

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5765336号
(P5765336)

(45) 発行日 平成27年8月19日 (2015. 8. 19)

(24) 登録日 平成27年6月26日 (2015. 6. 26)

(51) Int. Cl.		F I			
G06Q	50/10	(2012.01)	G06Q	50/10	130
G06F	17/30	(2006.01)	G06F	17/30	220Z
G06F	11/22	(2006.01)	G06F	11/22	360C
			G06Q	50/10	180

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-513806 (P2012-513806)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成23年4月26日 (2011. 4. 26)		日本電気株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/060108		東京都港区芝五丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02011/138911	(74) 代理人	100095407
(87) 国際公開日	平成23年11月10日 (2011. 11. 10)		弁理士 木村 満
審査請求日	平成26年3月5日 (2014. 3. 5)	(72) 発明者	藤巻 遼平
(31) 優先権主張番号	特願2010-106810 (P2010-106810)		日本国東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(32) 優先日	平成22年5月6日 (2010. 5. 6)	(72) 発明者	塚原 英徳
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		審査官	梅岡 信幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 障害分析装置、障害分析方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出手段と、

前記障害寄与度算出手段により求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定手段と、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定手段と、

前記障害要素特定手段により特定された障害要素と前記要因指標特定手段により特定された指標との少なくとも一方を出力する出力手段と、

を備えることを特徴とする障害分析装置。

【請求項2】

前記障害寄与度算出手段は、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データを記憶する分析対象データ記憶手段と、

予め記憶されている、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値を示す障害パタンの要素の代表値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの要

素の値と、の対応するもの同士の相対的な関係に基づいて、発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める手段と

を備え、

前記要因指標特定手段は、障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値の組を示す、予め記憶されている属性パタンの要素の値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の障害分析装置。

【請求項 3】

前記障害寄与度算出手段は、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データを記憶する分析対象データ記憶手段と、

予め記憶されている、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値を示す障害パタンの要素の代表値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの要素の値と、の対応するもの同士の相対的な関係に基づいて、発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める手段と

を備え、

前記要因指標特定手段は、障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値の組を示す、属性パタンの要素の値を、前記障害パタンの要素の代表値に基づいて算出し、算出した前記属性パタンの要素の値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの各要素の値に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の障害分析装置。

【請求項 4】

前記分析対象データから、前記分析対象データの各指標値を配列して第 1 行列を生成するデータ行列生成手段と、

前記データ行列生成手段により生成された前記第 1 行列の各行の各要素の値を前記分析対象データとして記憶するデータ行列記憶手段と、

前記分析対象データから、前記分析対象データに対する障害の発生の有無を配列して第 2 行列を生成する障害発生行列生成手段と、

をさらに備え、

前記障害寄与度算出手段は、

前記障害発生行列生成手段により生成された前記第 2 行列と、未知の、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値を示す障害パターンと、を対応付けたものの各要素の値を記憶する障害パターン記憶手段と、

前記データ行列記憶手段に記憶された複数の分析対象データの要素の値と、前記障害パターン記憶手段に記憶された各要素の値との、対応するもの同士の相対的な関係に基づいて前記障害寄与度および前記障害パタンの要素の値を算出する手段と、

を備え、

前記要因指標特定手段は、障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値の組を示す、予め記憶されている属性パタンの要素の値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の障害分析装置。

【請求項 5】

前記分析対象データから、前記分析対象データの各指標値を配列して第 1 行列を生成するデータ行列生成手段と、

前記データ行列生成手段により生成された前記第 1 行列の各行の各要素の値を前記分析

10

20

30

40

50

対象データとして記憶するデータ行列記憶手段と、

前記分析対象データから、前記分析対象データに対する障害の発生の有無を配列して第2行列を生成する障害発生行列生成手段と、

をさらに備え、

前記障害寄与度算出手段は、

前記障害発生行列生成手段により生成された前記第2行列と、未知の、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値を示す障害パターンと、を対応付けたものの各要素の値を記憶する障害パターン記憶手段と、

前記データ行列記憶手段に記憶された複数の分析対象データの要素の値と、前記障害パターン記憶手段に記憶された各要素の値との、対応するもの同士の相対的な関係に基づいて前記障害寄与度および前記障害パターンの要素の値を算出する手段と、

10

を備え、

前記要因指標特定手段は、障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値の組を示す、属性パターンの要素の値を、前記障害パターンの要素の値に基づいて算出し、算出した前記属性パターンの要素の値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの各要素の値に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する、

ことを特徴とする請求項3に記載の障害分析装置。

【請求項6】

前記分析対象データ記憶手段が、分析対象物の複数の指標の値をそのまま分析対象データとして記憶する、

20

ことを特徴とする請求項2乃至5のいずれか一項に記載の障害分析装置。

【請求項7】

前記分析対象データの各指標の値の変化度を求める変化度算出手段と、

前記変化度算出手段により求められた変化度を示す値の組を前記分析対象データとして記憶する手段と、

をさらに備え、

前記障害パターンが、各障害に対応する各指標の値の変化度の代表値を示す値であり、

前記属性パターンが、各障害の組み合わせに対応する各指標の値の変化度の代表値を示す値である、

30

ことを特徴とする請求項2乃至5のいずれか一項に記載の障害分析装置。

【請求項8】

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出ステップと、

前記障害寄与度算出ステップで求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定ステップと、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定ステップで特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定ステップと、

40

前記障害要素特定ステップで特定された障害要素と前記要因指標特定ステップで特定された指標との少なくとも一方を出力する出力ステップと、

を備えることを特徴とする障害分析方法。

【請求項9】

コンピュータを、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出手段、

50

前記障害寄与度算出手段により求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定手段、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定手段、

前記障害要素特定手段により特定された障害要素と前記要因指標特定手段により特定された指標との少なくとも一方を出力する出力手段、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、機械システムの障害分析装置、障害分析方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

機械システムに障害が発生した際、迅速に原因を究明する事が重要である。しかし、近年の複雑化した機械システムから取得される大量のデータを人間が分析する事は困難である。そのため、原因究明の支援技術が一般に用いられている。

【0003】

このような原因究明の支援技術として、機械システムから取得される、異なる属性のセンサ情報やログ情報等から、発生した障害に関連する属性の各種センサ情報やログ情報等

20

(以下、注目属性という)を絞り込み、ユーザーへ提供する技術が提案されている。

【0004】

具体的には、センサの時系列データから変化点を検出し、変化している属性を注目属性とする技術(例えば、特許文献1、非特許文献1参照)、主成分分析や類似する手法によりセンサ情報から特徴的な属性を算出し、その属性を注目属性とする技術(例えば、非特許文献2参照)などが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-257416号公報

30

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】Jun-ichi Takeuchi, Kenji Yamaniishi, "A Unifying Framework for Detecting Outliers and Change Points from Time Series," IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING, VOL. 18, NO. 4, APRIL 2006

【非特許文献2】福地陽一、平井規郎、朱雀健、河野篤、原田忠尚、安全・快適な車社会を目指したVRMソリューション、VRM(Vehicle Relationship Management) Solution for a Safe and Comfortable Automobile Society、2005

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、上記のような技術では、発生した障害に直接起因して生じる変化と、その障害に関連して生じる変化との両方が生じた場合に、障害に直接起因する属性と、その障害に間接的に起因する属性とが区別されずに、それぞれ注目属性として抽出される。したがって、注目属性を高精度に抽出するという観点からみると未だ十分とは言えない。

【0008】

50

本発明は、上述のような事情に鑑みてなされたものであり、注目属性を高精度に抽出できる障害分析装置、障害分析方法およびプログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、本発明の第一の観点に係る障害分析装置は、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出手段と、

前記障害寄与度算出手段により求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定手段と、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定手段と、

前記障害要素特定手段により特定された障害要素と前記要因指標特定手段により特定された指標との少なくとも一方を出力する出力手段と、

を備えることを特徴とする。

【0010】

上記目的を達成するため、本発明の第二の観点に係る障害分析方法は、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出ステップと、

前記障害寄与度算出ステップで求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定ステップと、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定ステップで特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定ステップと、

前記障害要素特定ステップで特定された障害要素と前記要因指標特定ステップで特定された指標との少なくとも一方を出力する出力ステップと、

を備えることを特徴とする。

【0011】

上記目的を達成するため、本発明の第三の観点に係るプログラムは、

コンピュータを、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出手段、

前記障害寄与度算出手段により求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定手段、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定手段、

前記障害要素特定手段により特定された障害要素と前記要因指標特定手段により特定された指標との少なくとも一方を出力する出力手段、

として機能させる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、注目属性を高精度に抽出できる障害分析装置、障害分析方法およびプログラムを提供することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る障害分析装置の一例を示すブロック図である。

【図2】障害パタン行列の一例を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る障害分析装置にて行われる分析処理の一手順を示すフローチャートである。

【図4】属性パタンテーブルの一例を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る障害分析装置の一例を示すブロック図である。

【図6】データ行列の一例を示す図である。

【図7】障害発生行列の一例を示す図である。 10

【図8】本発明の第2の実施形態に係る障害分析装置にて行われる分析処理の一手順を示すフローチャートである。

【図9】本発明の第3の実施形態に係る障害分析装置の一例を示すブロック図である。

【図10】障害変化パタン行列の一例を示す図である。

【図11】本発明の第3の実施形態に係る障害分析装置にて行われる分析処理の一手順を示すフローチャートである。

【図12】本発明の第4の実施形態に係る障害分析装置の一例を示すブロック図である。

【図13】本発明の第4の実施形態に係る障害分析装置にて行われる分析処理の一手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】 20

【0014】

以下、本発明の実施形態に係る障害分析装置100を、図面を参照して説明する。

【0015】

(第1の実施形態)

本実施形態に係る障害分析装置100は、分析対象である機械システムから取得される、異なる属性のセンサ情報やログ情報等から、発生した障害を特定し、その障害における注目属性を抽出する、プログラム制御により動作するコンピュータである。ここで、属性とは、各種センサ等の種別を指し、例えば、エアコンにおける室外機では、外気温センサや、室外熱交換センサ等である。障害分析装置100は、図1に示すように、入力部101と、通信部102と、制御部103と、記憶部104と、出力部105と、から構成され 30

【0016】

入力部101は、キーボードやマウス等に代表される入力装置である。入力部101は、ユーザーにより設定された、発生している障害を特定するための要素と、注目属性を抽出するための要素と、障害分析装置100を動作させるための開始信号とを制御部103内の障害分析処理部107や属性抽出処理部108へ渡す。

【0017】

通信部102は、外部データベースシステムとの接続を行うためのインタフェースを備える。外部データベースシステムには、分析対象の各属性に関するデータがログ情報やセンサ情報として格納されている。ログ情報やセンサ情報は、外部データベースシステムから通信部102を通じて制御部103に供給される。 40

【0018】

制御部103は、記憶部104に格納されたプログラム106に従って動作し、入力部101からの入力を受け付けて分析に必要な機能を提供する。制御部103は、プログラム106に従って動作することにより、障害分析処理部107、属性抽出処理部108として機能する。

【0019】

障害分析処理部107は、入力部101から受け取った、障害を特定するための要素を一時的に記憶する、内部メモリを備えている。内部メモリには、あらかじめ、後述する障害寄与度の種別と、障害の識別情報を対応付けて、発生している障害を特定するための対 50

応表が格納されている。

【 0 0 2 0 】

属性抽出処理部 1 0 8 は、入力部 1 0 1 から受け取った、属性を抽出するための要素を一時的に記憶する、内部メモリを備えている。

【 0 0 2 1 】

記憶部 1 0 4 は、ハードディスクや半導体メモリなどの記憶装置から構成される。記憶部 1 0 4 には、障害分析装置 1 0 0 を動作させるためのプログラム 1 0 6 と、障害パターン行列 1 1 0 と、属性パターンデータベース 1 1 1 とが格納されている。

【 0 0 2 2 】

障害パターン行列 1 1 0 は、図 2 に示すように、障害の総数 × 属性の総数 (M 行 D 列) の行列である。障害パターン行列 1 1 0 の要素 $Q_{m d}$ は、障害 m に対する属性 d の代表値を示している。代表値は、過去に発生した障害に対応する属性値の平均値である。

【 0 0 2 3 】

属性パターンデータベース 1 1 1 は、複数の障害パターンテーブル 1 1 2 を備えている

【 0 0 2 4 】

障害パターンテーブル 1 1 2 は、図 4 に示すように、障害の組み合わせと、その組み合わせの障害が発生した際の各属性の代表値を示すテーブルである。代表値は、過去に発生した障害の組み合わせに対応する属性値の平均値である。各障害の総数と、各障害の組み合わせの総数を加えた数の障害パターンテーブル 1 1 2 が、属性パターンデータベース 1 1 1 にあらかじめ格納されている。障害の組み合わせに関しては、全ての障害の組み合わせに対応する障害パターンテーブル 1 1 2 が格納されていてもよいし、事前に絞り込まれた特定の障害の組み合わせに対応する障害パターンテーブル 1 1 2 が格納されていてもよい。

【 0 0 2 5 】

出力部 1 0 5 は、ディスプレイ装置やプリンタに代表される出力装置である。

【 0 0 2 6 】

次に、図 3 を参照して、本実施形態に係る障害分析装置 1 0 0 の動作について説明する。

【 0 0 2 7 】

本実施形態に係る障害分析処理は、入力部 1 0 1 からの開始信号を受け付けて開始される。

【 0 0 2 8 】

まず、データ入力手段である通信部 1 0 2 は、外部データベースシステムから分析対象データであるセンサ情報やログ情報 (以下、入力データという) を読み出す (ステップ S 1 0 0) 。

【 0 0 2 9 】

次に、障害分析処理部 1 0 7 は、入力部 1 0 1 から障害を特定するための要素、通信部 1 0 2 から入力データ、をそれぞれ受け取り、障害を特定するための要素を内部メモリに記憶する。属性抽出処理部 1 0 8 は、入力部 1 0 1 から属性を抽出するための要素を受け取り、内部メモリに記憶する。

【 0 0 3 0 】

障害分析処理部 1 0 7 は、記憶部 1 0 4 から障害パターン行列 1 1 0 を読み込む (ステップ S 1 0 1) 。

【 0 0 3 1 】

続いて、障害分析処理部 1 0 7 は、通信部 1 0 2 から受け取った入力データと記憶部 1 0 4 から読み込んだ障害パターン行列 1 1 0 とを用いて、以下に示すように、発生している障害に対する障害の各要素の寄与の大きさ (以下、障害寄与度という) を求める (ステップ S 1 0 2) 。

【 0 0 3 2 】

障害分析処理部 1 0 7 は、入力データの予測値を、パラメータベクトル A を用いて、記憶部 1 0 4 から読み込んだ障害パターン行列 1 1 0 における行ベクトルの関数として表す。

10

20

30

40

50

パラメータベクトル A は障害寄与度である。

【0033】

関数の例としては、下式(1)のような線型関数を利用する。

$$f(Q, A) = X' = A_1 Q_1 + A_2 Q_2 + \dots + A_M Q_M \quad \dots (1)$$

【0034】

式(1)は、障害寄与度である A_1, A_2, \dots, A_M (M は障害の総数。以下同じ。)を用いて、入力データである $X = X_1, X_2, \dots, X_D$ (D は属性の総数。以下同じ。)の予測値 X' を、障害 m についての各属性に対応する値のベクトル Q_{m1}, \dots, Q_{mD} の線型関数として表したものである。例えば、入力データ X_1 の予測値 X_1' は、 $X_1' = A_1 Q_{11} + A_2 Q_{21} + \dots + A_M Q_{M1}$ となる。

10

【0035】

次に、障害分析処理部107は、 X と X' との間の距離を表す損失関数 $L = \{X - f(Q, A)\}^2$ につき、 X と X' の間の距離を最小化する A の各要素の値を、下式(2)を解くことにより求める。

$$A = \arg \min_A (X - X')^2 \quad \dots (2)$$

式(2)は、 $(X - X')^2$ を最小にするような A を求める演算を表す。

【0036】

続いて障害分析処理部107は、上記で求めた A の各要素から、内部メモリに記憶した要素に基づいて、発生している障害を特定する(ステップS103)。

【0037】

20

本実施形態では、入力部101から受け取った、発生している障害を特定するための要素として、閾値が内部メモリに記憶されている。障害分析処理部107は、上記で求めた A の各要素につき、 A の要素の値と、内部メモリに記憶されている閾値とをそれぞれ比較して、 A の要素の値が閾値以上である場合には、その要素に対応する障害を、発生している障害として特定する。

【0038】

例を示すと、求めた A の各要素の値が、 $A_1 = 0.5$ 、 $A_2 = 0.4$ 、 $A_3 = 0.1$ 、 \dots で、内部メモリに記憶されている閾値が 0.4 である場合、障害分析処理部107は、 A の各要素の値と閾値とをそれぞれ比較し、 A の値が 0.4 以上である A_1 および A_2 を抽出する。障害分析処理部107は、抽出した A_1 および A_2 と、あらかじめ内部メモリに記憶されている対応表とを比較して、 A_1 および A_2 に対応する障害1および障害2を、発生している障害として特定する。

30

【0039】

属性抽出処理部108は、入力データと、障害分析処理部107により特定および算出された、障害および障害寄与度を、障害分析処理部107から受け取る。

【0040】

次に、属性抽出処理部108は、障害分析処理部107により特定された障害に基づいて、入力データの各属性から注目すべき属性を以下のように抽出する。

【0041】

40

属性抽出処理部108は、特定された障害をキーとして、記憶部104の属性パターンデータベース111から、特定された障害に対応した属性パターンテーブル112を読み込む(ステップS104)。

【0042】

上記例のように、障害分析処理部107により特定された障害が障害1および障害2である場合、属性抽出処理部108は、図4に示すような属性パターンテーブル112を読み込む。

【0043】

属性抽出処理部108は、受け取った入力データの各要素の値と、読み込んだ属性パターンテーブル112の値の対応するもの同士を比較し、内部メモリに記憶した要素に基づいて、注目属性を抽出する(ステップS105)。

50

【 0 0 4 4 】

例えば、上記例の場合について説明すると、属性抽出処理部 1 0 8 は、入力データの要素の値と、図 4 に示す属性パタンテーブル 1 1 2 の要素の値（要素 Z_1 の値）との差の絶対値を求める。そして、属性抽出処理部 1 0 8 は、求めた差の絶対値と、内部メモリに記憶されている閾値とを比較して、求めた差の絶対値が閾値以下である場合には、各要素に対応する属性を注目属性として抽出する。属性抽出処理部 1 0 8 は、入力データの各要素につきこの動作を行うことで、入力データから注目すべき属性を抽出する。

【 0 0 4 5 】

続いて属性抽出処理部 1 0 8 は、障害の識別情報、障害寄与度、抽出した注目属性を、入力データに対応付けて出力部 1 0 5 へ渡す。

10

【 0 0 4 6 】

出力部 1 0 5 は、受け取った情報を出力する（ステップ S 1 0 6 ）。

【 0 0 4 7 】

ユーザーは、出力部 1 0 5 で出力された情報に基づいて、分析対象に発生した障害の原因究明を行う。

【 0 0 4 8 】

このように、障害分析装置 1 0 0 は、ユーザーへ分析対象データに関連する障害、寄与の大きさ、その障害がどの属性に影響を与えているか、という情報を同時に提供することで、高精度に注目属性を抽出することができ、ひいては障害の原因究明の時間短縮化につながる。

20

【 0 0 4 9 】

（変形例）

この発明は、上記実施形態に限定されず、種々の変形及び応用が可能である。例えば、上記実施形態では、外部データベースシステムから分析対象データである入力データを読み出し、分析処理を行う例を示した。しかし、これは一例であり、ユーザーが入力部 1 0 1 から入力した分析対象データを入力データとして障害分析処理部 1 0 7 が受け取り、分析処理を行ってもよく、入力データを取得する方法は任意である。

【 0 0 5 0 】

上記実施形態では、障害パタン行列 1 1 0 の代表値が、過去に発生した障害に対応する属性値の平均値であり、属性パタンテーブル 1 1 2 の代表値が、過去に発生した障害の組み合わせに対応する属性値の平均値である例を示したが、必ずしもこれに限定されない。障害パタン行列 1 1 0 や属性パタンテーブル 1 1 2 の代表値は、事前に専門家が定義した値や、過去の障害データから所定の方法で推定した値など、任意の値を用いることができる。

30

【 0 0 5 1 】

また、上記実施形態では、属性パタンテーブル 1 1 2 が記憶部 1 0 4 の属性パタンデータベース 1 1 1 内に予め格納されている例を示したが、必ずしもこれに限定されない。障害パタン行列 1 1 0 の各要素の代表値から、障害分析処理部 1 0 7 により特定された障害に基づいて、障害分析処理部 1 0 7 により特定された障害に対応する属性パタンテーブル 1 1 2 を生成してもよい。例えば、上記例のように、障害分析処理部 1 0 7 により特定された障害が障害 1 および障害 2 であった場合、障害パタン行列 1 1 1 の障害 1 についての代表値と、対応する障害 2 についての代表値との和を、障害 1 および 2 に対応する属性パタンテーブル 1 1 2 の各要素の値としてもよい。このように、任意の方法により属性パタンテーブル 1 1 2 を生成してもよい。

40

【 0 0 5 2 】

上記実施形態では、障害分析処理部 1 0 7 が、 $f(Q, A)$ として、線形関数を利用する例を示したが、必ずしもこれに限定されない。障害分析処理部 1 0 7 は、 $f(Q, A)$ として、多項関数など任意の関数を利用することができる。

【 0 0 5 3 】

上記実施形態では、障害分析処理部 1 0 7 は、損失関数 L として、 X と X' との間の距

50

離を表す関数を用いたが、これは一例であり、必ずしもこれに限定されない。例えば、障害分析処理部107は、入力データの予測値を確率分布としてとらえた場合は、損失関数 L として、対数損失関数を利用することができる。また、障害分析処理部107は、損失関数 L として、構造化リスク最小化(*structural risk minimization*)、最尤推定、ベイズ推定等、任意の関数を利用することができる。

【0054】

上記実施形態では、入力部101で設定される、障害分析処理部107が障害を特定するための要素や、属性抽出処理部108が注目属性を抽出するための要素を、閾値を用いて行うように設定した例を示した。しかし、これは一例であり、入力部101で設定される要素は任意である。また、要素は設定されなくてもよく、その場合には、障害寄与度が非負である各値について、対応する障害が特定され、この障害に対応する属性が注目属性として抽出される。

10

【0055】

(第2の実施形態)

本実施形態に係る障害分析装置200は、第1の実施形態における障害パターン行列110を予め記憶部104に格納することなく、発生している障害と、その障害に関連する属性を注目属性として抽出する障害分析装置である。

【0056】

本実施形態に係る障害分析装置200は、第1の実施形態と比較すると、図5に示すように、制御部103に、データ行列生成処理部205、障害発生行列生成処理部206をさらに備えている。また、記憶部104が、障害パターン行列110および属性パターンデータベース111を備えていない点で障害分析装置100と相違する。なお、第1の実施形態と同じ部材及び構成については省略する。

20

【0057】

次に、図8を参照して、本実施形態に係る障害分析装置200の動作について説明する。

【0058】

まず、通信部102は、複数の入力データを読み出す(ステップS200)。本実施形態における入力データは、センサ情報やログ情報の他、関連する障害の種別を同時に含む。

30

【0059】

データ行列生成処理部205と障害発生行列生成処理部206は、データ入力手段である通信部102から、複数の入力データを読み出す。

【0060】

データ行列生成処理部205は、読み出した複数の入力データから、属性値を、図6に示すような、データ数 \times 属性数(N 行 D 列)の(N はデータの総数。以下同じ。)データ行列208として配列し、記憶部104に記憶する(ステップS201)。以下、データ行列208を G とする。各行ベクトル G_n は、1つの入力データを示す行ベクトルである。

【0061】

障害発生行列生成処理部206は、読み出した入力データから、障害の発生有無を、図7に示すような、データ数 \times 障害の総数(N 行 M 列)の障害発生行列209として配列し、記憶部104に記憶する(ステップS202)。以下、障害発生行列209を F とし、 F の各行ベクトルを F_n とする。例えば、要素 F_{ij} は、データ i に対する障害 j の発生有無を表し、障害 j が発生していない場合には0、発生している場合には1を示す。

40

【0062】

障害分析処理部107は、記憶部104からデータ行列208および障害発生行列209を読み込む。

【0063】

障害分析処理部107は、第1の実施形態と同様に、損失関数を最適化する。第1の実

50

施形態におけるS 1 0 2では、障害分析処理部1 0 7は、損失関数をAについて最適化した。しかし、本実施形態では、障害分析処理部1 0 7は、AとQについて数理計画法により最適化し、障害寄与度を求めると同時に、対応する障害パターン行列1 1 0の各要素を求める(ステップS 2 0 3)。

【0 0 6 4】

例えば、3つの属性を持つ2つの入力データ($G_{1 \sim 3}$ および $G_{1 \sim 3}'$)それぞれにつき、障害1と2が発生した場合について簡単に説明する。

【0 0 6 5】

この場合、障害分析処理部1 0 7は、下式(3)のデータ行列Gと下式(4)の障害発生行列Fを生成する。

【数1】

$$G = \begin{pmatrix} G_1 & G_2 & G_3 \\ G_1' & G_2' & G_3' \end{pmatrix} \cdots (3)$$

【数2】

$$F = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 1 & 0 & \cdots & 0 \end{pmatrix} \cdots (4)$$

【0 0 6 6】

第1の実施形態と同様に、本実施形態においても、入力データGの予測値gを示す関数として線型関数を利用すると、線型関数は、 $f(Q, A, F) = g = A_1 F_1 Q_1 + A_2 F_2 Q_2 + \cdots + A_M F_M Q_M$ となる。

【0 0 6 7】

この場合、入力データの要素 G_1 および G_1' の予測値 g_1 は、 $g_1 = A_1 Q_{11} + A_2 Q_{21}$ となる。

【0 0 6 8】

第1の実施形態と同様に、データ行列Gと予測値gとの距離を示すと、下式(5)および下式(6)となる。

【数3】

$$\sum_{i=1}^3 (G_i - g_i)^2 \cdots (5)$$

【数4】

$$\sum_{i=1}^3 (G_i' - g_i)^2 \cdots (6)$$

【0 0 6 9】

ここで、障害分析処理部1 0 7は、式(5)と式(6)の和を求める。式(5)と式(6)の和は、AおよびQの関数となる。障害分析処理部1 0 7は、式(5)と式(6)の和が最小となるようなAおよびQの各要素の値を、数理計画法を利用して求める。

【0 0 7 0】

続いて障害分析処理部1 0 7は、上記で求めた障害寄与度Aの各要素から、第1の実施形態と同様にして、障害を特定する(ステップS 2 0 4)。

【0 0 7 1】

次に、障害分析処理部1 0 7は、上記で求めたQの各要素を用いて、上記で特定した障害と、入力データの属性数に対応する各属性の代表値を示す、属性パターンテーブル1 1 2を求める(ステップS 2 0 5)。

【0 0 7 2】

障害分析処理部1 0 7は、例えば、図4に示すような、障害1と2が発生した場合の属性1の代表値 Z_1 を、障害1のみが発生した場合の各属性の代表値 Q_{11} と、障害2のみ

10

20

30

40

50

が発生した場合の各属性の代表値 Q_{21} との和によって求める。障害分析処理部 107 は、上記で求めた Q の各属性につきこの処理を繰り返すことで、特定した障害に対する属性パターンテーブル 112 を求める。

【0073】

属性抽出処理部 108 は、データ行列 208 と、障害分析処理部 107 により特定された障害、障害寄与度および属性パターンテーブル 112 とを障害分析処理部 107 から読み出す。

【0074】

属性抽出処理部 108 は、データ行列 208 の各要素と属性パターンテーブル 112 の各要素とを比較し、第 1 の実施形態と同様にして注目属性を抽出する（ステップ S206）

10

【0075】

続いて属性抽出処理部 108 は、障害、障害寄与度、抽出した注目属性を、データ行列 208 に対応付けて出力部 105 へ渡す。そして、出力部 105 は、受け取った情報を出力する（ステップ S207）。

【0076】

このように、各障害に対する属性の代表値を示す障害パターンが不明な場合でも、障害分析装置 200 は、ユーザーへ分析対象データに関連する障害、寄与の大きさ、その障害がどの属性に影響を与えているか、という情報を同時に提供することができる。その結果、分析対象の障害に対する予備知識を必要とすることなく、高精度に注目属性を抽出できる

20

【0077】

（変形例）

なお、上記実施形態は一例であり、第 1 の実施形態と同様に、種々の変形及び応用が可能である。上記実施形態では、属性パターンテーブル 112 は、各障害に対する各属性の代表値の和を利用して求められたが、これは一例であり、任意の方法を利用することができる。

【0078】

また、上記実施形態では、障害分析処理部 107 が、障害パターン行列 110 を生成し、生成した障害パターン行列 110 の各要素に基づいて、特定した障害に対応する属性パターンテーブル 112 の各要素を算出する例を示した。しかし、これは一例であり、必ずしもこれに限定されない。属性パターンテーブル 112 は、予め記憶されていてもよい。さらにその各要素の値は、事前に専門家が定義した値や、過去のデータから推定するなど、任意の値を用いることができる。

30

【0079】

（第 3 の実施形態）

本実施形態に係る障害分析装置 300 は、入力データとして時系列データを用いて、障害が発生した際の各属性値の変化度を算出することにより、第 1 の実施形態に係る障害分析装置 100 で出力する情報に加え、注目属性に生じた変化情報を出力する障害分析装置である。

40

【0080】

本実施形態に係る障害分析装置 300 は、第 1 の実施形態と比較すると、図 9 に示すように、制御部 103 に、データ変化度算出処理部 301 をさらに備えている。また、記憶部 104 が、障害パターン行列 110 ではなく障害変化パターン行列 302 を、属性パターンデータベース 111 ではなく属性変化パターンデータベース 303 を備えている点で障害分析装置 100 と相違する。なお、第 1 の実施形態と同じ部材及び構成については省略する。

【0081】

障害変化パターン行列 302 は、図 10 に示すように、第 1 の実施形態に係る障害パターン行列と同様に、障害の総数 \times 属性の総数（ M 行 D 列）の行列である。しかし、障害変化パターン行列 302 の要素 $C_{m,d}$ は、第 1 の実施形態に係る障害パターン行列の要素と異なり、

50

障害 m に対する属性 d の変化度の代表値を示している。代表値は、過去に発生した障害に対応する属性の変化度の平均値である。

【 0 0 8 2 】

属性変化パタンデータベース 3 0 3 は、属性変化パタンテーブル 3 0 4 を備えている。

【 0 0 8 3 】

属性変化パタンテーブル 3 0 4 は、図 4 に示すような、第 1 の実施形態に係る属性パタンテーブルと同様のテーブルであるため図示は省略する。属性変化パタンテーブル 3 0 4 の各要素の値は、各障害の組み合わせと、その組み合わせに対応する各属性の変化度の代表値を示している。代表値は、過去に発生した障害の組み合わせに対応する属性の変化度の平均値である。

10

【 0 0 8 4 】

次に、図 1 1 を参照して、本実施形態に係る分析装置 3 0 0 の動作について説明する。

【 0 0 8 5 】

まず、データ入力手段である通信部 1 0 2 は、外部データベースシステムから分析対象データである入力データを読み出す（ステップ S 3 0 0 ）。

【 0 0 8 6 】

本実施形態における入力データは、分析対象である機械システムから取得される、異なる属性のセンサ情報やログ情報の時系列データである。本実施形態における時系列データは、自動車のエンジンの回転数や温度センサの値のような連続値である。

【 0 0 8 7 】

20

次に、データ変化度算出処理部 3 0 1 は、通信部 1 0 2 から入力データを受け取り、任意の変化度算出技術を利用して、入力データの各属性に対応する変化度を算出する（ステップ S 3 0 1 ）。変化度算出技術の例としては、Change Finder（非特許文献 1 ）、IBM 法（特許文献 1 ）などの技術を用いる。

【 0 0 8 8 】

続いて、障害分析処理部 1 0 7 は、データ変化度算出処理部 3 0 1 により算出された変化度を、データ変化度算出処理部 3 0 1 から受け取り、記憶部 1 0 4 から障害変化パタン行列 3 0 2 を読み込む（ステップ S 3 0 2 ）。

【 0 0 8 9 】

障害分析処理部 1 0 7 は、受け取った変化度と障害変化パタン行列 3 0 2 とを用いて、第 1 の実施形態と同様の処理により、障害寄与度を求め（ステップ S 3 0 3 ）、障害を特定する（ステップ S 3 0 4 ）。ここで、本実施形態における変化度は、第 1 の実施形態における入力データに相当し、本実施形態における障害変化パタン行列 3 0 2 は、第 1 の実施形態における障害パタン行列 1 1 0 に相当する。

30

【 0 0 9 0 】

属性抽出処理部 1 0 8 は、変化度、障害、障害寄与度を障害分析処理部 1 0 7 から受け取ると共に、第 1 の実施形態と同様にして記憶部 1 0 4 の属性変化パタンデータベース 3 0 3 から、属性変化パタンテーブル 3 0 4 を読み込む（ステップ S 3 0 5 ）。

【 0 0 9 1 】

属性抽出処理部 1 0 8 は、第 1 の実施形態と同様の処理により、注目属性を抽出し（ステップ S 3 0 6 ）、障害、障害寄与度、その障害に対応する注目属性を、変化度に対応付けて出力部 1 0 5 へ渡す。ここで、本実施形態における属性変化パタンテーブル 3 0 4 は、第 1 の実施形態における属性パタンテーブル 1 1 2 に相当する。

40

【 0 0 9 2 】

出力部 1 0 5 は、受けとった情報を出力する（ステップ S 3 0 7 ）。

【 0 0 9 3 】

このように、障害分析装置 3 0 0 は、分析対象データとして時系列データを用いることにより、どの障害によってどの属性にどのような変化が生じたのかといった、詳細な情報をユーザーに提供することができる。この結果、注目属性を高精度に抽出できるとともに、障害発生時の詳細な情報をユーザーへ提供でき、障害原因の特定をより高精度に行うこ

50

とができる。

【 0 0 9 4 】

(変形例)

なお、上記実施形態は一例であり、種々の変形及び応用が可能である。

【 0 0 9 5 】

上記実施形態では、時系列データとして連続値を用いた例を示したが、これは一例であり、時系列データは、各種機能の ON / OFF などの離散値であってもよい。

【 0 0 9 6 】

上記実施形態では、属性変化パタンテーブル 3 0 4 が予め記憶部 1 0 4 内の属性変化パタンデータベース 3 0 3 に格納されている例を示したが、必ずしもこれに限定されない。第 1 の実施形態と同様に、障害変化パタン行列等から属性変化パタンテーブル 3 0 4 が生成されてもよい。

10

【 0 0 9 7 】

(第 4 の実施形態)

本実施形態に係る障害分析装置 4 0 0 は、第 3 の実施形態に係る分析装置 3 0 0 と同様に、時系列データを用いて、障害が発生した際の各属性値の変化度を算出する。さらに、障害分析装置 4 0 0 は、第 2 の実施形態に係る分析装置 2 0 0 と同様に、障害に関する予備知識を必要とすることなく、必要な情報を特定する。

【 0 0 9 8 】

本実施形態に係る障害分析装置 4 0 0 は、第 2 の実施形態と比較すると、図 1 2 に示すように、制御部 1 0 3 に、第 3 の実施形態に係るデータ変化度算出処理部 3 0 1 をさらに備えている。なお、第 2 の実施形態と同じ部材及び構成については省略する。

20

【 0 0 9 9 】

次に、図 1 3 を参照して、本実施形態に係る分析装置 4 0 0 の動作について説明する。

【 0 1 0 0 】

通信部 1 0 2 は、外部データベースシステムから、第 3 の実施形態と同様、時系列データである入力データを読み出し (ステップ S 4 0 0) 、読み出した入力データを、データ変化度算出処理部 3 0 1 および障害発生行列生成処理部 2 0 6 へ渡す。

【 0 1 0 1 】

データ変化度算出処理部 3 0 1 では、第 3 の実施形態と同様の処理により、入力データの各属性に対応する変化度を算出する (ステップ S 4 0 1) 。

30

【 0 1 0 2 】

データ行列生成処理部 2 0 5 は、データ変化度算出処理部 3 0 1 で算出した変化度を受け取り、変化度を、データ数 × 属性数 (N 行 D 列) のデータ行列 2 0 8 として配列し、記憶部 1 0 4 に記憶する (ステップ S 4 0 2) 。

【 0 1 0 3 】

障害発生行列生成処理部 2 0 6 は、第 2 の実施形態と同様の処理により、障害発生行列 2 0 9 を生成し、記憶部 1 0 4 に記憶する (ステップ S 4 0 3) 。

【 0 1 0 4 】

障害分析処理部 1 0 7 は、データ行列 2 0 8 と障害発生行列 2 0 9 とを記憶部 1 0 4 から受け取り、第 2 の実施形態と同様の処理により、障害寄与度と障害変化パタンとを算出する (ステップ S 4 0 4) とともに、障害を特定する (ステップ S 4 0 5) 。

40

【 0 1 0 5 】

続いて障害分析処理部 1 0 7 は、第 2 の実施形態と同様の処理により、第 3 の実施形態と同様の属性変化パタンテーブル 3 0 4 を求める (ステップ S 4 0 6) とともに、注目属性を抽出する (ステップ S 4 0 7) 。

【 0 1 0 6 】

属性抽出処理部 1 0 8 は、第 3 の実施形態と同様に、障害、障害寄与度、その障害に対応する注目属性を、変化度に対応付けて出力部 1 0 5 へ渡す。

【 0 1 0 7 】

50

出力部 105 は、受け取った情報を出力する（ステップ S408）。

【0108】

このように、障害分析装置 400 は、各障害における属性の変化度の代表値を示す障害変化パターンが不明な場合でも、どの障害によってどの属性にどのような変化が生じたのかといった、より詳細な情報をユーザーに提供することができる。この結果、分析対象の障害に対する予備知識を必要とすることなく、注目属性を高精度に抽出できるとともに、障害発生時の詳細な情報をユーザーへ提供でき、障害原因の特定をより高精度に行うことができる。

【0109】

なお、上記実施形態は一例であり、種々の変形及び応用が可能である。

10

【0110】

上記実施形態では、属性変化パターンテーブル 304 は、障害分析処理部 107 により求められる例を示したが、必ずしもこれに限定されない。属性変化パターンテーブル 304 は、予め記憶部 104 の属性変化パターンデータベース 303 に格納されていてもよい。

【0111】

また、上記実施形態に係る障害分析装置 100～400 の機能は、専用のハードウェアによっても、また、通常のコンピュータシステムによっても実現することができる。

【0112】

例えば、上記実施形態において、障害分析装置 100～400 の記憶部 104 に記憶されているプログラム 106 を、フレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disk Read-Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk)、MO (Magneto-Optical disk) 等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布し、そのプログラムをコンピュータにインストールすることにより、上述の処理を実行する装置を構成することができる。

20

【0113】

また、プログラムをインターネット等の通信ネットワーク上の所定のサーバ装置が有するディスク装置等に格納しておき、例えば、搬送波に重畳させて、コンピュータにダウンロード等するようにしても良い。

【0114】

また、通信ネットワークを介してプログラムを転送しながら起動実行することによっても、上述の処理を達成することができる。

30

更に、プログラムの全部又は一部をサーバ装置上で実行させ、その処理に関する情報をコンピュータが通信ネットワークを介して送受信しながらプログラムを実行することによっても、上述の処理を達成することができる。

【0115】

なお、上述の機能を、OS (Operating System) が分担して実現する場合又は OS とアプリケーションとの協働により実現する場合等には、OS 以外の部分のみを媒体に格納して配布してもよく、また、コンピュータにダウンロード等しても良い。

【0116】

上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

40

【0117】

(付記 1)

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害（以下、障害要素という）がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出手段と、

前記障害寄与度算出手段により求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定手段と、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、

50

前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定手段と、

前記障害要素特定手段により特定された障害要素と前記要因指標特定手段により特定された指標との少なくとも一方を出力する出力手段と、

を備えることを特徴とする障害分析装置。

【0118】

(付記2)

前記障害寄与度算出手段は、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データを記憶する分析対象データ記憶手段と、

予め記憶されている、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値を示す障害パタンの要素の代表値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの要素の値と、の対応するもの同士の相対的な関係に基づいて、発生している障害に個々の障害(以下、障害要素という)がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める手段と

を備え、

前記要因指標特定手段は、障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値の組を示す、予め記憶されている属性パタンの要素の値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する、

ことを特徴とする付記1に記載の障害分析装置。

【0119】

(付記3)

前記障害寄与度算出手段は、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データを記憶する分析対象データ記憶手段と、

予め記憶されている、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値を示す障害パタンの要素の代表値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの要素の値と、の対応するもの同士の相対的な関係に基づいて、発生している障害に個々の障害(以下、障害要素という)がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める手段と

を備え、

前記要因指標特定手段は、障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値の組を示す、属性パタンの要素の値を、前記障害パタンの要素の代表値に基づいて算出し、算出した前記属性パタンの要素の値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの各要素の値に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する、

ことを特徴とする付記1に記載の障害分析装置。

【0120】

(付記4)

前記分析対象データから、前記分析対象データの各指標値を配列して第1行列を生成するデータ行列生成手段と、

前記データ行列生成手段により生成された前記第1行列の各行の各要素の値を前記分析対象データとして記憶するデータ行列記憶手段と、

前記分析対象データから、前記分析対象データに対する障害の発生の有無を配列して第2行列を生成する障害発生行列生成手段と、

をさらに備え、

前記障害寄与度算出手段は、

前記障害発生行列生成手段により生成された前記第2行列と、未知の、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値を示す障害パターンと、を対応付けたものの各要素の

10

20

30

40

50

値を記憶する障害パターン記憶手段と、

前記データ行列記憶手段に記憶された複数の分析対象データの要素の値と、前記障害パターン記憶手段に記憶された各要素の値との、対応するもの同士の相対的な関係に基づいて前記障害寄与度および前記障害パタンの要素の値を算出する手段と、

を備え、

前記要因指標特定手段は、障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値の組を示す、予め記憶されている属性パタンの要素の値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する、

ことを特徴とする付記 2 に記載の障害分析装置。

10

【 0 1 2 1 】

(付記 5)

前記分析対象データから、前記分析対象データの各指標値を配列して第 1 行列を生成するデータ行列生成手段と、

前記データ行列生成手段により生成された前記第 1 行列の各行の各要素の値を前記分析対象データとして記憶するデータ行列記憶手段と、

前記分析対象データから、前記分析対象データに対する障害の発生の有無を配列して第 2 行列を生成する障害発生行列生成手段と、

をさらに備え、

前記障害寄与度算出手段は、

前記障害発生行列生成手段により生成された前記第 2 行列と、未知の、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値を示す障害パターンと、を対応付けたものの各要素の値を記憶する障害パターン記憶手段と、

20

前記データ行列記憶手段に記憶された複数の分析対象データの要素の値と、前記障害パターン記憶手段に記憶された各要素の値との、対応するもの同士の相対的な関係に基づいて前記障害寄与度および前記障害パタンの要素の値を算出する手段と、

を備え、

前記要因指標特定手段は、障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値の組を示す、属性パタンの要素の値を、前記障害パタンの要素の値に基づいて算出し、算出した前記属性パタンの要素の値と、前記分析対象データ記憶手段に記憶された分析対象データの各要素の値に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する、

30

ことを特徴とする付記 3 に記載の障害分析装置。

【 0 1 2 2 】

(付記 6)

前記分析対象データ記憶手段が、分析対象物の複数の指標の値をそのまま分析対象データとして記憶する、

ことを特徴とする付記 2 乃至 5 のいずれか一個に記載の障害分析装置。

【 0 1 2 3 】

(付記 7)

前記分析対象データの各指標の値の変化度を求める変化度算出手段と、

前記変化度算出手段により求められた変化度を示す値の組を前記分析対象データとして記憶する手段と、

をさらに備え、

前記障害パターンが、各障害に対応する各指標の値の変化度の代表値を示す値であり、

前記属性パターンが、各障害の組み合わせに対応する各指標の値の変化度の代表値を示す値である、

ことを特徴とする付記 2 乃至 5 のいずれか一個に記載の障害分析装置。

【 0 1 2 4 】

50

(付記 8)

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害(以下、障害要素という)がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出ステップと、

前記障害寄与度算出ステップで求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定ステップと、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定ステップで特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定ステップと、

前記障害要素特定ステップで特定された障害要素と前記要因指標特定ステップで特定された指標との少なくとも一方を出力する出力ステップと、

を備えることを特徴とする障害分析方法。

【0125】

(付記 9)

コンピュータを、

分析対象物の複数の指標の値に基づいて生成された値を要素とする分析対象データと、複数の障害それぞれに対する前記複数の指標の代表値との相対的な関係に基づいて、前記分析対象物に発生している障害に個々の障害(以下、障害要素という)がどの程度寄与しているかを示す障害寄与度を求める障害寄与度算出手段、

前記障害寄与度算出手段により求められた障害寄与度に基づいて、発生している障害要素を特定する障害要素特定手段、

障害要素を組み合わせた障害が発生しているときに、前記複数の指標がとる代表値と、前記分析対象データの各要素の値と、に基づいて、前記障害要素特定手段により特定された障害要素の要因と推定される指標を特定する要因指標特定手段、

前記障害要素特定手段により特定された障害要素と前記要因指標特定手段により特定された指標との少なくとも一方を出力する出力手段、

として機能させるための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

【0126】

本出願は、2010年5月6日に出願された日本国特許出願特願2010-106810号に基づく。本明細書中に、それらの明細書、特許請求の範囲、図面全体を参照として取り込むものとする。

【産業上の利用可能性】

【0127】

本発明は、機械システムの障害を分析する用途に好適に適用される。

【符号の説明】

【0128】

100 障害分析装置

101 入力部

102 通信部

103 制御部

104 記憶部

105 出力部

106 プログラム

107 障害分析処理部

108 属性抽出処理部

110 障害パタン行列

111 属性パタンデータベース

112 属性パタンテーブル

10

20

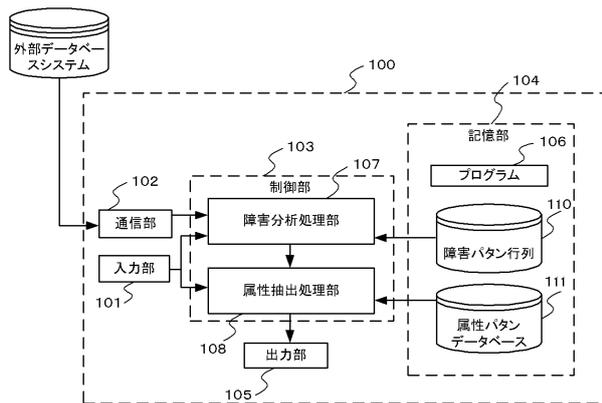
30

40

50

- 2 0 0 障害分析装置
- 2 0 5 データ行列生成処理部
- 2 0 6 障害発生行列生成処理部
- 2 0 7 障害パターン推定処理部
- 2 0 8 データ行列
- 2 0 9 障害発生行列
- 3 0 0 障害分析装置
- 3 0 1 データ変化度算出処理部
- 3 0 2 障害変化パターン行列
- 3 0 3 属性変化パターンデータベース
- 3 0 4 属性変化パターンテーブル
- 4 0 0 障害分析装置

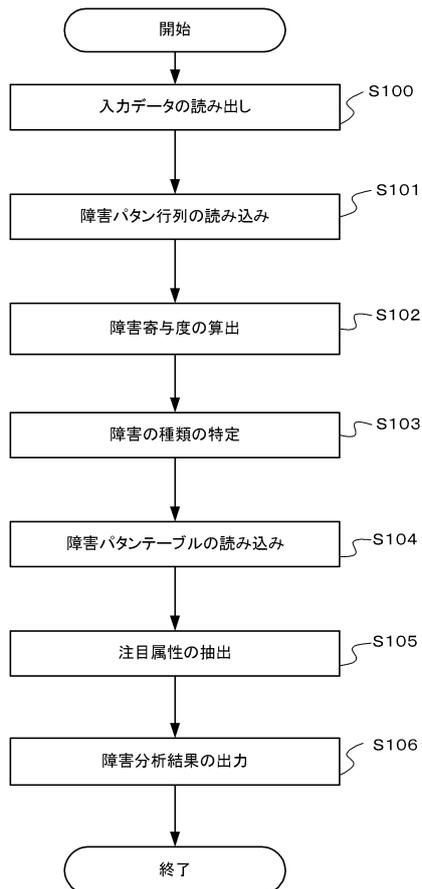
【図1】



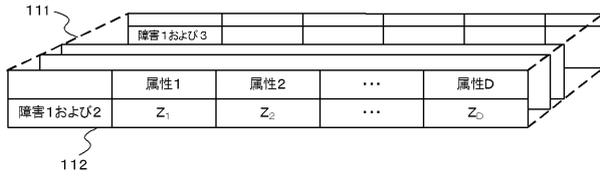
【図2】

	属性1	属性2	...	属性D
障害1	Q _{1,1}	Q _{1,2}	...	Q _{1,D}
障害2	Q _{2,1}	Q _{2,2}	...	Q _{2,D}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
障害M	Q _{M,1}	Q _{M,2}	...	Q _{M,D}

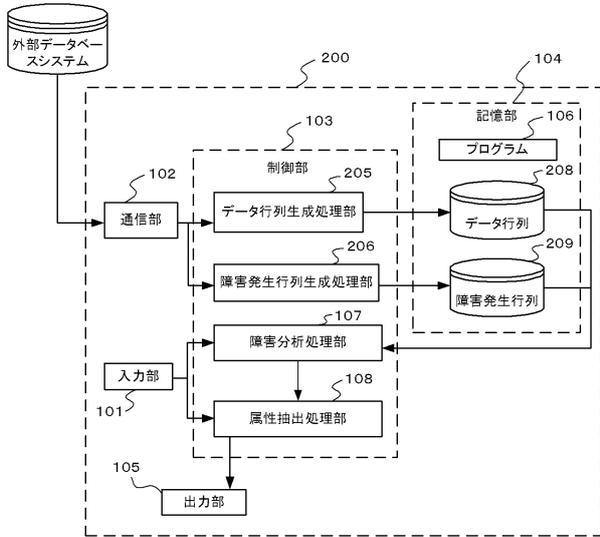
【図3】



【図4】



【図5】



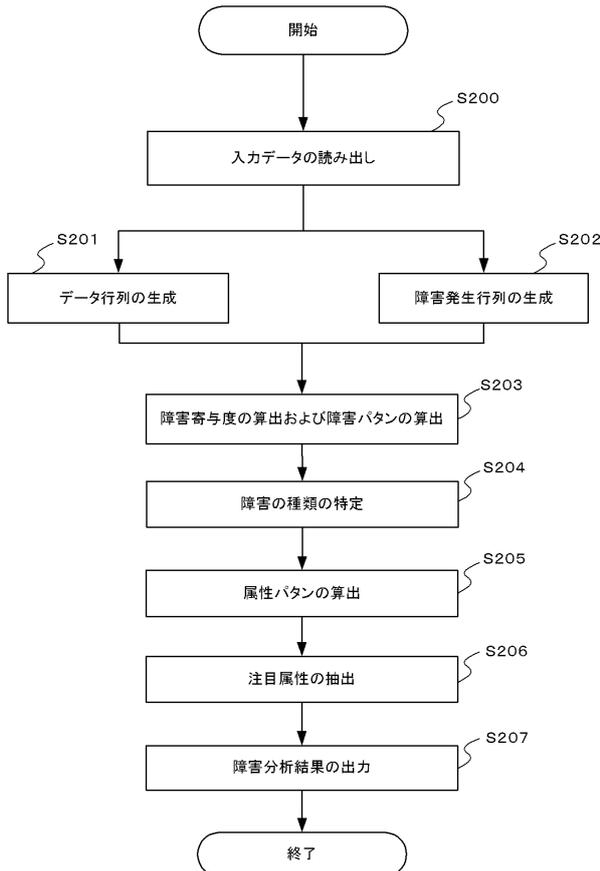
【図6】

	属性1	属性2	...	属性D
データ1	G ₁₁	G ₁₂	...	G _{1D}
データ2	G ₂₁	G ₂₂	...	G _{2D}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
データN	G _{N1}	G _{N2}	...	G _{ND}

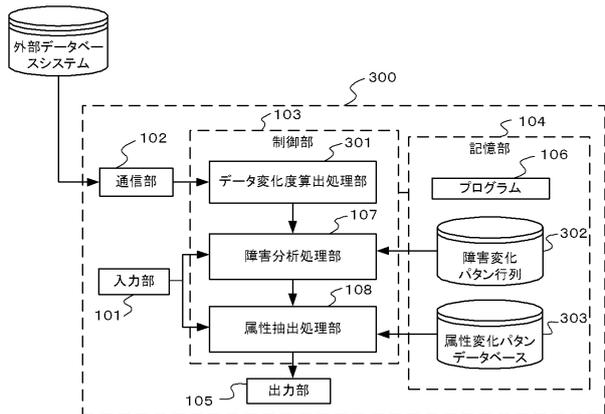
【図7】

	障害1	障害2	...	障害M
データ1	F ₁₁	F ₁₂	...	F _{1M}
データ2	F ₂₁	F ₂₂	...	F _{2M}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
データN	F _{N1}	F _{N2}	...	F _{NM}

【図8】



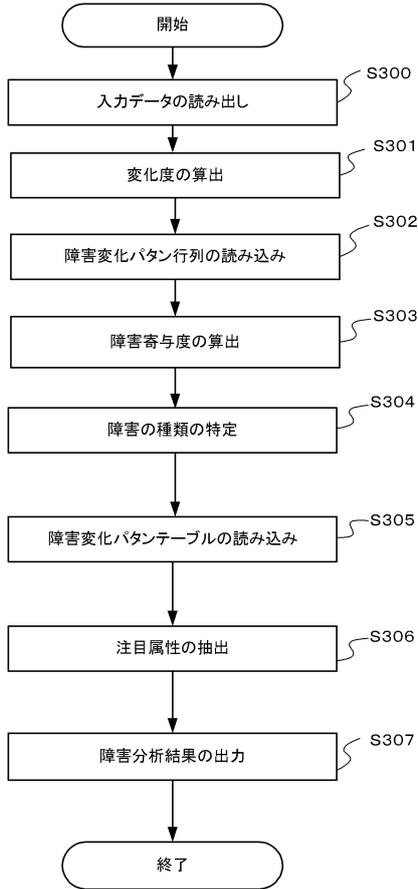
【図9】



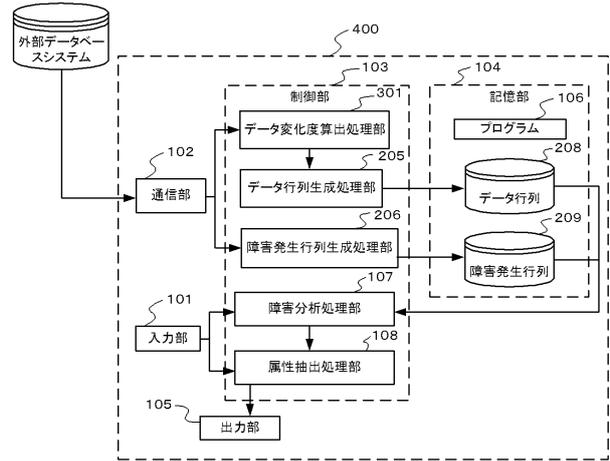
【図10】

	属性1	属性2	...	属性D
障害1	C ₁₁	C ₁₂	...	C _{1D}
障害2	C ₂₁	C ₂₂	...	C _{2D}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
障害M	C _{M1}	C _{M2}	...	C _{MD}

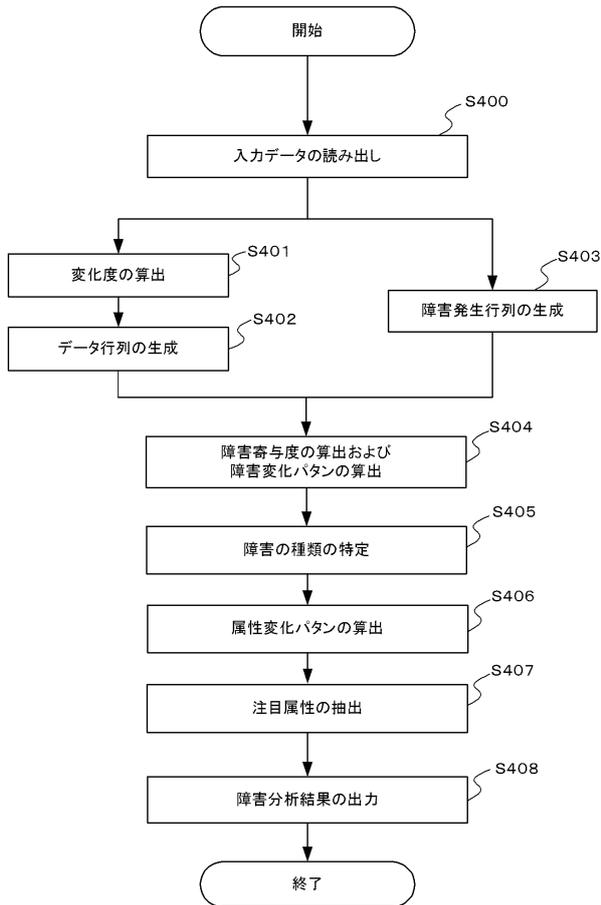
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-023051(JP,A)
特開2009-301341(JP,A)
特開2007-328645(JP,A)
特開2010-092355(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06Q 10/00 - 50/34
G06F 11/22
G06F 17/30