A (オムロン株式会社) 26.07.2018 (2018-07-26) 全文,全図	1-6

☐ 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
10.03.2020	24.03.2020

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）
山村　秀政 3U 3744

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/JP2020/003870

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-181021 A	15.11.2018	US 2018/0297731 A1 段落[0047]-[0246],図1-24 EP 3388913 A1 CN 108733010 A	
WO 2018/073960 A1	26.04.2018	（ファミリーなし）	
JP 2003-162504 A	06.06.2003	US 2003/0101261 A1 段落[0006],[0027]-[0041], 図1B,2-3	
JP 2008-3920 A	10.01.2008	US 2007/0299798 A1 段落[0006]-[0007],[0066]- [0069]	
JP 2018-116545 A	26.07.2018	US 2018/0203439 A1 全文,全図 EP 3352032 A1 CN 108334890 A	