

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-76056  
(P2009-76056A)

(43) 公開日 平成21年4月9日(2009.4.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO5B 23/02 (2006.01)</b>	GO5B 23/02 3O2R	2GO24
<b>GO1M 19/00 (2006.01)</b>	GO1M 19/00 A	5H223

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-191544 (P2008-191544)  
 (22) 出願日 平成20年7月25日 (2008.7.25)  
 (31) 優先権主張番号 11/881,612  
 (32) 優先日 平成19年7月27日 (2007.7.27)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Linux

(71) 出願人 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
 GENERAL ELECTRIC CO  
 MPANY  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
 クタデイ、リバーロード、1番

(74) 代理人 100093908  
 弁理士 松本 研一  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志

最終頁に続く

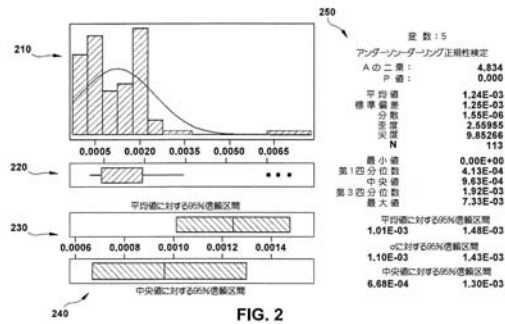
(54) 【発明の名称】 異常集約方法

(57) 【要約】

【課題】 異常値を同定する方法を提供する。

【解決手段】 異常値を集約する方法を提供する。本方法は、1以上の機械から作動データを取得するステップと、取得した作動データから、1以上の例外的異常スコアを計算するステップとを含む。この例外的異常スコアを集約して、急性又は慢性の異常値を同定することができる。例外的異常スコアは、1以上の絶対値異常測度を計算することによって集約することができる。絶対値異常測度は、所定の時間幅での例外的異常スコアの平均値を示す。例外的異常スコアは、1以上の頻度異常測度を計算することによって集約することもできる。頻度異常測度は、所定の時間幅のうちの異常値を有する時間幅の百分率を示す。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

異常値を同定する方法であって、

- 1 以上の機械から作動データを取得するステップと、
- 上記作動データから 1 以上の例外的異常スコアを計算するステップと、
- 1 以上の例外的異常スコアを集約するステップと

を含んでなる方法。

## 【請求項 2】

所定の時間幅における前記作動データ又は 1 以上の例外的異常スコアの平均値を特定する 1 以上の絶対値異常測度を計算するステップステップをさらに含む、請求項 1 記載の方法

10

## 【請求項 3】

異常値を有する所定の時間幅を示す頻度異常測度を求めるステップをさらに含む、請求項 1 又は請求項 2 記載の方法。

## 【請求項 4】

前記所定の時間幅が、秒、分、時、日、週、月及び年からなる群から選択される、請求項 2 又は請求項 3 記載の方法。

## 【請求項 5】

前記集約ステップが、

異常値を有する所定の時間幅の数を特定する 1 以上の頻度異常測度を計算するステップ

20

をさらに含んでおり、

上記所定の時間幅が、秒、分、時、日、週、月、及び年の 1 以上からなる群から選択される、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 6】

前記 1 以上の機械が、

圧縮機、ガスタービン、水力発電タービン、蒸気タービン、風力タービン、エンジン、ディーゼル発電機、機関車及び発電機からなる群から選択されるターボ機械である、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 7】

前記作動データを取得するステップが、

30

複数の機械から作動データを取得するステップであって、各機械が構成、容量、サイズ、出力及び地理的位置のうち 1 以上において類似しているステップをさらに含む、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 8】

1 以上の絶対値異常測度及び 1 以上の頻度異常測度を、グラフィカル形式又は表形式の少なくともいずれかで結合するステップであって、1 以上の例外的異常スコアの中に急性又は慢性の異常が存在するか否かを示すように結合するステップをさらに含む、請求項 2 乃至請求項 8 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 9】

前記急性の異常が、

40

1 以上の絶対値異常測度の高い値、1 以上の頻度異常測度の低い値、及びまれにしか起こらない異常値の 1 以上によって示される、請求項 2 乃至請求項 8 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 10】

前記慢性の異常は、

1 以上の絶対値異常測度の低い値か高い値、及び 1 以上の頻度異常測度の高い値によって示される、請求項 2 乃至請求項 9 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

50

本発明のシステム及び方法は概して異常値の集約に関する。具体的には、本発明のシステム及び方法は、関連する工学又は作動データの小さな集合と比較したときに、外れ（すなわち、異常）工学又は作動データを集約する統計的手法に関する。

【背景技術】

【0002】

発電設備（例えば、タービン、圧縮機、発電機など）の稼働及び保守において、機械の様々な属性に対応するセンサ読み取り値が、受信及び記憶される。これらのセンサ読み取り値はしばしば「タグ」と呼ばれ、タグには様々な種類がある（例えば、振動タグ、効率タグ、温度タグ、圧力タグなど）。

【0003】

これらのタグを経時的に注意深く監視することは、機械の劣化特性（例えば、装置の内部損傷、圧縮機の事象、計画的トリップと予定外のトリップ）を認識するのに多大な利点がある。例えば、圧縮機のロータ振動の値の（経時的な）増大は、深刻な問題の徴候である可能性がある。機械の劣化について、より詳細な情報が得られれば、機械事象の先行指標として動作する組み込みルール又は警報のセットによる故障診断能力がさらに向上する。すべてのタグ異常を、設計済みルール - 警報とともに、同時に表示すれば、機械の監視及び診断、並びに新たなルール / 警報の作成が、非常に効率的かつ効果的になる。監視及び診断の担当者は、クリティカルな逸脱に即座に注意を向けることが可能である。

【0004】

しかし、センサデータには、かなりの量のノイズが含まれる。ノイズを取り除いて、観測結果を経時的又は機械間で比較できるようにするには、種々異なる補正を施す必要があり、種々異なる制御因子を用いることが必要である。仮にそうしたとしても、（数百から数千にもなる可能性がある）多数のタグを同時に監視して、データ中の異常を診断することは非常に困難である。

【0005】

データからノイズを取り除き、異常を利用可能形式（例えば、絶対値及び方向）で把握又は同定し、その異常情報をルール又はモデルの構築に用いることは、様々なビジネス、テクノロジー、及び分野において必要とされるプロセスである。工業用途では、典型的には、監視及び診断チームが、制御チャート、ヒストグラム、散布図などを用いて、問題を、定例的にアドホック形式で報告する。しかし、このアプローチは、所与のタグが異常に高（又は低い）か否かについての主観的評価を必要とする。

【0006】

特定の値が、集団においてどの程度の外れ値（すなわち、異常値）であるのかを評価するために、Zスコアを始めとする統計手法が知られている。典型的なZスコアは、集団の平均及び標準偏差の計算に基づく。Zスコアは、十分な員数の集団において単一の観測結果がどの程度異常であるのかを評価する場合には効果的でありうるが、値の数がわずかでしかないデータ集合に用いた場合には、異常の指標としてさほど効果的でないことが示されている。

【0007】

異常スコアを計算する場合、処理すべき値がわずかしかないことはよくあることである。例えば、ある機械（例えば、タービン）を同等の機械（例えば、類似のタービン）の集合と比較する際に、対象機械と同等であると正当に見なされる機械を一握り以上同定するのが困難であるのは、よくあることである。さらに、多くの場合は、限られた期間内で現在の構成の下で作動していた可能性のある機械のみのパフォーマンスを評価することが望ましい。結果として、標準的なZスコアは、データ集合が小規模の場合にはロバストでないため、異常スコアの測定に用いることは望ましくないか、正確でない場合が多い。

【特許文献1】米国特許出願公開第2006/0015377号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2006/0031150号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2006/0059063号明細書

【発明の開示】

10

20

30

40

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

そこで、当技術分野では、様々な種類の発電設備において発生した異常を容易に同定、定量化、集約及び表示することができるプロセス、方法及び/又はツールが必要とされている。さらに、このプロセス、方法及び/又はツールは、異常情報を、関心対象事象の先行指標のような、意味のある情報へと変換できるものであるべきである。

**【課題を解決するための手段】****【0009】**

本発明は、異常値を同定する方法を提供する。当該方法は、1以上の機械から作動データを取得するステップと、取得した作動データから1以上の例外的異常スコアを計算するステップとを含む。この例外的異常スコアを集約すれば、異常値を同定することができる。

10

**【0010】**

本発明は、異常値を集約する方法を提供する。当該方法は、1以上の機械から作動データを取得するステップと、取得した作動データから1以上の例外的異常スコアを計算するステップとを含む。この例外的異常スコアは、1以上の絶対値異常測度を計算することによって、集約することができる。絶対値異常測度は、所定の時間幅での例外的異常スコアの平均値を示す。また、この例外的異常スコアは、1以上の頻度異常測度を計算することによって、集約することもできる。頻度異常測度は、任意の所定の時間幅のうちの、異常値を有する時間幅の百分率を示す。

20

**【発明を実施するための最良の形態】****【0011】**

監視及び診断(M&D)においては、データからノイズを取り除くことが重要な概念である。これは、毎秒同時に監視する必要のある変数が多数ある場合には重要になり、条件調節(例えば、温度、動作モード、圧力など)が必要とされる場合にはさらに重要になる。本明細書では、監視及び診断にとって非常に有用かつ画期的な異常検出及び集約のプロセス並びにヒートマップツールについて説明する。本発明で具体化されるプロセス、方法及びツールは、特に、発電設備(圧縮機、発電機、タービンなど)に適用される場合に有用である。しかし、本プロセス、方法及びツールは、監視する必要のある任意の機械又はシステムに適用できる。例えば、本発明で使用できる他の機械として、ガスタービン、水力発電タービン、蒸気タービン、バイオ燃料タービン、風力タービン、エンジン、ディーゼル発電機、機関車などがある。本プロセス、方法及びツールは、次の5つの主要な特徴を含む。

30

**【0012】**

(1)技術データ(例えば、作動センサデータ)について例外的異常スコア(EAS)を計算する。例外的異常スコアは、関連するデータの小さな集合との比較により、外れデータを定量化する。EASの性能は、異常観測結果の同定に関して、Zスコア及び制御チャート統計より優れている。

**【0013】**

(2)タグ及び時点の所与の集合の全体をユーザが効果的かつ効率的に監視できるデータの割合をユーザが定義できるように、例外的異常スコアについて複数の感度設定を作成する。さらに、これらの様々な感度設定を用いて診断を加える(例えば、警報を作成する)ことが可能である。

40

**【0014】**

(3)データ粒度の異なる(例えば、時単位であったり日単位であったりする)様々な異常観測結果を集約する方法体系を提供する。これらの様々な異常観測結果は、互いに結合されたり、互いに変換可能であったりしてよい。時単位の異常観測結果を、日単位の異常観測結果に変換することが可能である。

**【0015】**

(4)警報を作成する。これらの警報は、ルールベースのトリガであって、エンドユー

50

ザによって定義されることが可能であるか、事象（例えば、圧縮機事象）を同定する解析手段に基づき、リードタイムを経て提供されることが可能である。警報は、例外的異常スコア及びローセンサデータに基づく。警報はまた、例外的異常スコアの感度設定調節及び集約特性を利用することが可能である。

#### 【0016】

（5）データを情報に変換するヒートマップを作成する。ヒートマップは、外れ値検出可視化ツールであって、指定された各機械装置ごとに、多数の時点で、多数の選択されたタグについて、実行されることが可能である。ヒートマップは、「対象観測結果」の異常強度及び方向を示す。ヒートマップはまた、警報の可視表示を含むことが可能であり、所与の機械の異常なセンサ値に即座に注意を向けさせる。ヒートマップはまた、同等物との比較による解析を提供することが可能であり、これによって、運営チームは、稼働中に、様々な時間尺度（例えば、毎秒、毎分、毎時、毎日など）の間で進捗並びにマーケティング機会を高い精度で同定することが可能である。

10

#### 【0017】

##### 例外的異常スコアの計算

装置/機械及び環境のばらつきを考慮して、ある対象装置の、あるタグの所与の値が予想範囲外にあるか否か（すなわち、異常か否か）を決定するために、その対象装置のタグデータを解析するためのベースを、コンテキスト情報を用いて形成することが可能である。このコンテキスト情報は、2つの主要ソース、すなわち、対象装置の過去のパフォーマンス、及び対象装置の同等物のパフォーマンスから取得可能である。そのようなコンテキスト情報をを用いて、集団内、又はその装置自身のパフォーマンスに存在するばらつきの代表的な量を定量化することにより、現在のタグのデータとコンテキストデータとを系統的かつ厳密に比較して、対象装置のタグ値における異常データのレベルを正確に評価することが可能である。

20

#### 【0018】

前述のように、所与のタグが異常である度合いを適正に評価するために、コンテキスト情報が用いられる。評価を効果的にするためには、そのコンテキストデータを適切に選択しなければならない。時間領域において適切なコンテキストデータを選択する場合に、一般的に望ましいのは、関心対象期間において利用可能な最も近いデータを調べることである。関心対象期間は、通常は、利用可能な最近のデータなので、考慮対象として適切な時間範囲は、その装置にとって利用可能な、最近のデータのシーケンス（例えば、最近2週間（暦週）に対応するデータ）である。これによって、季節因子の影響が緩和される。

30

#### 【0019】

集団及び全体環境の挙動を考慮するための適切なコンテキストデータは、対象装置と「同等」の装置の適切な集団を用いることにより、求められる。例えば、対象タービンと同等の、適切な集団として、フレームサイズが同じであり、同じ地理的領域にあるタービンの集団が選択される。

#### 【0020】

上述のコンテキスト考慮に加えて、コンテキストデータは、同等の作動条件も含む。この実装の場合は（あくまで一例として）、過去において、10のウィンドウの中で装置が同じOPMODE値、DWA TT値、及びCTIM値を有する任意の期間を意味するように、同等の作動条件を定義することが可能である。OPMODEは、稼働モードとして定義されてよい（例えば、低速クランキング時、最大出力時、又は50パーセント出力時）。DWA TTは、電力のメトリックであってよい（例えば、メガワット出力）。CTIMは、温度のメトリック（例えば、吸気温度）として定義されてよい。例えば、対象観測結果のOPMODE値が1であり、DWA TT値が95である場合は、OPMODEが1であって、DWA TTが90と100との間であった過去の期間だけが使用可能である。このような同等の作動条件は、システム構成の一部として定義される。

40

#### 【0021】

時間、地理的位置、フレームサイズ、及び作動条件について適切なコンテキストを確定

50

することにより、所与のタグが異常に高い（又は低い）か否かについての主観的評価を不要にすることが可能になり、客観的かつ自動的な計算によって異常を検出及び定量化することが可能になる。Z - W i t h i n（過去との比較）例外的異常スコアを計算するために、（前述の定義のような）同等条件下で装置が作動していた、10～15の観測履歴を使用することが可能である。これらの観測履歴を用いて、平均及び標準偏差を計算することが可能である。次に、観測履歴の平均及び標準偏差を用いて、対象観測結果のzスコアを計算することが可能である。Z - W i t h i n例外的異常スコアの計算に使用される観測結果の数の最小及び最大は、システム構成の一部として定義される。Z - W i t h i nは、特定の機械の現在の作動条件と、その機械の以前の作動条件との比較を提供する。Z - W i t h i nの計算に使用される式は、一般に、次式の形式であってよい。

10

【0022】

【数1】

$$Z - W i t h i n_{e x c e p t i o n a l} = \left( \frac{V a l u e_{T a r g e t} - A v e r a g e_{H i s t o r i c a l}}{S t a n d a r d D e v i a t i o n_{H i s t o r i c a l}} \right) \quad (式1)$$

各装置に対して、フレームサイズが同じであって、同様の構成を有し、同じ地理的領域にある、最大8個以上の他の装置を、同等物として同定することが可能である。Z - B e t w e e n例外的異常スコアは、特定の装置又は機械がその同等物とどれほど異なるかの指標である。例えば、Fフレームガスタービンが、他の同様のFフレームガスタービンと比較される。Z - B e t w e e n例外的異常スコア（同等物との比較）を計算するために、（前述の定義のような）同等条件下で作動している各同等物から単一の最近の観測結果を選択することが可能である。この結果として、平均及び標準偏差を計算すべき同等物観測結果が最大8個以上得られる。次に、この同等物集団の平均及び標準偏差を用いて、対象装置のzスコアを計算することが可能である。Z - B e t w e e n例外的異常スコアの計算に使用される観測結果の数の最小及び最大は、システム構成の一部として定義される。Z - B e t w e e nの計算に使用される式は、一般に、次式の形式であってよい。

20

【0023】

【数2】

$$Z - B e t w e e n_{e x c e p t i o n a l} = \left( \frac{V a l u e_{T a r g e t} - A v e r a g e_{P e e r s}}{S t a n d a r d D e v i a t i o n_{P e e r s}} \right) \quad (式2)$$

30

値が異常に高くなる場合と異常に低くなる場合とがあることに注意されたい。一般的には、値の、好ましい傾向として認識される特定の方向が存在するが（例えば、一般的には、振動は高いより低いほうがよい）、本手法は、異常の極性に関係なく、異常を同定及び定量化するように設計されることに注意されたい。この実装では、方向は、「良い値」も「悪い値」も意味しない。その代わりに、方向は、異常の方向を表す。例外的異常スコアが過去に比べて高い負の数値である場合、これは、その装置の過去に比べて値が異常に低いことを意味する。例外的異常スコアが高い正の数値である場合、これは、その装置の過去に比べて値が異常に高いことを意味する。この解釈は、同等物異常スコアについても同様である。個々のタグの異常方向は、システム構成の一部として定義されることが可能である。

40

【0024】

これらの手法を用いて異常を検出することにより、警報を作成することが可能である。警報は、カスタマイズ可能なしきい値に対する、タグ値のルールベースの組み合わせであってよい。

【0025】

#### 複数の感度設定の作成

例外的異常スコアについては、スコアとパーセントテール計算との間の変換を行うこと

50

が可能である。具体的には、例外的異常スコアの絶対値のレンジが、ローメトリックの分布に対する異常分布の百分率のレンジに対応する。この変換から、アナリストが、ローメトリックについての「アラーム」又は「赤旗」を意味する例外的異常スコアカットオフ値を選択することが可能である。さらに、この変換は、「異常」として判定されるのに十分な高さの百分率を自由に決定できるエンドユーザにとっての使いやすさを提供する。さらに、この変換により、「異常」の定義を、用途ごとに、あるいは事業ごとに、あるいはメトリックごとに、必要に応じて変更することが容易に可能である。

#### 【0026】

図1（例外的異常スコアカットオフテーブル）は、ローメトリックが正規分布であって、異常定義が2テールである場合（すなわち、ローメトリックの高い絶対値と低い絶対値の両方が、エンドユーザの関心対象である異常レンジを有する場合）に使用されることが可能な変換テーブルである。例えば、サンプルサイズが8であって（行110）、ローメトリックが正規分布であると見なされる場合は、全場合の0.15%（セル130）が、例外的異常スコアの-6未満及び6超（列120）と予想される。言い換えると、M&Dチームが、あるメトリックにおいて観測結果の上位0.15%を「基準外れ」として調査しようとする場合、サンプルサイズが8であって正規であると思われれば、スコアカットオフとして6を選択しなければならないこのテーブルはさらに、zスコアと例外的異常スコアとの関係を示している。サンプルサイズが増えるにつれ（かつ、正規であると思われれば）、zスコアと例外的異常スコアは、ほぼ同一になる。

10

#### 【0027】

例えば、タービンや圧縮機の場合、センサデータは、様々な形状の分布を有する、300を超える数の異なるタグを含む可能性がある。タグ間で同じカットオフ値が使用可能か否か、あるいは、異なるタグに対して異なるカットオフ値が必要か否かを知るためには、感度解析が必要である。言い換えると、高次元のセンサデータに対しては、異なる分布間で変換テーブルがどれほどロバストかを検定する必要がある。異なるタグは異なる分布の形状及び大きさを示すことがあるが、これらのタグでのZ-Withinスコア及びZ-Betweenスコアは、形状の多様性が少なく、大きさの多様性も意図的に少ないことがある。すべてのZ-Within分布及びZ-Between分布にわたって、例外的異常スコアが2、6、17、50、及び150の場合に自然カットオフが検出された。しかし、カットオフ及び対応する異常分布百分率を決定するためには、系統立った実験的調査をさらに実施する必要がある。

20

30

#### 【0028】

例外的異常スコアは、11個のバケットにカテゴリ化される（すなわち、(-2, 2) = バケット0、(2, 6) = バケット1、(6, 17) = バケット2、(17, 50) = バケット3、(50, 150) = バケット4、(150以上) = バケット5、(-6, -2) = バケット-1、(-17, -6) = バケット-2、(-50, -17) = バケット-3、(-150, -50) = バケット-4、(-150以下) = バケット-5）。各バケットに入るZ-Withinスコアのパーセントが、すべてのタグについて計算される。次に、各バケットに対するタグ間のそれらの百分率から分布が引き出され、中央値に対する四分位数並びに95%信頼区間が計算される。

40

#### 【0029】

図2は、異常スコアの記述統計を示し、バケット5についてのこれらの計算の一例である。領域210は、ヒストグラムであり、確率値又は百分率値の分布を示す。これらは、Z-Withinについて、150以上のカットオフで異常スコアを取得する確率である。領域220は、やはり150以上における異常スコアの確率値又は百分率値の分布を示すボックスプロットである。230は、確率値又は百分率値の分布平均値に対する95%信頼区間を示す。ボックス内の縦線は、平均値を表し、ボックスの両端は、信頼区間における最小値及び最大値を表す。別のボックスプロットが240に示されており、これは、確率値又は百分率値の分布中央値に対する95%信頼区間を示す。このボックス内の線は、中央値を表し、ボックスの両端は、信頼区間における最小値及び最大値を表す。領域2

50

50 にリストされた統計は、図示された分布と、平均値及び中央値のような基本統計量と、報告された基本統計量に対する信頼区間とについての正規性検定を表す。バケット5の分布の中央値は、約0.1%であり、これは、Z-Withinスコアの約0.1%がカットオフの150以上にあることを示している。この中央値に対する95%信頼区間は、0.07%~1.3%である。

#### 【0030】

図2の計算と同様の計算が、すべてのバケットについて別々に行われ、したがって、Z-Within及びZ-Betweenのすべてのカットオフ値について行われる。解析の結果として、与えられたセンサデータに対して、タグ間で同様のカットオフを用いることが可能であり、したがって、この変換テーブル及び所定のカットオフは、ロータグ分布の違いに対してロバストであることが示される。

10

#### 【0031】

図3は、Z-Withinについての実験的結果に基づく、カットオフ値と異常分布百分率との間の変換を示す。実験的調査によれば、異常スコアの約6%が、2と6との間の例外的異常スコア値を有すると予想される。実際のデータ集合に基づく、これらの予想される異常百分率は、図1に示すシミュレーション調査に基づく百分率に非常に近いことに注意されたい。具体的には、このデータ集合に対して、全スコアの6.7%がカットオフの2を上回ると予想され、全スコアの13.4%がカットオフの2を上回るか、カットオフの-2を下回ると予想される。同様に、サンプルサイズが6~7の場合、図1は、カットオフの2を上回るか-2未満場合について、12.31%~14.31%の変換を示す。

20

#### 【0032】

上記結果は、発電設備のセンサデータからの実際のデータに対して、例外的異常スコアカットオフについて予想される変換を実証する。提案されたカットオフ及び対応する百分率が、すべてのタグにわたるすべてのZ-Withinに対してだけでなく、サンプルサイズが全体データに比べて相対的に小さい各タグにおいても妥当であることを確認するために、第2の一連の解析を実施した。連続的なZ-Withinスコアを、あらかじめ定義された11個のバケットを有する、11カテゴリの順序スコアに変換した。次に、各タグについての分布を、順序スコアから別々に抽出した(図4を参照)。図4のグラフからわかるように、ほとんどのタグが、順序Z-Withinスコアに対して、同様の形状の分布を有する。

30

#### 【0033】

図5は、各タグについての、順序Z-Betweenスコアに対する分布を示しており、図4と類似している。一部のタグについてはバケット2、3、-2、又は-3に対する形状が若干異なっているが、全体としては、Z-Betweenスコアについての形状は、Z-Withinスコアについての形状とあまり異なっていない。したがって、このデータ集合においては、Z-WithinスコアとZ-Betweenスコアの両方について、同じタグ間カットオフ値を用いてよいことが結論づけられる。さらに、提案されたカットオフ(すなわち、2、6、17、50、150、-2、-6、-17、-50、-150)に対する変換異常百分率は、実験的結果(図3を参照)に基づいて決定されても、シミュレーション調査(図1を参照)に基づいて決定されてもよい。というのも、それらは同等の数値を提示するからである。

40

#### 【0034】

##### 様々な異常観測結果の集約

多くの設備ユーザ(例えば、発電所、タービンオペレータなど)は、監視及び診断のための豊富なデータを有する。より重要なことに、このデータは、小さな時間単位(例えば、毎秒や毎分)で存在することが多い。データが豊富であることは有利だが、データの保存や監視に問題が生じないように、かつ、データが有用な情報を持ち続けるように、データの集約を効果的に行わなければならない。

#### 【0035】

50



集約は非常に望ましいが、タスクによってはリスクがある。異常集約は、それ自体、矛盾した表現である。すべての異常は、1つ1つのデータ点の特異性及びそれぞれへの集中を含意するが、集約は、詳細及び異常を除外して要約することを含意する。しかし、その矛盾する性質に関係なく、異常集約は必要とされる。というのも、長時間にわたる、多数のタグについての、毎秒又は毎時のデータを保存することができないからであり、さらに重要なこととして、特定のタイプの事象については、毎秒の監視では、あるいは毎時の監視であっても、情報が多すぎる場合があるからである。さらに具体的には、ほとんどの設備ユーザは、機械装置の「急性」の異常と「慢性」の異常とを対比して把握することに関心がある。急性の異常は、まれにしか起こらない、高い絶対値の異常である。慢性の異常は、特定のメトリックについて、機械間及び経時的に頻繁に起こる。

10

#### 【0036】

図6は、2つの装置の、経時的なZ - W i t h i n測定値を示す。X軸は、各装置における時間である。縦の点線630は、2つの装置のデータを区切っている。第1の装置のデータは、点線630の左側にあり、610で示される。第2の装置のデータは、点線630の右側にあり、620で示される。このグラフからわかるように、第2の装置（領域620）は、-100未満の外れ値と、100を上回る外れ値とを、1つずつ有する。このようなレンジの出現は、このメトリック及びこれらの装置の場合にはまれにしか起こらないため、これら2つの外れ値は「急性」とされる。図7のグラフは、図6のグラフと同様に読み取られてよく、「慢性の異常」の概念を示している。慢性の異常は、定義上は、特定のメトリックについて、機械間及び経時的に頻繁に起こる（すなわち、例外的異常スコアの絶対値が2超）キャプチャ異常である。

20

#### 【0037】

前述のように、データを集約するには、様々な方法がある。統計は、定義上、集約を含む。データを、いくつかの数値（例えば、平均、中央値、標準偏差、分散など）で示すことは、「統計」又は「分析」を、極めて単純化した定義である。しかし、これらの、昔からある方法のどれもが、異常集約のソリューションを提供しない。日単位の平均が、時単位の異常を確実に示すことはできない。「例外的異常スコア」の集約は、本発明によって実施される、新しい方法である。以前は、時単位の異常を同定するには、時単位のデータを監視することが唯一の方法であり、データ監視は、異常が検出される必要がある粒度において、行われなければならなかった。言い換えると、最高粒度で（例えば、毎秒又は毎時に）行われなければならなかった。このような粒度においては、長期的傾向を調べたり、異装置間で効果的に比較対照したりすることは困難である。

30

#### 【0038】

例外的異常スコアの集約に用いることが可能な2つの測度、すなわち、絶対値異常測度及び頻度異常測度について、本発明の実施形態に従って説明する。絶対値異常測度は、平均のような、中心的傾向の測度を用いる。頻度異常測度は、比又は百分率を用いる。

#### 【0039】

絶対値異常測度は、急性の異常を同定することが可能であり、平均のような、中心的傾向の測度を用いてよい。（図8の左側に示す）日単位絶対平均は、絶対値異常測度の一例である。絶対平均は、所定の時間幅（例えば、秒、分、時、日、週、月、又は年）の間に高絶対値の異常が負又は正の方向に1つ以上存在するか否かを示すことが可能である。例えば、日単位絶対平均は、一日の間に高絶対値の異常が負又は正の方向に1つ以上存在するか否かを示す。

40

#### 【0040】

頻度異常測度は、慢性の異常を同定するために用いられることが可能であり、比又は百分率を用いてよい。（図8の右側に示す）日単位パーセント異常は、頻度異常測度の一例である。日単位パーセント異常は、一日の間の異常時間数、又は一月の間の異常日数を示すことができるという意味において、日単位絶対平均を補完する。一般に、頻度異常測度は、より大きな時間帯（例えば、分、時、日など）における異常時間帯（例えば、秒、分、時など）の数を示すために用いられることが可能である。

50

## 【0041】

これら2つのスコア（すなわち、日単位絶対平均及び日単位パーセント異常）は同時に用いられるので、これらは、異常時間がある日を示すとともに、急性の異常と慢性の異常とを区別する。（まれにしか起こらない）急性の異常は、日単位絶対平均が高く、日単位パーセント異常が低い。急性の異常は、1つ又は2つの高絶対値異常によって示されることが可能である。一方、（しばしば起こる）慢性の異常は、日単位絶対平均が低いか高く、日単位パーセント異常が高い。慢性の異常は、一日の間のいくつかの、又は一連の異常によって示されることが可能である。しかし、慢性の異常は、例外的異常スコアの絶対値が高いことが必ずしも必要ではない。

## 【0042】

図8は、絶対値異常測度及び頻度異常測度の一使用例を示す。図8の左側のグラフは、絶対値異常測度（日単位絶対平均）を示している。右側のグラフは、頻度異常測度（パーセント異常）を示している。これらの絶対値異常スコア及び頻度異常スコアは、Z - B e t w e e n及びZ - W i t h i nの両方について計算可能である。さらに、各次元について、絶対値スコア及び頻度スコアの両方を、タグ間、時間帯間、及び機械装置間で別々にランク付けすることが可能である。次に、これらのランクをパーセンタイルに変換して、絶対値異常スコアのパーセンタイルと、頻度異常スコアのパーセンタイルとを与えることが可能である。さらに、各スコアについてのこれらのパーセンタイルを、「最大値」関数を用いて、Z - B e t w e e n及びZ - W i t h i nのそれぞれに関して別々に組み合わせることが可能である。さらに具体的には、Z - B e t w e e n異常スコア又はZ - W i t h i n異常スコアの最大パーセンタイルが、急性の異常、慢性の異常、又はその両方を表す。

## 【0043】

図9は、最大パーセンタイルZ - B e t w e e n及び最大パーセンタイルZ - W i t h i nのグラフ及びデータ集合を示す。例えば、グラフの右上の点線ボックス内の点は、同じタービンが「CSGV」タグに関して4日間連続で異常を引き起こしていることを表す。CSGVタグは、IGV（入口案内翼）角度に関連するメトリックであってよい。（図10のデータエントリ92、93、94、95に対応する）これら4個のデータ点は、その装置の過去及び同等物の両方と比較して異常である。CSGVタグに関して、この装置のそれら4日間をさらに調査すると、その4日間中に何時間も、同等物と比較して異常があることがわかる。一方、時単位Z - W i t h i n異常は、数的には時単位Z - B e t w e e n異常と比較するとまれであるが、絶対値が高い。この結論のすべてを、図10のデータ表から読み取ることが可能であり、この表には、Z - B e t w e e n及びZ - W i t h i nについての日単位絶対値異常スコア、頻度異常スコア、及び日単位パーセンタイルが含まれる。

## 【0044】

警報作成とヒートマップ作成

本発明の一実施形態によれば、異常検出プロセス及びヒートマップツールは、計算エンジン（Calculation Engine）及び可視化ツール（Visualization Tool）と呼ばれる2つのJavaプログラム（javaは、登録商標）により、ソフトウェアの形で実装されることが可能である。計算エンジンは、例外的異常スコアを計算し、異常スコアを集約し、Oracleデータベースを更新し、ルールがトリガされたときに警報を送る。計算エンジンは、毎時に実行されるコマンドラインバッチプロセスから周期的に呼び出されることが可能である。可視化ツールは、要求に応じて異常スコアをヒートマップ（図11を参照）のかたちで表示し、ユーザがルールを作成することを可能にする。可視化ツールは、Webアプリケーションとして実行されることが可能である。これらのプログラムは、Linux、Windows（登録商標）、その他のオペレーティングシステムで動作するアプリケーションプロセッサにおいて実行可能である。

## 【0045】

10

20

30

40

50

計算エンジンのコマンドライン呼び出しの一例を示す。

【0046】

```
java -Xmx2700m -jar populate.jar --update t7 n (javaは、登録商標)
```

これは、周期的更新を実施し、最大7個以上の同時スレッドを利用し、データベース内に新しいセンサデータがあれば、それを同定してから先に進むことを、計算エンジンに指示する。プログラムは、まず、可視化ツールのユーザによって作成された、すべての新しいカスタム警報、及びすべての新しい、機械装置のカスタム同等物について、ルールを計算する。次にプログラムは、新着のローセンサデータをサーバから取り出し、その新たなデータをOracleデータベースに格納し、その新たに追加されたデータについて例外的異常スコア及びカスタム警報を計算する。プログラムは、これらすべての計算結果をデータベースに格納して、可視化ツールが例外的異常スコア及びカスタム警報のヒートマップを表示することを可能にする。この計算によって、機械劣化事象を検出する可能性が高いルールを有するカスタム警報が、リードタイムを経てトリガされる場合は、監視及び診断チームのメンバに警告信号を送信するように、計算エンジンを構成することが可能である。警報は、チームのコンピュータ/ノートブックによって提示される可聴信号及び/又は可視信号、あるいは、チームの通信装置（例えば、携帯電話、ページャ、PDAなど）に送信される信号であってよい。

10

【0047】

可視化ツールの主要な用途は、特定の機械装置についてのヒートマップを、監視及び診断チームのメンバに提示することである。可視化ツールのユーザは、日付範囲を変更することが可能であり、同等物集団を変更することが可能であり、個々のタグのデータの時間系列グラフの詳細データにアクセスすることが可能である。可視化ツールは、そのプレゼンテーション層及びユーザインターフェースにJava Server Pages (javaは、登録商標)を利用することが可能である。Java Server Pages (javaは、登録商標)は、MVCアーキテクチャにおける表示であり、ビジネスロジックを含まない。この実施例の場合、サーバマシン及びクライアントマシンの唯一の要件は、Java準拠 (javaは、登録商標)のサーブレットコンテナ及びWebブラウザである。

20

【0048】

可視化ツールはさらに、他のいくつかのユースケースをサポートする。可視化ツールのユーザは、同等物ヒートマップを表示し、同様の警報を有する機械を見つけ、カスタム同等物集団を作成し、カスタム警報を作成し、何種類かのレポートを表示することが可能である。同等物ヒートマップは、各マシンのヒートマップを単一のヒートマップにマージし、隣接する列が、各マシン自身の前の時点及び後の時点におけるヒートマップセルを示すのではなく、同じ時点における同等マシンのヒートマップセルを示すようにする。ユーザは、日付を変更することが可能であり、特定タグに関して同等物のデータを比較する時間系列グラフの詳細データにアクセスすることが可能であり、各機械ヒートマップの詳細データにアクセスすることが可能である。他のページに対しては、ユーザはさらに、カスタム警報を指定し、それらの警報をトリガした機械を検索することが可能である。ユーザは、カスタム警報のルールを作成、修正、及び削除することが可能である。また、レポートによって、監視対象の装置、(装置によって異なる)装置のローセンサデータの待ち時間、及びトリガされる警報の精度に関する情報を評価することが可能である。

30

40

【0049】

例えば、本発明によって実施される異常検出手法を、重大な故障事象が発生した一連のタービンに適用した。この故障事象は、履歴センサデータが使用可能であった4か月間に10台のタービンでしか起こらない、まれなものであった。その事象が発生した各タービン(事象装置)について、最大2か月分の履歴データを収集した。比較のために、その事象が発生しなかった200台のタービン(非事象装置)についての4か月分の履歴データを取得した。

50

## 【0050】

各事象装置に対し、同じ地理的領域において作動している、同様の構成の、6～8台の他のタービンからなる同等物集団を作成した。次に、事象装置及び非事象装置について、Z-Within及びZ-Betweenの例外的異常スコアを計算した。Z-Withinは、装置が、作動モード、出力ワット数、及び周囲温度によって設定された同様の条件の下で作動していたときの過去の観測結果と比較して、どれほど異なっていたかを示した。Z-Betweenは、装置が、同様の条件の下で作動していた同等物と比較して、どれほど異なっていたかを示した。次に、図11に示されるように、これらの偏差を、ヒートマップにより可視化した。

## 【0051】

図11に示すヒートマップの各列は、時間帯を表す。各時間帯は、数日、数時間、数分、数秒などであってよく、あるいは、これらより長くても短くても良い。各行は、例えば振動やパフォーマンスの測度など、関心対象メトリックを表す。各メトリックにつき、2つ以上の行の色付きセルがあってもよいが、図11では1つの行だけが示されており、それらのセルは、区別のために、様々なパターンで濃淡が付けられている。白色のセルは、正常又は非異常と見なされてよい。AFPAP行の、淡い縦線で埋められたセルは、小さな負の値と見なされてよく、GRS\_\_PWR\_\_COR（補正された総発電電力（corrected gross power））行の、濃い縦線で埋められたセルは、大きな負の値と見なされてよい。CSGV行の淡い横線は、小さな正の値と見なされてよく、同じ行の、濃い横線で埋められたセルは、大きな正の値と見なされてよい。低い警報の行は、特定のセルにクロスハッチパターンがある。これは、小さな値、大きな値、及び正常な値を視覚的に区別する一例に過ぎず、様々なパターン、色、及び/又は色の強さをを用いることが可能である。

## 【0052】

ヒートマップの各セルは、データの、異なるレベル又は絶対値及び/又は方向/極性を区別するために、様々な色又は様々な濃淡又はパターンを表示することが可能である。行が2つある実施形態では、上側の行がZ-Between例外的異常スコアの絶対値を表し、下側の行がZ-Within例外的異常スコアの絶対値を表すことが可能である。異常スコアが負の（異常に低い値を表す）場合、セルは青色であってよい。小さな負の値は淡い青色であってよく、大きな負の値は濃い青色であってよい。異常スコアが正の場合（異常に高い値を表す）、セルは橙色であってよい。小さな正の値は淡い橙色であってよく、大きな正の値は濃い橙色であってよい。ユーザは、特定の色強度を達成するのに必要な絶対値を指定することが可能である。必要に応じて様々な色レベルを表示することが可能であり、例えば、3つの色レベルの代わりに、1、2、又は4、又はそれ以上の色強度レベルを表示することが可能である。この例では、カットオフは、感度解析によって決定された。

## 【0053】

図12に示すヒートマップは、最近24時間のシステム全体の状態の1つのスナップショットを示す。各セルは、そのタービンの過去又は同等物と比較して異常であるメトリックを示している。監視チームのメンバは、ヒートマップにより、システムの状態を閲覧して、異常なセンサ値を同定することを素早く行うことが可能である。この故障事象装置の場合、ヒートマップは、タービンにおいて、（BB及びBRメトリックで測定されるように）振動が大幅に増加したのと同時に、多くのパフォーマンス測度（GRS\_\_PWR\_\_COR（補正された総発電電力（corrected gross power）））などが著しく低下したことを示している。事象タービンと非事象タービンのヒートマップを検査したところ、この痕跡は、10台の事象装置のうち4台に、事象に先立つ数時間にわたって存在したが、非事象装置にはまったく存在しなかったことがわかった。検査チームは、事象装置と非事象装置のヒートマップを目視検査することにより、この故障状態の警戒標識として動作するルールを作成することが可能である。次に、これらのルールを、ルールベースの赤旗という形式でシステムにプログラムすることが可能である。その後、シス

10

20

30

40

50

テムは、タービンを監視し、それらの赤旗がトリガされた場合には、監視チームに信号又は警報を送る。

【0054】

図12に示すヒートマップの最上行は、異なるレンジの値同士を視覚的に区別するために、様々なパターン、色、及び色強度を表示できる。この例では、大きな負の値が、濃い横線で示され、中程度の負の値が中程度の横線で示され、小さな負の値が、淡い横線で示されることが可能である。同様に、大きな正の値が、濃い縦線で示され、中程度の正の値が中程度の縦線で示され、小さな正の値が、淡い縦線で示されることが可能である。色を用いる実施形態では、図12に示すヒートマップの最上行の各矩形は、様々な色及び強度を示すことが可能である。例えば、濃い横線で埋められたボックスは、無地の濃い青色に置き換え可能であり、中程度の横線で埋められたボックスは、無地の青色に置き換え可能であり、淡い横線で埋められたボックスは、無地の淡い青色に置き換え可能である。濃い縦線で埋められたボックスは、無地の濃い橙色に置き換え可能であり、中程度の縦線で埋められたボックスは、無地の橙色に置き換え可能であり、淡い縦線で埋められたボックスは、無地の淡い橙色に置き換え可能である。これらは、様々な異常値又は異常スコアを区別するために用いられることが可能な、様々な色、パターン、及び強度のうちの数例に過ぎない。

10

【0055】

本明細書記載の様々な実施形態において、要素のその他様々な組み合わせ、変形又は改良が可能であり、それらも本発明の精神に含まれることを、本明細書から理解されたい。

20

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】例外的異常スコアカットオフテーブルである。

【図2】例外的異常スコアの記述統計を示す図である。

【図3】Z - W i t h i n についての実験的結果に基づく、カットオフ値と異常分布百分率との間の変換を示す図である。

【図4】Z - W i t h i n 値の分布を示す図である。

【図5】Z - B e t w e e n 値の分布を示す図である。

【図6】2台の別々の機械についての、経時的なZ - W i t h i n の値を示す図である。

【図7】31台の別々の機械についての、経時的なZ - W i t h i n の値を示す図である

30

。【図8】経時的な日単位絶対平均値及びパーセント異常値を示す図である。

【図9】最大パーセンタイルZ - B e t w e e n 及び最大パーセンタイルZ - W i t h i n のグラフ及びデータ集合を示す図である。

【図10】Z - B e t w e e n 及びZ - W i t h i n についての日単位絶対値異常スコア、頻度異常スコア、及び日単位パーセンタイルの表である。

【図11】複数の行列からなるヒートマップを示す図である。このヒートマップの列は、時間帯を表し、行は、関心対象メトリック（例えば、振動やパフォーマンスの測定）を表す。

【図12】一例の機械の24時間のうちのスナップショットを示す、別のヒートマップを示す図である。

40

【符号の説明】

【0057】

- 110 サンプルサイズの行
- 120 例外的異常スコアの列
- 130 テーブルのセル
- 210 ヒストグラム
- 220 ボックスプロット
- 230 ボックスプロット
- 240 ボックスプロット

50

- 2 5 0 正規性検定に関する統計
- 6 1 0 第 1 の装置のデータ
- 6 2 0 第 2 の装置のデータ
- 6 3 0 点線

【 図 1 】

120

サンプルサイズ	1	1.5	1.75	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50
3	52.68 %	37.95 %	32.48 %	28.38 %	18.24 %	13.26 %	10.54 %	8.77 %	7.50 %	6.60 %	5.87 %	5.38 %	2.67 %	1.79 %	1.36 %	1.11 %
4	48.13 %	32.39 %	26.80 %	22.40 %	12.02 %	7.20 %	4.69 %	3.27 %	2.46 %	1.86 %	1.49 %	1.25 %	0.30 %	0.14 %	0.09 %	0.06 %
5	43.61 %	27.06 %	21.51 %	17.12 %	7.56 %	3.79 %	2.10 %	1.25 %	0.81 %	0.54 %	0.40 %	0.27 %	0.03 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
6	41.30 %	24.35 %	18.61 %	14.31 %	5.22 %	2.08 %	1.01 %	0.50 %	0.25 %	0.12 %	0.09 %	0.06 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
7	39.64 %	22.44 %	16.68 %	12.31 %	3.79 %	1.32 %	0.59 %	0.28 %	0.15 %	0.08 %	0.04 %	0.03 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
8	38.55 %	21.09 %	15.30 %	10.96 %	3.03 %	0.97 %	0.37 %	0.15 %	0.06 %	0.04 %	0.02 %	0.01 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
9	37.43 %	19.50 %	13.78 %	9.63 %	2.40 %	0.66 %	0.20 %	0.07 %	0.03 %	0.02 %	0.01 %	0.01 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
10	37.00 %	19.17 %	13.56 %	9.52 %	2.18 %	0.53 %	0.12 %	0.05 %	0.02 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
20	34.36 %	16.10 %	10.54 %	6.68 %	0.90 %	0.11 %	0.01 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %

110 130

FIG. 1

【 図 2 】

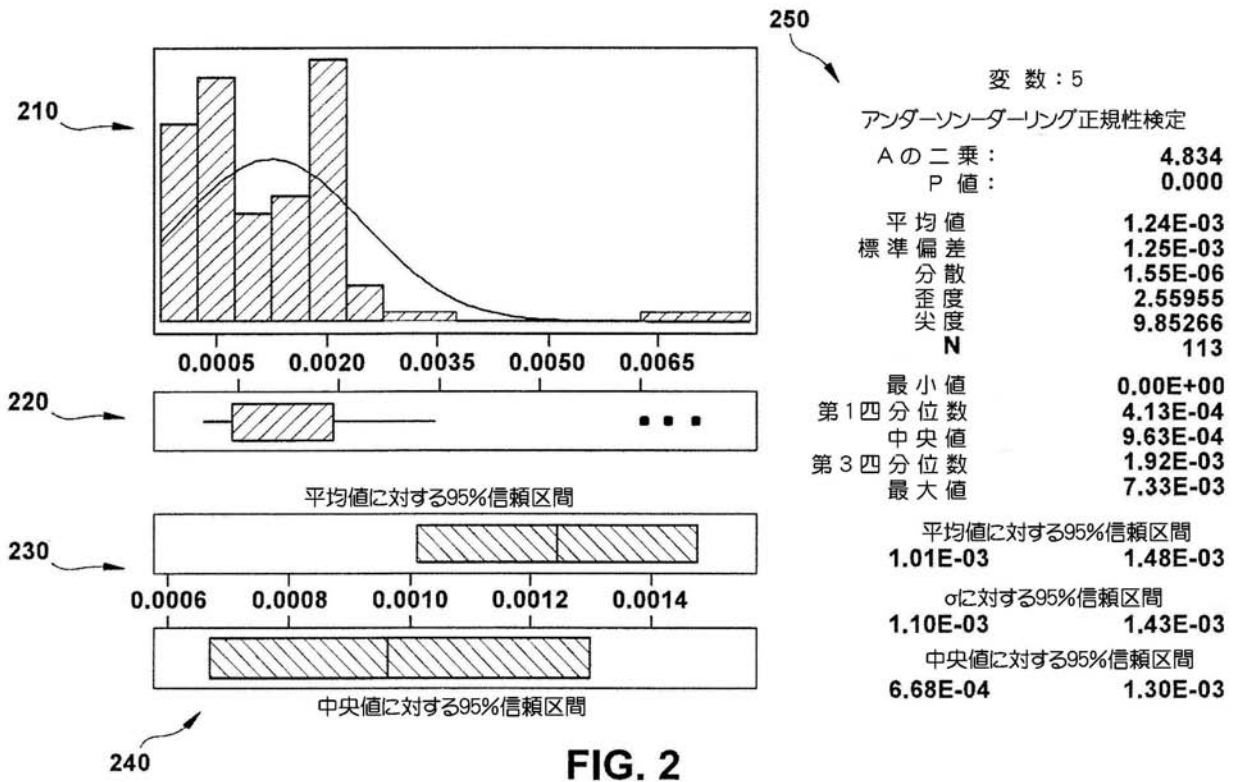


FIG. 2

【 図 3 】

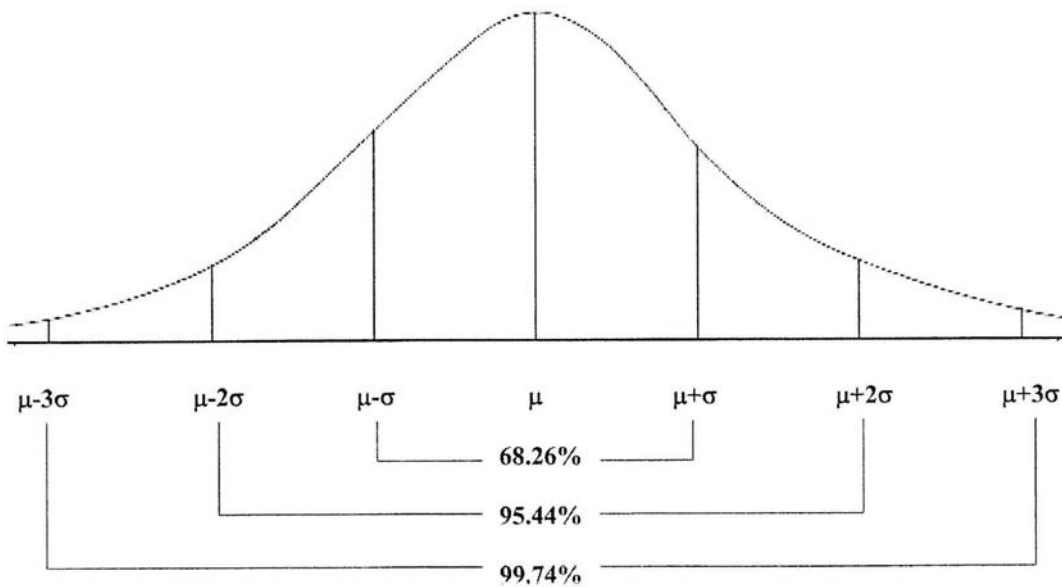
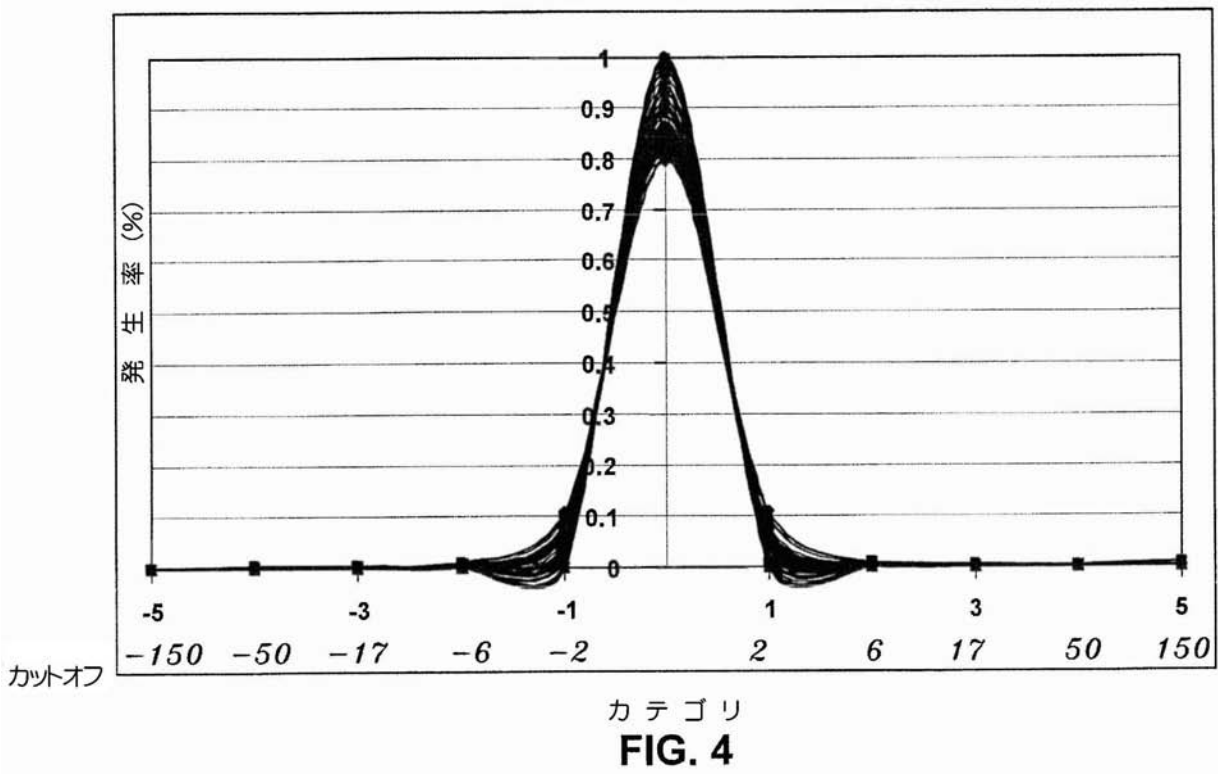
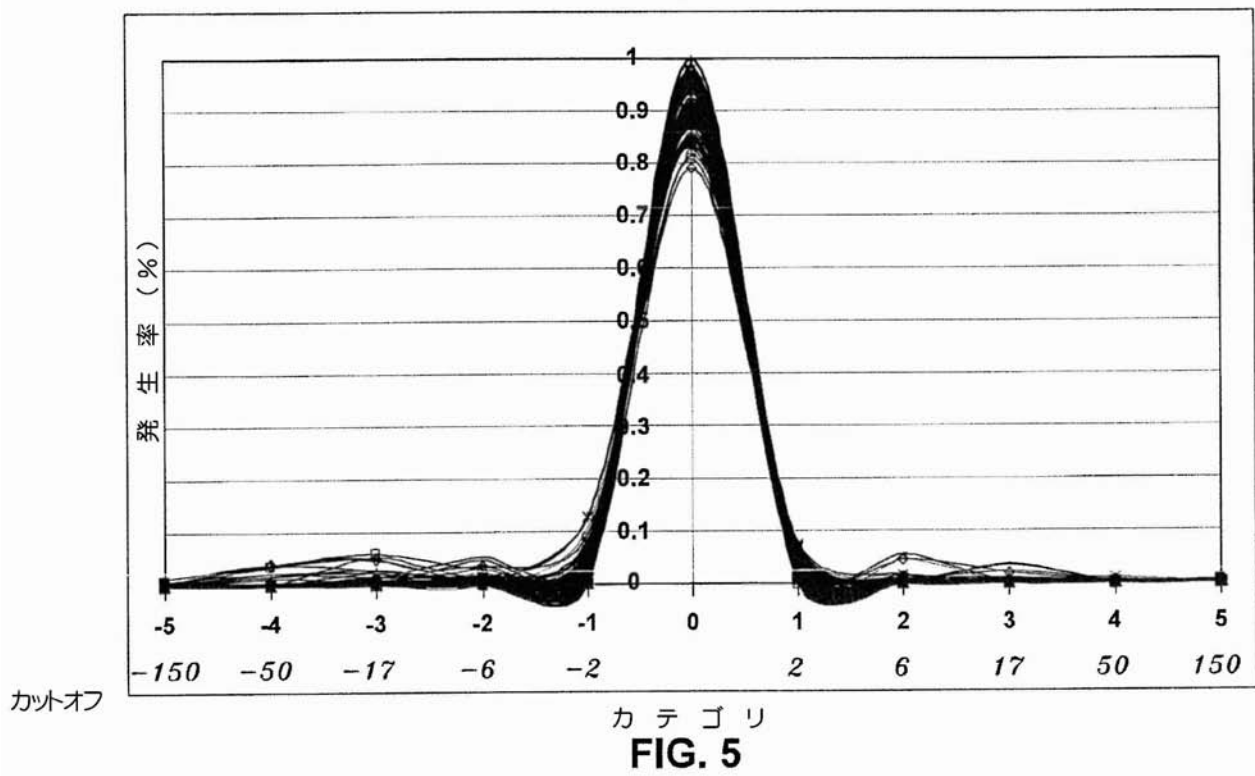


FIG. 3

【 図 4 】



【 図 5 】





【 図 6 】

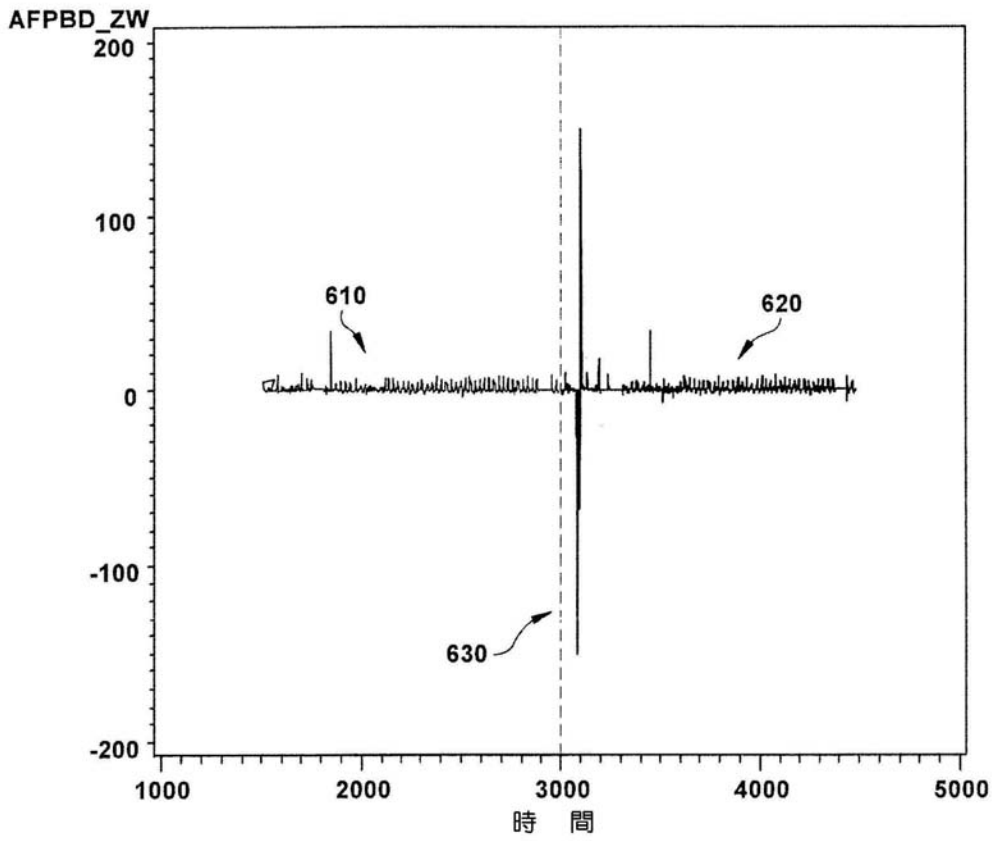


FIG. 6

【 図 7 】

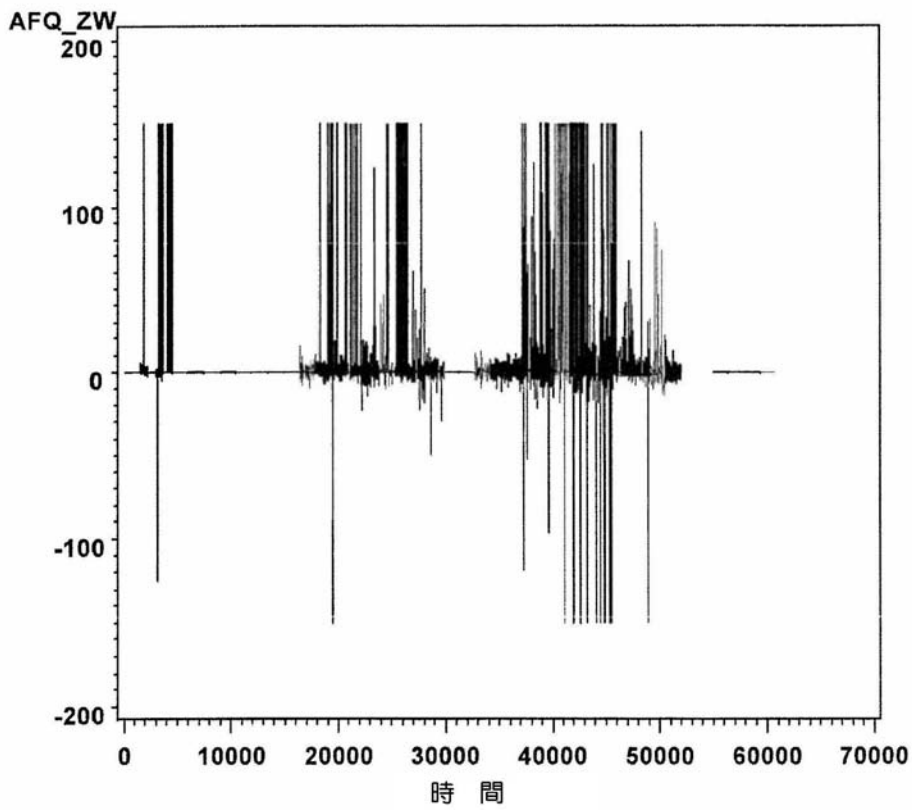


FIG. 7

【 図 8 】

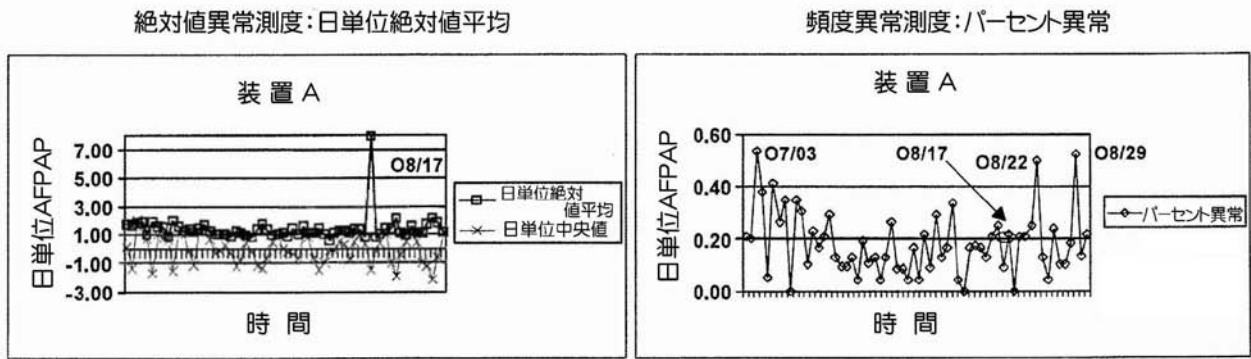


FIG. 8

【 図 9 】

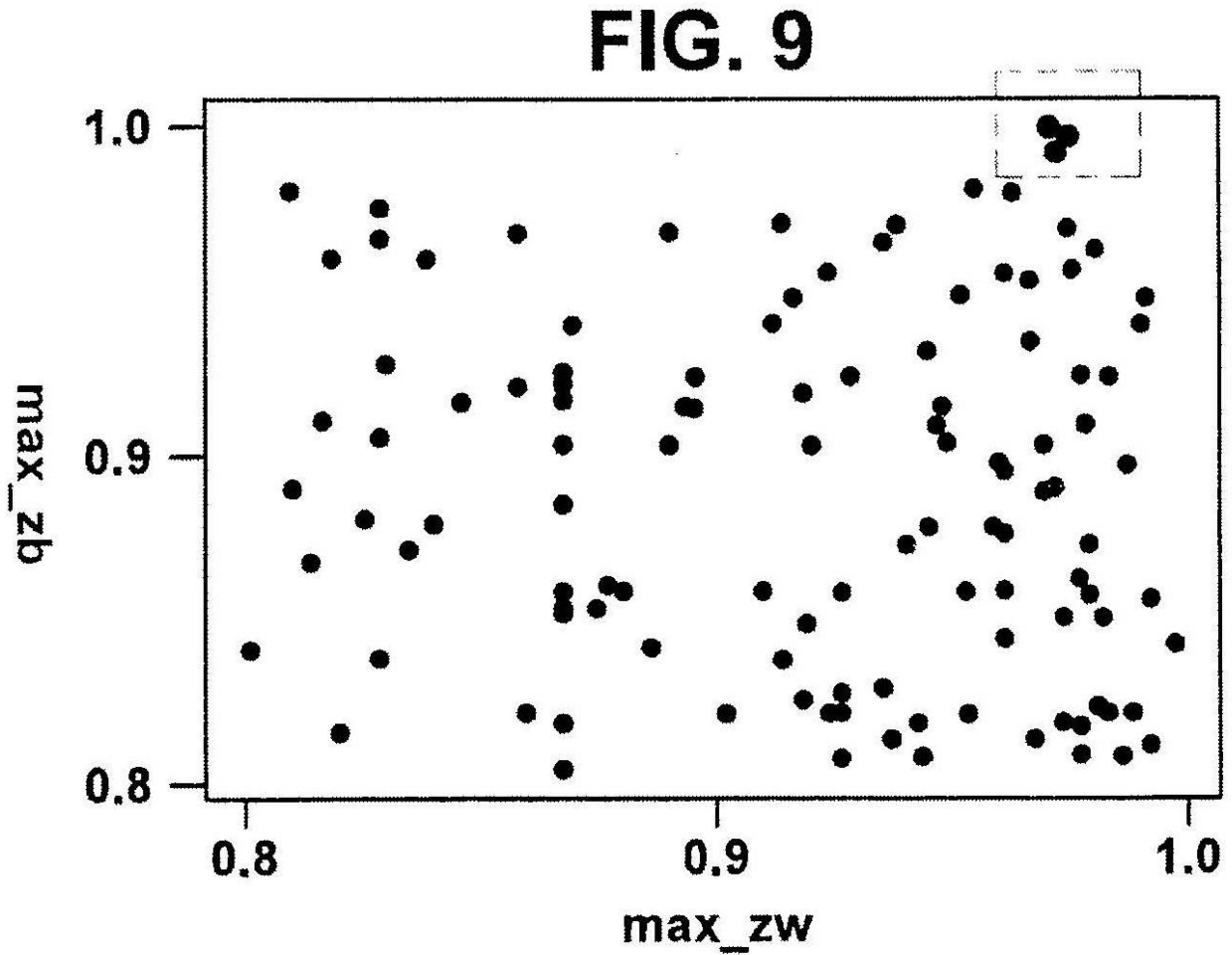


FIG. 9

【 図 1 0 】

↓	C1	C2	C3-T	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
	装置ID	日付	変数	panormal	percer	dailyabs	percer	max_zb	panomaly_	percer	dailybse	percer	max_zw
● 92	装置A	20050804	CSGV	0.31818	0.923	48.1>>	1.000	1.000	0.083333	0.511	6.87825	0.970	0.970
● 93	装置A	20050805	CSGV	0.23810	0.902	36.1>>	0.998	0.998	0.125000	0.645	7.03620	0.974	0.974
● 94	装置A	20050807	CSGV	0.21053	0.897	32.1>>	0.996	0.996	0.125000	0.645	7.06169	0.975	0.975
● 95	装置A	20050808	CSGV	0.17391	0.885	20.1>>	0.992	0.992	0.083333	0.511	6.94817	0.972	0.972

FIG. 10

【 図 1 1 】

比較条件									
	DWATT	300	321	323	322	332	311	132	
	CTIM	82	82	91	87	88	91	90	
	日付	01/01/07	01/01/07	01/01/07	01/01/07	01/01/07	01/01/07	01/01/08	
	OPMODE	18	19	20	21	22	23	0	
タグ									
	AFPAP								
	GRS_PWR_COR								
	CSGV	=====			=====				
警報									
	低い警報								
	高い警報								

FIG. 11

【 図 1 2 】

	時単位スコアカットオフ					
同等物との比較	> -17	> -6	> -2		2 <	6 < 17 <
過去との比較	> -17	> -6	> -2		2 <	6 < 17 <
感度をリセット:		低	中	高	デフォルト	

FIG. 12

## フロントページの続き

- (72)発明者 デニズ・センターク - ドガナクソイ  
アメリカ合衆国、コネティカット州、ダンベリー、ハンコック・ドライブ、7005番
- (72)発明者 クリスチャン・エイ・ラコーム  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、ピーター・ロード、1051番
- (72)発明者 リチャード・ジェイ・ルシゲイ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、サラトガ・スプリングス、オールド・シュイラーヴィル・ロード、174番
- (72)発明者 ピーター・ティー・スコウロネック  
アメリカ合衆国、ジョージア州、マリエッタ、フォレスト・リッジ・ドライブ・サウスイースト、699番
- (72)発明者 アンドリュー・ジェイ・トラヴァリー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ボールストン・レイク、スウィートマン・ロード、90番
- Fターム(参考) 2G024 AD05 AD23 BA27 CA26 FA13  
5H223 AA02

【外国語明細書】

2009076056000001.pdf