

(11) 特許出願公開番号

特開2019-79089

(P2019-79089A)

(43) 公開日 令和1年5月23日(2019.5.23)

(51) Int. Cl.
G05B 23/02

F 1
G O 5 B 23/02

テーマコード (参考)
3C223

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-203015 (P2017-203015)
(22) 出願日 平成29年10月20日 (2017.10.20)

(71) 出願人 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

(74) 代理人 110001689
青稜特許業務法人

(72) 発明者 遠藤 隆
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

(72) 発明者 川口 洋平
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

Fターム(参考) 3C223 BA01 CC01 DD01 EB02 FF04
FF22 FF24 FF26 FF27 FF35
FF52 GG01 HH02

(54) 【発明の名称】 診断装置

(57) 【要約】

【課題】診断装置において学習データが少なくても学習性能を向上させる。

【解決手段】新規機種の状態ラベルの尤度が最大となるように勾配法を用いて学習を行う転移学習部1015と、センサデータの特徴量空間上での分布を表現して参照点の分布を新規機種の特徴量の分布に適合させるように勾配法を用いて参照点を移動させる参照点更新部1016を有する。

【選択図】 図1

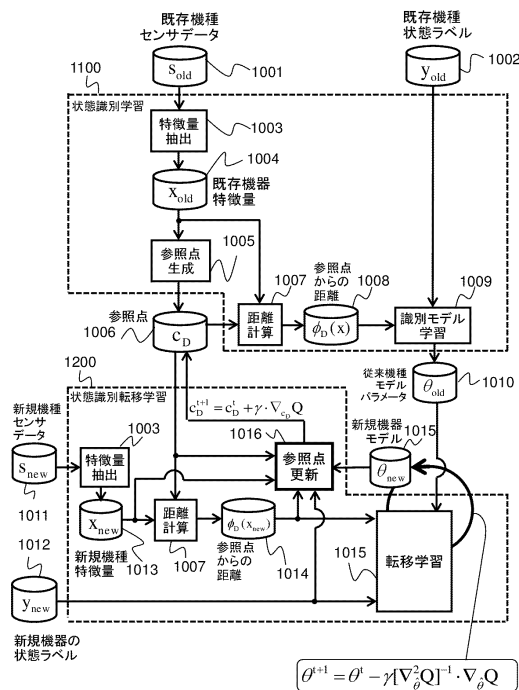


図 1 モデルパラメータ更新

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

昇降機又は昇降路に取り付けたセンサよりセンサデータを入力し前記昇降機の状態を診断する診断装置であって、

既存機種のセンサデータから前記既存機種の第 1 の特徴量を抽出する第 1 の特徴量抽出部と、

前記第 1 の特徴量の分布を特徴量空間内の参照点からの距離で表現するために前記参照点を生成する参照点生成部と、

前記参照点と前記第 1 の特徴量との間の第 1 の距離を計算する第 1 の距離計算部と、

前記既存機種の前記センサデータに付与された前記既存機種の状態ラベルを用いて、前記既存機種の前記状態ラベルの尤度が学習データに対して最大となるように勾配法を用いて学習を行う識別モデル学習部と、

新規機種のセンサデータから前記新規機種の第 2 の特徴量を抽出する第 2 の特徴量抽出部と、

前記参照点と前記第 2 の特徴量との間の第 2 の距離を計算する第 2 の距離計算部と、

前記新規機種の状態ラベルの尤度が最大となるように前記勾配法を用いて学習を行う転移学習部と、

前記センサデータの前記特徴量空間上での分布を表現して前記参照点の分布を前記新規機種の前記第 2 の特徴量の分布に適合させるように前記勾配法を用いて前記参照点を移動させる参照点更新部と、

を有することを特徴とする診断装置。

【請求項 2】

前記転移学習部と前記参照点更新部とを交互に動作させ、前記参照点と前記新規機種のモデルパラメータの最適化を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の診断装置。

【請求項 3】

前記識別モデル学習部は、

前記参照点への前記第 1 の距離との内積値からシグモイド関数を用いて尤度を生成した際に、前記既存機種の前記状態ラベルの尤度が最大となるように前記勾配法を用いて学習を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の診断装置。

【請求項 4】

前記転移学習部は、

前記第 2 の距離と前記新規機種のモデルパラメータの内積値をシグモイド関数で尤度に変換し、前記勾配法を用いて学習を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の診断装置。

【請求項 5】

前記参照点更新部は、

前記新規機種の前記状態ラベルの尤度を前記参照点の座標で偏微分を行い、前記新規機種の前記状態ラベルの尤度が最大となるように前記勾配法を用いて前記参照点を移動させることを特徴とする請求項 1 に記載の診断装置。

【請求項 6】

前記センサデータを入力とし、前記参照点と前記新規機種のモデルパラメータを参照して状態識別結果を出力する識別部と、

前記状態識別結果の尤度の値から確度の低い結果を抽出し、前記参照点への距離情報から近接する参照点を探し出し、前記モデルパラメータの絶対値が小さいときに前記昇降機の状態を確認する必要があると判断して前記昇降機の状態確認指示を生成する状態確認指示生成部と、

を更に有することを特徴とする請求項 1 に記載の診断装置。

【請求項 7】

前記転移学習部は、

前記確度の低い診断結果に対して前記昇降機の状態の確認を促し、前記昇降機の状態が得られた場合、前記新規機種の状態ラベルを追加して前記転移学習を行うことを特徴とす

10

20

30

40

50

る請求項 6 に記載の診断装置。

【請求項 8】

前記昇降機又は前記昇降路に取り付けた前記センサの前記センサデータがネットワークを介して保守センターに送られ、

前記保守センターは、

前記参照点と前記新規機種モデルのパラメータと前記センサデータとに基づいて状態確認指示を生成する状態識別部と、

前記状態確認指示を出力する表示装置と、

前記昇降機の状態の診断結果を入力する入力装置と、

を有することを特徴とする請求項 1 に記載の診断装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

昇降機の自動診断は、測定結果の信号を正常状態と異常状態に分け、機械学習の手法を用いて、正常・異常を判断する方法が提案されている。こうした診断方法では、事前に測定データと測定データの状態の組を用いて、事前に各状態のモデルを作成する必要がある。

20

【0003】

昇降機の正常状態におけるセンサデータの分布は機種ごとに異なる。従って、新しい機種が開発された場合には、新しい機種におけるセンサデータの観測値と、この観測値に対応した状態情報を収集し、状態ごとのセンサデータの分布のモデルを作成する必要がある。

【0004】

モデルの学習には大量のデータが必要となるため、新たに開発した新規機種では、モデル学習のためのデータが少ない場合や存在しない場合もある。そこで、診断装置を立ち上げる際に必要なデータの収集及び収集したデータへの状態ラベルの付与に必要な作業を効率的に行う方法が求められている。

30

【0005】

特許文献 1 には、ラベルがないデータを用いた学習方法が記載されている。特許文献 1 では、予め学習済みのモデルを用いて判定を行い、正常と判定されなかったものは学習データから外すという方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2011-175540 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0007】

しかし、特許文献 1 では、正常と判定されなかったものは学習データから外すため、もともと少ない学習データがさらに減ってしまい、学習性能が向上しない。

【0008】

特に、新規機種においては、データが存在しないところからのスタートとなるため、学習データが揃わない場合、学習データが揃うまでは学習性能が向上しない。

【0009】

本発明の目的は、診断装置において学習データが少なくても学習性能を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

50

【0010】

本発明の一態様の診断装置は、昇降機又は昇降路に取り付けたセンサよりセンサデータを入力し前記昇降機の状態を診断する診断装置であって、既存機種のセンサデータから前記既存機種の第1の特徴量を抽出する第1の特徴量抽出部と、前記第1の特徴量の分布を特徴量空間内の参照点からの距離で表現するために前記参照点を生成する参照点生成部と、前記参照点と前記第1の特徴量との間の第1の距離を計算する第1の距離計算部と、前記既存機種の前記センサデータに付与された前記既存機種の状態ラベルを用いて、前記既存機種の前記状態ラベルの尤度が学習データに対して最大となるように勾配法を用いて学習を行う識別モデル学習部と、新規機種のセンサデータから前記新規機種の第2の特徴量を抽出する第2の特徴量抽出部と、前記参照点と前記第2の特徴量との間の第2の距離を計算する第2の距離計算部と、前記新規機種の状態ラベルの尤度が最大となるように前記勾配法を用いて学習を行う転移学習部と、前記センサデータの前記特徴量空間上での分布を表現して前記参照点の分布を前記新規機種の前記第2の特徴量の分布に適合させるように前記勾配法を用いて前記参照点を移動させる参照点更新部を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明の一態様によれば、診断装置において学習データが少なくても学習性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

20

【図1】実施例1の診断装置の構成を示す図である。

【図2】生成された参照点の一例を示す図である。

【図3】パラメータ θ の定性的特徴を説明する図である。

【図4】新規機種のモデルパラメータ θ の更新を説明する図である。

【図5】参照点のモデルパラメータ θ からラベルなしデータの正常・異常の尤度の推定を説明する図である。

【図6】関連する診断装置の構成を示す図である。

【図7】従来機種の状態の識別を行う処理を説明する図である。

【図8】装置の状態の確認指示促す状態確認指示を生成するための処理を説明する図である。

30

【図9】状態ラベルが付与されたデータの付近に参照点がない状態を示す説明図である。

【図10】状態ラベルが付与されたデータの付近に参照点がない場合の、参照点の移動を示す説明図である。

【図11】状態診断の計算で用いるシグモイド関数の図である。

【図12】実施例2の診断装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施形態では、昇降機の状態をセンサデータから診断する診断装置において、正常状態のセンサデータの分布モデルを、モデルの複雑度が過不足ないように自動的に学習して誤判定の少ない診断装置を提供する。

40

【0014】

例えば、一実施形態では、異常診断や予兆診断を行う昇降機および昇降機に付帯する装置からの信号をセンサで取得したセンサデータを入力とし、装置の状態を診断する診断装置である。

【0015】

あらかじめ測定データから抽出した特徴量と、測定した際の装置の状態との関係を、特徴量空間上に適切に配置された参照点と、参照点に対して特徴点の近傍のデータに対応する状態を数値化したモデルパラメータとを用意する。

【0016】

診断したい計測データの特徴量変換し、各参照点から特徴量までの距離を計算、各特徴

50

点に結び付けられたモデルパラメータと特徴点までの距離情報の内積の計算結果を、シグモイド関数により尤度に変換した結果から診断する。

【0017】

新たな機種 of 診断を少ない学習データで可能とするために、既存の装置のデータを用いて学習したモデルパラメータが新規の機種 of モデルパラメータに近いという仮定の下、既存の機種と新規の機種 of モデルパラメータ同士が近傍にあるという制約条件のもと、状態ラベルが観測される尤度が最も高くなるようにモデルパラメータ θ を最適化する新機種向けの学習を行う。

【0018】

特徴量空間上の参照点の位置を状態が既知のデータをよく表現できるように移動させる (図10参照) ことで、モデルの記述能力の向上を図る処理を行う。

10

【0019】

近傍の参照点に対応するモデルパラメータの絶対値が小さいために、識別が難しいデータが観測された場合、状態確認指示手段により前記の状態を検出し、装置の状態の確認を促す状態確認指示が自動生成されるようにする。これにより、少数の観測結果に対してのみ状態ラベルを付与することを可能にすることで、新規機種での装置状態診断装置の学習を効率よく行える。

【0020】

例えば、他の実施形態では、昇降機に取り付けられたセンサから得られたセンサデータを用いて運転状態を識別する運転手段識別手段と、センサデータから多次元の特徴量を計算する特徴量計算手段を有する。

20

【0021】

さらに、保守センターの昇降機正常状態モデルデータベースに対して、昇降機の型番もしくはシリアル番号と走行状態の組み合わせごとに最適な混合数で学習した正常状態の特徴量の混合ガウス分布モデルの送信要求を送り、正常状態モデルデータと診断用の閾値を受信するための通信手段を有する。

【0022】

さらに、受信した正常状態の混合ガウス分布モデルと診断用の閾値を格納するための正常モデル格納部と、正常モデル格納部に格納された混合ガウス分布モデルと診断用の閾値を運転状態識別手段で識別した運転状態にしたがって選択するモデル選択手段を有する。

30

【0023】

モデル選択手段により運転状態にしたがって最適に選択された正常モデルと診断用の閾値を用いて、センサデータから計算した特徴量の尤度を計算して、閾値との比較を行ない、閾値よりも尤度が低い場合に非正常状態と診断する。

以下、図面を用いて実施例について説明する。

【実施例1】

【0024】

図1を参照して、実施例1の診断装置の構成について説明する。

図1に示すように、既存機種で測定したセンサデータ1001とセンサデータ1001に対応する状態ラベル1002とを用いて、センサデータ1001) から特徴量1004を抽出する特徴量抽出部1003を有する。

40

【0025】

さらに、特徴量空間上に抽出された特徴量1004から参照点1006を生成する参照点生成部1005と、特徴量1004と参照点1006の距離1008を生成する距離計算部1007と、モデルパラメータ θ 1010と参照点からの距離1008の内積をシグモイド関数により0.0~1.0に変換して計算された状態ラベル1002の尤度が最大となるように、モデルパラメータ θ 1010の最適値を求める識別モデル学習部1009を有する。

【0026】

さらに、新機種のセンサデータ1011から新機種の特徴量1013を求める特徴量抽

50

出部 1 0 0 3 と、参照点 1 0 0 6 と特徴量 1 0 1 3 の距離 1 0 1 4 を求める距離計算部 1 0 0 7 と、新機種モデルパラメータ θ_{new} 1 0 1 5 が、従来機種のモデルパラメータ 1 0 1 0 に近接した値であるという制約の下に、参照点からの距離 1 0 1 4 と新機種モデルパラメータ θ_{new} 1 0 1 5 の内積をシグモイド関数により 0. 0 ～ 1. 0 に変換して、新規機種の状態ラベル 1 0 1 2 の尤度が最大となるように、モデルパラメータ 1 0 1 5 を求める転移学習部 1 0 1 5 を有する。

【 0 0 2 7 】

さらに、新機種の状態ラベルの尤度を参照点 C_D 1 0 0 6 で偏微分して勾配方向を求め、参照点の座標を勾配方向にそって学習係数 γ を乗じた方向に移動させる参照点更新部 1 0 1 6 を有する。

10

【 0 0 2 8 】

このように、既存機種で測定したセンサデータ 1 0 0 1 とセンサデータに対応する状態ラベル 1 0 0 2 とを用いて、センサデータ 1 0 0 1 を特徴量抽出部 1 0 0 3 により特徴量 1 0 0 4 を抽出し、抽出された特徴量空間上に参照点生成部 1 0 0 5 により参照点 1 0 0 6 を生成する。

【 0 0 2 9 】

図 2、図 3 に生成された参照点の一例を示す。

図 2、図 3 に示すように、特徴量 1 0 0 4 の各参照点からの距離を（数 1）により計算し、距離 1 0 0 8 を求め、正常状態の場合は＋の値、異常状態の場合は－の値をとる。

【 0 0 3 0 】

20

【数 1】

$$\begin{aligned}\phi_1(x) &= e^{-\sigma(x-c_1)} \\ \phi_2(x) &= e^{-\sigma(x-c_2)} \quad \dots 1 \\ &\vdots \\ \phi_D(x) &= e^{-\sigma(x-c_D)}\end{aligned}$$

【 0 0 3 1 】

30

各参照点 1 0 0 6 における装置の状態と対応した値である識別モデルパラメータ θ 1 0 1 0 と、参照点からの距離 1 0 0 8 の内積にバイアス値を加えた値を（数 2）により計算する。

【 0 0 3 2 】

【数 2】

$$g(x, \theta) = \theta_0 + \sum_i \theta_i \cdot \phi_i(x) \quad \dots 2$$

【 0 0 3 3 】

さらに、（数 3）に示すシグモイド関数により尤度を求める。

40

【 0 0 3 4 】

【数 3】

$$p^*(y_i = 1 | x, \theta) = \frac{1}{1 + \exp[-g(x, \theta)]} \quad \dots 3$$

【 0 0 3 5 】

これは、ニューラルネットワークで用いられる出力層の処理に相当する。識別モデルパラメータ θ_{OLD} 1 0 1 0 は、識別モデル学習部 1 0 0 9 により、学習データに対する尤度が最大となるように最適化される。

50

【0036】

具体的には、図2、図3に示されるように、特徴量空間上の各参照点（211、212、213、214、215）に対して、近傍のデータ（201、202、203、204、205）の状態ラベルに応じて識別モデルパラメータ θ が、正常状態に近い場合には $\theta > 0$ が、異常状態のデータの近傍では $\theta < 0$ がモデルパラメータとして割り当てられる結果となる。ここまでの処理で、従来機種の識別に用いるパラメータが揃う。

【0037】

図7を参照して、従来機種の状態の識別を行う処理について説明する。

図7に示すように、機器のセンサデータ（7001）が特徴量抽出部1003により特徴量7004に変換され、参照点1006と特徴量7004の距離7008が距離計算部1007により計算される。識別部7011により、距離7008と識別モデルパラメータ7010の内積をシグモイド関数により0.0～1.0の間の尤度に変換され、状態識別結果7012が得られる。

【0038】

新規機種のモデルパラメータは、図1の状態識別転移学習モジュール1200によって、新規機種センサデータ1011、新規機種の状態ラベル1012、参照点1006、従来機種モデルパラメータ1010、新規機種モデルパラメータ1015を入力として、繰り返し処理により新規機種モデルパラメータ1015が徐々に最適化されて行く。

新規機種モデルパラメータ1015の初期状態は、適当な乱数値又は従来モデルパラメータ1010の値を用いることができる。

【0039】

図1を参照して、状態識別転移学習モジュール1200の詳細について説明する。

新規機種センサデータ1011は特徴量抽出部1003により、新規機種特徴量1013に変換される。つぎに、新規機種特徴量1013と参照点1006から、距離計算部1007により、参照点からの距離1014が計算され、参照点からの距離1007と新規機種モデルパラメータ1015の内積をシグモイド関数により尤度に変換した結果が学習データに対して最大化される。

【0040】

さらに、新規機種モデルパラメータ1015が従来機種モデルパラメータ1010の近傍にあるという制約条件のもと、最適化が転移学習部1015により行われ、新規機種モデルパラメータ1015が更新される。

更新処理は、（数4）が最大化されるように、勾配法を用いて行われる。

【0041】

【数4】

$$Q(\hat{\theta}|\theta) = \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^{m-1} \log N(\hat{\theta}_m | \theta_l, \sigma^2 I) + \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^{n_m} p^*(y_i^m | x_j^m, \hat{\theta}_m) \quad \cdots 4$$

【0042】

（数4）の第1項は、新規機種のモデルパラメータ θ_m が従来機種のモデルパラメータ θ_{m-1} の近傍にあることを示す。具体的には従来機種のモデルパラメータ θ_{m-1} の周りに正規分布を仮定し、その出現確率である。

【0043】

第2項はモデルパラメータと距離の内積をシグモイド関数で0.0～1.0の尤度に変換した結果を示す。状態ラベルが付与された学習データでの状態ラベルが観測される尤度の合計が第2項となっている。

【0044】

従来機種モデルパラメータと新規機種モデルパラメータがなるべく近傍にあり、学習データの状態ラベルの尤度が高くなるように、（数5）にしたがって、モデルパラメータ θ の更新を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

【 数 5 】

$$\theta_m^{(n)} = \theta_m^{(n-1)} - \gamma [\nabla_{\theta_m}^2 Q(\hat{\theta}^{(n)} | \theta^{(n-1)})]^{-1} \cdot \nabla_{\theta_m} Q(\hat{\theta}^{(n)} | \theta^{(n-1)}) \quad \dots 5$$

【 0 0 4 6 】

その結果、図 4 に示されるように、新規機種のラベルつきデータ 4 0 3 が存在すると、その近傍にある参照点 c 6 (2 1 6) のモデルパラメータ θ は負の値を取るように更新される。

【 0 0 4 7 】

図 5 は、参照点のモデルパラメータ θ からラベルなしデータの正常・異常の尤度の推定を説明する図である。

推定したいデータ、例えば、ラベルなしデータ 4 0 1 の尤度は、ラベルなしデータ 4 0 1 の近傍の参照点 2 1 1、2 1 2 により計算できる。ラベルなしデータ 4 0 1 と参照点 2 1 1、2 1 2 の距離を計算し、距離に $-\sigma$ を掛けて自然対数の底 e のべき乗を計算した結果 $\Phi 1 (x)$ 、 $\Phi 2 (x)$ と $\theta 1$ と $\theta 2$ の重み付け和を計算する。

【 0 0 4 8 】

さらに、シグモイド関数を計算することで、ラベルなしデータ 4 0 1 の尤度が計算される。ラベルなしデータ 4 0 2 は、近傍の参照点 2 1 3、2 1 5 に加えて、近傍のデータ点 4 0 1 の尤度からの影響を考慮して尤度が計算される。

【 0 0 4 9 】

尤度は、 $\Phi (x)$ と θ の内積のシグモイド関数から計算される。シグモイド関数は最小 0. 0 最大 1. 0 の値をとる非線形関数である。

ここで、シグモイド関数を図 1 1 に示す。

【 0 0 5 0 】

図 1 1 に示すように、尤度が 1. 0 に近い値を正常、0. 0 に近い値を異常と判定する。

ここで、図 6 を参照して、関連する診断装置の構成について説明する。

【 0 0 5 1 】

図 6 に示すように、既存のセンサデータ 1 0 0 1 から特徴量抽出部 1 0 0 3 により特徴量 1 0 0 4 を計算し、計算された特徴量 1 0 0 4 から参照点生成 1 0 0 5 により、特徴量空間中に分布する参照点 1 0 0 6 をえる。参照点 1 0 0 6 と特徴量 1 0 0 4 との距離が距離計算部 1 0 0 7 により距離 1 0 0 8 に変換され、データに付与されたラベル 1 0 0 2 を参照して、識別モデル学習部 1 0 0 9 により、従来機種のモデルパラメータ 1 0 1 0 が計算される。

【 0 0 5 2 】

新しい機種の学習は、まず新規機種のセンサデータ 1 0 1 1 を、特徴量抽出部 1 0 0 3 により特徴 1 0 1 3 を計算し、既存機種から計算されている参照点 1 0 0 6 との距離 1 0 1 4 を距離計算部 1 0 0 7 より計算する。

【 0 0 5 3 】

新規機種のラベル情報 1 0 1 2 を参照しながら、新規機種の識別結果が向上する方向に新規機種のモデルパラメータ 1 0 1 5 を計算する。新規機種のモデルパラメータの初期値は、従来機種のモデルパラメータから作成され、その後は新規機種のデータのうち、ラベルが付与されているデータの尤度が、ラベルの値と整合性が取れた尤度となるように、モデルパラメータの更新を転移学習手段 1 0 1 5 で繰り返し行う。

【 0 0 5 4 】

このように、関連する診断装置では、参照点 1 0 0 6 を、既存センサデータの特徴量から生成した後は更新せずに用いている。これに対して、実施例 1 の診断装置では、参照点を学習データに含まれるラベル付きのデータの尤度がラベル情報と整合するように、参照点 1 0 0 6 の位置を参照点更新部 1 0 1 6 により更新する。

10

20

30

40

50

【0055】

図9を参照して、参照点更新部1016によって識別性能が向上する状況について説明する。

図9に示すように、異常であるというラベルが付与されたデータ9004の近傍に参照点がない場合、異常データの貴重な情報による参照点の θ への反映が少ない。参照点216の近傍にはデータがあるものの、ラベルなしのデータであるため、参照点216のモデルパラメータ θ には識別に役立つ情報が得られない。そこで、ラベルが付与されているデータの識別がうまく行く方向に参照点を徐々に移動させる処理を加える。

【0056】

図10を参照して、参照点をラベル付きのデータがうまく識別できるように参照点の移動を勾配法により実施した例について説明する。

図10に示すように、ラベルなしデータ9002の近傍の参照点216は、異常というラベルが付与されているデータ9004の方向に徐々に移動して行く。

【0057】

特徴量の分布は、いったん参照点からの距離に変換されるが、参照点の位置に依存して状態ラベルの尤度も変わる。参照点更新部1016は、参照点の座標で状態ラベルの尤度関数の偏微分を行い、学習データ中の状態ラベルの尤度が大きくなる勾配方向に移動することで、新規機種の学習速度と精度の向上を実現する。

【0058】

また、図8に示すように、センサデータ8001を特徴量1013に変換する特徴量抽出部1003と、特徴量1013と参照点1011の距離を求める距離計算部1007と、特徴点からの距離1014と識別モデルパラメータ1015の関和値をシグモイド関数で尤度に変換し、状態識別結果8012を計算する識別部7011を有する。

【0059】

さらに、状態識別結果8012の絶対値が小さく、異常と正常の判定が難しい場合には、状態識別モデルパラメータ1015の値と、参照点との距離1014の値を参照し、特徴量の近傍の参照点に対応した識別モデルパラメータの絶対値が小さい場合には、学習データが観測されたセンサデータ周辺で不十分であると判断し、装置の状態の確認指示促す状態確認指示8004を生成する状態確認指示生成部8003を有する。

【0060】

このように、状態診断時にも新規機種の精度を向上させるための状態確認指示生成部8003により、状態識別結果の確度が低いデータに対して、状態確認指示8004を生成し、当該センサデータを新規センサデータ1011に加えると共に、新規機種の状態ラベル1012に状態確認結果を加えて、状態識別転移学習モジュール1200にて、新規機器モデル1015および参照点1006の更新を行うことにより性能の効率的な向上を実現する。

【実施例2】

【0061】

図12を参照して、実施例2の診断装置の構成について説明する。

図12に示すように、保守センター11006と現場の装置11005に取り付けられたセンサ11004がネットワーク11003を介して接続され、定期的にセンサデータが保守センター11006に送られている。

【0062】

送られてきたセンサデータは、新規機種センサデータ1011にネットワーク11003を介して送られ、新規機種センサデータ格納部1011に格納される。

【0063】

保守センター11006では、参照点(1006)および新規機器モデル格納部1015に格納された新規機器モデルと、センサ11004から送られてくるセンサデータとより、状態確認指示出力つき状態識別モジュール8100が状態識別結果8012および状態確認指示8004を出力する。

10

20

30

40

50

【0064】

状態識別結果8012および状態確認指示8004の内容は、表示装置11001に表示される。オペレータは状態識別結果8012の確認や状態確認指示8004が状態確認指示(8004)に表示されている場合は、オペレータは対応するセンサデータを新規機種センサデータ格納部1011より取り出し、表示装置(11001)に表示させて確認し状態を判定する。

【0065】

オペレータが判定した状態判定結果は、入力装置11002より入力され、新規機器の状態ラベル1012に追加される。追加が行われると、状態識別転移学習モジュール11006により、参照点1006および新規機器モデル1015の学習が行われて性能の向上が図られる。

10

【0066】

実施例2により、状態識別の性能向上に必要な測定結果に対してのみ、状態ラベルの付与の指示が出されるため、必要最低限のラベル付与処理での性能向上が見込まれる。

以上述べてきたように、実施例によれば、新たな機種の自動診断が、類似の既存機種のデータを元にしたモデルをベースにすることで、少ない学習データのみで診断が可能となる。

【符号の説明】

【0067】

1001 既存機種センサデータ
 1002 既存機種状態ラベル
 1003 特徴量抽出部
 1004 既存機種特徴量
 1005 参照点生成部
 1006 参照点
 1007 距離計算部
 1008 参照点からの距離
 1009 識別モデル学習部
 1010 従来機種モデルパラメータ
 1011 新規機種センサデータ格納部
 1012 新規機種状態ラベル
 1013 新規機種特徴量
 1014 参照点からの距離
 1015 転移学習部
 1100 状態識別学習モジュール
 1200 状態識別転移学習モジュール
 8100 状態確認指示出力つき状態識別モジュール
 11001 表示装置
 11002 入力装置
 11003 公衆ネットワーク
 11004 センサ

20

30

40

【図 1】

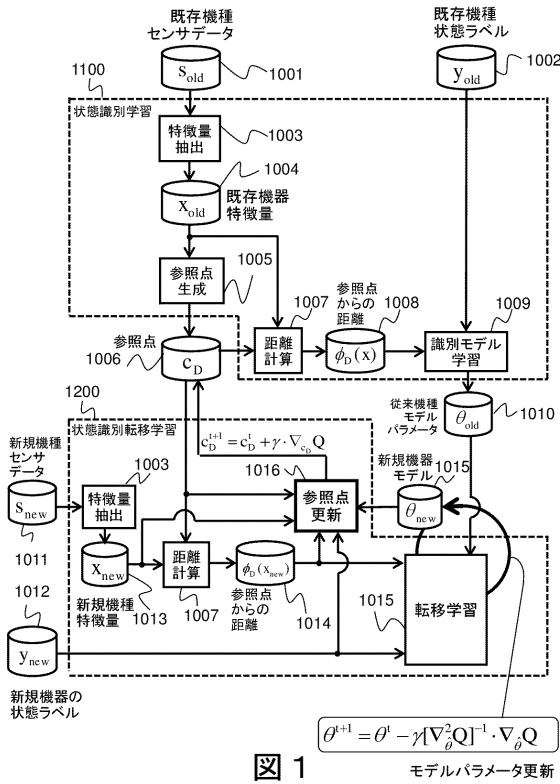


図 1

【図 2】

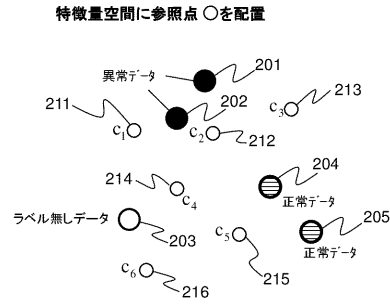


図 2

【図 3】

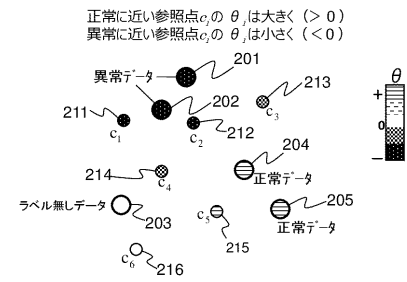


図 3

【図 4】

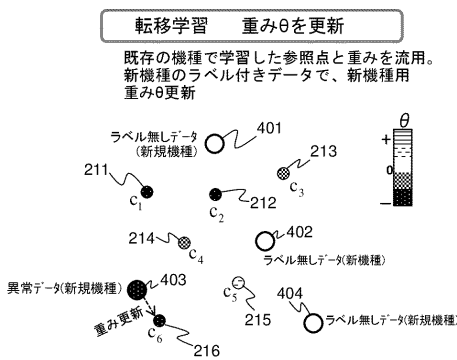


図 4

【図 5】

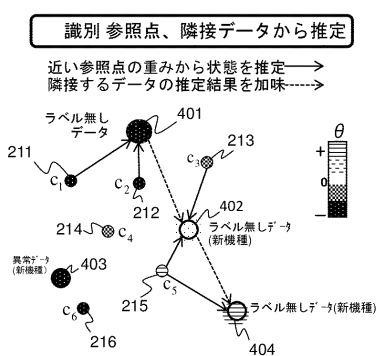


図 5

【図 6】

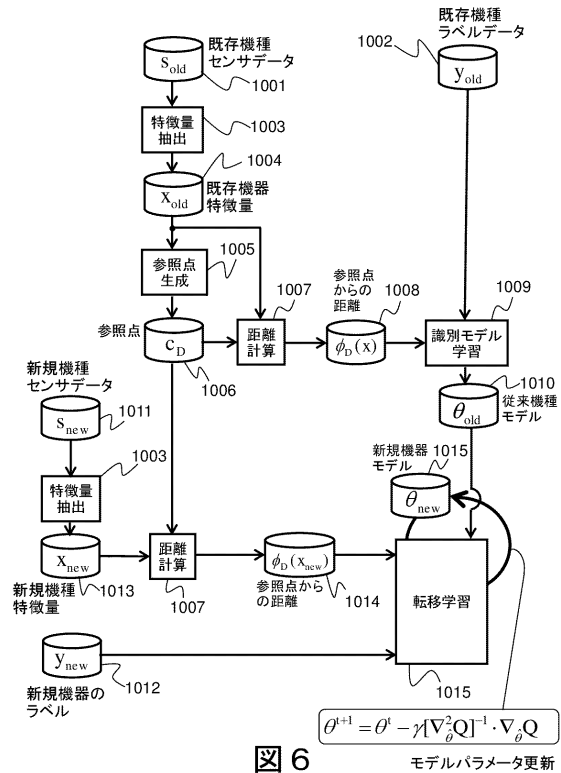


図 6

【図 7】

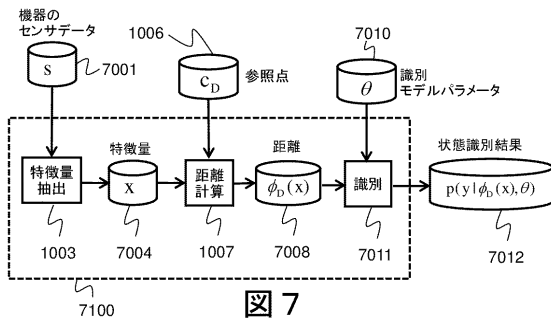


図 7

【図 8】

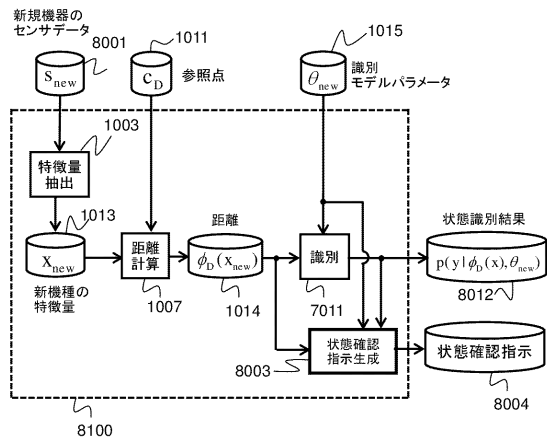


図 8

【図 10】

参照点を識別率が上がるように参照点を移動させる。
 $\Rightarrow$ 学習の速度向上
 $\Rightarrow$ 精度向上

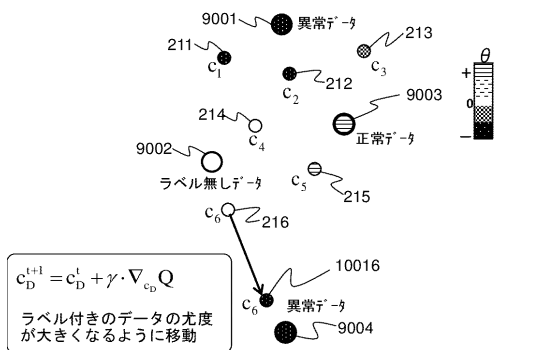


図 10

【図 9】

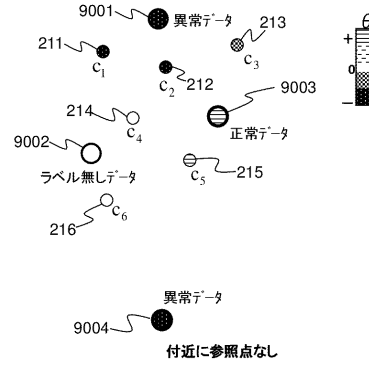


図 9

【図 11】

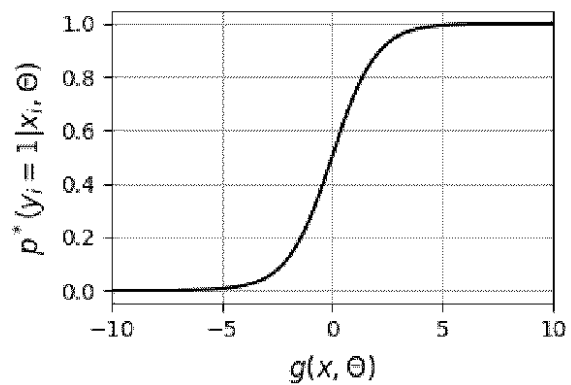


図 11

【図 1 2】

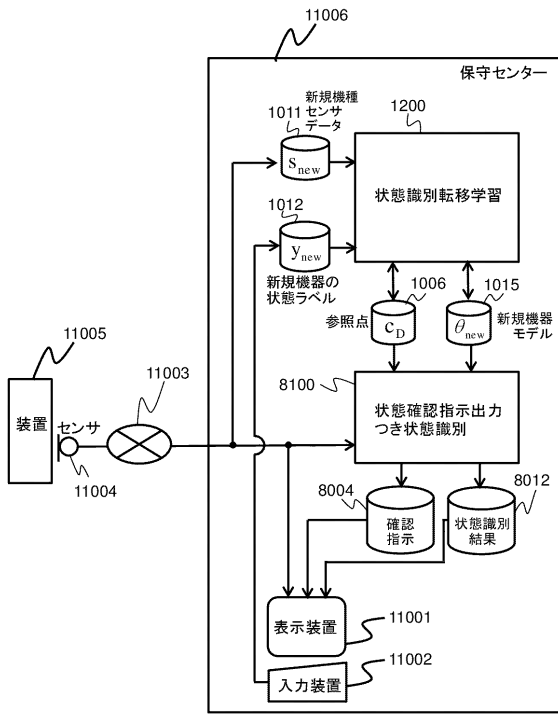


図 1 2