

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2025-41228
(P2025-41228A)

(43)公開日 令和7年3月26日(2025.3.26)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
G 0 6 Q 10/20 (2023.01)	G 0 6 Q 10/20	5 L 0 1 0
G 0 6 Q 10/04 (2023.01)	G 0 6 Q 10/04	5 L 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全10頁)	
(21)出願番号 特願2023-148400(P2023-148400)	(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 令和5年9月13日(2023.9.13)	(74)代理人 110001829 弁理士法人開知
	(72)発明者 新谷 寛 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) 5L010 AA04 AA20 5L049 AA04 AA20

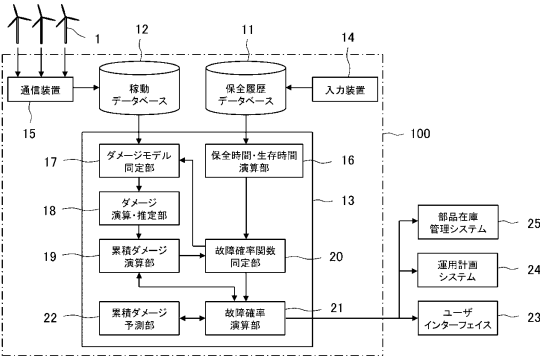
(54)【発明の名称】 故障確率評価装置

(57)【要約】

【課題】 部品の故障確率関数の同定精度を向上して、部品の故障確率の評価精度を向上することができる故障確率評価装置を提供する。

【解決手段】 故障確率評価装置100は、保全履歴データベース11、稼働データベース12、及び演算装置13を備える。演算装置13は、稼働データをパラメータとするダメージモデルを用いてセンサの設置後の部品のダメージの推移を演算し、センサの設置後の部品のダメージの推移を学習してセンサの設置前の部品のダメージの推移を推定し、部品のダメージの推移に基づいて累積ダメージを演算し、累積ダメージを用いて、故障確率関数を同定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の機械で使用された部品を対象とし、前記部品の故障確率を前記機械毎に評価する故障確率評価装置において、

前記複数の機械における前記部品の保全履歴データを記憶する保全履歴データベースと

、
前記複数の機械のセンサで時系列的に取得された稼動データを記憶する稼動データベースと、

前記保全履歴データベース及び前記稼動データベースを用いて前記部品の故障確率関数を同定し、同定された前記故障確率関数を用いて前記部品の故障確率を前記機械毎に演算する演算装置とを備え、

前記演算装置は、

前記稼動データをパラメータとするダメージモデルを用いて、前記センサの設置後の前記部品のダメージの推移を演算し、

前記センサの設置後の前記部品のダメージの推移を学習して、前記センサの設置前の前記部品のダメージの推移を推定し、

前記センサの設置後の前記部品のダメージの推移と前記センサの設置前の前記部品のダメージの推移のうちの少なくとも一方に基づき、前記部品の累積ダメージを演算し、

前記累積ダメージを用いて、前記故障確率関数を同定することを特徴とする故障確率評価装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の故障確率評価装置において、

前記演算装置は、前記ダメージモデルを同定することを特徴とする故障確率評価装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の故障確率評価装置において、

前記演算装置は、前記故障確率関数を微分して得られる故障確率密度関数のばらつきが最小化するように、前記ダメージモデルを同定することを特徴とする故障確率評価システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の故障確率評価装置において、

現在からの期間を設定可能なユーザインターフェイスを備え、

前記演算装置は、同定された前記故障確率関数を用いて前記期間経過後の前記部品の故障確率を演算し、前記ユーザインターフェイスに表示させることを特徴とする故障確率評価装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の故障確率評価装置において、

前記演算装置は、

前記機械の初期又は前記部品の保全時から現在までの前記部品の累積ダメージを演算し

、
前記稼動データを学習して前記期間の稼動データを予測し、前記ダメージモデルと前記期間の前記稼動データとを用いて前記期間の前記部品の累積ダメージを予測し、

同定された前記故障確率関数と、前記機械の初期又は前記部品の保全時から現在までの前記部品の累積ダメージと、前記期間の前記部品の累積ダメージとを用いて、前記期間経過後の前記部品の故障確率を演算することを特徴とする故障確率評価装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の故障確率評価装置において、

前記演算装置は、前記機械の運用計画を変更する運用計画システムからの情報に基づき、前記期間の前記部品の累積ダメージの予測を変更することを特徴とする故障確率評価装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の機械で使用された部品を対象とし、部品の故障確率を機械毎に評価する故障確率評価装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発電、輸送、又はその他の産業用の機械において、所望の機能を発揮するために、各部品の故障リスクを把握し、各部品の保全（詳細には、修理や交換等）を適切なタイミングで実施することが重要である。特許文献1は、複数の機械で使用された部品を対象とし、部品の故障確率を機械毎に評価する故障確率評価システムを開示する。

10

【0003】

特許文献1の故障確率評価システムは、複数の機械における部品の故障履歴データを記憶する故障履歴データベースと、複数の機械のセンサで時系列的に取得された稼動データを記憶する稼動データベースと、故障履歴データベース及び稼動データベースを用いて部品の故障確率関数を同定し、同定された故障確率関数を用いて部品の故障確率を機械毎に演算する演算部とを備える。

【0004】

演算部は、部品の故障履歴データから、部品の故障時間（詳細には、機械の初期又は前回の故障時から今回の故障時までの稼動時間）又は生存時間（機械の初期又は前回の故障時から現在までの稼動時間）を取得する。そして、稼動データをパラメータとするダメージモデルに対し、部品の故障時間又は生存時間に対応する期間で取得された稼動データを代入することにより、部品の累積ダメージを演算し、累積ダメージを説明変数とする故障確率関数を同定する。

20

【0005】

特許文献1の故障確率評価システムでは、稼動データから得られた部品の累積ダメージを用いることにより、機械毎に異なる部品の負荷を考慮することで、部品の故障確率の評価精度を高めることが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

30

【特許文献1】特開2019-160128号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、機械においては、何らかの理由により、初期に設置されなかったセンサを追加する場合がある。この場合、追加のセンサで取得された稼動データは、センサの設置後に存在するものの、センサの設置前に存在しない。

【0008】

例えば、部品の故障がセンサの設置前に発生し、その後、部品を保全して現在まで故障が発生しない場合、部品の故障時間として、機械の初期から部品の故障時までの時間が得られ、部品の生存時間として、部品の故障時から現在までの時間が得られる。追加のセンサで取得された稼動データは、前述した部品の故障時間に対応しないし、前述した部品の生存時間の一部に対応しない。そのため、追加のセンサで取得された稼動データを活用することができない。したがって、故障確率関数の同定精度の点で改善の余地がある。

40

【0009】

本発明は、上記事柄に鑑みてなされたものであり、その目的は、部品の故障確率関数の同定精度を向上して、部品の故障確率の評価精度を向上することができる故障確率評価装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

50

上記目的を達成するために、本発明は、複数の機械で使用された部品を対象とし、前記部品の故障確率を前記機械毎に評価する故障確率評価装置において、前記複数の機械における前記部品の保全履歴データを記憶する保全履歴データベースと、前記複数の機械のセンサで時系列的に取得された稼動データを記憶する稼動データベースと、前記保全履歴データベース及び前記稼動データベースを用いて前記部品の故障確率関数を同定し、同定された前記故障確率関数を用いて前記部品の故障確率を前記機械毎に演算する演算装置とを備え、前記演算装置は、前記稼動データをパラメータとするダメージモデルを用いて、前記センサの設置後の前記部品のダメージの推移を演算し、前記センサの設置後の前記部品のダメージの推移を学習して、前記センサの設置前の前記部品のダメージの推移を推定し、前記センサの設置後の前記部品のダメージの推移と前記センサの設置前の前記部品のダメージの推移のうちの少なくとも一方に基づき、前記部品の累積ダメージを演算し、前記累積ダメージを用いて、前記故障確率関数を同定する。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、部品の故障確率関数の同定精度を向上して、部品の故障確率の評価精度を向上することができる。

【0012】

上述した以外の課題、構成及び効果は、以下の説明によって明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

20

【図1】本発明の一実施形態における故障確率評価装置の構成を表すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態における保全履歴データの具体例を表す図である。

【図3】本発明の一実施形態における故障確率関数を同定する処理の手順を表すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施形態における稼動データの具体例を表すと共に、部品のダメージの推移の具体例を表す図である。

【図5】本発明の一実施形態における故障確率関数のばらつきの具体例を表す図である。

【図6】本発明の一実施形態における故障確率の表示形態の具体例を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

30

本発明の一実施形態を、図面を参照しつつ説明する。

【0015】

図1は、本実施形態における故障確率評価装置の構成を表すブロック図である。

【0016】

本実施形態の故障確率評価装置100は、複数の機械1（本実施形態では風力発電機）で使用された部品を対象とし、部品の故障確率を機械1毎に評価するものである。故障確率評価装置100は、保全履歴データベース11、稼動データベース12、演算装置13、入力装置14、及び通信装置15を備える。

【0017】

40

保全履歴データベース11及び稼動データベース12は、ハードディスク等の記憶装置で構成されている。演算装置13は、プログラムに基づいて処理を実行するプロセッサと、処理の中間結果又は最終結果を一次的に記憶するメモリとを有する。入力装置14は、キーボード及びディスプレイ等の入出力インターフェイスで構成されている。通信装置15は、複数の機械1との通信ネットワーク（詳細には、衛星通信ネットワーク、インターネット、又はイントラネット等）に接続する通信インターフェイスで構成されている。

【0018】

保全履歴データベース11は、入力装置14を介し入力された複数の機械1における部品の保全履歴データを記憶する。なお、機械1が部品の故障を検出してそれに関する情報を保全履歴データとして送信する機能を有すれば、保全履歴データベース11は、通信装置15で受信された複数の機械1における部品の保全履歴データを記憶してもよい。

50

【0019】

保全履歴データは、例えば図2で示すように、データ項目として、保全実施日時、機械1の設置サイト（サイト名）、機械1の識別番号（号機）、保全対象の部品（部品名）、保全動機（事象）、及び保全内容を有し、それらの情報の組合せであるレコードで構成されている。保全内容の「事後保全」は、部品の故障や異常が発生して保全したことを意味し、保全内容の「事前保全」は、部品の故障や異常が発生しなくても保全したことを意味する。保全履歴データは、保全内容が「事後保全」であるレコード（言い換えれば、故障履歴データ）だけでなく、保全内容が「事前保全」であるレコードを含んでおり、それらを活用することにより、後述する故障確率関数の同定精度を高めることが可能である。

【0020】

複数の機械1は、例えば温度、風速、及び発電量等をセンサで時系列的に取得し、それらを稼働データとして送信する。稼働データベース12は、通信装置15で受信された複数の機械1の稼働データを記憶する。

【0021】

稼働データは、センサの計測値で構成されてもよいが、データ量の低減のため、所定時間（例えば1日）毎の統計値（例えば最大値、最小値、平均値、又は標準偏差等）で構成されてもよい。あるいは、後述するダメージモデルのパラメータとして用いやすいように、センサの計測値に基づいて演算された演算値で構成されてもよい。

【0022】

演算装置13は、上述した保全履歴データベース11及び稼働データベース12を用いて部品の故障確率関数を同定する機能を有する。演算装置13は、前述した機能に係わる構成として、保全時間・生存時間演算部16、ダメージモデル同定部17、ダメージ演算・推定部18、累積ダメージ演算部19、及び故障確率関数同定部20を有する。また、演算装置13は、同定された故障確率関数を用いて部品の故障確率を機械1毎に演算する機能を有する。演算装置13は、前述した機能に係わる構成として、故障確率演算部21及び累積ダメージ予測部22を有する。

【0023】

まず、故障確率関数を同定する機能について、図3を用いて説明する。図3は、本実施形態における故障確率関数を同定する処理の手順を表すフローチャートである。

【0024】

ステップS1にて、保全時間・生存時間演算部16は、対象の部品を設定する。そして、保全履歴データベース11で記憶された保全履歴データのうち、設定された部品名を含むレコードを抽出し、抽出されたレコードを機械1毎（詳細には、サイト名と号機の組合せ毎）に分類する。そして、機械1毎に分類されたレコードに含まれた保全実施日時に基づき、部品の事後保全時間（詳細には、機械1の初期又は前回の保全時から今回の事後保全時までの稼働時間）、事前保全時間（詳細には、機械1の初期又は前回の保全時から今回の事前保全時までの稼働時間）、又は生存時間（前回の保全時から現在までの稼働時間）を演算する。いずれかの機械1に対してレコード（言い換えれば、保全履歴）が存在しなければ、部品の生存時間として、機械1の初期から現在までの稼働時間を演算する。なお、以降、事後保全時間は、保全時間と称し、生存時間は、事前保全時間を含むものとして説明する。

【0025】

ステップS2にて、ダメージモデル同定部17は、設定された部品に関するダメージモデル $d(X_t)$ の係数を設定する。ダメージモデル $d(X_t)$ は、時間 t での稼働データ X_t をパラメータとして、単位時間あたりのダメージを算出するものである。時間 t での稼働データ X_t は、時間 t での値 $x_1, x_2, \dots, x_m$ からなると仮定すれば、ダメージモデル $d(X_t)$ は、例えば下記の式(1)で示すように、値 $x_1, x_2, \dots, x_m$ を線形結合した式で表されてもよい。この場合、ダメージモデル同定部17は、係数 $c_1, c_2, \dots, c_m$ を設定する。なお、ダメージモデル $d(X_t)$ は、式(1)に限定されず、他の式（詳細には、稼働データが温度を含んでいれば、例えばアレニウスの式を組み込ん

10

20

30

40

50

だ式) で表されてもよい。

【 0 0 2 6 】

【 数 1 】

$$D(X_t) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

【 0 0 2 7 】

ステップ S 3 に進み、ダメージ演算・推定部 1 8 は、稼動データベース 1 2 で記憶された各機械 1 の稼動データを上述したダメージモデルに代入することにより、各機械 1 の部品のダメージの推移を演算する。ここで、いずれかの機械 1 において、何らかの理由により、初期に設置されなかったセンサを追加している場合を想定する。この場合、図 4 (a) で示すように、追加のセンサで取得された値 x_1 , x_2 , x_3 は、センサの設置時 t_2 以降に存在するものの、それ以前に存在しない。そのため、図 4 (b) で示すように、値 x_1 , x_2 , x_3 を含む稼動データをダメージモデルに代入して得られた部品のダメージの推移 A は、センサの設置時 t_2 以降に存在するものの、それ以前に存在しない。

10

【 0 0 2 8 】

ステップ S 4 に進み、ダメージ演算・推定部 1 8 は、センサの設置時 t_2 以降の部品のダメージの推移 A を回帰分析又は時系列解析等で学習して、センサの設置時 t_2 以前の部品のダメージの推移 B (図 4 (b) 参照) を推定する。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 5 に進み、累積ダメージ演算部 1 9 は、センサの設置後の部品のダメージの推移とセンサの設置前の部品のダメージの推移のうちの少なくとも一方に基づき、部品の保全時間又は生存時間に対応する部品の累積ダメージを演算する。図 4 (b) を用いて、具体的に説明する。

20

【 0 0 3 0 】

部品の事後保全がセンサの設置前に実施されていれば、部品の保全時間として、機械 1 の初期 t_0 から部品の事後保全時 t_1 までの時間が得られ、部品の生存時間として、部品の事後保全時 t_1 から現在 t_3 までの時間が得られる。累積ダメージ演算部 1 9 は、センサの設置時 t_2 以前の部品のダメージの推移 B に基づき、機械 1 の初期 t_0 から部品の事後保全時 t_1 までの累積ダメージ D_{01} を演算し、それを前述した部品の保全時間に対応する累積ダメージとする。また、累積ダメージ演算部 1 9 は、センサの設置時 t_2 以前の部品のダメージの推移 B に基づき、部品の事後保全時 t_1 からセンサの設置時 t_2 までの累積ダメージ D_{12} を演算し、センサの設置時 t_2 以降の部品のダメージの推移 A に基づき、センサの設置時 t_2 から現在 t_3 までの累積ダメージ D_{23} を演算し、累積ダメージ D_{12} と累積ダメージ D_{23} の和を前述した部品の生存時間に対応する累積ダメージとする。

30

【 0 0 3 1 】

ステップ S 6 に進み、故障確率関数同定部 2 0 は、公知の最尤推定法又はベイズ推定法などにより、部品の保全時間に対応する累積ダメージと、部品の生存時間に対応する累積ダメージとを用いて、累積ダメージ D をパラメータとした故障確率関数 $F(D)$ を同定する。最尤推定法では、下記の式 (2) で定義される対数尤度和 L を最大化するように、故障確率関数の母数を探索する。式中の f は、故障確率関数 $F(D)$ を微分して得られた故障確率密度関数である。式の右辺第一項は、部品の保全時間に対応する累積ダメージについての尤度を、第二項は部品の生存時間に対応する累積ダメージについての尤度を表している。

40

【 0 0 3 2 】

【 数 2 】

$$L = \sum \log(f) + \sum \log(\int f dY) \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

【 0 0 3 3 】

50

ステップ S 7 に進み、故障確率関数同定部 20 は、故障確率密度関数 f のばらつきが所定値以下であるかどうかにより、故障確率密度関数 f のばらつきが最小化されたかどうかを判定する。故障確率密度関数 f のばらつきが最小化されていない場合、ステップ S 2 に戻る。すなわち、故障確率関数同定部 20 は、ダメージモデル $d(Xt)$ の係数を変更する指令をダメージモデル同定部 17 へ出力する。ダメージモデル同定部 17 は、前述した指令に応じてダメージモデル $d(Xt)$ の係数を変更する。

【0034】

その後、上述したステップ S 3 ~ S 6 が行われ、ステップ S 7 に移る。ステップ S 7 にて、故障確率関数同定部 20 は、故障確率密度関数 f のばらつきが所定値以下であるかどうかにより、故障確率密度関数 f のばらつきが最小化されたかどうかを判定する。これは、故障確率密度関数 f のばらつきが大きい（図 5 で示すように、故障確率関数のばらつきが大きい）ということは、故障発生予測区間に幅があることを意味しており、予測区間幅を極小化して次回故障発生日時を精度よく推定するためにはばらつきを小さくする必要があるからである。故障確率関数のばらつきは、変動係数（故障確率関数の標準偏差と平均値の比）により評価できる（特許文献 1 参照）。更に、故障確率密度関数 f のばらつきが所定値以上であっても、ばらつきの変化率が所定値以下であるかどうかにより、故障確率密度関数 f のばらつきが最小化されたかどうかを判定する。故障確率密度関数 f のばらつきが最小化された場合、ダメージモデル同定部 17 によるダメージモデル $d(Xt)$ の同定（係数の設定）や、故障確率関数同定部 20 による故障確率関数 $F(D)$ の同定が完了する。

【0035】

本実施形態では、ダメージモデル $d(Xt)$ を定義すると、それに伴いダメージ演算・推定部 18 が外挿により推定する累積ダメージ（図 4 (b) の累積ダメージ D 01 や累積ダメージ D 12 に相当）も変化する。一般的に外挿は内挿よりも推定精度が低下するが、本発明では、外挿結果を用いて故障確率関数を同定し、その故障確率密度関数 f のばらつきを小さくすることで対象を故障に至らしめる真のメカニズムに基づく累積ダメージモデルに近づけていくことにより、外挿結果への補正機能が働くため、推定精度を担保可能となる。

【0036】

次に、同定された故障確率関数 $F(D)$ を用いて部品の故障確率を機械 1 毎に演算する機能について、詳細を説明する。

【0037】

故障確率演算部 21 は、対象の機械 1 や部品を設定する。そして、現在の故障確率を演算する場合に累積ダメージ演算部 19 へ指令を出力する。累積ダメージ演算部 19 は、前述した指令に応じて、設定された機械 1 や部品に関し、現在までの累積ダメージ Da を演算する。詳細には、部品の保全履歴がなければ、機械 1 の初期から現在までの累積ダメージ Da を演算し、部品の保全履歴があれば、前回の保全時から現在までの累積ダメージ Da を演算する。故障確率演算部 21 は、故障確率関数同定部 20 で同定された故障確率関数 $F(D)$ に対し、累積ダメージ演算部 19 で演算された現在までの累積ダメージ Da を代入することにより、現在の故障確率 Pa を演算する。

【0038】

故障確率演算部 21 は、将来（例えばユーザによって設定された期間 Δt 経過後）の故障確率を演算する場合に累積ダメージ演算部 19 及び累積ダメージ予測部 22 へ指令を出力する。累積ダメージ演算部 19 は、前述した指令に応じて、設定された機械 1 や部品に関し、現在までの累積ダメージ Da を演算する。累積ダメージ予測部 22 は、前述した指令に応じて、設定された機械 1 や部品に関し、期間 Δt の累積ダメージ Db を予測する。詳細には、例えば、稼動データベース 12 で記憶された稼動データを回帰分析又は時系列解析等で学習して、期間 Δt の稼動データを予測する。そして、ダメージモデル同定部 17 で同定されたダメージモデルに対し、期間 Δt の稼動データを代入することにより、期間 Δt の部品のダメージの推移を予測する。そして、期間 Δt の部品のダメージの推移に

に基づき、期間 Δt の累積ダメージ D_b を予測する。故障確率演算部 21 は、故障確率関数同定部 20 で同定された故障確率関数 $F(D)$ と、累積ダメージ演算部 19 で演算された現在までの累積ダメージ D_a と、累積ダメージ予測部 22 で予測された期間 Δt の累積ダメージ D_b とを用いて、将来の故障確率 P_b を演算する（下記の式（3）参照）。

【0039】

【数3】

$$P_b = (F(D_a + D_b) - F(D_a)) / (1 - F(D_a)) \quad \cdots (3)$$

【0040】

以上のように、本実施形態の故障確率評価装置 100 は、機械 1 に追加されたセンサで取得された稼動データを活用して、部品の故障確率関数を同定することができる。したがって、部品の故障確率関数の同定精度を向上して、部品の故障確率の評価制度を向上することができる。

【0041】

本実施形態の故障確率評価装置 100 は、演算装置 13 で演算された部品の故障確率を含むデータを、例えばユーザインターフェイス 23、運用計画システム 24、及び部品在庫管理システム 25 へ出力する。ユーザインターフェイス 23 は、例えば機械 1 の所有者、運用会社、又は保険会社が所有している。

【0042】

ユーザインターフェイス 23 は、例えば携帯端末であって、演算装置 13 と協働して動作する。ユーザインターフェイス 23 は、例えば図 6 で示す画面を表示する。この画面は、部品設定部 31、期間設定部 32、及び故障確率表示部 33 を有する。部品設定部 31 は、機械 1 の構成を模式的に示すと共に、対象の部品（例えば増速機）をユーザが設定可能である。期間設定部 32 は、現在からの期間 Δt をユーザが設定可能である。故障確率表示部 33 は、部品設定部 31 で設定された部品に関し、期間設定部 32 で設定された期間 Δt 経過後の故障確率を表示する。

【0043】

運用計画システム 24 は、部品の故障確率に応じて、機械 1 の運用計画を変更可能である。例えば、次の定期点検時における部品の故障確率が想定より高ければ、部品の延命を図るため、機械 1 を積極的に停止させるか、若しくは、機械 1 の出力を抑制する。運用計画システム 24 は、運用計画を変更する場合にその情報を故障確率評価装置 100 へ出力する。演算装置 13 の累積ダメージ予測部 22 は、前述した情報に基づき、部品の累積ダメージの予測を変更する。これに伴い、演算装置 13 の故障確率演算部 21 は、将来の故障確率を変更して出力する。

【0044】

なお、上記一実施形態において、故障確率評価装置 100 は、1 つの演算装置 13 を備えた場合を例にとって説明したが、これに限られず、複数の演算装置を備えてもよい。すなわち、保全時間・生存時間演算部 16、ダメージモデル同定部 17、ダメージ演算・推定部 18、累積ダメージ演算部 19、故障確率関数同定部 20、故障確率演算部 21、及び累積ダメージ予測部 22 は、複数の演算装置で構成されてもよい。

【0045】

また、上記一実施形態において、機械 1 は、風力発電機である場合を例にとって説明したが、これに限られないことは言うまでもない。

【符号の説明】

【0046】

- 1 機械
- 11 保全履歴データベース
- 12 稼動データベース
- 13 演算装置

10

20

30

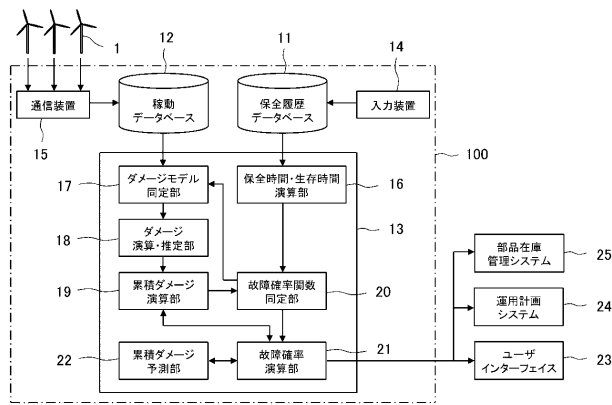
40

50

100 故障確率評価装置

【図面】

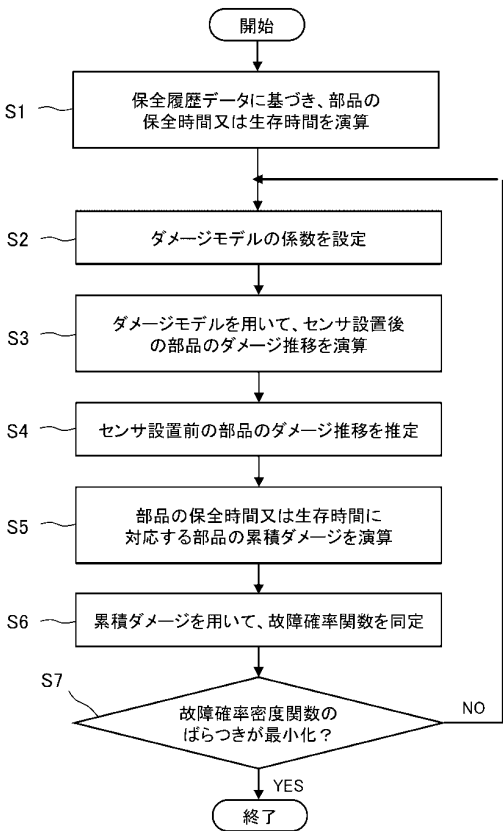
【図 1】



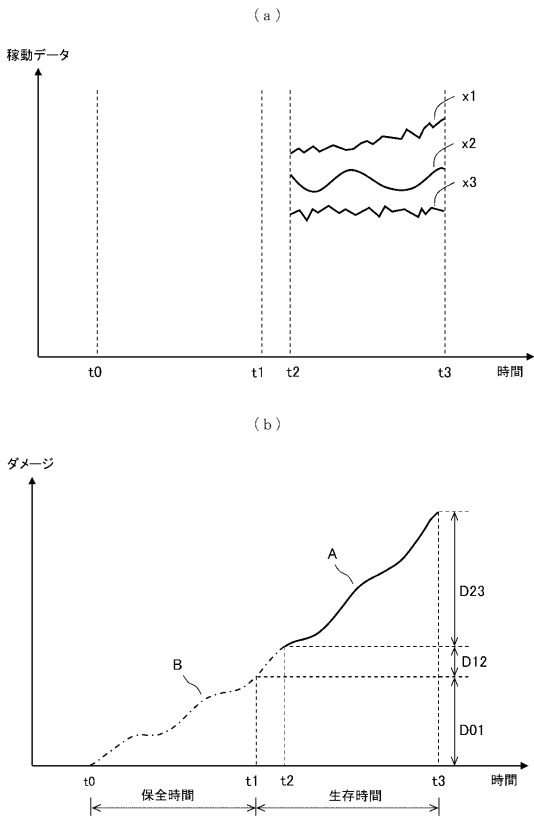
【図 2】

実施日時		サイト名	号機	部品名	事象	保全内容
2016/1/3	9:32	〇〇	4号機	ねじ	ゆるみ	事後保全
2016/5/15	4:21	△△	11号機	ねじ	定期点検	事前保全
2016/12/20	17:53	××	2号機	羽根	ゆるみ	事後保全
2017/3/20	1:03	□□	3号機	曲管	振動	事後保全
2017/3/29	13:21	〇〇	7号機	ねじ	定期点検	事前保全
2017/10/4	13:21	××	7号機	羽根	欠損	事後保全
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2018/1/3	22:39	□□	4号機	ねじ	ゆるみ	事後保全

【図 3】



【図 4】



10

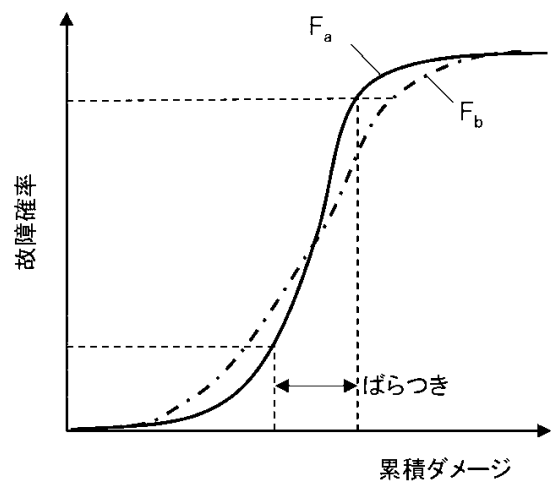
20

30

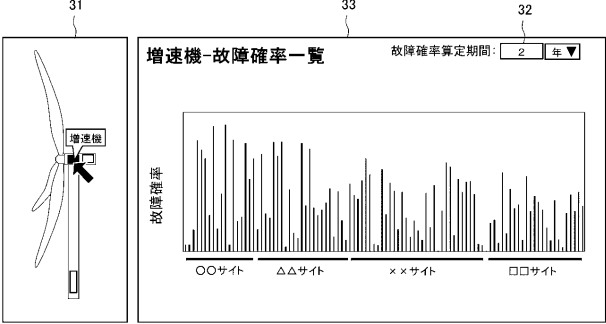
40

50

【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50