

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6778132号
(P6778132)

(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13日(2020.10.13)

(51) Int.Cl. F1
G05B 23/02 (2006.01) G05B 23/02 302T

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-47170 (P2017-47170)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成29年3月13日(2017.3.13)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65) 公開番号	特開2018-151821 (P2018-151821A)	(72) 発明者	林 喜治 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43) 公開日	平成30年9月27日(2018.9.27)	(72) 発明者	前田 達矢 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和1年8月23日(2019.8.23)	(72) 発明者	人見 俊太郎 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 設備機器の異常診断システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

設備機器からの複数のデータを基に、正常データでの学習処理と、該学習処理で作成されたモデルでの診断処理から成る解析手法を用いて異常診断を行うとともに、前記設備機器からの複数のデータについて、前記設備機器の正常動作時における前記データが既知でない場合の設備機器の異常診断システムであって、

前記設備機器からの複数のデータに対してクラスタリング処理を行う第1の処理部と、
各クラスタに該当するデータ数に対して閾値を設定しておき、閾値を超えるクラスタを正常クラスタとして定義し、閾値を超えないクラスタと区別する第2の処理部と、

正常クラスタに該当するデータのデータ数を正常データとして抽出する第3の処理部と

10

抽出された正常データを用いて学習処理を行い、前記設備機器からの複数のデータを評価する第4の処理部を備えることを特徴とする設備機器の異常診断システム。

【請求項2】

表示部を備える請求項1に記載の設備機器の異常診断システムであって、各クラスタに該当するデータ数を前記表示部の画面に表示することを特徴とする設備機器の異常診断システム。

【請求項3】

第1の閾値設定機能を有する請求項2に記載の設備機器の異常診断システムであって、前記表示部の画面に、各クラスタに該当するデータ数と、前記第1の閾値設定機能から

20

設定された前記データ数に対する閾値を表示し、ユーザが前記第1の閾値設定機能を用いて前記データ数に対する閾値を設定することを特徴とする設備機器の異常診断システム。

【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の設備機器の異常診断システムであって、クラスタリング処理から求めた各データの異常度に対して閾値を設定しておき、前記正常クラスタに該当し、かつ、前記異常度が閾値以下のデータを正常データとして抽出することを特徴とする設備機器の異常診断システム。

【請求項5】

表示部を備える請求項4に記載の設備機器の異常診断システムであって、前記表示部の画面に、正常クラスタに該当するデータの異常度の分布を表示することを特徴とする設備機器の異常診断システム。

10

【請求項6】

第2の閾値設定機能を有する請求項5に記載の設備機器の異常診断システムであって、前記表示部の画面に、正常クラスタに該当するデータの異常度の分布と、前記第2の閾値設定機能から設定された異常度に対する閾値を表示し、ユーザが前記第2の閾値設定機能を用いて前記異常度に対する閾値を設定することを特徴とする設備機器の異常診断システム。

【請求項7】

表示部を備える請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の設備機器の異常診断システムであって、

20

前記第1の処理部におけるクラスタリング処理の結果であるクラスタの番号、または、異常度を前記表示部に表示することを特徴とする設備機器の異常診断システム。

【請求項8】

請求項7に記載の設備機器の異常診断システムであって、クラスタの番号、または、異常度を前記表示部に表示する際に、正常データに該当するクラスタの番号、または、異常度を区別して表示することを特徴とする設備機器の異常診断システム。

【請求項9】

請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の設備機器の異常診断システムであって、前記第3の処理部は、抽出された正常クラスタを基に異常度を計算し、計算された異常度を基に正常データのみを抽出し、前記第4の処理部は、抽出された正常データをモデルの学習データとして使用して異常診断のための解析を行うことを特徴とする設備機器の異常診断システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データクラスタリング処理を利用した設備機器の異常診断システムに関する。

【背景技術】

【0002】

各種プラントにおいて、アラームが出力される前に、プラントの異常状態を早期に検知することは、運転信頼性を向上する点で有効である。早期にプラントの異常を検知する方法としては、あらかじめプラントの正常時のデータパターンを学習しておき、これと計測データのパターンを比較することにより状態変化を検知することが有効である。このようなデータ解析の一つとしてデータクラスタリング技術があげられる。

40

【0003】

クラスタリング解析とは、入力されたデータを、データパターンに基づいて複数のクラスタ(=グループ)に分類する方法である。クラスタとは、データパターンに類似性を持つデータの集まりを表す。クラスタリング解析では、複数の入力データを多次元空間上にマッピングし、空間上の位置関係からクラスタを定義する。正常データによって定義され

50

たクラスタを基準として、診断データに対する異常判定を行う。この処理の概要を図2に示す。

【0004】

図2は、横軸にセンサ1からの入力信号、縦軸にセンサ1からの入力信号を採用した2次元面を示しており、センサ1とセンサ2から成る2つの入力信号をクラスタリングした場合を示す。この例では2次元面でクラスタリングを行い、センサ1とセンサ2の計測値を各軸の値としてプロットしており、クラスタリングの結果としてクラスタ1、クラスタ2、クラスタ3を得た。各クラスタにおいて×印は、カテゴリの重心位置を示している。なお図2では、簡単な例として、2次元面でのクラスタリングを示しているが、通常は、設備機器で計測した多数のセンサ信号を入力とするため、多次元空間で処理するのが一般的である。

10

【0005】

また図2では、白丸の学習データと黒丸の診断データの両方がプロットされており、学習データによって作成された3つのクラスタが図示されている。ここで学習データとは、ユーザによって正常と定義されたデータである。クラスタリングによって、設備機器の異常診断を行う場合、事前に学習データを用いてクラスタを作成し、これを正常状態の基準とする。次に、診断データを同空間にプロットし、学習データによって作成されたクラスタとの位置関係から異常判定を行う。クラスタ1やクラスタ3に例示するように、診断データが正常時のデータパターンと類似していれば、プロット点は3つのクラスタのいずれかに含まれる。一方、クラスタ2に例示するように、診断データが正常時のデータパターンと大きく異なれば、クラスタから外れた位置にプロットされる。

20

【0006】

異常判定の1つの方法として、正常からの乖離の程度を示す異常度の概念が考えられる。異常度の定義は幾つか考えられるが、図に示すように、各診断データに対して、最も近いクラスタの重心からの距離を利用するのが1つの方法である。例えばクラスタ2では、×印で示すカテゴリの重心位置と診断データの間の距離を判断し、クラスタ領域からの距離をもって以上度を判定する。診断データが、学習データに含まれるデータパターンと大きく異なるほど、この距離は大きくなる。一方、診断データが正常を示すクラスタに含まれる場合でも、異常度は0にはならない。データに揺らぎが含まれているためであり、これはクラスタ重心からの距離に相当する。通常の異常判定は、異常度に対して閾値判定を行うことで実施する。

30

【0007】

クラスタリングを設備機器の異常判定に活用した例として、特許文献1が挙げられる。特許文献1は、時系列の波形データに対する診断方法を記載しているが、異常判定の基本的な考え方は前述と同様である。特許文献1の図6に示すように、診断データとクラスタ中心との距離を基に異常を判定している。特許文献1では、数式1に示すように、空間上の距離をクラスタの半径で除した値を異常度としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

40

【特許文献1】特開2017-33471号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

前述したように、各種クラスタリング手法を用いて、設備機器の異常診断を行う方法やシステムが提案されている。しかしながら、これらの方法は、事前に、正常と定義されたデータを用いた学習処理が必要である。すなわち、学習データから生成されたクラスタを正常時におけるデータパターンの基準とし、これと比較する形で異常判定を行う。

【0010】

この方法が適用できない例として、設備機器で計測されたセンサデータがあるが、どの

50

データが正常動作時のもので、どのデータが異常発生時のものが不明な場合が挙げられる。つまり、データの中に異常時のデータも含まれている可能性がある場合である。仮に、異常時のデータも含めて、学習データとして使用してクラスタリング処理を実施してしまうと、異常時のデータパターンも正常として扱われる。このため、同様の異常が発生してもシステムは異常検知できなくなる。

【0011】

以上のように、正常/異常が未知のデータに対しても、異常診断を可能とする処理方法が望まれていた。

【課題を解決するための手段】

【0012】

以上のことから本発明においては、「設備機器からの複数のデータを基に、正常データでの学習処理と、学習処理で作成されたモデルでの診断処理から成る解析手法を用いて異常診断を行うとともに、記設備機器からの複数のデータについて、設備機器の正常動作時におけるデータが既知でない場合の設備機器の異常診断システムであって、

設備機器からの複数のデータに対してクラスタリング処理を行う第1の処理部と、

各クラスタに該当するデータ数を基に正常クラスタを定義する第2の処理部と、

正常クラスタに該当するデータを正常データとして抽出する第3の処理部と、

抽出された正常データを用いて学習処理を行う第4の処理部を備えることを特徴とする設備機器の異常診断システム。」としたものである。

【発明の効果】

【0013】

本発明になる設備機器の異常診断システムによれば、設備機器が正常動作している期間が不明であり、学習に使用する正常データを定義できない場合でも、異常診断が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施例1に係る設備機器の異常診断システムの構成例を示す図。

【図2】クラスタリングによる異常診断の概念を示す図。

【図3】センサデータベースDB1の構成例を示す図。

【図4】規格化データベースDB2の構成例を示す図。

【図5A】クラスタリング結果データベースDB3Aの構成例を示す図。

【図5B】クラスタリング結果データベースDB3Bの構成例を示す図。

【図6】クラスタ情報データベースDB4の構成例を示す図。

【図7】異常度計算結果データベースDB5の構成例を示す図。

【図8】設備機器の異常診断システムの表示画面例を示す図。

【図9】実施例2に係る設備機器の異常診断システムの入出力装置3に表示される表示画面90cを示す図。

【図10】実施例3に係る設備機器の異常診断システムの構成例を示す図。

【図11】正常データデータベースDB6の構成例を示す図。

【図12】モデル解析結果データベースDB7の構成例を示す図。

【図13】実施例3に係る設備機器の異常診断システムの入出力装置3に表示される表示画面90dを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明による設備機器の異常診断システムの構成について図面を参照して以下に説明する。

【実施例1】

【0016】

本発明の実施例1に係る設備機器の異常診断システムの構成例を図1に示している。図1において、1は設備機器の異常診断システム、2は異常診断の対象となる設備機器、3

10

20

30

40

50

は設備機器の異常診断システム 1 が出力する診断情報をユーザに表示し、また、ユーザが入力したデータを登録する入出力装置である。

【 0 0 1 7 】

設備機器の異常診断システム 1 は、複数の処理部 (1 1 から 1 5) と、複数のデータベース (DB 1 から DB 5) で構成された記憶部 2 0 と、入出力装置制御部 3 1 から構成されている。このうち記憶部 2 0 は、データ種類ごとに複数のデータベース DB から構成されており、記憶部 2 0 に対して、異常診断システム 1 を構成する各処理部 (1 1 から 1 5) によるデータの書き込み、読み込みが可能な構成となっている。

【 0 0 1 8 】

複数の処理部 (1 1 から 1 5) のうち、データ取込部 1 1 は、記憶部 2 0 内のセンサデータベース DB 1 に設備機器 2 から取り込んだセンサデータを格納、記憶する。

10

【 0 0 1 9 】

図 3 は、センサデータベース DB 1 の構成を示す図である。センサデータとして複数のセンサ (ここではセンサ 1、センサ 2 のデータなど) からのデータが時系列に日時情報と共に書き込まれ、保存されている。

【 0 0 2 0 】

次に、異常診断システム 1 を構成する規格化処理部 1 2 において、センサデータベース DB 1 からデータを読み込み、規格化処理を行う。規格化後のデータは、規格化結果データベース DB 2 に格納される。図 4 に、規格化結果データベース DB 2 の構成を示しているが、規格化処理により、全てのデータは例えば 0 と 1 の間の数値として規格化されている。このように規格化結果データベース DB 2 は、前述のセンサデータベース DB 1 と同様のフォーマットで、日時情報と共にセンサごとの規格化値を格納している。

20

【 0 0 2 1 】

規格化方法としては、設計値またはセンサデータの最大・最小を基に、上限 / 下限を定義しておき、それらの値がそれぞれ 1 . 0 / 0 . 0 になるように変換する方法、あるいは、センサデータの標準偏差で除する方法など、複数ある。規格化処理の目的は、センサによって異なるスケールをもつデータをクラスタリング処理で等価に扱うためである。例えば、数百のオーダーで変化するセンサデータと、小数点以下の桁で変化するセンサデータを生値のままクラスタリング処理しても意味のある結果が得られない。この場合、空間上の距離で定義される異常度は、数百のオーダーをもつセンサデータの変化幅に大きく依存することになる。このような事態を避けるため、センサデータに対して規格化された値を入力としてクラスタリング処理を行うのが一般的である。

30

【 0 0 2 2 】

次に、クラスタリング処理部 1 3 において、規格化結果データベース DB 2 から規格化されたセンサデータを時系列データとして取り込み、これを入力としてクラスタリング処理を行う。クラスタリング手法について複数の考え方のものが知られているが、本発明の実施例に係るシステムには、クラスタリング手法を問わず、いずれの手法でも適用可能である。クラスタリング処理部 1 3 におけるクラスタリング処理の結果は、クラスタリング結果データベース DB 3 に格納される。

【 0 0 2 3 】

クラスタリング結果データベース DB 3 は、図 5 A に示すクラスタの識別番号についてのデータベース DB 3 A と、図 5 B に示すクラスタ情報についてのデータベース DB 3 B により構成されている。

40

【 0 0 2 4 】

このうち、データベース DB 3 A のクラスタの識別番号は、規格化結果データベース DB 2 に格納された日時情報に対応させる形式で、クラスタの識別番号を時系列に格納したものである。この番号が同じであれば、複数のセンサデータからなるデータパターンが類似していることを表す。データベース DB 3 B のクラスタ情報は、各クラスタの重心座標を格納する。クラスタ番号ごとに、各入力信号 (実施例 1 では各センサ) で表す座標値を格納している。このデータは、後述する異常度の計算で利用される。

50

【 0 0 2 5 】

次に、クラスタ情報処理部 1 4 では、クラスタリング結果データベース D B 3 から前述の図 5 A に示したクラスタリング番号の判定結果を取り込み、クラスタ番号ごとのデータ数をカウントする。この結果は、クラスタ情報データベース D B 4 に格納される。

【 0 0 2 6 】

図 6 は、クラスタ情報データベース D B 4 の構成を示す。クラスタ番号ごとのデータ数が記載される。さらに、クラスタ情報処理部 1 4 は、クラスタごとのデータ数のカウントに加えて、データ数を基にした正常クラスタの選定を行う。ここでは、あらかじめ正常と定義するデータ数の閾値を設けておき、この閾値を超えたクラスタを正常クラスタとして定義する。ここで閾値は、データ数でもよいし、全体数に対する比率でもよい。仮に閾値を 1 0 に設定した場合、図 6 のクラスタ情報データベース D B 4 に示すように、データ数が 1 0 を超えたクラスタ番号 1、3 が「正常」と定義される。このとき、クラスタ情報データベース D B 4 には正常クラスタを示すカラムに、「T r u e」が設定される。それ以外は、「F a l s e」が設定される。

10

【 0 0 2 7 】

実施例 1 に係る設備機器の異常診断システムでは、該当するデータ数が多いクラスタを「正常」として定義している。これは、診断の対象となる設備機器が、通常は正常動作しており、異常は例外的に短期間発生しているという前提が成り立つとしている。つまり、センサデータベース D B 1 に格納されたセンサデータの大部分は正常時のデータであり、その中のごく一部に異常時のデータが含まれているという状態である。このような場合には、クラスタリング処理によってデータパターンを類別したとき、多数のデータが含まれるクラスタは「正常」であろうという推定が成り立つ。ここで定義された正常のクラスタを基準として、多次元空間上での正常クラスタと各データとの位置関係から、異常判定の処理を実施する。

20

【 0 0 2 8 】

次に、異常度計算部 1 5 において、各データの異常度を計算する。実施例 1 の設備機器の異常診断システムでは、クラスタ情報処理部 1 4 によって、正常クラスタが定義されている。したがって、異常度の計算方法には、図 2 に示したような公知の方法が利用できる。異常度計算部 1 5 は、まず、図 6 に示したクラスタ情報データベース D B 4 から、正常として定義されているクラスタ番号の情報を取得する。次に、図 5 B に示したクラスタリング結果データベース D B 3 B から、正常クラスタに該当するクラスタ重心座標のデータを取得する。次に、図 4 に示した規格化結果データベース D B 2 から、日時ごとのセンサデータの規格化値を取り込み、異常度を計算する。異常度は、多次元空間上で最も近い正常クラスタの重心座標を選択し、その重心からの距離として計算する。異常度の計算結果は、異常度計算結果データベース D B 5 に格納される。

30

【 0 0 2 9 】

図 7 は、異常計算結果データベース D B 5 の構成を示す。異常計算結果データベース D B 5 には、日時ごとの異常度の計算値が時系列データとして格納される。

【 0 0 3 0 】

図 8 は、入出力装置 3 における表示部 9 0 の表示例を示している。表示部 9 0 には 2 種類の表示画面が設定され、別種の内容が表示されている。表示画面 9 0 a には、クラスタリング処理の入力となる設備機器 1 のセンサ（センサ 1、センサ 2、センサ 3）からのデータの時系列的なトレンドが表示されている。表示画面 9 0 b には、表示画面 9 0 a で示すセンサデータに対応した異常診断の結果を示す。これらのグラフ表示に使用するデータは、記憶部 2 0 に格納されている。ユーザは、入出力装置 3 を通して特定のデータのグラフ表示を要求し、入出力装置制御部 3 1 が要求されたデータを取り出し、入出力装置 3 に出力する。

40

【 0 0 3 1 】

表示画面 9 0 b には、上部に識別したクラスタの番号、下部には異常度をトレンドで示している。両グラフでは、クラスタ情報処理部 1 4 にて正常と定義されたクラスタ番号に

50

該当するデータを正常期間とし、色分けで区別して表示している。図の異常度のグラフが示すように、正常クラスに該当するデータは異常度の値は低くなる傾向にあるが、必ずしも0にはならない。これは、前述したように、センサデータには揺らぎが含まれており、クラスタリングにおける多次元空間では各クラスターの重心からの距離が発生するためである。一方、異常度が高くなるデータは、正常クラスターとして定義されたデータと比較して、データパターンが大きく異なる、つまり、異常の可能性が高いことを意味する。このように、異常度のグラフから、センサデータに含まれる異常を検知することが可能になる。

【0032】

実施例1によれば、診断対象のデータにおいて、正常時の特性を学習するための学習データを定義できない場合でも、クラスタリング処理によって、自動的に正常期間を定義し、それを基準とした異常診断を行うことが可能となる。

【実施例2】

【0033】

本発明の実施例2に係る設備機器の異常診断システムの構成は、基本的に実施例1に示すシステムと同じ構成である。実施例1との相違点は、クラスタ情報処理部14の処理内容、クラスタ情報データベースDB4への書き込み処理、及び、入出力装置3を通じた入出力装置制御部31の処理内容である。ここでは相違点のみを説明する。

【0034】

実施例1では、正常クラスターの定義に係る処理は、クラスタ情報処理部14が自動的に行った。すなわち、各クラスターのうち、該当するデータ数があらかじめ設定した閾値を超えるものを選別して、「正常」のクラスターとして定義し、図6に示すクラスタ情報データベースDB4に該データを書き込むものである。

【0035】

これに対し、実施例2に係る設備機器の異常診断システムでは、ユーザがクラスタリング結果を視覚的に確認し、その情報を基に、「正常」のクラスターを定義する。

【0036】

図9は、実施例2に係る設備機器の異常診断システムの入出力装置3に表示される表示画面90cを示している。表示画面90cのグラフは、図6に示したクラスタ情報データベースDB4に格納されているクラスターごとの該当データ数を示している。ユーザは、このグラフを基に正常クラスターの判断基準となるデータ数を定義する。図9の300が、この基準値を調整するためのバーである。図の例では、データ数10以上を「正常」のクラスターとしている。入出力装置制御部31は、ユーザが設定した基準値を取り込み、これを基に図6に示したクラスタ情報データベースDB4のカラム「正常クラスター」のデータを書き込む。すなわち、データ数10以上のクラスターは、異常診断における「正常」の基準となるため、このデータを「True」とし、それ以外を「False」とする。

【0037】

その後の処理は、実施例1と同様である。異常度計算部15が、ユーザが設定した「正常クラスター」を基準として、各データの異常度を計算する。

【0038】

実施例2によれば、診断対象のデータにおいて、正常時の特性を学習するための学習データを定義できない場合でも、ユーザが視覚的にクラスタリングの結果を確認し、その情報を基に「正常クラスター」を定義することによって、異常診断を行うことが可能となる。

【実施例3】

【0039】

図10には、本発明の実施例3に係る設備機器の異常診断システムの構成例が示されている。図1に示した実施例1に係る設備機器の異常診断システムとの違いは、正常データ抽出部16、正常データデータベースDB6、モデル解析部17、モデル解析結果データベースDB7が追加されている点である。ここでは、実施例1との相違点のみを説明する。

10

20

30

40

50

【0040】

正常データ抽出部16は、図7に示した異常度計算結果データベースDB5に格納されている異常度の時系列データを参照する。ここで、正常データ抽出部16は、異常度の値に対して、あらかじめ設定された閾値との比較を行い、閾値以下となる日時データを取得し、正常データデータベースDB6へ出力する。図11は、正常データデータベースDB6の構成例を示す。異常度が閾値以下の条件を満足する日時データが格納されている。

【0041】

次に、モデル解析部17では、正常データデータベースDB6に格納された日時データを参照し、さらに、前述の図4に示した規格化結果データベースDB2から、この日時に該当する規格化データを読み込む。このとき、読み込まれた規格化データは、異常度が閾値以下、すなわち、正常と推定されたデータのみとなっている。モデル解析部17は、読み込んだデータを学習データとして学習処理を行う。次に、モデル解析部17は、規格化結果データベースDB2に格納された全ての日時に該当するデータを読み込み、診断処理を行う。

10

【0042】

モデル解析部17における解析手法は、学習と診断の2つのステップから成る解析手法であれば、特に手法は問わない。クラスタリング処理部13とモデル解析部17で別のクラスタリング手法を使用するといったことも可能である。さらに言えば、モデル解析部17で使用できる解析手法は、クラスタリング解析以外のニューラルネットモデルや統計モデルなど、学習データによって正常時のモデルを構築する解析手法であれば、適用が可能である。

20

【0043】

モデル解析部17における解析結果はモデル解析結果データベースDB7に格納する。図12は、モデル解析結果データベースDB7の構成例を示している。以上度が高いデータが、当該状態を示す時刻の情報と共に記憶されている。

【0044】

また、前述の処理では、正常データ抽出部16における正常データの抽出処理は、あらかじめ設定された閾値を基に行った。これをユーザが視覚的に確認した上で閾値を設定することも可能である。図13は、正常データの抽出処理で使用する閾値をユーザが設定するときの入出力装置3の表示画面90dの例である。表示画面90dでは、前述の図6に示したクラスタ情報データベースDB4において、正常として定義されたクラスタのうち番号1が選択されている。表示画面90dのグラフは、クラスタ1に該当するデータに対して、異常度に対するデータ数の分布を表している。前述したように、正常として定義されたデータでも異常度は0にはならない。これはデータに含まれる揺らぎによって、クラスタ重心からの距離が発生するためである。ユーザは、表示画面90dを用いて、異常度の分布を確認しながら、バー310によって閾値を調整する。この例では、閾値を0.05としている。つまり、正常データ抽出部16は、クラスタ1に該当するデータに対しては、異常度が0.05未満となるデータを正常データとして抽出する。

30

【0045】

実施例3によれば、診断対象のデータにおいて、正常時の特性を学習するための学習データを定義できない場合でも、クラスタリング処理によって、自動的に正常期間を抽出することができる。抽出した正常データを用いたモデルの学習処理、次いで、全データを用いた診断処理を行うことが可能となる。実施例3でのモデル解析手法は、クラスタリング手法に限定するものではなく、学習と診断処理の2ステップから成る手法であれば適用できる。

40

【0046】

また、実施例3によれば、正常データ抽出の基準となる異常度に対する閾値について、クラスタごとの異常度の分布を視覚的に確認しながら、ユーザが設定することが可能である。これにより、正常データの抽出条件をより詳細に設定することができ、モデル解析による異常診断の精度を向上できる。

50

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明になるシステムによれば、機械設備全般の異常診断に利用できる。

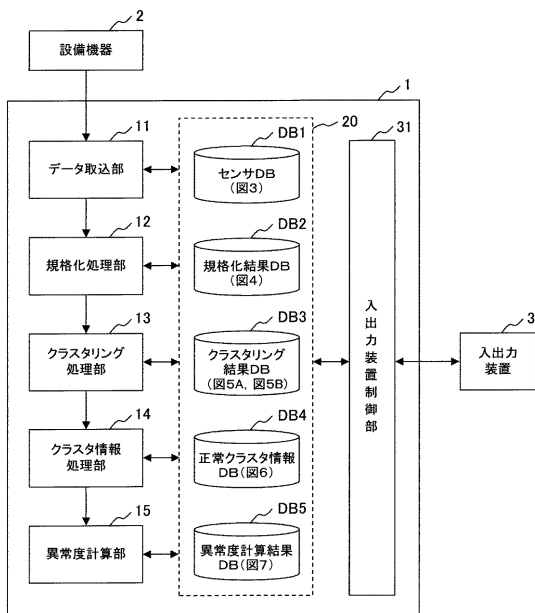
【符号の説明】

【0048】

1：設備機器の異常診断システム、2：診断の対象となる設備機器、3：入出力装置、11：データ取込部、12：規格化処理部、13：クラスタリング処理部、14：クラスタ情報処理部、15：異常度計算部、16：正常データ抽出部、17：モデル解析部、20：記憶部、DB1：センサデータベース、DB2：規格化結果データベース、DB3：クラスタリング結果データベース、DB4：クラスタ情報データベース、DB5：異常度計算結果データベース、DB6：正常データデータベース、DB7：モデル解析結果データベース、31：入出力装置制御部

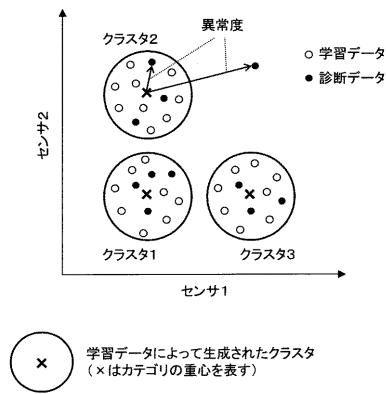
【図1】

図1



【図2】

図2



【図3】

図3

DB1

日時	センサデータ		
	センサ1	センサ2	
2017/3/1 00:00	31.0	5.2	...
2017/3/1 00:10	29.0	5.0	...
⋮	⋮	⋮	...
2017/3/1 01:30	41.0	4.9	...
⋮	⋮	⋮	

【図4】

図 4

DB2

日時	規格化データ		
	センサ1	センサ2	
2017/3/1 00:00	0.62	0.52	...
2017/3/1 00:10	0.58	0.50	...
⋮	⋮	⋮	...
2017/3/1 01:30	0.82	0.49	...
⋮	⋮	⋮	

【図5A】

図 5A

DB3A

日時	クラスタ番号
2017/3/1 00:00	0
2017/3/1 00:10	0
⋮	⋮
2017/3/1 01:30	1
⋮	⋮

【図5B】

図 5B

DB3B

クラスタ番号	クラスタ重心座標		
	センサ1	センサ2	
0	0.6	0.5	...
1	0.8	0.5	...
2	0.8	0.6	...
3	0.6	0.4	...
⋮	⋮	⋮	

【図6】

図 6

DB4

クラスタ番号	データ数	正常クラスタ
0	5	False
1	13	True
2	2	False
3	12	True
⋮	⋮	⋮

【図7】

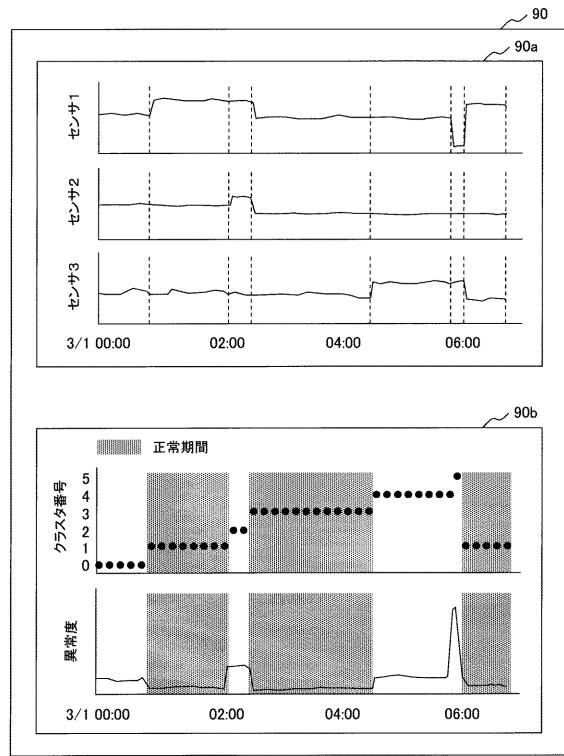
図7

DB5

日時	異常度
2017/3/1 00:00	0.12
2017/3/1 00:10	0.11
⋮	⋮
2017/3/1 01:30	0.05
⋮	⋮

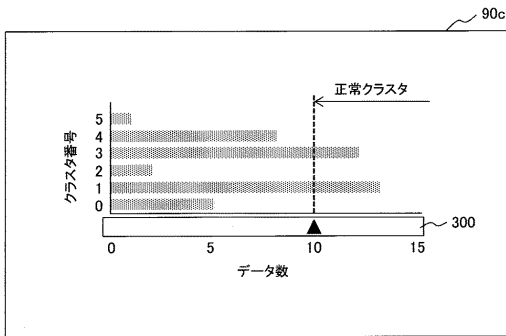
【図8】

図8



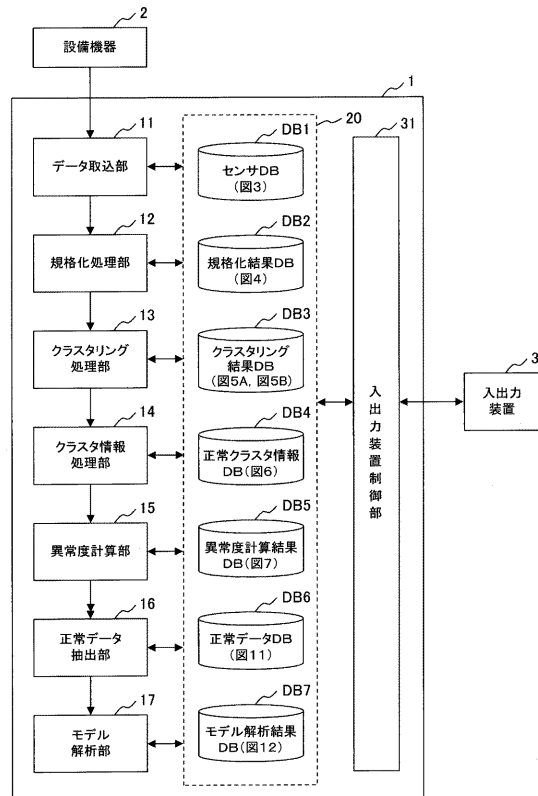
【図9】

図9



【図10】

図10



【図 1 1】

図 11

DB6

日時
2017/3/1 01:40
2017/3/1 01:50
⋮
2017/3/1 03:20
⋮

【図 1 2】

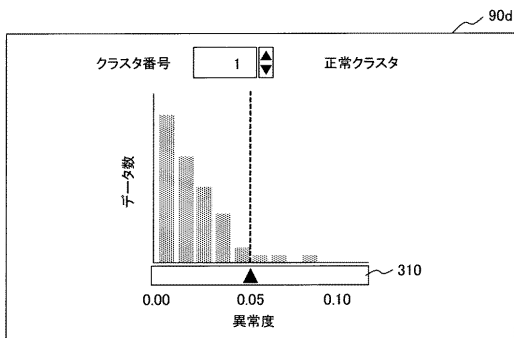
図 12

DB7

日時	異常度
2017/3/1 00:00	0.08
2017/3/1 00:10	0.12
⋮	⋮
2017/3/1 01:30	0.06
⋮	⋮

【図 1 3】

図 13



フロントページの続き

(72)発明者 宮本 康一郎
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 中田 善邦

(56)参考文献 特許第5369246(JP, B1)
特開2009-070071(JP, A)
特開2015-114967(JP, A)
特開2016-081482(JP, A)
特開2010-092355(JP, A)
米国特許出願公開第2007/0088550(US, A1)
韓国公開特許第10-2015-0015989(KR, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05B23/00-23/02