【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第４部門第１区分
【発行日】令和5年4月26日(2023.4.26)

【国際公開番号】WO2022/044601
【出願番号】特願2022-545527(P2022-545527)
【国際特許分類】
Ｅ０２Ｆ　9/22(2006.01)
【ＦＩ】
Ｅ０２Ｆ　9/22　　Ｆ

【手続補正書】
【提出日】令和5年2月10日(2023.2.10)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
建設機械の可動部を可動し始める初動入力値を算出する初動入力モデルを生成する初動入力モデル生成ステップと、
前記初動入力モデルを用いて、前記建設機械の姿勢に対応する前記初動入力値を算出し、前記初動入力値以上の値を有する制御入力値を特定するフィードバック制御ステップと、を有し、
前記初動入力モデル生成ステップが、
前記可動部の可動範囲中の第１の位置に前記可動部を制御した第１の状態において、前記可動部が動き始める第１の初動計測値を計測する第１の初動入力値測定ステップと、
前記可動部の可動範囲中の前記第１の位置とは異なる第２の位置に前記可動部を制御した第２の状態において、前記可動部が動き始める第２の初動計測値を計測する第２の初動入力値測定ステップと、
前記第１の初動計測値と、前記第２の初動計測値の間を補完して前記建設機械の任意の姿勢に対する前記初動入力値を導き出す前記初動入力モデルを生成するモデル生成ステップと、
を有する作業制御方法。
【請求項２】
前記第１の初動入力値測定ステップでは、前記第１の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて前記第１の初動計測値を測定し、
前記第２の初動入力値測定ステップでは、前記第２の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて前記第２の初動計測値を測定し、
前記モデル生成ステップでは、正方向の前記第１の初動計測値と、負方向の前記第１の初動計測値と、正方向の前記第２の初動計測値と、負方向の前記第２の初動計測値と、を用いて前記初動入力モデルを生成する制御入力算出ステップと、を有する請求項１に記載の作業制御方法。
【請求項３】
前記フィードバック制御ステップは、
前記建設機械の前記可動部の位置情報に基づき前記建設機械の現在姿勢を取得し、前記現在姿勢に対応する前記初動入力値を前記初動入力モデルを用いて算出された値で更新す

る初動入力更新ステップと、
前記現在姿勢と前記建設機械の目標姿勢との誤差を更新する誤差更新ステップと、
前記誤差と、前記初動入力値とを入力として、前記誤差を小さくする前記制御入力値を算出して前記建設機械に与える制御入力算出ステップと、を有する請求項１又は２に記載の作業制御方法。
【請求項４】
前記誤差更新ステップでは、前記建設機械に行わせる作業を指示する作業指示が更新された場合、前記建設機械の前記目標姿勢を含む制御パラメータを更新するパラメータ更新ステップを行う請求項３に記載の作業制御方法。
【請求項５】
前記初動入力モデル生成ステップは、前記建設機械が作業を行う稼動期間以外の期間に前記初動入力モデルを生成する請求項１乃至４のいずれか１項に記載の作業制御方法。
【請求項６】
前記建設機械は、自機の姿勢を操作する操作レバーと、前記操作レバーに取り付けられたアクチュエータとを有し、
前記制御入力値に基づき前記アクチュエータを操作することで前記操作レバーを介した前記建設機械の制御を行う建設機械制御ステップを有する請求項１乃至５のいずれか１項に記載の作業制御方法。
【請求項７】
建設機械の可動部が可動し始める初動入力値を算出する初動入力モデルを生成する初動入力モデル生成手段と、
前記初動入力モデルを用いて、前記建設機械の姿勢に対応する前記初動入力値を算出し、前記初動入力値以上の値を有する制御入力値を特定するフィードバック制御手段と、を有し、
前記初動入力モデル生成手段が、
前記可動部の可動範囲中の第１の位置に前記可動部を制御した第１の状態において、前記可動部が動き始める第１の初動計測値を計測する第１の初動入力値測定処理と、
前記可動部の可動範囲中の前記第１の位置とは異なる第２の位置に前記可動部を制御した第２の状態において、前記可動部が動き始める第２の初動計測値を計測する第２の初動入力値測定処理と、
前記第１の初動計測値と、第２の初動計測値の間を補完して前記建設機械の任意の姿勢に対する前記初動入力値を導き出す前記初動入力モデルを生成するモデル生成処理と、
を行う作業制御システム。
【請求項８】
前記第１の初動入力値測定処理では、前記第１の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて第１の初動計測値を測定し、
前記第２の初動入力値測定処理では、前記第２の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて前記第２の初動計測値を測定し、
前記モデル生成処理では、正方向の前記第１の初動計測値と、負方向の前記第１の初動計測値と、正方向の前記第２の初動計測値と、負方向の前記第２の初動計測値と、を用いて前記初動入力モデルを生成する請求項７に記載の作業制御システム。
【請求項９】
建設機械の可動部が可動し始める初動入力値を算出する初動入力モデルを生成する初動入力モデル生成手段と、
前記初動入力モデルを用いて、前記建設機械の姿勢に対応する前記初動入力値を算出し、前記初動入力値以上の値を有する制御入力値を特定するフィードバック制御手段と、を有し、
前記初動入力モデル生成手段が、

前記可動部の可動範囲中の第１の位置に前記可動部を制御した第１の状態において、前記可動部が動き始める第１の初動計測値を計測する第１の初動入力値測定処理と、
前記可動部の可動範囲中の前記第１の位置とは異なる第２の位置に前記可動部を制御した第２の状態において、前記可動部が動き始める第２の初動計測値を計測する第２の初動入力値測定処理と、
前記第１の初動計測値と、第２の初動計測値の間を補完して前記建設機械の任意の姿勢に対する前記初動入力値を導き出す前記初動入力モデルを生成するモデル生成処理と、
を行う作業制御装置。
【請求項１０】
前記第１の初動入力値測定処理では、前記第１の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて第１の初動計測値を測定し、
前記第２の初動入力値測定処理では、前記第２の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて前記第２の初動計測値を測定し、
前記モデル生成処理では、正方向の前記第１の初動計測値と、負方向の前記第１の初動計測値と、正方向の前記第２の初動計測値と、負方向の前記第２の初動計測値と、を用いて前記初動入力モデルを生成する請求項９に記載の作業制御装置。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００１６】
実施の形態１にかかる作業制御システム１では、アクチュエータ１７を介して与える建設機械１０の操作レバーの変位量に応じて建設機械１０のブーム１４等の可動部が稼動を開始する入力値を初動入力値と称す。そして、この初動入力値を制御の基準として建設機械１０の制御を実施する。また、この初動入力値は、シリンダーの特性上、シリンダーの伸縮量によって変化する。そこで、実施の形態１にかかる作業制御システム１では、異なるシリンダーの伸縮状態から初動入力モデルを生成し、当該初動入力モデルを用いて建設機械１０の制御開始時の姿勢ごとに初動入力値を更新する。そして、実施の形態１にかかる作業制御システム１では、更新した初動入力値を建設機械１０に与える入力値の最小値として補償するように建設機械制御部へのフィードバック制御入力値を算出する。以下では、実施の形態１にかかる作業制御システム１について以下で詳細に説明する。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２０】
建設機械制御部２１は、フィードバック制御部３２が算出するフィードバック制御入力値に基づきアクチュエータを動作させることで、建設機械１０内の操作レバーを変位させる。また、建設機械制御部２１は、初動入力モデル生成部３１が初動入力モデルを生成する際には、初動入力モデル生成部３１から制御入力値が与えられ、当該制御入力値に基づき建設機械１０の操作レバーを変位させるものとする。
【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２１
【補正方法】変更
【補正の内容】

【００２１】
姿勢検出部２２は、建設機械１０のアーム等の可動部に設けられたセンサ１８１～１８４から各可動部の関節角を取得して建設機械１０の姿勢を表す姿勢検出値として出力する。初動入力モデル生成部３１は、建設機械１０の可動部を可動し始める初動入力値を算出する初動入力モデルを生成する。また、フィードバック制御部３２は、初動入力モデルを用いて現在姿勢に対応する初動入力値を算出し、初動入力値を最小値として補償するフィードバック制御入力値を算出する。
【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３６】
図６に示すように、フィードバック制御部３２は、まず、初動入力更新部３２１を用いて姿勢検出部２２から建設機械１０の制御対象部位の姿勢検出値を取得し、建設機械１０の現在姿勢θを把握する（ステップＳ２１）。次いで、初動入力更新部３２１は、保持している初動入力モデルを用いて現在姿勢θに対する初動入力値を更新する（ステップＳ２２）。
【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４６】
図８に示すように、実施の形態２にかかるフィードバック制御部４２の動作では、実施の形態１にかかるフィードバック制御部３２の動作に対してステップＳ３１、Ｓ３２の動作が追加される。ステップＳ３１、Ｓ３２の処理は、ステップＳ２２とステップＳ２３の間で行われる。ステップＳ３１では、作業指示部４１が作業内容を更新したか否かを判断する。そして、ステップＳ３１において、作業内容が更新されたと判断した場合、誤差更新部４２２は、パラメータ更新部４２２ａを用いて現在の作業内容に応じた目標姿勢、入力最大量及び減速開始閾値を含む制御パラメータを更新する。そして、実施の形態２にかかる作業制御システム２では、ステップＳ３２において更新された目標姿勢、入力最大量及び減速開始閾値に基づき現在姿勢との誤差の算出（ステップＳ２４）及びフィードバック制御入力値の算出（ステップＳ２５）を行う。
【手続補正７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５１】
また、上記実施の形態は以下の観点を含む。
（付記１）
建設機械の可動部を可動し始める初動入力値を算出する初動入力モデルを生成する初動入力モデル生成ステップと、
前記初動入力モデルを用いて、前記建設機械の姿勢に対応する前記初動入力値を算出し、前記初動入力値以上の値を有する制御入力値を特定するフィードバック制御ステップと、を有し、
前記初動入力モデル生成ステップが、
前記可動部の可動範囲中の第１の位置に前記可動部を制御した第１の状態において、前記可動部が動き始める第１の初動計測値を計測する第１の初動入力値測定ステップと、

前記可動部の可動範囲中の前記第１の位置とは異なる第２の位置に前記可動部を制御した第２の状態において、前記可動部が動き始める第２の初動計測値を計測する第２の初動入力値測定ステップと、

前記第１の初動計測値と、前記第２の初動計測値の間を補完して前記建設機械の任意の姿勢に対する前記初動入力値を導き出す前記初動入力モデルを生成するモデル生成ステップと、

を有する作業制御方法。

（付記２）

前記第１の初動入力値測定ステップでは、前記第１の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて前記第１の初動計測値を測定し、

前記第２の初動入力値測定ステップでは、前記第２の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて前記第２の初動計測値を測定し、

前記モデル生成ステップでは、正方向の前記第１の初動計測値と、負方向の前記第１の初動計測値と、正方向の前記第２の初動計測値と、負方向の前記第２の初動計測値と、を用いて前記初動入力モデルを生成する制御入力算出ステップと、を有する付記１に記載の作業制御方法。

（付記３）

前記フィードバック制御ステップは、

前記建設機械の前記可動部の位置情報に基づき前記建設機械の現在姿勢を取得し、前記現在姿勢に対応する前記初動入力値を前記初動入力モデルを用いて算出された値で更新する初動入力更新ステップと、

前記現在姿勢と前記建設機械の目標姿勢との誤差を更新する誤差更新ステップと、

前記誤差と、前記初動入力値とを入力として、前記誤差を小さくする前記制御入力値を算出して前記建設機械に与える制御入力算出ステップと、を有する付記１又は２に記載の作業制御方法。

（付記４）

前記誤差更新ステップでは、前記建設機械に行わせる作業を指示する作業指示が更新された場合、前記建設機械の前記目標姿勢を含む制御パラメータを更新するパラメータ更新ステップを行う付記３に記載の作業制御方法。

（付記５）

前記初動入力モデル生成ステップは、前記建設機械が作業を行う稼動期間以外の期間に前記初動入力モデルを生成する付記１乃至４のいずれか１項に記載の作業制御方法。

（付記６）

前記建設機械は、自機の姿勢を操作する操作レバーと、前記操作レバーに取り付けられたアクチュエータとを有し、

前記制御入力値に基づき前記アクチュエータを操作することで前記操作レバーを介した前記建設機械の制御を行う建設機械制御ステップを有する付記１乃至５のいずれか１項に記載の作業制御方法。

（付記７）

建設機械の可動部が可動し始める初動入力値を算出する初動入力モデルを生成する初動入力モデル生成手段と、

前記初動入力モデルを用いて、前記建設機械の姿勢に対応する前記初動入力値を算出し、前記初動入力値以上の値を有する制御入力値を特定するフィードバック制御手段と、を有し、

前記初動入力モデル生成手段が、

前記可動部の可動範囲中の第１の位置に前記可動部を制御した第１の状態において、前記可動部が動き始める第１の初動計測値を計測する第１の初動入力値測定処理と、

前記可動部の可動範囲中の前記第１の位置とは異なる第２の位置に前記可動部を制御し

た第２の状態において、前記可動部が動き始める第２の初動計測値を計測する第２の初動入力値測定処理と、
前記第１の初動計測値と、第２の初動計測値の間を補完して前記建設機械の任意の姿勢に対する前記初動入力値を導き出す前記初動入力モデルを生成するモデル生成処理と、
を行う作業制御システム。
（付記８）
前記第１の初動入力値測定処理では、前記第１の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて第１の初動計測値を測定し、
前記第２の初動入力値測定処理では、前記第２の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて前記第２の初動計測値を測定し、
前記モデル生成処理では、正方向の前記第１の初動計測値と、負方向の前記第１の初動計測値と、正方向の前記第２の初動計測値と、負方向の前記第２の初動計測値と、を用いて前記初動入力モデルを生成する付記７に記載の作業制御システム。
（付記９）
前記フィードバック制御手段は、
前記建設機械の前記可動部の位置情報に基づき前記建設機械の現在姿勢を取得し、前記現在姿勢に対応する前記初動入力値を前記初動入力モデルを用いて算出された値で更新する初動入力更新手段と、
前記現在姿勢と前記建設機械の目標姿勢との誤差を更新する誤差更新手段と、
前記誤差と、前記初動入力値とを入力として、前記誤差を小さくする制御入力値を算出して前記建設機械に与える制御入力算出手段と、を有する付記７又は８に記載の作業制御システム。
（付記１０）
前記誤差更新手段は、前記建設機械に行わせる作業を指示する作業指示が更新された場合、前記建設機械の前記目標姿勢を含む制御パラメータを更新するパラメータ更新手段を有する付記９に記載の作業制御システム。
（付記１１）
前記初動入力モデル生成手段は、前記建設機械が作業を行う稼動期間以外の期間に前記初動入力モデルを生成する付記７乃至１０のいずれか１項に記載の作業制御システム。
（付記１２）
前記建設機械は、自機の姿勢を操作する操作レバーと、前記操作レバーに取り付けられたアクチュエータとを有し、
前記制御入力値に基づき前記アクチュエータを操作することで前記操作レバーを介した前記建設機械の制御を行う建設機械制御手段を有する付記７乃至１１のいずれか１項に記載の作業制御システム。
（付記１３）
建設機械の可動部が可動し始める初動入力値を算出する初動入力モデルを生成する初動入力モデル生成手段と、
前記初動入力モデルを用いて、前記建設機械の姿勢に対応する前記初動入力値を算出し、前記初動入力値以上の値を有する制御入力値を特定するフィードバック制御手段と、を有し、
前記初動入力モデル生成手段が、
前記可動部の可動範囲中の第１の位置に前記可動部を制御した第１の状態において、前記可動部が動き始める第１の初動計測値を計測する第１の初動入力値測定処理と、
前記可動部の可動範囲中の前記第１の位置とは異なる第２の位置に前記可動部を制御した第２の状態において、前記可動部が動き始める第２の初動計測値を計測する第２の初動入力値測定処理と、
前記第１の初動計測値と、第２の初動計測値の間を補完して前記建設機械の任意の姿勢

に対する前記初動入力値を導き出す前記初動入力モデルを生成するモデル生成処理と、
を行う作業制御装置。

（付記１４）

前記第１の初動入力値測定処理では、前記第１の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて第１の初動計測値を測定し、

前記第２の初動入力値測定処理では、前記第２の状態となった前記可動部に対して前記可動部の正の方向と前記可動部の負の方向とにそれぞれ動くように前記建設機械に入力値を与えて正方向と負方向とのそれぞれについて前記第２の初動計測値を測定し、

前記モデル生成処理では、正方向の前記第１の初動計測値と、負方向の前記第１の初動計測値と、正方向の前記第２の初動計測値と、負方向の前記第２の初動計測値と、を用いて前記初動入力モデルを生成する付記１３に記載の作業制御装置。

（付記１５）

前記フィードバック制御手段は、

前記建設機械の前記可動部の位置情報に基づき前記建設機械の現在姿勢を取得し、前記現在姿勢に対応する前記初動入力値を前記初動入力モデルを用いて算出された値で更新する初動入力更新手段と、

前記現在姿勢と前記建設機械の目標姿勢との誤差を更新する誤差更新手段と、

前記誤差と、前記初動入力値とを入力として、前記誤差を小さくする前記制御入力値を算出して前記建設機械に与える制御入力算出手段と、を有する付記１３又は１４に記載の作業制御装置。

（付記１６）

前記誤差更新手段は、前記建設機械に行わせる作業を指示する作業指示が更新された場合、前記建設機械の前記目標姿勢を含む制御パラメータを更新するパラメータ更新手段を有する付記１５に記載の作業制御装置。

（付記１７）

前記初動入力モデル生成手段は、前記建設機械が作業を行う稼動期間以外の期間に前記初動入力モデルを生成する付記１３乃至１６のいずれか１項に記載の作業制御装置。

（付記１８）

前記建設機械は、自機の姿勢を操作する操作レバーと、前記操作レバーに取り付けられたアクチュエータとを有し、

前記制御入力値に基づき前記アクチュエータを操作することで前記操作レバーを介した前記建設機械の制御を行う建設機械制御手段を有する付記１３乃至１７のいずれか１項に記載の作業制御装置。