

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6116466号
(P6116466)

(45) 発行日 平成29年4月19日(2017.4.19)

(24) 登録日 平成29年3月31日(2017.3.31)

(51) Int.Cl. F I
G O 5 B 23/02 (2006.01) G O 5 B 23/02 T

請求項の数 11 (全 22 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2013-245926 (P2013-245926) | (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25年11月28日(2013.11.28) | (74) 代理人 | 110000350 ポレール特許業務法人 |
| (65) 公開番号 | 特開2015-103218 (P2015-103218A) | (72) 発明者 | 関台 孝朗 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 株式会社日立製作所内 |
| (43) 公開日 | 平成27年6月4日(2015.6.4) | (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 株式会社日立製作所内 |
| 審査請求日 | 平成28年2月18日(2016.2.18) | (72) 発明者 | 村上 正博 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 株式会社日立製作所内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラントの診断装置及び診断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラントの状態量を計測した計測信号を用いてプラントの運転状態を診断する検知部を備え、診断結果を画像表示装置に表示するプラントの診断装置であって、

診断対象プラントの状態量を計測した計測信号を記憶する計測信号データベースと、

各種プラントの過去の運転データを記憶するプラントデータベースを備え、

前記検知部は、

所定期間のデータで構築した診断モデルを用いて状態変化を検知する状態変化検知部と

、
機器特性と直接関係しない外的環境因子である運転パターンについて、状態変化を検知したときと同じ運転パターンのデータで構築した診断モデルを用いて異常発生有無を検知する異常検知部と、

前記同じ運転パターンのデータは、前記計測信号データベースに記憶された前記診断対象プラントの計測信号を使用し、もしくは前記計測信号データベースに記憶された前記診断対象プラントの計測信号を使用できない場合は、前記診断対象プラント以外のプラントの中から選択した類似プラントの過去の運転データから計算する疑似信号生成部を備えたことを特徴とするプラントの診断装置。

【請求項2】

請求項1に記載のプラントの診断装置であって、

前記疑似信号生成部は、調整パラメータと固定パラメータを用いて、診断対象プラント

10

20

の特性を模擬する疑似信号を生成するモデルであるシミュレータと、類似プラントの運転データを用いて前記調整パラメータを決定する機能と、診断対象プラントの設計情報に基づいて前記固定パラメータを決定するパラメータ推定部を備えたことを特徴とする診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のプラントの診断装置であって、

前記パラメータ推定部は、前記調整パラメータに関して、パラメータ値の代表値と標準偏差を推定し、前記シミュレータでは、前記調整パラメータを標準偏差の範囲内で変動させて疑似信号を生成することを特徴とするプラントの診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のプラントの診断装置であって、

前記状態変化検知部において、前記所定期間のデータで構築した診断モデルを使用するに際し、前記所定期間は前記プラントの運用サイクルに応じて定められることを特徴とするプラントの診断装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のプラントの診断装置であって、

前記類似プラントの計測信号と疑似信号、疑似信号をカテゴリに分類した結果、および診断対象プラントと類似プラントの設計情報を表示する画像表示装置を備えたことを特徴とするプラントの診断装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のプラントの診断装置であって、

前記プラントはガスタービンプラントであって、前記運転パターンはガスタービンの保温状態に応じた起動モードあるいは制御目的に応じて決定される制御モードで定まるものであることを特徴とするプラントの診断装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のプラントの診断装置であって、

前記プラントはボイラを含む火力発電プラントであって、前記運転パターンはボイラのバーナパターンあるいは燃料種類モードあるいは制御モードで定まるものであることを特徴とするプラントの診断装置。

【請求項 8】

請求項 2 または請求項 3 に記載のプラントの診断装置であって、

前記調整パラメータの値は、ネットワークを介して送受信することを特徴とするプラントの診断装置。

【請求項 9】

プラントの状態量を計測した計測信号を用いてプラントの運転状態を診断し、診断結果を表示するプラントの診断方法であって、

診断対象プラントの状態量を計測した計測信号を記憶し、

各種プラントの過去の運転データを記憶し、

所定期間のデータで構築した診断モデルを用いて状態変化を検知し、

機器特性と直接関係しない外的環境因子である運転パターンについて、状態変化を検知したときと同じ運転パターンのデータで構築した診断モデルを用いて異常発生有無を検知するとともに、

前記同じ運転パターンのデータは、記憶された前記診断対象プラントの計測信号を使用し、もしくは記憶された前記診断対象プラントの計測信号を使用できない場合は、前記診断対象プラント以外のプラントの中から選択した類似プラントの過去の運転データから求めることを特徴とするプラントの診断方法。

【請求項 10】

プラントの状態量を計測した計測信号を用いてプラントの運転状態を診断し、診断結果を表示するプラントの診断方法であって、

所定期間のデータで構築した診断モデルを用いて前記計測信号のカテゴリを求め、新規

10

20

30

40

50

カテゴリが発生した場合はプラントの、機器特性と直接関係しない外的環境因子である運転パターンの変化有無を確認し、新規カテゴリを検知した時刻と同じ運転パターンの期間が存在するか否かを確認し、前記同じ運転パターンの期間が存在するときには当該期間の運転パターンでの計測信号を用いて診断モデルを構築し、該診断モデルでの新規カテゴリ発生有無を評価して異常判定を行うとともに、

前記同じ運転パターンの期間が存在しない時、診断対象のプラントと類似したプラントの設計情報を用いて作成した疑似信号を用いて診断モデルを構築し、該診断モデルでの新規カテゴリ発生有無を評価して異常判定を行うことを特徴とするプラントの診断方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載のプラントの診断方法であって、

前記疑似信号は、調整パラメータと固定パラメータを用いて、診断対象のプラントの特性を模擬する疑似信号を生成するモデルであるシミュレータを用いて計算し、類似プラントの運転データを用いて前記調整パラメータを決定し、診断対象のプラントの設計情報に基づいて前記固定パラメータを決定することを特徴とするプラントの診断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラントの診断装置及び診断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

プラントの診断装置は、プラントに異常な過渡事象や事故等が生じた際に、プラントからの計測データを基にその異常や事故の発生を検知する。

【0003】

特許文献 1 には、適応共鳴理論 (Adaptive Resonance Theory : ART) を用いた診断装置が開示されている。ここで適応共鳴理論 ART とは、多次元のデータをその類似度に応じてカテゴリに分類する理論である。

【0004】

特許文献 1 の技術においては、まず適応共鳴理論 ART を用いて正常時の計測データを複数のカテゴリ (正常カテゴリ) に分類する。次に、現在の計測データを適応共鳴理論 ART に入力してカテゴリに分類する。この計測データが正常カテゴリに分類できない時は、新しいカテゴリ (新規カテゴリ) を生成する。新規カテゴリの発生は、プラントの状態が変化したことを意味する。そこで、異常の発生を新規カテゴリの発生で判断することとし、新規カテゴリの発生率が閾値を越えた場合に異常と診断する。

【0005】

しかし新規カテゴリは、現在の計測データが正常カテゴリに分類できないとき、すなわちプラントの状態が変化した時に生成する。

【0006】

プラントの状態は、運転パターンが変化した時にも変化する。ここで運転パターンとは、プラントが設置されている場所の環境条件 (大気温度、湿度など) や、オペレータの操作で決定する量 (プラントで生成される発電量) など、機器特性と直接関係しない外的環境因子である。異常発生の有無に関わらず、運転パターンが変化すると各種計測データの値も変化する。

【0007】

然るに運転パターン変化は異常ではないが、特許文献 1 の方法では異常と診断する可能性がある。正常状態を異常と診断することになり、結果として誤報が発生する原因となる。

【0008】

この課題を解決するため、特許文献 2 の技術においては、運転パターン変化、異常を区別することで、誤報発生率を抑制する技術が開示されている。本技術では、運転パターンを決定する計測値を適応共鳴理論 ART で処理し新規カテゴリが発生したら運転パターン

10

20

30

40

50

が変化したと判定する。

【0009】

なお、調整パラメータの代表値と変動範囲（標準偏差）を推定する方法としてベイズ学習法が非特許文献1に記載されている

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2005-165375号公報

【特許文献2】国際公表特許WO2011-125130号公報

【非特許文献】

10

【0011】

【非特許文献1】統計科学のフロンティア12、計算統計 2005年10月28日発行、伊庭幸人 ほか5名著 岩波書店 P222 - P232

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

特許文献2の技術では運転パターンが変化したかどうかを判定するが、その運転パターンのもとで異常発生の有無を判定することはできない。また、全運転パターンの正常状態を学習するためには、長期間の運転データを必要とする。

【0013】

20

本発明の目的は運転パターンに対応した診断を実施することで診断精度を向上させることと、短期間の運転データで診断することを可能とするプラントの診断装置及び診断方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

以上のことから本発明の診断装置は、プラントの状態量を計測した計測信号を用いてプラントの運転状態を診断する検知部を備え、診断結果を画像表示装置に表示するプラントの診断装置であって、検知部は所定期間のデータで構築した診断モデルを用いて状態変化を検知する状態変化検知部と、状態変化を検知したときと同じ運転パターンのデータで構築した診断モデルを用いて異常発生有無を検知する異常検知部で構成することを特徴とする。

30

【0015】

また本発明の診断方法は、プラントの状態量を計測した計測信号を用いてプラントの運転状態を診断し、診断結果を表示するプラントの診断方法であって、所定期間のデータで構築した診断モデルを用いて状態変化を検知し、状態変化を検知したときと同じ運転パターンのデータで構築した診断モデルを用いて異常発生有無を検知することを特徴とする。

【0016】

さらに本発明の診断方法は、プラントの状態量を計測した計測信号を用いてプラントの運転状態を診断し、診断結果を表示するプラントの診断方法であって、所定期間のデータで構築した診断モデルを用いてカテゴリを求め、新規カテゴリが発生した場合はプラントの運転パターンの変化有無を確認し、新規カテゴリを検知した時刻と同じ運転パターンの期間を検索し、当該期間の運転パターンでの計測信号を用いて診断モデルを構築し、該診断モデルでの新規カテゴリ発生有無を評価して異常判定を行うことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0017】

運転パターンに対応した診断を実施することで診断精度を向上できる。また、診断対象プラントの運転データは短期間で良いため、診断装置導入の時間を短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1の実施例である診断装置400を説明するブロック図。

50

【図 2】診断装置 400 のモデル構築処理モードと診断モードを実行するタイミングを説明する図。

【図 3 (a)】分類部 750 のデータ分類機能の構成を説明する図。

【図 3 (b)】F0 レイヤー 621 の構成を示すブロック図。

【図 3 (c)】F1 レイヤー 622 の構成を示すブロック図。

【図 4 (a)】計測信号、もしくは疑似信号を分類した結果を説明する図。

【図 4 (b)】カテゴリに分類した分類結果の一例を示す図。

【図 5】診断装置 400 の診断モードの動作フローチャート図である。

【図 6 (a)】計測信号データベース 510 に保存されるデータの態様を説明する図。

【図 6 (b)】プラントデータベース 520 に保存されるデータの態様を説明する図。

【図 6 (c)】診断モデルデータベース 530 に保存されるデータの態様を説明する図。

【図 7 (a)】疑似信号生成部 730 を説明するブロック図である。

【図 7 (b)】パラメータデータ 735 に生成されたパラメータデータの例を表示画面状に表示した事例を示す図。

【図 8 (a)】パラメータ推定部 734 を動作させた結果として得られるパラメータサンプル値を説明する図。

【図 8 (b)】シミュレータ 732 で作成した疑似データの例を示す図。

【図 8 (c)】パラメータを変化させた時の疑似データの 2 項目を表示した図。

【図 8 (d)】平均値を用いて疑似データを作成した場合の疑似データの 2 項目を表示した図。

【図 9 (a)】図 5 のフローチャートでの判定結果を表示する画面を示す図。

【図 9 (b)】類似プラントの計測信号と疑似信号、疑似信号をカテゴリに分類した結果、および診断対象プラントと類似プラントの設計情報を表示する画面を示す図。

【図 9 (c)】カテゴリの分類性能を決めるビジランスパラメータを変更するのに用いる画面を示す図。

【図 10 (a)】診断対象のプラント 100 がガスタービンプラントである場合の構成を説明する図。

【図 10 (b)】起動時の運転パターンのバリエーションを示す図。

【図 11 (a)】診断対象のプラント 100 がボイラプラントである場合の構成を説明する図。

【図 11 (b)】ボイラプラントの運転パターンのバリエーションを示す図。

【図 12】複数のサイトを診断する場合の構成を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の実施例であるプラントの診断装置及び診断方法について、図面を参照して以下に説明する。

【実施例 1】

【0020】

図 1 は、本発明の第 1 の実施例である診断装置 400 を説明するブロック図である。診断装置 400 を用いて、プラント 100 を監視する。

【0021】

診断装置 400 は、演算装置として監視データ生成部 700、分類部 750、検知部 800 を備えている。監視データ生成部 700 は、運転パターン評価部 710、類似プラント選定部 720、疑似信号生成部 730 で構成し、検知部 800 は状態変化検知部 810、異常検知部 820 で構成する。

【0022】

また、診断装置 400 はデータベースとして計測信号データベース 510、プラントデータベース 520、診断モデルデータベース 530 を備える。尚、図 1 においてはデータベースを DB と略記している。計測信号データベース 510、プラントデータベース 520、診断モデルデータベース 530 には、電子化された情報が保存されており、通常電子

10

20

30

40

50

ファイル（電子データ）と呼ばれる形態で情報が保存される。

【0023】

また、診断装置400は、外部とのインターフェイスとして外部入力インターフェイス410及び外部出力インターフェイス420を備えている。

【0024】

そして、外部入力インターフェイス410を介してプラント100の運転状態である各種状態量を計測した計測信号1と、運転管理室900に備えられているキーボード920及びマウス930で構成される外部入力装置910の操作で作成する外部入力信号2が診断装置400に取り込まれる。また、外部出力インターフェイス420を介して、画像表示情報11を運転管理室900に備えられている画像表示装置940に出力する。

10

【0025】

図1に示した診断装置400において、プラント100の各種状態量を計測した計測信号1は外部入力インターフェイス410を介して取り込まれる。診断装置400に取り込まれた計測信号3は、計測信号データベース510に保存する。なお計測信号1の多くはアナログ量であるが、診断装置400に取り込まれた計測信号3は時系列的なデジタル量であるため記号を区別している。

【0026】

診断装置400は、モデル構築処理と診断処理の二つの処理モードを持つ。モデル構築処理では、正常状態の計測信号を用いて、診断モデルを構築する。診断モデルはクラスタリング技術により構築され、正常状態の計測信号がいくつかのデータグループに分類される。診断処理では、診断する時刻の計測信号を処理する。計測信号が正常状態の時と同じ特性であれば、診断モデルのデータグループのいずれか1つに分類される。特性が異なる場合は、診断モデルのデータグループには属さないことになる。

20

【0027】

プラント100にて異常が発生すると、計測信号の特性が正常状態とは異なる。そのため、正常状態の計測信号を用いて構築した診断モデルのデータグループに、診断の計測信号が分類されない。この特性を利用して、先に述べた特許文献1では計測信号が診断モデルのデータグループに属さない場合に異常と診断する。

【0028】

しかし、プラント100の特性は、プラントの運転パターンに応じて変化する。ここで運転パターンとは、プラントが設置されている場所の環境条件（大気温度、湿度など）や、オペレータの操作で決定する値（プラントで生成する発電量の指令値）など、機器特性と直接関係しない外的環境因子である。

30

【0029】

運転状態が正常であっても、運転パターンが異なると計測信号の傾向も変化する。そのため、特許文献1の技術を適用すると正常状態を異常と判定する誤報が発生する可能性がある。

【0030】

そこで、本発明では状態変化の検知と異常の検知の2種類の検知方式を組み合わせることで、誤報の発生を回避する。

40

【0031】

まず、モデル構築処理モードの動作を述べる。モデル構築処理モードでは、状態変化の検知に用いる監視モデルを構築する。

【0032】

まず、監視データ生成部700では、予め定められたデータ項目について、所定期間の計測信号情報4を計測信号データベース510から抽出する。ここでの所定期間はプラント100の運用サイクルに応じて任意に設定でき、DSS（Daily Start and Stop）運転の場合は1日、WSS（Weekly Start and Stop）運転の場合は1週間、MSS（Monthly Start and Stop）運転の場合は1か月などに設定する。監視データ生成部700で抽出した計測信号情報4

50

を含む監視データ情報 6 は分類部 7 5 0 に送信される。分類部 7 5 0 では、監視データ情報 6 をクラスタリング技術により分類する。分類結果である分類結果情報 7 は、診断モデルデータベース 5 3 0 に送信され、保存される。

【 0 0 3 3 】

次に、診断処理モードの動作を述べる。診断処理モードでは、まずモデル構築処理モードで構築した診断モデルを用いて状態変化検知部 8 1 0 にて状態変化有無を判定する。

【 0 0 3 4 】

状態変化を検知した場合は、同じ運転パターンのデータを用いて診断モデルを構築し、異常検知部 8 2 0 にて異常有無を判定する。もし同じ運転パターンのデータがない場合は、類似プラントの過去の運転データを活用して正常データの疑似データを作成し、疑似データを用いて構築した診断モデルで診断する。診断処理モードの詳細は、図 5 を用いて後述する。診断処理モードを動作させて得られる検知結果情報 1 0 は、外部出力インターフェイス 4 2 0 に出力する。

10

【 0 0 3 5 】

なお、本実施例の診断装置 4 0 0 においては、監視データ生成部 7 0 0、分類部 7 5 0、検知部 8 0 0、計測信号データベース 5 1 0、プラントデータベース 5 2 0、診断モデルデータベース 5 3 0 が診断装置 4 0 0 の内部に備えられているが、これらの一部の装置を診断装置 4 0 0 の外部に配置し、データのみを装置間で通信するようにしてもよい。

【 0 0 3 6 】

また、図示していないが、診断装置 4 0 0 に設置された計測信号データベース 5 1 0、プラントデータベース 5 2 0、診断モデルデータベース 5 3 0 に保存されている情報は、運転管理室 9 0 0 とデータ通信できるようになっており、データベースの情報を画像表示装置 9 4 0 に表示できる。また、これらの情報は、キーボード 9 2 0 とマウス 9 3 0 で構成する外部入力装置 9 1 0 を操作して生成する外部入力信号 2 で修正できる。

20

【 0 0 3 7 】

また、本発明の実施形態として、診断装置 4 0 0 を動作させて得られた情報を運転員に提供する情報提供サービス、診断装置 4 0 0 を搭載した運転制御装置も含まれる。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、診断装置 4 0 0 のモデル構築処理モードと診断モードを実行するタイミングを説明する図である。所定の設定期間毎に正常状態学習モード（モデル構築処理モード）を動作させ、サンプリング周期毎に診断処理モードを動作させて診断する。

30

【 0 0 3 9 】

図 3 は、分類部 7 5 0 を説明する図である。本実施例では、信号を分類する技術として、適応共鳴理論（Adaptive Resonance Theory：ART）を適用した場合について述べる。尚、ベクトル量子化、サポートベクターマシン等、他のクラスタリング手法を用いることもできる。

【 0 0 4 0 】

図 3（a）に示すように、データ分類機能はデータ前処理装置 6 1 0 と ART モジュール 6 2 0 で構成する。データ前処理装置 6 1 0 は、運転データを ART モジュール 6 2 0 の入力データに変換する。

40

【 0 0 4 1 】

以下に、前記データ前処理装置 6 1 0 及び ART モジュール 6 2 0 によるそれらの手順について説明する。

【 0 0 4 2 】

まず、データ前処理装置 6 1 0 において、計測項目毎にデータを正規化する。計測信号を正規化したデータ $N \times i(n)$ 及び正規化したデータの補数 $C N \times i(n)$ ($= 1 - N \times i(n)$) を含むデータを入力データ $I i(n)$ とする。この入力データ $I i(n)$ が、ART モジュール 6 2 0 に入力される。

【 0 0 4 3 】

ART モジュール 6 2 0 においては、入力データである分類用データ信号 7 0 2、もし

50

くは検知用データ信号 6 を複数のカテゴリに分類する。

【 0 0 4 4 】

A R T モジュール 6 2 0 は、F 0 レイヤー 6 2 1、F 1 レイヤー 6 2 2、F 2 レイヤー 6 2 3、メモリ 6 2 4 及び選択サブシステム 6 2 5 を備え、これらは相互に結合している。F 1 レイヤー 6 2 2 及び F 2 レイヤー 6 2 3 は、重み係数を介して結合している。重み係数は、入力データが分類されるカテゴリのプロトタイプ（原型）を表している。ここで、プロトタイプとは、カテゴリの代表値を表すものである。

【 0 0 4 5 】

次に、A R T モジュール 6 2 0 のアルゴリズムについて説明する。A R T モジュール 6 2 0 に入力データが入力された場合のアルゴリズムの概要は、下記の処理 1 ~ 処理 5 のようになる。

【 0 0 4 6 】

処理 1 : F 0 レイヤー 6 2 1 により入力ベクトルを正規化し、ノイズを除去する。

【 0 0 4 7 】

処理 2 : F 1 レイヤー 6 2 2 に入力された入力データと重み係数との比較により、ふさわしいカテゴリの候補を選択する。

【 0 0 4 8 】

処理 3 : 選択サブシステム 6 2 5 で選択したカテゴリの妥当性がパラメータ α との比により評価される。妥当と判断されれば、入力データはそのカテゴリに分類され、処理 4 に進む。一方、妥当と判断されなければ、そのカテゴリはリセットされ、他のカテゴリからふさわしいカテゴリの候補を選択する（処理 2 を繰り返す）。パラメータ α の値を大きくするとカテゴリの分類が細くなり、 α の値を小さくすると分類が粗くなる。このパラメータ α をビジランス (v i g i l a n c e) パラメータと呼ぶ。

【 0 0 4 9 】

処理 4 : 処理 2 において全ての既存のカテゴリがリセットされると、入力データが新規カテゴリに属すると判断され、新規カテゴリのプロトタイプを表す新しい重み係数を生成する。

【 0 0 5 0 】

処理 5 : 入力データがカテゴリ J に分類されると、カテゴリ J に対応する重み係数 W_J (n e w) は、過去の重み係数 W_J (o l d) 及び入力データ p (又は入力データから派生したデータ) を用いて下記 (1) 式により更新される。

$$W_J (n e w) = K_w \cdot p + (1 - K_w) \cdot W_J (o l d) \quad \dots (1)$$

ここで、 K_w は、学習率パラメータ ($0 < K_w < 1$) であり、入力ベクトルを新しい重み係数に反映させる度合いを決定する値である。

【 0 0 5 1 】

尚、(1) 式及び後述する (2) 式乃至 (1 2) 式の各演算式は前記 A R T モジュール 6 2 0 に組み込まれている。

【 0 0 5 2 】

A R T モジュール 6 2 0 のデータ分類アルゴリズムの特徴は、上記の処理 4 にある。つまり、処理 4 においては、学習した時のパターンと異なる入力データが入力された場合、記録されているパターンを変更せずに新しいパターンを記録することができる。このため、過去に学習したパターンを記録しながら、新たなパターンを記録することが可能となる。

【 0 0 5 3 】

このように、入力データとして予め与えた運転データを与えると、A R T モジュール 6 2 0 は与えられたパターンを学習する。したがって、学習済みの A R T モジュール 6 2 0 に新たな入力データが入力されると、上記アルゴリズムにより、過去におけるどのパターンに近いかを判定することができる。また、過去に経験したことのないパターンであれば、新規カテゴリに分類される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

図3 (b) は、F 0 レイヤー 6 2 1 の構成を示すブロック図である。F 0 レイヤー 6 2 1 では、入力データ I を各時刻で再度正規化し、F 1 レイヤー 6 2 1、及び選択サブシステム 6 2 5 に入力する正規化入力ベクトル u^0 を作成する。

【 0 0 5 5 】

始めに、入力データ I から、(2) 式に従って w^0 を計算する。ここで、a は定数である。なお図面や式中においてこれらの記号に下付小文字として i を付すことがあるが、これは i

番目のデータの処理であることを意味している。

【 0 0 5 6 】

【数 1】

$$w_i^0 = I_i + au_i^0 \quad \dots (2)$$

【 0 0 5 7 】

次に、 w^0 を正規化した x^0 を、(3) 式を用いて計算する。なお(3) 式において、 x^0 の両側の二重縦線はノルムを表す記号である。

【 0 0 5 8 】

【数 2】

$$x_i^0 = \frac{w_i^0}{\|w^0\|} \quad \dots (3)$$

【 0 0 5 9 】

そして、(4) 式を用いて、 x^0 からノイズを除去した v^0 を計算する。ただし、 θ はノイズを除去するための定数である。(4) 式の計算により、微小な値は 0 となるため、入力データのノイズが除去される。

【 0 0 6 0 】

【数 3】

$$v_i^0 = f(x_i^0) = \begin{cases} x_i^0 & \text{if } x_i^0 \geq \theta \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (4)$$

【 0 0 6 1 】

最後に、(5) 式を用いて正規化入力ベクトル u^0 を求める。 u^0 は F 1 レイヤーの入力となる。

【 0 0 6 2 】

【数 4】

$$u_i^0 = \frac{v_i^0}{\|v^0\|} \quad \dots (5)$$

【 0 0 6 3 】

図3 (c) は、F 1 レイヤー 6 2 2 の構成を示すブロック図である。F 1 レイヤー 6 2 2 では、式(5) で求めた u^0 を短期記憶として保持し、F 2 レイヤー 7 2 2 に入力する p_i を計算する。F 2 レイヤーの計算式をまとめて(6) 式~(12) 式に示す。ただし、a、b は定数、f は(4) 式で示した関数、 T_j は F 2 レイヤー 7 2 2 で計算する適合度である。

【 0 0 6 4 】

【数 5】

$$w_i = u_i^0 + au_i \quad \dots (6)$$

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

【数 6】

$$x_i = \frac{w_i}{\|w\|} \quad \dots (7)$$

【0066】

【数 7】

$$v_i = f(x_i) + bf(q_i) \quad \dots (8)$$

【0067】

【数 8】

$$u_i = \frac{v_i}{\|v\|} \quad \dots (9)$$

【0068】

【数 9】

$$q_i = \frac{p_i}{\|p\|} \quad \dots (10)$$

【0069】

【数 10】

$$p_i = u_i + \sum_j^M g(y_i) z_{ji} \quad \dots (11)$$

【0070】

ただし、

【0071】

【数 11】

$$g(y_i) = \begin{cases} d & \text{if } T_j = \max(T_j) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (12)$$

【0072】

図4は分類部750で監視データ情報6に含まれる計測信号、もしくは疑似信号を分類した結果を説明する図である。

【0073】

図4(a)は、プラント100から取得した計測信号1、もしくは疑似信号を、カテゴリに分類した結果を説明する図である。横軸は、時間、縦軸は計測信号、カテゴリ番号である。この結果によれば、正常期間において項目A、Bはカテゴリ番号1に分類され、その後順次カテゴリ番号2、3に分類されるように時間変化している。また診断期間において、当初カテゴリ番号2に分類されていたものが、短時間でカテゴリ番号4に分類されるように状態が変化した。

【0074】

図4(b)は、分類部750にてカテゴリに分類した分類結果の一例を示す図である。この例では、計測信号のうちの2項目を表示したものであり、2次元のグラフで表記した。また、縦軸及び横軸は、それぞれの項目の計測信号を規格化して示した。この表示結果によれば、カテゴリ番号1は項目Aが大きく項目Bが小さいグループ、カテゴリ番号2は項目Aと項目Bが共に小さいグループ、カテゴリ番号3は項目Bが大きく項目Aが小さいグループ、カテゴリ番号4は項目Aと項目Bが共に大きいグループに分類したものであることが見て取れる。このように、計測信号は、図3(a)のARTモジュール620によって、複数のカテゴリ630(図4(b)に示す円)に分割される。1つの円が、1つのカテゴリに相当する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

図 4 (a) に示すように、診断開始前の正常期間のデータは、カテゴリ 1 ~ 3 に分類された。カテゴリ 1 ~ 3 に分類されたデータがモデルデータである。これに対し、監視開始後の診断期間前半のデータはカテゴリ 2 に分類されており、モデルデータと同じカテゴリ 1 ~ 3 に含まれるデータである。この場合、データの傾向が同じであることから、状態は変化していないと判断する。

【 0 0 7 6 】

一方、監視開始後の診断期間後半のデータはカテゴリ 4 に分類されており、モデルデータ (カテゴリ 1 ~ 3) と異なるカテゴリに分類されている。データの傾向が異なることから、プラントの状態が変化したと判断する。

【 0 0 7 7 】

尚、本実施例においては、2 項目の計測信号 A、B をカテゴリに分類する例を述べたが、3 項目以上の計測信号について多次元の座標を用いてカテゴリに分類することもできる。

【 0 0 7 8 】

図 5 は、診断装置 4 0 0 の診断モードの動作フローチャート図である。

【 0 0 7 9 】

本発明では状態変化検知部 8 1 0 で診断した結果として新規カテゴリが発生した時には、運転パターンが変化しているかどうかを判定する。運転パターンが変化している場合には異常検知部 8 2 0 で改めて診断する。本方式により、運転パターン変化を異常と診断する誤報の発生を回避すると同時に、正常状態の運転データを収集する期間を短縮できる。

【 0 0 8 0 】

図 5 の診断モードの動作フローチャートでは、まずステップ 1 0 0 0 において、状態変化検知部 8 1 0 を動作させて診断する。次にステップ 1 0 1 0 では、ステップ 1 0 0 0 の診断結果を評価し、新規カテゴリが発生しなかった場合はステップ 1 1 0 0 (正常判定) に進み、新規カテゴリが発生した場合はステップ 1 0 2 0 に進む。

【 0 0 8 1 】

ステップ 1 0 2 0 では、運転パターン評価部 7 1 0 を動作させて運転パターンの変化有無を確認し、変化無しの場合はステップ 1 1 1 0 (異常判定) へ進み、変化有りの場合は 1 0 3 0 に進む。

【 0 0 8 2 】

ステップ 1 0 3 0 では、図 6 (a) に例示する計測信号データベース 5 1 0 に対して現時刻 (状態変化を検知した時刻) と同じ運転パターンの期間が存在するか否かを検索し、同じ運転パターンの期間が存在しない場合はステップ 1 0 4 0 へ進み、同じ運転パターンの期間が存在する場合はステップ 1 0 6 0 へ進む。なお図 5 のステップ 1 0 3 0 では、現時刻と同じ運転パターンの期間が存在するか否かを、過去データ (現時刻と同じ運転パターンの期間における) の有無として表記している。例えば図 6 (a) に例示する計測信号データベース 5 1 0 について、時刻 1 0 : 0 1 が現時刻であるとして、同じ運転パターンを検索したときにこれが時刻 1 0 : 0 0 であったとした場合に、この時の項目 A , B , C についてのデータが過去データとして抽出されることになる。

【 0 0 8 3 】

ステップ 1 0 4 0 では、運転員によりあらかじめ設定された条件に基づいて疑似信号作成の有無を決定し、疑似信号を作成する場合はステップ 1 0 5 0 へ進み、作成しない場合はステップ 1 1 2 0 (予兆判定) へ進む。ここで予兆判定とは、プラントの運転状態が変化しているが異常が発生しているとは限らない状態のことであり、異常発生 of 最終判断は運転員が実施する。

【 0 0 8 4 】

ステップ 1 0 5 0 では、まず類似プラント選定部 7 2 0 を動作させて、診断対象のプラント 1 0 0 と類似したプラントをプラントデータベース 5 2 0 から抽出する。類似プラント選定部 7 2 0 では、診断対象のプラントの設計情報と、プラントデータベース 5 2 0 に

10

20

30

40

50

保存されているプラントの設計情報を比較し、以下の(13)式の評価関数Fが最小となるプラントを抽出する。但し(13)式において C_i は(14)式で表される。ここで、すでに述べたようにPはF2レイヤー722の入力であり、wは(2)式で求めた値である。

【0085】

$$F = w_i \times C_i \quad \dots (13)$$

$$C_i = (P_{1i}/P_{2i})^2 \quad \dots (14)$$

次に疑似信号生成部730にて疑似信号を作成し、ステップ1060へ進む。尚、疑似信号生成部730の詳細は図7を用いて後述する。

【0086】

ステップ1060では、計測信号データベース510から抽出した同一の運転パターンの計測信号、もしくはステップ1050で生成した疑似信号を用いて診断モデルを構築し、本診断モデルを用いて異常検知部820にて診断する。ステップ1070では、ステップ1060での新規カテゴリ発生有無を評価し、発生しなかった場合はステップ1130(正常判定)に進み、発生した場合はステップ1140(異常判定)に進む。

【0087】

ステップ1100、1110、1120、1130、1140を実行した後、ステップ1080にて終了判定を実施する。プラント運転員から診断システムの停止要請があった場合はシステムを終了させ、それ以外の場合はステップ1000に戻る。

【0088】

図5に一連の処理フローを示す本発明の診断装置では、ステップ1060にて同一の運転パターンの計測信号を用いた診断モデルを用いて診断を実行することで、ステップ1010で診断する場合と比較して運転パターン変更に伴う誤報の発生を抑制し、診断精度を向上できる。また、診断対象プラントの同一運転データがない場合はステップ1050にて疑似信号を生成して診断モデルを構築できる。従って、診断対象プラントの運転データは短期間で良いため、診断装置導入の時間を短縮する効果が得られる。

【0089】

図6は、計測信号データベース510、プラントデータベース520、診断モデルデータベース530に保存されるデータの態様を説明する図である。なおここではモニタ画面上にこれらのデータを表記した状態を示している。従って、モニタ画面上で、適宜左右、上下方向のスクロールにより、表示範囲以上のデータを参照可能である。またタブにより複数の監視グループを選択することも可能である。

【0090】

図6(a)は、計測信号データベース510に保存されるデータの態様を示している。ここには、プラント100で計測した運転データである計測信号1(図では、データ項目A、B、Cを記載)の値が、サンプリング周期(縦軸の時刻)毎に保存される。また表示画面511において縦横に移動可能なスクロールボックス512及び513を用いることにより、広範囲のデータをスクロール表示することができる。

【0091】

図6(b)は、プラントデータベース520に保存されるデータの態様を示している。ここには、プラント名、出力、蒸気圧力、蒸気温度など、各種プラントの設計値が保存される。また、プラントデータベース520には、各種プラントの過去の運転データが、図6(a)に示したフォーマットで保存される。さらにプラントデータベース520には、センサの配置位置や計測点数などのセンサ設置情報、大気温度や湿度などの環境情報が保存される。

【0092】

図6(c)は、診断モデルデータベース530に保存されるデータの態様を示している。ここには、カテゴリ番号と重み係数との関係が診断モデル毎(監視グループのタブ選択により選択)に保存される。ここで、重み係数とは、カテゴリの中心座標のことである。

【0093】

10

20

30

40

50

図7(a)は、疑似信号生成部730を説明するブロック図である。疑似信号生成部730は、演算装置としてシミュレータ732、パラメータ推定部734を備え、メモリとしてパラメータデータ735を備える。尚、メモリはデータベースの形態としても良い。

【0094】

シミュレータ732では、計測信号データベース510とプラントデータベース520に保存されている情報を用いて、正常状態の計測信号の疑似データを以下のモデル式(15)で計算する。

【0095】

$$dx/dt = f(x, \dots) \dots (15)$$

上記の式において、 x はプラント100の状態量、 \dots は類似プラントの計測データで調整する調整パラメータ、 \dots はプラントデータベース520に保存されているプラントの設計値で決定する固定パラメータである。

【0096】

調整パラメータはパラメータ推定部734で推定する。本発明は、パラメータの推定方法に限定されるものではなく、各種の推定アルゴリズムを用いて良い。

【0097】

モデル式(15)とプラント特性には誤差があり、これをモデル化誤差と呼ぶ。本発明ではモデル化誤差を、調整パラメータが一定範囲で変動することを仮定することにより模擬する。本実施例では、調整パラメータの代表値と変動範囲(標準偏差)を推定する方法としてベイズ学習法を用いる。

【0098】

ベイズ学習法は、非特許文献1に記載されているため、以下ではアルゴリズムの詳細は省略し、パラメータ推定部734とシミュレータ732の動作結果を説明する。

【0099】

図7(b)は、パラメータデータ735に生成されたパラメータデータの例を表示画面状に表示した事例を示している。属性の欄では、類似プラントの計測データで調整する調整パラメータと、プラントデータベース520に保存されているプラントの設計値で決定する固定パラメータとを区分して表記し、これらパラメータの名称と共に、代表値と標準偏差を表示(記憶)している。

【0100】

図8は、パラメータ推定部734とシミュレータ732の動作結果を説明する図である。このうち、図8(a)は、パラメータ推定部734を動作させた結果として得られるパラメータサンプル値を説明する図である。ベイズ推定法のマルコフ連鎖モンテカル口法ではパラメータの推定サンプル値を逐次発生させる。パラメータのサンプル値は、サンプリング回数が少ない場合は変化が大きい、サンプリング回数が多くなるに従って変化が小さくなる。サンプリング回数が一定値以上の区間を評価区間とし、評価区間のパラメータのサンプル値から平均値、標準偏差を計算する。

【0101】

図8(b)は、シミュレータ732で作成した疑似データの例である。調整パラメータをそのサンプル値の平均値に設定してシミュレータを動作させたときの値を実線で、標準偏差の範囲で変化させてシミュレータを動作させた時の値の範囲を点線で示している。この例では項目Aは、ほぼ一定の上下限値の範囲内でほぼ一定とを保つ傾向を示し、項目Bは周期変動する上下限値の範囲内で同様に周期変動する傾向を示す疑似データであることが理解できる。

【0102】

図8(c)(d)は、疑似データの2項目を表示したものであり、2次元のグラフで表記した。図8(c)はパラメータを変化させた時、図8(d)は平均値を用いて疑似データを作成した場合のグラフである。

【0103】

パラメータを変化させることにより、モデル誤差を考慮し、計測信号の値のとりうる範

10

20

30

40

50

困を網羅した疑似信号を生成できる。この疑似信号を用いて診断モデルを構築することにより、モデル誤差に起因する誤報発生を抑制できる。また、平均値で作成した疑似データを分類して構築した診断モデルと、パラメータを変動させた時の疑似データを分類して構築した診断モデルの2つの診断モデルを用いて診断し、それぞれの診断結果を出力するようにしても良い。

【0104】

図9は、画像表示装置940に表示する画面の実施例を説明する図である。このうち図9(a)は図5のフローチャートでの判定結果を表示する画面であり、監視グループ毎の診断結果(正常判定、異常判定、予兆判定のいずれか)を表示する。

【0105】

図9(b)は類似プラントの計測信号と疑似信号、疑似信号をカテゴリに分類した結果、および診断対象プラントと類似プラントの設計情報を表示する。本画面により、類似プラント選定部720、疑似信号生成部730の動作結果を確認できる。この表示画面によれば、診断対象プラントAAAAの出力、蒸気圧力、蒸気温度がそれぞれ100、25、500であるとき、類似プラントBBBBのそれは90、25、520であることが対比表示されている。

【0106】

図9(c)はカテゴリの分類性能を決めるビジランスパラメータを変更するのに用いる画面である。図9(c)でを変更したことの影響を、図9(b)で評価できる。評価結果に基づき、を適正な値に設定できる。

【実施例2】

【0107】

図10はプラント100がガスタービンプラントであるときの実施形態を示した図である。図10(a)は診断対象のプラント100がガスタービンプラントである場合の構成を説明する図である。プラント100は、ガスタービン発電機110、制御装置120及びデータ送信装置130を含む。ガスタービン発電機110は、発電機111、圧縮機112、燃焼器113及びタービン114を含む。

【0108】

発電に際しては、圧縮機112にて吸い込んだ空気を圧縮して圧縮空気とし、この圧縮空気を燃焼器113に送り、燃料と混合して燃焼する。燃焼により発生した高圧ガスを用いてタービン114を回転させ、発電機111により発電を行う。

【0109】

制御装置120においては、電力需要に応じてガスタービン発電機110の出力を制御する。また、制御装置120は、ガスタービン発電機110に設置されたセンサ(図示せず)で計測した運転データ102を入力データとしている。運転データ102は、吸気温度、燃料投入量、タービン排ガス温度、タービン回転数、発電機発電量、タービン軸振動などの状態量であり、サンプリング周期毎に計測している。また、大気温度などの気象情報も計測している。

【0110】

制御装置120においては、これらの運転データ102を用いて、ガスタービン発電機110を制御するための制御信号101を算出する。また、制御装置120では、運転データ102の値が予め設定した範囲を逸脱した時に警報を発生させる処理を実施している。警報信号は、運転データ102が予め設定した範囲を逸脱した時に1、範囲内の時は0のデジタル信号として処理する。警報信号が1の時は、音や画面表示などで、警報の内容をオペレータに通知する。

【0111】

信号データ送信装置130は、制御装置120で計測した運転データ102、及び制御装置120で算出した制御信号101、および警報信号を含む計測信号1をプラント状態監視装置200に送信する。

【0112】

10

20

30

40

50

図10(b)に示すように、本プラントにおける起動時の運転パターンのバリエーションとして、起動モードA、制御モードBがある。起動モードAとは、機器の保温状態に応じた起動方法であり、ホットスタート、ウォームスタート、コールドスタートなどのモードがある。また、制御モードBとは制御目的に応じて決定する制御方法であり、起動時間最短制御、寿命消費量最小制御、起動中発電量最大制御などのモードがある。

【0113】

本発明を実現する場合に、図1の運転パターン評価部710では、起動モードAと制御モードBのそれぞれが属するモードに応じて、運転パターンを区別するのがよい。尚、本発明を実施するに当たり、モードの種類、各モードの内容についての制限はないことは言うまでもない。

【実施例3】

【0114】

図11はプラント100がボイラプラントであるときの実施形態を示した図である。図11(a)は、診断対象のプラント100がボイラプラントである場合の構成を示す図である。このプラントは、ボイラ200、ボイラ200で発生させた蒸気により駆動する蒸気タービン300を主構成要素とする火力発電プラントである(発電機は図示していない)。ボイラプラント100は、負荷要求指令に基づいて、指定された負荷(発電出力)に制御する。蒸気加減弁290の弁開度を調節することで、タービン300へ導かれる蒸気流量261が変化し発電出力が変化する。

【0115】

その他にも水・蒸気系統には、蒸気タービン300から出た蒸気を冷却して液体にする復水器310、復水器310で冷却された水をボイラ給水として再びボイラ200へ送り込む給水ポンプ320がある。また、図示していないが、実際のプラントには蒸気タービン300の途中段から抜き出した一部の蒸気を加熱源としてボイラ給水を予熱する給水加熱器もある。

【0116】

一方、ボイラから排出される燃焼ガス201の系統には、排ガスを浄化するための排ガス処理装置330、浄化したガス331を放出する煙突340がある。

【0117】

燃料である石炭381は燃料供給量調整弁380を介して、石炭粉砕機(ミル)350に送られる。また、石炭搬送と燃焼調整にもちいる空気382は空気量調整弁370を介して、石炭粉砕機350とバーナ310に供給される。石炭粉砕機350で粉末(微粉炭)となった石炭は、空気搬送されてバーナ210に供給される。バーナ210の上部にはアフタエアポート220が配置され、アフタエアポート220には空気383が空気量調整弁360を介して供給される。

【0118】

次にボイラ200の構成について説明する。燃料を燃焼させるバーナ210がある火炉は炉内が高温になるため、壁面全体を冷却すると共に燃焼ガスの熱を回収する水壁230と呼ばれる冷却壁がある。ボイラ200内には他にも節炭器280、1次過熱器270、2次過熱器240、3次過熱器250、4次過熱器260からなる熱交換器があり、これらによって燃焼ガスの熱を回収して高温蒸気を生成する。

【0119】

尚、図中には記載していないが、プラントには、ガスの組成、温度、圧力や、蒸気の温度、圧力、熱交換器のメタル温度などを計測するためのセンサーが多数配置されており、この計測結果はデータ送信装置390から計測情報1としてボイラチューブリーク検出装置400に送信される。また、図示していないが、ボイラのバーナ210は火炉前後に水平方向に複数本、高さ方向に複数段設置し、アフタエアポートは、火炉前後に水平方向に複数本配置するのが一般的である。

【0120】

図11(b)に示すように、本プラントにおける運転パターンのバリエーションとして

10

20

30

40

50

、バーナパターン、燃料種類モード、制御モードがある。

【 0 1 2 1 】

ボイラのバーナ 2 1 0 は火炉前後に水平方向に複数本、高さ方向に複数段設置されており、プラントの出力に応じて点火するバーナの本数を決定する。点火するバーナの位置は任意に設定できるため、点火バーナの組み合わせパターンは複数ある。また、ボイラにて使用する石炭の銘柄により、石炭の成分が異なる。バーナパターン、燃料種類が異なると火炉の熱吸収特性が変化するため、蒸気温度等のプラント特性に影響する。また、制御モードとは制御目的に応じて決定する制御方法であり、燃料消費量最小制御、NOx 最小制御などのモードがある。

【 0 1 2 2 】

本発明を実現する場合に、図 1 の運転パターン評価部 7 1 0 では、バーナパターンモード A、燃料種類モード B、制御モード C に応じて運転パターンを区別する。尚、本発明を実施するに当たり、モードの種類、各モードの内容についての制限はないことは言うまでもない。

【実施例 4】

【 0 1 2 3 】

図 1 2 は、本発明の第 4 の実施例を説明するブロック図である。

【 0 1 2 4 】

本実施例では、データ監視センタ 9 5 0、サイト 9 7 0 が、情報通信ネットワーク 9 6 0 で相互に接続されている。発電所 9 7 0 は複数あり、本実施例では 3 つのサイトを記載したが、任意の数のサイトを接続するように構成してもよい。サイト間で通信する通信情報 2 0 には、モデル式、及び調整パラメータ の情報が含まれる。データ監視センタ 9 5 0 では、通信情報 2 0 にプラントの設計情報、及び計測信号が含まれていないことを確認する。

【 0 1 2 5 】

実施例 1 で述べた診断装置 4 0 0 に備えられているプラントデータベース 5 2 0 には、診断対象のプラント設計情報に加えて、他プラントの設計情報、及び計測信号が保存されている。しかし、他プラントの設計情報、計測信号を入手することは一般に難しい。また、これらの情報の管理には情報セキュリティ事故防止のために多大なコストが必要となる。

【 0 1 2 6 】

本実施例では、図示していないが診断装置 4 0 0 a - 4 0 0 c に備えられているプラントデータベース 5 2 0 には診断対象のプラント設計情報を保存し、他プラントの設計情報、及び計測信号は保存しない。疑似信号は、サイト間で通信する通信情報 1 2 に含まれるモデル式、調整パラメータ値を用いて、式 (4) で計算する。

【 0 1 2 7 】

本実施例では、プラントの設計情報、及び計測信号の情報を他サイトに提供することなく、各サイトで診断装置を動作させることが可能となり、情報セキュリティを強化する効果が得られる。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 2 8 】

本発明は、診断装置として、火力発電プラント、原子力発電プラントなど、各種プラントに適用可能である。

【符号の説明】

【 0 1 2 9 】

- 1 : 計測信号
- 2 : 外部入力信号
- 3 : 計測信号
- 4 : 計測信号
- 5 : プラントデータベース情報

10

20

30

40

50

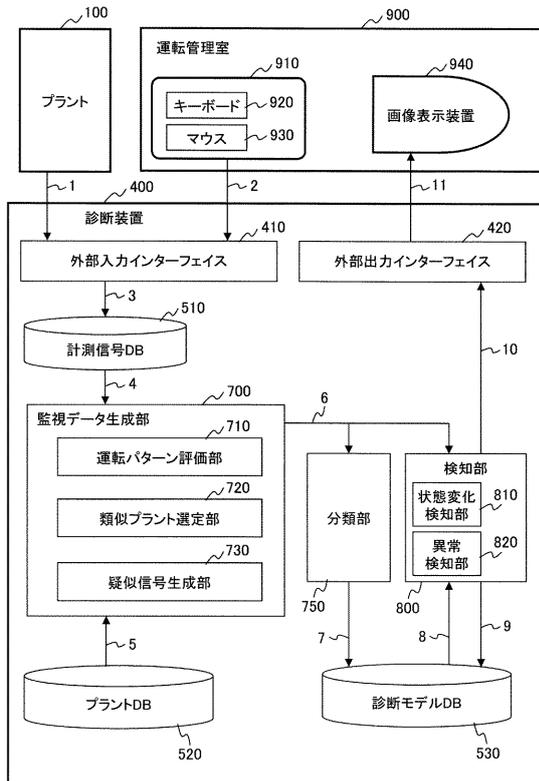
- 6 : 監視データ情報
- 7 : 分類結果情報
- 8 : 診断モデルデータベース情報
- 9 : 診断モデルデータベース情報
- 10 : 検知結果情報
- 11 : 画像表示情報
- 100 : プラント
- 400 : 診断装置
- 410 : 外部入力インターフェイス
- 420 : 外部出力インターフェイス
- 510 : 計測信号データベース
- 520 : プラントデータベース
- 530 : 診断モデルデータベース
- 700 : 監視データ生成部
- 710 : 運転パターン評価部
- 720 : 類似プラント選定部
- 730 : 疑似信号生成部
- 800 : 検知部
- 810 : 状態変化検知部
- 820 : 異常検知部
- 900 : 運転管理室
- 910 : 外部入力装置
- 920 : キーボード
- 930 : マウス
- 940 : 画像表示装置

10

20

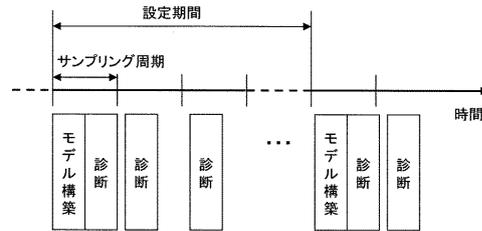
【図1】

図 1



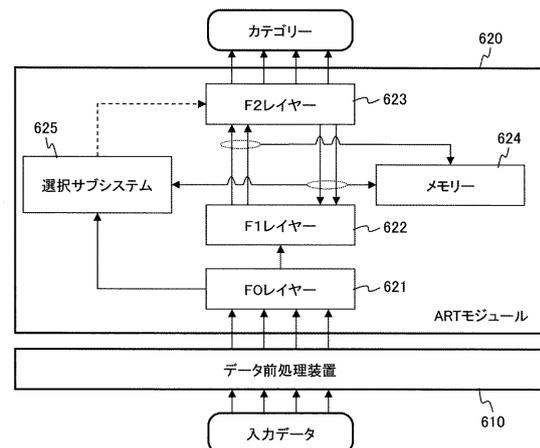
【図2】

図 2



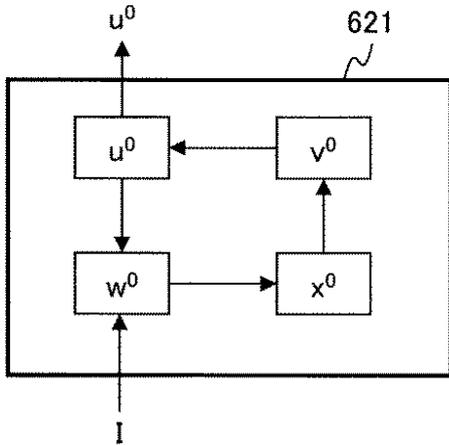
【図3(a)】

図 3(a)



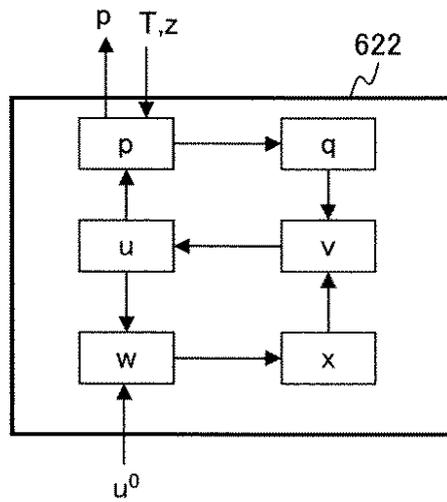
【図3(b)】

図3(b)



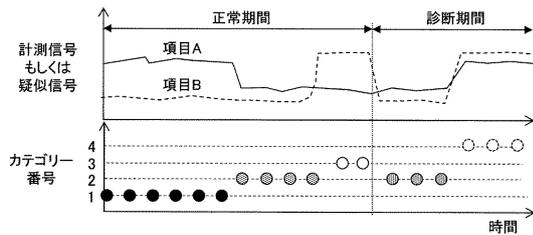
【図3(c)】

図3(c)



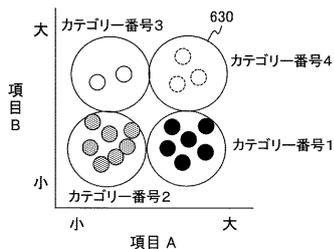
【図4(a)】

図4(a)



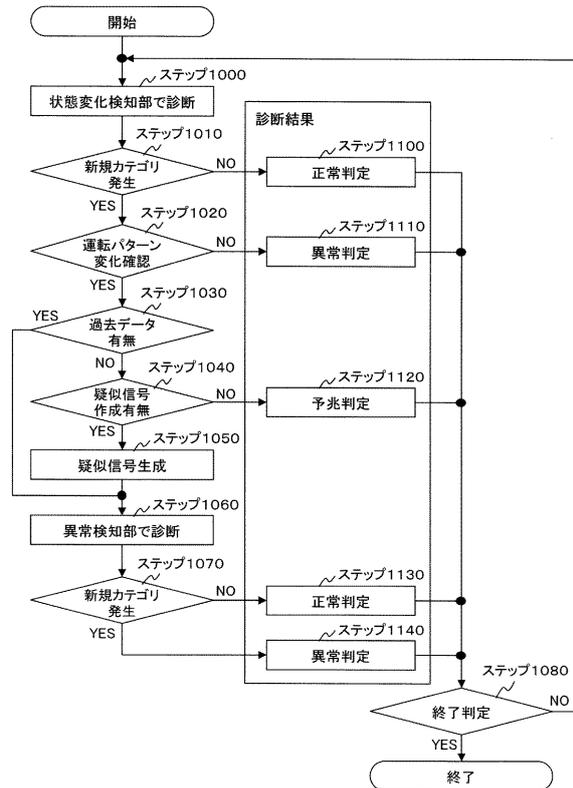
【図4(b)】

図4(b)



【図5】

図5



【図6(a)】

図6(a)

| 時刻 | 項目A | 項目B | 項目C | ... |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 10:00 | 10 | 3 | 20 | |
| 10:01 | 10 | 3 | 20 | |
| 10:02 | 11 | 3 | 20 | ⋮ |
| 10:03 | 13 | 3 | 23 | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

【図6(c)】

図6(c)

| カテゴリ番号 | 重み係数 | |
|--------|------|-----|
| 1 | 0.9 | 0.8 |
| 2 | 0.8 | 0.6 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |

監視グループ1 / 監視グループ2 / ...

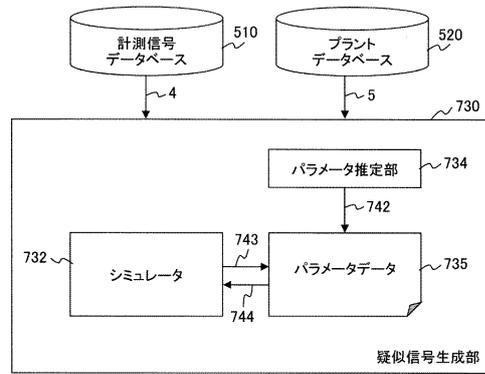
【図6(b)】

図6(b)

| プラント名 | 出力 | 蒸気圧力 | 蒸気温度 | ... |
|-------|-----|------|------|-----|
| AAAA | 100 | 25 | 500 | |
| BBBB | 90 | 25 | 520 | |
| CCCC | 80 | 23 | 510 | ⋮ |
| DDDD | 60 | 24 | 530 | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

【図7(a)】

図7(a)



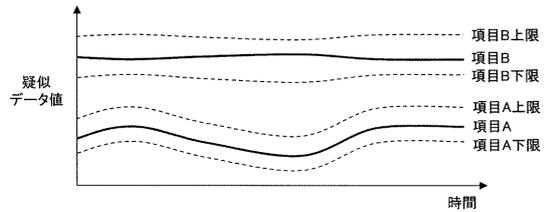
【図7(b)】

図7(b)

| 属性 | 名称 | 代表値 | 標準偏差 | ... |
|----|-----|-----|------|-----|
| 調整 | aaa | 100 | 10 | |
| 固定 | bbb | 150 | - | ⋮ |
| 固定 | ccc | 170 | - | |
| 調整 | ddd | 200 | 30 | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

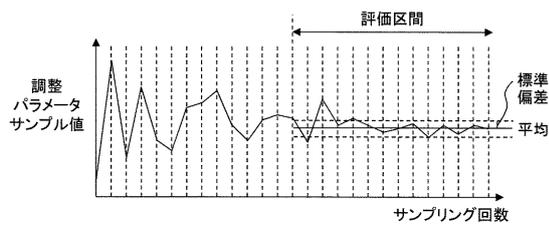
【図8(b)】

図8(b)



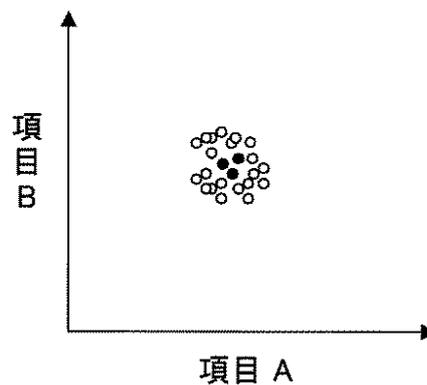
【図8(a)】

図8(a)



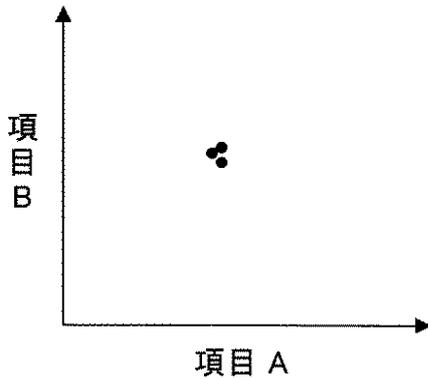
【図8(c)】

図8(c)



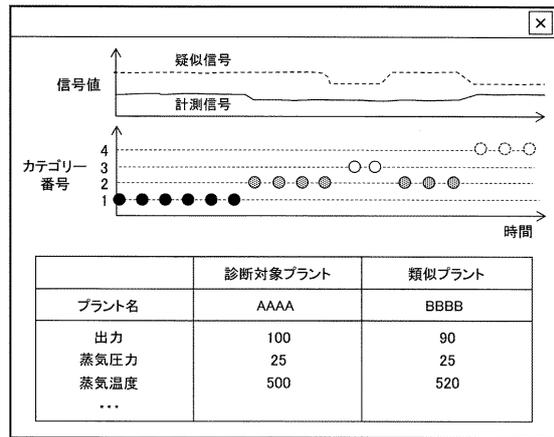
【図8(d)】

図 8(d)



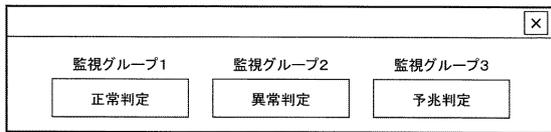
【図9(b)】

図 9(b)



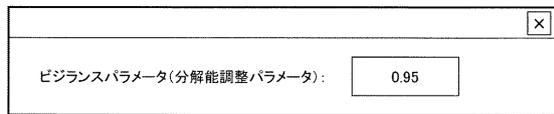
【図9(a)】

図 9(a)



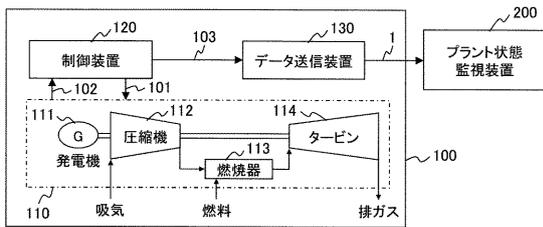
【図9(c)】

図 9(c)



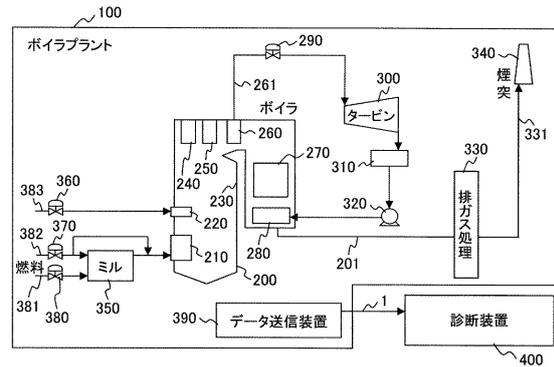
【図10(a)】

図 10(a)



【図11(a)】

図 11(a)



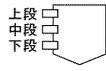
【図10(b)】

図 10(b)

| | A: 起動モード | B: 制御モード | ... |
|---------------|--|---|-----|
| 運転パターン の種類 | A-1: ホットスタート A-2: ウォームスタート A-3: コールドスタート | B-1: 起動時間 最短制御 B-2: 寿命消費 最小制御 B-3: 起動中 発電量 最大制御 | ... |
| パターン1 | A-1 | B-1 | ... |
| パターン2 | A-1 | B-2 | ... |
| パターン3 | A-1 | B-3 | ... |
| パターン4 | A-2 | B-1 | ... |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

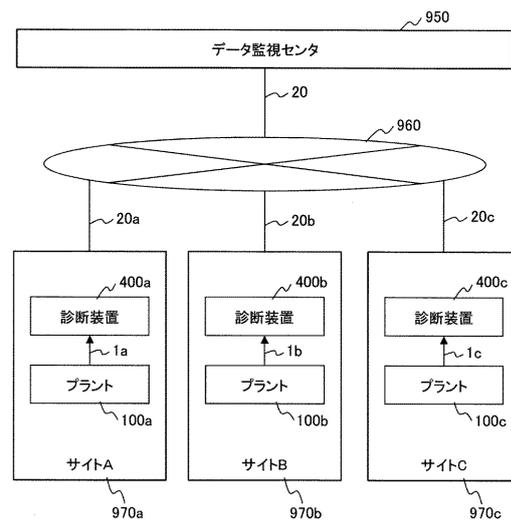
【図 11 (b)】

図 11(b)

| | A:バーナパターン | B:燃料種類 | C:制御モード | ... |
|---------------|---|----------------------------------|-------------------------------------|-----|
| 運転パターン の種類 | A-1:上段点火 A-2:中段点火 A-3:下段点火  | B-1:abc炭 B-2:def炭 B-3:ghi炭 | C-1:燃料消費 最小制御 C-2:NOx 最小制御 | ... |
| パターン1 | A-1 | B-1 | C-1 | ... |
| パターン2 | A-1,2 | B-2 | C-1 | ... |
| パターン3 | A-1,2,3 | B-3 | C-1 | ... |
| パターン4 | A-2 | B-1 | C-1 | ... |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

【図 12】

図 12



フロントページの続き

(72)発明者 深井 雅之
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 川東 孝至

(56)参考文献 特開2013-061695(JP,A)
特開2005-038098(JP,A)
特許第5369246(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05B 23/00-23/02