

(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2017-97712

(P2017-97712A)

(43) 公開日 平成29年6月1日(2017.6.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO5B 23/02 (2006.01)	GO5B 23/02 302V	2G024
GO1M 99/00 (2011.01)	GO1M 99/00 Z	3C223

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2015-230816 (P2015-230816)	(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
(22) 出願日	平成27年11月26日 (2015.11.26)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	石田 響子 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	内田 貴之 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
		(72) 発明者	崎村 茂寿 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

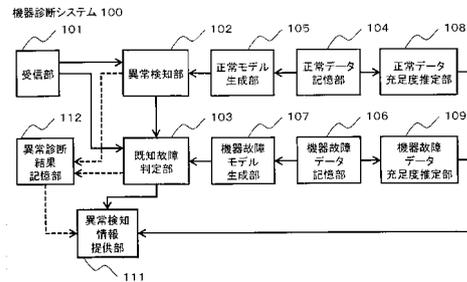
(54) 【発明の名称】 機器診断装置及びシステム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 検知した異常に対して機器故障、センサ故障、誤報等の要因を推定すること。

【解決手段】 機器診断システム100は、機器に設置されたセンサからセンサ信号データを受信し、正常データとの比較により異常判定を行う異常検知部102と、機器故障データとの比較により既知故障の判定を行う既知故障判定部103と、正常データの種類数および蓄積状況に基づいて正常データ充足度を推定する正常データ充足度推定部108と、機器故障データの種類数および蓄積状況に基づいて機器故障データ充足度を推定する機器故障データ充足度推定部109と、正常データが充足していない場合に誤報可能性を提示し、機器故障データが充足していない場合に未知故障可能性を提示する等の異常検知情報を提供する異常検知情報提供部111と、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

機器診断装置であって、

診断対象機器の診断結果データを蓄積する異常診断結果記憶部と、

診断対象機器の異常を検知した場合、診断対象機器から受信したセンサ信号データに基づき、予め定められた機器故障モデルを用いて診断対象機器の異常が既知故障か否かを判定し、既知故障と判定した場合は既知故障可能性マークを診断結果データに含め、既知故障でないとして判定した場合はセンサ故障可能性マークを診断結果データに含めて、前記異常診断結果記憶部に記憶する既知故障判定部と、

前記既知故障判定部が既知故障でないとして判定した場合、予め記憶された正常データに基づき、正常データが充足しているか否かを推定し、正常データが充足していないとして判定した場合、誤報可能性マークを診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する正常データ充足度推定部と、

前記既知故障判定部が既知故障でないとして判定した場合、予め記憶した機器故障データに基づき、機器故障データが充足しているか否かを推定し、機器故障データが充足していないとして判定した場合、未知故障可能性マークを診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する機器故障データ充足度推定部と、

前記異常診断結果記憶部に記憶した診断結果データに基づき、機器故障及びセンサ故障及び誤報及び未知故障のいずれかひとつ又は複数を含む診断対象機器の異常の可能性を示す診断結果情報を作成し、他の装置又は出力装置に診断結果情報を提供する異常検知情報提供部と

を備えた機器診断装置。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

診断対象機器における正常時のセンサ信号データを蓄積する正常データ記憶部を備え、

前記正常データ充足度推定部は、

正常データの種類数又は数が経過時間に依りて増加して飽和状態になる S 字型成長曲線の情報を予め記憶し、

前記正常データ記憶部に蓄積された正常データの種類数又は数が S 字型成長曲線の飽和状態に達していれば正常データが充足していると判定し、達していなければ正常データが充足していないと判定する、ことを特徴とする機器診断装置。

30

【請求項 3】

請求項 2 に記載された機器診断装置において、

診断対象機器における機器故障時のセンサ信号データを蓄積する機器故障データ記憶部を備え、

前記機器故障データ充足度推定部は、

機器故障データの種類数又は数が経過時間に依りて増加して飽和状態になる S 字型成長曲線の情報を予め記憶し、

前記機器故障データ記憶部に蓄積された機器故障データの種類数又は数が S 字型成長曲線の飽和状態に達していれば機器故障データが充足していると判定し、達していなければ機器故障データが充足していないと判定する、ことを特徴とする機器診断装置。

40

【請求項 4】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

ひとつ又は複数の診断対象機器に設置されたひとつ又は複数のセンサから受信したセン

50

サ信号データに基づき、予め定められた正常モデルを用いて、各診断対象機器の異常を検知し、異常を検知した場合は、検知日時及び検知センサ情報を診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する異常検知部を備え、

前記異常検知情報提供部は、前記異常診断結果記憶部に記憶された診断結果データを参照して、検知日時及び検知センサを含む検知情報 8 0 1 を出力又は提供又は表示する、ことを特徴とする機器診断装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

前記異常検知情報提供部は、前記異常診断結果記憶部に記憶された診断結果データを参照して、

既知故障可能性マーク又は未知故障可能性マークが記憶されている場合、対策優先度が高いことを表示し、

既知故障可能性マーク及び未知故障可能性マークがいずれも記憶されていない場合、対策優先度が低いことを表示する、ことを特徴とする機器診断装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

前記異常検知情報提供部は、前記異常診断結果記憶部に記憶された診断結果データを参照して、

既知故障可能性マークの有無により、既知の機器故障データに類似傾向のデータが有るか無いかを表示する、

ことを特徴とする機器診断装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

前記異常検知情報提供部は、前記異常診断結果記憶部に記憶された診断結果データを参照して、

誤報可能性マークが記憶されている場合、誤報であることを表示し、

センサ故障可能性マークが記憶されている場合、センサ故障であることを表示し、

未知故障可能性マークが記憶されている場合、未知故障であることを表示する、

ことを特徴とする機器診断装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

前記異常検知情報提供部は、前記異常診断結果記憶部に記憶された診断結果データを参照して、

前記正常データ充足度推定部が正常データが充足していないと判定した場合、正常データ種類数と時間経過の実績および S 字型成長曲線による予測値を表示すること、

及び / 又は、

前記機器故障データ充足度推定部が機器故障データが充足していないと判定した場合、故障原因数と時間経過の実績および S 字型成長曲線による予測値を表示すること、を特徴とする機器診断装置。

40

【請求項 9】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

診断対象機器における正常時のセンサ信号データを蓄積する正常データ記憶部と、

前記正常データ記憶部に蓄積された正常データに基づき、正常モデルを予め生成し記憶

50

する正常モデル生成部と、

診断対象機器における機器故障時のセンサ信号データを蓄積する機器故障データ記憶部と、

前記機器故障データ記憶部に蓄積された機器故障データに基づき、機器故障モデルを予め生成し記憶する機器故障モデル生成部と、
を備えたことを特徴とする機器診断装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載された機器診断装置において、

前記正常モデル生成部は、前記正常データ記憶部に予め記憶された診断対象機器における正常時のセンサ信号データを読み込み、正常時のセンサ信号データの分布から正常クラスタを生成し、正常モデルとして各正常クラスタを特定する情報を記憶し、

前記機器故障モデル生成部は、前記機器故障データ記憶部に予め記憶された診断対象機器における機器故障時のセンサ信号データを読み込み、機器故障時のセンサ信号データの分布から機器故障クラスタを生成し、機器故障モデルとして各機器故障クラスタを特定する情報を記憶する、
ことを特徴とする機器診断装置。

10

【請求項 11】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

前記正常データ充足度推定部が正常データが充足しているか否かの判定に用いる S 字型成長曲線が、季節に対する正常データの種類数又は数を表すものであり、

前記機器故障データ充足度推定部が機器故障データが充足しているか否かの判定に用いる S 字型成長曲線が、季節に対する機器故障データ種類数又は数を表すものである、
ことを特徴とする機器診断装置。

20

【請求項 12】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

診断対象機器における正常時のセンサ信号データを蓄積する正常データ記憶部を備え、

前記正常データ充足度推定部は、

正常データの種類数又は数が診断対象機器台数に応じて増加して飽和状態になる S 字型成長曲線の情報を予め記憶し、

前記正常データ記憶部に蓄積された正常データの種類数又は数が S 字型成長曲線の飽和状態に達していれば正常データが充足していると判定し、達していなければ正常データが充足していないと判定する、
ことを特徴とする機器診断装置。

30

【請求項 13】

請求項 1 に記載された機器診断装置において、

診断対象機器における機器故障時のセンサ信号データを蓄積する機器故障データ記憶部を備え、

前記機器故障データ充足度推定部は、

機器故障データの種類数又は数が診断対象機器台数に応じて増加して飽和状態になる S 字型成長曲線の情報を予め記憶し、

前記機器故障データ記憶部に蓄積された機器故障データの種類数又は数が S 字型成長曲線の飽和状態に達していれば機器故障データが充足していると判定し、達していなければ機器故障データが充足していないと判定する、
ことを特徴とする機器診断装置。

40

50

【請求項 14】

機器診断システムであって、

ひとつ又は複数のセンサを有し、センサ信号データを送信するひとつ又は複数の診断対象機器と、

ひとつ又は複数の診断対象機器に設置されたセンサからひとつ又は複数のセンサ信号データを受信する受信部と、

出力装置と、

機器診断装置と

を備え、

前記機器診断装置は、

診断対象機器の診断結果データを蓄積する異常診断結果記憶部と、

診断対象機器の異常を検知した場合、診断対象機器から受信したセンサ信号データに基づき、予め定められた機器故障モデルを用いて診断対象機器の異常が既知故障か否かを判定し、既知故障と判定した場合は既知故障可能性マークを診断結果データに含め、既知故障でないと判定した場合はセンサ故障可能性マークを診断結果データに含めて、前記異常診断結果記憶部に記憶する既知故障判定部と、

前記既知故障判定部が既知故障でないと判定した場合、予め記憶された正常データに基づき、正常データが充足しているか否かを推定し、正常データが充足していないと判定した場合、誤報可能性マークを診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する正常データ充足度推定部と、

前記既知故障判定部が既知故障でないと判定した場合、予め記憶した機器故障データに基づき、機器故障データが充足度しているか否かを推定し、機器故障データが充足していないと判定した場合、未知故障可能性マークを診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する機器故障データ充足度推定部と、

前記異常診断結果記憶部に記憶した診断結果データに基づき、機器故障及びセンサ故障及び誤報及び未知故障のいずれかひとつ又は複数を含む診断対象機器の異常の可能性を示す診断結果情報を作成し、他の装置又は前記出力装置に診断結果情報を提供する異常検知情報提供部と

を備えた機器診断システム。

【請求項 15】

機器診断方法であって、

診断対象機器の診断結果データを蓄積し、

診断対象機器の異常を検知した場合、診断対象機器から受信したセンサ信号データに基づき、予め定められた機器故障モデルを用いて診断対象機器の異常が既知故障か否かを判定し、既知故障と判定した場合は既知故障可能性マークを診断結果データに含め、既知故障でないと判定した場合はセンサ故障可能性マークを診断結果データに含めて記憶し、

既知故障でないと判定した場合、予め記憶された正常データに基づき、正常データが充足しているか否かを推定し、正常データが充足していないと判定した場合、誤報可能性マークを診断結果データに含めて記憶し、

既知故障でないと判定した場合、予め記憶した機器故障データに基づき、機器故障データが充足度しているか否かを推定し、機器故障データが充足していないと判定した場合、未知故障可能性マークを診断結果データに含めて記憶し、

記憶した診断結果データに基づき、機器故障及びセンサ故障及び誤報及び未知故障のいずれかひとつ又は複数を含む診断対象機器の異常の可能性を示す診断結果情報を作成し、他の装置又は出力装置に診断結果情報を提供する、
機器診断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、機器診断装置及びシステム及び方法に係り、特に、センサを用いて機器の状態を診断する機器診断装置及びシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

機器診断システムでは、一般に、診断対象機器に設置されたセンサからセンサ信号データに基づいて診断を行い、診断対象機器の異常を検知すると保守員に異常の情報を提供する。保守員は、異常を検知した情報を受信すると、診断に用いたセンサ信号データや機器の状態を確認し、異常の要因を分析して対応方針を決定する。異常の要因としては、本来検知したい診断対象機器の故障の場合のほか、例えば、センサ故障、誤報（診断対象機器やセンサはいずれも正常にも関わらず、誤って異常が検知される）等が挙げられる。保守員は、異常の要因に基づき、例えば、機器故障に対しては優先度を上げて対策を実施する、誤報の場合は診断手法を見直す、などの対応を行う。診断対象機器の修繕費用や操業停止時間を最小化するために、保守員は、これらの機器故障、センサ故障、誤報等といった異常の要因を早期に見極める必要がある。よって、機器診断システムでは、異常の要因を推測し、保守員に提供することが必要である。

10

機器診断システムにおいて検知した異常の要因を推測するため、特開2011-209847号公報（特許文献1）に記載の技術がある。この公報には、「前記演算手段よって判定された異常または正常の結果と、前記結果が異常であった場合に読み出される前記有識者コメントと前記異常事象の要因を出力する表示手段とを有する」（請求項）と記載されている。

20

また、特開2014-59910号公報（特許文献2）に記載の技術がある。この公報には、「正常を異常と判定する誤報の発生を防止し、異常判定の根拠の説明や、異常予兆との事象の関連付けを可能とする」（要約）と記載され、また、「設備から出力されるイベント信号をもとに運転状態別にモード分割し、モード毎に正常モデルを生成し、モード毎に学習データの十分性をチェックし、その結果に応じて設定した閾値を用いて異常識別を行うようにした」（要約）と記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-209847号公報

30

【特許文献2】特開2014-59910号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1は、機器故障に関して過去に修繕経験のある既知故障か修繕経験のない未知故障かを推測し、既知故障の場合に過去の修繕経験の情報を提示する技術について記載されている。しかし、この文献に開示されたものは、センサ故障や誤報の場合を推定することができない。

特許文献2は、誤報の発生を防止する技術について記載されている。しかし、この文献に開示されたものは、学習データが不十分な場合は感度を低下させて機器診断を行うため、本来検知すべき機器故障に対して異常を検知できない場合があり得る。また、特許文献2では、専門家の知識に基づいた運転状態モードや学習データの分割が必要である。さらに、特許文献2では、センサ故障の場合を推定することができない。

40

【0005】

そこで、本発明は、以上の点に鑑み、検知した異常に対して機器故障、センサ故障、誤報等の要因を推定することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の解決手段によると、
機器診断装置であって、

50

診断対象機器の診断結果データを蓄積する異常診断結果記憶部と、

診断対象機器の異常を検知した場合、診断対象機器から受信したセンサ信号データに基づき、予め定められた機器故障モデルを用いて診断対象機器の異常が既知故障か否かを判定し、既知故障と判定した場合は既知故障可能性マークを診断結果データに含め、既知故障でないとして判定した場合はセンサ故障可能性マークを診断結果データに含めて、前記異常診断結果記憶部に記憶する既知故障判定部と、

前記既知故障判定部が既知故障でないとして判定した場合、予め記憶された正常データに基づき、正常データが充足しているか否かを推定し、正常データが充足していないとして判定した場合、誤報可能性マークを診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する正常データ充足度推定部と、

10

前記既知故障判定部が既知故障でないとして判定した場合、予め記憶した機器故障データに基づき、機器故障データが充足しているか否かを推定し、機器故障データが充足していないとして判定した場合、未知故障可能性マークを診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する機器故障データ充足度推定部と、

前記異常診断結果記憶部に記憶した診断結果データに基づき、機器故障及びセンサ故障及び誤報及び未知故障のいずれかひとつ又は複数を含む診断対象機器の異常の可能性を示す診断結果情報を作成し、他の装置又は出力装置に診断結果情報を提供する異常検知情報提供部と

を備えた機器診断装置が提供される。

【0007】

20

本発明の第2の解決手段によると、

機器診断システムであって、

ひとつ又は複数のセンサを有し、センサ信号データを送信するひとつ又は複数の診断対象機器と、

ひとつ又は複数の診断対象機器に設置されたセンサからひとつ又は複数のセンサ信号データを受信する受信部と、

出力装置と、

機器診断装置と

を備え、

前記機器診断装置は、

30

診断対象機器の診断結果データを蓄積する異常診断結果記憶部と、

診断対象機器の異常を検知した場合、診断対象機器から受信したセンサ信号データに基づき、予め定められた機器故障モデルを用いて診断対象機器の異常が既知故障か否かを判定し、既知故障と判定した場合は既知故障可能性マークを診断結果データに含め、既知故障でないとして判定した場合はセンサ故障可能性マークを診断結果データに含めて、前記異常診断結果記憶部に記憶する既知故障判定部と、

前記既知故障判定部が既知故障でないとして判定した場合、予め記憶された正常データに基づき、正常データが充足しているか否かを推定し、正常データが充足していないとして判定した場合、誤報可能性マークを診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する正常データ充足度推定部と、

40

前記既知故障判定部が既知故障でないとして判定した場合、予め記憶した機器故障データに基づき、機器故障データが充足しているか否かを推定し、機器故障データが充足していないとして判定した場合、未知故障可能性マークを診断結果データに含めて前記異常診断結果記憶部に記憶する機器故障データ充足度推定部と、

前記異常診断結果記憶部に記憶した診断結果データに基づき、機器故障及びセンサ故障及び誤報及び未知故障のいずれかひとつ又は複数を含む診断対象機器の異常の可能性を示す診断結果情報を作成し、他の装置又は前記出力装置に診断結果情報を提供する異常検知情報提供部と

を備えた機器診断システムが提供される。

【0008】

50

本発明の第3の解決手段によると、
機器診断方法であって、

診断対象機器の診断結果データを蓄積し、

診断対象機器の異常を検知した場合、診断対象機器から受信したセンサ信号データに基づき、予め定められた機器故障モデルを用いて診断対象機器の異常が既知故障か否かを判定し、既知故障と判定した場合は既知故障可能性マークを診断結果データに含め、既知故障でないとして判定した場合はセンサ故障可能性マークを診断結果データに含めて記憶し、

既知故障でないとして判定した場合、予め記憶された正常データに基づき、正常データが充足しているか否かを推定し、正常データが充足していないとして判定した場合、誤報可能性マークを診断結果データに含めて記憶し、

既知故障でないとして判定した場合、予め記憶した機器故障データに基づき、機器故障データが充足しているか否かを推定し、機器故障データが充足していないとして判定した場合、未知故障可能性マークを診断結果データに含めて記憶し、

記憶した診断結果データに基づき、機器故障及びセンサ故障及び誤報及び未知故障のいずれかひとつ又は複数を含む診断対象機器の異常の可能性を示す診断結果情報を作成し、他の装置又は出力装置に診断結果情報を提供する、
機器診断方法が提供される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によると、検知した異常に対して機器故障、センサ故障、誤報等の要因を推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】機器診断システム100の機能ブロックの一例を示した図。

【図2】機器診断システム100を実現する装置のハードウェア構成の一例を示した図。

【図3】機器診断システム100で実行される学習処理を示したフロー図。

【図4】機器診断システム100で実行される正常モデル生成および異常検知の処理を説明する図。

【図5】機器診断システム100で実行される診断処理を示したフロー図。

【図6】機器診断システム100の異常診断結果記憶部112の診断結果テーブルの例を示した図。

【図7】機器診断システム100の正常データ充足度推定部108が正常データの充足度を判定する方法の一例を説明する図。

【図8】機器診断システム100の異常検知情報提供部111が利用者に対して異常検知情報を提供するための画面の一例を示した図。

【図9】機器診断システム100の異常検知情報提供部111が利用者に対して異常検知情報を提供するための画面の一例を示した図。

【図10】機器診断システム100の正常データ充足度推定部108が正常データの充足度を判定する方法の他の一例を説明する図。

【図11】機器診断システム100の正常データ充足度推定部108が正常データの充足度を判定する方法のさらに他の一例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の一実施例に係る機器診断システムについて説明する。

なお、上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

【0012】

1. 機器診断装置・システム

図1は、本実施例に係る機器診断システム（機器診断装置）100の機能ブロックの一

10

20

30

40

50

例を示した図である。機器診断システム100は、受信部101と、異常検知部102と、既知故障判定部103と、正常データ記憶部104と、正常モデル生成部105と、機器故障データ記憶部106と、機器故障モデル生成部107と、正常データ充足度推定部108と、機器故障データ充足度推定部109と、異常検知要因推定部110と、異常検知情報提供部111と、異常診断結果記憶部112と、を有している。各機能ブロックのハードウェア構成やそのハードウェアによって実現される機能の詳細は後述する。また、機器診断システム（機器診断装置）100には、図では省略されているが、受信部101に、ひとつ又は複数のセンサを設置したひとつ又は複数の診断対象機器から、適宜の有線及び/又は無線ネットワーク又は接続線等を介して、センサ信号データが入力される。また、正常データ記憶部104及び機器故障データ記憶部106には、適宜の入力装置によりデータを入力することができ、異常検知情報提供部111により、ディスプレイ等の出力装置に異常検知情報（異常診断結果情報）を出力することができる。

10

【0013】

図2は、機器診断システム100を実現する装置のハードウェア構成の一例を示した図である。機器診断システム100における機能ブロックの一部は、プログラムに従って動作する情報処理装置200によって実現される。情報処理装置200は、CPU201と、ROM202と、RAM203と、入出力インタフェース204と、を備える。

CPU201は、ROM202、RAM203に格納されたプログラムを読み出し、読みだしたプログラムに基づいて動作し、各機能ブロックとしての制御を行う。また、ROM202は、情報処理装置200の起動時に201が実現するブートプログラムや、情報処理装置200のハードウェアに依存するプログラムなどを格納する。また、RAM203は、CPU201が実行するプログラムおよびCPU201が使用するデータなどを格納している。なお、各機能ブロックは、CPU201が読み込んだ所定のプログラムを実行することにより構築される。また、CPU201は、入出力インタフェース204を介して、キーボードやマウス、ディスプレイ（LCD）などの入出力装置を制御する。また、CPU201は、入出力インタフェース204を介して、キーボードやマウスなどからデータを取得する。

20

なお、ここで言う入出力インタフェース204は、ディスプレイやキーボード、マウス以外のものであってもよい。例えばディスプレイ機能とタッチパネル機能を有するタブレット端末やスマートデバイスであってもよい。このような場合に、情報処理装置200はCPU201、ROM202、RAM203を有し、入出力インタフェース204は、有線もしくは無線で接続された端末としてもよい。

30

本実施例の機器診断システム100における各機能ブロックを実現するハードウェア構成は、以上で説明するような情報処理装置300の構成を基本とし、実現すべき機能によって適切な構成を採用する。

【0014】

図1に戻って各機能ブロックについて説明する。受信部101は、診断対象機器に設置されたセンサからセンサ信号を受信し、異常検知部102および既知故障判定部103に送信する機能部である。正常データ記憶部104は、診断対象機器における正常時のセンサ信号データを蓄積する機能部である。正常モデル生成部105は、正常データ記憶部104に記憶した正常データに基づき、正常モデルを生成し記憶する機能部である。異常検知部102は、受信部101から受信したセンサ信号および正常モデル生成部105において生成した正常モデルを用いて、診断対象機器の異常を検知し、異常を検知した場合は当該異常の情報を異常診断結果記憶部112に記憶する機能部である。機器故障データ記憶部106は、診断対象機器における機器故障時のセンサ信号データを蓄積する機能部である。機器故障モデル生成部107は、機器故障データ記憶部106に記憶した機器故障データに基づき、機器故障モデルを生成し記憶する機能部である。既知故障判定部103は、異常検知部102において診断対象機器の異常を検知した場合、受信部101から受信したセンサ信号および機器故障モデル生成部107において生成した機器故障モデルを用いて診断対象機器が既知故障か否かを判定し、既知故障と判定した場合は当該故障に関

40

50

して既知故障可能性を、既知故障でないと判定した場合はセンサ故障可能性を、異常診断結果記憶部 112 に記憶する機能部である。正常データ充足度推定部 108 は、正常データ記憶部 104 に記憶した正常データに基づき、正常データの充足度を推定する機能部である。さらに、正常データ充足度推定部 108 は、正常データが充足していないと推定した場合は、当該異常に関して誤報可能性を異常診断結果記憶部 112 に記憶する。機器故障データ充足度推定部 109 は、機器故障データ記憶部 106 に記憶した機器故障データに基づき、機器故障データの充足度を推定する機能部である。さらに、機器故障データ充足度推定部 109 は、機器故障データが充足していないと推定した場合、未知故障可能性を異常診断結果記憶部 112 に記憶する。異常検知情報提供部 111 は、図 2 における入出力インタフェース 204 を介して、異常診断結果記憶部 112 に記憶された異常診断結果を利用者に提供する機能部である。また、異常診断結果記憶部 112 は、機器診断システム 100 における異常診断結果を蓄積する。また、正常データ記憶部 104 及び機器故障データ記憶部 106 は、図では接続線等が省略されているが、予め利用者により入出力装置又は他の装置等により入出力インタフェース 204 等を介して又は受信部 101 を介してそれぞれ正常データ及び機器故障データが入力され、記憶されている。

10

【0015】

2. 処理

次に、図 1 における機器診断システム 100 で実行される処理について説明する。機器診断システム 100 の動作には、診断に用いるモデルを予め作成しておく「学習」と診断対象機器に設置されたセンサから受信したセンサ信号に基づき診断を行う「診断」の二つのフェーズがある。

20

【0016】

まず、学習処理について説明する。

図 3 は、図 1 における機器診断システム 100 で実行される学習処理を示したフロー図である。学習処理は、図 1 における機器診断システム 100 が診断処理の実行指示を利用者から入出力装置又は他の装置等により入出力インタフェース 204 等を介して受け付けることにより開始される。または、定期的に学習処理を実行するようなプログラムを事前に設定しておくようにしてもよい。

学習処理が開始されると、正常モデル生成部 105 は、正常データ記憶部 104 に予め利用者により入力された診断対象機器における正常時のセンサ信号データ（正常データ）を読み込む（ステップ 301）。次に、正常モデル生成部 105 は、読み込んだ正常データを用いて、正常状態の診断対象機器におけるセンサ信号データに対する学習を行い、正常モデルを生成し記憶する（ステップ 302）。正常モデルの生成においては、例えば k - $means$ クラスタリングなどの手法を適用する。

30

【0017】

図 4 は、図 1 における機器診断システム 100 で実行される正常モデル生成および異常検知の処理を説明する図である。図 4 のグラフの軸 f_i ($i = 1, 2, \dots, n$, n はセンサ信号データのセンサ数) は、正常時のセンサ信号データの各センサ値を正規化した値に対応する軸である。グラフ内の白点および黒点（黒点 403 を除く）は、正常時のセンサ信号データを示す。 k - $means$ クラスタリングでは、正常時のセンサ信号データの分布を分析し、クラスタ 401 やクラスタ 402 を生成する。クラスタ内の黒点は、各クラスタの代表点を示す。正常モデル生成部 105 は、例えば、各クラスタの代表点の座標および半径の長さの情報である正常モデルを内部又は適宜のメモリに記憶する。

40

続いて、機器故障モデル生成部 107 は、機器故障データ記憶部 106 に予め利用者により入力された診断対象機器における機器故障時のセンサ信号データを読み込む（ステップ 303）。機器故障モデル生成部 107 は、読み込んだ機器故障データを用いて、故障状態の診断対象機器におけるセンサ信号データに対する学習を行い、機器故障モデルを生成し記憶する（ステップ 304）。機器故障モデル生成においては、ステップ 302 の正常モデル生成と同様に、例えば k - $means$ クラスタリングなどの手法を適用する。機

50

器故障モデル生成部 107 は、例えば、各クラスターの代表点の座標および半径の長さの情報である機器故障モデルを内部又は適宜のメモリに記憶する。

【0018】

続いて、診断処理について説明する。

図5は、図1における機器診断システム100で実行される診断処理を示したフロー図である。診断処理は、図1における機器診断システム100が診断処理の実行指示を利用者から入出力装置又は他の装置等により入出力インターフェース204等を介して受け付けることにより開始される。または、定期的に診断処理を実行するようなプログラムを事前に設定しておくことや、あるいは診断対象機器の動作と連動して診断処理が実行されるようにしてもよい。

診断処理が開始されると、受信部101は、診断対象機器に設置されたセンサからセンサ信号を受信し、異常検知部102および既知故障判定部103に送信する(ステップ501)。

異常検知部102は、センサ信号を受信すると、図3におけるステップ302で生成した正常モデルと、受信部101から受信したセンサ信号データを用いて、診断対象機器の状態の診断を行う(ステップ502)。ステップ502においては、異常検知部102は、ステップ302で生成した正常モデルに基づき、例えばk-meansクラスタリングなどの手法を用いて異常検知を行う。例えば診断時のセンサ信号データが図4のグラフにおける黒点403の場合、異常検知部102は、最も近いクラスター401の代表点までの距離を算出する。異常検知部102は、算出した距離がクラスター401の半径よりも小さい場合は診断対象機器の状態が正常と診断し、大きい場合は異常と診断する。異常検知部102は、ステップ502において診断対象機器の状態が正常と診断した場合は、診断処理を終了する。一方、異常検知部102は、異常と診断した場合は、異常診断結果記憶部112に当該異常の要因に関して既知故障である可能性をマークし、検知日時および検知センサの情報を記憶するとともに、既知故障判定部103に異常を通知する。

【0019】

図6は、異常診断結果記憶部112の診断結果テーブルの例である。診断結果テーブルは、検知日時フィールド601、検知センサフィールド602、既知故障可能性フィールド603、未知故障可能性606、センサ故障可能性フィールド604、誤報可能性フィールド605を含むテーブルである。検知日時フィールド601は、機器診断システム100が診断した異常に関して、異常を検知した日時を記憶するフィールドである。検知センサフィールド602は、機器診断システム100が診断した異常に関して、異常を検知したセンサを記憶するフィールドである。例えば、当該異常の異常診断結果がレコード607に対応する場合、異常検知部102は、当該異常診断結果レコード607の検知日時フィールド601に当該異常のセンサ信号データを受信した日時を、検知センサフィールド602に検知センサを記憶する。なお、検知センサに関しては、例えば、図4の各軸 f_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 上における黒点403とクラスター401の外殻との距離を計算し、距離が最も大きい軸に相当するセンサを記憶する。なお、各レコードに対して検知IDを、適宜のタイミングで適宜付与してもよい。

【0020】

異常検知部102がステップ502において診断対象機器の状態が異常と診断した場合、既知故障判定部103は、図3におけるステップ304で生成した機器故障モデルと、受信部101から受信したセンサ信号データを用いて、診断対象機器の異常の要因が既知故障であるかどうかの判定を行う(ステップ503)。ステップ503においては、既知故障判定部103は、ステップ302の異常検知と同様に、例えばk-meansクラスタリングなどの手法を適用する。既知故障判定部103は、診断時のセンサ信号データ最も近いクラスターの代表点までの距離を算出する。既知故障判定部103は、算出した距離が当該クラスターの半径よりも小さい場合は当該異常の要因が既知故障と判定し、大きい場合は既知故障ではないと判定する。ステップ503において当該異常の要因が既知故障である判定した場合は、既知故障判定部103は、図6の異常診断結果記憶部112の診断

10

20

30

40

50

結果テーブルにおける既知故障可能性フィールド603にマークし、ステップ509に進み、異常検知情報提供部111が、ステップ509の異常検知情報の提供を行う。既知故障可能性フィールド603は、機器診断システム100が診断した異常に関して、異常の要因が機器故障である可能性の有無を記憶するフィールドである。例えば、当該異常の異常診断結果がレコード607に対応する場合、既知故障判定部103は、当該異常診断結果のレコード607の既知故障可能性フィールド603に、当該異常の要因が機器故障である可能性があることを示す「1」を記憶する。ステップ509の処理の詳細は後述する。

既知故障判定部103は、ステップ503において当該異常の要因が既知故障ではないと判定した場合、図6の異常診断結果記憶部112の診断結果テーブルにおけるセンサ故障可能性フィールド604にマークする(ステップ504)。センサ故障可能性フィールド604は、機器診断システム100が診断した異常に関して、異常の要因がセンサ故障である可能性の有無を記憶するフィールドである。例えば、当該異常の異常診断結果がレコード608に対応する場合、既知故障判定部103は、当該異常診断結果レコード608のセンサ故障可能性フィールド604に、当該異常の要因がセンサ故障である可能性があることを示す「1」を記憶する。

【0021】

続いて、正常データ充足度推定部108は、正常データ記憶部104に蓄積した診断対象機器における正常時のセンサ信号データに基づき、正常データ記憶部104に蓄積した正常データの充足度(例えば、正常データの種類数又は数が予め定められた閾値以上であること等)を判定する(ステップ505)。ステップ505の処理の詳細は後述する。

正常データ充足度推定部108は、ステップ505において正常データが充足していると判定した場合、ステップ507に移行する。

正常データ充足度推定部108は、ステップ505において正常データが充足していないと判定した場合、ステップ302で生成した正常モデルに全ての正常データが反映されていないと判断し、図6の異常診断結果記憶部112の診断結果テーブルにおける誤報可能性フィールド605にマークする。誤報可能性フィールド605は、機器診断システム100が診断した異常に関して、異常の要因が誤報(診断対象機器やセンサはいずれも正常にも関わらず誤って異常が検知された)である可能性の有無を記憶するフィールドである。例えば、当該異常の異常診断結果がレコード608に対応する場合、正常データ充足度推定部108は、当該異常診断結果レコード608の誤報可能性フィールド605に、当該異常の要因が誤報である可能性があることを示す「1」を記憶する(ステップ506)。

【0022】

続いて、機器故障データ充足度推定部109は、機器故障データ記憶部106に蓄積した診断対象機器における機器故障時のセンサ信号データに基づき、機器故障データ記憶部106に蓄積した機器故障データの充足度(例えば、機器故障データの種類数又は数が予め定められた閾値以上であること等)を判定する(ステップ507)。ステップ507の処理の詳細は後述する。

機器故障データ充足度推定部109は、ステップ507において機器故障データが充足していると判定した場合、ステップ509に移行する。

機器故障データ充足度推定部109は、ステップ507において機器故障データが充足していないと判定した場合、ステップ304で生成した機器故障モデルに全ての機器故障データが反映されていないと判断し、図6の異常診断結果記憶部112の診断結果テーブルにおける未知故障可能性フィールド606にマークする(ステップ508)。未知故障可能性フィールド606は、機器診断システム100が診断した異常に関して、異常の要因が未知故障である可能性の有無を記憶するフィールドである。例えば、当該異常の異常診断結果がレコード609に対応する場合、機器故障データ充足度推定部109は、当該異常診断結果レコード609の未知故障可能性フィールド606に、当該異常の要因が未

10

20

30

40

50

知故障である可能性があることを示す「1」を記憶する。

【0023】

次に、異常検知情報提供部111は、ステップ501～508の処理の結果や、異常診断結果記憶部112に記憶した診断結果テーブルの内容に基づき、利用者に対して異常診断結果（異常検知情報）を提供する（ステップ509）。ステップ509の処理の詳細は後述する。

なお、正常データ充足度推定部108によるステップ505及び506と、機器故障データ充足度推定部109によるステップ507及び508とは、処理の順序を逆にしてもよい。

【0024】

図7は、ステップ505において機器診断システム100の正常データ充足度推定部108が正常データの充足度を判定する方法の一例を説明する図である。正常データの充足度は、例えば、人口やソフトウェア不具合数などの予測に用いられるゴンペルツ曲線やロジスティック曲線などS字型成長曲線の数理モデルを用いることで推定することができる。図7のグラフは、縦軸が発見された正常データの種類数、横軸が時間の経過である。図7のグラフの破線701は、S字型成長曲線に基づく、発見された正常データの種類数と時間経過の傾向を示す。機器診断における正常データの発見数は、初期では少なく、中期には運転モード変更に伴い急増し、末期（経過時間 $> t$ ）に近づくにつれて正常データ種類数 \times_t 702の飽和状態になる、という傾向を示している。正常データ充足度推定部108には、S字型成長曲線701の数式と飽和状態 \times_t の情報が予め利用者により記憶されている。ステップ505では、正常データ充足度推定部108は、正常データ記憶部104に蓄積した正常データに基づき、図7のグラフの実線703に示すように正常データの種類数と時間経過の関係をプロットする。なお、正常データの種類数に関しては、例えば、図3におけるステップ304と同様のk-meansクラスタリングなどの手法を用いて、生成したクラスタの数をカウントする。次に、正常データ充足度推定部108は、例えば最小二乗法などの近似手法を用いて、S字型成長曲線901の数理モデルへのあてはめを行う。あてはめの結果、正常データ充足度推定部108は、正常データ記憶部104に蓄積した正常データの種類数がS字型成長曲線701の飽和状態 \times_t 702に達していれば正常データが充足していると判定し、達していなければ正常データが充足していないと判定する。なお、ステップ507においても、機器故障データ充足度推定部109が

、ステップ505と同様に、例えば、S字型成長曲線701の数式と飽和状態 \times_t の情報が予め利用者により記憶されており、経過時間に基づくS字型成長曲線の数理モデルを用いて機器故障データの充足度を判定する。

なお、正常データ又は機器故障データの種類数以外にも、それらの数を用いてもよい。

【0025】

図8および図9は、機器診断システム100の異常検知情報提供部111が利用者に対して異常検知情報を提供するための画面の一例を示した図である。図5のステップ509では、異常検知情報提供部111は、ステップ501～508の処理の結果や異常診断結果記憶部112に記憶した診断結果テーブルの内容に基づいて、例えば図8や図9に示す画面を表示する。

図8の異常検知情報画面800は、異常診断結果記憶部112の診断結果テーブルにおける異常診断結果レコード608に記憶された異常の検知情報を提供する画面である。すなわち、機器診断システム100が図5のステップ506で誤報可能性をマークし、ステップ508で未知故障可能性をマークしなかった場合（ステップ502において異常検知部102が診断対象機器の状態を異常と診断し、ステップ503において既知故障判定部103が異常の要因は既知故障ではないと判定し、ステップ505において正常データ充足度推定部108が正常データは充足していないと判定し、ステップ507において機器故障データ充足度推定部109が機器故障データは充足していると判定した場合）の異常検知情報提供画面である。異常検知情報画面800では、検知情報801、異常要因推定結果802を表示する。

10

20

30

40

50

異常検知情報提供部 1 1 1 は、検知情報 8 0 1 には、異常診断記憶部 1 1 2 の診断結果テーブルにおける異常診断結果レコード 6 0 8 の検知日時フィールド 6 0 1、検知センサフィールド 6 0 2 に記憶された内容を表示する。なお、検知 ID は、受信部 1 0 1 又は異常検知情報提供部 1 1 1 等により、各異常診断結果レコードに対して、その作成時等の適宜のタイミングに適宜付与することができる。さらに、異常検知情報提供部 1 1 1 は、既知故障可能性フィールド 6 0 3 及び未知故障可能性フィールド 6 0 6 に当該異常の要因が既知故障や未知故障である可能性「1」が記憶されていないことに基づき、異常の要因は機器故障ではないと推定し、「対策優先度」が「低」であることを表示する。異常要因推定結果 8 0 2 では、異常検知情報提供部 1 1 1 は、ステップ 5 0 5 において正常データ充足度推定部 1 0 8 が正常データの充足度を判定した結果（No：充足していない）に関して、正常データ種類数と時間経過の実績および S 字型成長曲線による予測値を表示する。

また、異常検知情報提供部 1 1 1 は、異常要因推定結果 8 0 2 には、既知故障可能性フィールド 6 0 3 に基づき、機器故障データに類似傾向のデータが有るか無いかについての説明文を表示する（この例では、「機器故障データに類似傾向のデータはありませんでした。」）。さらに、異常検知情報提供部 1 1 1 は、異常要因推定結果 8 0 2 には、センサー故障可能性フィールド 6 0 4、誤報可能性フィールド 6 0 5 に、センサー故障や誤報の可能性「1」が記憶されていることに基づき、「誤報またはセンサ故障」であること及びその説明文を表示する。

なお、利用者は異常要因推定結果 8 0 2 の内容に基づき、センサ信号データや機器の状態の確認を行い、異常要因が誤報であった場合は入出力装置又は他の装置等により入出力インタフェース 2 0 4 を介して正常データ記憶部 1 0 4 に正常データを追加する。利用者はあらかじめ異常要因が誤報である可能性を認知しているため、効率的にセンサ信号データや機器の状態を確認することができる。

【 0 0 2 6 】

図 9 の異常検知情報画面 9 0 0 は、異常診断結果記憶部 1 1 2 の診断結果テーブルにおける異常診断結果レコード 6 0 9 に記憶された異常の検知情報を提供する画面である。すなわち、機器診断システム 1 0 0 が図 5 のステップ 5 0 6 で誤報可能性をマークせず、ステップ 5 0 8 で未知故障可能性をマークした場合（ステップ 5 0 2 において異常検知部 1 0 2 が診断対象機器の状態を異常と診断し、ステップ 5 0 3 において既知故障判定部 1 0 3 が異常の要因は既知故障ではないと判定し、ステップ 5 0 5 において正常データ充足度推定部 1 0 8 が正常データは充足していると判定し、ステップ 5 0 7 において機器故障データ充足度推定部 1 0 9 が機器故障データは充足していないと判定した場合）の異常検知情報提供画面である。異常検知情報画面 9 0 0 においても同様に、検知情報 9 0 1、異常要因推定結果 9 0 2 を表示する。

異常検知情報提供部 1 1 1 は、検知情報 9 0 1 には、異常診断記憶部 1 1 2 の診断結果テーブルにおける異常診断結果レコード 6 0 9 の検知日時フィールド 6 0 1、検知センサフィールド 6 0 2 に記憶された内容を表示する。さらに、異常検知情報提供部 1 1 1 は、既知故障可能性フィールド 6 0 3 又は未知故障可能性フィールド 6 0 6 に当該異常の要因が既知故障又は未知故障である可能性「1」が記憶されていること（この例では、未知故障可能性が「1」）に基づき、異常の要因は機器故障であると推定し、「対策優先度」が「高」であることを表示する。

また、異常検知情報提供部 1 1 1 は、異常要因推定結果 8 0 2 には、既知故障可能性フィールド 6 0 3 に基づき、機器故障データに類似傾向のデータが有るか無いかについての説明文を表示する（この例では、「機器故障データに類似傾向のデータはありませんでした。」）。さらに、異常検知情報提供部 1 1 1 は、異常要因推定結果 8 0 2 には、センサ故障可能性フィールド 6 0 4、未知故障可能性フィールド 6 0 6 に、「1」が記憶されていることに基づき、「未知故障またはセンサ故障」であること及びその説明文を表示する。

異常検知情報提供部 1 1 1 は、異常要因推定結果 9 0 2 では、ステップ 5 0 7 において機器故障データ充足度推定部 1 0 9 が機器故障データの充足度を判定した結果（No：充

10

20

30

40

50

足していない) に関して、故障原因数と時間経過の実績およびS字型成長曲線による値を表示する。利用者は、異常要因推定結果902の内容に基づき、センサ信号データや機器の状態の確認を行い、異常要因が未知故障であった場合は、入出力装置又は他の装置等により入出力インタフェース204を介して機器故障データ記憶部106に機器故障データを追加する。利用者はあらかじめ異常要因が未知故障である可能性を認知しているため、例えば診断対象機器に関して熟知した経験値の高い担当者を割り当て、優先度を上げて対応、効率的にセンサ信号データや機器の状態を確認することができる。

【0027】

3. S字成長曲線の他の実施例

10

(1) 季節

本発明の他の実施例について説明する。なお、本実施例の機器診断システム100の機能ブロックやそれを実現するハードウェア構成は、基本的に上述の実施例(「1. 機器診断装置・システム」、「2. 処理」)の機器診断システム100と同様であるため説明を省略し、具体的な相違点についてのみ説明する。

図10は、機器診断システム100の正常データ充足度推定部108が正常データの充足度を判定する方法の他の一例を説明する図である。

本実施例の機器診断システム100は、図7に示した正常データ充足度推定部108が正常データの充足度判定に用いる経過時間に基づくS字型成長曲線701と比較して、図10に示すように春夏秋冬の季節を考慮した曲線1001を用いている点が相違する。本実施例の機器診断システム100の診断対象機器は、大気温度の影響を受けて運転状態が変化する機器である。大気温度は季節によって異なるため、春と秋は同傾向の運転状態になり、夏、冬はそれぞれ異なる運転状態となる。よって、正常データの発見数は、図10の破線1001に示す通り、春、夏は増加し次第に飽和状態(図10の斜線部分1002)

20

になるが、秋はあまり増加せず、冬には再び増加し次第に飽和状態(図10の斜線部分1002)になる。正常データ充足度推定部108には、曲線1001の数式と、季節毎の飽和状態1002の情報が予め利用者により記憶されている。ステップ505では、正常データ充足度推定部108は、上述の実施例と同様に、正常データ記憶部104に蓄積した正常データに基づき、図10のグラフの実線1003に示すように正常データの種類数と季節の時間経過の関係をプロットする。次に、正常データ充足度推定部108は、例えば最小二乗法などの近似手法を用いて、曲線1001のモデルへのあてはめを行う。正常データ充足度推定部108は、あてはめの結果、正常データ記憶部104に蓄積した正常データ種類数が各季節において曲線の飽和状態(図10の斜線部分1002)に達していれば正常データが充足していると判定し、達していなければ正常データが充足していないと判定する。なお、ステップ507においても、機器故障データ充足度推定部109が、ステップ505と同様に、季節を考慮した曲線の数理モデルを用いて機器故障データの充足度を判定する。

30

【0028】

(2) 機器数

本発明のさらに他の実施例について説明する。なお、本実施例の機器診断システム100の機能ブロックやそれを実現するハードウェア構成は、基本的に上述の実施例(「1. 機器診断装置・システム」、「2. 処理」)の機器診断システム100と同様であるため説明を省略し、具体的な相違点についてのみ説明する。

40

図11は、機器診断システム100の正常データ充足度推定部108が正常データの充足度を判定する方法のさらに他の一例を説明する図である。

本実施例の機器診断システム100は、図7に示した正常データ充足度推定部108が正常データの充足度判定に用いる経過時間に基づくS字型成長曲線701と比較して、図11に示すように診断対象機器台数に基づくS字成長曲線1101を用いている点が相違する。本実施例の機器診断システム100の診断対象機器は、同種の機器が複数台存在する機器である。図11のグラフの破線1101は、機器診断における正常データの発見数

50

は、診断対象機器が少数の初期では少なく、診断対象機器が増加するにつれて急増し、末期（診断対象機器台数 $> a$ ）に近づくにつれて正常データ種類数 x_a の飽和状態になる、という傾向を示している。正常データ充足度推定部 108 には、S 字成長曲線 1101 の数式と飽和状態 x_a の情報が予め利用者により記憶されている。ステップ 505 では、正常データ充足度推定部 108 は、上述の実施例と同様に、正常データ記憶部 104 に蓄積した正常データに基づき、図 11 のグラフの実線 1102 に示すように正常データの種類数と時間経過の関係をプロットする。次に、正常データ充足度推定部 108 は、例えば最小二乗法などの近似手法を用いて、曲線 1101 のモデルへのあてはめを行う。正常データ充足度推定部 108 は、あてはめの結果、正常データ記憶部 104 に蓄積した正常データ種類数が S 字型成長曲線 1101 の飽和状態 x_a に達していれば正常データが充足していると判定し、達していなければ正常データが充足していないと判定する。なお、ステップ 507 においても、機器故障データ充足度推定部 109 が、ステップ 505 と同様に、例えば診断対象機器台数に基づく S 字型成長曲線の数理モデルを用いて機器故障データの充足度を判定する。なお、正常データ又は機器故障データの種類数以外にも、それらの数を用いてもよい。また、S 字型成長曲線は正常データと機器故障データとして、図 7、図 10、図 11 に示した各パターンのうち、同じパターンを用いても異なるパターンを用いてもよい。

【0029】

4. 付記

なお、図 3 におけるステップ 302 において、正常モデル生成部 105 は、k - m e a n s クラスタリングのほか、例えば、ニューラルネットワーク、サポートベクターマシン、MT 法、局所部分空間法など、様々なデータ分類・パターン認識手法（計算方法）のうちのいずれかを用いてセンサ信号データを分析してもよい。図 3 におけるステップ 304 においても同様に、機器故障モデル生成部 107 は、k - m e a n s クラスタリングのほか、例えば、ニューラルネットワーク、サポートベクターマシン、MT 法、局所部分空間法など、様々なデータ分類・パターン認識手法（計算方法）のうちのいずれかを用いてセンサ信号データを分析してもよい。

また、図 5 におけるステップ 505 において、正常データ充足度推定部 108 は、ゴンペルツ曲線やロジスティック曲線など S 字型成長曲線の数理モデルのほか、例えば、異なる断対象機器の正常データの蓄積状況に基づく経験モデルや、マルコフ過程に基づくモデルなど、さまざまなモデルのうちいずれかを用いて正常データ充足を推定してもよい。図 5 におけるステップ 507 においても同様に、機器故障データ充足度推定部 109 は、ゴンペルツ曲線やロジスティック曲線など S 字型成長曲線の数理モデルのほか、例えば、異なる断対象機器の正常データの蓄積状況に基づく経験モデルや、マルコフ過程に基づくモデルなど、さまざまなモデルのうちいずれかを用いて機器故障データ充足を推定してもよい。

【0030】

本実施例によると、機器故障による異常の検知を担保しつつ、専門家の知識を不要としながら、検知した異常に対して機器故障、センサ故障、誤報、未知故障のいずれか複数を含む故障の分類又は要因を推定する機器診断装置及びシステム及び方法を提供することができる。

【0031】

本発明の機器診断方法又は機器診断装置・システムは、その各手順をコンピュータに実行させるための機器診断プログラム、機器診断プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体、機器診断プログラムを含みコンピュータの内部メモリにロード可能なプログラム製品、そのプログラムを含むサーバ等のコンピュータ、等により提供されることができる。

【0032】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。また、各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報をクラウド上に配置し、インターネットなどのネットワークを介してセンサ信号を受信し、機器診断を行ってもよい。

10

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【符号の説明】

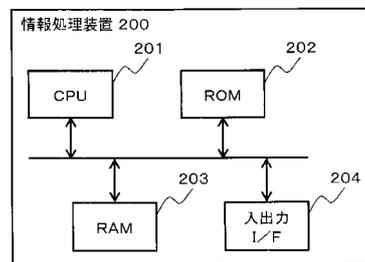
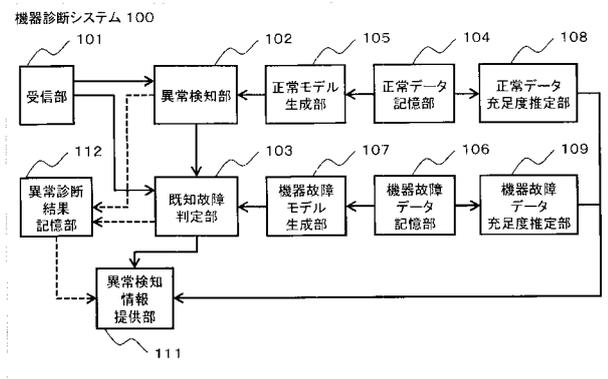
【0033】

100 ... 機器診断システム、101 ... 受信部、102 ... 異常検知部、103 ... 既知故障判定部、104 ... 正常データ記憶部、105 ... 機器故障データ記憶部、106 ... 正常データ充足度推定部、107 ... 機器故障モデル生成部、108 ... 正常データ充足度推定部、109 ... 機器故障データ充足度推定部、110 ... 異常検知要因推定部、111 ... 異常検知情報提供部、112 ... 異常診断結果記憶部、112 ... 異常診断結果記憶部、112 ... 異常診断結果記憶部。

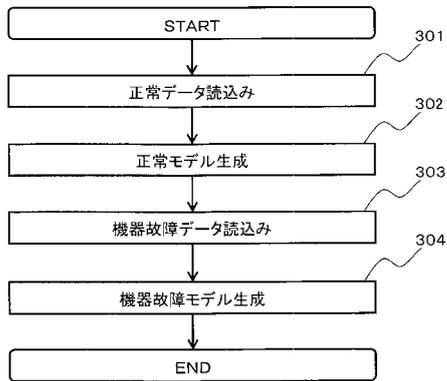
20

【図1】

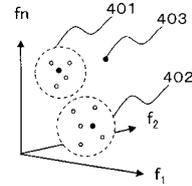
【図2】



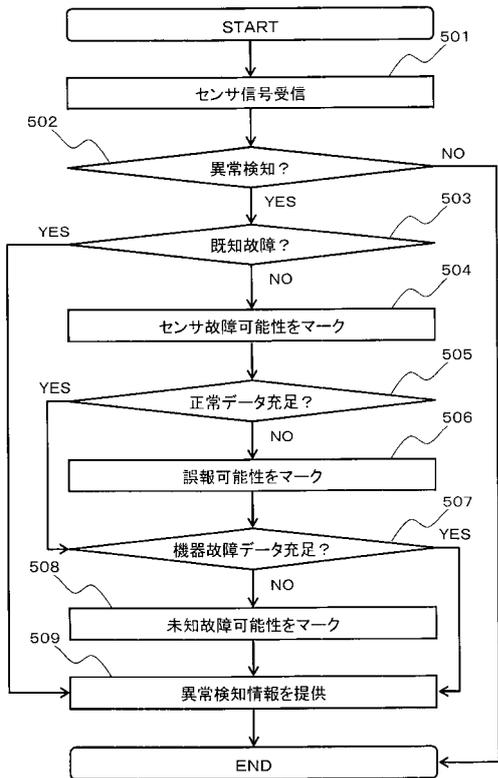
【 図 3 】



【 図 4 】



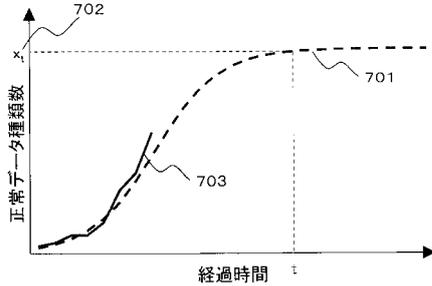
【 図 5 】



【 図 6 】

検知日時	検知センサ	既知故障可能性	センサ故障可能性	既知故障可能性	未知故障可能性
2015年3月1日 8:34	軸振動	1			
2015年2月1日 9:45	軸受温度		1		1
2015年4月1日 10:56	潤滑油流量		1		1
...

【 図 7 】



【 図 8 】

800

異常検知情報画面

■ 対策優先度: 低 の異常が検知されました。

検知ID	123
検知日時	2015年2月1日 9:45
検知センサ	軸受温度

801

802

■ 異常要因の推定結果: 誤報 または センサ故障

- 機器故障データに類似傾向のデータはありませんでした。
- 正常データの蓄積途上とみられるため、今回の異常は誤報(正常を異常と判定)の可能性があります。

【正常データ蓄積実績・予測】

確認

【 図 9 】

900

異常検知情報画面

■ 対策優先度: 高 の異常が検知されました。

検知ID	124
検知日時	2015年4月1日 10:56
検知センサ	潤滑油装置流量

901

902

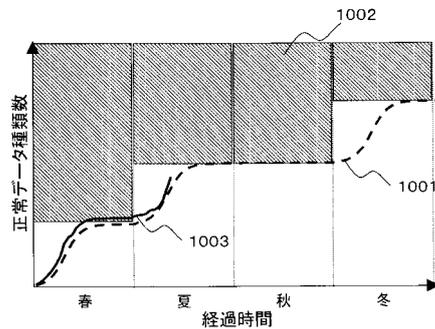
■ 異常要因の推定結果: 未知故障 または センサ故障

- 機器故障データに類似傾向のデータはありませんでした。
- 機器故障データの蓄積途上とみられるため、今回の異常は機器故障データにない未知故障の可能性がります。

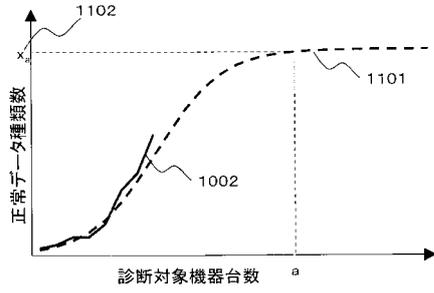
【機器故障データ蓄積実績・予測】

確認

【 図 10 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 藤城 孝宏

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 新 吉高

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) 2G024 AD01 AD21 AD33 BA12 BA21 BA22 BA27 CA26 CA27 EA02
EA12 EA13 FA01 FA13
3C223 BA01 BB17 CC01 DD01 EB01 FF04 FF13 FF16 FF22 FF26
FF35 GG01 HH03 HH08 HH29