

(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
2020年10月8日(08.10.2020)



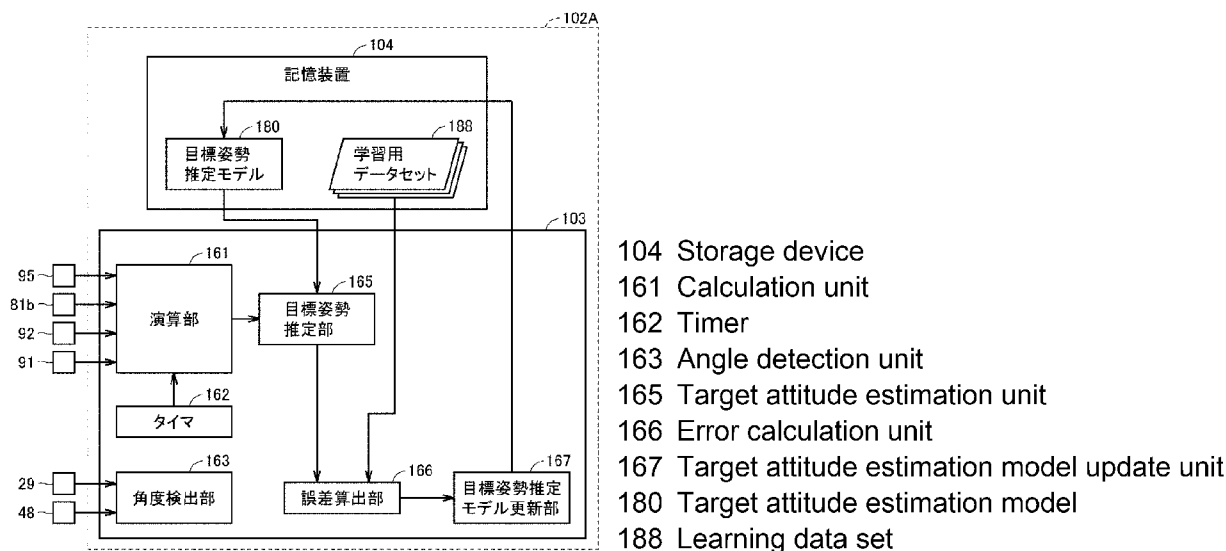
(10) 国際公開番号

WO 2020/203596 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 3/43 (2006.01) *G05B 13/02* (2006.01)
E02F 9/20 (2006.01) *G06N 3/04* (2006.01)
G05B 11/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/013507
- (22) 国際出願日: 2020年3月26日(26.03.2020)
- (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 2019-072225 2019年4月4日(04.04.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂二丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 清水 実 (SHIMIZU, Minoru); 〒1078414 東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (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, JP, 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,

(54) Title: SYSTEM INCLUDING WORK MACHINERY, COMPUTER-EXECUTED METHOD, PRODUCTION METHOD FOR TRAINED ATTITUDE ESTIMATION MODELS, AND LEARNING DATA

(54) 発明の名称: 作業機械を含むシステム、コンピュータによって実行される方法、学習済みの姿勢推定モデルの製造方法、および学習用データ



- 104 Storage device
161 Calculation unit
162 Timer
163 Angle detection unit
165 Target attitude estimation unit
166 Error calculation unit
167 Target attitude estimation model update unit
180 Target attitude estimation model
188 Learning data set

(57) Abstract: A system including work machinery is provided which comprises a work machine body, a work implement mounted on the work machine body, and a computer (102A). The computer (102A) has a trained target attitude estimation model (180) for calculating a target attitude of a work implement during operation. The computer (102A) acquires the time elapsed from the start of operation of the work implement and machine data relating to the work machine body and operation of the work implement, and outputs the estimated target attitude, obtained using the trained target attitude estimation model (180) to estimate the target attitude from the elapsed time and the machine data.

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 作業機械本体と、作業機械本体に取り付けられた作業機と、コンピュータ (102A) とを備える、作業機械を含むシステムが提供される。コンピュータ (102A) は、作業中の作業機の目標姿勢を求めるための、学習済みの目標姿勢推定モデル (180) を有している。コンピュータ (102A) は、作業機による作業開始からの経過時間と、作業機械本体および作業機の動作に関する機械データとを取得し、学習済みの目標姿勢推定モデル (180) を用いて経過時間および機械データから目標姿勢を推定した推定目標姿勢を出力する。

明 細 書

発明の名称：

作業機械を含むシステム、コンピュータによって実行される方法、学習済みの姿勢推定モデルの製造方法、および学習用データ

技術分野

[0001] 本開示は、作業機械を含むシステム、コンピュータによって実行される方法、学習済みの姿勢推定モデルの製造方法、および学習用データに関する。

背景技術

[0002] ホイールローダの掘削作業においては、車両を前進させることにより作業機を土砂の山に押し込むと共に、作業機を上昇させる。これにより、土砂が作業機上に掬い取られる。

[0003] 従来、効率的な掘削作業を実行するため、作業機の動作を自動制御する技術が提案されている（たとえば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-135649号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記文献には、掘削作業時に、オペレータのアクセル操作およびバケット操作から、自動的にブームを駆動制御する技術が開示されている。オペレータの足によるアクセル操作と右手によるレバー操作とが必要であり、円滑な操作のためにはオペレータの熟練が要求される。

[0006] 作業中の作業機の目標姿勢を求めて、その目標姿勢に合わせて作業機を自動制御することにより、作業機械による作業のさらなる自動化が可能になる。

[0007] そこで本開示では、作業中の作業機の目標姿勢を求めるための、作業機械

を含むシステム、コンピュータによって実行される方法、学習済みの姿勢推定モデルの製造方法、および学習用データが提供される。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示のある局面に従うと、作業機械本体と、作業機械本体に取り付けられた作業機と、コンピュータとを備える、作業機械を含むシステムが提供される。コンピュータは、作業中の作業機の目標姿勢を求めるための学習済み姿勢推定モデルを有している。コンピュータは、作業機による作業開始からの経過時間と、作業機械本体および作業機の動作に関する機械データとを取得し、学習済み姿勢推定モデルを用いて経過時間および機械データから目標姿勢を推定した推定目標姿勢を出力する。

[0009] 本開示のある局面に従うと、コンピュータによって実行される方法が提供される。当該方法は、以下の処理を備えている。第1の処理は、作業機械本体に取り付けられた作業機による作業開始からの経過時間と、作業機械本体および作業機の動作に関する機械データと、を取得することである。第2の処理は、作業中の作業機の目標姿勢を求めるための学習済み姿勢推定モデルを用いて、経過時間および機械データから目標姿勢を推定した推定目標姿勢を求めることである。

[0010] 本開示のある局面に従うと、学習済みの姿勢推定モデルの製造方法が提供される。製造方法は、以下の処理を含んでいる。第1の処理は、作業機械本体に取り付けられた作業機による作業開始からの経過時間と、作業機械本体および作業機の動作に関する機械データと、作業中の作業機の姿勢データと、を含む学習用データを取得することである。第2の処理は、学習用データにより姿勢推定モデルを学習させることである。

[0011] 本開示のある局面に従うと、作業機械本体に取り付けられた作業機の作業中の目標姿勢を求める姿勢推定モデルを学習させるための、学習用データが提供される。学習用データは、作業機による作業開始からの経過時間と、経過時間を計測した時点での作業機械本体および作業機の動作に関する機械データと、経過時間を計測した時点での作業機の姿勢を示す姿勢データとを備

えている。

- [0012] 本開示のある局面に従うと、学習済みの姿勢推定モデルの製造方法が提供される。製造方法は、以下の処理を含んでいる。第1の処理は、作業機械本体に取り付けられた作業機による作業開始からの経過時間と、作業機械本体および作業機の動作に関する機械データとを取得することである。第2の処理は、学習済みの第1の姿勢推定モデルを用いて、作業中の作業機の目標姿勢を経過時間および機械データから推定した推定目標姿勢を求めることである。第3の処理は、経過時間および機械データと、推定目標姿勢と、を含む学習用データにより、第2の姿勢推定モデルを学習させることである。

発明の効果

- [0013] 本開示に従えば、作業中の作業機の目標姿勢を精度良く取得することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]実施形態に基づく作業機械の一例としてのホイールローダの側面図である。
- [図2]実施形態に基づくホイールローダの構成を示す概略ブロック図である。
- [図3]実施形態に基づくホイールローダによる掘削作業を説明する図である。
- [図4]作業機械を含むシステムに含まれる、コンピュータの構成を示す模式図である。
- [図5]出荷前のホイールローダのシステム構成を示すブロック図である。
- [図6]学習済みの目標姿勢推定モデルの製造方法を示すフローチャートである。
- [図7]目標姿勢推定モデルを学習させるための処理を示す概略図である。
- [図8]工場出荷されるホイールローダのシステム構成を示すブロック図である。
- [図9]工場出荷後に作業機の目標姿勢を推定するためにコンピュータによって実行される処理を示すフローチャートである。
- [図10]学習済みの目標姿勢推定モデルを用いた、推定目標姿勢を得る処理を

示す模式図である。

[図11]目標姿勢推定モデルの学習に関する変形例を示す概略図である。

[図12]蒸留モデルを生成するための処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、実施の形態について図に基づいて説明する。以下の説明では、同一部品には、同一の符号を付している。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

[0016] <全体構成>

実施の形態においては、作業機械の一例としてホイールローダ1について説明する。図1は、実施形態に基づく作業機械の一例としてのホイールローダ1の側面図である。

[0017] 図1に示されるように、ホイールローダ1は、車体フレーム2と、作業機3と、走行装置4と、キャブ5とを備えている。車体フレーム2、キャブ5などからホイールローダ1の車体が構成されている。ホイールローダ1の車体には、作業機3および走行装置4が取り付けられている。

[0018] 走行装置4は、ホイールローダ1の車体を走行させるものであり、走行輪4a、4bを含んでいる。ホイールローダ1は、走行輪4a、4bが回転駆動されることにより自走可能であり、作業機3を用いて所望の作業を行うことができる。

[0019] 車体フレーム2は、前フレーム2aと後フレーム2bとを含んでいる。前フレーム2aと後フレーム2bとは、互いに左右方向に揺動可能に取り付けられている。前フレーム2aと後フレーム2bとに亘って、一対のステアリングシリンダ11が取り付けられている。ステアリングシリンダ11は、油圧シリンダである。ステアリングシリンダ11がステアリングポンプ12（図2参照）からの作動油によって伸縮することによって、ホイールローダ1の進行方向が左右に変更される。

[0020] 本明細書中において、ホイールローダ1が直進走行する方向を、ホイールローダ1の前後方向という。ホイールローダ1の前後方向において、車体フ

レーム 2 に対して作業機 3 が配置されている側を前方向とし、前方向と反対側を後方向とする。ホイールローダ 1 の左右方向とは、平面視において前後方向と直交する方向である。前方向を見て左右方向の右側、左側が、それぞれ右方向、左方向である。ホイールローダ 1 の上下方向とは、前後方向および左右方向によって定められる平面に直交する方向である。上下方向において地面のある側が下側、空のある側が上側である。

[0021] 前フレーム 2 a には、作業機 3 および一对の走行輪（前輪）4 a が取り付けられている。作業機 3 は、車体の前方に配設されている。作業機 3 は、作業機ポンプ 1 3（図 2 参照）からの作動油によって駆動される。作業機ポンプ 1 3 は、エンジン 2 1 により駆動され、吐出する作動油によって作業機 3 を作動させる油圧ポンプである。作業機 3 は、ブーム 1 4 と、作業具であるバケット 6 とを含んでいる。バケット 6 は、作業機 3 の先端に配置されている。バケット 6 は、ブーム 1 4 の先端に着脱可能に装着されたアタッチメントの一例である。作業の種類に応じて、アタッチメントが、グラップル、フォーク、またはプラウなどに付け替えられる。

[0022] ブーム 1 4 の基端部は、ブームピン 9 によって前フレーム 2 a に回転自在に取付けられている。バケット 6 は、ブーム 1 4 の先端に位置するバケットピン 1 7 によって、回転自在にブーム 1 4 に取付けられている。

[0023] 前フレーム 2 a とブーム 1 4 とは、一对のブームシリンダ 1 6 により連結されている。ブームシリンダ 1 6 は、油圧シリンダである。ブームシリンダ 1 6 の基端は、前フレーム 2 a に取り付けられている。ブームシリンダ 1 6 の先端は、ブーム 1 4 に取り付けられている。ブームシリンダ 1 6 が作業機ポンプ 1 3（図 2 参照）からの作動油によって伸縮することによって、ブーム 1 4 が昇降する。ブームシリンダ 1 6 は、ブームピン 9 を中心としてブーム 1 4 を上下に回転駆動する。

[0024] 作業機 3 は、ベルクランク 1 8 と、バケットシリンダ 1 9 と、リンク 1 5 とをさらに含んでいる。ベルクランク 1 8 は、ブーム 1 4 のほぼ中央に位置する支持ピン 1 8 a によって、ブーム 1 4 に回転自在に支持されている。バ

ケットシリンダ１９は、ベルクランク１８と前フレーム２aとを連結している。リンク１５は、ベルクランク１８の先端部に設けられた連結ピン１８cに連結されている。リンク１５は、ベルクランク１８とバケット６とを連結している。

[0025] バケットシリンダ１９は、油圧シリンダであり作業具シリンダである。バケットシリンダ１９の基端は、前フレーム２aに取り付けられている。バケットシリンダ１９の先端は、ベルクランク１８の基端部に設けられた連結ピン１８bに取り付けられている。バケットシリンダ１９が作業機ポンプ１３（図２参照）からの作動油によって伸縮することによって、バケット６が上下に回転する。バケットシリンダ１９は、バケットピン１７を中心としてバケット６を回転駆動する。

[0026] 後フレーム２bには、キャブ５および一对の走行輪（後輪）４bが取り付けられている。キャブ５は、ブーム１４の後方に配置されている。キャブ５は、車体フレーム２上に載置されている。キャブ５内には、オペレータが着座するシート、および後述する操作装置８などが配置されている。

[0027] <システム構成>

図２は、実施形態に基づくホイールローダ１の構成を示す概略ブロック図である。図２に示されるように、ホイールローダ１は、駆動源としてのエンジン２１、走行装置４、作業機ポンプ１３、ステアリングポンプ１２、操作装置８、制御装置１０、表示器５０などを備えている。

[0028] エンジン２１は、たとえばディーゼルエンジンである。駆動源として、エンジン２１に代えて、蓄電体により駆動するモータが用いられてもよく、またエンジンとモータとの双方が用いられてもよい。エンジン２１は燃料噴射ポンプ２４を有している。燃料噴射ポンプ２４には、電子ガバナ２５が設けられている。シリンダ内に噴射する燃料量を調整することにより、エンジン２１の出力が制御される。この調整は、電子ガバナ２５が制御装置１０によって制御されることで行われる。

[0029] エンジン回転数は、エンジン回転数センサ９１によって検出される。エン

ジン回転数センサ 91 の検出信号は、制御装置 10 に入力される。

[0030] 走行装置 4 は、エンジン 21 からの駆動力によりホイールローダ 1 を走行させる装置である。走行装置 4 は、トルクコンバータ装置 23、トランスミッション 26、ならびに上述した前輪 4a および後輪 4b などを有している。

[0031] トルクコンバータ装置 23 は、ロックアップクラッチ 27 とトルクコンバータ 28 とを有している。ロックアップクラッチ 27 は、油圧作動式のクラッチである。ロックアップクラッチ 27 への作動油の供給が、クラッチ制御弁 31 を介して、制御装置 10 によって制御される。これによりロックアップクラッチ 27 は、連結状態と非連結状態とに切換可能である。ロックアップクラッチ 27 が非連結状態である場合には、トルクコンバータ 28 が、オイルを媒体としてエンジン 21 からの駆動力を伝達する。ロックアップクラッチ 27 が連結状態である場合には、トルクコンバータ 28 の入力側と出力側とが直結される。

[0032] トランスミッション 26 は、前進走行段に対応する前進クラッチ CF と、後進走行段に対応する後進クラッチ CR とを有している。各クラッチ CF, CR の連結状態・非連結状態が切り換えられることによって、車両の前進と後進とが切り換えられる。クラッチ CF, CR が共に非連結状態のときは、車両は中立状態となる。

[0033] トランスミッション 26 は、複数の速度段に対応した複数の速度段クラッチ C1 - C4 を有しており、減速比を複数段階に切り換えることができる。各速度段クラッチ C1 - C4 は、油圧作動式の油圧クラッチである。図示しない油圧ポンプからクラッチ制御弁 31 を介してクラッチ C1 - C4 へ作動油が供給される。クラッチ制御弁 31 が制御装置 10 によって制御されて、クラッチ C1 - C4 への作動油の供給が制御されることにより、各クラッチ C1 - C4 の連結状態及び非連結状態が切り換えられる。

[0034] トランスミッション 26 の出力軸には、T/M 出力回転数センサ 92 が設けられている。T/M 出力回転数センサ 92 は、トランスミッション 26 の

出力軸の回転数を検出する。T/M出力回転数センサ92からの検出信号は、制御装置10に入力される。制御装置10は、T/M出力回転数センサ92の検出信号に基づいて車速を算出する。

[0035] トランスミッション26から出力された駆動力は、シャフト32などを介して車輪4a, 4bに伝達される。これにより、ホイールローダ1が走行する。エンジン21からの駆動力の一部が走行装置4に伝達されて、ホイールローダ1が走行する。

[0036] エンジン21の駆動力の一部は、PTO (Power Take Off) 軸33を介して、作業機ポンプ13およびステアリングポンプ12に伝達される。作業機ポンプ13およびステアリングポンプ12は、エンジン21からの駆動力によって駆動される油圧ポンプである。作業機ポンプ13から吐出された作動油は、作業機制御弁34を介してブームシリンダ16およびバケットシリンダ19に供給される。ステアリングポンプ12から吐出された作動油は、ステアリング制御弁35を介してステアリングシリンダ11に供給される。作業機3は、エンジン21からの駆動力の一部によって駆動される。

[0037] 第1油圧検出器95は、ブームシリンダ16に取り付けられている。第1油圧検出器95は、ブームシリンダ16の油室内の作動油の圧力を検出する。第1油圧検出器95の検出信号は、制御装置10に入力される。

[0038] 第2油圧検出器96は、バケットシリンダ19に取り付けられている。第2油圧検出器96は、バケットシリンダ19の油室内の作動油の圧力を検出する。第2油圧検出器96の検出信号は、制御装置10に入力される。

[0039] 第1角度検出器29は、たとえば、ブームピン9に取り付けられたポテンシオメータである。第1角度検出器29は、車体に対するブーム14の持ち上がり角度（チルト角度）を表すブーム角度を検出する。第1角度検出器29は、ブーム角度を示す検出信号を制御装置10に出力する。

[0040] 具体的には、図1に示すように、ブーム基準線Aは、ブームピン9の中心とバケットピン17の中心とを通る直線である。ブーム角度 $\theta 1$ は、ブームピン9の中心から前方に延びる水平線Hと、ブーム基準線Aとの成す角度で

ある。ブーム基準線Aが水平である場合をブーム角度 $\theta 1 = 0^\circ$ と定義する。ブーム基準線Aが水平線Hよりも上方にある場合にブーム角度 $\theta 1$ を正とする。ブーム基準線Aが水平線Hよりも下方にある場合にブーム角度 $\theta 1$ を負とする。

[0041] なお第1角度検出器29は、ブームシリンダ16に配置されたストロークセンサであってもよい。

[0042] 第2角度検出器48は、たとえば、支持ピン18aに取り付けられたポテンシオメータである。第2角度検出器48は、ブーム14に対するバケット6のチルト角度を表すバケット角度を検出する。第2角度検出器48は、バケット角度を示す検出信号を制御装置10に出力する。

[0043] 具体的には、図1に示すように、バケット基準線Bは、バケットピン17の中心とバケット6の刃先6aとを通る直線である。バケット角度 $\theta 2$ は、ブーム基準線Aとバケット基準線Bとの成す角度である。バケット6を接地した状態でバケット6の刃先6aが地上において水平となる場合をバケット角度 $\theta 2 = 0^\circ$ と定義する。バケット6を掘削方向（上向き）に移動した場合にバケット角度 $\theta 2$ を正とする。バケット6をダンプ方向（下向き）に移動した場合にバケット角度 $\theta 2$ を負とする。

[0044] 第2角度検出器48は、ブーム14に対するベルクランク18の角度（ベルクランク角度）を検出することにより、バケット角度 $\theta 2$ を検出してもよい。ベルクランク角度は、支持ピン18aの中心と連結ピン18bの中心とを通る直線と、ブーム基準線Aとの成す角度である。第2角度検出器48は、バケットピン17に取り付けられたポテンシオメータまたは近接スイッチであってもよい。または第2角度検出器48は、バケットシリンダ19に配置されたストロークセンサであってもよい。

[0045] 操作装置8は、オペレータによって操作される。操作装置8は、アクセル操作部材81a、アクセル操作検出部81b、ステアリング操作部材82a、ステアリング操作検出部82b、ブーム操作部材83a、ブーム操作検出部83b、バケット操作部材84a、バケット操作検出部84b、変速操作

部材 8 5 a、変速操作検出部 8 5 b、F R 操作部材 8 6 a、および、F R 操作検出部 8 6 bなどを有している。

[0046] アクセル操作部材 8 1 aは、エンジン 2 1の目標回転数を設定するために操作される。アクセル操作部材 8 1 aは、たとえばアクセルペダルである。アクセル操作部材 8 1 aの操作量（アクセルペダルの場合、踏み込み量）を増大すると、車体は加速する。アクセル操作部材 8 1 aの操作量を減少すると、車体は減速する。アクセル操作検出部 8 1 bは、アクセル操作部材 8 1 aの操作量を検出する。アクセル操作部材 8 1 aの操作量を、アクセル操作量と称する。アクセル操作検出部 8 1 bは、アクセル操作量を検出する。アクセル操作検出部 8 1 bは、検出信号を制御装置 1 0へ出力する。

[0047] ステアリング操作部材 8 2 aは、車両の移動方向を操作するために操作される。ステアリング操作部材 8 2 aは、たとえばステアリングハンドルである。ステアリング操作検出部 8 2 bは、ステアリング操作部材 8 2 aの位置を検出し、検出信号を制御装置 1 0に出力する。制御装置 1 0は、ステアリング操作検出部 8 2 bからの検出信号に基づいてステアリング制御弁 3 5を制御する。ステアリングシリンダ 1 1が伸縮して、車両の進行方向が変更される。

[0048] ブーム操作部材 8 3 aは、ブーム 1 4を動作させるために操作される。ブーム操作部材 8 3 aは、たとえば操作レバーである。ブーム操作検出部 8 3 bは、ブーム操作部材 8 3 aの位置を検出する。ブーム操作検出部 8 3 bは、検出信号を制御装置 1 0に出力する。制御装置 1 0は、ブーム操作検出部 8 3 bからの検出信号に基づいて、作業機制御弁 3 4を制御する。ブームシリンダ 1 6が伸縮して、ブーム 1 4が動作する。

[0049] バケット操作部材 8 4 aは、バケット 6を動作させるために操作される。バケット操作部材 8 4 aは、たとえば操作レバーである。バケット操作検出部 8 4 bは、バケット操作部材 8 4 aの位置を検出する。バケット操作検出部 8 4 bは、検出信号を制御装置 1 0に出力する。制御装置 1 0は、バケット操作検出部 8 4 bからの検出信号に基づいて、作業機制御弁 3 4を制御す

る。バケットシリンダ１９が伸縮して、バケット６が動作する。

[0050] 変速操作部材８５ａは、トランスミッション２６の速度段を設定するために操作される。変速操作部材８５ａは、たとえばシフトレバーである。変速操作検出部８５ｂは、変速操作部材８５ａの位置を検出する。変速操作検出部８５ｂは、検出信号を制御装置１０に出力する。制御装置１０は、変速操作検出部８５ｂからの検出信号に基づいて、トランスミッション２６の変速を制御する。

[0051] ＦＲ操作部材８６ａは、車両の前進と後進とを切り換えるために操作される。ＦＲ操作部材８６ａは、前進、中立および後進の各位置に切り換えられる。ＦＲ操作検出部８６ｂは、ＦＲ操作部材８６ａの位置を検出する。ＦＲ操作検出部８６ｂは、検出信号を制御装置１０に出力する。制御装置１０は、ＦＲ操作検出部８６ｂからの検出信号に基づいてクラッチ制御弁３１を制御する。前進クラッチＣＦおよび後進クラッチＣＲが制御され、車両の前進と後進と中立状態とが切り換えられる。

[0052] 表示器５０は、制御装置１０から指令信号の入力を受けて、各種情報を表示する。表示器５０に表示される各種情報は、たとえば、ホイールローダ１により実行される作業に関する情報、燃料残量、冷却水温度および作動油温度などの車体情報、ホイールローダ１の周辺を撮像した周辺画像などであってもよい。表示器５０はタッチパネルであってもよく、この場合、オペレータが表示器５０の一部に触れることにより生成される信号が、表示器５０から制御装置１０に出力される。

[0053] 制御装置１０は、一般的にＣＰＵ（Central Processing Unit）により各種のプログラムを読み込むことにより実現される。制御装置１０は、メモリ６０と接続されている。メモリ６０は、ワークメモリとして機能するとともに、ホイールローダの機能を実現するための各種のプログラムを格納する。

[0054] 制御装置１０は、アクセル操作部材８１ａの操作量に応じた目標回転数が得られるように、エンジン指令信号を電子ガバナ２５に送る。制御装置１０は、電子ガバナ２５の制御に従って変動するエンジン２１への燃料供給量に

基づいて、エンジン 21 の単位稼働時間あたりの燃料消費量、ホイールローダ 1 の単位走行距離あたりの燃料消費量、および、バケット 6 内の単位積載重量あたりの燃料消費量を、算出可能である。

[0055] 制御装置 10 は、T/M 出力回転数センサ 92 の検出信号に基づいて、ホイールローダ 1 の車速を算出する。制御装置 10 は、ホイールローダ 1 の車速と牽引力との関係を規定するマップをメモリ 60 から読み出し、当該マップに基づいて、牽引力を算出する。

[0056] 制御装置 10 は、エンジン回転数センサ 91 から、エンジン回転数の検出信号の入力を受ける。制御装置 10 は、エンジン回転数とエンジントルクとの関係を規定するマップをメモリ 60 から読み出し、当該マップに基づいて、エンジントルクを算出する。

[0057] 牽引力およびエンジントルクは、マップの参照とは異なる形態で算出されてもよい。たとえば、テーブルの参照または数式による演算などによって、牽引力およびエンジントルクを算出してもよい。

[0058] 制御装置 10 は、ブーム 14 およびバケット 6 の動作を自動制御する。この自動制御の詳細については後述する。

[0059] <掘削作業>

本実施形態のホイールローダ 1 は、土砂などの掘削対象物を掬い取る掘削作業を実行する。図 3 は、実施形態に基づくホイールローダ 1 による掘削作業を説明する図である。

[0060] 図 3 に示されるように、ホイールローダ 1 は、バケット 6 の刃先 6a を掘削対象物 100 に食い込ませた後に、図 3 中の曲線矢印のように、バケット軌跡 L に沿ってバケット 6 を上昇させる。これにより、掘削対象物 100 を掬い取る掘削作業が実行される。

[0061] 本実施形態のホイールローダ 1 は、掘削対象物 100 をバケット 6 に掬い取る掘削動作と、バケット 6 内の荷（掘削対象物 100）をダンプトラックなどの運搬機械に積み込む積込動作とを実行する。

[0062] より具体的には、ホイールローダ 1 は、次のような複数の作業工程を順次

に行うことを繰り返して、掘削対象物 100 を掘削し、ダンプトラックなどの運搬機械に掘削対象物 100 を積み込む。

[0063] 第一の工程は、掘削対象物 100 に向かって前進する空荷前進工程である。第二の工程は、バケット 6 の刃先 6a が掘削対象物 100 に食い込むまでホイールローダ 1 を前進させる掘削（突込み）工程である。第三の工程は、ブームシリンダ 16 を操作してバケット 6 を上昇させるとともにバケットシリンダ 19 を操作してバケット 6 をチルトバックさせる掘削（掬込み）工程である。第四の工程は、バケット 6 に掘削対象物 100 が掬い込まれた後にホイールローダ 1 を後進させる積荷後進工程である。

[0064] 第五の工程は、バケット 6 を上昇させた状態を維持しながら、またはバケット 6 を上昇させながら、ホイールローダ 1 を前進させてダンプトラックに接近させる、積荷前進工程である。第六の工程は、所定位置でバケット 6 をダンプして掘削対象物 100 をダンプトラック荷台上に積み込む排土工程である。第七の工程は、ホイールローダ 1 を後進させながらブーム 14 を下げ、バケット 6 を掘削姿勢に戻す、後進・ブーム下げ工程である。以上が、掘削積込作業の 1 サイクルをなす典型的な作業工程である。

[0065] <コンピュータ 102A の詳細構成>

図 4 は、作業機械を含むシステムに含まれる、コンピュータ 102A の構成を示す模式図である。実施形態に係るシステムは、作業機械の作業中、典型的にはホイールローダ 1 による掘削作業中の、作業機械本体（図 1 を参照して説明した車体）に対するブーム 14 の角度（ブーム角度 $\theta 1$ 、図 1）と、ブーム 14 に対するバケット 6 の角度（バケット角度 $\theta 2$ 、図 1）との目標値を求めるためのシステムである。図 4 に示されるコンピュータ 102A は、図 2 に示される制御装置 10 の一部構成を成すものである。コンピュータ 102A は、実施形態に係るシステム用に専用に設計されたものであってもよく、または汎用の PC（Personal Computer）であってもよい。

[0066] コンピュータ 102A は、プロセッサ 103 と、記憶装置 104 と、通信インタフェース 105 と、I/O インタフェース 106 とを有している。プ

ロセッサ１０３は、たとえばＣＰＵである。

[0067] 記憶装置１０４は、記憶されたプログラムおよびデータなどの情報をプロセッサ１０３が読み取り可能なように記憶する媒体を含んでいる。記憶装置１０４は、ＲＡＭ（Random Access Memory）、またはＲＯＭ（Read Only Memory）などのシステムメモリと、補助記憶装置とを含んでいる。補助記憶装置は、たとえばハードディスクなどの磁氣的記録媒体、ＣＤ（Compact Disc）、ＤＶＤ（Digital Versatile Disc）などの光学的記録媒体、またはフラッシュメモリなどの半導体メモリであってもよい。記憶装置１０４は、コンピュータ１０２Ａに内蔵されてもよい。記憶装置１０４は、コンピュータ１０２Ａに着脱可能に接続される外部記録媒体１０９を含んでもよい。外部記録媒体１０９は、ＣＤ－ＲＯＭであってもよい。

[0068] 通信インタフェース１０５は、たとえば有線ＬＡＮ（Local Area Network）モジュール、または無線ＬＡＮモジュールなどであり、通信ネットワークを介した通信を行うためのインタフェースである。Ｉ／Ｏインタフェース１０６は、たとえばＵＳＢ（Universal Serial Bus）ポートなどであり、外部装置と接続するためのインタフェースである。

[0069] コンピュータ１０２Ａは、Ｉ／Ｏインタフェース１０６を介して、入力装置１０７、および出力装置１０８と接続される。入力装置１０７は、ユーザがコンピュータ１０２Ａへの入力を行うための装置である。入力装置１０７は、たとえば、マウス、またはトラックボールなどのポインティングデバイスを含んでいる。入力装置１０７は、キーボードなどの文字入力のための装置を含んでもよい。出力装置１０８は、たとえば、ディスプレイ（表示器５０、図２）を含んでいる。

[0070] 図５は、出荷前のホイールローダ１のシステム構成を示すブロック図である。図５に示されるプロセッサ１０３および記憶装置１０４は、図４に示されるコンピュータ１０２Ａの一部構成をなすものである。プロセッサ１０３は、演算部１６１を有している。

[0071] 演算部１６１は、第１油圧検出器９５から、boomシリンダ１６の油室内

の作動油の圧力を検出した検出信号の入力を受ける。演算部 161 は、アクセル操作検出部 81b から、アクセル操作量を検出した検出信号の入力を受ける。演算部 161 は、T/M 出力回転数センサ 92 から、トランスミッション 26 の出力軸の回転数を検出した検出信号の入力を受ける。演算部 161 は、T/M 出力回転数センサ 92 の検出信号に基づいて、ホイールローダ 1 の車速を演算する。

[0072] 演算部 161 は、エンジン回転数センサ 91 から、エンジン回転数を検出した検出信号の入力を受ける。演算部 161 は、アクセル操作量に基づいてエンジン 21 への燃料供給量を演算し、土砂などの掘削対象物 100 のバケット 6 内への積込量をブームシリンダ 16 の油室内の油圧に基づいて演算し、さらに燃料供給量当たりの掘削対象物の積込量（すなわち、燃料消費率）を演算する。

[0073] 演算部 161 は、ホイールローダ 1 の車速と牽引力との関係を規定するマップを参照して、ホイールローダ 1 の車速に基づいて、牽引力を演算する。演算部 161 は、エンジン回転数とエンジントルクとの関係を規定するマップを参照して、エンジン回転数に基づいて、エンジントルクを演算する。

[0074] ブームシリンダ 16 の油圧、アクセル操作量、車速、エンジン回転数、燃料消費率、牽引力、およびエンジントルクは、作業機械本体（車体）および作業機 3 の動作に関する機械データに含まれる。機械データは、アクセル操作量、車速、エンジン回転数、牽引力およびエンジントルクなどの、作業車両本体の走行に関するデータを含んでいる。

[0075] プロセッサ 103 は、タイマ 162 を有している。演算部 161 は、タイマ 162 から現在時刻を読み出し、ホイールローダ 1 が掘削作業を実行しているときの、掘削作業開始からの経過時間を演算する。

[0076] 掘削作業が開始したこと、すなわちホイールローダ 1 の作業工程が空荷前進工程から掘削（突込み）工程へと移ったことは、バケット 6 の刃先 6a が掘削対象物 100 に突っ込みバケット 6 に掘削対象物 100 の負荷が作用し始めるときにブームシリンダ 16 の油室内の油圧が増加することを検出する

こと、および作業機 3 が掘削作業を始める姿勢にあるかをブーム角度 $\theta 1$ とバケット角度 $\theta 2$ とにより確認することで、判定される。作業においてブームシリンダ 16 が受ける負荷を基に、作業開始時点が判定されてもよい。作業開始は、ホイールローダ 1 の周辺を撮像装置で撮影した撮像データを基に判定してもよい。

[0077] 掘削作業が終了したこと、すなわちホイールローダ 1 の作業工程が掘削（掘込み）工程から積荷後進工程へと移ったことは、ホイールローダ 1 の走行する方向が前進方向から後進方向へと変化し、かつバケット 6 の動作が掘削対象物 100 を掘り込むためのチルトバックから中立になったことを検出することで、判定される。

[0078] プロセッサ 103 は、角度検出部 163 を有している。角度検出部 163 は、第 1 角度検出器 29 からブーム角度 $\theta 1$ を検出した検出信号の入力を受ける。角度検出部 163 は、第 2 角度検出器 48 からバケット角度 $\theta 2$ を検出した検出信号の入力を受ける。

[0079] 掘削作業中のある時刻に検出されたブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ は、当該時刻における掘削作業開始からの経過時間と、当該時刻に取得された機械データとに割り当てられたものとされ、学習用データとして記憶装置 104 に格納される。記憶装置 104 には、目標姿勢推定モデル 180 を学習させるための学習用データセット 188 が保存されている。学習用データセット 188 は、掘削作業中のある時刻における掘削作業開始からの経過時間および機械データに対して、当該時刻における作業機 3 の姿勢（ブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ ）をラベル付けした学習用データを、複数含んでいる。

[0080] プロセッサ 103 は、目標姿勢推定部 165 を有している。記憶装置 104 には、目標姿勢推定モデル 180 が保存されている。

[0081] 目標姿勢推定モデル 180 は、掘削作業中の作業機 3 の目標姿勢を求めるための人工知能モデルである。目標姿勢推定モデル 180 は、掘削作業開始からの経過時間および機械データから、掘削作業中の作業機 3 の目標姿勢を

求めるように構成されている。コンピュータ102Aは、人工知能の目標姿勢推定モデル180を用いることで、掘削作業中の作業機3の目標姿勢を推定する。目標姿勢推定部165は、目標姿勢推定モデル180を用いて、経過時間および機械データから作業機3の目標姿勢を推定した推定目標姿勢を求める。

[0082] より具体的には、目標姿勢推定部165は、記憶装置104から目標姿勢推定モデル180を読み出し、演算部161で演算された作業開始からの経過時間および機械データを目標姿勢推定モデル180に入力することで、目標とすべきブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ の推定結果の出力を得る。

[0083] 目標姿勢推定モデル180は、ニューラルネットワークを含んでいる。目標姿勢推定モデル180は、たとえば、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）などのディープニューラルネットワークを含んでいる。

[0084] 実施形態におけるモデルは、ハードウェア、ハードウェア上で実行可能なソフトウェア、ファームウェア、またそれらの組合せに実装されていてもよい。モデルは、プロセッサ103によって実行されるプログラム、アルゴリズム、およびデータを含んでもよい。モデルの機能は、単一のモジュールによって実行されてもよく、または複数のモジュールに分散して実行されてもよい。モデルは、複数のコンピュータに分散して配置されてもよい。

[0085] プロセッサ103は、誤差算出部166と、目標姿勢推定モデル更新部167とを有している。

[0086] 誤差算出部166は、演算部161で演算された経過時間および機械データに対応する学習用データを選択する。誤差算出部166は、目標姿勢推定部165によって推定されたブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ の推定結果と、選択された学習用データに含まれるブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ とを比較する。誤差算出部166は、学習用データに含まれるブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ の値に対する、目標姿勢推定部165で推定されたブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ の推定結果の誤差を算出

する。

[0087] 目標姿勢推定モデル更新部 167 は、誤差算出部 166 が算出したブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ の誤差に基づいて、目標姿勢推定モデル 180 を更新する。このようにして、目標姿勢推定モデル 180 の学習が行なわれる。目標姿勢推定モデル 180 の学習は、ホイールローダ 1 の出荷前に、工場で行なわれる。

[0088] <学習済みの目標姿勢推定モデル 180 の製造方法>

図 6 は、学習済みの目標姿勢推定モデル 180 の製造方法を示すフローチャートである。図 7 は、目標姿勢推定モデル 180 を学習させるための処理を示す概略図である。図 5 について説明した内容と一部重複もあるが、図 6 および図 7 を参照して、掘削作業中の作業機 3 の目標姿勢を推定する目標姿勢推定モデル 180 を学習させるための処理について、以下に説明する。

[0089] 図 6 に示されるように、まずステップ S101 において、経過時間および機械データを取得する。ステップ S102 において、作業機姿勢データを取得する。

[0090] コンピュータ 102A、より詳しくは演算部 161 は、掘削作業中のある時刻における掘削作業開始からの経過時間を演算する。また演算部 161 は、第 1 油圧検出器 95、アクセル操作検出部 81b、T/M 出力回転数センサ 92 およびエンジン回転数センサ 91 を含む各種のセンサの検出結果に基づいて、当該時刻における機械データを演算する。角度検出部 163 は、第 1 角度検出器 29 および第 2 角度検出器 48 の検出結果に基づいて、当該時刻におけるブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ を検出する。

[0091] 図 7 に示されるように、複数のオペレータによる実際の掘削作業、望ましくは数万回以上の掘削作業のうち、生産性の高い掘削が行なわれたときの、経過時間および機械データ（図 7 に示される説明変数）、ならびに作業機姿勢データ（図 7 に示される推定変数）が抽出される。実際の掘削作業のうち、掘削時間が短く掘削土量が多い掘削が行なわれたときの、経過時間および機械データと作業機姿勢データとを含む、学習用データ 188A、188B

， 188C， …， が作成される。

[0092] 学習用データは、オペレータが手入力で入力するデータ、掘削対象物100の土質および傾斜の角度、ならびに、ホイールローダ1の周辺を撮像装置で撮像した撮像データなどをさらに含んでもよい。

[0093] 次にステップS103において、作業機3の目標姿勢を出力する。コンピュータ102A、より詳しくは目標姿勢推定部165は、記憶装置104から目標姿勢推定モデル180を読み出す。目標姿勢推定モデル180は、図7に示すニューラルネットワークを含んでいる。ニューラルネットワークは、入力層181と、中間層（隠れ層）182と、出力層183とを含んでいる。中間層182は多層化されている。入力層181、中間層182および出力層183は、1または複数のユニット（ニューロン）を有している。入力層181、中間層182および出力層183のユニットの数は、適宜設定することができる。

[0094] 隣り合う層のユニット同士は結合されており、各結合には重みが設定されている。各ユニットにはバイアスが設定されている。各ユニットには閾値が設定されている。各ユニットへの入力値と重みとの積の総和にバイアスを加算した値が閾値を超えているか否かによって、各ユニットの出力値が決定される。

[0095] 目標姿勢推定モデル180は、作業開始からの経過時間および機械データから、作業中の作業機3の目標姿勢を求めるように学習される。学習によって得られた目標姿勢推定モデル180のパラメータは、記憶装置104に記憶されている。目標姿勢推定モデル180のパラメータは、たとえば、ニューラルネットワークの層数、各層におけるユニットの個数、ユニット同士の結合関係、各ユニット間の結合の重み、各ユニットに紐付けられているバイアス、および各ユニットの閾値を含んでいる。

[0096] 目標姿勢推定部165は、演算部161が演算した経過時間および機械データを、入力層181に入力する。出力層183から、作業機3の目標姿勢、具体的にはブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ を示す出力値が出力さ

れる。たとえば、コンピュータ102Aは、経過時間および機械データを入力層181の入力として用いて、目標姿勢推定モデル180のニューラルネットワークの順方向伝播の演算処理を行う。これにより、コンピュータ102Aは、ニューラルネットワークの出力層183から出力される出力値として、作業機3の目標姿勢を推定した推定目標姿勢を得る。

[0097] ステップS102の処理とステップS103の処理とは、ステップS102の処理の後にステップS103の処理が行われなくてもよい。ステップS102の処理とステップS103の処理とが同時に行われてもよく、ステップS103の処理の後にステップS102の処理が行われてもよい。

[0098] 次にステップS104において、ステップS103で出力された作業機3の目標姿勢と、ステップS102で取得された作業機姿勢データとの差を算出する。コンピュータ102A、より詳しくは誤差算出部166は、目標姿勢推定モデル180の出力層183から出力された、作業機3の目標姿勢を推定した推定目標姿勢と、該当の学習用データに含まれる作業機3の姿勢とを比較して、作業機姿勢データに対する推定目標姿勢の誤差を算出する。

[0099] コンピュータ102Aは、掘削作業中のある時刻における作業開始からの経過時間と、当該時刻における機械データとを入力データとし、当該時刻における作業機3の姿勢を示す姿勢データ（ブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ ）を教師データとして、目標姿勢推定モデル180の学習を行う。コンピュータ102Aは、算出した出力値の誤差から、バックプロパゲーションにより、各ユニット間の結合の重み、各ユニットのバイアス、および各ユニットの閾値のそれぞれの誤差を算出する。

[0100] 次にステップS105において、目標姿勢推定モデル180を更新する。コンピュータ102A、より詳しくは目標姿勢推定モデル更新部167は、誤差算出部166で算出された、角度検出部163で得られた作業機3の姿勢に対する推定目標姿勢の誤差に基づいて、各ユニット間の結合の重み、各ユニットのバイアス、および各ユニットの閾値などの、目標姿勢推定モデル180のパラメータを更新する。そして、同じ経過時間および機械データが

入力層 181 に入力されたならば、作業機 3 の姿勢を示す姿勢データにより近い出力値を出力できるようにする。更新された目標姿勢推定モデル 180 のパラメータは、記憶装置 104 に記憶される。

[0101] 次回に作業機 3 の目標姿勢を推定するときには、更新された目標姿勢推定モデル 180 に経過時間および機械データを入力して、作業機 3 の推定目標姿勢の出力を得る。コンピュータ 102 A は、目標姿勢推定モデル 180 が出力する作業機 3 の推定目標姿勢が、経過時間および機械データを取得した時点での作業機 3 の姿勢を示す姿勢データと一致するようになるまで、ステップ S101 からステップ S105 までの処理を繰り返す。このようにして、目標姿勢推定モデル 180 のパラメータが最適化され、目標姿勢推定モデル 180 の学習が行われる。

[0102] 目標姿勢推定モデル 180 が十分に学習を積み重ねた結果、十分に精度の高い推定目標姿勢が得られるようになると、コンピュータ 102 A は目標姿勢推定モデル 180 の学習を終える。このようにして、学習済みの目標姿勢推定モデル 180 が作成される。そして、処理を終了する（エンド）。

[0103] なお、目標姿勢推定モデル 180 の各種のパラメータの初期値は、テンプレートにより与えられてもよい。またはパラメータの初期値は、人間の入力により手動で与えられてもよい。目標姿勢推定モデル 180 の再学習を行うときには、コンピュータ 102 A は、再学習を行う対象となる目標姿勢推定モデル 180 のパラメータとして記憶装置 104 に記憶されている値に基づいて、パラメータの初期値を用意してもよい。

[0104] <学習済みの目標姿勢推定モデル 180 を用いた作業機 3 の目標姿勢の推定>

図 8 は、工場出荷されるホイールローダ 1 のシステム構成を示すブロック図である。工場出荷されるホイールローダ 1 は、図 5 に示されるコンピュータ 102 A に替えて、コンピュータ 102 B を備えている。コンピュータ 102 B は、プロセッサ 103 と記憶装置 104 とを有している。

[0105] プロセッサ 103 は、図 5 と同様の、演算部 161、タイマ 162 および

目標姿勢推定部 165 を有している。プロセッサ 103 はまた、ブーム制御部 168 と、バケット制御部 169 とを有している。プロセッサ 103 は、図 5 に示される角度検出部 163、誤差算出部 166 および目標姿勢推定モデル更新部 167 を有していない。記憶装置 104 は、学習済みの目標姿勢推定モデル 180 を有している。記憶装置 104 は、図 5 に示される学習用データセット 188 を有していない。

[0106] 図 9 は、工場出荷後に作業機 3 の目標姿勢を推定するためにコンピュータ 102B によって実行される処理を示すフローチャートである。図 10 は、作業開始からの経過時間および機械データから作業機 3 の目標姿勢を求めるように学習済みの目標姿勢推定モデル 180 を用いた、推定目標姿勢を得る処理を示す模式図である。図 8 ～ 10 を参照して、工場出荷後に掘削作業中の作業機 3 の目標姿勢を推定する処理について、以下に説明する。

[0107] まずステップ S201 において、経過時間および機械データを取得する。コンピュータ 102B、より詳しくは演算部 161 は、掘削作業中のある時刻における掘削作業開始からの経過時間を演算する。また演算部 161 は、第 1 油圧検出器 95、アクセル操作検出部 81b、T/M 出力回転数センサ 92 およびエンジン回転数センサ 91 を含む各種のセンサの検出結果に基づいて、当該時刻における機械データを演算する。図 10 に示される入力データ 191 は、経過時間と、機械データとを含んでいる。

[0108] 次にステップ S202 において、作業機 3 の目標姿勢を推定する。コンピュータ 102B、より詳しくは目標姿勢推定部 165 は、目標姿勢推定モデル 180 および学習済みのパラメータの最適値を記憶装置 104 から読み出すことで、学習済みの目標姿勢推定モデル 180 を取得する。目標姿勢推定部 165 は、演算部 161 で演算された経過時間および機械データを、目標姿勢推定モデル 180 への入力データ 191 として用いる。目標姿勢推定部 165 は、経過時間および機械データを、学習済みの目標姿勢推定モデル 180 の入力層 181 に含まれる各ユニットに入力する。学習済みの目標姿勢推定モデル 180 の出力層 183 から、掘削作業中の作業機 3 の目標姿勢を

推定した推定目標姿勢、具体的にはブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ を含む角度出力値197（図10）が出力される。

[0109] 次にステップS203において、コンピュータ102Bは、推定目標姿勢に基づいて、作業機3を動作する。

[0110] 目標姿勢推定部165からブーム制御部168に、目標のブーム角度 $\theta 1$ が出力される。ブーム制御部168は、目標のブーム角度 $\theta 1$ に基づいて、ブームシリンダ16に制御信号を出力する。制御信号を受けたブームシリンダ16が伸びるまたは縮むことにより、ブーム角度 $\theta 1$ の実際の値が目標値に近づくように、ブーム14を動作させる自動制御が行われる。

[0111] 目標姿勢推定部165からバケット制御部169に、目標のバケット角度 $\theta 2$ が出力される。バケット制御部169は、目標のバケット角度 $\theta 2$ に基づいて、バケットシリンダ19に制御信号を出力する。制御信号を受けたバケットシリンダ19が伸びるまたは縮むことにより、バケット角度 $\theta 2$ の実際の値が目標値に近づくように、バケット6を動作させる自動制御が行われる。

[0112] 最後に、ステップS204において、コンピュータ102Bは、作業機3の姿勢を含む管理データを生成する。コンピュータ102Bは、管理データを記憶装置104に記録する。そして、処理を終了する（エンド）。

[0113] 以上説明したように、実施形態に係るシステムでは、コンピュータ102Bは、掘削作業中の作業機3の目標姿勢を求めるための、学習済みの目標姿勢推定モデル180を有している。図8～10に示されるように、コンピュータ102Bは、掘削作業中のある時刻における作業開始からの経過時間および機械データを取得し、学習済みの目標姿勢推定モデル180を用いて、経過時間および機械データから作業機3の目標姿勢を推定した推定目標姿勢を求めるようにプログラムされている。

[0114] したがって、作業機3の目標姿勢の推定に適した人工知能の目標姿勢推定モデル180を利用して、掘削作業中の作業機3の目標姿勢を推定することができる。これにより、人工知能を用いて、作業機3の目標姿勢をコンピュ

ータ 102B によって容易かつ精度よく求めることができる。

[0115] 図5に示されるように、コンピュータ102Aは、目標姿勢推定モデル180を用いて作業開始からの経過時間および機械データから作業機3の目標姿勢を推定した推定目標姿勢と、学習用データに含まれる作業中の作業機3の目標姿勢との誤差に基づいて、目標姿勢推定モデル180が更新されるようにプログラムされている。このようにすることで、工場出荷前に目標姿勢推定モデル180を十分に学習させて、精度の高い目標姿勢推定モデル180を作成することができる。

[0116] 工場出荷後のホイールローダ1は、第1角度検出器29、第2角度検出器48および角度検出部163を備えていてもよい。この場合には、工場出荷後に目標姿勢推定モデル180を追加学習することも可能である。

[0117] 図1に示されるように、ホイールローダ1は、前フレーム2aに連結されたブーム14と、ブーム14に連結されたバケット6とを有していてもよい。学習済みの目標姿勢推定モデル180を用いて、作業開始からの経過時間および機械データから、ブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ の目標値を推定することができる。

[0118] <目標姿勢推定モデル180の学習に関する変形例>

図11は、目標姿勢推定モデル180の学習に関する変形例を示す概略図である。図5～7の説明においては、ホイールローダ1の工場出荷前に目標姿勢推定モデル180を学習させる例について説明した。目標姿勢推定モデル180を学習させるための学習用データは、複数のホイールローダ1から収集されてもよい。

[0119] 図11に示される、第1のホイールローダ1（ホイールローダ1A）と、第2のホイールローダ1（ホイールローダ1B）と、第3のホイールローダ1（ホイールローダ1C）と、第4のホイールローダ1（ホイールローダ1D）とは、同じ機種である。ホイールローダ1A、1B、1Cは、工場出荷後であり、作業現場にある。

[0120] コンピュータ102Aは、各ホイールローダ1A、1B、1Cから、掘削

作業中のある時刻における作業開始からの経過時間と、当該時刻における機械データを取得する。コンピュータ102Aはまた、各ホイールローダ1A, 1B, 1Cから、当該時刻における作業機姿勢データ（ブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ ）を、経過時間および機械データに対応付けて取得する。コンピュータ102Aは、各ホイールローダ1A, 1B, 1Cによる複数の掘削作業のうち、生産性の高い掘削が行われたときの経過時間、機械データおよび作業機姿勢データを抽出して、学習用データとして収集する。これらの学習用データを用いて、コンピュータ102Aは、経過時間および機械データから作業機3の目標姿勢を推定した推定目標姿勢を求めることができるように、目標姿勢推定モデル180を学習させる。

[0121] コンピュータ102Aは、通信インタフェース105（図4）を介して、各ホイールローダ1A, 1B, 1Cから、経過時間、機械データおよび作業機姿勢データを取得してもよい。またはコンピュータ102Aは、外部記録媒体109を介して、各ホイールローダ1A, 1B, 1Cから、経過時間、機械データおよび作業機姿勢データを取得してもよい。

[0122] コンピュータ102Aは、ホイールローダ1A, 1B, 1Cと同じ作業現場に配置されていてもよい。またはコンピュータ102Aは、作業現場から離れた遠隔地、たとえば管理センターに配置されていてもよい。ホイールローダ1A, 1B, 1Cは、同じ作業現場にあってもよく、別々の作業現場にあってもよい。

[0123] 学習済みの目標姿勢推定モデル180は、通信インタフェース105または外部記録媒体109などを介して、各ホイールローダ1A, 1B, 1Cへ提供される。このようにして、各ホイールローダ1A, 1B, 1Cは、学習済みの目標姿勢推定モデル180を備えるものとされる。

[0124] 各ホイールローダ1A, 1B, 1Cに既に目標姿勢推定モデル180が保存されている場合には、保存されている目標姿勢推定モデル180が書き換えられる。上述した学習用データの収集と目標姿勢推定モデル180の学習とを定期的に行うことで、目標姿勢推定モデル180の書き換えが定期

的に行なわれるようにしてもよい。目標姿勢推定モデル180のパラメータの最新の更新値は、記憶装置104にその都度記憶されている。

[0125] 学習済みの目標姿勢推定モデル180は、ホイールローダ1Dにも提供される。学習用データを提供するホイールローダ1A、1B、1Cと、学習用データを提供しないホイールローダ1Dとの両方に、目標姿勢推定モデル180が提供される。ホイールローダ1Dは、ホイールローダ1A、1B、1Cのいずれかと同じ作業現場にあってもよく、ホイールローダ1A、1B、1Cとは異なる作業現場にあってもよい。ホイールローダ1Dは、工場出荷前であってもよい。

[0126] <蒸留モデルの製造方法>

上述した目標姿勢推定モデル180は、学習用データ188A、188B、188C、…、を用いて機械学習により学習したモデルに限られず、当該学習したモデルを利用して生成されたモデルであってもよい。たとえば目標姿勢推定モデル180は、学習済みモデルにデータの入出力を繰り返すことで得られる結果を基に学習させた別の学習済みモデル（蒸留モデル）であってもよい。図12は、蒸留モデルを生成するための処理を示すフローチャートである。

[0127] 図12に示されるように、まずステップS301において、経過時間および機械データを取得する。図6に示されるステップS101と同様に、演算部161は、掘削作業中のある時刻における掘削作業開始からの経過時間を演算するとともに、当該時刻における機械データを演算する。

[0128] 次にステップS302において、コンピュータ102Aは、学習済みの第1の目標姿勢推定モデルを用いて、掘削作業中の作業機3の目標姿勢を推定した推定目標姿勢を求める。ステップS303において、コンピュータ102Aは、推定された作業機3の目標姿勢を出力する。

[0129] コンピュータ102A、より詳しくは目標姿勢推定部165は、記憶装置104から学習済みの第1の目標姿勢推定モデルを読み出す。目標姿勢推定部165は、演算部161が演算した経過時間および機械データを、学習済

みの第1の目標姿勢推定モデルの入力層181に入力する。学習済みの第1の目標姿勢推定モデルの出力層183から、掘削作業中の作業機3の目標姿勢、具体的にはブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ を示す推定目標姿勢が出力される。

[0130] 次にステップS304において、コンピュータ102Aは、ステップS301で取得した経過時間および機械データと、ステップS303で出力した作業機3の目標姿勢とを、学習データとして記憶装置104に保存する。

[0131] 次にステップS305において、コンピュータ102Aは、学習モデルによって第2の目標姿勢推定モデルの学習を行う。コンピュータ102Aは、経過時間および機械データを第2の目標姿勢推定モデルの入力層に入力する。コンピュータ102Aは、第2の目標姿勢推定モデルの出力層から、掘削作業中の作業機3の目標姿勢、具体的にはブーム角度 $\theta 1$ およびバケット角度 $\theta 2$ の推定結果を示す出力値を出力する。第2の目標姿勢推定モデルから出力された作業機3の推定目標姿勢と、ステップS303で出力した、第1の目標姿勢推定モデルから出力された作業機3の推定目標姿勢との差を算出する。この差に基づいて、コンピュータ102Aは、第2の目標姿勢推定モデルのパラメータを更新する。このようにして、第2の目標姿勢推定モデルの学習が行なわれる。

[0132] 最後にステップS306において、更新された第2の目標姿勢推定モデルのパラメータを学習済みパラメータとして記憶装置104に保存する。そして、処理を終了する（エンド）。

[0133] 以上のように、経過時間および機械データと、第1の目標姿勢推定モデルを用いて作業機3の目標姿勢を推定した推定目標姿勢と、を学習用データとして、第2の目標姿勢推定モデル（蒸留モデル）を学習させることで、コンピュータ102Aは、第1の目標姿勢推定モデルよりもシンプルな第2の目標姿勢推定モデルを用いて、掘削作業中の作業機3の目標姿勢を推定することができる。これにより、作業機3の目標姿勢を推定するためのコンピュータ102Aの負荷を軽減することができる。なおコンピュータ102Aは、

他のコンピュータによって生成された学習データによって、第2の目標姿勢推定モデルの学習を行なってもよい。

[0134] 上記実施形態では、目標姿勢推定モデル180はニューラルネットワークを含んでいる。これに限られず、目標姿勢推定モデル180は、たとえばサポートベクターマシン、決定木など、機械学習を用いて作業開始からの経過時間および機械データから作業中の作業機3の目標姿勢を精度よく推定できるモデルであってもよい。

[0135] 本開示の思想を適用可能な作業機械は、ホイールローダに限られず、油圧ショベルまたはブルドーザなどの、作業機を有する作業機械であってもよい。油圧ショベルの場合、目標姿勢推定モデルに入力される機械データは、ブームシリンダの油圧、アームシリンダの油圧、エンジントルク、エンジン回転数、油圧ポンプ容量などを含んでもよい。油圧ショベルの場合、目標姿勢推定モデルが出力する作業機の推定目標姿勢は、車体に対するブームの角度、ブームに対するアームの角度、およびアームに対するバケットの角度を含んでもよい。

[0136] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0137] 1, 1A, 1B, 1C, 1D ホイールローダ、2 車体フレーム、2a 前フレーム、3 作業機、4 走行装置、5 キャブ、6 バケット、6a 刃先、8 操作装置、9 ブームピン、10 制御装置、11 ステアリングシリンダ、14 ブーム、16 ブームシリンダ、17 バケットピン、18 ベルクランク、18a 支持ピン、18b, 18c 連結ピン、19 バケットシリンダ、21 エンジン、29 第1角度検出器、48 第2角度検出器、81a アクセル操作部材、81b アクセル操作検出部、82a ステアリング操作部材、82b ステアリング操作検出部、83

a ブーム操作部材、83 b ブーム操作検出部、84 a バケット操作部材、84 b バケット操作検出部、85 a 変速操作部材、85 b 変速操作検出部、86 a FR操作部材、86 b FR操作検出部、91 エンジン回転数センサ、92 出力回転数センサ、95 第1油圧検出器、96 第2油圧検出器、100 掘削対象物、102 A, 102 B コンピュータ、103 プロセッサ、104 記憶装置、105 通信インタフェース、106 I/Oインタフェース、107 入力装置、108 出力装置、109 外部記録媒体、161 演算部、162 タイマ、163 角度検出部、165 目標姿勢推定部、166 誤差算出部、167 目標姿勢推定モデル更新部、168 ブーム制御部、169 バケット制御部、180 目標姿勢推定モデル、181 入力層、182 中間層、183 出力層、188 学習用データセット、188 A, 188 B, 188 C 学習用データ、191 入力データ、197 角度出力値、A ブーム基準線、B バケット基準線、H 水平線、L バケット軌跡。

請求の範囲

- [請求項1] 作業機械本体と、
前記作業機械本体に取り付けられた作業機と、
コンピュータとを備え、
前記コンピュータは、作業中の前記作業機の目標姿勢を求めるための学習済み姿勢推定モデルを有し、
前記コンピュータは、前記作業機による作業開始からの経過時間と、前記作業機械本体および前記作業機の動作に関する機械データとを取得し、前記学習済み姿勢推定モデルを用いて前記経過時間および前記機械データから前記目標姿勢を推定した推定目標姿勢を出力する、作業機械を含むシステム。
- [請求項2] 前記学習済み姿勢推定モデルは、前記経過時間および前記機械データが入力されると、前記経過時間および前記機械データから前記推定目標姿勢を出力するように、学習用データセットを用いた学習処理がなされている、請求項1に記載のシステム。
- [請求項3] 前記学習済み姿勢推定モデルは、学習用データセットを用いた学習処理により生成され、前記学習用データセットは、前記経過時間および前記機械データに対して、前記作業機の姿勢データをラベル付けした学習用データを複数含む、請求項1に記載のシステム。
- [請求項4] 前記作業機は、前記作業機械本体に連結されたブームと、前記ブームに連結されたアタッチメントとを含む、請求項1～3のいずれか1項に記載のシステム。
- [請求項5] 前記推定目標姿勢は、前記作業機械本体に対する前記ブームの角度と、前記ブームに対する前記アタッチメントの角度とを含む、請求項4に記載のシステム。
- [請求項6] 前記アタッチメントはバケットである、請求項4または5に記載のシステム。
- [請求項7] 前記機械データは、前記作業機械本体の走行に関するデータを含む

、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のシステム。

[請求項8]

コンピュータによって実行される方法であって、

作業機械本体に取り付けられた作業機による作業開始からの経過時間と、前記作業機械本体および前記作業機の動作に関する機械データと、を取得する工程と、

作業中の前記作業機の目標姿勢を求めるための学習済み姿勢推定モデルを用いて、前記経過時間および前記機械データから前記目標姿勢を推定した推定目標姿勢を求める工程と、
を備える方法。

[請求項9]

学習済みの姿勢推定モデルの製造方法であって、

作業機械本体に取り付けられた作業機による作業開始からの経過時間と、前記作業機械本体および前記作業機の動作に関する機械データと、作業中の前記作業機の姿勢データと、を含む学習用データを取得することと、

前記学習用データにより前記姿勢推定モデルを学習させることと、
を備える、製造方法。

[請求項10]

前記学習させることは、

前記姿勢推定モデルを用いて、前記経過時間および前記機械データから、作業中の前記作業機の目標姿勢を推定した推定目標姿勢を求めることと、

前記姿勢データに対する前記推定目標姿勢の誤差を検出することと、
、

前記誤差に基づいて前記姿勢推定モデルを更新することを含む、
請求項 9 に記載の製造方法。

[請求項11]

作業機械本体に取り付けられた作業機の作業中の目標姿勢を求める姿勢推定モデルを学習させるための学習用データであって、

前記作業機による作業開始からの経過時間と、

前記経過時間を計測した時点での前記作業機械本体および前記作業

機の動作に関する機械データと、

前記経過時間を計測した時点での前記作業機の姿勢を示す姿勢データとを備える、学習用データ。

[請求項12] 前記作業機は、前記作業機械本体に連結されたブームと、前記ブームに連結されたアタッチメントとを含み、

前記姿勢データは、前記作業機械本体に対する前記ブームの角度と、前記ブームに対する前記アタッチメントの角度とを含む、請求項11に記載の学習用データ。

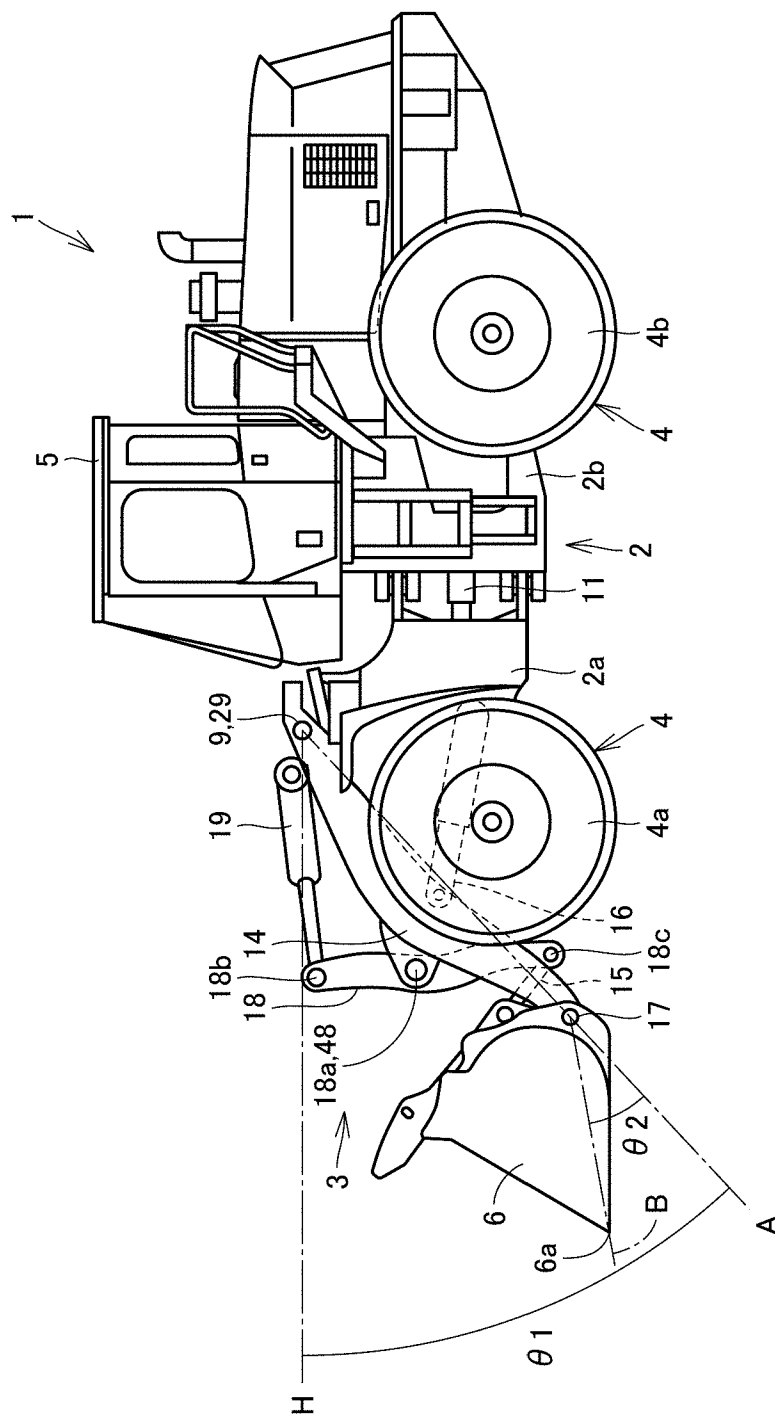
[請求項13] 前記機械データは、前記作業機械本体の走行に関するデータを含む、請求項11または12に記載の学習用データ。

[請求項14] 作業機械本体に取り付けられた作業機による作業開始からの経過時間と、前記作業機械本体および前記作業機の動作に関する機械データとを取得することと、

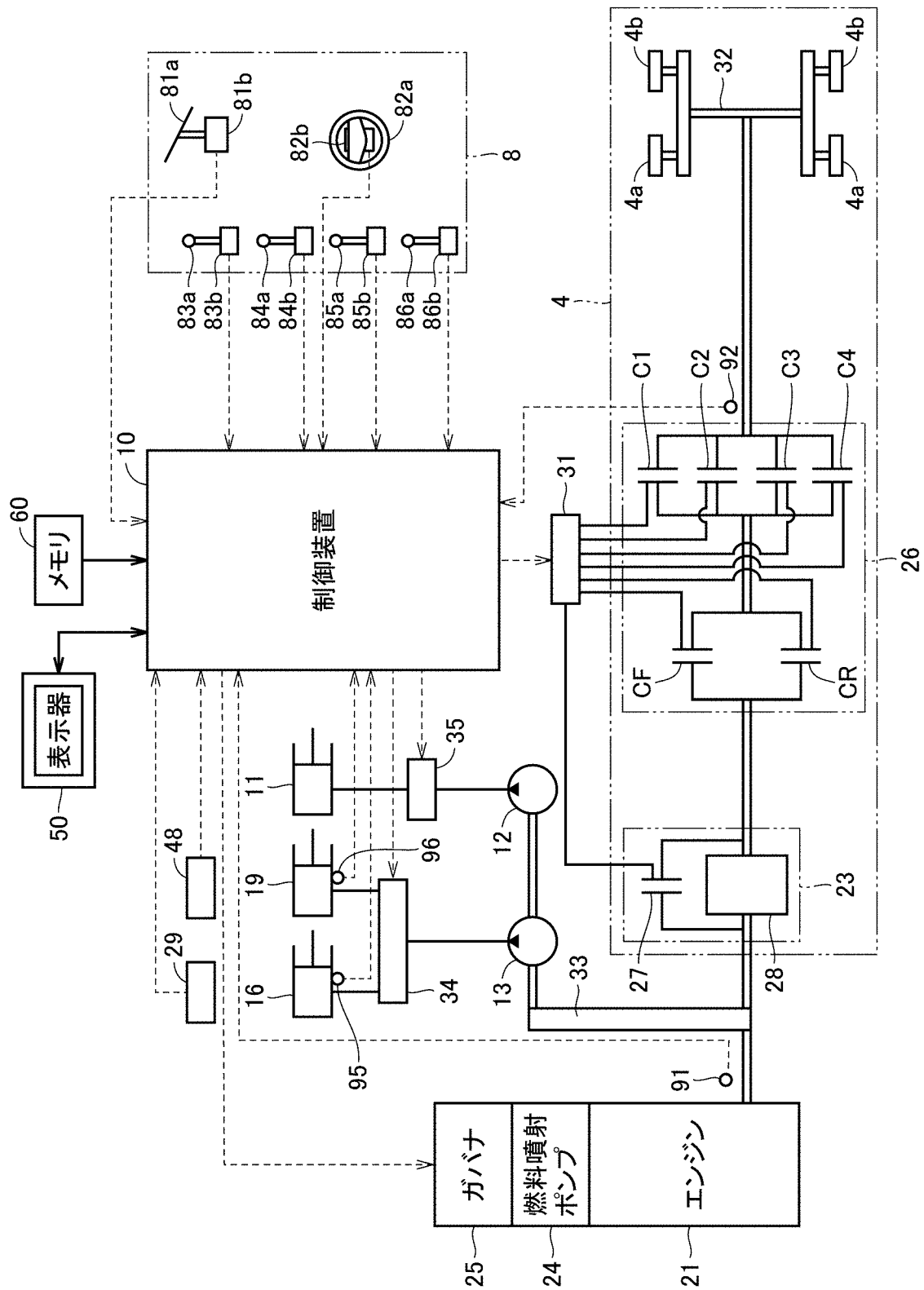
学習済みの第1の姿勢推定モデルを用いて、作業中の前記作業機の目標姿勢を前記経過時間および前記機械データから推定した推定目標姿勢を求めることと、

前記経過時間および前記機械データと、前記推定目標姿勢と、を含む学習用データにより、第2の姿勢推定モデルを学習させることと、を備える、学習済みの姿勢推定モデルの製造方法。

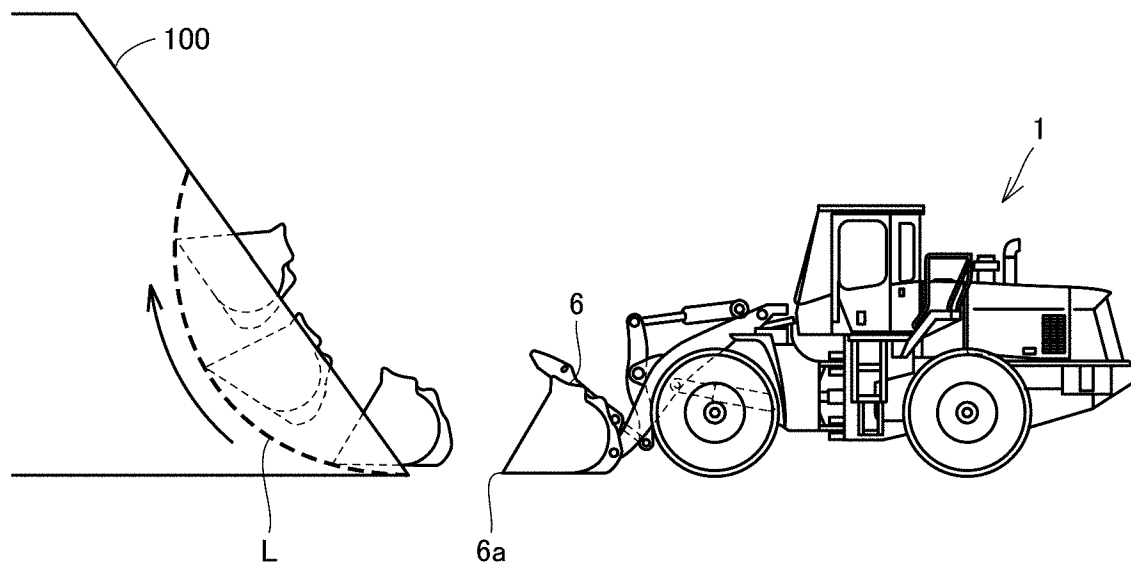
[図1]



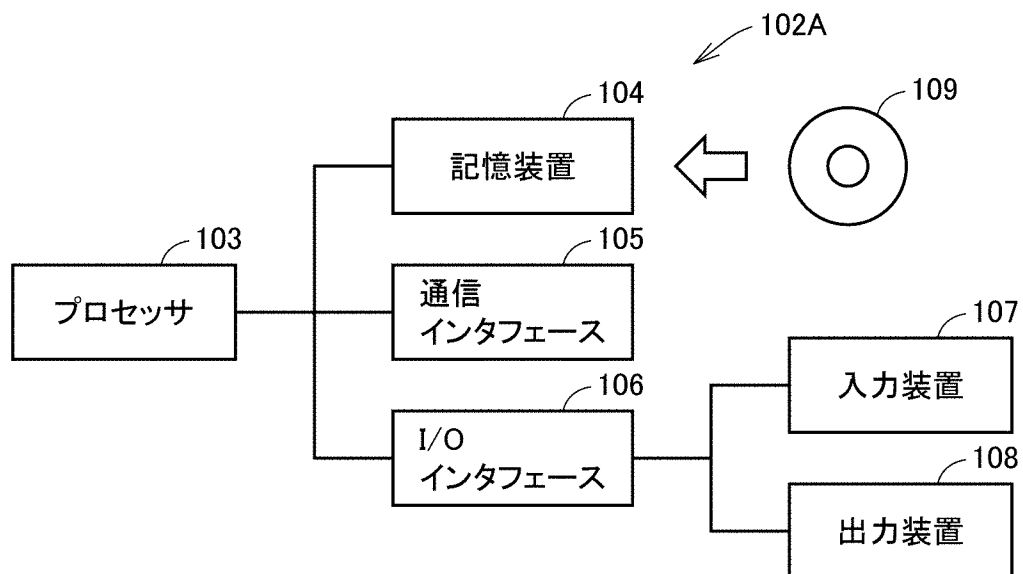
[図2]



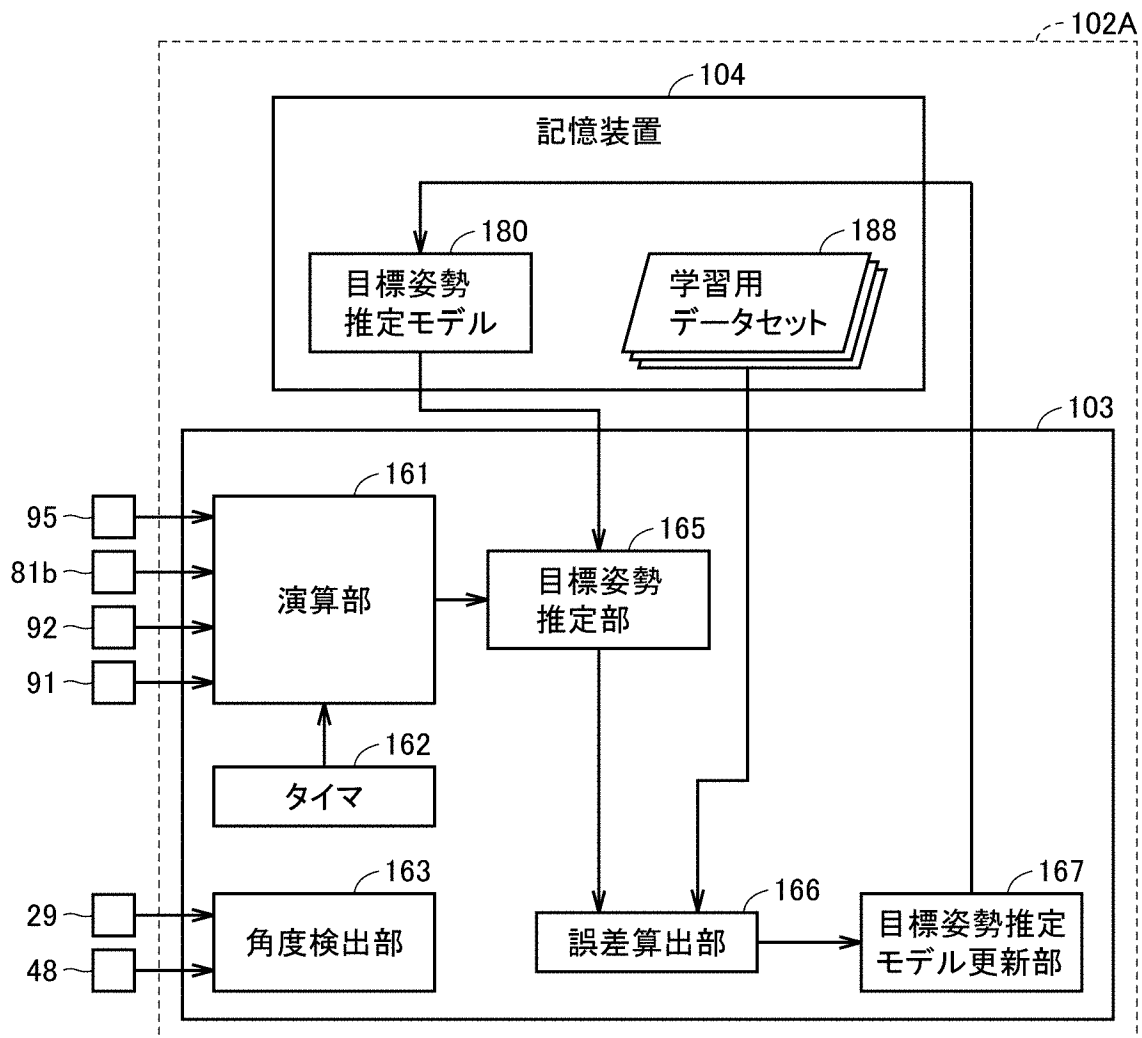
[図3]



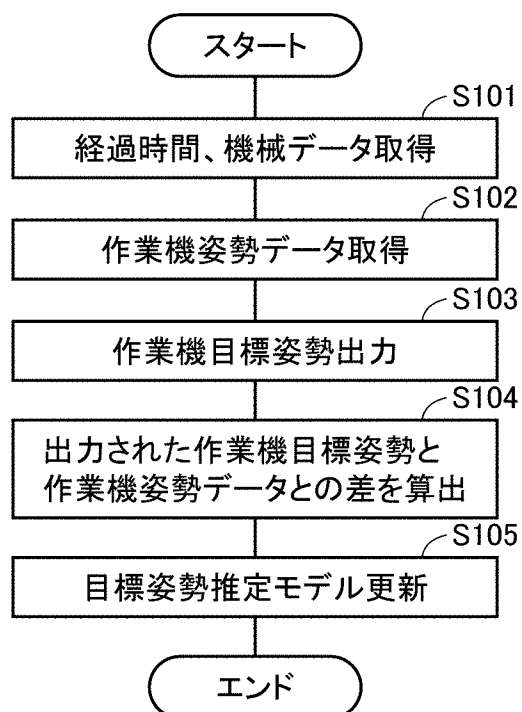
[図4]



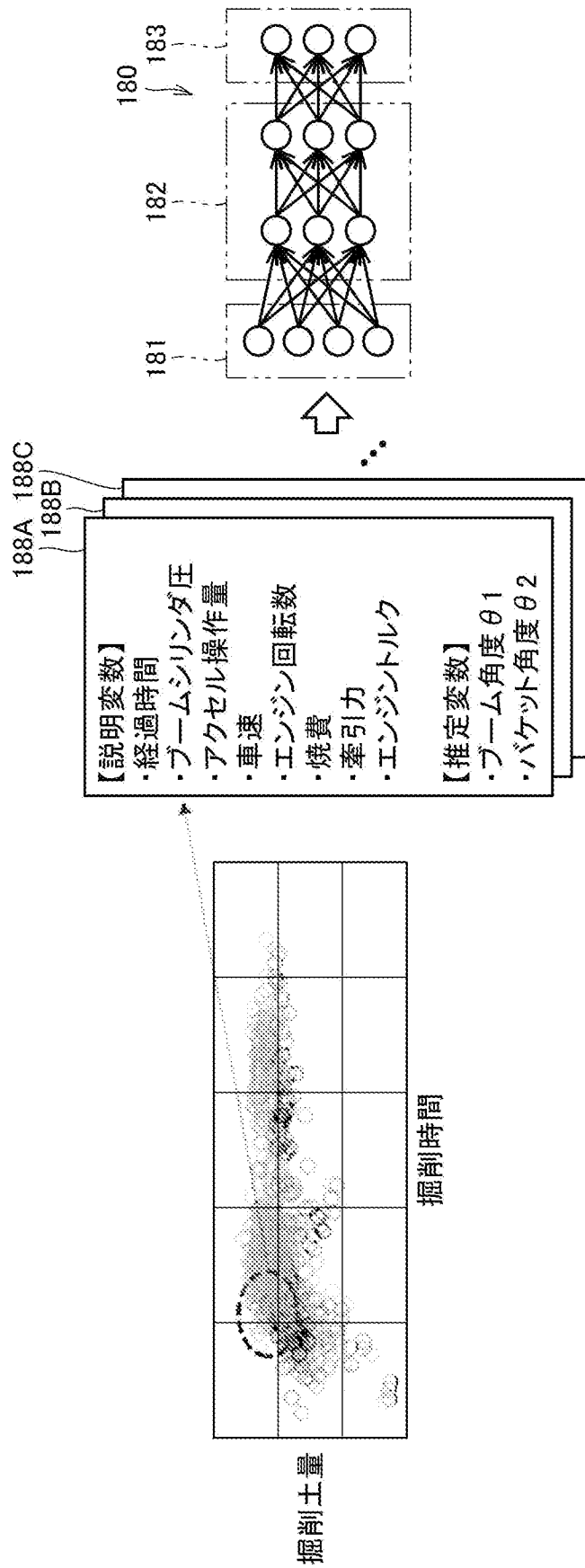
[図5]



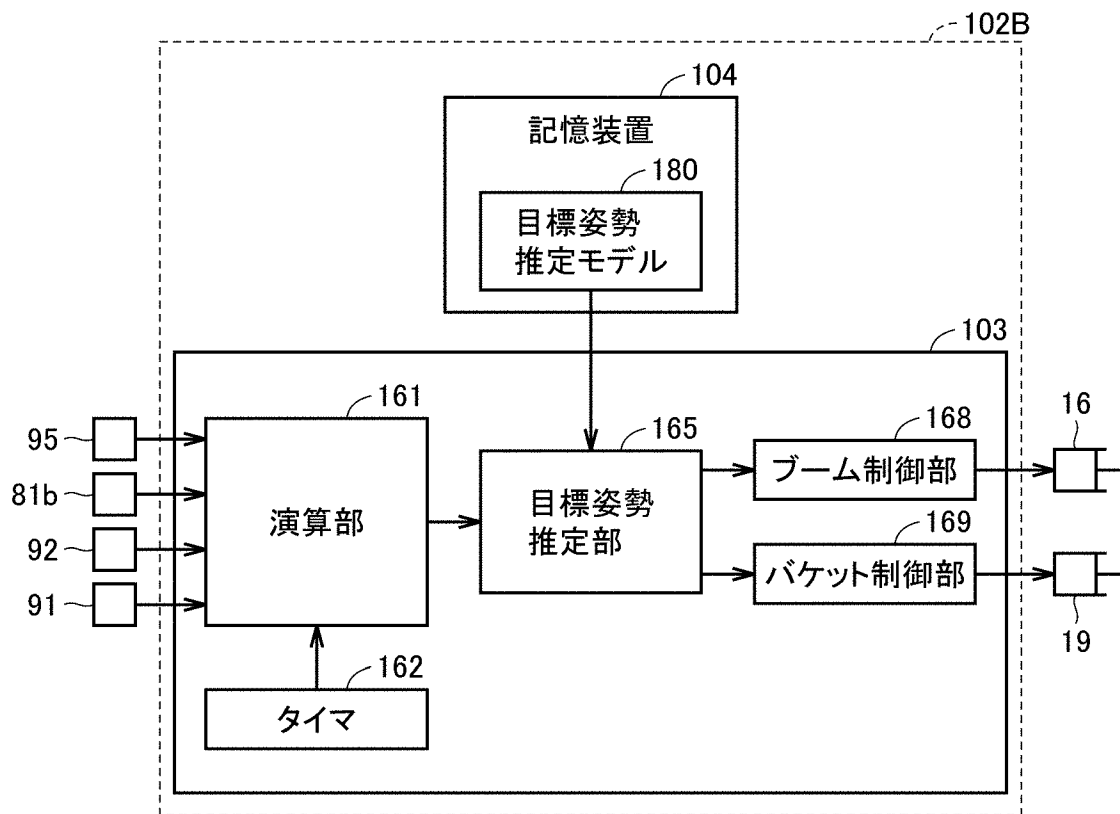
[図6]



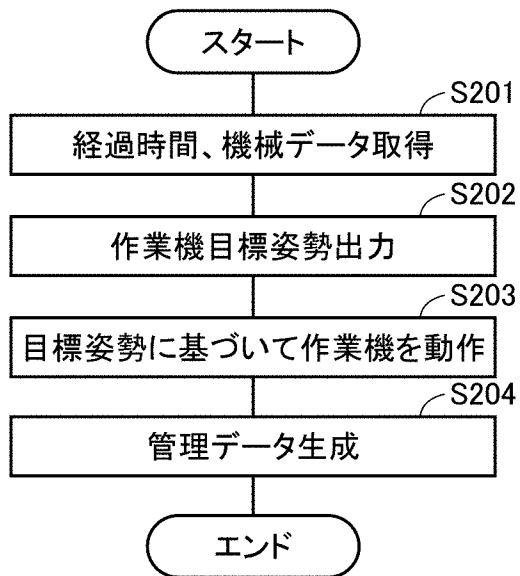
[図7]



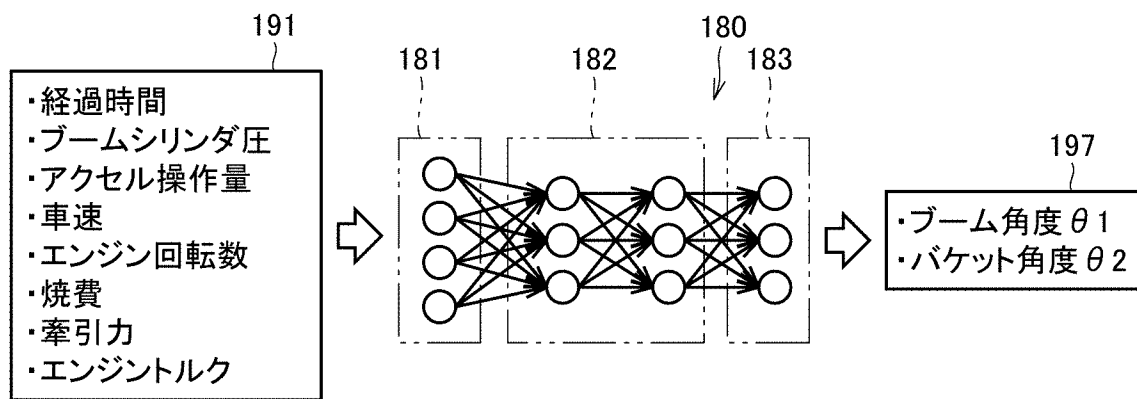
[図8]



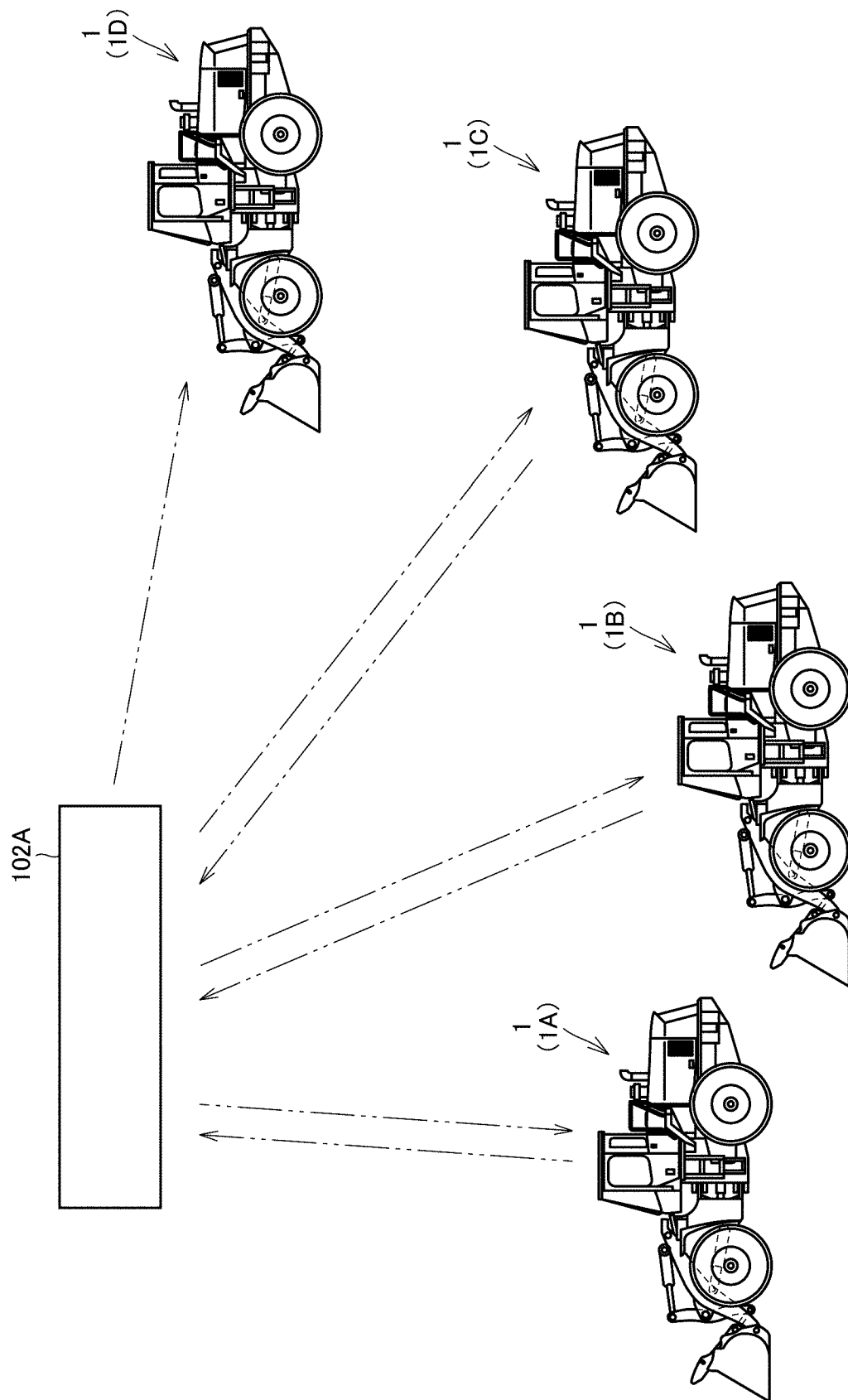
[図9]



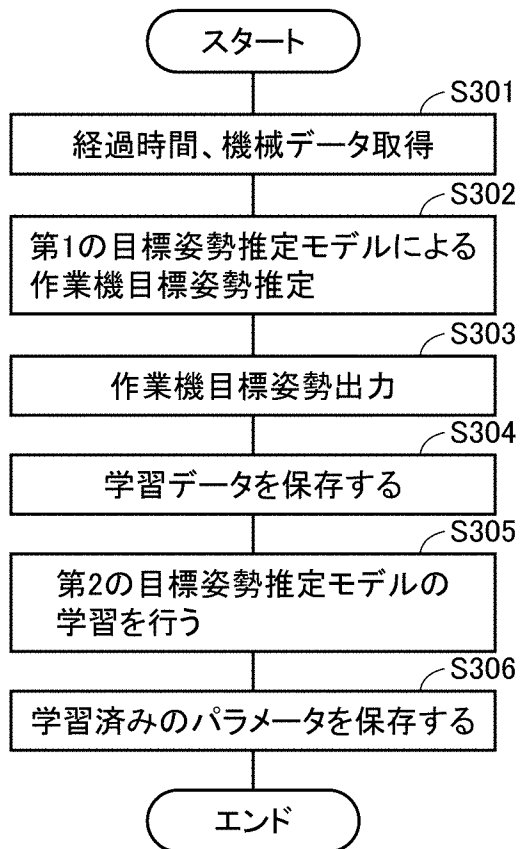
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/013507

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. E02F3/43 (2006.01) i, E02F9/20 (2006.01) i, G05B11/36 (2006.01) i, G05B13/02 (2006.01) i, G06N3/04 (2006.01) i

FI: E02F9/20 Q, E02F3/43 F, G06N3/04, G05B11/36 G, G05B13/02 L

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. E02F3/43, E02F9/20, G05B13/02

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
X	JP 2001-142506 A (HITACHI, LTD.) 25 May 2001, paragraphs [0001]-[0018], fig. 1-7, paragraphs [0001]-[0018], fig. 1-7	1-9, 11-13
Y		10, 14
Y	WO 2017/010212 A1 (HITACHI, LTD.) 19 January 2017, paragraphs [0037]-[0039], fig. 6	10
Y	JP 2018-190241 A (OMRON CORP.) 29 November 2018, paragraphs [0043], [0044]	14
A	JP 2016-156193 A (HITACHI, LTD.) 01 September 2016, entire text, all drawings	1-14



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
08.06.2020

Date of mailing of the international search report
16.06.2020

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/JP2020/013507

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 2015-63864 A (SUMITOMO CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 09 April 2015, entire text, all drawings	1-14
A	WO 2015/129932 A1 (KOMATSU LTD.) 03 September 2015, entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/013507

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2001-142506 A	25.05.2001	(Family: none)	
WO 2017/010212 A1	19.01.2017	US 2018/0171582 A1 paragraphs [0041]- [0044]	
JP 2018-190241 A	29.11.2018	US 2018/0330200 A1 paragraphs [0065], [0066]	
JP 2016-156193 A	01.09.2016	US 2016/0247332 A1 entire text, all drawings	
JP 2015-63864 A	09.04.2015	(Family: none)	
WO 2015/129932 A1	03.09.2015	US 2016/0281323 A1 entire text, all drawings	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>E02F 3/43(2006.01)i; E02F 9/20(2006.01)i; G05B 11/36(2006.01)i; G05B 13/02(2006.01)i; G06N 3/04(2006.01)i FI: E02F9/20 Q; E02F3/43 F; G06N3/04; G05B11/36 G; G05B13/02 L</p>																										
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） E02F3/43; E02F9/20; G05B13/02</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年																
日本国実用新案公報	1922-1996年																									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年																									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年																									
日本国登録実用新案公報	1994-2020年																									
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2001-142506 A（株式会社日立製作所）25.05.2001（2001-05-25） 段落[0001]-[0018], 第1-7図</td> <td>1-9, 11-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>段落[0001]-[0018], 第1-7図</td> <td>10, 14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2017/010212 A1（株式会社日立製作所）19.01.2017（2017-01-19） 段落[0037]-[0039], 第6図</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2018-190241 A（オムロン株式会社）29.11.2018（2018-11-29） 段落[0043]-[0044]</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-156193 A（株式会社日立製作所）01.09.2016（2016-09-01） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015-63864 A（住友建機株式会社）09.04.2015（2015-04-09） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2015/129932 A1（株式会社小松製作所）03.09.2015（2015-09-03） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			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	X	JP 2001-142506 A（株式会社日立製作所）25.05.2001（2001-05-25） 段落[0001]-[0018], 第1-7図	1-9, 11-13	Y	段落[0001]-[0018], 第1-7図	10, 14	Y	WO 2017/010212 A1（株式会社日立製作所）19.01.2017（2017-01-19） 段落[0037]-[0039], 第6図	10	Y	JP 2018-190241 A（オムロン株式会社）29.11.2018（2018-11-29） 段落[0043]-[0044]	14	A	JP 2016-156193 A（株式会社日立製作所）01.09.2016（2016-09-01） 全文, 全図	1-14	A	JP 2015-63864 A（住友建機株式会社）09.04.2015（2015-04-09） 全文, 全図	1-14	A	WO 2015/129932 A1（株式会社小松製作所）03.09.2015（2015-09-03） 全文, 全図	1-14
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																								
X	JP 2001-142506 A（株式会社日立製作所）25.05.2001（2001-05-25） 段落[0001]-[0018], 第1-7図	1-9, 11-13																								
Y	段落[0001]-[0018], 第1-7図	10, 14																								
Y	WO 2017/010212 A1（株式会社日立製作所）19.01.2017（2017-01-19） 段落[0037]-[0039], 第6図	10																								
Y	JP 2018-190241 A（オムロン株式会社）29.11.2018（2018-11-29） 段落[0043]-[0044]	14																								
A	JP 2016-156193 A（株式会社日立製作所）01.09.2016（2016-09-01） 全文, 全図	1-14																								
A	JP 2015-63864 A（住友建機株式会社）09.04.2015（2015-04-09） 全文, 全図	1-14																								
A	WO 2015/129932 A1（株式会社小松製作所）03.09.2015（2015-09-03） 全文, 全図	1-14																								
<p>☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p>☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																										
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>																										
<p>国際調査を完了した日</p> <p>08.06.2020</p>		<p>国際調査報告の発送日</p> <p>16.06.2020</p>																								
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>		<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>柿原 巧弥 2B 1767</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3237</p>																								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/013507

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2001-142506	A	25.05.2001	(ファミリーなし)	
WO	2017/010212	A1	19.01.2017	US 2018/0171582 A1	
				段落[0041]-[0044]	
JP	2018-190241	A	29.11.2018	US 2018/0330200 A1	
				段落[0065]-[0066]	
JP	2016-156193	A	01.09.2016	US 2016/0247332 A1	
				全文, 全図	
JP	2015-63864	A	09.04.2015	(ファミリーなし)	
WO	2015/129932	A1	03.09.2015	US 2016/0281323 A1	
				全文, 全図	