(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年10月4日(04.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/181116 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01) *G06Q 10/04* (2012.01)
G06Q 10/00 (2012.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/012014

(22) 国際出願日： 2018年3月26日(26.03.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

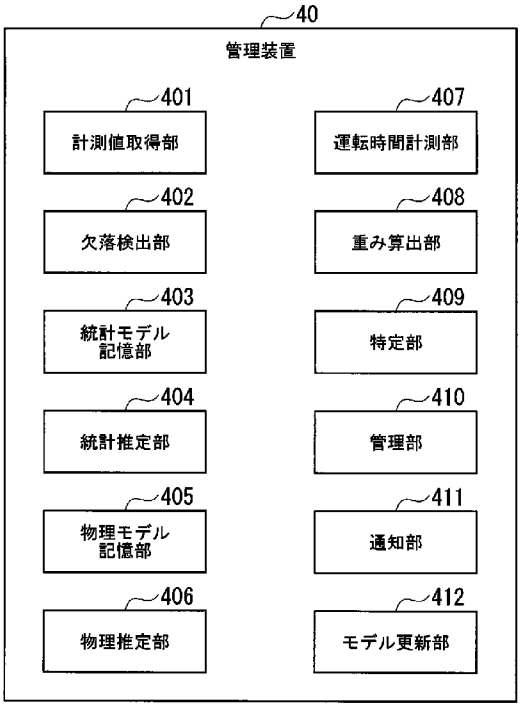
(30) 優先権データ：
特願 2017-065993 2017年3月29日(29.03.2017) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP). 三菱日立パワーシステムズ株式会社(**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 熊野 信太郎 (**KUMANO Shintaro**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 岸 真人(**KISHI Makoto**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 山本 圭介(**YAMAMOTO Keisuke**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 安部 克彦 (**ABE Katsuhiko**); 〒2208401 神奈川県横浜市西

(54) **Title:** INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 情報処理装置、情報処理方法およびプログラム



40 Management device
401 Measurement value acquisition unit
402 Omission detection unit
403 Statistical model storage unit
404 Statistical estimation unit
405 Physical model storage unit
406 Physical estimation unit
407 Operation time measurement unit
408 Weighting calculation unit
409 Specification unit
410 Management unit
411 Notification unit
412 Model updating unit

(57) **Abstract:** The present invention provides an information processing device, wherein a statistical estimation unit estimates a value for a state quantity using a statistical model constructed on the basis of past state quantity values for a target device. A physical estimation unit estimates a value for a state quantity using a physical model constructed on the basis of design data for the target device. A specification unit specifies, on the basis of the deterioration over time of the target device, a value to be used in management of the target device from the value estimated by the statistical estimation

WO 2018/181116 A1

[続葉有]

区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人：松沼 泰史，外(MATSUNUMA Yasushi et al.)；〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(81) 指定国（表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能）：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国（表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能）：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

unit and the value estimated by the physical estimation unit.

(57) 要約：本発明に係る情報処理装置において、統計推定部は、対象装置の過去の状態量の値に基づいて構築された統計モデルを用いて状態量の値を推定する。物理推定部は、対象装置の設計データに基づいて構築された物理モデルを用いて状態量の値を推定する。特定部は、対象装置の経年劣化に基づいて、統計推定部が推定した値と物理推定部が推定した値とから、対象装置の管理に用いる値を特定する。

明　細　書

発明の名称 ： 情報処理装置、情報処理方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、情報処理装置、情報処理方法およびプログラムに関する。

本願は、２０１７年３月２９日に日本に出願された特願２０１７－０６５９９３号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 発電プラント等のプラントにおいて、プラントを構成する対象装置の運用時の温度および圧力等の対象装置の状態量を監視装置が収集し、収集した状態量を用いて装置の保守及び監視等に用いることが検討されている。

監視装置が、装置の運用者が使用し易いように収集した運用データを加工して、装置の保守及び監視等を実行することが提案されている。例えば、特許文献１には、コンピュータが、収集された産業用プラントの運用データの欠落部分を検出すると、補完処理を実行し、欠落した状態量の値を算出することが提案されている。

また、補完処理により、欠落した状態量の値の設定を行う際には、物理モデルおよび統計モデル等のモデルが用いられることが知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第２０１６／０００４７９４号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１には、情報処理装置が補完処理を実行することにより、欠落した状態量の値を補完することは開示されているものの、欠落した状態量の値の具体的な設定方法については開示されていない。

補完処理に用いられるモデルの各々は、対象装置の運用状況等を基に設定されている適応条件を有しており、適応条件に合致するほど精度の高い推定

データの値が算出される。しかし、コンピュータが、モデルの各々の適応条件を考慮して状態量の推定値を処理し、状態量の値として設定することは行われていなかった。

本発明は、上記の課題に鑑みてされたものであって、複数のモデルにより算出された状態量の推定値に基づいて、対象装置の管理に用いる状態量の値を適切に特定することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第１の態様によれば、情報処理装置は、対象装置の過去の状態量の値に基づいて構築された統計モデルを用いて状態量の値を推定する統計推定部と、前記対象装置の設計データに基づいて構築された物理モデルを用いて状態量の値を推定する物理推定部と、前記対象装置の経年劣化に基づいて、前記統計推定部が推定した値と前記物理推定部が推定した値とから、前記対象装置の管理に用いる値を特定する特定部と、を備える。

[0006] 本発明の第２の態様によれば、第１の態様に係る情報処理装置は、前記特定部は、前記統計モデルの構築に用いられた前記過去の状態量の値の量に基づいて、前記対象装置の管理に用いる値を特定するものであってよい。

[0007] 本発明の第３の態様によれば、第１の態様に係る情報処理装置は、前記特定部は、前記物理モデルの所定の適用条件に基づいて、前記対象装置の管理に用いる値を特定するものであってよい。

[0008] 本発明の第４の態様によれば、第１から第３の何れかの態様に係る情報処理装置は、前記特定部は、前記対象装置の運転時間に基づいて、前記対象装置の管理に用いる値を特定するものであってよい。

[0009] 本発明の第５の態様によれば、第１から第４の何れかの態様に係る情報処理装置は、前記統計推定部が推定した値と前記物理推定部が推定した値との差が所定値以上である場合に通知を発する通知部と、をさらに備えるものであってよい。

[0010] 本発明の第６の態様によれば、第１から第５の何れかの態様に係る情報処理装置は、前記統計モデルの構築に用いられた前記過去の状態量の値に基づ

いて、統計モデルを更新するモデル更新部をさらに備え、前記特定部は、前記更新された統計モデルを用いて、前記対象装置の管理に用いる値を特定するものであってよい。

[0011] 本発明の第７の態様によれば、第１から第６の何れかの態様に係る情報処理装置は、前記特定部は、前記対象装置の経年劣化に応じた重み付けによる前記統計推定部が推定した値と前記物理推定部が推定した値との加重平均値を、前記対象装置の管理に用いる値として特定するものであってよい。

[0012] 本発明の第８の態様によれば、情報処理方法は、対象装置の過去の状態量の値に基づいて構築された統計モデルを用いて状態量の値を推定することと、前記対象装置の設計データに基づいて構築された物理モデルを用いて状態量の値を推定することと、前記対象装置の経年劣化に基づいて、前記統計モデルを用いて推定した値と前記物理モデルを用いて推定した値とから、前記対象装置の管理に用いる値を特定することとを有する。

[0013] 本発明の第９の態様によれば、プログラムは、コンピュータに、対象装置の過去の状態量の値に基づいて構築された統計モデルを用いて状態量の値を推定することと、前記対象装置の設計データに基づいて構築された物理モデルを用いて状態量の値を推定することと、前記対象装置の経年劣化に基づいて、前記統計モデルを用いて推定した値と前記物理モデルを用いて推定した値とから、前記対象装置の管理に用いる値を特定することとを実行させる。

発明の効果

[0014] 上記態様のうち少なくとも１つの態様によれば、情報処理装置は、対象装置の経年劣化に基づいて、統計モデルの推定値と物理モデルの推定値とから、対象装置の管理に用いる値を特定する。これにより、対象装置の管理に用いる状態量の値を適切に特定することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第１の実施形態に係る管理システムの構成を示す概略ブロック図である。

[図2]第１の実施形態に係る管理装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図3]第１の実施形態に係る管理装置の動作を示すフローチャートである。

[図4]第２の実施形態に係る管理装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]少なくとも１つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0016] 〈第１の実施形態〉

以下、図面を参照しながら実施形態について詳しく説明する。

《全体構成》

図１は、第１の実施形態に係る管理システムの構成を示す概略ブロック図である。

管理システム１は、対象装置１０と、複数の計測器２０と、通信装置３０と、管理装置４０とを備える。

対象装置１０は、管理装置４０による管理対象の装置である。対象装置１０の例としては、例えばガスタービン、蒸気タービン、ボイラ、石炭ガス化炉などが挙げられる。また、環境プラント、化学プラント、および航空機のような交輸システムであってもよい。

計測器２０は、対象装置１０に設けられ、対象装置１０の状態量を計測する。

通信装置３０は、計測器２０が計測した状態量の計測値をネットワークＮを介して管理装置４０に送信する。

管理装置４０は、通信装置３０から受信した計測値に基づいて対象装置１０を管理する。管理装置４０は、情報処理装置の一例である。

[0017] 《管理装置の構成》

図２は、第１の実施形態に係る管理装置の構成を示す概略ブロック図である。

管理装置４０は、計測値取得部４０１と、欠落検出部４０２と、統計モデル記憶部４０３と、統計推定部４０４と、物理モデル記憶部４０５と、物理推定部４０６と、運転時間計測部４０７と、重み算出部４０８と、特定部４

０９と、管理部４１０と、通知部４１１と、統計モデル更新部４１２とを備える。

[0018] 計測値取得部４０１は、通信装置３０から、複数の計測器２０によって計測された状態量の計測値を受信する。

欠落検出部４０２は、計測値取得部４０１が取得した複数の計測値に基づいて、管理すべき状態量のうち値が欠落しているものを検出する。ここで、値の欠落とは、時間的または空間的な欠落をいう。例えば、管理部４１０が時間Δｔごとの状態量を管理する場合において、時刻Ｔの計測値と時刻Ｔ＋２Δｔの計測値が取得された場合、欠落検出部４０２は、時刻Ｔ＋Δｔの計測値の欠落を検出する。また例えば、管理部４１０が距離Δｄごとの状態量を管理する場合において、位置（０，０）、位置（２Δｄ，０）、位置（０，２Δｄ）、位置（２Δｄ，２Δｄ）の計測値が取得された場合、位置（０，Δｄ）、位置（Δｄ，０）、位置（Δｄ，Δｄ）、位置（Δｄ，２Δｄ）、位置（２Δｄ，Δｄ）の計測値の欠落を検出する。

[0019] 統計モデル記憶部４０３は、統計推定部４０４による推定に用いられる統計モデルを記憶する。統計モデルとは、対象装置１０の過去の運用における状態量の値に基づいて、統計学的に対象装置１０の挙動を再現したモデルである。統計モデル記憶部４０３には、計測値取得部４０１によって取得された計測値および特定部４０９によって特定された値が蓄積される。統計モデルは、蓄積された値に基づいて更新される。統計モデルの精度は、状態量の値の蓄積とともに向上する。統計モデルの例としては、重回帰モデル、分類木モデル、ニューラルネットワークモデル、自己回帰モデルなどが挙げられる。

統計推定部４０４は、計測値取得部４０１が取得した計測値を統計モデル記憶部４０３が記憶する統計モデルに適用することで、状態量の値を推定する。以下、統計推定部４０４によって推定された状態量の値を統計推定値という。

[0020] 物理モデル記憶部４０５は、物理推定部４０６による推定に用いられる物

理モデルを記憶する。物理モデルとは、対象装置１０の設計データに基づいて構築され、自然法則に倣った数式（例えば、熱力学方程式）により対象装置１０の挙動を再現したモデルである。物理モデルによる推定値の精度は、一般に対象装置１０の経年劣化とともに低下する。経年劣化の度合いは物理モデルの適用条件の一例である。

物理推定部４０６は、計測値取得部４０１が取得した計測値を物理モデル記憶部４０５が記憶する物理モデルに適用することで状態量の値を推定する。以下、物理推定部４０６によって推定された状態量の値を物理推定値という。

[0021] 運転時間計測部４０７は、計測値取得部４０１が取得した計測値を監視し、対象装置１０の運転時間を計測する。運転時間は、等価運転時間によって計測されてもよいし、実時間によって計測されてもよい。

重み算出部４０８は、対象装置１０の経年劣化に応じて変化する量に基づいて、統計推定値と物理推定値の重み係数を算出する。対象装置１０の経年劣化に応じて変化する量の例としては、対象装置１０の運転可能時間、余寿命、圧縮機効率、排ガス温度などが挙げられる。なお、第１の実施形態においては、重み算出部４０８は運転時間計測部４０７が計測した運転時間に基づいて重み係数を算出する。重み算出部４０８は、運転時間が長いほど（経年劣化が進んでいるほど）、統計推定値の重み係数を大きくし、物理推定値の重み係数を小さくする。つまり、統計推定値の重み係数は経年劣化の度合いに対して単調増加し、物理推定値の重み係数は経年劣化の度合いに対して単調減少する。

[0022] 特定部４０９は、欠落検出部４０２によって欠落が検出された状態量に係る統計推定値と物理推定値に基づいて、当該状態量の値を特定する。具体的には、特定部４０９は、重み算出部４０８が算出した重み係数に基づいて統計推定値と物理推定値の加重平均値を求め、これを欠落検出部４０２によって欠落が検出された状態量の値として特定する。

管理部４１０は、計測値取得部４０１が取得した計測値および特定部４０

９が特定した値に基づいて対象装置１０を管理する。対象装置１０の管理の例としては、対象装置１０の状態量が運転許容範囲を逸脱していないか監視すること、対象装置１０の出力が目標を満たしているかを監視すること、および対象装置１０に制御信号を出力することなどが挙げられる。

通知部４１１は、物理推定値と統計推定値とが所定値以上乖離した場合に、管理者に通知を発する。物理推定値と統計推定値が乖離しているということは、統計モデル記憶部４０３に蓄積された値が、設計情報から求められる値と乖離していることを示す。つまり、通知部４１１は、対象装置１０の劣化、または異常な計測値の蓄積による統計モデルの異常を、管理者に通知することができる。

統計モデル更新部４１２は、統計モデル記憶部４０３に蓄積された値に基づいて統計モデルを更新する。

[0023] 《管理装置の動作》

図３は、第１の実施形態に係る管理装置の動作を示すフローチャートである。

管理装置４０が対象装置１０の管理を開始すると、計測値取得部４０１は、通信装置３０から計測器２０による状態量の計測値を取得する（ステップＳ１）。また、運転時間計測部４０７は、計測値取得部４０１が取得した計測値に基づいて対象装置１０の運転時間を計測する（ステップＳ２）。

次に、欠落検出部４０２は、計測値取得部４０１が取得した計測値の欠落を検出する（ステップＳ３）。統計推定部４０４は、計測値取得部４０１が取得した計測値を統計モデルに適用し、欠落が検出された状態量の値を推定する（ステップＳ４）。また物理推定部４０６は、計測値取得部４０１が取得した計測値を物理モデルに適用し、欠落が検出された状態量の値を推定する（ステップＳ５）。

[0024] 次に、通知部４１１は、統計推定部４０４が推定した統計推定値と物理推定部４０６が推定した物理推定値の差が所定値以上であるか否かを判定する（ステップＳ６）。統計推定値と物理推定値の差が所定値以上である場合（

ステップＳ６：ＹＥＳ）、通知部４１１は、管理者に対象装置１０または統計モデルの異常の発生を通知する（ステップＳ７）。

[0025] 統計推定値と物理推定値の差が所定値未満である場合（ステップＳ６：ＮＯ）、または通知部４１１が管理者に通知を発した場合、重み算出部４０８は、運転時間計測部４０７が計測した運転時間に基づいて、統計推定値と物理推定値の重み係数を算出する（ステップＳ８）。次に、特定部４０９は、重み算出部４０８が算出した重み係数を用いて統計推定値と物理推定値の加重平均値を算出することで、欠落が検出された物理量の値を特定する（ステップＳ９）。そして管理部４１０は、計測値取得部４０１が取得した計測値および特定部４０９が特定した値に基づいて対象装置１０を管理する（ステップＳ１０）。対象装置１０がガスタービンの場合、例えば、ガスタービン出力指令値を変更する、ＩＧＶの開度設定を変更する、燃料流量を変更する、等により、特定された管理値に基づいて、対象装置１０を管理する。

また、計測値取得部４０１および特定部４０９は、対象装置１０の管理に用いた値を、統計モデル記憶部４０３に蓄積させる（ステップＳ１１）。そして、統計モデル更新部４１２は、統計モデル記憶部４０３に蓄積された値に基づいて統計モデルを更新する（ステップＳ１２）。これにより、統計推定部４０４は、次回の管理のタイミングにおいて更新された統計モデルを用いて、状態量の値を推定することができる。

[0026] 《作用・効果》

このように、第１の実施形態によれば、管理装置４０は、対象装置１０の経年劣化に基づいて、統計推定値と物理推定値とから、対象装置１０の管理に用いる値を特定する。これにより、対象装置１０の管理に用いる状態量の値を適切に特定することができる。

なお、対象装置１０の運転時間が長くなるほど、経年劣化が進むことが知られている。したがって、第１の実施形態のように管理装置４０は、対象装置１０の運転時間に基づいて、対象装置１０の管理に用いる値を特定することで、経年劣化に応じて対象装置１０の管理に用いる状態量の値を適切に特

定することができる。他方、他の実施形態においてはこれに限られず、圧縮機効率および排ガス温度のように、経年劣化に応じて変化する他の量を用いて対象装置１０の管理に用いる値を特定してもよい。

[0027] また、第１の実施形態によれば、管理装置４０は、経年劣化に応じた重み係数による統計推定値と物理推定値の加重平均値を求め、これを対象装置１０の管理に用いる状態量の値とする。これにより、統計推定値と物理推定値が急に切り替わることがなくなり、管理装置４０は、シームレスな状態量の値を用いて対象装置１０を管理することができる。一方で、他の実施形態においては、管理装置４０は、経年劣化に応じて統計推定値と物理推定値の何れか一方を対象装置１０の管理に用いるように決定してもよい。これは、統計推定値の重み係数と物理推定値の重み係数の一方を１にし、他方を０にすることと等価である。

[0028] また、第１の実施形態によれば、管理装置４０は、統計推定値と物理推定値との差が所定値以上である場合に通知を発する。これにより、管理装置４０は、対象装置１０の劣化、または異常な計測値の蓄積による統計モデルの異常が発生したときに、そのことを管理者に通知することができる。他方、他の実施形態に係る管理装置４０は、統計推定値と物理推定値との差に基づく通知を発しなくてもよい。

[0029] また、第１の実施形態によれば、統計推定部４０４は、各管理のタイミングにおいて、前回の管理のタイミングにおいて更新された統計モデルを用いて、状態量の値を推定することができる。つまり、第１の実施形態によれば、各管理のタイミングにおいて統計データだけでなく、統計モデル自体も更新することで、統計推定値をより精度よく推定することができる。

なお、第１の実施形態に係る管理装置４０は、統計モデルを過去の状態量の値に基づいて更新するが、これに限られない。例えば他の実施形態においては管理装置４０は、統計モデル記憶部４０３に状態量を蓄積させる一方で統計モデルの更新をしないものであってもよい。この場合においても、過去の状態量の値が蓄積することにより、統計モデルによる推定の精度が向上し

得る。例えば、データの蓄積により「大数の法則」で平均値の推定値が真値に近づくこと、分散の範囲を狭く絞り込むことにより、推定精度の向上が期待できる。

[0030] 〈第２の実施形態〉

第１の実施形態に係る管理装置４０は、対象装置１０の運転時間に基づいて、対象装置１０の管理に用いる値を特定する。これに対し、第２の実施形態に係る管理装置４０は、統計モデル記憶部４０３に記憶された対象装置１０の過去の運転に係る状態量の値の総数（量）に基づいて、対象装置１０の管理に用いる値を特定する。

つまり、第２の実施形態に係る重み算出部４０８は、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数が多いほど統計推定値の重み係数を大きく算出し、物理推定値の重み係数を小さく算出する。例えば、重み算出部４０８は、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数をアークタンジェント関数に代入することにより、統計推定値の重み係数を算出することができる。または、重み算出部４０８は、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数が所定値未満の場合に、統計推定値の重み係数を統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数に単調増加する関数（ただし、値域は０以上１以下）に基づいて算出し、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数が所定値以上の場合に、統計推定値の重み係数を１としてもよい。

[0031] 図４は、第２の実施形態に係る管理装置の動作を示すフローチャートである。

管理装置４０が対象装置１０の管理を開始すると、計測値取得部４０１は、通信装置３０から計測器２０による状態量の計測値を取得する（ステップＳ１０１）。また、運転時間計測部４０７は、計測値取得部４０１が取得した計測値に基づいて対象装置１０の運転時間を計測する（ステップＳ１０２）。

次に、欠落検出部４０２は、計測値取得部４０１が取得した計測値の欠落を検出する（ステップＳ１０３）。統計推定部４０４は、計測値取得部４０

１が取得した計測値を統計モデルに適用し、欠落が検出された状態量の値を推定する（ステップＳ１０４）。また物理推定部４０６は、計測値取得部４０１が取得した計測値を物理モデルに適用し、欠落が検出された状態量の値を推定する（ステップＳ１０５）。

[0032] 次に、通知部４１１は、統計推定部４０４が推定した統計推定値と物理推定部４０６が推定した物理推定値の差が所定値以上であるか否かを判定する（ステップＳ１０６）。統計推定値と物理推定値の差が所定値以上である場合（ステップＳ１０６：ＹＥＳ）、通知部４１１は、管理者に対象装置１０または統計モデルの異常の発生を通知する（ステップＳ１０７）。

[0033] 統計推定値と物理推定値の差が所定値未満である場合（ステップＳ１０６：ＮＯ）、または通知部４１１が管理者に通知を発した場合、重み算出部４０８は、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数に基づいて、統計推定値と物理推定値の重み係数を算出する（ステップＳ１０８）。次に、特定部４０９は、重み算出部４０８が算出した重み係数を用いて統計推定値と物理推定値の加重平均値を算出することで、欠落が検出された物理量の値を特定する（ステップＳ１０９）。そして管理部４１０は、計測値取得部４０１が取得した計測値および特定部４０９が特定した値に基づいて対象装置１０を管理する（ステップＳ１１０）。また、計測値取得部４０１および特定部４０９は、対象装置１０の管理に用いた値を、統計モデル記憶部４０３に蓄積させる（ステップＳ１１１）。そして、統計モデル更新部４１２は、統計モデル記憶部４０３に蓄積された値に基づいて統計モデルを更新する（ステップＳ１１２）。

[0034] 以上のように、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数、すなわち過去の状態量の値の量は、対象装置１０の運転時間が長くなるほど多くなる。つまり、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数は経年劣化によって変化する値である。したがって、第２の実施形態に係る管理装置４０は、過去の状態量の値の量に基づいて、対象装置１０の管理に用いる値を特定することで、経年劣化に応じて対象装置１０の管理に用いる状態量の値を適切に特

定することができる。

[0035] なお、第２の実施形態によれば、管理装置４０は、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数に応じた重み係数による統計推定値と物理推定値の加重平均値を求め、これを対象装置１０の管理に用いる状態量の値とするが、これに限られない。例えば、他の実施形態においては、管理装置４０は、統計モデル記憶部４０３が記憶する値の総数に応じて統計推定値と物理推定値の何れか一方を対象装置１０の管理に用いるように決定してもよい。

[0036] 〈他の実施形態〉

以上、図面を参照して一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、様々な設計変更等をすることが可能である。

例えば、上述した実施形態に係る管理システム１における管理装置４０は、対象装置１０の管理に用いる値の抽出および特定をする機能を有するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る管理システム１においては、管理装置４０と別個に対象装置１０の管理に用いる値の抽出および特定をする情報処理装置を備え、管理装置４０は、情報処理装置が特定した値を用いて対象装置１０を管理してもよい。

また例えば、上述した実施形態に係る管理装置４０は、ネットワークＮを介して計測値を取得するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る管理装置は、計測器２０から直接計測値を取得してもよい。この場合、管理システム１は通信装置３０を備えなくてもよい。

[0037] また、上述した実施形態によれば、管理装置４０は、欠落が検出された値を推定により求めるが、これに限られない。例えば、他の実施形態においては、管理装置４０は、欠落の有無に関わらず推定により状態量の値を求め、計測値と推定値の加重平均により、または選択により、対象装置１０の管理に用いる値を特定してもよい。

[0038] また、上述した実施形態によれば、管理装置４０は、１つの統計推定値と１つの物理推定値との加重平均を求め、または選択をするが、これに限られ

ない。例えば、他の実施形態では、管理装置４０が複数の統計モデルから１つの状態量に係る複数の統計推定値を生成し、または複数の物理モデルから１つの状態量に係る複数の物理推定値を生成してもよい。この場合、管理装置４０は、対象装置１０の経年劣化に応じて、複数の統計推定値と複数の物理推定値との中から、対象装置１０の管理に用いる値を特定する。

[0039] また、他の実施形態においては、管理装置４０は、物理モデルの適用条件に基づいて対象装置１０の管理に用いる値を特定してもよい。例えば、物理モデルが、外気温摂氏Ｘ度かつ１００％負荷付近という適用条件を有するモデルである場合、実環境とこの適用条件との類似度に基づいた重み付けの加重平均により、または選択により、対象装置１０の管理に用いる値を特定してもよい。

[0040] また、上述した実施形態によれば、管理装置４０は、計測値取得部４０１および特定部４０９は、対象装置１０の管理に用いた値を、統計モデル記憶部４０３に蓄積させるが、これに限られない。例えば、他の実施形態では、管理装置４０の外部のデータベースに蓄積させてもよい。

[0041] 図５は、少なくとも１つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

コンピュータ９０は、ＣＰＵ９１、主記憶装置９２、補助記憶装置９３、インタフェース９４を備える。

上述の管理装置４０は、コンピュータ９０に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置９３に記憶されている。ＣＰＵ９１は、プログラムを補助記憶装置９３から読み出して主記憶装置９２に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、ＣＰＵ９１は、プログラムに従って、上述した統計モデル記憶部４０３および物理モデル記憶部４０５に対応する記憶領域を主記憶装置９２に確保する。

[0042] 補助記憶装置９３の例としては、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）、磁気ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disc Read Only Memory）、ＤＶＤ－ＲＯＭ（Digital Versatile Disc Rea

d Only Memory）、半導体メモリ等が挙げられる。補助記憶装置９３は、コンピュータ９０のバスに直接接続された内部メディアであってもよいし、インタフェース９４または通信回線を介してコンピュータ９０に接続される外部メディアであってもよい。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ９０に配信される場合、配信を受けたコンピュータ９０が当該プログラムを主記憶装置９２に展開し、上記処理を実行してもよい。少なくとも１つの実施形態において、補助記憶装置９３は、一時的でない有形の記憶媒体である。

[0043] また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、当該プログラムは、前述した機能を補助記憶装置９３に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

産業上の利用可能性

[0044] 本発明に係る情報処理装置は、対象装置の経年劣化に基づいて、統計モデルの推定値と物理モデルの推定値とから、対象装置の管理に用いる値を特定する。これにより、対象装置の管理に用いる状態量の値を適切に特定することができる。

符号の説明

[0045] １　管理システム

１０　対象装置

２０　計測器

３０　通信装置

４０　管理装置（情報処理装置）

４０１　計測値取得部

４０２　欠落検出部

４０３　統計モデル記憶部

４０４　統計推定部

４０５　物理モデル記憶部

４０６　物理推定部

４０７　運転時間計測部

４０８　重み算出部

４０９　特定部

４１０　管理部

４１１　通知部

４１２　統計モデル更新部

請求の範囲

[請求項1] 対象装置の過去の状態量の値に基づいて構築された統計モデルを用いて状態量の値を推定する統計推定部と、

前記対象装置の設計データに基づいて構築された物理モデルを用いて状態量の値を推定する物理推定部と、

前記対象装置の経年劣化に基づいて、前記統計推定部が推定した値と前記物理推定部が推定した値とから、前記対象装置の管理に用いる値を特定する特定部と、

を備える情報処理装置。

[請求項2] 前記特定部は、前記統計モデルの構築に用いられた前記過去の状態量の値の量に基づいて、前記対象装置の管理に用いる値を特定する

請求項１に記載の情報処理装置。

[請求項3] 前記特定部は、前記物理モデルの所定の適用条件に基づいて、前記対象装置の管理に用いる値を特定する

請求項１に記載の情報処理装置。

[請求項4] 前記特定部は、前記対象装置の運転時間に基づいて、前記対象装置の管理に用いる値を特定する

請求項１から請求項３の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項5] 前記統計推定部が推定した値と前記物理推定部が推定した値との差が所定値以上である場合に通知を発する通知部と、

をさらに備える請求項１から請求項４の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項6] 前記統計モデルの構築に用いられた前記過去の状態量の値に基づいて、統計モデルを更新するモデル更新部をさらに備え、

前記特定部は、前記更新された統計モデルを用いて、前記対象装置の管理に用いる値を特定する

請求項１から請求項５の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記特定部は、前記対象装置の経年劣化に応じた重み付けによる前

記統計推定部が推定した値と前記物理推定部が推定した値との加重平均値を、前記対象装置の管理に用いる値として特定する

請求項１から請求項６の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項8] 対象装置の過去の状態量の値に基づいて構築された統計モデルを用いて状態量の値を推定することと、

前記対象装置の設計データに基づいて構築された物理モデルを用いて状態量の値を推定することと、

前記対象装置の経年劣化に基づいて、前記統計モデルを用いて推定した値と前記物理モデルを用いて推定した値とから、前記対象装置の管理に用いる値を特定することと

を有する情報処理方法。

[請求項9] コンピュータに、

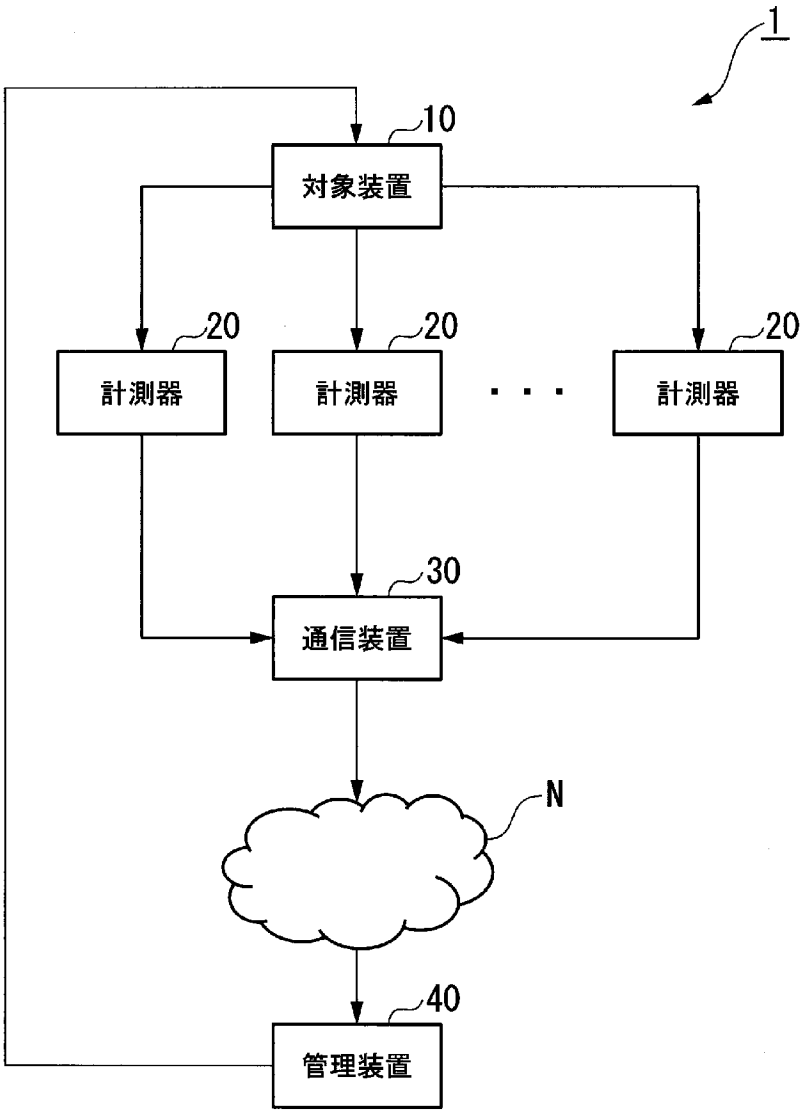
対象装置の過去の状態量の値に基づいて構築された統計モデルを用いて状態量の値を推定することと、

前記対象装置の設計データに基づいて構築された物理モデルを用いて状態量の値を推定することと、

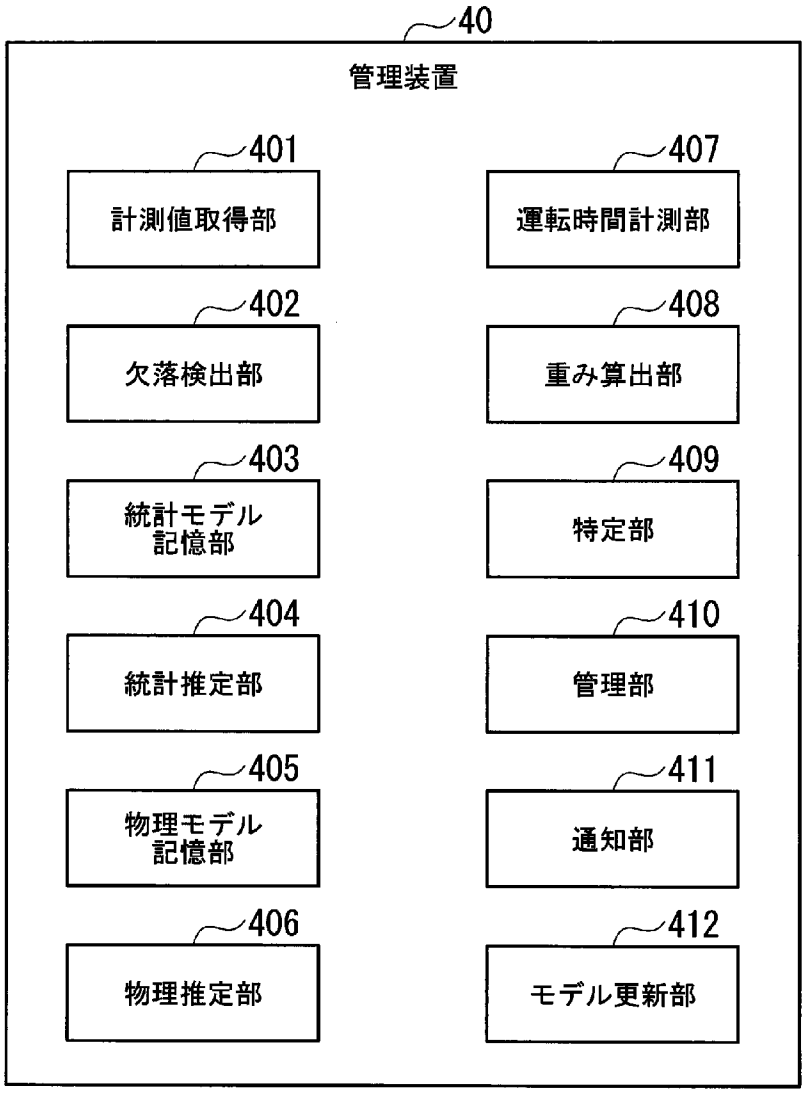
前記対象装置の経年劣化に基づいて、前記統計モデルを用いて推定した値と前記物理モデルを用いて推定した値とから、前記対象装置の管理に用いる値を特定することと

を実行させるためのプログラム。

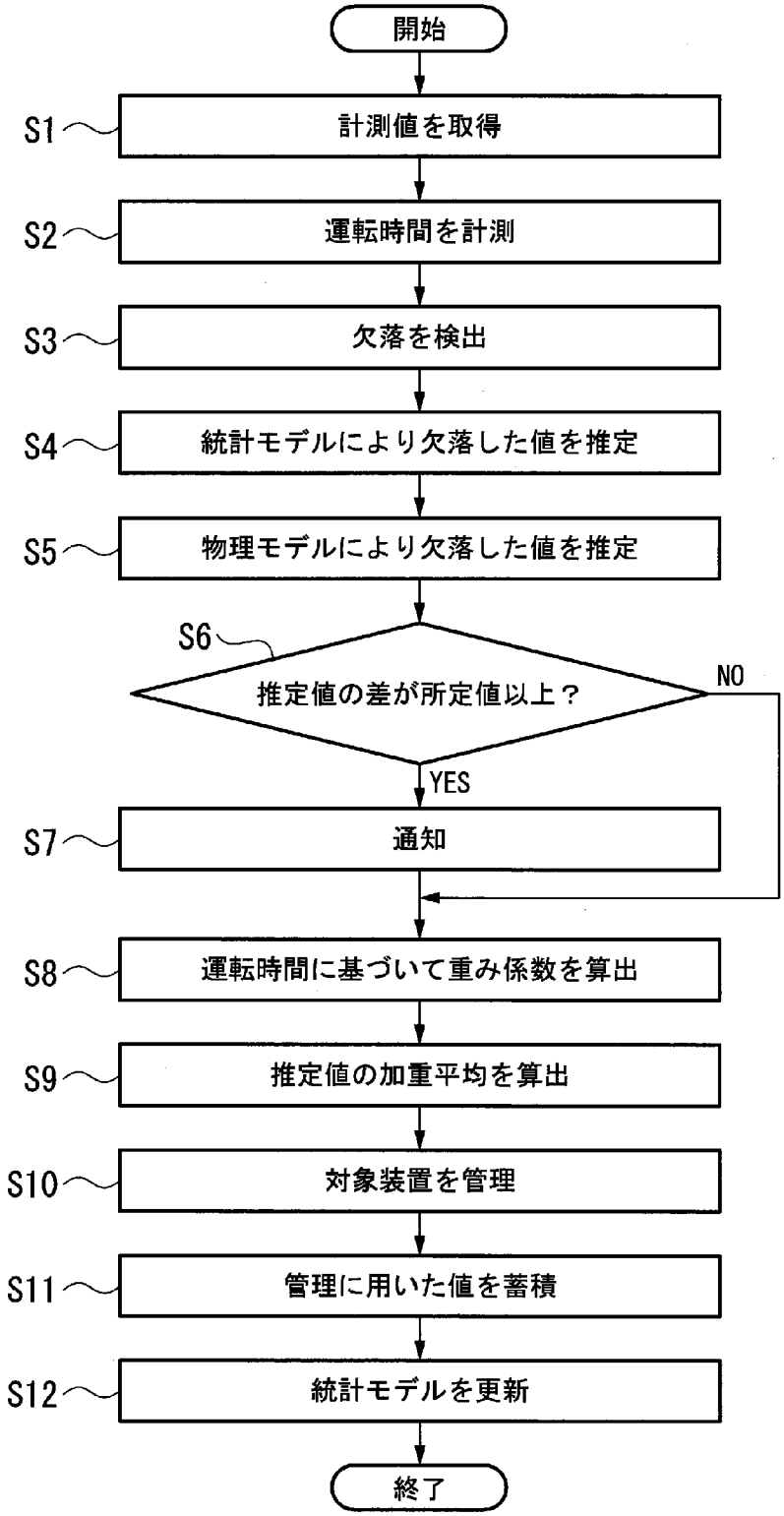
[図1]



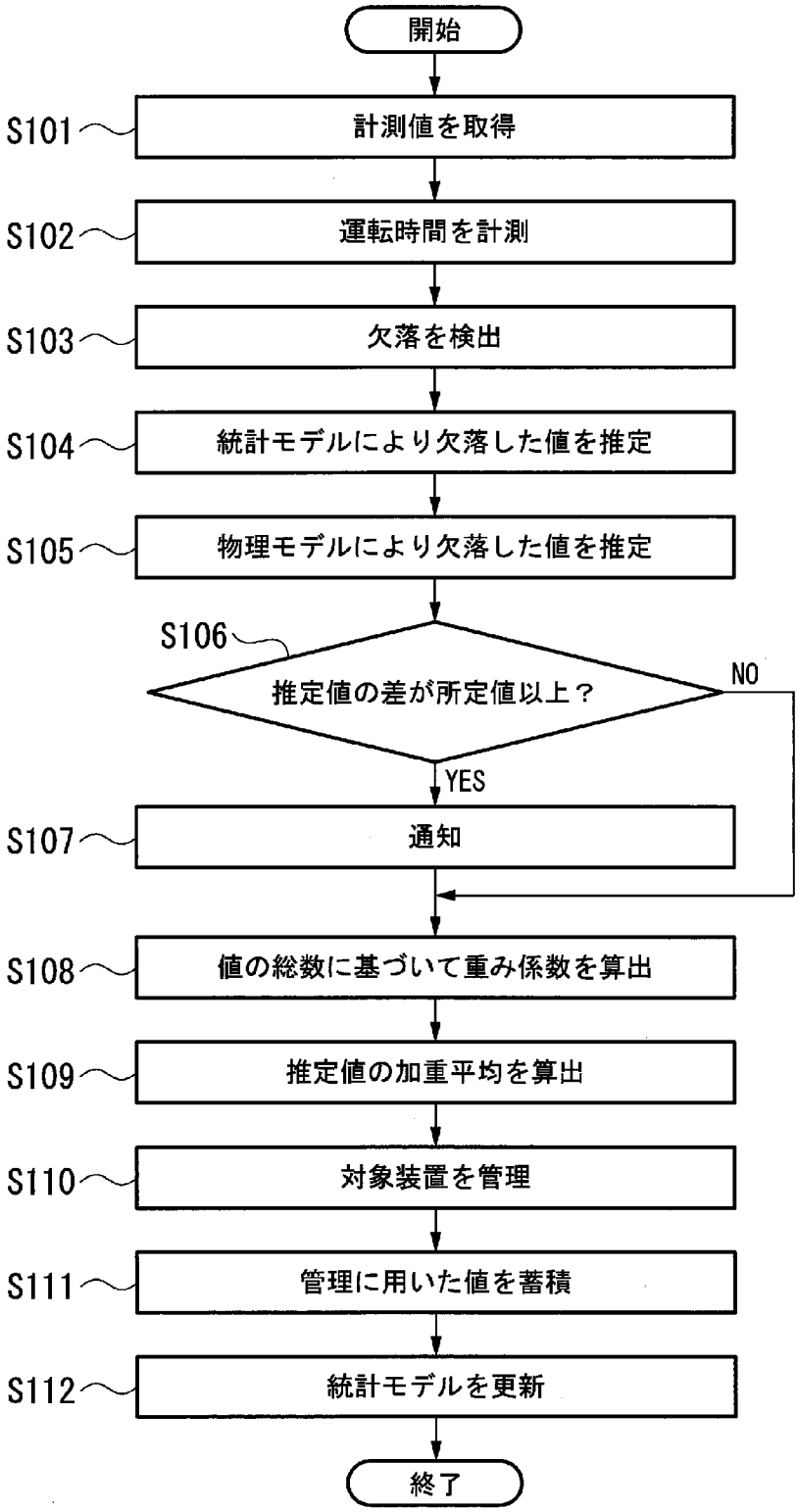
[図2]


40
管理装置
401
計測値取得部
402
欠落検出部
403
統計モデル記憶部
404
統計推定部
405
物理モデル記憶部
406
物理推定部
407
運転時間計測部
408
重み算出部
409
特定部
410
管理部
411
通知部
412
モデル更新部

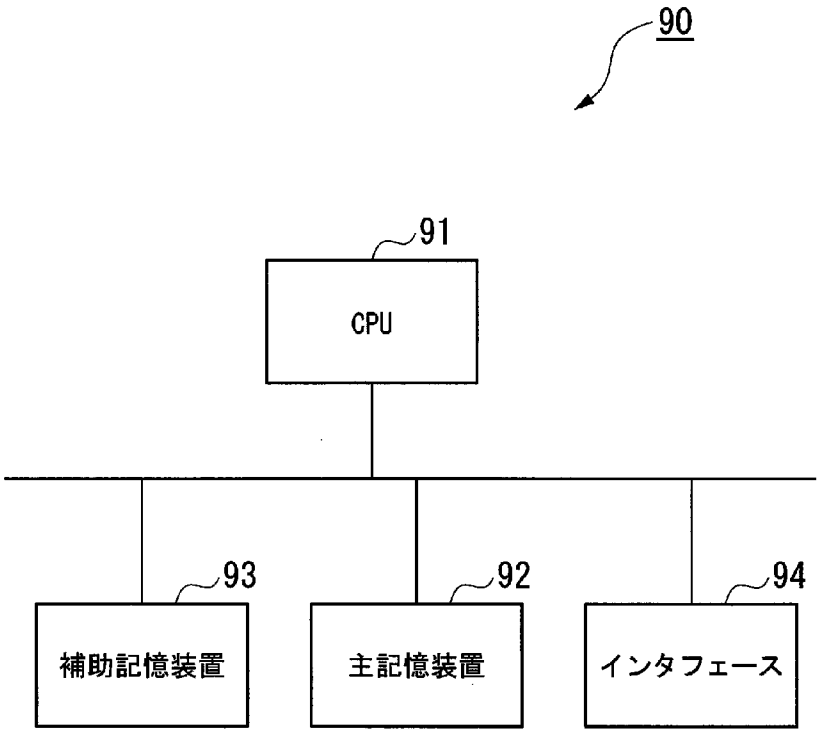
[図3]


開始
S1
計測値を取得
S2
運転時間を計測
S3
欠落を検出
S4
統計モデルにより欠落した値を推定
S5
物理モデルにより欠落した値を推定
S6
推定値の差が所定値以上？
NO
YES
S7
通知
S8
運転時間に基づいて重み係数を算出
S9
推定値の加重平均を算出
S10
対象装置を管理
S11
管理に用いた値を蓄積
S12
統計モデルを更新
終了

[図4]


開始
S101
計測値を取得
S102
運転時間を計測
S103
欠落を検出
S104
統計モデルにより欠落した値を推定
S105
物理モデルにより欠落した値を推定
S106
推定値の差が所定値以上？
NO
YES
S107
通知
S108
値の総数に基づいて重み係数を算出
S109
推定値の加重平均を算出
S110
対象装置を管理
S111
管理に用いた値を蓄積
S112
統計モデルを更新
終了

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/012014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G05B23/02(2006.01)i, G06Q10/00(2012.01)i, G06Q10/04(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G05B23/02, G06Q10/00, G06Q10/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-53938 A (TOSHIBA CORPORATION) 12 March 2009, paragraphs [0042], [0077]-[0088], fig. 8 (Family: none)	1, 3-4, 6, 8-9 2, 5, 7
Y A	JP 2003-114294 A (TOSHIBA CORPORATION) 18 April 2003, paragraphs [0040], [0041], fig. 10 (Family: none)	1, 3-4, 6, 8-9 2, 5, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 27.04.2018	Date of mailing of the international search report 15.05.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/012014

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-309616 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 04 November 2005, paragraphs [0024]-[0032], fig. 1 (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０１２０１４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G05B23/02(2006.01)i, G06Q10/00(2012.01)i, G06Q10/04(2012.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G05B23/02, G06Q10/00, G06Q10/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2009-53938 A (株式会社東芝) 2009.03.12, 段落[0042], [0077]-[0088], 図８ (ファミリーなし)	1, 3-4, 6, 8-9 2, 5, 7
Y A	JP 2003-114294 A (株式会社東芝) 2003.04.18, 段落[0040]-[0041], 図 10 (ファミリーなし)	1, 3-4, 6, 8-9 2, 5, 7

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２７．０４．２０１８	１５．０５．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｕ　５７８５
影山　直洋
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2005-309616 A (三菱電機株式会社) 2005.11.04, 段落[0024]-[0032], 図 1 (ファミリーなし)	1-9