

(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)



(10) 国際公開番号

WO 2020/183781 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/043475
- (22) 国際出願日: 2019年11月6日(06.11.2019)
- (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 2019-045371 2019年3月13日(13.03.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堀 嘉成 (HORI, Yoshinari); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 岡 憲一郎 (OKA, Kenichirou); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 関合 孝朗 (SEKIAI, Takaaki); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 林 喜治 (HAYASHI, Yoshiharu); 〒1008280 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 Tokyo (JP).

内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 黒羽 義幸 (KUROHA, Yoshiyuki); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 平塚 政幸 (HIRATSUKA, Masayuki); 〒1008280 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 Tokyo (JP).

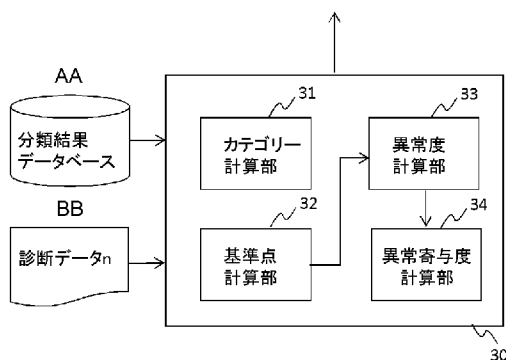
(74) 代理人: 特許業務法人ウィルフォート国際特許事務所 (WILLFORT INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1030016 東京都中央区日本橋小網町19-7 日本橋TCビル 1階 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: ABNORMALITY DIAGNOSIS DEVICE

(54) 発明の名称: 異常診断装置

図7



- 31 Category calculation unit
- 32 Reference point calculation unit
- 33 Abnormality degree calculation unit
- 34 Abnormality contribution rate calculation unit
- AA Classification result database
- BB Diagnostic data n

(57) Abstract: In the case of prior art abnormality diagnosis devices, abnormality contribution rates for identifying causes of abnormalities sometimes varied significantly even if data did not significantly vary. An abnormality diagnosis device characterized by being provided with a data classification unit which comprises: a category calculation unit that classifies operation data output from a plurality of sensors provided to an object to be diagnosed, into a plurality of categories; a reference point calculation unit that calculates a reference point for the plurality of categories; and an abnormality degree calculation unit that compares the reference point with current operation data and calculates the degree of abnormality of the current operation data. The abnormality diagnosis device is also characterized in that the reference point is a weighted average of two or more categories of the plurality of categories.

WO 2020/183781 A1

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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: これまでの異常診断装置では、データが大きく変化しない場合であっても異常原因を特定するための異常寄与度が大きく変化する場合があった。診断対象に備えられた複数のセンサーから出力された運転データを複数のカテゴリーに分類するカテゴリー計算部と、複数のカテゴリーの基準点を計算する基準点計算部と、基準点と現在の運転データとを比較して、現在の運転データの異常度を計算する異常度計算部と、を有するデータ分類部を備え、基準点は、複数のカテゴリーのうち、2以上のカテゴリーの加重平均であることを特徴とする異常診断装置。

明 細 書

発明の名称：異常診断装置

技術分野

[0001] 本発明は、プラントまたは装置の異常診断装置に関する。

背景技術

[0002] 発電プラントや関連する装置には、監視及び制御を目的として、温度計、圧力計及び流量計などの多くのセンサーが設置されている。近年では、橋梁や道路などのインフラ設備にも加速度センサー等のセンサーを設置し、設備の状態監視を監視することも実施されている。

[0003] このようなセンサーデータの特徴は、複数の関連するセンサーデータがあり、ある時間周期で計測された多次元の時系列データであるということである。このような多次元の時系列データを活用した状態監視方法には様々な方法が提案されている。

[0004] 例えば、特許文献1には、適応共鳴理論を用いた技術として「診断対象のプラントに設置される各種センサーからの複数の計測データに対し、適応共鳴理論により正常時のデータで判別したカテゴリーに属するデータと前記複数の計測データとの空間上の距離の差分に基づき、前記診断対象のプラント全体の異常度を求める異常度算出部を備えることを特徴とするプラント異常診断装置」が開示されている。

[0005] ここで、適応共鳴理論（ART: Adaptive Resonance Theory、以下ARTと称す）とは、多次元データを類似度に応じて複数のカテゴリーに分類する手法であり、例えば非特許文献1に記載されている。ARTを用いることで、多次元のデータをクラスタリングしてカテゴリーに分割することで、異常を検知することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2018/052568号

非特許文献

[0007] 非特許文献1 : G.A.Carpenter and S.Grossberg, “ART2:Self-Organization of stable category recognition codes for analog input patterns” , Applied Optics, Vol26, No.23, 1987

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1では、図1に示すように、正常時の運転データ（学習データ）が分類されたカテゴリー（正常カテゴリー）から逸脱した運転データ（診断データ）を基に設備の異常を検出する。異常の程度とどの信号の逸脱が大きいかを判断するために、正常時のデータと現状の計測データとの差分に基づき異常度、異常寄与度を算出している。

[0009] ここで、特許文献1における異常度、異常寄与度を図を用いて説明する。

[0010] 図2に示すように、異常を検知した際に、現在のデータkから最も近接する正常カテゴリー（図2の例ではカテゴリー3）の重心までの距離を異常度と定義している。異常度は、データの異常の程度を示す。

[0011] また、図3に示すように、異常度ベクトルを各計測値の成分（図3の例では x_1 、 x_2 ）に分解したものを異常寄与度と定義している。異常寄与度は、どの信号が正常からの逸脱が大きいかを示す。

[0012] しかしながら、特許文献1に記載された異常度及び異常寄与度を用いた場合、異常時の計測データが大きく変化しないにも関わらず、異常寄与度が大きく変化するケースがあった。その例を図4を用いて説明する。

[0013] 図4は、図2、図3に示したデータkが異常となった状態に加え、近傍に新しいデータmが計測された状況を示している。データkの最近傍の正常カテゴリーは、カテゴリー3であるが、データmの最近傍の正常カテゴリーはカテゴリー1となる。その結果、両データの異常度の値は大きく変化しないが、異常寄与度が大きく変化する。すなわち、データkでは、 x_2 の異常寄与度が大きかったのに対し、データmでは、データ x_1 の異常寄与度が大きくなる。

[0014] このように、特許文献1に記載の方法では、計測データ自体は大きく変化していないにもかかわらず、異常寄与度が大きく変化し、異常寄与度に基づいた異常原因の推定ができない場合があった。

課題を解決するための手段

[0015] 上記課題を解決するために、本発明に係る異常診断装置は、「診断対象に備えられた複数のセンサーから出力された運転データを複数のカテゴリーに分類するカテゴリー計算部と、複数のカテゴリーの基準点を計算する基準点計算部と、基準点と現在の運転データとを比較して、現在の運転データの異常度を計算する異常度計算部と、を有するデータ分類部を備え、基準点は、複数のカテゴリーのうち、2以上のカテゴリーの加重平均である」ことを特徴とする。

発明の効果

[0016] 本発明は以上の構成を備えるため、近傍の計測データで異常寄与度が大きく変化することがなく、異常原因の推定の精度を向上することができる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]従来のデータを分類する方法を示す図。
[図2]従来の方法で異常度を計算した例を示す図。
[図3]従来の方法で異常寄与度計算した例を示す図。
[図4]従来の方法で異常寄与度計算した場合の課題を示す図。
[図5]本発明の実施例の構成を示す図。
[図6]運転データデータベースに格納されている運転データの例を示す図。
[図7]本発明の実施例のデータ分類部の構成の例を示す図。
[図8]本発明の異常度の計算方法を示す図。
[図9]分類されたカテゴリーのトレンドグラフの一例を示す図。
[図10]異常度及び異常寄与度のトレンドグラフの一例を示す図。
[図11]テストデータを示す図。
[図12]テストデータを用い、従来の方法で異常度を計算した例を示す図。
[図13]テストデータを用い、従来の方法で異常寄与度を計算した例を示す図

。

[図14]テストデータを用い、本発明の方法で異常度を計算した例を示す図。

[図15]テストデータを用い、本発明の方法で異常寄与度を計算した例を示す図。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。尚、下記はあくまでも実施の例に過ぎず、下記具体的内容に発明自体が限定されることを意図するものではない。

[0019] 図5は本発明の一実施形態にかかる構成を示す。本実施例は、本発明の診断装置をプラントの異常診断に利用した例であり、プラント10、運転データデータベース20、データ分類部30、分類結果データベース40、および表示・操作部50を備える。以下に各構成要素の概要を述べる。なお、異常診断の対象はプラントに限られず、その他の装置等にも適用することができる。

[0020] プラント10は、センサーを備え、プラントの制御及び監視のために利用される。センサーの例としては流量計、温度計、圧力計などがあるが、これに限られない。

[0021] 運転データデータベース20には、プラント10のセンサーで計測されたプラントの運転データが、例えば1分毎の時系列データとして保存される。保存された運転データのうち、表示・操作部50で正常データとして指定された運転データが学習データとして切り出され、データ分類部30に送られる。また、運転データデータベース20には、プラント10でリアルタイムに計測されたデータも一時的に格納されたのち、診断データとして一定の周期でデータ分類部30に送られる。

[0022] データ分類部30は、ARTをベースとしたクラスタリングアルゴリズム（以下、改良ARTと称す）を用いて、多次元の運転データを複数のカテゴリーに分類する。

[0023] ここで、ARTについて説明する。ARTでは、入力されたデータを複数のカテ

ゴリー（クラスタ）に分類し、それぞれの入力データに対して分類されたカテゴリ番号を割り当てる。カテゴリとは、類似性を持つデータのまとまりを表し、同じカテゴリ番号が割り当てられた入力データは類似度が高いことを示す。

- [0024] 学習フェーズでは、設備が正常な状態の運転データ（学習データ）をARTに入力する。ARTはデータの類似度に応じて、運転データ（学習データ）を複数のカテゴリに分類するため、運転データが正常な場合に生成するカテゴリ（正常カテゴリ）を規定する。
- [0025] 診断フェーズでは、正常データを学習したARTに診断したい運転データ（診断データ）を入力する。その結果、学習データとの類似度が高いデータは、学習フェーズと同じカテゴリに分類される。しかし、設備になんらかの異常が生じた場合など、データの傾向が変わった場合には、学習データとは異なるカテゴリ（新規カテゴリ）に分類される。
- [0026] 本実施例に係る改良ARTを用いたデータ分類装置30は、データの分類結果として、入力された多次元のデータが分類されるカテゴリ番号、異常度、各計測データの異常寄与度を出力する。
- [0027] 分類結果データベース40は、データ分類部30から出力されたカテゴリ番号、異常度、異常寄与度を管理する。また、各カテゴリ選択の基準となる重み係数及び各カテゴリに分類されたデータの重心データを保存する。
- [0028] 表示・操作部50は、学習データ、診断データの条件を設定をする。プラント10のセンサーで計測された運転データは、この条件に基づいて学習データであるか診断データであるかが判断される。また、表示・操作部50は、カテゴリ番号、異常度、及び異常寄与度のトレンドグラフを表示する。なお、表示・操作部50は、表示部と操作部がそれぞれ分離して構成されるようにしても良い。
- [0029] 次に、本実施例に係る異常診断の方法について、図6乃至図10を用いて詳細に説明する。

- [0030] プラント10は、機器とそれをつなぐ配管、バルブ等から構成される。機器と配管には、プラントの状態の監視および制御のために、流量計、温度計、圧力計などのセンサーが設置されている。これらのセンサーには、例えば、温度計であれば、「TIC001」のようなタグがついている。このタグが各センサーのIDとなり、IDにより各センサーを識別する。
- [0031] 運転データデータベース20は、プラント10のセンサーで計測されたデータを時系列データとして記録する。運転データの一例を図6に示す。図6に示すように、プラント10に設置されたセンサーで測定された時間毎の運転データとして、「Time」の列には運転データを計測した時刻、他の列には「FIC001」「PIC001」等のIDで特定されるセンサーで測定した値が記録されている。この時間間隔は任意に指定することが可能であるが、本実施例では1分としている。
- [0032] データ分類部30は、改良ARTを用いて運転データを分類する。データ分類部30の詳細な構成を図7に示す。データ分類部30は、カテゴリ計算部31、基準値計算部32、異常度計算部33、及び異常寄与度計算部34からなる。
- [0033] カテゴリ計算部31では、運転データの類似度に応じて、運転データをカテゴリに分類する。学習フェーズで運転データ（学習データ）が分類されたカテゴリは正常カテゴリとする。カテゴリに分類する詳細なアルゴリズムは、非特許文献1及び特許文献1に記載されているため、ここでは、説明を割愛する。
- [0034] 基準点計算部32では、異常度を計算するための基準点を計算する。異常度は、基準点と現在の運転データ（診断データ）との偏差情報に基づいて計算される。
- [0035] 図8を用いて、本発明に係る異常度を計算する方法を説明する。本実施例においては、基準点として正常カテゴリの重心の加重平均 g_a を式(1)で計算する。

[数1]

$$\mathbf{g}_a = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \{f(d_i^{(k)}) \cdot \mathbf{g}_i\}}{\sum_{i=1}^{n_j} f(d_i^{(k)})} \quad (1)$$

[0036] ここで、 \mathbf{g}_i は、正常カテゴリー j の重心ベクトル（座標）、 $d_i^{(k)}$ は、 \mathbf{g}_i から現在の計測データ k までの距離である。 $f(x)$ は x の単調減少関数であり、本実施例では、例として式（2）のシグモイド関数を用いた。

[数2]

$$f(x) = 1 / (1 + e^{-a(x_0 - x)}) \quad (2)$$

[0037] 式（2）によれば、距離が $d_i^{(k)}$ が大きくなるに従い、 $f(d_i^{(k)})$ は小さくなる。すなわち、加重平均 \mathbf{g}_a の係数は、計測データ m に近い正常カテゴリーでは大きくなり、遠いカテゴリーは小さくなる。特に、（2）式で用いたシグモイド関数は x が大きくなると値がゼロに漸近する関数であるため、距離 $d_i^{(k)}$ が大きいカテゴリーの係数はゼロに近くなり、基準点の計算に影響を与えない。

[0038] すなわち、式（1）で求めた基準点は、各カテゴリーの重心座標のうち、計測データに近いカテゴリーの重心の平均値となる。

[0039] 異常度計算部33は、基準点計算部32で求めた基準点の座標と現在の計測データ k の座標から、現在の計測データ k の異常度を求める。異常度は両者の距離で定義され、式（3）の異常度ベクトル $\mathbf{d}_a^{(k)}$ の大きさが異常度である。

[数3]

$$\mathbf{d}_a^{(k)} = \mathbf{x}^{(k)} - \mathbf{g}_a \quad (3)$$

[0040] 異常寄与度計算部34は、異常度計算部33で求めた異常度ベクトル $\mathbf{d}_a^{(k)}$ の各成分を x_i として、パラメータ i の異常寄与度 R_i を以下の式（4）で求める。

[数4]

$$R_i = |d_a^{(k)}| x_i / \sum_{j=1}^m x_j \quad (4)$$

- [0041] 分類結果データベース40は、データ分類部30で求めた各データの 카테고리番号、異常度、異常寄与度を格納する。
- [0042] 表示・操作部50は、分類結果データベース40に格納されたデータ及び運転データデータベース20に格納された運転データを表示する。図9に分類されたカテゴリーのトレンドグラフを示す。時間の変化に伴ってカテゴリーが変化し、プラントの状態が変化していることがわかる。図9の例では、カテゴリー1から3までは正常カテゴリー、カテゴリー4は新規カテゴリーである。
- [0043] 図10に、図9と同じ時間の異常度及び異常寄与度の表示例を示す。黒線で示したものが異常度である。異常寄与度は、式(4)で求めるため、各パラメータの異常寄与度の合計が異常度となる。本図に示した例は、パラメータが2つの例であり、パラメータ x_1 の異常寄与度 R_1 とパラメータ x_2 の異常寄与度 R_2 を合計が異常度である。図9と図10を比較すると、カテゴリーが新規カテゴリーであるカテゴリー4となった時間から異常度が大きくなっていることがわかる。
- [0044] 次に、テストデータを用いて、従来のアルゴリズムと本実施例で示したアルゴリズムを比較した結果を図11乃至図15用いて説明する。
- [0045] 図11に二次元のテストデータを示す。学習データは、50点あり、ARTで分類した結果、9つのカテゴリーに分類された。◆で図示した点は、各カテゴリーの重心を示す。診断データは、31点あり、診断時には、左から右の順にデータを入力した。
- [0046] 従来のアルゴリズムで異常度及び異常寄与度を求めた結果を図12及び図13に示す。図12に示した異常度は、なめらかに変化しない点があるが、時間が7分及び21分のところにあるが、不連続性はなく、従来アルゴリズムであっても異常度の計算に大きな問題はないことがわかる。一方、図13に示した異常寄与度では、時間が7分のところで最も近接する正常カテゴリーの重心が異常寄与度が不連続に変化している。最も近接する正常カテゴリーが変化することで、異常寄与度がこのように不連続に変化する場合、このデータ

を用いて異常原因を推定すると判断を誤る可能性がある。

[0047] 次に、本発明のアルゴリズムで異常度及び異常寄与度を求めた結果を図14及び図15に示す。従来のアルゴリズムを用いた場合と比較して、異常度の傾向はあまり変わらないが、異常寄与度のグラフには、不連続な変化がないことがわかる。

[0048] 以上のように、本発明の異常診断装置を用いることで、計測データが近いにも関わらず、異常寄与度が大きく変化する事象が解消される。すなわち、異常寄与度を用いて異常原因を推定する場合の精度が向上する。

[0049] なお、本実施例では、データクラスタリング技術としてARTを用いた例を示したが、その他のクラスタリング技術を用いても良い。また、 $f(x)$ としてシグモイド関数を用いたが、 $1/x$ など別の関数を用いても良い。

符号の説明

- [0050] 10 : プラント
20 : 運転データデータベース
30 : データ分類部
31 : カテゴリー計算部
32 : 基準値計算部
33 : 異常度計算部
34 : 及び異常寄与度計算部
40 : 分類結果データベース
50 : 表示部

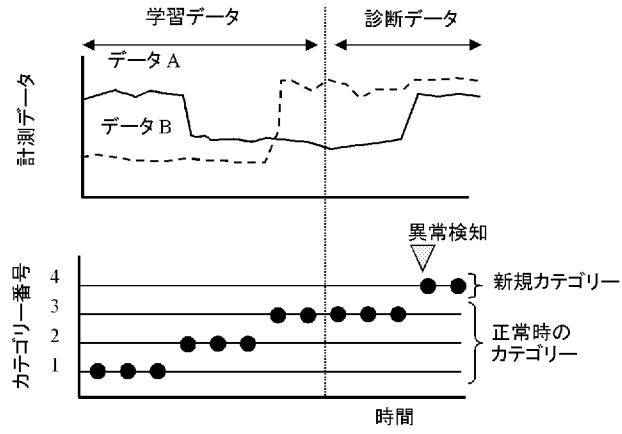
請求の範囲

- [請求項1] 診断対象に備えられた複数のセンサーから出力された運転データを複数のカテゴリーに分類するカテゴリー計算部と、
前記複数のカテゴリーの基準点を計算する基準点計算部と、
前記基準点と現在の運転データとを比較して、前記現在の運転データの異常度を計算する異常度計算部と、
を有するデータ分類部を備え、
前記基準点は、前記複数のカテゴリーのうち、2以上のカテゴリーの加重平均であることを特徴とする異常診断装置。
- [請求項2] 前記異常度計算部は、前記基準点と現在の運転データとの偏差情報に基づき、前記現在の運転データの異常度を計算することを特徴とする請求項1に記載の異常診断装置。
- [請求項3] 前記異常度計算部は、前記基準点と現在の運転データとの距離の差分に基づき、前記現在の運転データの異常度を計算することを特徴とする請求項1または2に記載の異常診断装置。
- [請求項4] 前記運転データは、前記複数のセンサーからそれぞれ出力された計測データからなる多次元データであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の異常診断装置。
- [請求項5] 前記複数の計測データ毎の軸方向における前記異常度の成分を異常寄与度として計算する異常寄与度計算部を備える請求項4に記載の異常診断装置。
- [請求項6] 入力された前記運転データのうち、前記診断対象が正常であるときの運転データを学習データとして前記データ分類部に出力する運転データデータベースを備え、
前記カテゴリー計算部は、前記学習データが分類されたカテゴリーを正常カテゴリーとして分類し、
前記基準点は、2以上の前記正常カテゴリーの加重平均であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載の異常診断装置。

- [請求項7] 前記現在の運転データから前記基準点までの距離に基づいて加重平均の係数が規定されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の異常診断装置。
- [請求項8] 前記現在の運転データから前記基準点までの距離が大きくなるほど、加重平均の係数が小さくなることを特徴とする請求項7に記載の異常診断装置。
- [請求項9] 前記データ分類部から出力された分類結果を表示する表示・操作部を備えることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか一項に記載の異常診断装置。
- [請求項10] 前記分類結果は、前記カテゴリ計算部が分類したカテゴリの番号と、前記異常度を含むことを特徴とする請求項9に記載の異常診断装置。

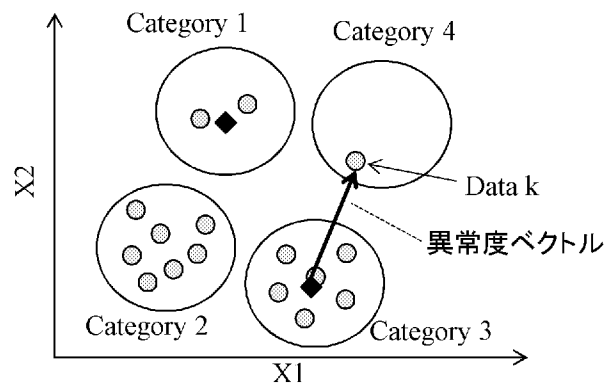
[図1]

図1



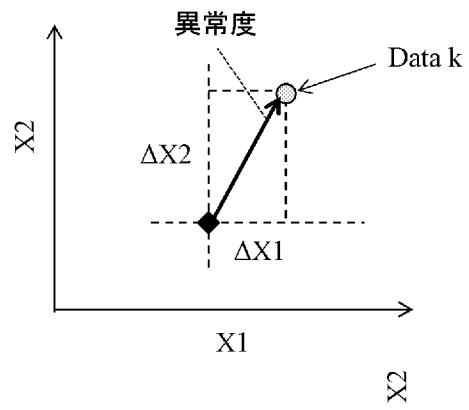
[図2]

図2



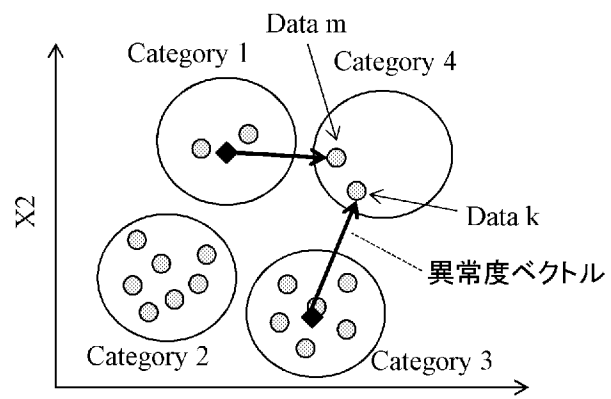
[図3]

図3



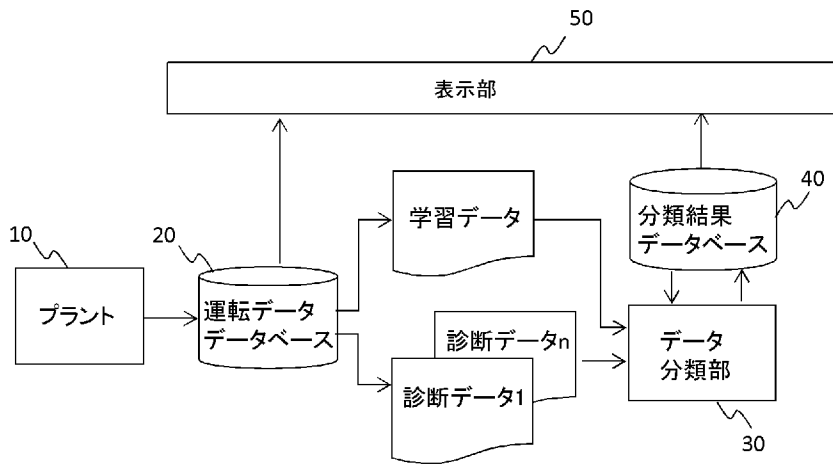
[図4]

図4



[図5]

図5



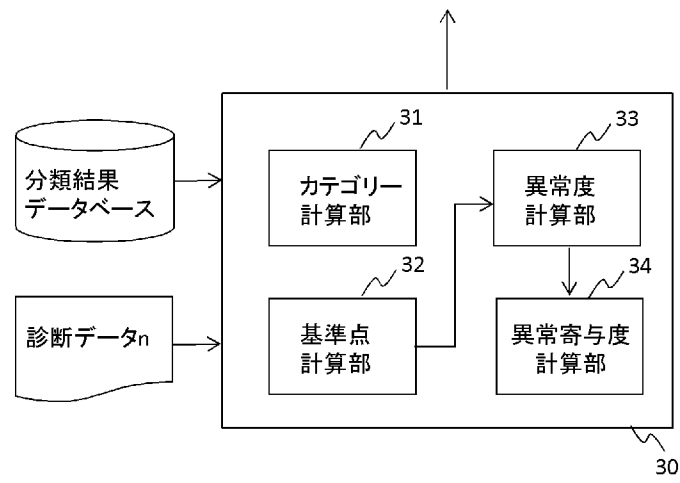
[図6]

図6

Time	FIC001	PIC001	TIC001	...	FIC012	...
2016/3/3 10:01:00	3.20	0.35	158.1		1.53	
2016/3/3 10:02:00	3.21	0.34	156.2		1.54	
2016/3/3 10:03:00	3.18	0.35	156.8		1.52	
:						

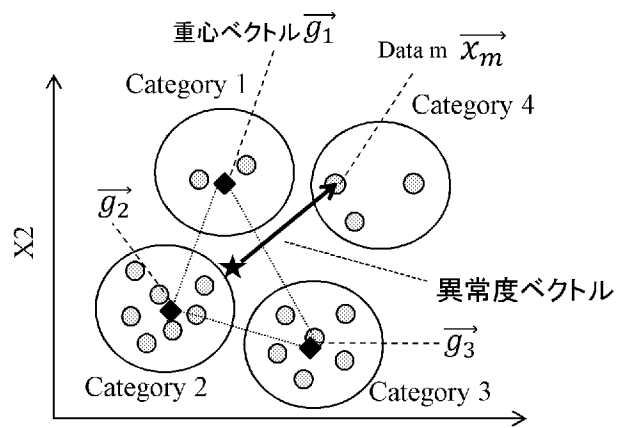
[図7]

図7



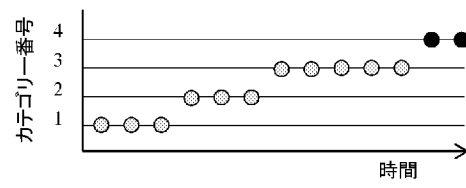
[図8]

図8



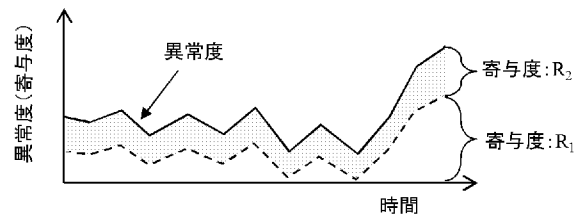
[図9]

図9



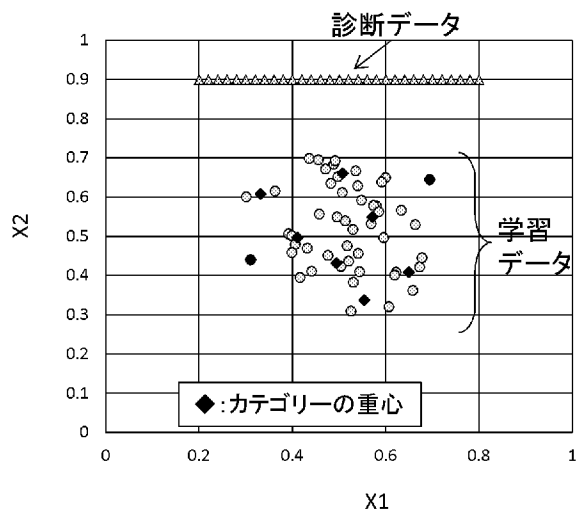
[図10]

図10



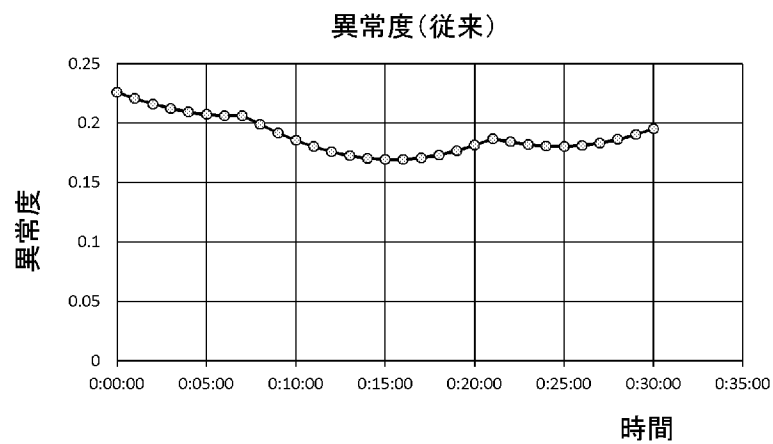
[図11]

図11



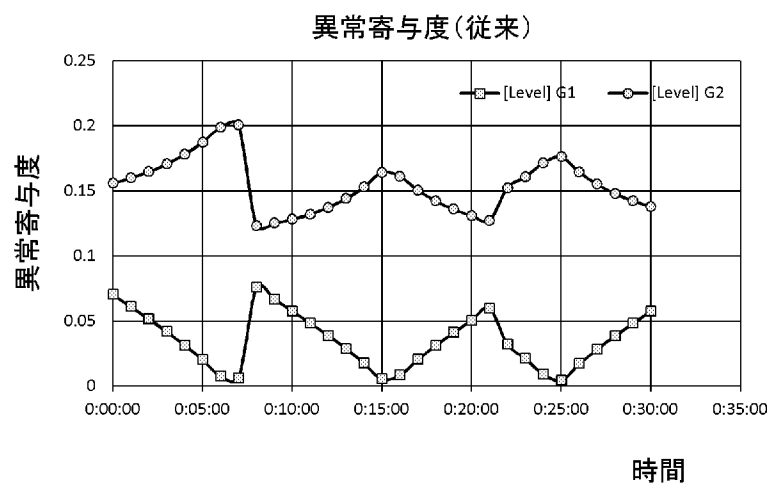
[図12]

図12



[図13]

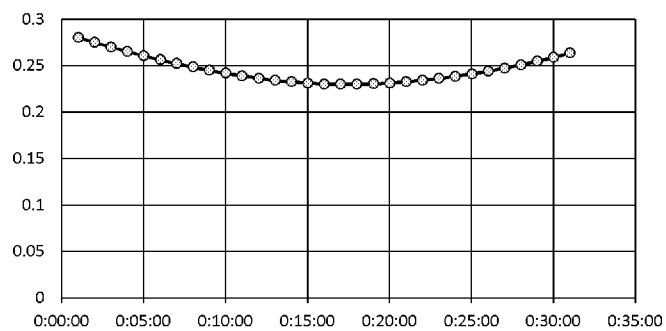
図13



[図14]

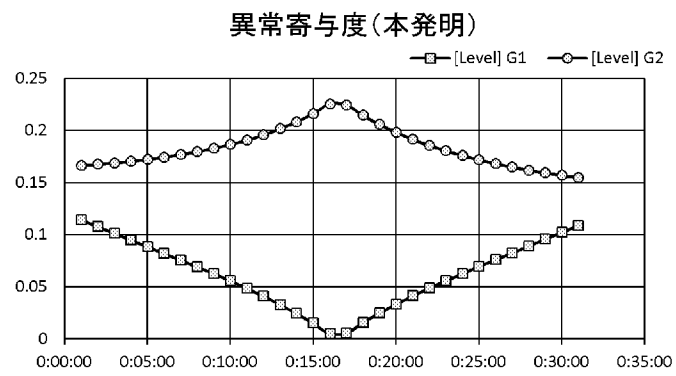
図14

異常度(本発明)



[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/043475

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G05B23/02 (2006.01) i

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

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
A	WO 2018/051568 A1 (HITACHI, LTD.) 22 March 2018, paragraphs [0020]-[0043], fig. 6, 8, 9 & EP 3514642 A1, paragraphs [0027]-[0056], fig. 6, 8, 9	1-10
A	JP 5-322642 A (HITACHI, LTD.) 07 December 1993, paragraph [0018] (Family: none)	1-10
A	JP 2018-159981 A (OMRON CORP.) 11 October 2018, paragraphs [0063]-[0089], fig. 6 & US 2018/0275631 A1, paragraphs [0075]-[0101], fig. 6A-C & EP 3379358 A2 & CN 108628263 A	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
20.12.2019

Date of mailing of the international search report
07.01.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G05B23/02(2006.01)i

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））

Int.Cl. G05B23/02

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
A	WO 2018/051568 A1（株式会社日立製作所） 2018.03.22, 段落[0020]-[0043], 図6, 8-9 & EP 3514642 A1, 段落[0027]-[0056], 図6, 8-9	1-10
A	JP 5-322642 A（株式会社日立製作所） 1993.12.07, 段落[0018] (ファミリーなし)	1-10

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矛盾するものではなく、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

20.12.2019

国際調査報告の発送日

07.01.2020

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

影山 直洋

3U

5785

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

C (続き) . 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
A	JP 2018-159981 A (オムロン株式会社) 2018.10.11, 段落[0063]-[0089], 図 6 & US 2018/0275631 A1, 段落[0075]-[0101], 図 6A-C & EP 3379358 A2 & CN 108628263 A	1-10