

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6777142号  
(P6777142)

(45) 発行日 令和2年10月28日(2020.10.28)

(24) 登録日 令和2年10月12日(2020.10.12)

(51) Int.Cl. F I  
**G 0 5 B 23/02 (2006.01)** G O 5 B 23/02 3 O 1 V  
 G O 5 B 23/02 3 O 2 R

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-503062 (P2018-503062)	(73) 特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86) (22) 出願日	平成29年2月21日 (2017. 2. 21)	(74) 代理人	110002044 特許業務法人プライタス
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/006440	(72) 発明者	粟田 昌尚 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87) 国際公開番号	W02017/150286	審査官	影山 直洋
(87) 国際公開日	平成29年9月8日 (2017. 9. 8)		
審査請求日	平成30年6月26日 (2018. 6. 26)		
(31) 優先権主張番号	特願2016-38078 (P2016-38078)		
(32) 優先日	平成28年2月29日 (2016. 2. 29)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 システム分析装置、システム分析方法、及び、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記複数のセンサそれぞれが異常または正常かを時刻毎に判定する異常判定部と

前記時刻毎の判定結果を示す時系列データに基づいて、前記複数のセンサを1以上のグループにクラスタリングするクラスタリング部と、

センサのグループと、各グループに属するセンサを、ユーザに提示する出力部と、を備えている、ことを特徴とするシステム分析装置。

【請求項2】

前記時刻毎の判定結果に基づいて、前記複数のセンサ毎に、当該センサが異常であると判定された時間の長さを特定する履歴情報生成部、

を備え、

前記クラスタリング部は、特定された前記時間の長さに基づいて、クラスタリングする、

請求項1に記載のシステム分析装置。

【請求項3】

前記時刻毎の判定結果に基づいて、前記複数のセンサ毎に、当該センサが継続的に異常と判定された時間の長さを示す継続異常時間を特定する履歴情報生成部、

を備え、

前記クラスタリング部は、前記継続異常時間に基づいて、クラスタリングする、

10

20

請求項 1 に記載のシステム分析装置。

【請求項 4】

前記異常判定部は、

前記複数のセンサそれぞれに用意され、且つ対応するセンサの前記センサ値に応じて当該センサが正常及び異常のいずれであるかを判定するための相関モデルを用いて、前記複数のセンサそれぞれが異常か正常かを時間毎に判定し、

前記履歴情報生成部は、判定結果に基づいて、前記複数のセンサそれぞれの前記継続異常時間を特定する、

請求項 3 に記載のシステム分析装置。

【請求項 5】

コンピュータが実行するシステム分析方法であって、

(a) 対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記複数のセンサそれぞれが異常または正常かを時刻毎に判定する、ステップと、

(b) 前記時刻毎の判定結果を示す時系列データに基づいて、前記複数のセンサを 1 以上のグループにクラスタリングする、ステップと、

(c) センサのグループと、各グループに属するセンサを、ユーザに提示する、ステップと、

を有する、ことを特徴とするシステム分析方法。

【請求項 6】

コンピュータに、

(a) 対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記複数のセンサそれぞれが異常または正常かを時刻毎に判定する、ステップと、

(b) 前記時刻毎の判定結果を示す時系列データに基づいて、前記複数のセンサを 1 以上のグループにクラスタリングする、ステップと、

(c) センサのグループと、各グループに属するセンサを、ユーザに提示する、ステップと、

を実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、システムの状態を分析する、システム分析装置、システム分析方法、およびこれらを実現するためのプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、システムの構成要素から得られるセンサデータに基づいて、システムの状態を分析する、システム分析装置が利用されている。このようなシステム分析装置による分析処理は、システムを安全かつ効率的に運用する目的で行われる。また、その分析処理のひとつに、センサデータを多変量解析することにより、システムの異常を検知する処理がある。このような分析処理では、システム分析装置は、システムの異常を検知すると、異常の発生を、運用者及びシステムに通知する。この結果、異常又は異常の予兆が早期に検知され、対策の初動が早められるので、被害を最小化することが可能となる。

【0003】

分析処理の対象となるシステムとしては、例えば、ICT (Information and Communication Technology) システム、化学プラント、発電所、動力設備等、相互に影響を及ぼしあう要素から構成される、まとまり又は仕組みが挙げられる。

【0004】

ところで、システム分析装置には、システム分析装置がシステムの異常を検知した場合、原因特定に資する情報を提供するものが存在する。提供される情報の一つとして、異常に関連するセンサ名が挙げられる。特許文献 1 及び 2 は、このような異常に関連するセンサ名を運用者及びシステムに通知する技術を開示している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

具体的には、特許文献 1 は、プロセス監視診断装置を開示している。特許文献 1 に開示されているプロセス監視診断装置は、システム分析装置が異常を検知した時点での異常度の高いセンサ名を、異常に関連するセンサ名として提供する。

## 【 0 0 0 6 】

また、特許文献 2 は、時系列データ処理装置を開示している。特許文献 2 に開示された時系列データ処理装置は、一定期間の時系列データから、異常伝播順を推定し、そして、異常に関連するセンサ名を、推定した異常伝播順に並べ替えて提供する。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

10

## 【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 4 - 9 6 0 5 0 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 4 - 1 1 5 7 1 4 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、上記特許文献 1 及び 2 に開示された装置は、複数種類の異常及び異常の予兆を含む事象が検知された場合に、検知された複数の事象を混同して出力してしまう。このため、上記特許文献 1 及び 2 に開示された装置においては、運用者及びシステムが適切に状況を把握できないという問題がある。

20

## 【 0 0 0 9 】

本発明の目的の一例は、上記問題を解消し、分析対象となるシステムにおいて、複数の事象が発生した場合に、各事象を分離して、各事象に対応する情報を出力し得る、システム分析装置、システム分析方法、及びプログラムを提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるシステム分析装置は、  
対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記センサそれぞれの履歴情報を生成する、履歴情報生成部と、  
生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを 1 以上のグループにクラスタリングして得られたクラスタ情報をユーザに提示する、出力部と、  
を備えている、ことを特徴とする。

30

## 【 0 0 1 1 】

また、上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるシステム分析方法は、  
( a ) 対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記センサそれぞれの履歴情報を生成する、ステップと、  
( b ) 生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを 1 以上のグループにクラスタリングして得られたクラスタ情報をユーザに提示する、ステップと、  
を有する、ことを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

40

更に、上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるプログラムは、  
コンピュータに、  
( a ) 対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記センサそれぞれの履歴情報を生成する、ステップと、  
( b ) 生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを 1 以上のグループにクラスタリングして得られたクラスタ情報をユーザに提示する、ステップと、  
を実行させることを特徴とする。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 3 】

以上のように、本発明によれば、分析対象となるシステムにおいて、複数の事象が発生

50

した場合に、各異常を分離して、各事象に対応する情報を出力することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1におけるシステム分析装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態1におけるシステム分析装置の具体的構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態1におけるシステム分析装置による出力結果の一例を示す図である。

【図4】図4は、本発明の実施の形態1におけるシステム分析装置による出力結果の一例を示す図である。

10

【図5】図5は、本発明の実施の形態1におけるシステム分析装置による出力結果の一例を示す図である。

【図6】図6は、本発明の実施の形態1におけるシステム分析装置の動作を示すフロー図である。

【図7】図7は、本発明の実施の形態2におけるシステム分析装置の具体的構成を示すブロック図である。

【図8】図8は、本発明の実施の形態2におけるシステム分析装置の動作を示すフロー図である。

【図9】図9は、本発明の実施の形態1および2におけるシステム分析装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0015】

(実施の形態1)

以下、本発明の実施の形態1における、システム分析装置、システム分析方法、およびプログラムについて、図1～図3を参照しながら説明する。

【0016】

[装置構成]

最初に、図1を用いて本発明の実施の形態1におけるシステム分析装置の概略構成について説明する。図1は、本発明の実施の形態1におけるシステム分析装置の概略構成を示すブロック図である。

30

【0017】

図1に示すように、本実施の形態1におけるシステム分析装置100は、対象となるシステム(以下「分析対象システム」と表記する。)200の分析を行なう装置であり、履歴情報生成部14と、出力部16とを備えている。

【0018】

履歴情報生成部14は、分析対象システム200に備えられた複数のセンサ21それぞれが出力したセンサ値の処理結果に基づいて、センサ21それぞれの履歴情報を生成する。分析対象システム200に備えられたセンサ21の個数は、4個に限られない。出力部16は、生成された履歴情報に基づいて、各センサ21を1以上のグループにクラスタリングして得られたクラスタ情報をユーザに提示する。

40

【0019】

各センサが出力したセンサ値は、分析対象システム200の構成要素から得られる各種の値である。例えば、センサ値としては、分析対象システム200の構成要素に設けられたセンサを通して取得される計測値が挙げられる。そのような計測値としては、弁の開度、液面高さ、温度、流量、圧力、電流、電圧等が挙げられる。また、センサ値としては、そのような計測値を用いて算出される推定値も挙げられる。更に、センサ値としては、分析対象システム200を所望の稼働状態に変更するために情報処理装置によって発せられる制御信号も挙げられる。

【0020】

50

以上のように、本実施の形態では、センサ値の処理結果に基づく履歴情報から得られたセンサ 21 のグループがユーザに提示される。このとき、複数のセンサ 21 は事象に応じてグループ分けされている。このため、本実施の形態によれば、分析対象システム 200 において、複数の事象が発生した場合に、各事象を分離して、各事象に対応する情報を出力することができる。

#### 【0021】

続いて、図 2 を用いて、本実施の形態 1 におけるシステム分析装置の構成について更に具体的に説明する。図 2 は、本発明の実施の形態 1 におけるシステム分析装置の具体的な構成を示すブロック図である。

#### 【0022】

図 2 に示すように、本実施の形態 1 では、システム分析装置 100 は、上述した履歴情報生成部 14 及び出力部 16 に加えて、状態情報収集部 11 と、分析モデル取得部 12 と、異常判定部 13 と、クラスタリング部 15 とを備えている。これらの各部については後述する。

#### 【0023】

また、図 2 に示すように、システム分析装置 100 は、ネットワークを介して、分析対象システム 200 に接続されている。システム分析装置 100 は、分析対象システム 200 のセンサ値から、分析対象システム 200 に発生した異常を分析し、分析結果および付加情報を出力する装置である。なお、図 2 において、履歴情報生成部 14、クラスタリング部 15、及び出力部 16 を囲む破線の矩形は、当該破線で囲まれた各機能ブロックが、異常判定部 13 が出力した情報に基づいて動作することを表している。

#### 【0024】

また、本実施の形態 1 において、分析対象システム 200 は、1 つ以上の装置 20 を含んでおり、この各装置 20 が分析の対象となる。以降においては、装置 20 を「被分析装置」20 と表記する。例えば、分析対象システム 200 の一例としては、発電プラントシステムが挙げられる。この場合、被分析装置 20 としては、例えば、タービン、給水加熱器、復水器などが挙げられる。また、被分析装置 20 には、例えば、配管、信号線など、装置間を接続する要素が含まれていてもよい。更に、分析対象システム 200 は、上述の発電プラントシステムのようにシステム全体であってもよいし、あるシステムにおいてその一部の機能を実現する部分であってもよい。更に、ICT (Information and Communication Technology) システム、化学プラント、発電所、動力設備等、相互に影響を及ぼしあう要素から構成される、まとめり又は仕組みであってもよい。

#### 【0025】

被分析装置 20 それぞれにおいては、各被分析装置 20 が備えるセンサ 21 が、所定タイミング毎にセンサ値を計測し、計測したセンサ値をシステム分析装置 100 に送信する。また、本実施の形態 1 において「センサ」21 は、通常の計測機器のようにハードウェアとしての実態があるものだけではなく、ソフトウェア、制御信号の出力元等も含み、これを一括りとして「センサ」と呼ぶこととする。センサ値は、センサから得られる値である。センサ値の例としては、弁の開度、液面高さ、温度、流量、圧力、電流、電圧等、設備に設置された計測機器によって計測される計測値が挙げられる。センサ値の他の例としては、該計測値から算出される推定値、制御信号の値等も挙げられる。以降では、各センサ値は、整数や小数といった数値で表されるものとする。なお、図 2 においては、1 つの被分析装置 20 に対して 1 つのセンサ 21 が設けられているが、1 つの被分析装置 20 に設けられるセンサ 21 の数は特に限定されるものではない。

#### 【0026】

また、本実施の形態 1 では、各被分析装置 20 から得られるセンサ値に対応するセンサ 21 ごとに、1 つのデータ項目が割り当てられるものとする。また、各分析装置 20 から同一と見なされるタイミングで収集されたセンサ値の集合を、「状態情報」と表記する。また、状態情報に含まれるセンサ値に対応するデータ項目の集合を、「データ項目群」と表記する。

## 【0027】

つまり、本実施の形態1では、状態情報は、複数のデータ項目によって構成される。ここで、「同一と見なされるタイミングで収集される」とは、各被分析装置20で同一時刻または所定範囲内の時刻に計測されることであってもよい。また、「同一と見なされるタイミングで収集される」とは、システム分析装置100による一連の収集処理によって収集されることであってもよい。

## 【0028】

また、本実施の形態1では、被分析装置20とシステム分析装置100との間に、被分析装置20が取得したセンサ値を記憶する記憶装置(図2において図示せず)が設けられていてもよい。そのような記憶装置としては、例えば、データサーバ、DCS(Distributed Control System)、SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)、プロセスコンピュータ等が挙げられる。また、このような態様とする場合は、被分析装置20は、任意のタイミングでセンサ値を取得し、取得したセンサ値を記憶装置に記憶させる。そして、システム分析装置100は、記憶装置に記憶されているセンサ値を所定タイミングで読み出すことになる。

## 【0029】

ここで、システム分析装置100の各機能ブロックの詳細について以下に説明する。まず、状態情報収集部11は、分析対象システム200から状態情報を収集する。分析モデル取得部12は、分析対象システム200の分析モデルを取得する。

## 【0030】

分析モデルは、複数のセンサ21それぞれのセンサ値に応じて各センサが正常及び異常のいずれであるかの判断や、各センサがどのくらい異常になっているかを示す異常度の算出に用いられるモデルであり、分析対象システム200の状態情報を構成する複数のデータ項目の全部又は一部に基づいて構築されている。分析モデルは、状態情報収集部11が収集した状態情報が入力されると、センサ21ごとに正常及び異常の判定や、異常度の算出に用いられるモデルである。

## 【0031】

また、分析モデルは、複数のモデルの集合であってもよい。分析モデルが複数のモデルの集合である場合、センサごとの正常または異常の判定の結果は、重複していてもよい。さらに、分析モデル内で重複しているセンサごとの正常または異常の判定の結果は、一貫していなくてもよい。分析モデルは、分析対象システム200について得られた状態情報の時系列に基づいて構築されていてもよい。

## 【0032】

更に、分析モデルは、本実施の形態1では、システム分析装置100の記憶装置(図2において図示せず)に格納されていてもよいし、外部から入力されてもよい。前者の場合、分析モデル取得部12は、記憶装置から分析モデルを取得する。一方、後者の場合、分析モデル取得部12は、キーボード等の入力装置、ネットワーク、記録媒体等を介して、外部から分析モデルを取得する。

## 【0033】

異常判定部13は、状態情報収集部11によって収集された状態情報に対して、分析モデル取得部12によって取得された分析モデルを適用することにより、センサごとに判定や算出を行ない、その結果を出力する。

## 【0034】

履歴情報生成部14は、本実施の形態1では、所定の期間において異常判定部13が出力した結果から、履歴情報を生成する。履歴情報は、所定の期間における、分析モデルに含まれる全センサの異常または正常に関する、時系列データを含んでいる。具体的には、履歴情報は、センサのデータ項目の識別子と、データ項目毎に時系列に沿って取得された正常または異常の判定結果(時系列データ)とを含む。

## 【0035】

また、履歴情報は、例えば、次の(1)~(3)の時系列データを1以上含む。

10

20

30

40

50

(1) 正常または異常の判定結果の時系列データ。例えば、判定されたデータの時刻毎、または判定されたデータの属する状態情報の時刻毎に、そのデータの判定結果である正常または異常を示す情報を保持するデータを含む。また、例えば1つのセンサに対して複数の正常または異常の判定結果が得られる場合には、それらを統計処理して、1つのセンサに対する正常または異常の判定結果の時系列データが生成されてもよい。このような処理には、センサを点とし、センサ間の関係性(例えば、後述の相関モデル)を線とするグラフ構造に、センサ間の関係性の正常または異常の判定結果を情報として付与したグラフパターンから、センサの正常または異常の判定結果を算出するものがある。このような処理の算出対象は、ある一時刻の判定結果であってもよいし、特定の期間を対象とした判定結果であってもよい。

10

## 【0036】

(2) 正常または異常の判定結果から生成した特徴量の時系列データ。例えば、特徴量の時系列データは、正常または異常が連続して発生した期間の長さに関する情報を含む。また、特徴量の時系列データは、例えば、正常又は異常が所定期間において連続的または非連続的に発生した回数を含んでもよい。更に、特徴量の時系列データは、例えば、発生した期間の合計に関する情報を含んでもよい。

## 【0037】

(3) センサ値が異常である度合を示す異常度の時系列データ。センサの異常度の時系列データは、センサが異常である度合を推定した値を含む。また、センサの異常度の時系列データは、例えば、所定時刻におけるセンサ値の予測と実測の乖離(予測と実測の差、予測と実測の誤差割合)に関する情報を含んでもよい。更に、センサの異常度の時系列データは、例えば、多変量統計的プロセス管理におけるQ統計量または $T^2$ 統計量への寄与量を含んでもよい。

20

## 【0038】

また、本実施の形態1では、履歴情報生成部14は、履歴情報を生成するために必要な情報を、上述した異常判定部13だけでなく、分析モデル取得部12から取得してもよい。

## 【0039】

クラスタリング部15は、生成された履歴情報に基づいて、複数のセンサ21それぞれを1以上のグループにクラスタリングする。クラスタリング部15は、例えば、履歴情報に含まれる、上述した所定の期間における時系列データに基づいて、分析モデルに含まれるセンサを1以上のグループにクラスタリングする。

30

## 【0040】

具体的には、クラスタリング部15は、k-means、x-means、NMF、Convolutional-NMF、affinity propagation等、データマイニングで用いられるクラスタリングのアルゴリズムを用いて、センサをクラスタリングすることができる。

## 【0041】

また、履歴情報に含まれる、上述した所定の期間における時系列データが、各時刻において1次元の特徴量(スカラー値、すなわち例えば異常の継続時間)が定義されたものであるとする。この場合、クラスタリング部15は、上述したデータマイニングで用いられるクラスタリングのアルゴリズムに加えて、データマイニングで用いられる変化点検知または時系列セグメンテーションのアルゴリズムを用いることもできる。なお、他の例において履歴情報に含まれる特徴量は1次元に限られない。

40

## 【0042】

また、クラスタリング部15は、クラスタリングの結果を逐次利用して、複数回クラスタリングを実行してもよい。

## 【0043】

出力部16は、例えば、図3に示すように、クラスタリング部15によるクラスタリングで得られたセンサのグループを、ユーザ、例えば、運用者又はシステムに提示する。ま

50

た、出力部 16 は、例えば、図 4 に示すように、センサのグループごとに異常の発生が疑われる時間の範囲を推定した結果を、更に出力してもよい。加えて、出力部 16 は、センサのグループを異常の発生が疑われる時間の順序関係に応じて並び替え、並び変えた順序で出力を行なってもよい。図 3 及び図 4 は、それぞれ、本発明の実施の形態 1 におけるシステム分析装置による出力結果の一例を示す図である。

#### 【0044】

更に、本実施の形態 1 では、出力部 16 は、センサグループに加えて、注目するセンサグループに属するセンサの、所定の時刻における異常度、その統計値、またはその再計算値を出力してもよい。なお、出力部 16 によるセンサのグループの提示方法は、特に限定されるものではない。

10

#### 【0045】

また、出力部 16 は、センサ 21 のグループを、センサ名のリスト形式で提示してもよいし、図 5 に示すように、クラスタごとに同一番号を付したマーカとしてシステム構成図上に提示してもよい。後者の場合、即ち、センサのグループを、クラスタごとに同一番号を付したマーカとしてシステム構成図上に提示する場合は、出力部 16 は、クラスタの番号が異常の発生が疑われる時間の順序を示すようにするのが良い。図 5 も、本発明の実施の形態 1 におけるシステム分析装置による出力結果の一例を示す図である。なお、図 5 に示す分析対象システムは、発電プラントシステムである。また、図 5 において、G1 及び G2 は、グループに付与されたクラスタ毎の番号である。

20

#### 【0046】

更に、出力部 16 は、センサのグループに含まれるセンサの物理量の種別の割合、及びセンサのグループに含まれるセンサの系統の割合を、PIチャートまたはリストとして提示することもできる。なお、「系統」とは、機能的なシステムの構成単位を示す。「系統」は、あらかじめ運用者によって指定される。

#### 【0047】

##### [装置動作]

次に、本発明の実施の形態 1 におけるシステム分析装置 100 の動作について図 6 を用いて説明する。図 6 は、本発明の実施の形態 1 におけるシステム分析装置 100 の動作を示すフロー図である。以下の説明においては、適宜図 1 及び図 2 を参照する。また、本実施の形態 1 では、システム分析装置 100 を動作させることによって、システム分析方法が実施される。よって、本実施の形態 1 におけるシステム分析方法の説明は、以下のシステム分析装置 100 の動作説明に代える。

30

#### 【0048】

まず、前提として、分析モデル取得部 12 は、分析モデルを予め取得しているものとする。図 6 に示すように、最初に、状態情報収集部 11 は、分析対象システム 200 から、所定期間における状態情報を収集する(ステップ S1)。

#### 【0049】

次に、異常判定部 13 は、分析モデル取得部 12 によって予め取得されている分析モデルを用いて、状態情報に含まれるセンサ値を時刻毎に判定する(ステップ S2)。一例では、センサ値が正常または異常のいずれに属するかを時刻毎に判定する。他の例では、センサ値の異常度を時刻毎に判定する。

40

#### 【0050】

次に、履歴情報生成部 14 は、異常判定部 13 によるセンサ値の判定結果から、履歴情報を生成する(ステップ S3)。具体的には、ステップ S3 では、履歴情報生成部 14 は、異常判定部 13 によるセンサ毎の正常または異常の判定結果を時系列に沿って取得し、時系列に沿って取得した判定結果(即ち、時系列データ)を履歴情報とする(ステップ S3)。

#### 【0051】

次に、クラスタリング部 15 は、ステップ S3 で生成された履歴情報に基づいて、分析モデルに含まれるセンサを 1 以上のグループにクラスタリングする(ステップ S4)。具

50



体的には、クラスタリング部 15 は、履歴情報に含まれる、所定の期間におけるセンサ毎の異常または正常に関する時系列データに基づいて、既存のクラスタリング手法を用いて、各センサをクラスタリングする。

【 0052】

次に、出力部 16 は、ステップ S4 によるクラスタリングで得られたセンサのグループを、ユーザ、例えば、運用者、システム等に提示する（ステップ S5）。以上で、システム分析装置 100 における処理は終了する。また、所定期間の経過後に、分析対象システム 200 から状態情報が出力されると、再度、ステップ S1 ~ S5 が実行される。

【 0053】

[ 実施の形態 1 についての効果 ]

以上のように、本実施の形態 1 では、システム分析装置 100 は、複数の事象が含まれる場合であっても、クラスタリングによって、事象を分離できる。このため、システム分析装置 100 では、事象毎に情報を出力することが可能となる。

【 0054】

つまり、本実施の形態 1 では、分析モデルに含まれる全センサの異常または正常に関する時系列データに基づいて、センサがクラスタリングされるため、異常または正常に関する時系列の変化ごとに、センサがクラスタリングされる。従って、複数種類の異常が連続して発生し、異常の種類毎に発生時刻が異なっていた場合であっても、各センサは、異常の種類ごとに分けられた状態となる。この結果、ユーザは、異常の種類毎に、情報を得ることができる。

【 0055】

続いて、本実施の形態 1 における変形例について以下に説明する。なお、以下においては、上述した例との相違点を中心に説明する。

【 0056】

[ 変形例 1 ]

変形例 1 においては、履歴情報生成部 14 は、センサ毎に、各センサが異常であると判定された時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、履歴情報とする。変形例 1 においては、履歴情報は、センサのデータ項目の識別子と、センサが異常と判定された時間の長さを含んでいる。また、センサが異常と判定された時間の長さは、所定の期間における個々のセンサが異常と判定された割合を求め、求めた割合に所定の期間を乗算することによって特定してもよい。他の方法では、所定の期間における個々のセンサが異常と判定された期間を合計することによって特定してもよい。更に他の方法では、所定の期間における個々のセンサが異常と判定された回数、または正常から異常に遷移した回数を合計することによって特定してもよい。

【 0057】

このように、各センサが異常であると判定された時間の長さも、異常または正常に関する時系列データであることから、本変形例 1 を採用する場合も、上述した実施の形態 1 における効果と同様の効果が得られる。さらに、センサが異常であると判定された時間の長さは、1次元のデータであるため、本変形例 1 では、クラスタリング部 15 は、少ない計算リソースによってクラスタリングの計算を実行できる。

【 0058】

[ 変形例 2 ]

変形例 2 においては、履歴情報生成部 14 は、センサ毎に、各センサが継続的に異常と判定された時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、履歴情報とする。変形例 2 においては、履歴情報は、センサのデータ項目の識別子と、所定の期間における、最新の時刻を終点としてセンサが継続的に異常と判定された時間（以下「継続異常時間」と表記する。）の長さ、を含んでいる。

【 0059】

また、履歴情報生成部 14 は、統計的な処理を用いて、継続異常時間の長さを算出することができる。これは、センサデータがセンサノイズまたは外乱で揺らぐ場合、異常の程

10

20

30

40

50

度が低く、正常または異常の判定が正常と異常との間を揺らぐ場合があるためである。

【0060】

具体的には、履歴情報生成部14は、まず、所定の期間を複数の期間に分割し、分割した期間毎に、異常と判定された時間の割合が所定の閾値より大きいかどうかを判定する。そして、履歴情報生成部14は、所定の期間の最新の時刻を終点として、判定の結果が連続して異常となっている複数の分割期間群を特定し、特定した分割期間群の長さを、継続異常時間の長さとする。なお、所定の期間において、センサ毎の正常または異常の判定の結果の重複は、許可されていてもよいし、許可されなくてもよい。

【0061】

また、分割期間における判定に用いる所定の閾値は、ユーザによる任意の数値の付与によって設定されていてもよいし、正常または異常の揺らぎがランダムであると仮定した際の分割期間の長さにおけるポアソン分布の信頼区間に基づいて設定されていてもよい。

【0062】

またはもっと単純に、所定の長さよりも短い間隔で一時的に正常となったのち、再度異常となった場合には、その正常となった期間を無視する(異常とみなす)ようにしてもよい。このような方法でも有効な継続異常時間を算出することが可能な場合がある。

【0063】

このように、継続異常時間も、異常または正常に関する時系列データであることから、本変形例2を採用する場合も、上述した実施の形態1における効果と同様の効果が得られる。さらに、継続異常時間は、1次元のデータであるため、本変形例2においても、変形例1と同様に、クラスタリング部15は、少ない計算リソースによってクラスタリングの計算を実行できる。更に、本変形例2では、継続異常時間に基づいてセンサがクラスタリングされるので、正常または異常の判定における揺らぎが考慮されたクラスタリングが行なわれる。このため、本変形例2によれば、より正確なセンサのグループが提示されることになる。

【0064】

[変形例3]

変形例3においては、分析モデル取得部12によって取得される分析モデルが、上述の実施の形態1と異なっている。また、これに伴い、履歴情報生成部14およびクラスタリング部15による処理も異なっている。

【0065】

分析モデル取得部12は、本変形例3では、分析モデルとして、1以上の相関モデルの集合を取得する。相関モデルは、所定の1以上のセンサのセンサ値を入力すると、所定のセンサ値を推定できるように構成されている。相関モデルは、特定のセンサ値を、そのデータ項目以外のセンサ値を1つ以上用いて推定する回帰式と、その推定誤差の許容範囲とを含む。

【0066】

異常判定部13は、収集された状態情報に対して、相関モデルを適用することにより、センサ毎に、即ち、相関モデル毎に、正常または異常を判定し、判定結果を出力する。

【0067】

履歴情報生成部14は、本変形例3では、相関モデルが異常であると継続的に出力した時間の長さを特定し、特定した時間の長さを履歴情報とする。履歴情報は、所定の期間の最新の時刻を終点として相関モデルが継続的に異常と判定した時間の長さを含む。具体的には、履歴情報は、相関モデルの識別子、相関モデルに含まれるデータ項目、所定の期間の最新の時刻を終点として相関モデルが継続的に異常と判定した時間(以下「相関モデル異常継続時間」と表記する。)の長さを含む。

【0068】

また、履歴情報生成部14は、統計的な処理を用いて、相関モデル異常継続時間の長さを算出することができる。これは、センサデータがセンサノイズまたは外乱で揺らぐ場合、異常の程度が低く、正常または異常の判定が正常と異常との間を揺らぐ場合があるため

10

20

30

40

50

である。更に、履歴情報生成部 14 は、履歴情報を生成するために必要な情報を、分析モデル取得部 12、異常判定部 13 から取得してもよい。

【0069】

具体的には、履歴情報生成部 14 は、まず、所定の期間を複数の期間に分割し、分割した期間毎に、異常と判定された時間の割合が所定の閾値より大きいかどうかを判定する。そして、履歴情報生成部 14 は、所定の期間の最新の時刻を終点として、判定の結果が連続して異常となっている複数の分割期間群を特定し、特定した分割期間群の長さを相関モデル継続異常時間の長さとする。なお、所定の期間において、センサ毎の正常または異常の判定の結果の重複は、許可されていてもよいし、許可されなくてもよい。

【0070】

また、分割期間における判定に用いる所定の閾値は、ユーザによる任意の数値の付与によって設定されていてもよいし、正常または異常の揺らぎがランダムであると仮定した際の分割した期間の長さにおけるポアソン分布の信頼区間に基づいて設定されていてもよい。

【0071】

クラスタリング部 15 は、本変形例 3 では、所定の期間における、分析モデルに含まれる全相関モデルの異常または正常に関する時系列データに基づいて、センサを 1 以上のグループにクラスタリングする。

【0072】

具体的には、クラスタリング部 15 は、まず、所定の期間における、分析モデルに含まれる全相関モデルの異常または正常に関する時系列データに基づいて、分析モデルに含まれる各相関モデルを 1 以上のグループにクラスタリングする。続いて、クラスタリング部 15 は、相関モデルのクラスタリング結果に基づき、各センサをクラスタリングする。

【0073】

クラスタリング部 15 は、例えば、センサ毎に、各クラスタで相関モデルに含まれて出現する回数をカウントし、各センサを、それが出現する回数が最も多いクラスタに割り当てる。このとき、回数が同値のクラスタがあれば、センサは、同値のクラスタそれぞれに重複して割り当てられてもよいし、所定のルールに基づいていずれか一つのクラスタに割り当てられてもよい。

【0074】

また、変形例 3 において、クラスタリング部 15 は、`k - means`、`x - means`、`NMF`、`Convolutional - NMF`、`affinity propagation` 等、データマイニングで用いられるクラスタリングのアルゴリズムを用いて、相関モデルをクラスタリングすることができる。

【0075】

また、例えば、所定の期間における、全相関モデルの異常または正常に関する時系列データが、時間に対する 1 次元の特徴量（例えば、異常の継続時間など）であったとする。この場合、クラスタリング部 15 は、データマイニングで用いられるクラスタリングのアルゴリズムに加えて、データマイニングで用いられる変化点検知、または時系列セグメンテーションのアルゴリズムを用いることもできる。

【0076】

[プログラム]

本実施の形態 1 におけるプログラムは、コンピュータに、図 6 に示すステップ S1 ~ S5 を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態におけるシステム分析装置 100 とシステム分析方法とを実現することができる。この場合、コンピュータの CPU (Central Processing Unit) は、状態情報収集部 11、分析モデル取得部 12、異常判定部 13、履歴情報生成部 14、クラスタリング部 15、および出力部 16 として機能し、処理を行なう。

【0077】

また、本実施の形態 1 におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築された

10

20

30

40

50

コンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、状態情報収集部 11、分析モデル取得部 12、異常判定部 13、履歴情報生成部 14、クラスタリング部 15、および出力部 16 のいずれかとして機能してもよい。

#### 【0078】

更に、本実施の形態 1 におけるプログラムは、システム分析装置 100 を実現するコンピュータの記憶装置に格納され、コンピュータの CPU に読み出されて実行される。この場合、プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体として提供されてもよいし、ネットワークを介して提供されてもよい。

#### 【0079】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態 2 における、システム分析装置、システム分析方法、およびプログラムについて、図 7 及び図 8 を参照しながら説明する。

#### 【0080】

[装置構成]

最初に、図 7 を用いて本発明の実施の形態 2 におけるシステム分析装置の構成について説明する。図 7 は、本発明の実施の形態 2 におけるシステム分析装置の具体的構成を示すブロック図である。

#### 【0081】

図 7 に示すように、本実施の形態 2 におけるシステム分析装置 300 は、図 1 及び図 2 に示した実施の形態 1 におけるシステム分析装置 100 と異なり、異常検知部 17 を備えている。これ以外の点については、システム分析装置 300 は、システム分析装置 100 と同様に構成されている。以下、実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。

#### 【0082】

異常検知部 17 は、状態情報収集部 11 によって収集された状態情報に基づいて、分析対象システム 200、被分析装置 20、またはセンサの異常を検知する。具体的には、異常検知部 17 は、状態情報に含まれるセンサ値を所定の異常検出条件に照合し、センサ値が異常検出条件を満たすセンサに異常が発生していると判断する。

#### 【0083】

また、本実施の形態 2 において、異常検出条件は、特定のセンサのセンサ値、センサ値の増減幅などを用いて、更にはこれらを組み合わせることによって設定される。また、異常検出条件は、分析モデルに設定されている異常検知条件であってもよい。

#### 【0084】

履歴情報生成部 14 は、本実施の形態 2 では、センサ毎に、異常検知部 17 によって異常が検知された時点を基準とした過去の所定期間について、履歴情報を生成する。所定期間の長さはユーザによって任意に指定されていてもよい。また、所定期間の始点は、分析モデルを用いて分析された、異常が発生した期間における最も古い時刻であってもよいし、直前のクラスタリングが実行された時点であってもよい。

#### 【0085】

[装置動作]

次に、本発明の実施の形態 2 におけるシステム分析装置 300 の動作について図 8 を用いて説明する。図 8 は、本発明の実施の形態 2 におけるシステム分析装置 300 の動作を示すフロー図である。以下の説明においては、適宜図 7 を参照する。また、本実施の形態 2 では、システム分析装置 300 を動作させることによって、システム分析方法が実施される。よって、本実施の形態 2 におけるシステム分析方法の説明は、以下のシステム分析装置 300 の動作説明に代える。

#### 【0086】

まず、前提として、分析モデル取得部 12 は、分析モデルを予め取得しているものとする。図 8 に示すように、最初に、状態情報収集部 11 は、分析対象システム 200 から、所定期間における状態情報を収集する (ステップ S11)。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 7 】

次に、異常検知部 1 7 は、ステップ S 1 1 で収集された状態情報に基づいて、異常の検知を実行し、異常を検知できたかどうかを判定する（ステップ S 1 2）。ステップ S 1 2 の判定の結果、異常が検知されていない場合は、所定期間の経過後に、再度、ステップ S 1 1 が実行される。

## 【 0 0 8 8 】

一方、ステップ S 1 2 の判定の結果、異常が検知されている場合は、異常判定部 1 3 は、分析モデル取得部 1 2 によって予め取得されている分析モデルに状態情報を適用し、センサ毎に、各時刻における正常または異常を判定する（ステップ S 1 3）。

## 【 0 0 8 9 】

次に、履歴情報生成部 1 4 は、ステップ S 1 2 によって異常が検知された時点を基準とした過去の所定期間について、異常判定部 1 3 によるセンサ毎の正常または異常の判定結果から、履歴情報を生成する（ステップ S 1 4）。

## 【 0 0 9 0 】

次に、クラスタリング部 1 5 は、ステップ S 1 4 で生成された履歴情報に基づいて、分析モデルに含まれるセンサを 1 以上のグループにクラスタリングする（ステップ S 1 5）。

## 【 0 0 9 1 】

次に、出力部 1 6 は、ステップ S 1 5 によるクラスタリングで得られたセンサのグループをユーザ、例えば、運用者、システム等に提示する（ステップ S 1 6）。以上で、システム分析装置 3 0 0 における処理は終了する。また、所定期間の経過後に、分析対象システム 2 0 0 から状態情報が出力されると、再度、ステップ S 1 1 ~ S 1 6 が実行される。

## 【 0 0 9 2 】

## [ 実施の形態 2 についての効果 ]

以上のように、本実施の形態 2 におけるシステム分析装置 3 0 0 は、実施の形態 1 におけるシステム分析装置 1 0 0 と同様に、複数種類の異常が含まれる場合であっても、クラスタリングによって、種類に応じて異常を分離できる。本実施の形態 2 においても、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。さらに、本実施の形態 2 では、異常検知が行なわれるため、履歴情報が生成される期間が自動的に設定されることになる。このため、運用者によるシステム運用時の負荷が軽減されることになる。

## 【 0 0 9 3 】

## [ プログラム ]

本実施の形態 2 におけるプログラムは、コンピュータに、図 8 に示すステップ S 1 1 ~ S 1 6 を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態におけるシステム分析装置 3 0 0 とシステム分析方法とを実現することができる。この場合、コンピュータの C P U (Central Processing Unit) は、状態情報収集部 1 1、分析モデル取得部 1 2、異常判定部 1 3、履歴情報生成部 1 4、クラスタリング部 1 5、出力部 1 6、および異常検知部 1 7 として機能し、処理を行なう。

## 【 0 0 9 4 】

また、本実施の形態 2 におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、状態情報収集部 1 1、分析モデル取得部 1 2、異常判定部 1 3、履歴情報生成部 1 4、クラスタリング部 1 5、出力部 1 6 および異常検知部 1 7 のいずれかとして機能してもよい。

## 【 0 0 9 5 】

更に、本実施の形態 2 におけるプログラムも、システム分析装置 3 0 0 を実現するコンピュータの記憶装置に格納され、コンピュータの C P U に読み出されて実行される。この場合、プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体として提供されてもよいし、ネットワークを介して提供されてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 6 】

ところで、上述した実施の形態 1 及び 2 は、分析対象システム 2 0 0 が発電プラントシステムである場合について説明したが、本発明では、分析対象システム 2 0 0 はこれに限定されることはない。分析対象システムとしては、I T ( Information Technology ) システム、プラントシステム、構造物、輸送機器等も挙げられる。これらの場合でも、システム分析装置は、分析対象システムの状態を示す情報に含まれるデータの種目をデータ項目として、データ項目をクラスタリングすることが可能である。

## 【 0 0 9 7 】

更に、上述した実施の形態 1 及び 2 では、システム分析装置の各機能ブロックが、記憶装置または R O M に記憶されたコンピュータ・プログラムを実行する C P U によって実現される例を中心に説明したが、本発明では、これに限定されない。本発明においてシステム分析装置は、各機能ブロックの全部が専用のハードウェアにより実現された態様であってもよいし、機能ブロックの一部がハードウェアで実現され、残りがソフトウェアで実現された態様であってもよい。

10

## 【 0 0 9 8 】

また、上述した実施の形態 1 及び 2 では、システム分析装置は、自己回帰モデルへの適合度に対する閾値の調整、及び分析モデル取得部が自己回帰情報を利用するかしないかの選択を、ユーザが入力装置を通して行なうことができるようにするための画面を出力装置に出力してもよい。

## 【 0 0 9 9 】

また、本発明では、上述した実施の形態 1 および 2 は、適宜組合せて実施されてもよい。更に、本発明では、上述した各実施の形態に限定されず、様々な態様で実施されることが可能である。

20

## 【 0 1 0 0 】

( 物理構成 )

ここで、実施の形態 1 及び 2 におけるプログラムを実行することによって、システム分析装置を実現するコンピュータについて図 9 を用いて説明する。図 9 は、本発明の実施の形態 1 および 2 におけるシステム分析装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

## 【 0 1 0 1 】

図 9 に示すように、コンピュータ 1 1 0 は、C P U 1 1 1 と、メインメモリ 1 1 2 と、記憶装置 1 1 3 と、入力インターフェイス 1 1 4 と、表示コントローラ 1 1 5 と、データリーダー/ライター 1 1 6 と、通信インターフェイス 1 1 7 とを備える。これらの各部は、バス 1 2 1 を介して、互いにデータ通信可能に接続される。

30

## 【 0 1 0 2 】

C P U 1 1 1 は、記憶装置 1 1 3 に格納された、本実施の形態 1 または 2 におけるプログラム ( コード ) をメインメモリ 1 1 2 に展開し、これらを所定順序で実行することにより、各種の演算を実施する。メインメモリ 1 1 2 は、典型的には、D R A M ( Dynamic Random Access Memory ) 等の揮発性の記憶装置である。また、本実施の形態 1 または 2 におけるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体 1 2 0 に格納された状態で提供される。なお、本実施の形態におけるプログラムは、通信インターフェイス 1 1 7 を介して接続されたインターネット上で流通するものであっても良い。

40

## 【 0 1 0 3 】

また、記憶装置 1 1 3 の具体例としては、ハードディスクドライブの他、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が挙げられる。入力インターフェイス 1 1 4 は、C P U 1 1 1 と、キーボード及びマウスといった入力機器 1 1 8 との間のデータ伝送を仲介する。表示コントローラ 1 1 5 は、ディスプレイ装置 1 1 9 と接続され、ディスプレイ装置 1 1 9 での表示を制御する。

## 【 0 1 0 4 】

データリーダー/ライター 1 1 6 は、C P U 1 1 1 と記録媒体 1 2 0 との間のデータ伝送を

50

仲介し、記録媒体 120 からのプログラムの読み出し、及びコンピュータ 110 における処理結果の記録媒体 120 への書き込みを実行する。通信インターフェイス 117 は、CPU 111 と、他のコンピュータとの間のデータ伝送を仲介する。

【0105】

また、記録媒体 120 の具体例としては、CF (Compact Flash (登録商標)) 及び SD (Secure Digital) 等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク (Flexible Disk) 等の磁気記憶媒体、又は CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory) などの光学記憶媒体が挙げられる。

【0106】

上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する(付記 1) ~ (付記 18) によって表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

10

【0107】

(付記 1)

対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記センサそれぞれの履歴情報を生成する、履歴情報生成部と、

生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを 1 以上のグループにクラスタリングして得られたクラスタ情報をユーザに提示する出力部と、  
を備えている、ことを特徴とするシステム分析装置。

【0108】

(付記 2)

20

生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを 1 以上のグループにクラスタリングする、クラスタリング部を、更に備えている、  
付記 1 に記載のシステム分析装置。

【0109】

(付記 3)

前記履歴情報生成部が、前記センサ毎に、当該センサが異常であると判定された時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記 1 または 2 に記載のシステム分析装置。

【0110】

(付記 4)

30

前記履歴情報生成部が、前記センサ毎に、当該センサが継続的に異常と判定された時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記 1 または 2 に記載のシステム分析装置。

【0111】

(付記 5)

前記履歴情報生成部が、前記センサ毎に、当該センサの異常が検知された時点を基準とした過去の期間について、前記履歴情報を生成する、  
付記 1 または 2 に記載のシステム分析装置。

【0112】

(付記 6)

40

前記複数のセンサそれぞれに用意され、且つ対応するセンサの前記センサ値に応じて当該センサが正常及び異常のいずれであるかを判定するための相関モデルを用いて、前記センサが異常であるかどうかを判定する、異常判定部を更に備え、

前記履歴情報生成部が、前記相関モデルが異常であると継続的に出力した時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記 4 に記載のシステム分析装置。

【0113】

(付記 7)

(a) 対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記センサそれぞれの履歴情報を生成する、ステップと、

50

(b) 生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを1以上のグループにクラスタリングして得られたクラスタ情報をユーザに提示する、ステップと、  
を有する、ことを特徴とするシステム分析方法。

【0114】

(付記8)

(c) 生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを1以上のグループにクラスタリングする、ステップを、更に有している、  
付記7に記載のシステム分析方法。

【0115】

(付記9)

前記(a)のステップで、前記センサ毎に、当該センサが異常であると判定された時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記7または8に記載のシステム分析方法。

【0116】

(付記10)

前記(a)のステップで、前記センサ毎に、当該センサが継続的に異常と判定された時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記7または8に記載のシステム分析方法。

【0117】

(付記11)

前記(a)のステップで、前記センサ毎に、当該センサの異常が検知された時点を基準とした過去の期間について、前記履歴情報を生成する、  
付記7または8に記載のシステム分析方法。

【0118】

(付記12)

(d) 前記複数のセンサそれぞれ毎に用意され、且つ対応するセンサの前記センサ値に応じて当該センサが正常及び異常のいずれであるかを出力する相関モデルを用いて、前記センサが異常であるかどうかを判定する、ステップを更に有し、

前記(a)のステップで、前記相関モデルが異常であると継続的に出力した時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記10に記載のシステム分析方法。

【0119】

(付記13)

コンピュータに、

(a) 対象となるシステムに備えられた複数のセンサそれぞれが出力したセンサ値に基づいて、前記センサそれぞれの履歴情報を生成する、ステップと、

(b) 生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを1以上のグループにクラスタリングして得られたクラスタ情報をユーザに提示する、ステップと、  
を実行させるプログラム。

【0120】

(付記14)

前記コンピュータに、

(c) 生成された前記履歴情報に基づいて、前記複数のセンサそれぞれを1以上のグループにクラスタリングする、ステップを更に実行させる、  
付記13に記載のプログラム。

【0121】

(付記15)

前記(a)のステップで、前記センサ毎に、当該センサが異常であると判定された時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記13または14に記載のプログラム。

10

20

30

40

50



## 【 0 1 2 2 】

(付記 1 6)

前記 ( a ) のステップで、前記センサ毎に、当該センサが継続的に異常と判定された時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記 1 3 または 1 4 に記載の プログラム。

## 【 0 1 2 3 】

(付記 1 7)

前記 ( a ) のステップで、前記センサ毎に、当該センサの異常が検知された時点を基準とした過去の期間について、前記履歴情報を生成する、  
付記 1 3 または 1 4 に記載の プログラム。

10

## 【 0 1 2 4 】

(付記 1 8)

前記コンピュータに、

( d ) 前記複数のセンサそれぞれ毎に用意され、且つ対応するセンサの前記センサ値に応じて当該センサが正常及び異常のいずれであるかを出力する相関モデルを用いて、前記センサが異常であるかどうかを判定する、ステップを更に実行させ、

前記 ( a ) のステップで、前記相関モデルが異常であると継続的に出力した時間の長さを特定し、特定した時間の長さを、前記履歴情報とする、  
付記 1 6 に記載の プログラム。

20

## 【 0 1 2 5 】

以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

## 【 0 1 2 6 】

この出願は、2016年2月29日に提出された日本出願特願2016-038078を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 1 2 7 】

以上のように、本発明によれば、分析対象となるシステムにおいて、複数種類の異常が発生した場合に、種類に応じて異常を分離して、種類毎の情報の出力を可能にすることができる。本発明は、システムの異常診断の用途に好適に適用できる。

30

## 【符号の説明】

## 【 0 1 2 8 】

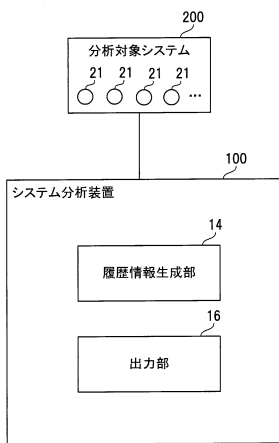
- 1 1 状態情報収集部
- 1 2 分析モデル取得部
- 1 3 異常判定部
- 1 4 履歴情報生成部
- 1 5 クラスタリング部
- 1 6 出力部
- 1 7 異常検知部
- 2 0 被分析装置
- 1 0 0 システム分析装置 ( 実施の形態 1 )
- 1 1 0 コンピュータ
- 1 1 1 CPU
- 1 1 2 メインメモリ
- 1 1 3 記憶装置
- 1 1 4 入力インターフェイス
- 1 1 5 表示コントローラ
- 1 1 6 データリーダー/ライター
- 1 1 7 通信インターフェイス

40

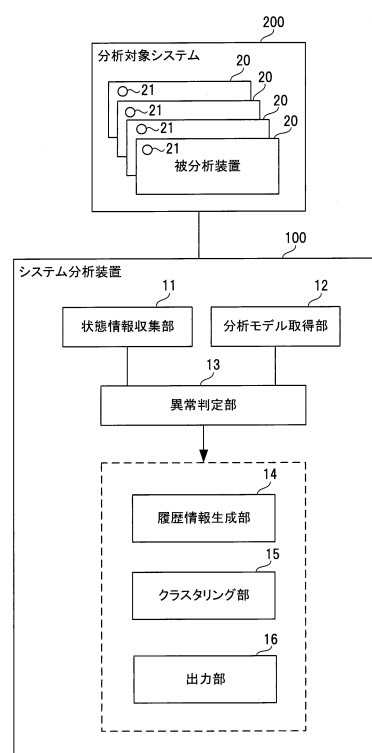
50

- 1 1 8 入力機器
- 1 1 9 ディスプレイ装置
- 1 2 0 記録媒体
- 1 2 1 バス
- 2 0 0 分析対象システム
- 3 0 0 システム分析装置（実施の形態 2）

【図 1】



【図 2】



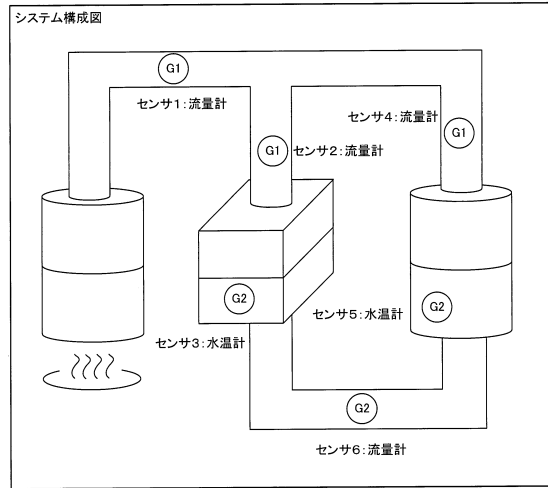
【図3】

グループ1	グループ2
センサ1	センサ3
センサ2	センサ5
センサ4	センサ6

【図4】

グループ名	時間
グループ1	2016/2/26 13:00-16:00
グループ2	2016/2/26 13:30-14:00
.....	.....

【図5】



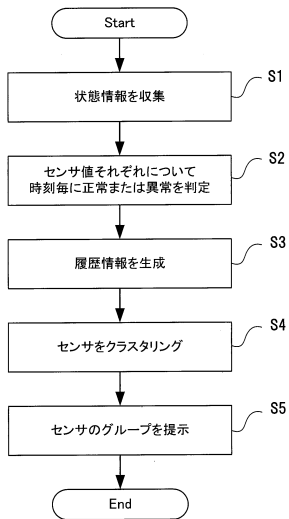
発生時刻  
2016/2/26 13:00

グループ1: G1
センサ1
センサ2
センサ4

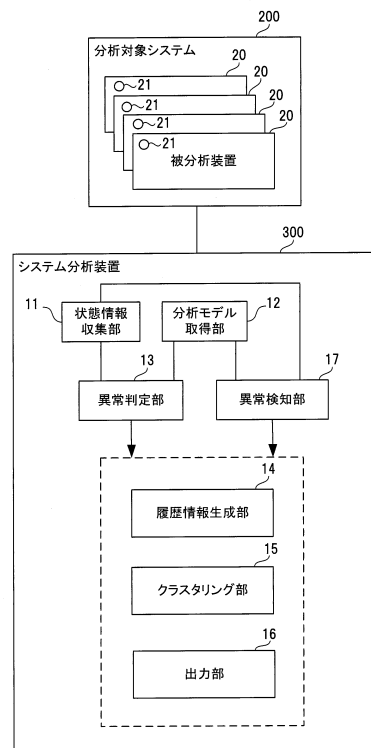
発生時刻  
2016/2/26 13:30

グループ2: G2
センサ3
センサ5
センサ6

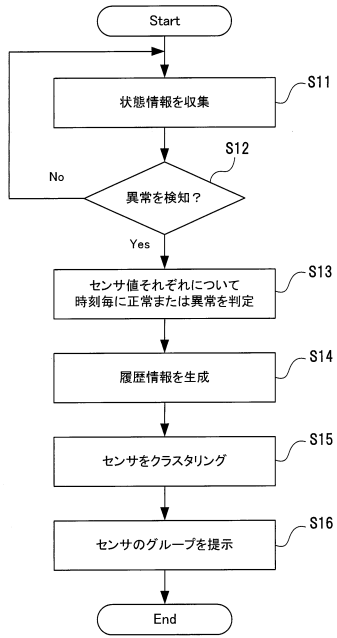
【図6】



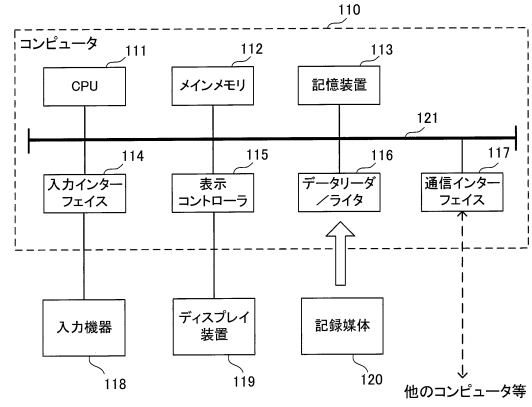
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-243118(JP,A)  
国際公開第2014/115615(WO,A1)  
特開2002-214185(JP,A)  
特開2012-164109(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G05B 23/02