

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7206985号
(P7206985)

(45)発行日 令和5年1月18日(2023.1.18)

(24)登録日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(51)国際特許分類		F I			
E 0 2 F	9/20 (2006.01)	E 0 2 F	9/20	M	
E 0 2 F	9/26 (2006.01)	E 0 2 F	9/26	A	

請求項の数 7 (全28頁)

(21)出願番号	特願2019-21832(P2019-21832)	(73)特許権者	000246273 コベルコ建機株式会社 広島県広島市佐伯区五日市港2丁目2番1号
(22)出願日	平成31年2月8日(2019.2.8)	(74)代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
(65)公開番号	特開2020-128656(P2020-128656 A)	(74)代理人	100118049 弁理士 西谷 浩治
(43)公開日	令和2年8月27日(2020.8.27)	(72)発明者	井塚 高彰 広島県広島市佐伯区五日市港2丁目2番1号 コベルコ建機株式会社 広島本社内
審査請求日	令和3年11月25日(2021.11.25)	(72)発明者	住本 宏治 広島県広島市佐伯区五日市港2丁目2番1号 コベルコ建機株式会社 広島本社内
		(72)発明者	入枝 克哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 損害推定装置及び機械学習装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

作業機械の動作に伴う所定の部位の損害を推定する損害推定装置であって、
前記作業機械の動作に関する動作パラメータを取得する動作パラメータ取得部と、
前記動作パラメータを入力値とし、前記作業機械の前記所定の部位の損害に関する損害パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された損害推定モデルを記憶する損害推定モデル記憶部と、
前記損害推定モデル記憶部に記憶されている前記損害推定モデルに、前記動作パラメータ取得部によって取得された前記動作パラメータを入力することで前記損害パラメータを推定する推定部と、

を備え、

前記作業機械は、下部走行体と、前記下部走行体に搭載される上部旋回体と、前記上部旋回体に起伏可能に支持されるブームと前記ブームの先端部に回動可能に連結されるアームと前記アームの先端部に取付けられる先端アタッチメントとを含む作業装置と、前記下部走行体に対して前記上部旋回体を旋回させる旋回モータとを備え、

前記動作パラメータは、前記ブームを起伏させるブームシリンダ、前記アームを回動させるアームシリンダ及び前記先端アタッチメントを回動させる先端アタッチメントシリンダのそれぞれの圧力値と、前記ブームシリンダ、前記アームシリンダ及び前記先端アタッチメントシリンダのそれぞれの長さ、前記旋回モータの動作圧力値と、前記旋回モータによる旋回角度と、を含み、

前記損害パラメータは、前記作業機械の前記所定の部位の歪みと、前記作業機械の前記所定の部位に生ずる応力とのいずれかを含み、

前記損害推定モデルは、前記作業機械の仕様毎に異なる複数の損害推定モデルを含み、前記損害推定モデル記憶部は、前記作業機械の仕様に関する複数の仕様パラメータのそれぞれと、前記複数の損害推定モデルのそれぞれとを対応付けて記憶しており、

前記仕様パラメータは、前記ブームの長さ、前記アームの長さ、前記先端アタッチメントの仕様とを含み、

前記損害推定装置は、推定対象となる作業機械の仕様パラメータを取得する仕様パラメータ取得部と、前記複数の損害推定モデルの中から、前記仕様パラメータ取得部によって取得された前記仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルを選択する選択部と、

をさらに備え、前記推定部は、前記選択部によって選択された前記損害推定モデルに、前記動作パラメータ取得部によって取得された前記動作パラメータを入力することで前記損害パラメータを推定する、

損害推定装置。

【請求項 2】

前記先端アタッチメントは、前記アームの先端部に取付けられて施工面に押付けられるバケットを含み、

前記先端アタッチメントシリンダは、前記バケットを回転させるバケットシリンダを含み、

前記先端アタッチメントの仕様は、前記バケットの容量を含む、

請求項 1 記載の損害推定装置。

【請求項 3】

前記損害推定装置は、前記動作パラメータを入力値とし、前記仕様パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された仕様推定モデルを記憶する仕様推定モデル記憶部をさらに備え、

前記仕様パラメータ取得部は、前記仕様推定モデル記憶部に記憶されている前記仕様推定モデルに、前記動作パラメータ取得部によって取得された前記動作パラメータを入力することで前記仕様パラメータを推定する、

請求項 1 記載の損害推定装置。

【請求項 4】

前記損害推定装置は、前記作業機械の前記仕様パラメータを予め記憶する仕様パラメータ記憶部をさらに備え、

前記仕様パラメータ取得部は、推定対象となる作業機械の前記仕様パラメータを前記仕様パラメータ記憶部から取得する、

請求項 1 記載の損害推定装置。

【請求項 5】

前記損害推定装置は、前記推定部によって推定された前記損害パラメータを、前記損害推定装置と通信可能に接続された表示装置へ送信する送信部をさらに備える、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の損害推定装置。

【請求項 6】

前記損害推定装置は、前記推定部によって推定された前記損害パラメータを記憶する損害パラメータ記憶部をさらに備える、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の損害推定装置。

【請求項 7】

作業機械の動作に伴う所定の部位の損害を推定するための損害推定モデルを機械学習する機械学習装置であって、

前記作業機械が動作した際に得られる、前記作業機械の動作に関する動作パラメータと、前記作業機械の前記所定の部位の損害に関する損害パラメータとを含む教師データを入

10

20

30

40

50

力する教師データ入力部と、

前記動作パラメータを入力値とし、前記損害パラメータを出力値とする前記損害推定モデルを記憶する損害推定モデル記憶部と、

前記教師データに含まれる前記動作パラメータを前記損害推定モデルに入力し、前記損害推定モデルから出力される損害パラメータと、前記教師データに含まれる前記損害パラメータとの誤差を最小にするように前記損害推定モデルを機械学習する学習部と、

を備え、

前記作業機械は、下部走行体と、前記下部走行体に搭載される上部回転体と、前記上部回転体に起伏可能に支持されるブームと前記ブームの先端部に回転可能に連結されるアームと前記アームの先端部に取付けられる先端アタッチメントとを含む作業装置と、前記下部走行体に対して前記上部回転体を回転させる回転モータとを備え、

10

前記動作パラメータは、前記ブームを起伏させるブームシリンダ、前記アームを回転させるアームシリンダ及び前記先端アタッチメントを回転させる先端アタッチメントシリンダのそれぞれの圧力値と、前記ブームシリンダ、前記アームシリンダ及び前記先端アタッチメントシリンダのそれぞれの長さ、前記回転モータの動作圧力値と、前記回転モータによる回転角度と、を含み、

前記損害パラメータは、前記作業機械の前記所定の部位の歪みと、前記作業機械の前記所定の部位に生ずる応力とのいずれかを含み、

前記損害推定モデルは、前記作業機械の仕様毎に異なる複数の損害推定モデルを含み、

前記損害推定モデル記憶部は、前記作業機械の仕様に関する複数の仕様パラメータのそれぞれと、前記複数の損害推定モデルのそれぞれとを対応付けて記憶しており、

20

前記仕様パラメータは、前記ブームの長さ、前記アームの長さ、前記先端アタッチメントの仕様とを含み、

前記学習部は、前記損害推定モデル記憶部に記憶されている前記複数の損害推定モデルの中から、前記教師データ入力部によって入力された前記教師データに含まれる仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルを選択し、選択した損害推定モデルを機械学習する、

機械学習装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本開示は、作業機械の動作に伴う所定の部位の損害を推定する損害推定装置及び作業機械の動作に伴う所定の部位の損害を推定するための損害推定モデルを機械学習する機械学習装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

油圧ショベル等の作業機械を管理する管理者は、作業機械の寿命を知ることにより、作業機械のメンテナンス計画を作成したり、作業の見直しを行ったりすることができる。

【0003】

従来、作業機械の寿命を予測する技術としては、作業機械のブーム及びアームに複数の歪みゲージを取り付け、複数の歪みゲージによってブーム及びアームにかかる負荷による機械的な歪み量を検出し、検出した歪み量に基づき作業機械の各部位の被害量を演算で求めて寿命を予測する技術がある（例えば、特許文献1参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2009-133194号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

特許文献 1 の技術では、複数の歪みゲージをブーム及びアームに取り付け、複数の歪みゲージにより歪み量を検出している。このとき、複数の歪みゲージは、ブーム及びアームの測定対象となる部位の表面に直接貼り付けられ、複数の歪みゲージから延びる導線が、計測機器へ引き込まれることになる。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、複数の歪みゲージを測定対象となる部位の表面に貼り付ける作業は非常に面倒な作業である。また、歪みゲージは作業現場での作業中に損傷するおそれがあり、損傷した歪みゲージから正確な寿命を推定することは困難である。

【 0 0 0 7 】

本開示は、上記の問題を解決するためになされたもので、正確かつ容易に作業機械の寿命を推定することができる損害推定装置及び機械学習装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本開示の一態様に係る損害推定装置は、作業機械の動作に伴う所定の部位の損害を推定する損害推定装置であって、前記作業機械の動作に関する動作パラメータを取得する動作パラメータ取得部と、前記動作パラメータを入力値とし、前記作業機械の前記所定の部位の損害に関する損害パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された損害推定モデルを記憶する損害推定モデル記憶部と、前記損害推定モデル記憶部に記憶されている前記損害推定モデルに、前記動作パラメータ取得部によって取得された前記動作パラメータを入力することで前記損害パラメータを推定する推定部と、を備える。

【 0 0 0 9 】

この構成によれば、作業機械の動作に関する動作パラメータを入力値とし、作業機械の所定の部位の損害に関する損害パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された損害推定モデルに、取得された動作パラメータが入力されることで損害パラメータが推定されるので、推定した損害パラメータから正確かつ容易に作業機械の寿命を推定することができる。

【 0 0 1 0 】

また、上記の損害推定装置において、前記作業機械は、下部走行体と、前記下部走行体に搭載される上部旋回体と、前記上部旋回体に起伏可能に支持されるブームと前記ブームの先端部に回動可能に連結されるアームと前記アームの先端部に取付けられて施工面に押付けられるバケットとを含む作業装置と、前記下部走行体に対して前記上部旋回体を回転させる回転モータとを備え、前記動作パラメータは、前記ブームを起伏させるブームシリンダ、前記アームを回動させるアームシリンダ及び前記バケットを回動させるバケットシリンダのそれぞれの圧力値と、前記ブームシリンダ、前記アームシリンダ及び前記バケットシリンダのそれぞれの長さ、前記旋回モータの動作圧力値と、前記旋回モータによる旋回角度と、を含んでもよい。

【 0 0 1 1 】

この構成によれば、ブームを起伏させるブームシリンダ、アームを回動させるアームシリンダ及びバケットを回動させるバケットシリンダのそれぞれの圧力値と、ブームシリンダ、アームシリンダ及びバケットシリンダのそれぞれの長さ、旋回モータの動作圧力値と、旋回モータによる旋回角度とは、作業機械の所定の部位に損害を生じさせる動作パラメータである。そのため、ブームシリンダ、アームシリンダ及びバケットシリンダのそれぞれの圧力値と、ブームシリンダ、アームシリンダ及びバケットシリンダのそれぞれの長さ、旋回モータの動作圧力値と、旋回モータによる旋回角度とを用いて、正確に損害パラメータを推定することができる。

【 0 0 1 2 】

また、上記の損害推定装置において、前記損害パラメータは、前記作業機械の前記所定の部位の歪みと、前記作業機械の前記所定の部位に生ずる応力と、前記作業機械の前記所定の部位の寿命量とのいずれかを含んでもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

この構成によれば、作業機械の所定の部位の歪みと、作業機械の所定の部位に生ずる応力と、作業機械の所定の部位の寿命量とのいずれかを損害パラメータとして推定することができる。

【 0 0 1 4 】

また、上記の損害推定装置において、前記損害推定モデルは、前記作業機械の仕様毎に異なる複数の損害推定モデルを含み、前記損害推定モデル記憶部は、前記作業機械の仕様に関する複数の仕様パラメータのそれぞれと、前記複数の損害推定モデルのそれぞれとを対応付けて記憶しており、前記損害推定装置は、推定対象となる作業機械の仕様パラメータを取得する仕様パラメータ取得部と、前記複数の損害推定モデルの中から、前記仕様パラメータ取得部によって取得された前記仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルを選択する選択部と、をさらに備え、前記推定部は、前記選択部によって選択された前記損害推定モデルに、前記動作パラメータ取得部によって取得された前記動作パラメータを入力することで前記損害パラメータを推定してもよい。

10

【 0 0 1 5 】

作業機械の仕様が異なれば、作業機械から検出される動作パラメータも異なり、1つの損害推定モデルからは、仕様異なる種々の作業機械の損害パラメータを推定することは困難である。しかしながら、作業機械の仕様に関する複数の仕様パラメータのそれぞれに対応付けられている複数の損害推定モデルの中から、取得された仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルが選択されるので、作業機械の仕様に応じて、より正確な損害パラメータを推定することができる。

20

【 0 0 1 6 】

また、上記の損害推定装置において、前記損害推定装置は、前記動作パラメータを入力値とし、前記仕様パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された仕様推定モデルを記憶する仕様推定モデル記憶部をさらに備え、前記仕様パラメータ取得部は、前記仕様推定モデル記憶部に記憶されている前記仕様推定モデルに、前記動作パラメータ取得部によって取得された前記動作パラメータを入力することで前記仕様パラメータを推定してもよい。

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、動作パラメータを入力値とし、仕様パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された仕様推定モデルに、取得された動作パラメータが入力されることで仕様パラメータが推定されるので、作業機械の仕様パラメータを予め記憶する必要がなく、動作パラメータから自動的に仕様パラメータを特定することができる。

30

【 0 0 1 8 】

また、上記の損害推定装置において、前記損害推定装置は、前記作業機械の前記仕様パラメータを予め記憶する仕様パラメータ記憶部をさらに備え、前記仕様パラメータ取得部は、推定対象となる作業機械の前記仕様パラメータを前記仕様パラメータ記憶部から取得してもよい。

【 0 0 1 9 】

この構成によれば、作業機械の仕様パラメータが予め記憶されているので、推定対象となる作業機械の正確な仕様パラメータを容易に取得することができる。

40

【 0 0 2 0 】

また、上記の損害推定装置において、前記作業機械は、下部走行体と、前記下部走行体に搭載される上部旋回体と、前記上部旋回体に起伏可能に支持されるブームと前記ブームの先端部に回動可能に連結されるアームと前記アームの先端部に取付けられて施工面に押付けられるバケットとを含む作業装置とを備え、前記仕様パラメータは、前記ブームの長さ、前記アームの長さ、前記バケットの容量とを含んでもよい。

【 0 0 2 1 】

ブームの長さ、アームの長さ及びバケットの容量が異なれば、作業機械の所定の部位に

50

生ずる損害も異なるので、ブームの長さ、アームの長さ、バケットの容量を含む仕様パラメータに対応付けた損害推定モデルを用いることにより、より正確な損害パラメータを推定することができる。

【0022】

また、上記の損害推定装置において、前記損害推定装置は、前記推定部によって推定された前記損害パラメータを、前記損害推定装置と通信可能に接続された表示装置へ送信する送信部をさらに備えてもよい。

【0023】

この構成によれば、推定された損害パラメータが、損害推定装置と通信可能に接続された表示装置へ送信されるので、作業機械の所定の部位の損害を提示することができる。

10

【0024】

また、上記の損害推定装置において、前記損害推定装置は、前記推定部によって推定された前記損害パラメータを記憶する損害パラメータ記憶部をさらに備えてもよい。

【0025】

この構成によれば、推定された損害パラメータが記憶されるので、過去の損害パラメータをログ情報として蓄積し、蓄積した過去の損害パラメータを提示することができる。

【0026】

本開示の他の態様に係る機械学習装置は、作業機械の動作に伴う所定の部位の損害を推定するための損害推定モデルを機械学習する機械学習装置であって、前記作業機械が動作した際に得られる、前記作業機械の動作に関する動作パラメータと、前記作業機械の前記所定の部位の損害に関する損害パラメータを含む教師データを入力する教師データ入力部と、前記動作パラメータを入力値とし、前記損害パラメータを出力値とする前記損害推定モデルを記憶する損害推定モデル記憶部と、前記教師データに含まれる前記動作パラメータを前記損害推定モデルに入力し、前記損害推定モデルから出力される損害パラメータと、前記教師データに含まれる前記損害パラメータとの誤差を最小にするように前記損害推定モデルを機械学習する学習部と、を備える。

20

【0027】

この構成によれば、作業機械の動作に関する動作パラメータを入力値とし、作業機械の所定の部位の損害に関する損害パラメータを出力値とする損害推定モデルに、教師データに含まれる動作パラメータが入力され、損害推定モデルから出力される損害パラメータと、教師データに含まれる損害パラメータとの誤差を最小にするように損害推定モデルが機械学習されるので、教師データを用いた機械学習により構築された損害推定モデルに、取得された動作パラメータが入力されることにより、推定した損害パラメータから正確かつ容易に作業機械の寿命を推定することができる。

30

【発明の効果】

【0028】

本開示によれば、作業機械の動作に伴う所定の部位の損害に関する損害パラメータを推定ことができ、推定した損害パラメータから正確かつ容易に作業機械の寿命を推定することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0029】

【図1】本開示の実施の形態1に係る損害推定システムの全体構成を示す図である。

【図2】本開示の実施の形態1に係る作業機械を示す図である。

【図3】図2に示す作業機械の構成を示すブロック図である。

【図4】本開示の実施の形態1に係るサーバの構成を示すブロック図である。

【図5】本実施の形態1における損害推定モデル記憶部が記憶する複数の損害推定モデルの一例を示す図である。

【図6】本開示の実施の形態1に係る機械学習装置の構成を示すブロック図である。

【図7】本開示の実施の形態1に係るサーバの動作について説明するためのフローチャートである。

50

【図 8】本開示の実施の形態 1 に係る機械学習装置の仕様推定モデル学習処理について説明するためのフローチャートである。

【図 9】本開示の実施の形態 1 に係る機械学習装置の損害推定モデル学習処理について説明するためのフローチャートである。

【図 10】本開示の実施の形態 2 に係るサーバの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下添付図面を参照しながら、本開示の実施の形態について説明する。なお、以下の実施の形態は、本開示を具体化した一例であって、本開示の技術的範囲を限定するものではない。

【0031】

(実施の形態 1)

図 1 は、本開示の実施の形態 1 に係る損害推定システムの全体構成を示す図である。

【0032】

図 1 に示す損害推定システムは、作業機械 1、サーバ 2、機械学習装置 3 及び表示装置 4 を備える。サーバ 2 は、作業機械 1、機械学習装置 3 及び表示装置 4 のそれぞれとネットワーク 5 を介して互いに通信可能に接続されている。ネットワーク 5 は、例えば、インターネットである。

【0033】

図 2 は、本開示の実施の形態 1 に係る作業機械を示す図である。

【0034】

図 2 に示す作業機械 1 は、例えば油圧ショベルである。作業機械 1 は、地面 G の上を走行可能な下部走行体 10 と、下部走行体 10 に搭載される上部旋回体 12 と、上部旋回体 12 に搭載される作業装置 14 とを備える。なお、本実施の形態 1 では、作業機械 1 の一例として油圧ショベルを示すが、本開示はこれに限定されず、例えば、作業機械 1 は油圧クレーン等の下部走行体、上部旋回体及び作業装置を備える作業機械であれば、どのような作業機械が採用されてもよい。

【0035】

下部走行体 10 及び上部旋回体 12 は、作業装置 14 を支持する機体を構成する。上部旋回体 12 は、旋回フレーム 16 と、旋回フレーム 16 の上に搭載される複数の要素とを有する。当該複数の要素は、エンジンを収容するエンジンルーム 17 及び運転室であるキャブ 18 を含む。下部走行体 10 は一対のクローラで構成されている。上部旋回体 12 は下部走行体 10 に対して旋回可能に取り付けられている。

【0036】

作業装置 14 は、掘削作業その他の必要な作業のための動作を行うことが可能であり、ブーム 21、アーム 22 及びバケット 24 を含む。ブーム 21 は、旋回フレーム 16 の前端に起伏可能すなわち水平軸回りに回動可能に支持される基端部と、基端部の反対側の先端部とを有する。アーム 22 は、ブーム 21 の先端部に水平軸回りに回動可能に取り付けられる基端部と、基端部の反対側の先端部とを有する。バケット 24 は、アーム 22 の先端部に回動可能に取り付けられる。

【0037】

ブーム 21、アーム 22 及びバケット 24 のそれぞれには、複数の伸縮可能な油圧シリンダであるブームシリンダ 26、アームシリンダ 27 及びバケットシリンダ 28 が取り付けられている。

【0038】

ブームシリンダ 26 は、上部旋回体 12 とブーム 21 との間に介在し、当該ブーム 21 に起伏動作を行わせるように伸縮する。具体的に、ブームシリンダ 26 は、ヘッド側室及びロッド側室を有している。ブームシリンダ 26 は、当該ヘッド側室に作動油が供給されることにより伸長してブーム 21 をブーム上げ方向に動かすとともロッド側室内の作動油を排出する。一方、ブームシリンダ 26 は、ロッド側室に作動油が供給されることによ

10

20

30

40

50

り収縮してブーム 2 1 をブーム下げ方向に動かすとともにヘッド側室内の作動油を排出する。

【 0 0 3 9 】

アームシリンダ 2 7 は、ブーム 2 1 とアーム 2 2 との間に介在し、当該アーム 2 2 に回動動作を行わせるように伸縮する。具体的に、アームシリンダ 2 7 は、ヘッド側室及びロッド側室を有している。アームシリンダ 2 7 は、ヘッド側室に作動油が供給されることにより伸長してアーム 2 2 をアーム引き方向（当該アーム 2 2 の先端がブーム 2 1 に近づく方向）に動かすとともにロッド側室内の作動油を排出する。一方、アームシリンダ 2 7 は、ロッド側室に作動油が供給されることにより収縮してアーム 2 2 をアーム押し方向（当該アーム 2 2 の先端がブーム 2 1 から離れる方向）に動かすとともにヘッド側室内の作動油を排出する。

10

【 0 0 4 0 】

バケットシリンダ 2 8 は、アーム 2 2 とバケット 2 4 との間に介在し、当該バケット 2 4 に回動動作を行わせるように伸縮する。具体的に、バケットシリンダ 2 8 は、ヘッド側室及びロッド側室を有している。バケットシリンダ 2 8 は、ヘッド側室に作動油が供給されることにより伸長してバケット 2 4 を掬い方向（当該バケット 2 4 の先端 2 5 がアーム 2 2 に近づく方向）に回動させるとともにロッド側室内の作動油を排出する。一方、バケットシリンダ 2 8 は、ロッド側室に作動油が供給されることにより収縮してバケット 2 4 を開き方向（当該バケット 2 4 の先端 2 5 がアーム 2 2 から離れる方向）に回動させるとともにヘッド側室内の作動油を排出する。

20

【 0 0 4 1 】

図 3 は、図 2 に示す作業機械の構成を示すブロック図である。作業機械 1 は、コントローラ 1 0 0、ブームシリンダ圧センサ 1 1 1、アームシリンダ圧センサ 1 1 2、バケットシリンダ圧センサ 1 1 3、旋回モータ圧センサ 1 1 4、旋回センサ 1 1 5、姿勢センサ 1 1 6、操作装置 1 1 7、通信部 1 1 8 及び油圧回路 1 1 9 を備える。

【 0 0 4 2 】

油圧回路 1 1 9 は、図 2 に示すブームシリンダ 2 6、アームシリンダ 2 7 及びバケットシリンダ 2 8 に加え、旋回モータ 2 9、左右一対の走行モータ 3 0 L、3 0 R、一対のブーム電磁弁 3 1、一対のアーム電磁弁 3 2、一対のバケット電磁弁 3 3、一対の旋回電磁弁 3 4、左の一対の走行電磁弁 3 5 L、右の一対の走行電磁弁 3 5 R、ブーム制御弁 3 6、アーム制御弁 3 7、バケット制御弁 3 8、旋回制御弁 3 9 及び左右一対の走行制御弁 4 0 L、4 0 R を含む。

30

【 0 0 4 3 】

旋回モータ 2 9 は、油圧ポンプからの作動油の供給を受けることにより双方向に回転動作するモータ出力軸を有し、当該モータ出力軸に連結された上部旋回体 1 2 に左旋回動作又は右旋回動作を行わせる。旋回モータ 2 9 は、油圧ポンプからの作動油の供給を受けて、下部走行体 1 0 に対して上部旋回体 1 2 を旋回させるように作動する油圧モータである。具体的に、旋回モータ 2 9 は、上部旋回体 1 2 に連結される出力軸と、作動油の供給を受けて出力軸を回転させるモータ本体とを有する。旋回モータ 2 9 は、右旋回ポート及び左旋回ポートを有する。旋回モータ 2 9 は、右旋回ポートに作動油の供給を受けることにより上部旋回体 1 2 を右方向に旋回させながら左旋回ポートから作動油を排出する。一方、旋回モータ 2 9 は、左旋回ポートに作動油の供給を受けることにより上部旋回体 1 2 を左方向に旋回させながら右旋回ポートから作動油を排出する。旋回モータ 2 9 は、旋回モータ 2 9 を流れる作動油の流量に対応する速度で上部旋回体 1 2 を旋回させる。

40

【 0 0 4 4 】

走行モータ 3 0 L 及び走行モータ 3 0 R は、それぞれ、油圧ポンプからの作動油の供給を受けることにより双方向に回転動作するモータ出力軸を有し、当該モータ出力軸に連結された下部走行体 1 0 に前進走行動作または後進走行動作を行わせる。走行モータ 3 0 L 及び走行モータ 3 0 R は、同一速度で回転することで、下部走行体 1 0 は前進又は後進する。一方、走行モータ 3 0 L 及び走行モータ 3 0 R が異なる速度で回転することで、下部

50

走行体 10 は旋回する。

【 0 0 4 5 】

ブーム制御弁 36 は、一对のブームパイロットポートを有する油圧パイロット切換弁からなり、当該一对のブームパイロットポートのいずれかにブームパイロット圧が入力されることにより、そのブームパイロットポートに対応した方向にそのブームパイロット圧の大きさに対応したストロークで開弁し、これにより、ブームシリンダ 26 に対する作動油の供給の方向及び流量を変化させる。

【 0 0 4 6 】

アーム制御弁 37 は、一对のアームパイロットポートを有する油圧パイロット切換弁からなり、当該一对のアームパイロットポートのいずれかにアームパイロット圧が入力されることにより、そのアームパイロットポートに対応した方向にそのアームパイロット圧の大きさに対応したストロークで開弁し、これにより、アームシリンダ 27 に対する作動油の供給の方向及び流量を変化させる。

10

【 0 0 4 7 】

バケット制御弁 38 は、一对のバケットパイロットポートを有する油圧パイロット切換弁からなり、当該一对のバケットパイロットポートのいずれかにバケットパイロット圧が入力されることにより、そのバケットパイロットポートに対応した方向にそのバケットパイロット圧の大きさに対応したストロークで開弁し、これにより、バケットシリンダ 28 に対する作動油の供給の方向及び流量を変化させる。

【 0 0 4 8 】

旋回制御弁 39 は、一对の旋回パイロットポートを有する油圧パイロット切換弁からなり、当該一对の旋回パイロットポートのいずれかに旋回パイロット圧が入力されることにより、その旋回パイロットポートに対応した方向にその旋回パイロット圧の大きさに対応したストロークで開弁し、これにより、旋回モータ 29 に対する作動油の供給の方向及び流量を変化させる。

20

【 0 0 4 9 】

走行制御弁 40 L , 40 R は、それぞれ、一对の走行パイロットポートを有する油圧パイロット切換弁からなり、当該一对の走行パイロットポートのいずれかに走行パイロット圧が入力されることにより、その走行パイロットポートに対応した方向にその走行パイロット圧の大きさに対応したストロークで開弁し、これにより、走行モータ 30 L , 30 R に対する作動油の供給の方向及び流量を変化させる。

30

【 0 0 5 0 】

一对のブーム電磁弁 31 は、パイロットポンプとブーム制御弁 36 の一对のブームパイロットポートとの間にそれぞれ介在する電磁弁であり、電気信号であるブーム指令信号の入力を受けて開閉動作を行う。一对のブーム電磁弁 31 は、ブーム指令信号の入力を受けるとそのブーム指令信号に応じた度合いにブームパイロット圧を調節する。

【 0 0 5 1 】

一对のアーム電磁弁 32 は、パイロットポンプとアーム制御弁 37 の一对のアームパイロットポートとの間にそれぞれ介在する電磁弁であり、電気信号であるアーム指令信号の入力を受けて開閉動作を行う。一对のアーム電磁弁 32 は、アーム指令信号の入力を受けるとそのアーム指令信号に応じた度合いにアームパイロット圧を調節する。

40

【 0 0 5 2 】

一对のバケット電磁弁 33 は、パイロットポンプとバケット制御弁 38 の一对のアームパイロットポートとの間にそれぞれ介在する電磁弁であり、電気信号であるバケット指令信号の入力を受けて開閉動作を行う。一对のバケット電磁弁 33 は、バケット指令信号の入力を受けるとそのバケット指令信号に応じた度合いにバケットパイロット圧を調節する。

【 0 0 5 3 】

一对の旋回電磁弁 34 は、パイロットポンプと旋回制御弁 39 の一对の旋回パイロットポートとの間にそれぞれ介在する電磁弁であり、電気信号である旋回指令信号の入力を受けて開閉動作を行う。旋回電磁弁 34 は、旋回指令信号の入力を受けるとその旋回指令信

50

号に応じた度合いに旋回パイロット圧を調節する。

【 0 0 5 4 】

一対の走行電磁弁 3 5 L は、パイロットポンプと走行制御弁 4 0 L の一対の走行パイロットポートとの間にそれぞれ介在する電磁弁であり、電気信号である旋回指令信号の入力を受けて開閉動作を行う。一対の走行電磁弁 3 5 L は、走行指令信号の入力を受けるとその走行指令信号に応じた度合いに走行パイロット圧を調節する。

【 0 0 5 5 】

一対の走行電磁弁 3 5 R は、パイロットポンプと走行制御弁 4 0 R の一対の走行パイロットポートとの間にそれぞれ介在する電磁弁であり、電気信号である旋回指令信号の入力を受けて開閉動作を行う。走行電磁弁 3 5 R は、走行指令信号の入力を受けるとその走行指令信号に応じた度合いに走行パイロット圧を調節する。

10

【 0 0 5 6 】

ブームシリンダ圧センサ 1 1 1 は、ブームシリンダ 2 6 の圧力値を検出する。具体的には、ブームシリンダ圧センサ 1 1 1 は、ブームシリンダヘッド圧センサ及びブームシリンダロッド圧センサを含む。ブームシリンダヘッド圧センサは、ブームシリンダ 2 6 のヘッド側室における作動油の圧力であるブームシリンダヘッド圧を検出する。ブームシリンダロッド圧センサは、ブームシリンダ 2 6 のロッド側室における作動油の圧力であるブームシリンダロッド圧を検出する。ブームシリンダ圧センサ 1 1 1 は、検出したブームシリンダヘッド圧及びブームシリンダロッド圧をこれらに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 1 0 0 に入力する。

20

【 0 0 5 7 】

アームシリンダ圧センサ 1 1 2 は、アームシリンダ 2 7 の圧力値を検出する。具体的には、アームシリンダ圧センサ 1 1 2 は、アームシリンダヘッド圧センサ及びアームシリンダロッド圧センサを含む。アームシリンダヘッド圧センサは、アームシリンダ 2 7 のヘッド側室における作動油の圧力であるアームシリンダヘッド圧を検出する。アームシリンダロッド圧センサは、アームシリンダ 2 7 のロッド側室における作動油の圧力であるアームシリンダロッド圧を検出する。アームシリンダ圧センサ 1 1 2 は、検出したアームシリンダヘッド圧及びアームシリンダロッド圧をこれらに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 1 0 0 に入力する。

【 0 0 5 8 】

バケットシリンダ圧センサ 1 1 3 は、バケットシリンダ 2 8 の圧力値を検出する。具体的には、バケットシリンダ圧センサ 1 1 3 は、バケットシリンダヘッド圧センサ及びバケットシリンダロッド圧センサを含む。バケットシリンダヘッド圧センサは、バケットシリンダ 2 8 のヘッド側室における作動油の圧力であるバケットシリンダヘッド圧を検出する。バケットシリンダロッド圧センサは、バケットシリンダ 2 8 のロッド側室における作動油の圧力であるバケットシリンダロッド圧を検出する。バケットシリンダ圧センサ 1 1 3 は、検出したバケットシリンダヘッド圧及びバケットシリンダロッド圧をこれらに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 1 0 0 に入力する。

30

【 0 0 5 9 】

旋回モータ圧センサ 1 1 4 は、旋回モータ 2 9 の動作圧力値、すなわち、モータ差圧を検出する。具体的には、旋回モータ圧センサ 1 1 4 は、右旋回ポート圧センサ及び左旋回ポート圧センサを含む。右旋回ポート圧センサは、旋回モータ 2 9 の右旋回ポートにおける作動油の圧力である右旋回ポート圧を検出する。左旋回ポート圧センサは、旋回モータ 2 9 の左旋回ポートにおける作動油の圧力である左旋回ポート圧を検出する。旋回モータ圧センサ 1 1 4 は、検出した右旋回ポート圧及び左旋回ポート圧の差圧をこれに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 1 0 0 に入力する。

40

【 0 0 6 0 】

なお、旋回モータ圧センサ 1 1 4 は、検出した右旋回ポート圧をこれに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 1 0 0 に入力してもよく、検出した左旋回ポート圧をこれに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 1 0 0 に入力して

50

もよい。

【 0 0 6 1 】

旋回センサ 1 1 5 は、例えば、リゾルバ又はロータリーエンコーダなどで構成され、下部走行体 1 0 に対する上部旋回体 1 2 の旋回角度を検出する。旋回センサ 1 1 5 は、検出した旋回角度をこれに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 1 0 0 に入力する。

【 0 0 6 2 】

姿勢センサ 1 1 6 は、作業装置 1 4 の姿勢を検出する。姿勢センサ 1 1 6 は、図 2 に示すブーム角度センサ 6 1、アーム角度センサ 6 2 及びバケット角度センサ 6 4 を含む。ブーム角度センサ 6 1 は、上部旋回体 1 2 に対するブーム 2 1 の回転角度であるブーム角度
10
を検出する。アーム角度センサ 6 2 は、ブーム 2 1 に対するアーム 2 2 の回転角度であるアーム角度を検出する。バケット角度センサ 6 4 は、アーム 2 2 に対するバケット 2 4 の回転角度であるバケット角度を検出する。ブーム角度センサ 6 1、アーム角度センサ 6 2 及びバケット角度センサ 6 4 は、それぞれ、レゾルバ又はロータリーエンコーダなどで構成される。姿勢センサ 1 1 6 は、検出したブーム角度、アーム角度及びバケット角度をこれらに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 1 0 0 に入力する。

【 0 0 6 3 】

操作装置 1 1 7 は、作業装置 1 4 の動作、上部旋回体 1 2 の旋回動作及び下部走行体 1 0 の走行動作のためのオペレータからの操作を受け付ける。操作装置 1 1 7 は、ブーム操作装置、アーム操作装置、バケット操作装置、旋回操作装置及び走行操作装置を含む。
20

【 0 0 6 4 】

ブーム操作装置は、ブーム上げ動作又はブーム下げ動作のためのオペレータからの操作を受け付けるブーム操作レバーと、ブーム操作レバーの操作量をコントローラ 1 0 0 に入力する操作信号生成部とを含む電気レバー装置で構成されている。

【 0 0 6 5 】

アーム操作装置は、アーム引き動作又はアーム押し動作のためのオペレータからの操作を受け付けるアーム操作レバーと、アーム操作レバーの操作量をコントローラ 1 0 0 に入力する操作信号生成部とを含む電気レバー装置で構成されている。

【 0 0 6 6 】

バケット操作装置は、バケット掬い動作又はバケット開き動作のためのオペレータからの操作を受け付けるバケット操作レバーと、バケット操作レバーの操作量をコントローラ 1 0 0 に入力する操作信号生成部とを含む電気レバー装置で構成されている。
30

【 0 0 6 7 】

旋回操作装置は、上部旋回体 1 2 を右旋回又は左旋回させるためのオペレータからの操作を受け付ける旋回操作レバーと、旋回操作レバーの操作量をコントローラ 1 0 0 に入力する操作信号生成部とを含む電気レバー装置で構成されている。

【 0 0 6 8 】

走行操作装置は、下部走行体 1 0 を前進又は後進させるためのオペレータからの操作を受け付ける走行操作レバーと、走行操作レバーの操作量をコントローラ 1 0 0 に入力する操作信号生成部とを含む電気レバー装置で構成されている。
40

【 0 0 6 9 】

コントローラ 1 0 0 は、例えばマイクロコンピュータからなり、シリンダ長さ演算部 1 0 1、動作パラメータ生成部 1 0 2 及び指令部 1 0 3 を備える。

【 0 0 7 0 】

シリンダ長さ演算部 1 0 1 は、姿勢センサ 1 1 6 により検出される姿勢情報に基づいて、ブームシリンダ 2 6、アームシリンダ 2 7 及びバケットシリンダ 2 8 のシリンダ長さをそれぞれ演算する。

【 0 0 7 1 】

動作パラメータ生成部 1 0 2 は、作業機械 1 の動作に関する動作パラメータを生成する。動作パラメータは、ブーム 2 1 を起伏させるブームシリンダ 2 6、アーム 2 2 を回動さ
50

せるアームシリンダ 2 7 及びバケット 2 4 を回動させるバケットシリンダ 2 8 のそれぞれの圧力値と、ブームシリンダ 2 6、アームシリンダ 2 7 及びバケットシリンダ 2 8 のそれぞれのシリンダ長さと、旋回モータ 2 9 の動作圧力値と、旋回モータ 2 9 による旋回角度とを含む。

【 0 0 7 2 】

動作パラメータ生成部 1 0 2 は、所定の期間内に所定の時間間隔で検出されたセンサ値を含む動作パラメータを生成する。所定の期間は、例えば 1 日であり、所定の時間間隔は、例えば 1 0 分であり、動作パラメータ生成部 1 0 2 は、1 日の間に 1 0 分毎に検出されたセンサ値を含む動作パラメータを生成する。なお、所定の期間及び所定の時間間隔は、上記に限定されない。

10

【 0 0 7 3 】

指令部 1 0 3 は、油圧回路 1 1 9 に含まれる各要素の作動を制御する。指令部 1 0 3 は、ブーム指令部、アーム指令部、バケット指令部、旋回指令部及び走行指令部を含む。

【 0 0 7 4 】

ブーム指令部は、ブーム操作装置の操作量に応じた値のブーム指令信号を一对のブーム電磁弁 3 1 に入力する。これにより、ブーム操作装置の操作量が増大するほどブームシリンダ 2 6 へ供給される作動油の流量が増大する。

【 0 0 7 5 】

アーム指令部は、アーム操作装置の操作量に応じた値のアーム指令信号を一对のアーム電磁弁 3 2 に入力する。これにより、アーム操作装置の操作量が増大するほどアームシリンダ 2 7 へ供給される作動油の流量が増大する。

20

【 0 0 7 6 】

バケット指令部は、バケット操作装置の操作量に応じた値のバケット指令信号を一对のバケット電磁弁 3 3 に入力する。これにより、バケット操作装置の操作量が増大するほどバケットシリンダ 2 8 へ供給される作動油の流量が増大する。

【 0 0 7 7 】

旋回指令部は、旋回操作装置の操作量に応じた値の旋回指令信号を旋回電磁弁 3 4 に入力する。これにより、旋回操作装置の操作量が増大するほど旋回モータ 2 9 へ供給される作動油の流量が増大する。

【 0 0 7 8 】

30

走行指令部は、走行操作装置の操作量に応じた値の走行指令信号を一对の走行電磁弁 3 5 L 及び一对の走行電磁弁 3 5 R に入力する。これにより、走行操作装置の操作量が増大するほど走行モータ 3 0 L , 3 0 R へ供給される作動油の流量が増大する。

【 0 0 7 9 】

通信部 1 1 8 は、動作パラメータ送信部 1 0 6 を備える。動作パラメータ送信部 1 0 6 は、動作パラメータ生成部 1 0 2 によって生成された動作パラメータをサーバ 2 へ送信する。

【 0 0 8 0 】

なお、本実施の形態において、操作装置 1 1 7 は、コントローラ 1 0 0 を介して油圧回路 1 1 9 の各電磁弁 3 1 ~ 3 5 を作動させているが、本開示は特にこれに限定されず、操作装置 1 1 7 は、レバー操作量に応じた圧力を出力する油圧機器であるリモコン弁であってもよい。この場合、指令部 1 0 3 及び電磁弁 3 1 ~ 3 5 は不要であり、操作装置 1 1 7 から出力されるパイロット圧（ブームパイロット圧、アームパイロット圧、バケットパイロット圧、旋回パイロット圧及び走行パイロット圧）が制御弁 3 6 ~ 4 0 に入力される。操作装置 1 1 7 には、パイロットポンプより圧油が供給される。操作装置 1 1 7 は、供給された圧油をレバー操作量に応じた圧力に減圧し、パイロット圧として制御弁 3 6 ~ 4 0 へ出力する。また、操作装置 1 1 7 と制御弁 3 6 ~ 4 0 とを接続する油圧配管には、圧力センサが設置されている。圧力センサは、操作装置 1 1 7 から制御弁 3 6 ~ 4 0 へ出力されるパイロット圧の圧力値を検出し、検出した圧力値の信号をコントローラ 1 0 0 に入力する。コントローラ 1 0 0 は、圧力センサから入力された圧力値の信号を操作指令信号（

40

50

ブーム指令信号、アーム指令信号、バケット指令信号、旋回指令信号及び走行指令信号)として扱う。

【0081】

図4は、本開示の実施の形態1に係るサーバの構成を示すブロック図である。

【0082】

図4に示すサーバ2は、損害推定装置の一例である。サーバ2は、通信部210、プロセッサ220及びメモリ230を備える。

【0083】

通信部210は、動作パラメータ受信部211、表示情報送信部212及び推定モデル受信部213を備える。プロセッサ220は、仕様パラメータ取得部221、損害推定モデル選択部222、損害パラメータ推定部223、寿命算出部224及び表示情報生成部225を備える。メモリ230は、仕様推定モデル記憶部231及び損害推定モデル記憶部232を備える。

10

【0084】

動作パラメータ受信部211は、作業機械1の動作に関する動作パラメータを取得する。動作パラメータ受信部211は、作業機械1によって送信された動作パラメータを受信する。

【0085】

仕様推定モデル記憶部231は、動作パラメータを入力値とし、仕様パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された仕様推定モデルを記憶する。ここで、仕様パラメータは、ブーム21の長さ、アーム22の長さ、バケット24の容量とを含む。

20

【0086】

損害推定モデル記憶部232は、動作パラメータを入力値とし、作業機械1の所定の部位の損害に関する損害パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された損害推定モデルを記憶する。損害推定モデル記憶部232は、作業機械の仕様毎に異なる複数の損害推定モデルを記憶する。損害推定モデル記憶部232は、作業機械の仕様に関する複数の仕様パラメータのそれぞれと、複数の損害推定モデルのそれぞれとを対応付けて記憶している。

【0087】

図5は、本実施の形態1における損害推定モデル記憶部が記憶する複数の損害推定モデルの一例を示す図である。

30

【0088】

例えば、損害推定モデル記憶部232は、仕様パラメータ毎に異なる第1～第6損害推定モデルを記憶している。第1損害推定モデルは、例えば、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが3mであり、バケット24の容量が 1 m^3 である仕様パラメータに対応付けられている。第1損害推定モデルは、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが3mであり、バケット24の容量が 1 m^3 である作業機械の試験機から得られる動作パラメータ及び損害パラメータを教師データとした機械学習により生成される。

【0089】

同様に、第2損害推定モデルは、例えば、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが2mであり、バケット24の容量が 1 m^3 である仕様パラメータに対応付けられている。第3損害推定モデルは、例えば、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが4mであり、バケット24の容量が 1 m^3 である仕様パラメータに対応付けられている。第4損害推定モデルは、例えば、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが3mであり、バケット24の容量が 1.2 m^3 である仕様パラメータに対応付けられている。第5損害推定モデルは、例えば、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが2mであり、バケット24の容量が 1.5 m^3 である仕様パラメータに対応付けられている。第6損害推定モデルは、例えば、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが4mであり、バケット24の容量が 0.8 m^3 である仕様パラメータに対応付け

40

50

られている。

【0090】

なお、損害推定モデル記憶部232が記憶している損害推定モデルの数は、図5に示す6つに限定されない。損害推定モデル記憶部232は、5つ以下、又は7つ以上の損害推定モデルを記憶してもよい。また、仕様パラメータの値も、上記に限定されない。

【0091】

仕様パラメータ取得部221は、推定対象となる作業機械1の仕様パラメータを取得する。ここで、仕様パラメータ取得部221は、仕様推定モデル記憶部231に記憶されている仕様推定モデルに、動作パラメータ受信部211によって取得された動作パラメータを入力することで作業機械1の仕様パラメータを推定する。

10

【0092】

例えば、バケットの容量が異なると、バケットに入れられる土の量が変化し、バケットを持ち上げるために必要なブーム及びアームの力も変化する。バケットの容量が標準より大きい場合、バケットに入れられる土の量は多くなり、ブーム及びアームを駆動するブームシリンダ及びアームシリンダの圧力は標準より高くなる。同様に、バケットの容量が標準より小さい場合、バケットに入れられる土の量は少なくなり、ブーム及びアームを駆動するブームシリンダ及びアームシリンダの圧力は標準より低くなる。また、ブーム又はアームの長さが変化すると、バケットの先端部の位置が変化する。そのため、標準の長さのブーム又はアームを有する作業機械が土を掘り始めるタイミングと、標準よりも長いブーム又はアームを有する作業機械が土を掘り始めるタイミングとは異なる。

20

【0093】

このように、ブームの長さ、アームの長さ及びバケットの容量などの仕様パラメータの変化は、ブームシリンダ、アームシリンダ及びバケットシリンダのそれぞれの圧力値及び長さなどの動作パラメータに影響を与える可能性がある。つまり、仕様パラメータと動作パラメータの間には、一定の相関関係が存在する。したがって、仕様パラメータ取得部221は、動作パラメータと仕様パラメータとを教師データとして機械学習した仕様推定モデルを取得し、取得した仕様推定モデルに、作業機械の動作パラメータを入力することで作業機械の仕様パラメータを推定値として取得することができる。

【0094】

損害推定モデル選択部222は、損害推定モデル記憶部232に記憶されている複数の損害推定モデルの中から、仕様パラメータ取得部221によって取得された仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルを選択する。

30

【0095】

例えば、仕様パラメータ取得部221によって、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが3mであり、バケット24の容量が1.2m³である仕様パラメータが取得された場合、損害推定モデル選択部222は、図5に示す複数の損害推定モデルの中から、第4損害推定モデルを選択する。

【0096】

なお、仕様パラメータ取得部221によって取得された仕様パラメータと同じ仕様パラメータに対応付けられた損害推定モデルが損害推定モデル記憶部232に記憶されていない場合、損害推定モデル選択部222は、仕様パラメータ取得部221によって取得された仕様パラメータに最も近似する仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルを選択する。例えば、仕様パラメータ取得部221によって、ブーム21の長さが6mであり、アーム22の長さが4.5mであり、バケット24の容量が0.6m³である仕様パラメータが取得された場合、当該仕様パラメータと同じ仕様パラメータに対応付けられた損害推定モデルは、図5に示す複数の損害推定モデルの中に存在しない。この場合、損害推定モデル選択部222は、図5に示す複数の損害推定モデルの中から、仕様パラメータ取得部221によって取得された仕様パラメータに最も近似する仕様パラメータに対応付けられている第6損害推定モデルを選択する。

40

【0097】

50

このように、損害推定モデル記憶部 2 3 2 に記憶されている複数の損害推定モデルの中から、仕様パラメータ取得部 2 2 1 によって取得された仕様パラメータに最も近似する仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルが選択される。したがって、推定対象となる作業機械の仕様パラメータと同じ仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルが存在しない場合であっても、最適な損害推定モデルを選択することができる。また、予め記憶する損害推定モデルの数を少なくすることができ、メモリ 2 3 0 の容量を削減することができる。

【 0 0 9 8 】

損害パラメータ推定部 2 2 3 は、損害推定モデル記憶部 2 3 2 に記憶されている損害推定モデルに、動作パラメータ受信部 2 1 1 によって取得された動作パラメータを入力することで損害パラメータを推定する。ここで、損害パラメータ推定部 2 2 3 は、損害推定モデル選択部 2 2 2 によって選択された損害推定モデルに、動作パラメータ受信部 2 1 1 によって取得された動作パラメータを入力することで損害パラメータを推定する。損害パラメータは、例えば、単位時間（例えば、1 日又は 1 時間）において作業機械の所定の部位に生ずる応力である。所定の部位は、例えば、ブーム 2 1 及び / 又はアーム 2 2 である。

10

【 0 0 9 9 】

一般的に、油圧ショベルなどの作業機械 1 は、作業装置 1 4 を動作させて掘削し、上部旋回体 1 2 を回転させて排土する作業を繰り返し行う。そのため、ブームシリンダ 2 6、アームシリンダ 2 7 及びバケットシリンダ 2 8 のそれぞれの圧力値、ブームシリンダ 2 6、アームシリンダ 2 7 及びバケットシリンダ 2 8 のそれぞれのシリンダ長さ、旋回モータ 2 9 の動作圧力値及び旋回モータ 2 9 による旋回角度などの動作パラメータの変化は、作業機械 1 の所定の部位に生ずる応力などの損害パラメータに影響を与える可能性がある。つまり、動作パラメータと損害パラメータの間には、一定の相関関係が存在する。したがって、損害パラメータ推定部 2 2 3 は、動作パラメータと損害パラメータとを教師データとして機械学習した損害推定モデルに、作業機械 1 の動作パラメータを入力することで作業機械 1 の損害パラメータを推定値として取得することができる。

20

【 0 1 0 0 】

寿命算出部 2 2 4 は、損害パラメータ推定部 2 2 3 によって推定された損害パラメータに基づいて、作業機械 1 の寿命を算出する。寿命算出部 2 2 4 は、損害パラメータ推定部 2 2 3 によって推定された作業機械の所定の部位に生ずる応力の時間変化からレインフロー法による応力の頻度分析を行う。寿命算出部 2 2 4 は、分析結果からマイナー則を用いて単位時間に増えた損傷度合いを算出する。寿命算出部 2 2 4 は、算出した損傷度合いを前回までに算出された損傷度合いに加算して現時点までの損傷度合いを算出する。そして、寿命算出部 2 2 4 は、作業機械の設計寿命から現時点までの損傷度合いを減算することにより残存寿命を算出する。なお、寿命算出部 2 2 4 は、種々の従来技術を用いて寿命を算出することが可能である。

30

【 0 1 0 1 】

なお、本実施の形態 1 では、損害パラメータ推定部 2 2 3 は、作業機械 1 の所定の部位に生ずる応力を損害パラメータとして推定しているが、本開示は特にこれに限定されない。損害パラメータ推定部 2 2 3 は、作業機械 1 の所定の部位の歪みを損害パラメータとして推定してもよく、作業機械 1 の所定の部位の寿命量を損害パラメータとして推定してもよい。損害パラメータ推定部 2 2 3 は、作業機械 1 の所定の部位の歪みを推定する場合、推定した歪みから応力を算出する。また、損害パラメータ推定部 2 2 3 が作業機械 1 の所定の部位の寿命量を損害パラメータとして推定する場合、寿命算出部 2 2 4 は不要となる。

40

【 0 1 0 2 】

表示情報生成部 2 2 5 は、寿命算出部 2 2 4 によって算出された作業機械 1 の寿命を管理者に提示するための表示情報を生成する。

【 0 1 0 3 】

表示情報送信部 2 1 2 は、表示情報生成部 2 2 5 によって生成された表示情報を表示装置 4 へ送信する。

50

【 0 1 0 4 】

推定モデル受信部 2 1 3 は、機械学習装置 3 によって送信された仕様推定モデル及び損害推定モデルを受信する。推定モデル受信部 2 1 3 は、受信した仕様推定モデルを仕様推定モデル記憶部 2 3 1 に記憶するとともに、受信した損害推定モデルを損害推定モデル記憶部 2 3 2 に記憶する。

【 0 1 0 5 】

図 6 は、本開示の実施の形態 1 に係る機械学習装置の構成を示すブロック図である。

【 0 1 0 6 】

図 6 に示す機械学習装置 3 は、入力部 3 1 0、プロセッサ 3 2 0、メモリ 3 3 0 及び通信部 3 4 0 を備える。

10

【 0 1 0 7 】

入力部 3 1 0 は、例えば、入力インタフェースであり、仕様推定教師データ入力部 3 1 1 及び損害推定教師データ入力部 3 1 2 を備える。

【 0 1 0 8 】

仕様推定教師データ入力部 3 1 1 は、作業機械が動作した際に得られる、作業機械の動作に関する動作パラメータと、作業機械の仕様に関する仕様パラメータとを含む仕様推定教師データを入力する。

【 0 1 0 9 】

損害推定教師データ入力部 3 1 2 は、作業機械が動作した際に得られる、作業機械の動作に関する動作パラメータと、作業機械の所定の部位の損害に関する損害パラメータとを含む損害推定教師データを入力する。損害推定教師データに含まれる動作パラメータ及び損害パラメータは、作業機械の試験機が備える計測器から得られる。作業機械の試験機が備える計測器は、所定の部位の歪み又は応力を損害パラメータとして検出する。また、損害パラメータは、複数の所定の部位の歪み又は応力を含んでもよい。また、損害推定教師データは、動作パラメータ及び損害パラメータを計測した作業機械の仕様パラメータを含む。

20

【 0 1 1 0 】

仕様推定教師データ入力部 3 1 1 及び損害推定教師データ入力部 3 1 2 は、インターネットなどのネットワークを介して外部機器から受信した仕様推定教師データ及び損害推定教師データを通信部 3 4 0 から取得してもよいし、光ディスク等の記録媒体に記憶された仕様推定教師データ及び損害推定教師データをドライブ装置から取得してもよいし、USB (Universal Serial Bus) メモリ等の補助記憶装置から仕様推定教師データ及び損害推定教師データを取得してもよい。さらに、仕様推定教師データ入力部 3 1 1 及び損害推定教師データ入力部 3 1 2 は、キーボード、マウス又はタッチパネル等の入力装置からユーザにより入力された仕様推定教師データ及び損害推定教師データを取得してもよい。

30

【 0 1 1 1 】

メモリ 3 3 0 は、仕様推定モデル記憶部 3 3 1 及び損害推定モデル記憶部 3 3 2 を備える。

【 0 1 1 2 】

仕様推定モデル記憶部 3 3 1 は、動作パラメータを入力値とし、仕様パラメータを出力値とする仕様推定モデルを記憶する。

40

【 0 1 1 3 】

損害推定モデル記憶部 3 3 2 は、動作パラメータを入力値とし、損害パラメータを出力値とする損害推定モデルを記憶する。なお、損害推定モデル記憶部 3 3 2 は、作業機械の仕様毎に異なる複数の損害推定モデルを記憶する。損害推定モデル記憶部 3 3 2 は、作業機械の仕様に関する複数の仕様パラメータのそれぞれと、複数の損害推定モデルのそれぞれとを対応付けて記憶している。

【 0 1 1 4 】

プロセッサ 3 2 0 は、仕様推定モデル学習部 3 2 1 及び損害推定モデル学習部 3 2 2 を

50

備える。

【0115】

仕様推定モデル学習部321は、仕様推定教師データ入力部311によって入力された仕様推定教師データに含まれる動作パラメータを、仕様推定モデル記憶部331から読み出した仕様推定モデルに入力し、仕様推定モデルから出力される仕様パラメータと、仕様推定教師データに含まれる仕様パラメータとの誤差を最小にするように仕様推定モデルを機械学習する。仕様推定モデル学習部321は、より多くの仕様推定教師データを用いて仕様推定モデルを機械学習することにより、仕様パラメータの推定精度を高めることができる。

【0116】

損害推定モデル学習部322は、損害推定教師データ入力部312によって入力された損害推定教師データに含まれる動作パラメータを、損害推定モデル記憶部332から読み出した損害推定モデルに入力し、損害推定モデルから出力される損害パラメータと、損害推定教師データに含まれる損害パラメータとの誤差を最小にするように損害推定モデルを機械学習する。損害推定モデル学習部322は、より多くの損害推定教師データを用いて損害推定モデルを機械学習することにより、損害パラメータの推定精度を高めることができる。

【0117】

なお、損害推定モデル学習部322は、損害推定モデル記憶部332に記憶されている複数の損害推定モデルの中から、損害推定教師データ入力部312によって入力された損害推定教師データに含まれる仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルを選択し、選択した損害推定モデルを機械学習する。

【0118】

また、仕様推定モデル及び損害推定モデルには、例えば、深層学習手法におけるdeep neural network又はconvolutional neural networkなどが用いられてもよく、又は統計的手法におけるサポートベクタマシン又は混合ガウス分布などが用いられてもよい。仕様推定モデル及び損害推定モデルの機械学習には、誤差逆伝搬法又は最尤推定など、用いるモデルに合わせた学習方法が用いられる。

【0119】

通信部340は、仕様推定モデル記憶部331から学習済みの仕様推定モデルを読み出し、読み出した仕様推定モデルをサーバ2へ送信する。また、通信部340は、損害推定モデル記憶部332から学習済みの損害推定モデルを読み出し、読み出した損害推定モデルをサーバ2へ送信する。

【0120】

表示装置4は、例えば、スマートフォン、タブレット型コンピュータ又はパーソナルコンピュータであり、サーバ2によって送信された表示情報を表示する。表示装置4は、例えば、作業機械1の管理者によって使用される。表示装置4は、作業機械1の寿命を管理者に提示するための表示情報を表示する。

【0121】

なお、表示装置4は、例えば、液晶表示装置であってもよく、作業機械1が表示装置4を備えてもよい。この場合、作業機械1の通信部118が、サーバ2によって送信された表示情報を受信してもよい。

【0122】

また、作業機械1は、サーバ2の表示情報送信部212、推定モデル受信部213、仕様パラメータ取得部221、損害推定モデル選択部222、損害パラメータ推定部223、寿命算出部224、表示情報生成部225、仕様推定モデル記憶部231及び損害推定モデル記憶部232を備えてもよい。この場合、損害推定システムは、サーバ2を備えなくてもよい。

【0123】

続いて、本実施の形態1におけるサーバ2の動作について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 4 】

図 7 は、本開示の実施の形態 1 に係るサーバの動作について説明するためのフローチャートである。

【 0 1 2 5 】

まず、ステップ S 1 において、動作パラメータ受信部 2 1 1 は、作業機械 1 によって送信された動作パラメータを受信する。

【 0 1 2 6 】

次に、ステップ S 2 において、仕様パラメータ取得部 2 2 1 は、仕様推定モデル記憶部 2 3 1 に記憶されている仕様推定モデルを読み出し、読み出した仕様推定モデルに、動作パラメータ受信部 2 1 1 によって受信された動作パラメータを入力することで作業機械 1 の仕様パラメータを推定する。

10

【 0 1 2 7 】

次に、ステップ S 3 において、損害推定モデル選択部 2 2 2 は、損害推定モデル記憶部 2 3 2 に記憶されている複数の損害推定モデルの中から、仕様パラメータ取得部 2 2 1 によって推定された仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルを選択する。

【 0 1 2 8 】

次に、ステップ S 4 において、損害パラメータ推定部 2 2 3 は、損害推定モデル選択部 2 2 2 によって選択された損害推定モデルに、動作パラメータ受信部 2 1 1 によって受信された動作パラメータを入力することで損害パラメータを推定する。

【 0 1 2 9 】

次に、ステップ S 5 において、寿命算出部 2 2 4 は、損害パラメータ推定部 2 2 3 によって推定された損害パラメータに基づいて、作業機械 1 の寿命を算出する。

20

【 0 1 3 0 】

次に、ステップ S 6 において、表示情報生成部 2 2 5 は、寿命算出部 2 2 4 によって算出された作業機械 1 の寿命を管理者に提示するための表示情報を生成する。

【 0 1 3 1 】

次に、ステップ S 7 において、表示情報送信部 2 1 2 は、表示情報生成部 2 2 5 によって生成された表示情報を表示装置 4 へ送信する。表示装置 4 は、サーバ 2 によって送信された表示情報を受信し、受信した表示情報を表示する。これにより、作業機械 1 の管理者は、作業機械 1 の寿命を知ることができる。

30

【 0 1 3 2 】

このように、作業機械の動作に関する動作パラメータを入力値とし、作業機械の所定の部位の損害に関する損害パラメータを出力値とし、教師データを用いた機械学習により構築された損害推定モデルに、取得された動作パラメータが入力されることで損害パラメータが推定されるので、推定した損害パラメータから正確かつ容易に作業機械の寿命を推定することができる。

【 0 1 3 3 】

なお、本実施の形態 1 では、表示情報生成部 2 2 5 は、寿命算出部 2 2 4 によって算出された作業機械 1 の寿命を管理者に提示するための表示情報を生成しているが、本開示は特にこれに限定されず、損害パラメータ推定部 2 2 3 によって推定された作業機械 1 の所定の部位に生ずる応力を管理者に提示するための表示情報を生成してもよい。また、作業機械の所定の部位の歪みが損害パラメータとして推定される場合、表示情報生成部 2 2 5 は、損害パラメータ推定部 2 2 3 によって推定された作業機械 1 の所定の部位の歪みを管理者に提示するための表示情報を生成してもよい。

40

【 0 1 3 4 】

また、表示情報送信部 2 1 2 は、損害パラメータ推定部 2 2 3 によって推定された損害パラメータを、サーバ 2 と通信可能に接続された表示装置 4 へ送信してもよい。この場合、表示情報送信部 2 1 2 は、作業機械 1 の所定の部位の歪みと、作業機械 1 の所定の部位に生ずる応力と、作業機械 1 の所定の部位の寿命量とのいずれかを含む損害パラメータを損害パラメータ推定部 2 2 3 から取得し、取得した損害パラメータを表示装置 4 へ送信す

50

る。

【0135】

また、本実施の形態1において、メモリ230は、損害パラメータ推定部223によって推定された損害パラメータを記憶する損害パラメータ記憶部をさらに備えてもよい。損害パラメータ記憶部は、損害パラメータをログ情報として記憶してもよい。この場合、表示装置4は、過去の損害パラメータを取得するための取得要求をサーバ2へ送信してもよい。サーバ2の通信部210は、表示装置4からの取得要求に応じて損害パラメータ記憶部から過去の損害パラメータを読み出し、読み出した過去の損害パラメータを表示装置4へ送信してもよい。

【0136】

続いて、本開示の実施の形態1に係る機械学習装置3の仕様推定モデル学習処理及び損害推定モデル学習処理について説明する。

【0137】

図8は、本開示の実施の形態1に係る機械学習装置の仕様推定モデル学習処理について説明するためのフローチャートである。

【0138】

まず、ステップS21において、仕様推定教師データ入力部311は、作業機械が動作した際に得られる、作業機械の動作に関する動作パラメータと、作業機械の仕様に関する仕様パラメータを含む仕様推定教師データを入力する。

【0139】

次に、ステップS22において、仕様推定モデル学習部321は、仕様推定モデルを仕様推定モデル記憶部331から読み出す。

【0140】

次に、ステップS23において、仕様推定モデル学習部321は、仕様推定教師データ入力部311によって入力された仕様推定教師データに含まれる動作パラメータを、仕様推定モデル記憶部331から読み出した仕様推定モデルに入力し、仕様推定モデルから出力される仕様パラメータと、仕様推定教師データに含まれる仕様パラメータとの誤差を最小にするように仕様推定モデルを機械学習する。

【0141】

なお、複数の仕様推定教師データが入力された場合、仕様推定モデル学習部321は、全ての仕様推定教師データを用いた仕様推定モデルの機械学習が終了するまで、ステップS23の処理を繰り返し行う。

【0142】

次に、ステップS24において、仕様推定モデル学習部321は、機械学習した仕様推定モデルを仕様推定モデル記憶部331に記憶する。

【0143】

次に、ステップS25において、通信部340は、仕様推定モデル記憶部331から学習済みの仕様推定モデルを読み出し、読み出した仕様推定モデルをサーバ2へ送信する。サーバ2の推定モデル受信部213は、機械学習装置3によって送信された仕様推定モデルを受信し、受信した仕様推定モデルを仕様推定モデル記憶部231に記憶する。

【0144】

なお、通信部340は、仕様推定モデルが機械学習された場合に、仕様推定モデルをサーバ2に送信してもよいし、仕様推定モデルが機械学習されたか否かに関わらず定期的に仕様推定モデルをサーバ2に送信してもよい。

【0145】

図9は、本開示の実施の形態1に係る機械学習装置の損害推定モデル学習処理について説明するためのフローチャートである。

【0146】

まず、ステップS31において、損害推定教師データ入力部312は、作業機械が動作した際に得られる、作業機械の動作に関する動作パラメータと、作業機械の所定の部位の

10

20

30

40

50

損害に関する損害パラメータと、動作パラメータ及び損害パラメータを計測した作業機械の仕様パラメータとを含む損害推定教師データを入力する。

【0147】

次に、ステップS32において、損害推定モデル学習部322は、損害推定モデル記憶部332に記憶されている複数の損害推定モデルの中から、損害推定教師データ入力部312によって入力された損害推定教師データに含まれる仕様パラメータに対応付けられている損害推定モデルを読み出す。

【0148】

次に、ステップS33において、損害推定モデル学習部322は、損害推定教師データ入力部312によって入力された損害推定教師データに含まれる動作パラメータを、損害推定モデル記憶部332から読み出した損害推定モデルに入力し、損害推定モデルから出力される損害パラメータと、損害推定教師データに含まれる損害パラメータとの誤差を最小にするように損害推定モデルを機械学習する。

10

【0149】

次に、ステップS34において、損害推定モデル学習部322は、機械学習した損害推定モデルを損害推定モデル記憶部332に記憶する。

【0150】

なお、複数の損害推定教師データが入力された場合、損害推定モデル学習部322は、全ての損害推定教師データを用いた損害推定モデルの機械学習が終了するまで、ステップS32～ステップS34の処理を繰り返し行う。

20

【0151】

次に、ステップS35において、通信部340は、損害推定モデル記憶部332から学習済みの損害推定モデルを読み出し、読み出した損害推定モデルをサーバ2へ送信する。サーバ2の推定モデル受信部213は、機械学習装置3によって送信された損害推定モデルを受信し、受信した損害推定モデルを損害推定モデル記憶部232に記憶する。

【0152】

なお、通信部340は、損害推定モデルが機械学習された場合に、損害推定モデルをサーバ2に送信してもよいし、損害推定モデルが機械学習されたか否かに関わらずに定期的に損害推定モデルをサーバ2に送信してもよい。

【0153】

30

このように、作業機械の動作に関する動作パラメータを入力値とし、作業機械の所定の部位の損害に関する損害パラメータを出力値とする損害推定モデルに、教師データに含まれる動作パラメータが入力され、損害推定モデルから出力される損害パラメータと、教師データに含まれる損害パラメータとの誤差を最小にするように損害推定モデルが機械学習されるので、教師データを用いた機械学習により構築された損害推定モデルに、取得された動作パラメータが入力されることにより、推定した損害パラメータから正確かつ容易に作業機械の寿命を推定することができる。

【0154】

なお、本実施の形態1において、動作パラメータは、ブームシリンダ26、アームシリンダ27及びバケットシリンダ28のそれぞれの圧力値と、ブームシリンダ26、アームシリンダ27及びバケットシリンダ28のそれぞれのシリンダ長さと、旋回モータ29の動作圧力値と、旋回モータ29による旋回角度とを含むが、本開示は特にこれに限定されない。動作パラメータは、ブームシリンダ26、アームシリンダ27及びバケットシリンダ28のそれぞれの速度又はブームシリンダ26、アームシリンダ27及びバケットシリンダ28のそれぞれの加速度を含んでもよい。ブームシリンダ26、アームシリンダ27及びバケットシリンダ28のそれぞれの速度は、ブームシリンダ26、アームシリンダ27及びバケットシリンダ28のそれぞれの長さを微分することにより算出することができる。また、ブームシリンダ26、アームシリンダ27及びバケットシリンダ28のそれぞれの加速度は、ブームシリンダ26、アームシリンダ27及びバケットシリンダ28のそれぞれの速度を微分することにより算出することができる。また、動作パラメータは、旋

40

50

回モータ 29 の角速度又は旋回モータ 29 の角加速度を含んでもよい。旋回モータ 29 の角速度は、旋回モータ 29 による旋回角度を微分することにより算出することができる。また、旋回モータ 29 の角加速度は、旋回モータ 29 の角速度を微分することにより算出することができる。

【0155】

また、動作パラメータは、走行モータ 30 L , 30 R の動作圧力値と、走行モータ 30 L , 30 R の回転角度とを含んでもよい。この場合、作業機械 1 は、左走行モータ圧センサ、右走行モータ圧センサ、左走行モータ回転角センサ及び右走行モータ回転角センサをさらに備えてもよい。

【0156】

左走行モータ圧センサは、走行モータ 30 L の動作圧力値、すなわち、モータ差圧を検出する。具体的には、左走行モータ圧センサは、第 1 ポート圧センサ及び第 2 ポート圧センサを含む。第 1 ポート圧センサは、走行モータ 30 L の一対のポートのうちの一方向のポートにおける作動油の圧力である第 1 ポート圧を検出する。第 2 ポート圧センサは、走行モータ 30 L の一対のポートのうち他方のポートにおける作動油の圧力である第 2 ポート圧を検出する。左走行モータ圧センサは、検出した第 1 ポート圧及び第 2 ポート圧の差圧をこれに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 100 に入力する。

【0157】

右走行モータ圧センサは、走行モータ 30 R の動作圧力値、すなわち、モータ差圧を検出する。具体的には、右走行モータ圧センサは、第 3 ポート圧センサ及び第 4 ポート圧センサを含む。第 3 ポート圧センサは、走行モータ 30 R の一対のポートのうちの一方向のポートにおける作動油の圧力である第 3 ポート圧を検出する。第 4 ポート圧センサは、走行モータ 30 R の一対のポートのうち他方のポートにおける作動油の圧力である第 4 ポート圧を検出する。右走行モータ圧センサは、検出した第 3 ポート圧及び第 4 ポート圧の差圧をこれに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 100 に入力する。

【0158】

左走行モータ回転角センサは、例えば、リゾルバ又はロータリーエンコーダなどで構成され、走行モータ 30 L の回転角度を検出する。左走行モータ回転角センサは、検出した回転角度をこれに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 100 に入力する。右走行モータ回転角センサは、例えば、リゾルバ又はロータリーエンコーダなどで構成され、走行モータ 30 R の回転角度を検出する。右走行モータ回転角センサは、検出した回転角度をこれに対応する電気信号である検出信号に変換してコントローラ 100 に入力する。

【0159】

また、動作パラメータは、走行モータ 30 L , 30 R の角速度又は走行モータ 30 L , 30 R の角加速度を含んでもよい。走行モータ 30 L , 30 R の角速度は、走行モータ 30 L , 30 R の回転角度を微分することにより算出することができる。また、走行モータ 30 L , 30 R の角加速度は、走行モータ 30 L , 30 R の角速度を微分することにより算出することができる。

【0160】

また、本実施の形態 1 において、動作パラメータは、駆動源である図略のエンジンに接続され、当該エンジンが出力する動力により駆動されて作動油を吐出する油圧ポンプの吐出圧（ポンプ圧）をさらに含んでもよい。この場合、作業機械 1 は、油圧ポンプの吐出圧（ポンプ圧）を検出するポンプ圧センサをさらに備えてもよい。

【0161】

また、本実施の形態 1 において、動作パラメータは、指令部 103 から出力されるブーム指令信号、アーム指令信号、バケット指令信号、旋回指令信号及び走行指令信号などの各種操作信号を含んでもよい。この場合、動作パラメータ生成部 102 は、ブーム指令信号、アーム指令信号、バケット指令信号、旋回指令信号及び走行指令信号を指令部 103 から取得する。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 2 】

また、本実施の形態 1 において、操作装置 1 1 7 がリモコン弁である場合、動作パラメータは、圧力センサから出力されるブームパイロット圧、アームパイロット圧、バケットパイロット圧、旋回パイロット圧及び走行パイロット圧などの各種圧力値の信号を含んでもよい。この場合、動作パラメータ生成部 1 0 2 は、ブームパイロット圧、アームパイロット圧、バケットパイロット圧、旋回パイロット圧及び走行パイロット圧などの各種圧力値の信号を圧力センサから取得する。

【 0 1 6 3 】

また、本実施の形態 1 において、動作パラメータは、バケットの種類を示す情報を含んでもよい。

10

【 0 1 6 4 】

また、本実施の形態 1 において、作業装置 1 4 が、例えばカッターなどのバケット以外の先端アタッチメントを備える場合、動作パラメータは、先端アタッチメントの種類を示す情報を含んでもよい。

【 0 1 6 5 】

また、本実施の形態 1 における作業機械 1 は、油圧ショベルであるが、本開示は特にこれに限定されず、電動ショベルであってもよい。この場合、動作パラメータは、ブーム 2 1 を駆動するモータに印加される電圧又は電流、アーム 2 2 を駆動するモータに印加される電圧又は電流、バケット 2 4 を駆動するモータに印加される電圧又は電流、及び旋回モータに印加される電圧又は電流を含んでもよい。

20

【 0 1 6 6 】

また、本実施の形態 1 において、表示情報生成部 2 2 5 は、寿命算出部 2 2 4 によって算出された寿命が閾値を超えるか否かを判断してもよい。そして、表示情報生成部 2 2 5 は、寿命が閾値を超えると判断された場合、管理者に警告するための表示情報を生成してもよく、寿命が閾値を超えないと判断された場合、管理者に警告するための表示情報を生成しなくてもよい。

【 0 1 6 7 】

また、本実施の形態 1 において、表示情報生成部 2 2 5 は、損害パラメータ推定部 2 2 3 によって推定された損害パラメータが閾値を超えるか否かを判断してもよい。そして、表示情報生成部 2 2 5 は、損害パラメータが閾値を超えると判断された場合、管理者に警告するための表示情報を生成してもよく、損害パラメータが閾値を超えないと判断された場合、管理者に警告するための表示情報を生成しなくてもよい。

30

【 0 1 6 8 】

(実施の形態 2)

実施の形態 1 では、仕様推定モデルを用いて動作パラメータから仕様パラメータが推定されているが、実施の形態 2 では、仕様パラメータが予め記憶されている。

【 0 1 6 9 】

図 1 0 は、本開示の実施の形態 2 に係るサーバの構成を示すブロック図である。なお、実施の形態 2 に係る損害推定システム、作業機械 1 及び表示装置 4 の構成は、実施の形態 1 と同じである。

40

【 0 1 7 0 】

図 1 0 に示すサーバ 2 A は、損害推定装置の一例である。サーバ 2 A は、通信部 2 1 0、プロセッサ 2 2 0 A 及びメモリ 2 3 0 A を備える。なお、本実施の形態 2 において、実施の形態 1 と同じ構成については同じ符号を付し、説明を省略する。

【 0 1 7 1 】

プロセッサ 2 2 0 A は、仕様パラメータ取得部 2 2 1 A、損害推定モデル選択部 2 2 2、損害パラメータ推定部 2 2 3、寿命算出部 2 2 4 及び表示情報生成部 2 2 5 を備える。メモリ 2 3 0 A は、損害推定モデル記憶部 2 3 2 及び仕様パラメータ記憶部 2 3 3 を備える。

【 0 1 7 2 】

50

仕様パラメータ記憶部 2 3 3 は、作業機械 1 の仕様パラメータを予め記憶する。仕様パラメータ記憶部 2 3 3 は、作業機械 1 を識別する識別情報に対応付けて仕様パラメータを予め記憶している。

【 0 1 7 3 】

作業機械 1 が新規に購入された場合、ユーザ又はサービスマンは、購入された作業機械 1 の仕様パラメータを端末装置に入力する。端末装置は、入力された仕様パラメータを、作業機械 1 を識別する識別情報とともにサーバ 2 A へ送信する。サーバ 2 A の通信部 2 1 0 は、端末装置によって送信された仕様パラメータ及び識別情報を受信し、受信した仕様パラメータを識別情報に対応付けて仕様パラメータ記憶部 2 3 3 に記憶する。

【 0 1 7 4 】

また、作業機械 1 の作業装置 1 4 が交換された場合、ユーザ又はサービスマンは、作業装置 1 4 が交換された作業機械 1 の仕様パラメータを端末装置に入力する。端末装置は、入力された仕様パラメータを、作業機械 1 を識別する識別情報とともにサーバ 2 A へ送信する。サーバ 2 A の通信部 2 1 0 は、端末装置によって送信された仕様パラメータ及び識別情報を受信し、仕様パラメータ記憶部 2 3 3 に記憶されている識別情報に対応付けられている仕様パラメータを、受信した仕様パラメータに更新する。

【 0 1 7 5 】

仕様パラメータ取得部 2 2 1 A は、推定対象となる作業機械 1 の仕様パラメータを仕様パラメータ記憶部 2 3 3 から取得する。ここで、動作パラメータ受信部 2 1 1 は、動作パラメータとともに、作業機械 1 の識別情報を受信する。仕様パラメータ取得部 2 2 1 は、動作パラメータ受信部 2 1 1 によって受信された識別情報に対応付けられている仕様パラメータを、仕様パラメータ記憶部 2 3 3 から取得する。

【 0 1 7 6 】

本実施の形態 2 では、実施の形態 1 とは異なり、仕様推定モデルが不要である。そのため、機械学習装置 3 は、仕様推定教師データ入力部 3 1 1、仕様推定モデル学習部 3 2 1 及び仕様推定モデル記憶部 3 3 1 を備えていない。実施の形態 2 における損害推定教師データ入力部 3 1 2、損害推定モデル学習部 3 2 2 及び損害推定モデル記憶部 3 3 2 の構成は、実施の形態 1 と同じである。

【 0 1 7 7 】

また、本実施の形態 2 では、端末装置により入力された仕様パラメータが仕様パラメータ記憶部 2 3 3 に記憶されるが、本開示は特にこれに限定されず、作業装置 1 4 を構成する各アタッチメントは、自身の仕様に関する情報を記憶するとともに、自身の仕様に関する情報を送信する電子タグを備えてもよく、作業機械 1 は、各電子タグによって送信された情報を受信する受信機を備えてもよい。

【 0 1 7 8 】

具体的には、作業装置 1 4 を構成するブーム 2 1、アーム 2 2 及びバケット 2 4 は、それぞれ電子タグを備えてもよい。ブーム 2 1 が備える電子タグは、ブーム 2 1 の長さを予め記憶しており、記憶しているブーム 2 1 の長さに関する情報を受信機へ送信する。アーム 2 2 が備える電子タグは、アーム 2 2 の長さを予め記憶しており、記憶しているアーム 2 2 の長さに関する情報を受信機へ送信する。バケット 2 4 が備える電子タグは、バケット 2 4 の容量を予め記憶しており、記憶しているバケット 2 4 の容量に関する情報を受信機へ送信する。受信機は、各電子タグによって送信されたブーム 2 1 の長さに関する情報、アーム 2 2 の長さに関する情報及びバケット 2 4 の容量に関する情報を受信し、ブーム 2 1 の長さ、アーム 2 2 の長さ及びバケット 2 4 の容量を含む仕様パラメータを生成する。通信部 1 1 8 は、生成された作業機械 1 の仕様パラメータを、作業機械 1 を識別するための識別情報とともにサーバ 2 A へ送信する。サーバ 2 A の通信部 2 1 0 は、受信した仕様パラメータを識別情報に対応付けて仕様パラメータ記憶部 2 3 3 に記憶する。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 7 9 】

本開示に係る損害推定装置及び機械学習装置は、正確かつ容易に作業機械の寿命を推定

10

20

30

40

50

することができるので、作業機械の動作に伴う所定の部位の損害を推定する損害推定装置及び作業機械の動作に伴う所定の部位の損害を推定するための損害推定モデルを機械学習する機械学習装置として有用である。

【符号の説明】

【0180】

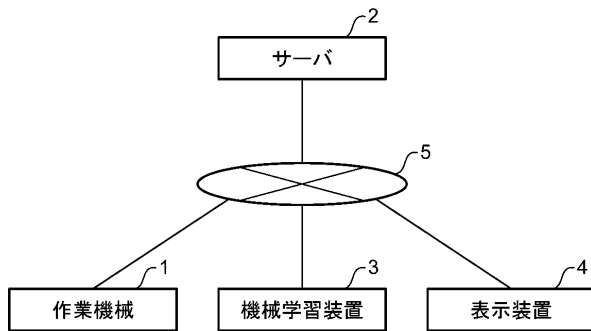
1	作業機械	
2, 2A	サーバ	
3	機械学習装置	
4	表示装置	
5	ネットワーク	10
10	下部走行体	
12	上部回転体	
14	作業装置	
21	ブーム	
22	アーム	
24	バケット	
26	ブームシリンダ	
27	アームシリンダ	
28	バケットシリンダ	
29	回転モータ	20
61	ブーム角度センサ	
62	アーム角度センサ	
64	バケット角度センサ	
100	コントローラ	
101	シリンダ長さ演算部	
102	動作パラメータ生成部	
106	動作パラメータ送信部	
111	ブームシリンダ圧センサ	
112	アームシリンダ圧センサ	
113	バケットシリンダ圧センサ	30
114	回転モータ圧センサ	
115	回転センサ	
116	姿勢センサ	
117	操作装置	
118	通信部	
119	油圧回路	
210	通信部	
211	動作パラメータ受信部	
212	表示情報送信部	
213	推定モデル受信部	40
220, 220A	プロセッサ	
221, 221A	仕様パラメータ取得部	
222	損害推定モデル選択部	
223	損害パラメータ推定部	
224	寿命算出部	
225	表示情報生成部	
230, 230A	メモリ	
231	仕様推定モデル記憶部	
232	損害推定モデル記憶部	
233	仕様パラメータ記憶部	50

- 3 1 0 入力部
- 3 1 1 仕様推定教師データ入力部
- 3 1 2 損害推定教師データ入力部
- 3 2 0 プロセッサ
- 3 2 1 仕様推定モデル学習部
- 3 2 2 損害推定モデル学習部
- 3 3 0 メモリ
- 3 3 1 仕様推定モデル記憶部
- 3 3 2 損害推定モデル記憶部
- 3 4 0 通信部

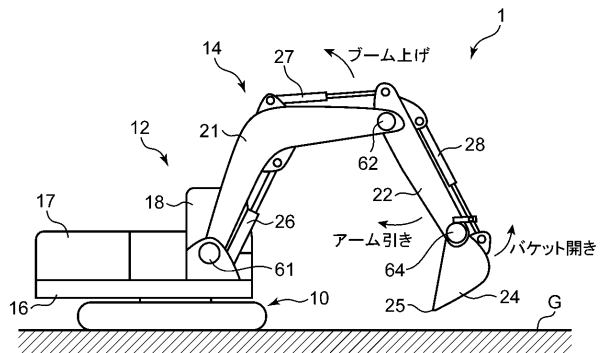
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



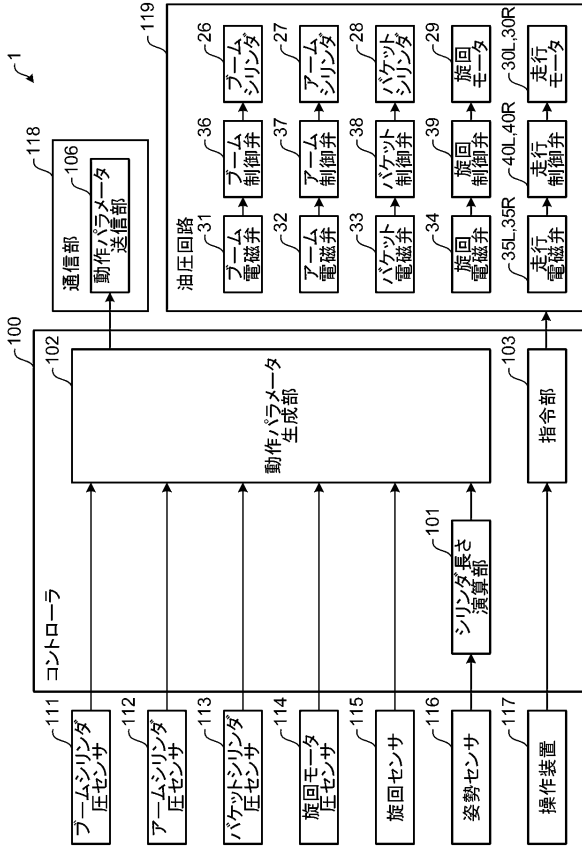
20

30

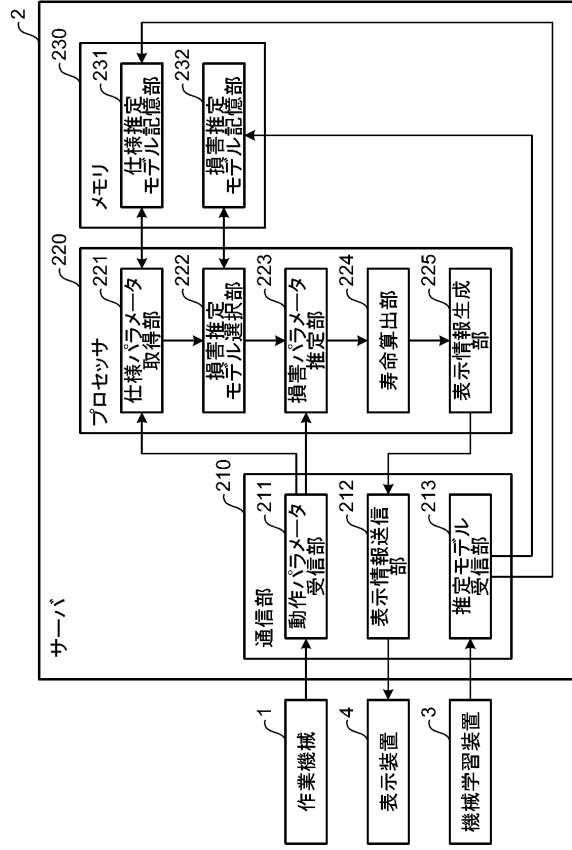
40

50

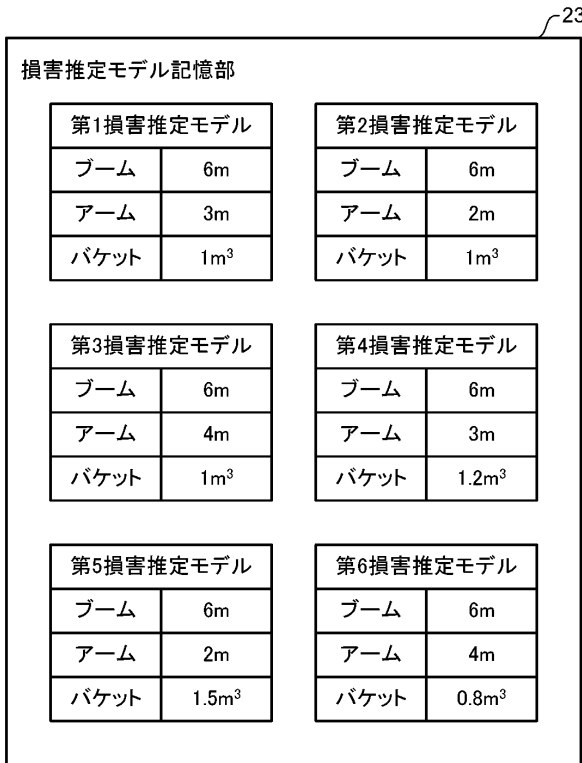
【図3】



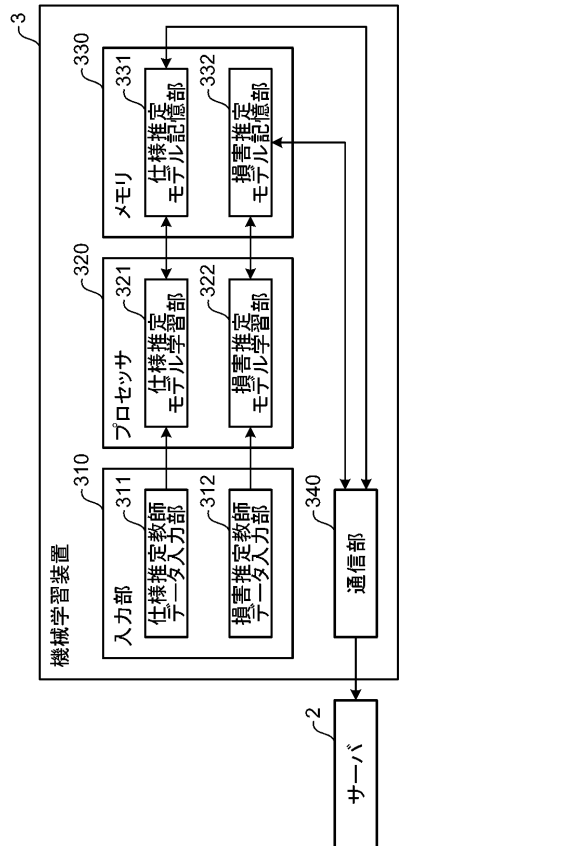
【図4】



【図5】



【図6】



10

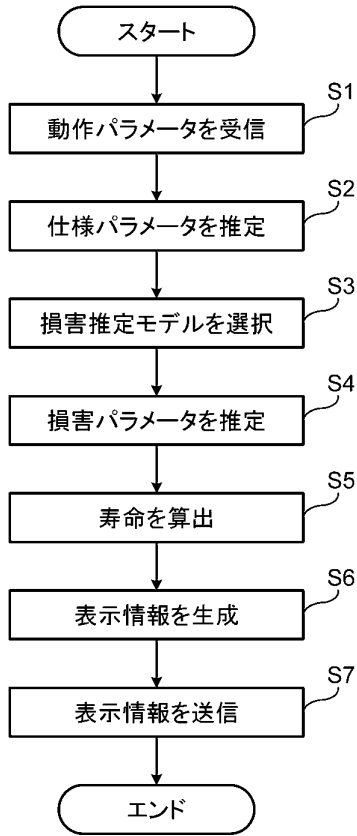
20

30

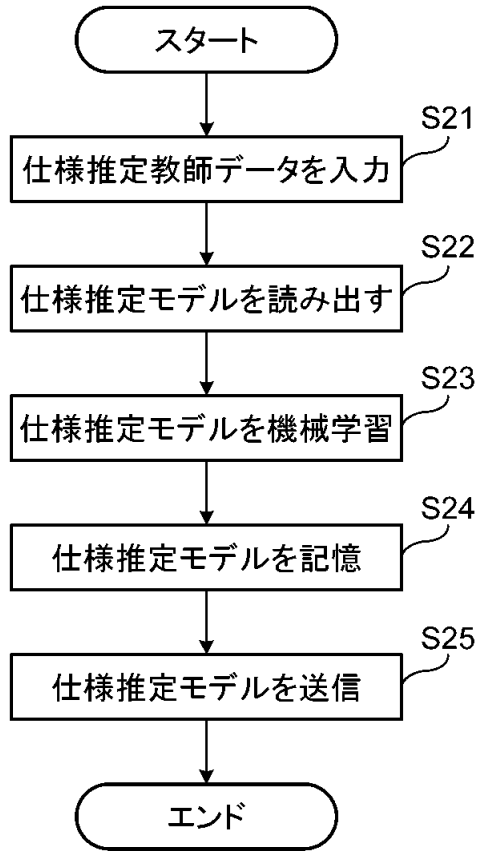
40

50

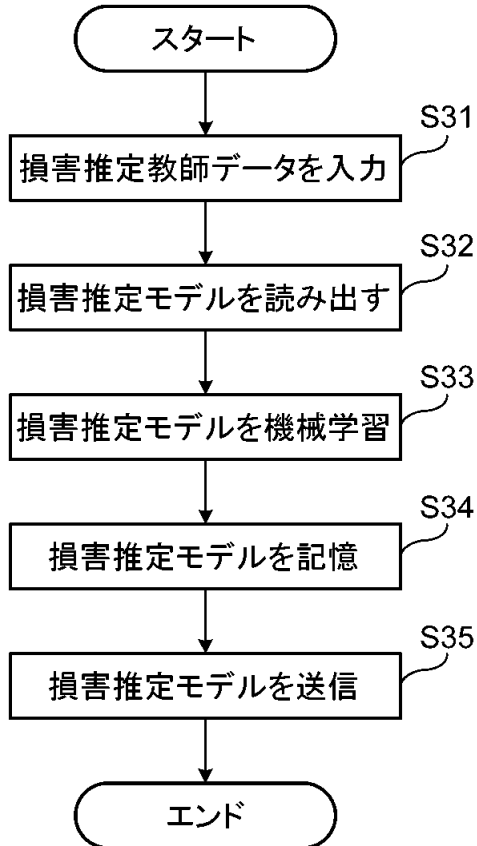
【図 7】



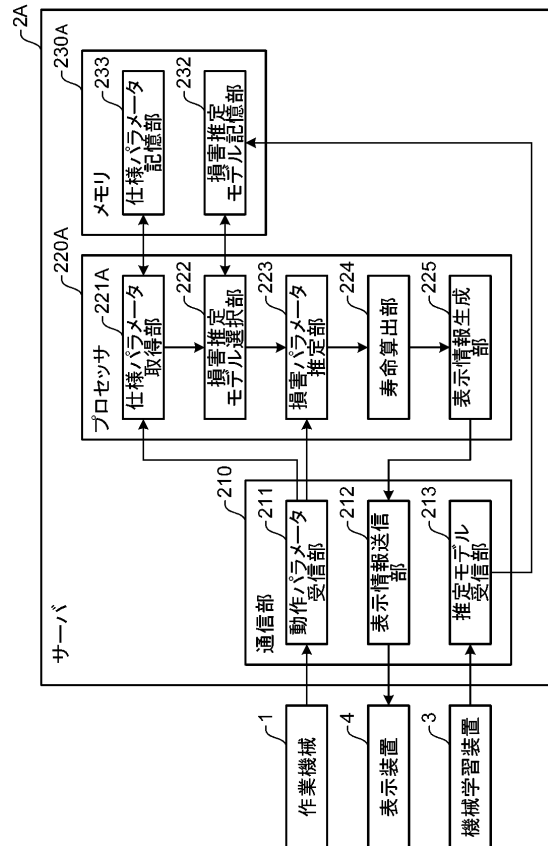
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

広島県広島市佐伯区五日市港2丁目2番1号 コベルコ建機株式会社 広島本社内

審査官 亀谷 英樹

- (56)参考文献 特開2005-025351(JP,A)
特開2013-041448(JP,A)
特開2007-257366(JP,A)
国際公開第2013/172277(WO,A1)
特開2009-133194(JP,A)
特開2017-166232(JP,A)
特開2014-085293(JP,A)
特開2019-005834(JP,A)
特開平02-165285(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0346066(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
E02F 9/20 - 9/22
E02F 3/42 - 3/43
E02F 3/84 - 3/85
E02F 9/26
G06N 3/00 - 3/12
G05B 23/00 - 23/02