

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7621887号
(P7621887)

(45)発行日 令和7年1月27日(2025.1.27)

(24)登録日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(51)国際特許分類 F I
G 0 5 B 23/02 (2006.01) G 0 5 B 23/02 3 0 2 Y
G 0 6 N 5/04 (2023.01) G 0 6 N 5/04

請求項の数 12 (全22頁)

(21)出願番号	特願2021-92424(P2021-92424)	(73)特許権者	000233044 株式会社日立パワーソリューションズ 茨城県日立市幸町3丁目2番2号
(22)出願日	令和3年6月1日(2021.6.1)	(74)代理人	110001807 弁理士法人磯野国際特許商標事務所
(65)公開番号	特開2022-184521(P2022-184521 A)	(72)発明者	韓 露 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
(43)公開日	令和4年12月13日(2022.12.13)	(72)発明者	蛭田 智昭 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
審査請求日	令和6年2月5日(2024.2.5)	(72)発明者	湯田 晋也 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
		審査官	大古 健一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 設備異常原因推定装置、設備異常原因推定システム、および、設備異常原因推定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

設備の保守知識が蓄積されたアセット知識データベースと、
前記アセット知識データベースから保守知識ベイジアンネットワークを生成する診断用
ネット生成部と、
前記保守知識ベイジアンネットワークを保存する保守知識ベイジアンネットワークデー
タベースと、
異常原因を推定する異常原因推定部と、
前記異常原因とチェック項目結果とを保存する保守作業報告データベースと、
前記保守作業報告データベースに蓄積した前記異常原因ごとに、端末装置のGUIを通
して故障モードの入力を受け付けた際の前記チェック項目結果のデータをクラスタリング
して、前記異常原因の詳細化対象と詳細化結果を前記アセット知識データベースに出力す
る異常原因更新部と、
を備えることを特徴とする設備異常原因推定装置。

10

【請求項2】

前記異常原因更新部は、故障モードに係るチェック項目結果を、多次元空間にマッピン
グしてクラスタリングする、
ことを特徴とする請求項1に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項3】

前記異常原因更新部は、故障モードに係るチェック項目結果をクラスタリングし、2つ

20

のクラスタ間の中心距離が所定値以上ならば、これら 2 つのクラスタを分割対象とする、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項 4】

前記異常原因更新部は、故障モードに係るチェック項目結果をクラスタリングし、一定的な値以下のクラスタを除外する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項 5】

前記異常原因更新部は、故障モードに係るチェック項目結果をクラスタリングし、所定割合未満のデータを含むクラスタを、相対的にクラスタ中心距離の近い分割対象のクラスタに結合する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項 6】

前記異常原因更新部は、前記異常原因の詳細化により故障モードを分割し、
前記診断用ネット生成部は、分割後の故障モードを含む保守知識ベイジアンネットワークデータベースを生成する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項 7】

前記異常原因更新部は、分割後の故障モードに属するチェック項目の結果のうち異常であるチェック項目の割合を計算して出力する、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項 8】

前記異常原因更新部は、分割後の故障モードに属するチェック項目の結果のうち異常の割合が高いチェック項目の文言から、コンポーネント名と故障名との組み合わせを抽出する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項 9】

前記異常原因更新部は、分割後の故障モードに属するチェック項目の結果のうち異常の割合が高いチェック項目の文言から、コンポーネント名と「故障」の文言との組み合わせを抽出する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項 10】

前記アセット知識データベースは、故障モード発生確率表と、前記保守知識ベイジアンネットワークの親ノードが異常時における子ノードの異常発生確率表と、前記親ノードが正常時における前記子ノードの異常発生確率表とを蓄積している、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の設備異常原因推定装置。

【請求項 11】

設備の保守知識が蓄積されたアセット知識データベースと、
前記アセット知識データベースから保守知識ベイジアンネットワークを生成する診断用ネット生成部と、

前記保守知識ベイジアンネットワークを保存する保守知識ベイジアンネットワークデータベースと、

異常原因を推定する異常原因推定部と、

前記異常原因とチェック項目結果とを保存する保守作業報告データベースと、

前記保守作業報告データベースに蓄積した前記異常原因ごとに、端末装置の GUI を通じて故障モードの入力を受け付けた際の前記チェック項目結果のデータをクラスタリングして、前記異常原因の詳細化対象と詳細化結果を前記アセット知識データベースに出力する異常原因更新部と、

を備えることを特徴とする設備異常原因推定システム。

【請求項 12】

診断用ネット生成部が、設備の保守知識が蓄積されたアセット知識データベースから保

10

20

30

40

50

守知識ベイジアンネットワークを生成するステップと、
 異常原因推定部が、異常原因を推定するステップと、
 前記異常原因とチェック項目結果とを保守作業報告データベースに保存するステップと、
 異常原因更新部が、前記保守作業報告データベースに蓄積した前記異常原因ごとに、端末装置のGUIを通して故障モードの入力を受け付けた際の前記チェック項目結果のデータをクラスタリングして、前記異常原因の詳細化対象と詳細化結果を前記アセット知識データベースに出力するステップと、
 を含むことを特徴とする設備異常原因推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、設備の異常に対処する保守業務を支援する設備異常原因推定装置、設備異常原因推定システム、および、設備異常原因推定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスエンジンなどの設備を常に動作させるためには、保守作業が必須である。本技術分野の関連技術として、特許文献1がある。この文献には、設備計測値から異常パラメータを推定することについて記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【文献】特開2020-9080号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1は、推定手法に用いられる物理モデルの更新方法を考慮されていない。そのため、推定用のモデルの内部の因果関係に変更が必要な場合、更新ができなくなる。

【0005】

保守知識の記載には、曖昧な部分を含む場合がある。そのため、保守知識から原因診断システムを作成すると、原因診断システムで推定される故障モードも曖昧な表現になり、異常原因を明確にすることができない。

30

【0006】

そこで、本発明は、異常原因の推定精度を向上させることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記した課題を解決するため、本発明の設備異常原因推定装置は、設備の保守知識が蓄積されたアセット知識データベースと、前記アセット知識データベースから保守知識ベイジアンネットワークを生成する診断用ネット生成部と、前記保守知識ベイジアンネットワークを保存する保守知識ベイジアンネットワークデータベースと、異常原因を推定する異常原因推定部と、前記異常原因とチェック項目結果とを保存する保守作業報告データベースと、前記保守作業報告データベースに蓄積した前記異常原因ごとに、端末装置のGUIを通して故障モードの入力を受け付けた際の前記チェック項目結果のデータをクラスタリングして、前記異常原因の詳細化対象と詳細化結果を前記アセット知識データベースに出力する異常原因更新部と、を備えることを特徴とする。

40

【0008】

本発明の設備異常原因推定システムは、設備の保守知識が蓄積されたアセット知識データベースと、前記アセット知識データベースから保守知識ベイジアンネットワークを生成する診断用ネット生成部と、前記保守知識ベイジアンネットワークを保存する保守知識ベイジアンネットワークデータベースと、異常原因を推定する異常原因推定部と、前記異常

50

原因とチェック項目結果とを保存する保守作業報告データベースと、前記保守作業報告データベースに蓄積した前記異常原因ごとに、端末装置のGUIを通して故障モードの入力を受け付けた際の前記チェック項目結果のデータをクラスタリングして、前記異常原因の詳細化対象と詳細化結果を前記アセット知識データベースに出力する異常原因更新部と、を備えることを特徴とする。

【0009】

本発明の設備異常原因推定方法は、診断用ネット生成部が、設備の保守知識が蓄積されたアセット知識データベースから保守知識ベイジアンネットワークを生成するステップと、異常原因推定部が、異常原因を推定するステップと、前記異常原因とチェック項目結果とを保守作業報告データベースに保存するステップと、異常原因更新部が、前記保守作業報告データベースに蓄積した前記異常原因ごとに、端末装置のGUIを通して故障モードの入力を受け付けた際の前記チェック項目結果のデータをクラスタリングして、前記異常原因の詳細化対象と詳細化結果を前記アセット知識データベースに出力するステップと、を含むことを特徴とする。

その他の手段については、発明を実施するための形態のなかで説明する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、異常原因の推定精度を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施形態の設備異常原因推定システムを示すブロック図である。

【図2】保守知識データに関する説明図である。

【図3】案件データに関する説明図である。

【図4】故障モード発生確率を示す図である。

【図5】親ノードが異常時の子ノード異常発生確率を示す図である。

【図6】親ノードが正常時の子ノード異常発生確率を示す図である。

【図7】保守知識ベイジアンネットワークの生成処理のフローチャートである。

【図8】保守知識ベイジアンネットワークを示す構成図である。

【図9】ノードデータを示す図である。

【図10】リンクデータを示す図である。

【図11】、機種対応の保守知識ベイジアンネットワーク処理を示すフローチャートである。

【図12】原因推定処理のフローチャートである。

【図13A】推定結果データを示す説明図である。

【図13B】推定結果データを示す説明図である。

【図14】推定結果報知画面を示す説明図である。

【図15】保守作業報告データを示す説明図である。

【図16】異常原因更新処理のフローチャートである。

【図17】履歴データを示す説明図である。

【図18】クラスタ処理にてマッピングするn次元空間を示す図である。

【図19】更新処理結果データを示す図である。

【図20A】更新前のベイジアンネットワークを示す図である。

【図20B】更新後のベイジアンネットワークを示す図である。

【図21A】故障モード文言更新を示す説明図である。

【図21B】故障モード文言更新を示す説明図である。

【図22】チェック項目の文言を抽出する処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以降、本発明を実施するための形態を、各図を参照して詳細に説明する。

図1は、本実施形態の設備異常原因推定システム9を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

設備異常原因推定システム 9 は、アセット知識データベース 1 と、診断用ネット生成部 2 と、保守知識ベイジアンネットワークデータベース 3 と、異常原因推定部 4 と、保守作業報告データベース 5 と、異常原因更新部 6 と、を備える。なお、本発明は、複数の装置が組み合わせられたシステムに限定されず、単一の設備異常原因推定装置であってもよい。

【0013】

アセット知識データベース 1 は、保守知識が蓄積されたデータベースである。保守知識とは、例えば、保守マニュアルや、F T (Fault Tree) 図などから抽出される情報であり、例えば図 2 に示すような保守知識データ 7 1、図 4 に示す故障モード発生確率、図 5 に示す親ノードが異常時の子ノード異常発生確率、図 6 に示す親ノードが正常時の子ノード異常発生確率などが含まれる。

10

【0014】

図 2 は、保守知識データ 7 1 に関する説明図である。

保守知識データ 7 1 は、異常事象欄と、機能故障欄と、コンポーネント欄と、故障モード欄と、チェック項目欄とを含んで構成される。

【0015】

異常事象欄は、異常の事象名が格納される欄であり、ここでは気温上昇が格納されている。機能故障欄は、異常事象を引き起こす原因を洗い出した情報が格納される。機能故障欄には、機能故障に対応するコンポーネントの情報が含まれることもある。なお、一つの異常事象によって引き起こされる可能性が有る機能故障は、一つとは限らない。

20

【0016】

コンポーネント欄は、機能故障を引き起こすコンポーネントの名称を格納する欄である。故障モード欄は、機能故障に係る故障モード、すなわち故障の原因を格納する欄である。

【0017】

チェック項目欄は、設備のセンサデータや環境、設備、コンポーネントなどのように、チェックすべき項目を格納する欄である。チェック項目は、故障モードが発生する時に発生可能な現象を洗い出し、その現象が発生したかどうかをチェックするためのものである。一つの故障モードに対応するチェック項目は一つとは限らない。

【0018】

図 3 は、案件データ 7 2 に関する説明図である。

案件 ID 欄は、異常事象に係る案件の識別番号を格納する欄である。異常事象欄は、異常の事象名が格納される欄である。

30

診断用ネット生成部 2 は、異常事象が発生すると、案件データ 7 2 に示すように、その案件の識別番号を付与して、その案件に係る処理を実行する。診断用ネット生成部 2 は、アセット知識データベース 1 から保守知識ベイジアンネットワーク 8 (図 8 参照) を生成するものである。

【0019】

図 1 に戻り説明を続ける。アセット知識データベース 1 は、後記する図 8 の保守知識ベイジアンネットワーク 8 の因果関係に設定する確率情報が格納される。異常事象と機能故障、機能故障と故障モード、故障モードとチェック項目は全て原因と結果の関係であり、以下では保守知識ベイジアンネットワーク 8 を生成する際に、全ての情報をノードとして生成し、因果関係を結ぶ。保守知識ベイジアンネットワーク 8 では、親ノードと子ノードとは、因果関係の確率情報で結ばれており、以下の一例を挙げる。

40

【0020】

アセット知識データベース 1 は、三種類のデータも保存する。以下の図 4 から図 6 にその三種類のデータについて説明する。

【0021】

図 4 は、故障モード発生確率表 1 1 を示す図である。故障モード発生確率表 1 1 は、アセット知識データベース 1 に保存される第 1 のデータである。

故障モード発生確率表 1 1 は、故障モード欄と、状態欄と、確率欄とを含んで構成される。この表に基づいて、各故障モードの発生確率を知ることができる。

50

【 0 0 2 2 】

故障モード欄には、故障モードの名称が格納されている。

状態欄には、YまたはNが格納されており、それぞれ故障モードの発生状態と非発生状態を意味している。これら状態は、同一の故障モードに係るYとNの確率を加算すると1になるように設定される。

【 0 0 2 3 】

確率欄には、故障モードの状態の確率が格納されている。ここで故障モードの確率は、故障モードの状態YとNを、それぞれ50%などの固定の値を入れている。しかし、これに限られず、過去の履歴などから計算することもできる。故障モードの発生状態の確率は、例えば、故障履歴のうち、当該故障モードの発生件数から総件数を除算した値である。

10

【 0 0 2 4 】

図5は、親ノードが異常時における子ノード異常発生確率表12を示す図である。子ノード異常発生確率表12は、アセット知識データベース1に保存される第2のデータである。

親ノードが異常時における子ノード異常発生確率表12は、親ノード欄と、状態欄と、子ノード欄と、子ノード状態欄と、確率欄とを含んで構成される。子ノード異常発生確率表12は、ある故障モードが発生した際に、チェック項目が異常と正常の確率を示している。

【 0 0 2 5 】

親ノード欄には、故障モードの名称が格納されている。この表にて状態欄には、Yが格納されており、故障モードの発生状態を意味している。

20

子ノード欄には、チェック項目が格納されており、ここではセンサ名が格納されている。子ノード状態欄には、チェック項目の状態が格納されており、ここでは当該センサの状態が格納されている。確率欄には、チェック項目の状態の確率が格納されており、ここではセンサの状態の確率が格納されている。子ノード異常発生確率表12では、同一のチェック項目の状態に係る異常と正常の確率を加算すると1.0(100%)になるように設定される。

【 0 0 2 6 】

この第2のデータは、異常の時100%、正常の時0%などの固定値に設定することはでき、過去の故障履歴から計算することもできる。

30

【 0 0 2 7 】

図6は、親ノードが正常時における子ノード異常発生確率表13を示す図である。子ノード異常発生確率表13は、アセット知識データベース1に保存される第3のデータである。

子ノード異常発生確率表13は、子ノード欄と、子ノード状態欄と、確率欄とを含んで構成される。

子ノード欄には、チェック項目が格納されており、ここではセンサ名が格納されている。子ノード状態欄には、チェック項目の状態が格納されており、ここでは当該センサの状態が格納されている。確率欄には、チェック項目の状態の確率が格納されており、ここではセンサの状態の確率が格納されている。子ノード異常発生確率表13では、同一のチェック項目の状態に係る異常と正常の確率を加算すると1.0(100%)になるように設定される。

40

この第3のデータは、異常の時0%、正常の時100%などの固定値に設定することはでき、過去の故障履歴から計算することもできる。

【 0 0 2 8 】

図1に戻り説明を続ける。診断用ネット生成部2は、設備に異常が発生し、図2のように案件ID、異常事象(機種情報をを含むことも可能である)を含む案件情報が入力されると、原因推定用の保守知識ペイジアンネットワーク8を生成する。保守知識ペイジアンネットワーク8は、後記する図8で図示している。

【 0 0 2 9 】

50

保守知識ベイジアンネットワークデータベース 3 は、診断用ネット生成部 2 が生成した保守知識ベイジアンネットワーク 8 を保存する。

異常原因推定部 4 は、案件情報と保全員などが入力するチェック項目の結果（正常または異常）を入力データとして、異常原因を推定し、故障モードの発生確率を計算して出力する。異常原因推定部 4 は、計算された故障モードの発生確率を、装置の画面にて表示する。その詳細については、後記する図 1 2 に示す。

【 0 0 3 0 】

保守作業報告データベース 5 は、保守作業報告を保存するデータベースである。保守作業報告データベース 5 は、異常原因推定部 4 が推定した異常原因と、案件情報と保全員などが入力したチェック項目結果とを保存する。

異常原因更新部 6 は、保守作業報告データベース 5 の記録を参照する。異常原因更新部 6 は、保守作業報告データベース 5 から更新対象の異常原因を見つけると、更新指令を作成し、アセット知識データベース 1 を更新する。異常原因更新部 6 は、図 1 に示す保守作業報告データベース 5 に蓄積した異常原因とチェック項目結果のデータをクラスタリングして、異常原因の詳細化対象と詳細化結果を出力する。

【 0 0 3 1 】

《保守知識ベイジアンネットワーク生成処理》

図 7 は、保守知識ベイジアンネットワーク 8 の生成処理のフローチャートである。

本処理は、図 3 に示されるような案件情報（案件 ID と異常事象の組み合わせ）が診断用ネット生成部 2 に入力される毎に実行される。

【 0 0 3 2 】

本処理が診断用ネット生成部 2 によって実行されると、診断用ネット生成部 2 は、文字列などの形式でネットワーク ID を生成し、案件情報を受け取る（ステップ S 1 0）。診断用ネット生成部 2 は、案件情報にある異常事象の情報でアセット知識データベース 1 を検索し、一致する異常事象の内容を取得する（ステップ S 1 1）。診断用ネット生成部 2 は、取得したアセット知識データベース 1 のデータを用いて、ネットワークの構造情報を生成すると（ステップ S 1 2）、図 7 の処理を終了する。

【 0 0 3 3 】

診断用ネット生成部 2 が生成するネットワーク構造情報は、例えば後記する図 8 に示す保守知識ベイジアンネットワーク 8 である。具体的には、診断用ネット生成部 2 は、取得したアセット知識データベース 1 のデータから、ノードの情報を生成する。診断用ネット生成部 2 は、アセット知識データベース 1 の各セルの情報を、後記する図 9 のノードデータ 1 4 の一行のノート情報に生成する。

【 0 0 3 4 】

図 8 は、保守知識ベイジアンネットワーク 8 の一例を示す図である。

この保守知識ベイジアンネットワーク 8 は、階層 8 1 ~ 8 4 までの 4 階層で構成される。階層 8 1 は、異常現象の階層であり、ノード 8 1 1 を含んでいる。ノード 8 1 1 は、気温上昇に係るノードである。保守知識ベイジアンネットワーク 8 は、異常事象、機能故障、故障モード、チェック項目の 4 階層の構造のベイジアンネットワークであり、各リンクの矢印は因果関係を示す。リンクの矢印の元は、原因つまり親ノードである。リンクの矢印の先は、結果つまり子ノードである。

【 0 0 3 5 】

階層 8 2 は、機能故障の階層であり、ノード 8 2 1 ~ 8 2 3 を含んでいる。ノード 8 2 1 は、熱交換器の能力不足に係るノードである。ノード 8 2 2 は、冷却ポンプの能力不足に係るノードである。ノード 8 2 3 は、冷却塔の能力不足に係るノードである。これらノード 8 2 1 ~ 8 2 3 には、ノード 8 1 1 に向かうリンクが接続されている。

【 0 0 3 6 】

階層 8 3 は、故障モードの階層であり、ノード 8 3 1 ~ 8 3 4 を含んでいる。ノード 8 3 1 は、熱交換器の設計不良に係るノードである。ノード 8 3 2 は、熱交換器の汚れやつまりに係るノードである。ノード 8 3 3 は、冷却ポンプの汚れやつまりに係るノードであ

10

20

30

40

50

る。ノード 8 3 4 は、冷却塔の性能低下に係るノードである。ノード 8 3 1 , 8 3 2 には、ノード 8 2 1 に向かうリンクが接続されている。ノード 8 3 3 には、ノード 8 2 2 に向かうリンクが接続されている。ノード 8 3 4 には、ノード 8 2 3 に向かうリンクが接続されている。

【 0 0 3 7 】

階層 8 4 は、チェック項目の階層であり、ノード 8 4 1 ~ 8 4 4 を含んでいる。ノード 8 4 1 は、センサ # 1 の値に係るノードである。ノード 8 4 2 は、センサ # 2 の値に係るノードである。ノード 8 4 3 は、センサ # 3 の値に係るノードである。ノード 8 4 4 は、破損状況に係るノードである。ノード 8 3 1 には、ノード 8 4 1 , 8 4 2 に向かうリンクが接続されている。ノード 8 3 2 には、ノード 8 4 2 に向かうリンクが接続されている。ノード 8 3 3 には、ノード 8 4 2 , 8 4 3 に向かうリンクが接続されている。ノード 8 3 4 には、ノード 8 4 2 , 8 4 4 に向かうリンクが接続されている。

10

【 0 0 3 8 】

なお、保守知識ベイジアンネットワーク 8 の構成や各階層の意味は、図 8 に示したものに限定されない。

【 0 0 3 9 】

図 9 は、ノードデータ 1 4 を示す図である。

ノードデータ 1 4 は、図 8 に示した保守知識ベイジアンネットワーク 8 の各ノードに格納されており、ノード情報、種類、状態を含んで構成される。階層 8 3 の故障モードの階層のノード 8 3 1 ~ 8 3 4 と、機能故障の階層のノード 8 2 1 ~ 8 2 4 は、更にコンポーネント ID 情報も含んでいる。ただし、ノード情報は同じ内容を一行しか生成しない。このノードデータ 1 4 における一行の情報は原因推定用のベイジアンネットワークのノードに対応する。このノードのリンク情報は、ステップ S 1 1 で取得されたアセット知識データベース 1 のデータにより生成される。

20

【 0 0 4 0 】

図 1 0 は、リンク情報 1 5 を示す図である。

リンク情報 1 5 は、親ノード情報と子ノード情報とを含んで構成される。このリンク情報 1 5 のように、診断用ネット生成部 2 は、ステップ S 1 1 で取得されたアセット知識データベース 1 の情報を一行ずつ処理し、親ノードと子ノードを入力することで、因果関係を表わすリンクの情報を生成する。図 8 の保守知識ベイジアンネットワーク 8 は、図 1 0 のリンク情報に基づいて構成される。

30

【 0 0 4 1 】

図 1 1 は、機種対応の保守知識ベイジアンネットワーク処理を示すフローチャートである。

処理を開始すると、診断用ネット生成部 2 は、ノード情報にある故障モードの事前確率情報を準備する (ステップ S 4 0)。ここで診断用ネット生成部 2 は、アセット知識データベース 1 にある故障モード発生確率情報に係る第 1 のデータを参照して、ノード情報にある故障モードの確率を検索して取得する。ここで得られるデータは、ネット生成用の第 1 確率データである。

【 0 0 4 2 】

次に診断用ネット生成部 2 は、リンク情報にある親ノードと子モード情報で、アセット知識データベース 1 にある子ノード異常発生確率情報に係る第 2 のデータから検索して取得する (ステップ S 4 1)。ここで得られるデータは、ネット生成用の第 2 確率データである。

40

【 0 0 4 3 】

次に診断用ネット生成部 2 は、リンク情報に子モード情報で、アセット知識データベース 1 にある子ノード異常発生確率情報に係る第 3 のデータから検索して取得する (ステップ S 4 2)。ここで得られるデータは、ネット生成用の第 3 確率データである。

【 0 0 4 4 】

診断用ネット生成部 2 は、処理完了したノード情報とリンク情報の生成用の第 1 から第

50

3の確率データを、設備異常原因推定システム9にある保守知識ベイジアンネットワークデータベース3に出力すると(ステップS43)、図11の処理を終了する。

【0045】

《原因推定処理》

次に、原因推定処理について説明する。

図12は、原因推定処理のフローチャートである。本処理は、案件情報が入力される毎に実行される。

【0046】

本処理が実行されると、診断用ネット生成部2は、ネットワークID、ネットワーク情報、案件情報を受け取る(ステップS20)。診断用ネット生成部2は、受け取ったネットワーク情報に含まれるチェック項目のノード情報を、不図示の端末の画面に表示する(ステップS21)。設備の保全員は画面を見ながら、表示されるチェック項目に従って設備をチェックして、そのチェック結果を入力する。

10

【0047】

診断用ネット生成部2は、ネットワーク情報を用いて、保守知識ベイジアンネットワーク8を生成する(ステップS22)。

診断用ネット生成部2は、案件情報にある異常発生情報と同じ内容である異常事象ノードの状態を異常発生とする。診断用ネット生成部2は、チェック項目結果が入力されると、保守知識ベイジアンネットワーク8を用いて、故障モードノードの発生確率を計算して不図示の端末の画面に表示する(ステップS23)。

20

【0048】

出力データは、案件ID、チェック項目結果、ネットワークの全てのノードの各状態の確率、ネットワークIDである。また、図13Aに示す故障モードノードの発生確率と、図13Bに示すチェック項目の入力結果は、推定結果データとする。

【0049】

図13Aは、故障モード発生確率73を示す図である。図13Bは、チェック項目入力結果74を示す図である。図13Aと図13Bを併せて、推定結果データを示している。

図13Aの故障モード発生確率73は、故障モード欄と、状態欄と、確率欄とを含んで構成される。

故障モード欄には、故障モードの名称が格納されている。

30

【0050】

状態欄には、YまたはNが格納されており、それぞれ故障モードの発生状態と非発生状態を意味している。これら状態は、同一の故障モードに係るYとNの確率を加算すると1.0(100%)になるように設定される。

確率欄には、故障モードの状態の確率が格納されている。

【0051】

図13Bのチェック項目入力結果74は、チェック項目欄と、状態欄とを含んで構成される。

チェック項目欄には、チェック項目が格納されており、ここではセンサ名が格納されている。状態欄には、チェック項目に係る状態が格納されている。

40

【0052】

図12に戻り説明を続ける。ステップS23にて、診断用ネット生成部2は、ネットワークの全てのノードの各状態の確率、推定結果と称する、推定結果IDをつける。診断用ネット生成部2は、推定結果データにある故障モードが発生する方の確率、つまり、故障モードノードがYになる確率を降順でソートする。確率が高い方を強調するように、診断用ネット生成部2は、設備異常原因推定システム9に接続された不図示の端末装置に故障モードを発生確率の高い順に表示する。

【0053】

診断用ネット生成部2は、その故障モードの子ノードである機能故障ノード、チェック項目結果が異常であるチェック項目のノードも強調表示する。保全員は、不図示の端末装

50

置に表示される結果を見ながら判断し、原因と判断した故障モードを選択する。

【 0 0 5 4 】

図 1 4 は、推定結果報知画面 8 6 を示す説明図である。この推定結果報知画面 8 6 は、不図示の端末装置のディスプレイ上に表示される。

推定結果報知画面 8 6 には、保守知識ペイジアンネットワーク 8 が表示されており、故障モードの各ノードには、選択ボタン 8 7 1 ~ 8 7 4 が表示されている。推定結果報知画面 8 6 の下部には、「推定原因手入力」ボタン 8 8 が表示されている。

【 0 0 5 5 】

故障モードが発生する方の確率は、「高」、「中」、「低」の 3 つのランクで分かるように、閾値が設定されている。推定結果報知画面 8 6 は、その閾値に応じた色、例えば「赤」と「ピンク」と「白」の色で、対応するノードが色付けられている。図 1 4 では濃いハッチングで赤色を示し、薄いハッチングでピンクを示している。

10

【 0 0 5 6 】

各故障モードのノードにある選択ボタン 8 7 1 ~ 8 7 4 のうち何れかのクリックにより、原因と判断した故障モードを選択するダイアログに遷移する。「推定結果手入力」ボタン 8 8 のクリックにより、推定結果の中から手入力するダイアログに遷移する。これにより診断用ネット生成部 2 は、端末装置の G U I (Graphical User Interface) を通して、保全員が原因と判定した故障モードの入力を受け付ける。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 に戻り説明を続ける。保全員は、保全業務を行い、最終に各確定した異常原因を入力して、推定結果と一致するかどうかを判断して、端末装置の G U I に入力する。診断用ネット生成部 2 は、端末装置の G U I を通して、発生確率の一番大きい結果 (後記する図 1 5 の推定異常原因)、保全員が選定した結果、ネットワーク I D、選定結果 I D、ネットワーク I D を受け取る (ステップ S 2 4)。診断用ネット生成部 2 は、作業報告を生成して、後記する図 1 5 に示す保守作業報告データ 4 1 として出力すると (ステップ S 2 5)、図 1 2 の処理を終了する。

20

【 0 0 5 8 】

図 1 5 は、保守作業報告データ 4 1 を示す説明図である。

保守作業報告データ 4 1 は、報告 I D 欄と、ネットワーク I D 欄と、推定結果 I D 欄と、推定異常原因欄と、原因判断結果欄と、一致欄とを含んで構成される。各行は、保守作業報告データ 4 1 を構成する各報告データである。

30

【 0 0 5 9 】

報告 I D 欄は、報告データの識別子が格納される。ネットワーク I D 欄には、ネットワークの識別子が格納される。推定結果 I D 欄には、推定結果の識別子が格納される。推定異常原因欄には、入力された推定異常原因が格納される。原因判断結果欄には、この設備異常原因推定システム 9 が判断した結果が格納される。一致欄は、入力された推定異常原因と、この設備異常原因推定システム 9 が判断した結果とが一致しているか否かが格納される。

【 0 0 6 0 】

《 異常原因更新処理 》

次に、異常原因更新について説明する。本処理は、定期的や更新実行指示、または管理者などの承認が行われる毎に実行される。

図 1 6 は、異常原因更新処理のフローチャートである。

本処理が実行されると、異常原因更新部 6 は、保守作業報告データベース 5 から図 1 7 に例示する過去の履歴データ 5 1 を読み込む (ステップ S 3 0)。

40

【 0 0 6 1 】

図 1 7 は、過去の履歴データ 5 1 を示す説明図である。

履歴データ 5 1 は、故障原因欄と、C K 1 欄から C K 4 欄とを含んで構成される。

故障原因欄には、ある故障モードにおいて判定された故障原因が格納される。ここで故障原因欄に格納される故障原因は、図 1 5 の保守作業報告データ 4 1 における選定結果で

50

ある。

【 0 0 6 2 】

C K 1 欄から C K 4 欄には、ある故障モードが故障原因だと判定した記録が生成された際のチェック項目の入力結果が格納される。

【 0 0 6 3 】

図 1 7 に示したのは故障原因「 F M 1 」が対象の故障モードであり、C K 1 欄から C K 4 欄には、故障原因「 F M 1 」が故障原因だと判定した記録が生成された際の 4 つのチェック項目の入力結果である。処理対象となる故障モードは、全部の故障モードと、保全員などが手入力で指定した故障モードと、推定原因と保守記録の原因判断結果と異なる故障モードなどである。本実施形態では、対象になるチェック項目は、対象の故障モードとリンクされるチェック項目である。しかし、これに限られず、アセット知識データベース 1 に保存される全部のチェック項目でもよい。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 6 に戻り説明を続ける。異常原因更新部 6 は、1 つの記録 (1 行) を 1 つのデータセットとして扱い、すべてのデータを図 1 8 のように n 次元空間にマッピングして、クラスタリング処理を行う (ステップ S 3 1) 。

【 0 0 6 5 】

図 1 8 は、データをマッピングした n 次元空間を示す図である。

次元数 n は、チェック項目の数である、ここでは C K 1 欄と C K 2 欄とで構成される二次元空間を示している。各チェック項目の異常を示す “ y e s ” は「 1 」、各チェック項目の正常を示す “ N o ” を「 - 1 」として計算する。グラフの縦軸は C K 1 軸を示し、グラフの横軸は C K 2 軸を示している。ここでは、データ数が 3 個のクラスタ 9 1 と、データ数が 3 個のクラスタ 9 2 と、データ数が 1 個のクラスタ 9 3 とが存在している。

20

【 0 0 6 6 】

図 1 6 に戻り説明を続ける。ステップ S 3 1 にて、異常原因更新部 6 は、k - m e a n s などのクラスタリング処理を行い、一定的な値以下のクラスタを除外すると共に、各クラスタに属するデータ数と総数の比率を計算する。図 1 8 に示すように、クラスタ 3 に属するデータ数は少ないため、除外される。または、ランダムフォレストなどの手法でクラスタリング処理を行い、クラスタ数を手作業で指定する手法もよい。また、手作業で重み係数を付けるため、チェック項目の入力結果である y e s と n o に「 1 」と「 - 1 」以外の値を指定してもよい。

30

【 0 0 6 7 】

ステップ S 3 2 にて、異常原因更新部 6 は、2 つのクラスタ同士を順次比較し、クラスタ中心距離 L を用いて、分割の対象かどうかを判断する。異常原因更新部 6 は、クラスタ中心距離 L が所定値以上ならば、2 つのクラスタを分割対象とする。異常原因更新部 6 は、クラスタ中心距離 L が所定値未満ならば、2 つのクラスタを分割の対象としない。ここで図 1 8 に示すように、クラスタ 9 1 とクラスタ 9 2 のクラスタ中心距離 L は所定値以上であり、分割対象である。

【 0 0 6 8 】

異常原因更新部 6 は、分割対象となるクラスタの有無を判断する (ステップ S 3 3) 。

異常原因更新部 6 は、分割対象のクラスタがある場合 (Y e s) 、ステップ S 3 4 に進み、分割対象のクラスタがない場合 (N o) 、図 1 6 の処理を終了する。

40

【 0 0 6 9 】

ステップ S 3 4 にて、異常原因更新部 6 は、分割対象以外のクラスタは、分割対象との距離を計算し、距離の近い分割対象に結合する。図 1 8 に示すように、クラスタ 9 3 はクラスタ 9 1 と距離が近いので、クラスタ 9 1 と結合される。また、或るクラスタが 2 つ以上のクラスタと結合可能な場合、異常原因更新部 6 は、そのクラスタを結合可能なクラスタに更に分割するか、またはランダムに結合対象のクラスタを決定する。

【 0 0 7 0 】

図 1 6 に戻り説明を続ける。次に異常原因更新部 6 は、更新コマンドを生成して更新を

50

実行すると（S35）、図16の処理を終了する。図16の処理により、異常原因更新部6は、異常原因の詳細化により故障モードを分割して、各記録に属するクラスタと分割後の結果をアセット知識データベース1や不図示の端末装置に出力する。診断用ネット生成部2は、この分割後の結果を用いて、保守知識ベイジアンネットワークデータベース3に保存する。

【0071】

図19は、更新処理結果データ21を示す図である。

更新処理結果データ21は、故障原因欄と、CK1欄からCK4欄と、クラスタ欄と、分割後結果欄とを含んで構成される。

【0072】

故障原因欄には、ある故障モードにおいて判定された故障原因が格納される。CK1欄からCK4欄には、ある故障モードが故障原因だと判定した記録が生成された際のチェック項目の入力結果が格納される。クラスタ欄には、このデータが属するクラスタ番号が格納される。分割後結果欄には、分割後の新たな結果が格納される。

【0073】

異常原因更新部6は、対象となる故障モードを分割し、例えば、故障原因FM1を「FM1a」と「FM1b」に分割する。よって、分割後の故障モードを含む保守知識ベイジアンネットワークは、更新前は図20Aのようになり、更新後は図20Bのようになる。

【0074】

図20Aは、更新前の保守知識ベイジアンネットワーク8Aを示す図である。

この保守知識ベイジアンネットワーク8Aは、ノードFM1、FM2と、ノードFF1、FF2、EFと、ノードCK1～CK4を含んで構成される。ノードFM1からノードFF1に向けてリンクが設けられ、ノードCK1～CK4に向けてリンクが設けられている。

【0075】

そして、ノードFM2からノードFF1に向けてリンクが設けられ、ノードCK1～CK4に向けてリンクが設けられている。ノードFF1には、ノードEFへのリンクが設けられている。ノードFF2には、ノードEFへのリンクが設けられている。

【0076】

図20Bは、更新後の保守知識ベイジアンネットワーク8Bを示す図である。

この保守知識ベイジアンネットワーク8Bは、ノードFM1a、FM1b、FM2と、ノードFF1、FF2、EFと、ノードCK1～CK4を含んで構成される。ノードFM1a、FM1bは、図20AのノードFM1に相当する。ノードFM1aからノードFF1に向けてリンクが設けられ、ノードCK1～CK4に向けてリンクが設けられている。ノードFM1bからノードFF1に向けてリンクが設けられ、ノードCK1～CK4に向けてリンクが設けられている。

【0077】

そして、ノードFM2からノードFF1に向けてリンクが設けられ、ノードCK1～CK4に向けてリンクが設けられている。ノードFF1には、ノードEFへのリンクが設けられている。ノードFF2には、ノードEFへのリンクが設けられている。

【0078】

「冷却塔設計不良」が故障原因であるノードFM1は、ノードFM1aとノードFM1bに分割される。新しく生成される分割後の故障モードに係るノードFM1a、FM1bは、チェック項目であるノードCK1～CK4にリンクされる。

【0079】

故障ノードの更新コマンドは、アセット知識データベース1の情報を変更する。具体的には、アセット知識データベース1のノードFM1に係る情報をコピーし、ノードFM1aとFM1bに分けて記載する。

【0080】

分割後の故障モードが、分割前の故障モードとリンクされるチェック項目以外のチェッ

10

20

30

40

50

ク項目が追加される場合、その行の情報を追加する。ノードFM1に含まれる確率情報もコピーしてノードFM1aとノードFM1bを分けて記載する。分割後の故障モードが、分割前の故障モードとリンクされるチェック項目以外のチェック項目が追加される場合、その行の情報を追加する。確率情報に設定される値は、更新後のチェック項目の入力結果を用いて、計算されてもよい。

【0081】

《分割後の故障モードの文言の修正処理》

また、分割後の故障モードの文言を修正する方法として、図21Aと図21Bのように、分割後の故障モードに属するチェック項目の結果の中に、異常であるチェック項目の割合を計算して、画面に表示する方法がある。

10

【0082】

図21Aは、ノードFM1aに係る故障モード文言表75を示す図である。故障モード文言表75は、チェック項目欄と、チェック項目文言欄と、異常率欄とを含んで構成される。

【0083】

図21Bは、ノードFM1bに係る故障モード文言表76を示す図である。故障モード文言表76は、チェック項目欄と、チェック項目文言欄と、異常率欄とを含んで構成される。これらの文言は、不図示の保全員の端末装置の画面に表示される。

【0084】

これら故障モード文言表75では、所定割合以上の入力結果が異常であるならば、異常率欄が「高」であり、更に一行のデータが赤色で表示される。保守員がこの端末画面を見て、分割後の故障モードの文言を修正する。例えば、図20Bに示す故障原因「FM1a」に係る故障モード文言表75の場合、チェック項目CK3とCK4が異常である場合が多い。図20Bに示す故障原因「FM1b」に係る故障モード文言表76の場合、チェック項目CK2が異常である場合が多い。チェック項目CK3とCK4の文言では「冷却塔のファン」が現れることが多い。チェック項目CK2では「冷却塔の選定設計記録」が現れることが多い。

20

【0085】

よって、保全員は、ノードFM1aに係る故障モードの文言を「冷却塔ファン設定不適正」に修正し、ノードFM1bに係る故障モードの文言を「冷却塔選定設計記録不適正」に修正できる。

30

【0086】

この処理を、図20Aや図20Bに示すデータを用いて、チェック項目の文言を自然言語処理などの手法を通して、「コンポーネント名+故障名」または「コンポーネント名+“故障”」のように抽出してもよい。

【0087】

図22は、チェック項目の文言を抽出する処理のフローチャートである。

処理を開始すると、異常原因更新部6は、分割後の故障モードに属するチェック項目を特定する(ステップS50)。そして、異常原因更新部6は、特定したチェック項目のうち異常の割合が高いチェック項目文言を特定する(ステップS51)。

40

【0088】

異常原因更新部6は、特定したチェック項目文言のうち、コンポーネント名と故障名の組み合わせ、またはコンポーネント名と「故障」の組み合わせを抽出する(ステップS52)。そして、異常原因更新部6は、分割後の故障モードの文言を、抽出した文言に修正すると(ステップS53)、図22の処理を終了する。この処理により、分割後の故障モードの文言を自動設定可能である。

なお、この処理に、保守員などに抽出した文言をレビューし、故障モードの文言の修正を承認する処理を入れてもよい。

【0089】

(変形例)

50

本発明は上記した実施形態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形態は、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。ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。

【0090】

上記の各構成、機能、処理部、処理手段などは、それらの一部または全部を、例えば集積回路などのハードウェアで実現してもよい。上記の各構成、機能などは、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て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、ファイルなどの情報は、メモリ、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) などの記録装置、または、フラッシュメモリカード、DVD (Digital Versatile Disk) などの記録媒体に置くことができる。

【0091】

各実施形態に於いて、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。

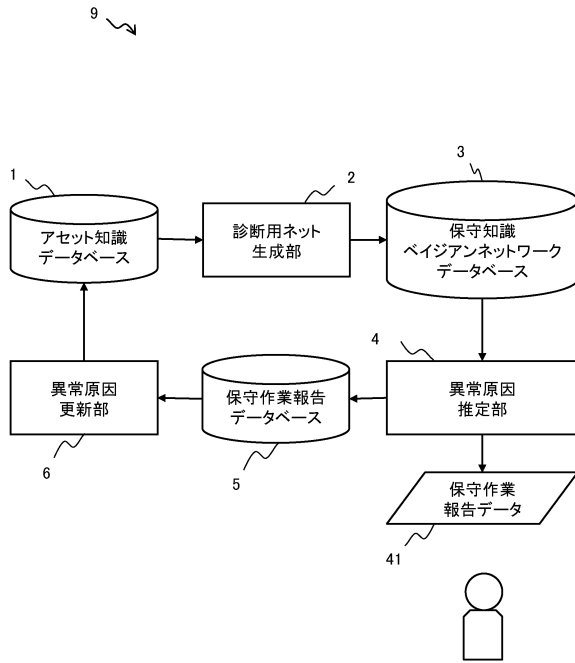
【符号の説明】

【0092】

- | | | |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|----|
| 1 | アセット知識データベース | 20 |
| 1 1 | 故障モード発生確率表 | |
| 1 2 | 子ノード異常発生確率表 | |
| 1 3 | 子ノード異常発生確率表 | |
| 1 4 | ノードデータ | |
| 1 5 | リンクデータ | |
| 2 | 診断用ネット生成部 | |
| 2 1 | 更新処理結果データ | |
| 3 | 保守知識ベイジアンネットワークデータベース | |
| 4 | 異常原因推定部 | |
| 4 1 | 保守作業報告データ | 30 |
| 5 | 保守作業報告データベース | |
| 5 1 | 履歴データ | |
| 6 | 異常原因更新部 | |
| 7 1 | 保守知識データ | |
| 7 2 | 案件データ | |
| 7 3 | 故障モード発生確率 | |
| 7 4 | チェック項目入力結果 | |
| 7 5 | 故障モード文言表 | |
| 7 6 | 故障モード文言表 | |
| 8 | 保守知識ベイジアンネットワーク | 40 |
| 8 A , 8 B | ベイジアンネットワーク | |
| 8 1 ~ 8 4 | 階層 | |
| 8 1 1 , 8 2 1 ~ 8 2 3 , 8 3 1 ~ 8 3 4 , 8 4 1 ~ 8 4 4 | ノード | |
| 8 6 | 推定結果報知画面 | |
| 8 7 1 ~ 8 7 4 | 選択ボタン | |
| 8 8 | 推定原因手入力ボタン | |
| 9 | 設備異常原因推定システム | |
| 9 1 ~ 9 3 | クラスタ | |

【図面】

【図 1】



【図 2】

71 ↘

異常事象	機能故障	コンポーネント	故障モード	チェック項目
気温上昇	熱交換器能力不足	熱交換器	熱交換器設計不良	センサ#1
気温上昇	熱交換器能力不足	熱交換器	熱交換器設計不良	センサ#2
気温上昇	熱交換器能力不足	熱交換器	熱交換器汚れ、つまり	センサ#2
...

10

20

【図 3】

72 ↘

案件ID	異常事象
XXXX	気温上昇

【図 4】

11 ↘

故障モード	状態	確率
熱交換器設計不良	Y	50%
熱交換器設計不良	N	50%
熱交換器汚れ、つまり	Y	50%
熱交換器汚れ、つまり	N	50%
...

30

40

50

【図5】

12 ↘

親ノード	状態	子ノード	子ノード状態	確率
熱交換器設計不良	Y	センサ#1	異常	100%
熱交換器設計不良	Y	センサ#1	正常	0%
熱交換器設計不良	Y	センサ#2	異常	100%
熱交換器設計不良	Y	センサ#2	正常	0%
熱交換器汚れ、つまり	Y	センサ#2	異常	100%
熱交換器汚れ、つまり	Y	センサ#2	正常	0%
...

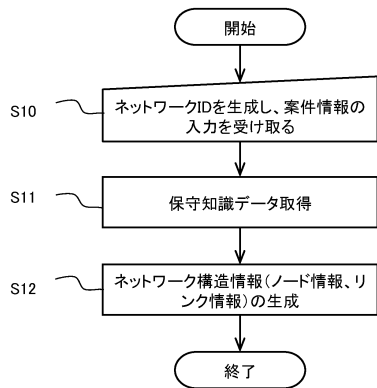
【図6】

13 ↘

子ノード	子ノード状態	確率
センサ#1	異常	0%
センサ#1	正常	100%
センサ#2	異常	0%
センサ#2	正常	100%
センサ#2	異常	0%
センサ#2	正常	100%
...

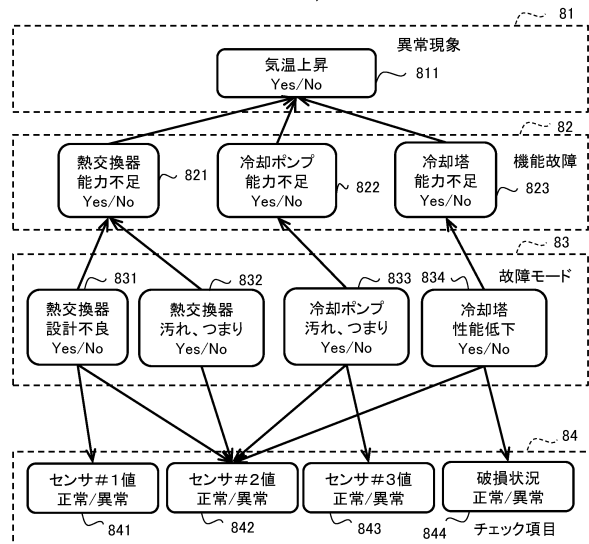
10

【図7】



【図8】

8 ↘



30

40

【 図 9 】

14 ↘

ノード情報	種類	状態
センサ#1	チェック項目	異常
センサ#1	チェック項目	正常
センサ#2	チェック項目	異常
センサ#2	チェック項目	正常
...

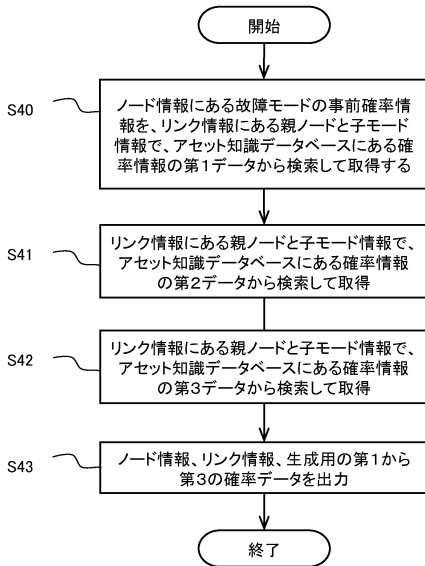
【 図 10 】

15 ↘

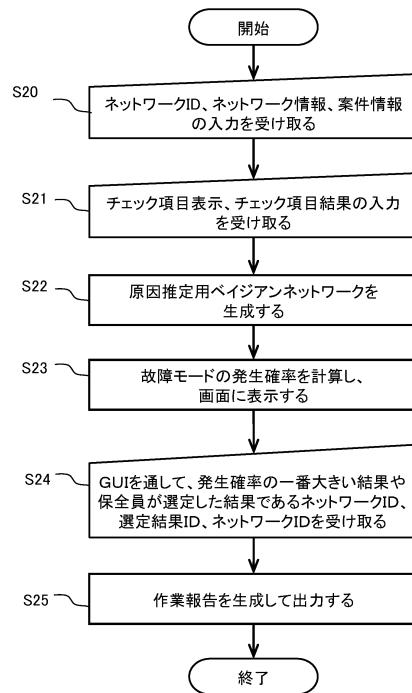
親ノード	子ノード
熱交換器設計不良	センサ#1
熱交換器設計不良	センサ#2
...	...

10

【 図 11 】



【 図 12 】



20

30

40

50

【図 1 3 A】

73

故障モード	状態	確率
熱交換器設計不良	Y	80%
熱交換器設計不良	N	30%
熱交換器汚れ、つまり	Y	50%
熱交換器汚れ、つまり	N	50%
...

【図 1 3 B】

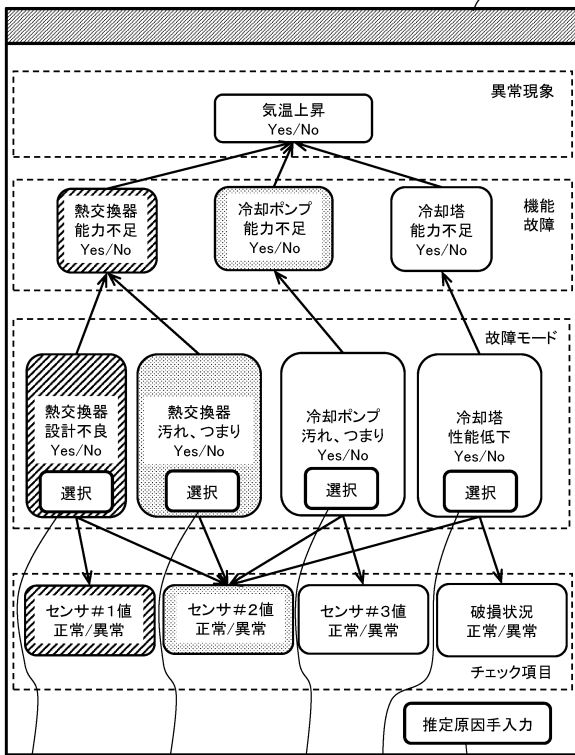
74

チェック項目	状態
センサ#1	異常
センサ#2	異常
...	...

10

【図 1 4】

86



871

872

873

874

88

【図 1 5】

41

報告ID	ネットワークID	推定結果ID	推定異常原因	原因判断結果	一致
XXX	XXX	XXX	熱交換器設計不良	熱交換器設計不良	Y
XXX	XXX	XXX	熱交換器設計不良	熱交換器汚れ、つまり	N
...

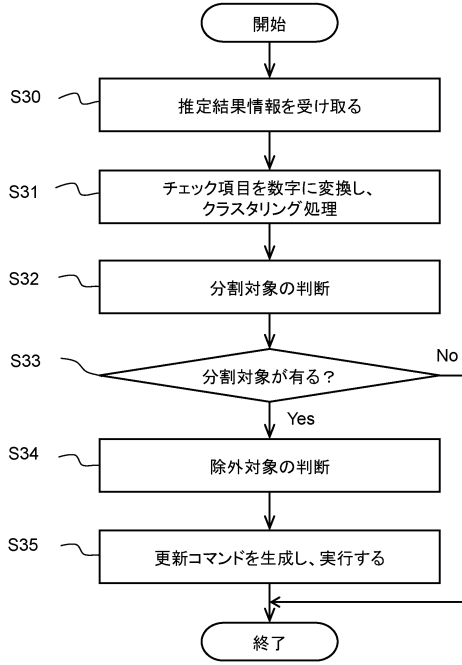
20

30

40

50

【図 16】



【図 17】

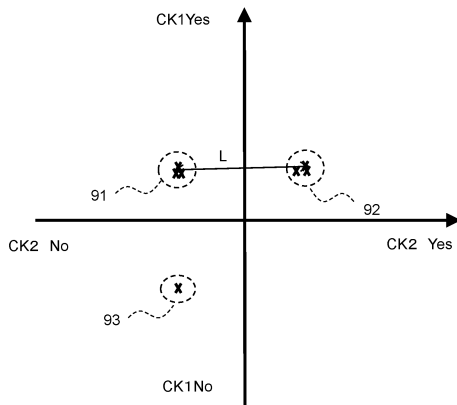
51 ↘

#	故障原因	CK1	CK2	CK3	CK4
1	FM1	Yes	Yes	No	No
2	FM1	Yes	Yes	No	No
3	FM1	Yes	No	Yes	No
4	FM1	Yes	No	Yes	No
5	FM1	Yes	Yes	No	No
6	FM1	Yes	No	Yes	No
7	FM1	No	No	Yes	No

10

20

【図 18】



【図 19】

21 ↘

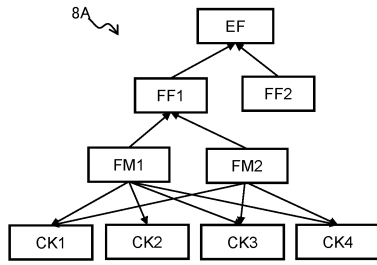
#	故障原因	CK1	CK2	CK3	CK4	クラスタ	分割後結果
1	FM1	Yes	Yes	No	No	#2	FM1b
2	FM1	Yes	Yes	No	No	#2	FM1b
3	FM1	Yes	No	Yes	No	#1	FM1a
4	FM1	Yes	No	Yes	No	#1	FM1a
5	FM1	Yes	Yes	No	No	#2	FM1b
6	FM1	Yes	No	Yes	No	#1	FM1a
7	FM1	No	No	Yes	No	#3	FM1a

30

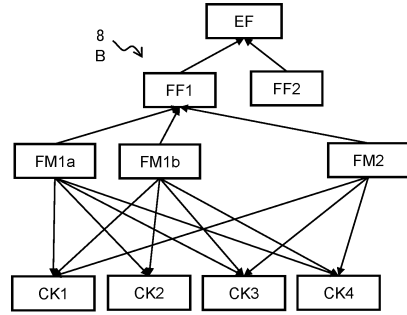
40

50

【図 2 0 A】



【図 2 0 B】



10

【図 2 1 A】

75 ↘

チェック項目	チェック項目文言	異常率
CK1	(遠隔データ)インタークーラ水入口温度(測定値)が(目標値)通りとなっているか確認	低
CK2	(設計条件)冷却塔の選定設計記録は適正(裕度のある)な選定であるか確認	低
CK3	(設計条件)冷却塔のファン発停条件は適正な条件であるか確認	高
CK4	(現地調査)冷却塔のファン発停は適正に冷却できるか確認	高

【図 2 1 B】

76 ↘

チェック項目	チェック項目文言	異常率
CK1	(遠隔データ)インタークーラ水入口温度(測定値)が(目標値)通りとなっているか確認	低
CK2	(設計条件)冷却塔の選定設計記録は適正(裕度のある)な選定であるか確認	高
CK3	(設計条件)冷却塔のファン発停条件は適正な条件であるか確認	低
CK4	(現地調査)冷却塔のファン発停は適正に冷却できるか確認	低

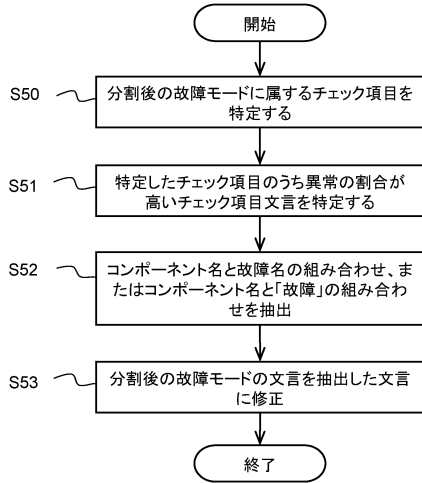
20

30

40

50

【 図 2 2 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2019/0196460 (US, A1)
特開2010-128553 (JP, A)
特開2017-097712 (JP, A)
特開2011-243118 (JP, A)
特開2007-207218 (JP, A)
特開2015-148867 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G05B 23/00 - 23/02
G06N 5/04