

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7355254号
(P7355254)

(45)発行日 令和5年10月3日(2023.10.3)

(24)登録日 令和5年9月25日(2023.9.25)

(51)国際特許分類		F I		
E 0 2 F	9/20 (2006.01)	E 0 2 F	9/20	D
E 0 2 F	9/22 (2006.01)	E 0 2 F	9/22	K
E 0 2 F	3/43 (2006.01)	E 0 2 F	3/43	B

請求項の数 10 (全21頁)

(21)出願番号	特願2022-551158(P2022-551158)	(73)特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和3年7月16日(2021.7.16)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/026844	(72)発明者	吉田 裕志 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/064823	審査官	荒井 良子
(87)国際公開日	令和4年3月31日(2022.3.31)		
審査請求日	令和5年3月6日(2023.3.6)		
(31)優先権主張番号	特願2020-161974(P2020-161974)		
(32)優先日	令和2年9月28日(2020.9.28)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業制御方法、作業制御システム及び作業制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第1の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御ステップと、

前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出ステップと、

前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第2の入力値を算出するフィードバック入力値算出ステップと、

前記処理サイクル毎に前記第1の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第2の入力値を補正する入力値補正ステップと、

を演算装置にて行う作業制御方法。

【請求項2】

前記入力値補正ステップは、

前記第1の入力値と前記可動部の最大移動速度とに基づき前記可動部の駆動速度を推定する駆動速度推定処理ステップと、

前記駆動速度の推定値に基づき前記到達時間を推定する目標到達時間推定処理ステップと、

前記到達時間の推定値に基づき前記第2の入力値を抑制する前記補正量を算出する補正量算出ステップと、

を有する請求項1に記載の作業制御方法。

【請求項 3】

前記補正量算出ステップでは、

前記到達時間の推定値と前記可動部に対して設定される収束最大時間との比率を算出する駆動時間比を算出する駆動時間比算出ステップと、

前記駆動時間比と、予め設定される抑制率と、前記第 1 の入力値の変化範囲の大きさと、の積に基づき前記補正量を決定する補正量決定ステップと、

を有する請求項 2 に記載の作業制御方法。

【請求項 4】

前記入力値補正ステップは、

前処理サイクルまでの前記第 1 の入力値を平滑化した入力平滑値を算出する平滑化処理ステップをさらに有し、

前記駆動速度推定処理ステップは、前記第 1 の入力値として前記入力平滑値を用いて前記駆動速度の推定値を算出する請求項 2 又は 3 に記載の作業制御方法。

10

【請求項 5】

前記フィードバック入力値算出ステップでは、

前記第 2 の入力値の最小値はゼロ、最大値は予め設定された最大入力値とし、

前記誤差と、予め設定された誤差許容量と、の差に予め設定されたゲイン値を乗算した値に予め設定された最小入力値を加算した値を前記第 2 の入力値として算出する請求項 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】

周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第 1 の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御手段と、

前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出手段と、

前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第 2 の入力値を算出するフィードバック入力値算出手段と、

前記処理サイクル毎に前記第 1 の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第 2 の入力値を補正する入力値補正手段と、

を有する作業制御システム。

20

【請求項 7】

前記入力値補正手段は、

前記第 1 の入力値と前記可動部の最大移動速度とに基づき前記可動部の駆動速度を推定する駆動速度推定手段と、

前記駆動速度の推定値に基づき前記到達時間を推定する目標到達時間推定手段と、

前記到達時間の推定値に基づき前記第 2 の入力値を抑制する前記補正量を算出する補正量算出手段と、

を有する請求項 6 に記載の作業制御システム。

30

【請求項 8】

前記補正量算出手段では、

前記到達時間の推定値と前記可動部に対して設定される収束最大時間との比率を算出する駆動時間比を算出する駆動時間比算出手段と、

前記駆動時間比と、予め設定される抑制率と、前記第 1 の入力値の変化範囲の大きさと、の積に基づき前記補正量を算出する補正量算出手段と、

を有する請求項 7 に記載の作業制御システム。

40

【請求項 9】

前記入力値補正手段は、

前処理サイクルまでの前記第 1 の入力値を平滑化した入力平滑値を算出する平滑化処理手段をさらに有し、

前記駆動速度推定手段は、前記第 1 の入力値として前記入力平滑値を用いて前記駆動速度の推定値を算出する請求項 7 又は 8 に記載の作業制御システム。

50

【請求項 10】

周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第 1 の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御手段と、

前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出手段と、

前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第 2 の入力値を算出するフィードバック入力値算出手段と、

前記処理サイクル毎に前記第 1 の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第 2 の入力値を補正する入力値補正手段と、

を有する作業制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は作業制御方法、作業制御システム、作業制御装置及び作業制御プログラムが記録された非一時的なコンピュータ可読媒体に関し、特に建設機械を制御する作業制御方法、作業制御システム、作業制御装置及び作業制御プログラムが記録された非一時的なコンピュータ可読媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、建設機械の無人制御が多く提案されている。例えば、特許文献 1、2 には建設機械の制御に関する技術が開示されている。

20

【0003】

特許文献 1 に記載の装置は、ブームとアームおよびバケットにそれぞれモニタポイントを設定すると共に、侵入禁止領域を設定し、マイクロコンピュータによってブーム角センサおよびアーム角センサの今回の出力値と前回の出力値とから出力値の変化量を演算し、さらに現在のモニタポイントの高さを基に各モニタポイントが侵入禁止領域に到達するまでの予測時間を演算する。この演算によって求められた予測時間と予め設定しておいた所定時間とを比較し、予測時間が所定時間より小さいと判断した場合は、減速の度合いを求め、この値を現在のアクチュエータの動作速度に乗じてアクチュエータを減速する。また、モニタポイントの 1 つが侵入禁止領域に到達すると、アクチュエータを停止する。

30

【0004】

特許文献 2 に記載の装置では、インバータ回路の出力で駆動される電動機を制御する装置であって、前記インバータ回路で出力可能な時系列な電圧パターンを複数、生成し、これら複数の時系列な電圧パターンそれぞれについて、当該時系列な電圧パターンを時系列な平滑電圧パターンとして平滑化する。そして、これら複数の時系列な平滑電圧パターンそれぞれについて、当該時系列な平滑電圧パターンが前記電動機に入力された場合における前記電動機の制御目的に関する所定の物理量の値を予測値として予測し、最も高い評価の予測値に対応する時系列な平滑電圧パターンを選択し、この選択した時系列な平滑電圧パターンを出力するように前記インバータ回路を制御する。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0005】

【文献】特開平 07 - 292708 号公報
特開 2019 - 201545 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、建設機械の作業制御では、動作の高速性と可動部の可動予定範囲に対するオーバーシュート量の抑制を両立することが求められている。しかしながら、特許文献 1、2 では、これら性能を両立することが難しい問題がある。

50

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明の作業制御方法の一態様は、周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第1の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御ステップと、前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出ステップと、前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第2の入力値を算出するフィードバック入力値算出ステップと、前記処理サイクル毎に前記第1の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第2の入力値を補正する入力値補正ステップと、を有する。

【0008】

本発明の作業制御システムの一態様は、周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第1の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御部と、前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出部と、前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第2の入力値を算出するフィードバック入力値算出部と、前記処理サイクル毎に前記第1の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第2の入力値を補正する入力値補正部と、を有する。

【0009】

本発明の作業制御装置の一態様は、周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第1の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御部と、前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出部と、前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第2の入力値を算出するフィードバック入力値算出部と、前記処理サイクルにおいて算出された前記第1の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第2の入力値を補正する入力値補正部と、を有する。

【0010】

本発明の作業制御プログラムが記録された非一時的なコンピュータ可読媒体の一態様は、周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第1の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御手段と、前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出手段と、前記第1の入力値を前記姿勢検出値に基づきフィードバック制御により生成するフィードバック制御手段と、を有する作業制御システムの前記フィードバック制御手段で実行される作業制御プログラムが記録された非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第2の入力値を算出するフィードバック入力値算出処理と、前記処理サイクルにおいて算出された前記第1の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第2の入力値を補正する入力値補正処理と、を行う。

【発明の効果】**【0011】**

本発明の、作業制御装置及び作業制御プログラムが記録された非一時的なコンピュータ可読媒体によれば、動作の高速性と可動部の可動予定範囲に対するオーバーシュート量の抑制を両立することができる。

【図面の簡単な説明】**【0012】**

【図1】実施の形態1にかかる作業制御システムの概略図である。

【図2】実施の形態1にかかる作業制御システムの概略的なブロック図である。

【図3】実施の形態1にかかるフィードバック制御部のブロック図である。

【図4】実施の形態1にかかる入力値補正部のブロック図である。

【図5】実施の形態1にかかる作業制御システムの動作を説明するフローチャートである。

【図6】実施の形態1にかかる作業制御システムにおいて生成される第2の入力値の特性を説明するグラフである。

10

20

30

40

50

【図 7】実施の形態 1 にかかる入力値補正部の動作を説明するフローチャートである。

【図 8】実施の形態 1 にかかる作業制御システムを用いてバケットを制御した場合における制御結果を説明するグラフである。

【図 9】実施の形態 2 にかかる作業制御システムの概略的なブロック図である。

【図 10】実施の形態 2 にかかる入力値補正部のブロック図である。

【図 11】実施の形態 2 にかかる入力値補正部の動作を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

説明の明確化のため、以下の記載及び図面は、適宜、省略、及び簡略化がなされている。また、様々な処理を行う機能ブロックとして図面に記載される各要素は、ハードウェア 10 的には、CPU (Central Processing Unit)、メモリ、その他の回路で構成することができ、ソフトウェア的には、メモリにロードされたプログラムなどによって実現される。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは当業者には理解されることであり、いずれかに限定されるものではない。なお、各図面において、同一の要素には同一の符号が付されており、必要に応じて重複説明は省略されている。

【0014】

また、上述したプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、20 磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (Random Access Memory)) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給 30 できる。

【0015】

実施の形態 1

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。以下で説明する建設機械の作業制御方法、作業制御システム及び作業制御装置は、油圧やモータ等により可動部を駆動する建設機械を制御する。そこで、以下の説明では、建設機械としてバックホウを例とする。また、以下の説明では、作業制御処理を行う処理ブロックがネットワークを通じて複数の箇所に分散して配置される作業制御システムについて説明するが、作業制御システムに含まれる処理ブロックを 1 つの装置とする作業制御装置としてもよい。また、作業制御システムにおいて行われる制御内容をもって作業制御方法と称す。これらの具体例については、後述する記載の中で詳細に説明する。

【0016】

また、以下で説明する作業制御装置は、建設機械として作業者が操作可能な操作レバーを有する機械に対して適用することも、操作レバー用いずに電気的な信号により電磁比例弁等を用いて駆動機構を直接制御する機械に対しても適用できる。

【0017】

図 1 に実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 の概略図を示す。図 1 に示す建設機械 10 は、バックホウである。建設機械 10 は、クローラー 11、旋回台 12、コックピット 13、ブーム 14、アーム 15、バケット 16 を有する。クローラー 11 は、建設機械 10 を移動させるための無限軌道である。旋回台 12 は、コックピット 13 及びブーム 14 等が搭載されるシャシーを旋回させる。コックピット 13 は、建設機械 10 の姿勢を操作する操作レバー等が配置される操作室である。また、図示を簡略化した、作業制御シ 40

10

20

30

40

50

ステム 1 では、建設機械 10 内に建機駆動処理部 17 が配置される。また、ブーム 14、アーム 15、及び、バケット 16 は、それぞれが可動部に相当し、油圧シリンダーによって稼動する。この油圧シリンダーは、建機駆動処理部 17 の作用により伸縮する。なお、可動部に該当する部分は油圧シリンダー以外にも例えばモータで駆動される部位も含まれる。

【0018】

また、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 では、建設機械 10 の可動部に姿勢角を検出する姿勢センサ 181 ~ 184 を取り付ける。図 1 に示す例では、姿勢センサ 181 が旋回台 12 の回転角を検出し、姿勢センサ 182 がブーム 14 の現在角度を検出し、姿勢センサ 183 がブーム 14 とアーム 15 の相対角度を検出し、姿勢センサ 184 がアーム 15 とバケット 16 の相対角度を検出する。

10

【0019】

そして、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 では、建設機械 10 に対応して姿勢制御装置 20 及び作業制御装置 30 を設ける。姿勢制御装置 20 は、建機駆動処理部 17 を動作させるための命令を与える。また、姿勢制御装置 20 は、姿勢センサ 181 ~ 184 から取得した角度の情報に基づき姿勢検出値を生成する。作業制御装置 30 は、建設機械 10 の姿勢を決定する制御入力値を姿勢制御装置 20 から得た情報に基づき生成する。

【0020】

実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 では、建設機械 10 の建機駆動処理部 17 に対してフィードバック制御入力値を与えることで建設機械 10 のブーム 14 等の可動部を移動させる。そして、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 では、目標値と姿勢検出値とを用いたフィードバック制御により生成した仮入力値（以下、第 2 の入力値と称す）に対して補正を加えた上で建設機械 10 に与える入力値（以下、第 1 の入力値と称す）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。

20

【0021】

まず、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 の処理ブロックの構成について説明する。そこで、図 2 に実施の形態 1 にかかる作業制御システムの概略的なブロック図を示す。なお、図 2 では、建設機械 10 は作業制御システム 1 の制御対象のものとして示した。図 2 に示す例では、姿勢制御装置 20 に建設機械制御部 21、姿勢検出部 22 が設けられる。作業制御装置 30 にフィードバック制御部 31、入力値補正部 32 が設けられる。そして、姿勢制御装置 20 と作業制御装置 30 とを用いて建設機械 10 を操作する。図 2 に示す例は一例であり、例えば姿勢制御装置 20 と作業制御装置 30 を 1 つの装置とし、建設機械 10 と姿勢制御装置 20 とを通信により接続することもできる。また、姿勢制御装置 20 を建設機械 10 と一体となるように設け、姿勢制御装置 20 と作業制御装置 30 とが通信により接続される形態とすることもできる。また、建設機械 10 は作業制御装置 30 による制御対象であり、姿勢制御装置 20 は、作業制御装置 30 が建設機械 10 を具体的に動作させるためのインタフェースとも捉えられ、その場合、作業制御装置 30 が作業制御システム 1 の主要部分と考えることができる。

30

【0022】

姿勢制御装置 20 は、建設機械制御部 21 及び姿勢検出部 22 を有する。建設機械制御部 21 は、作業制御装置 30 が周期的に繰り返される処理サイクル毎に算出する第 1 の入力値に基づき建機駆動処理部 17 を動作させることで、建設機械 10 の各可動部を変位させる。つまり、建設機械制御部 21 は、作業制御システム 1 において、第 1 の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御ステップを行う作業制御処理部である。

40

【0023】

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姿勢センサ 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。つまり、姿勢検出部 22 は、可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出ステップを行う姿勢検出処理部である。姿勢検出部 22 は、建設機械 10 のアーム等の可動

50

部に設けられた姿勢センサ 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。つまり、姿勢検出部 22 は、可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出ステップを行う姿勢検出処理部である。

【0024】

作業制御装置 30 は、フィードバック制御部 31 及び入力値補正部 32 を有する。フィードバック制御部 31 は、姿勢検出値を用いて P I D 制御等により第 2 の入力値を生成する。この第 2 の入力値は、後述する入力値補正部 32 による補正が適用される前の値であって、入力値補正部 32 を用いない場合、建設機械制御部 21 に与えられる第 1 の入力値になるものである。入力値補正部 32 は、処理サイクル毎に第 1 の入力値と可動部が目標値に達するまでの到達時間の推定値とに基づき算出される補正量により第 2 の入力値を補正する入力値補正ステップと、を実行する。

10

【0025】

なお、この第 1 の入力値は、建設機械 10 の可動部毎に生成されるものであってもよく、複数の可動部に対する第 1 の入力値が含まれるものであっても良い。また、作業制御システム 1 は、可動部毎に異なるパラメータを用いて第 1 の入力値（或いは第 2 の入力値）を算出するものとする。

【0026】

続いて、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 のより詳細な構成について説明する。そこで、図 3 に実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 のフィードバック制御部 31 のブロック図を示す。

20

【0027】

フィードバック制御部 31 は、姿勢検出部 22 が出力する姿勢検出値に対して P I D 制御等の所定の演算処理を行い姿勢検出値が目標値との誤差 e を小さくする第 2 の入力値 $u'(t)$ を生成する。入力値補正部 32 は第 2 の入力値 $u'(t)$ に対して補正処理を加えて建設機械制御部 21 に与える第 1 の入力値 $u(t)$ を算出する。

【0028】

ここで、フィードバック制御部 31 について詳細に説明する。フィードバック制御部 31 は、作業指示部 311、制御誤差算出部 312、フィードバック入力値算出部 313 を有する。作業指示部 311 は、建設機械 10 の可動部毎の姿勢検出値の目標値となる目標角度を出力する。作業指示部 311 は、建設機械 10 の作業内容に従って異なる目標角度を出力する。制御誤差算出部 312 は、姿勢検出部 22 が出力する姿勢検出値と作業指示部 311 が出力する目標角度を含む目標値との誤差 e を算出する誤差算出ステップを実行する。フィードバック入力値算出部 313 は、誤差 e を最小化する第 2 の入力値 $u'(t)$ を算出するフィードバック入力値算出ステップを実行する。

30

【0029】

入力値補正部 32 は、第 2 の入力値 $u'(t)$ に対して補正値を適用して第 1 の入力値を算出する。入力値補正部 32 について図 4 を参照して説明する。図 4 は実施の形態 1 にかかる入力値補正部の詳細なブロック図である。図 4 に示すように、入力値補正部 32 は、駆動速度推定部 321、目標到達時間推定部 322、補正量算出部 323、制御入力決定部 324 を有する。

40

【0030】

駆動速度推定部 321 は、前処理サイクルで算出された第 1 の入力値 $u(t)$ と可動部の最大移動速度とに基づき可動部の駆動速度を推定する駆動速度推定処理ステップを実施する。駆動速度推定部 321 は、駆動速度の推定値に基づき可動部の姿勢検出値が目標値に達する到達時間を推定する目標到達時間推定処理ステップを実施する。補正量算出部 323 は、到達時間の推定値に基づき第 2 の入力値を抑制する補正量を算出する補正量算出ステップを実施する。なお、詳しくは後述するが、補正量算出部 323 は、駆動時間比算出処理と補正量決定処理とを行う。駆動時間比算出処理では、到達時間の推定値と可動部に対して設定される収束最大時間との比率を算出する駆動時間比を算出する。補正量決定処理は、駆動時間比と、予め設定される抑制率と、第 1 の入力値の変化範囲の大きさと、

50

の積に基づき補正量を決定する。制御入力決定部 3 2 4 は、第 2 の入力値 $u'(t)$ に対して補正量算出部 3 2 3 で算出された補正量を適用して建設機械制御部 2 1 に与える第 1 の入力値 $u(t)$ を決定する。

【 0 0 3 1 】

続いて、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 の動作について説明する。そこで、図 5 に実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 の動作を説明するフローチャートを示す。なお、以下の説明における処理は、制御方法のステップに対応する。図 5 に示すように、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 では、まず、建設機械制御部 2 1 が第 1 の入力値に基づき建設機械 1 0 を制御する建機制御処理を行う（ステップ S 1）。次いで、姿勢検出部 2 2 が建設機械 1 0 の可動部の各部に取り付けられた姿勢センサ 1 8 1 ~ 1 8 4 から取得した角度値を用いて姿勢検出値を生成する（ステップ S 2）。

10

【 0 0 3 2 】

続いて、作業制御システム 1 では、制御誤差算出部 3 1 2 及びフィードバック入力値算出部 3 1 3 により可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差 e を小さくする第 2 の入力値 $u'(t)$ を算出する（ステップ S 3）。この誤差 e は、処理サイクルの順番を示す記号を t 、目標値を θ_r 、姿勢角を θ とすると、(1) 式で表される。

【数 1】

$$e(t) = \theta_r - \theta \quad \dots (1)$$

20

ここで、第 2 の入力値 $u'(t)$ の最小値はゼロ、最大値は予め設定された最大入力値とする。そして、フィードバック入力値算出部 3 1 3 では、誤差 e と、予め設定された誤差許容量と、の差に予め設定されたゲイン値を乗算した値に予め設定された最小入力値を加算した値を第 2 の入力値 $u'(t)$ として算出する。

【 0 0 3 3 】

この第 2 の入力値 $u'(t)$ は、例えば、(2) 式及び (3) 式を用いて算出される。(2) 式は、作業制御システム 1 が行うフィードバック制御における制御ゲイン K_p であり、この制御ゲイン K_p を用いて (3) 式の計算を行うことで第 2 の入力値 $u'(t)$ が算出される。

【数 2】

$$K_p = \frac{u_{\max} - u_{th}}{e_{\max} - e_{th}} \quad \dots (2)$$

30

(2) 式において、 u_{th} は、これ以下の第 1 の入力値では建設機械 1 0 が動作しないことを示す値であり、最小入力値と称す。 u_{\max} は、これ以上の第 1 の入力値では建設機械 1 0 が危険な姿勢になることを示す値であり、最大入力値と称す。 e_{th} は、誤差 e がこの値以内であれば目標位置に達したと判断できる指標である許容誤差量である。 e_{\max} は、最大入力値を発生させる誤差量を示す指標を示す最大入力誤差量。

【数 3】

$$u'(t) = \begin{cases} 0 & (e(t) < e_{th}) \\ K_p(e(t) - e_{th}) + u_{th} & (e_{th} \leq e(t) \leq e_{\max}) \\ u_{\max} & (e(t) > e_{\max}) \end{cases} \quad \dots (3)$$

40

【 0 0 3 4 】

ここで、図 6 に実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 において生成される第 2 の入力値 $u'(t)$ の特性を説明するグラフを示す。図 6 に示すように、第 2 の入力値 $u'(t)$ は、誤差 e が許容誤差量 e_{th} 未満ではゼロとなり、誤差 e が最大入力誤差量 e_{\max} 以

50

上では最大入力量 u_{max} となる。そして、第 2 の入力値 $u'(t)$ は、誤差 e が許容誤差量 e_{th} 以上、最大入力誤差量 e_{max} 以下の期間に最小入力量 u_{th} から最大入力量 u_{max} の間の値であって、誤差 e の大きさに応じた大きさとなる。

【0035】

続いて、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 は、入力値補正部 32 が処理サイクル毎に第 1 の入力値 $u(t)$ と、可動部が目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により第 2 の入力値を補正する（ステップ S4）。ここで、ステップ S4 の入力値補正処理について、図 7 を参照して説明する。図 7 は、実施の形態 1 にかかる入力値補正部 32 の動作を説明するフローチャートである。

【0036】

図 7 に示すように、入力値補正部 32 は、まず、駆動速度推定部 321 において、前処理サイクルの第 1 の入力値 $u(t)$ と可動部の最大移動速度とに基づき可動部の駆動速度を推定する駆動速度推定処理を行う（ステップ S11）。駆動速度推定処理では、入力値比率算出処理と角速度推定処理を行う。入力値比率算出処理では、与えられた第 1 の入力値 $u(t)$ の第 1 の入力値の変化範囲中の比率を算出する。具体的には、入力値比率算出処理では、入力値比率 $r(t)$ を（4）式に基づき算出する。

【数 4】

$$r(t) = \max\left(\frac{u(t) - u_{th}}{u_{max} - u_{th}}, 0\right) \quad \dots (4)$$

（4）式より、入力平滑値 $r(t)$ は最大値が 1、最小値が 0 となることがわかる。

【0037】

角速度推定処理では、最大入力時の角速度 v_{max} から線形近似することで現処理サイクルにおける角速度を推定する。つまり、角速度推定処理では、特定のモデルを用いずに角速度を推定する。この角速度推定処理では、例えば、（5）式を用いて角速度 $v(t)$ を算出する。

【数 5】

$$v(t) = v_{max}r(t) \quad \dots (5)$$

【0038】

続いて、入力値補正部 32 では、目標到達時間推定部 322 において、駆動速度の推定値に基づき可動部の姿勢検出値が目標値に達する到達時間を推定する目標到達時間推定処理を行う（ステップ S13）。この目標到達時間推定処理では、推定した角速度で進み続けたと仮定したときに目標値に達するまでの時間を推定する。具体的には、目標への到達時間の推定値 $\tau(t)$ を（6）式に基づき算出する。なお、（6）式の ϵ は、ゼロ除算を避けるための小さな値である。

【数 6】

$$\tau(t) = \frac{e(t)}{v(t) + \epsilon} \quad \dots (6)$$

【0039】

続いて、入力値補正部 32 は、補正量算出部 323 において、到達時間の推定値に基づき第 2 の入力値を抑制する補正量を算出する補正量算出処理を行う（ステップ S14）。補正量算出部は、駆動時間比算出処理と補正量決定処理を行う。駆動時間比算出処理では、到達時間の推定値と可動部に対して設定される収束最大時間との比率を算出する駆動時

10

20

30

40

50

間比を算出する。駆動時間比は、駆動時間の最大値を示すパラメータである最大駆動時間 τ_{max} に対する到達時間の推定値 $\tau(t)$ の比率を算出する。駆動時間比 $\xi(t)$ は、(7)式で表すことができる。

【数7】

$$\xi(t) = \max\left(\frac{\tau_{max} - \tau(t)}{\tau_{max}}\right) \dots (7)$$

(7)式より、駆動時間比 $\xi(t)$ は、到達時間の推定値 $\tau(t)$ がゼロのときに1になり、到達時間の推定値 $\tau(t)$ が最大駆動時間 τ_{max} を超える場合はゼロとなる。

【0040】

補正量決定処理では、駆動時間比 $\xi(t)$ と、予め設定される抑制率 ρ と、第1の入力値の変化範囲の大きさと、の積に基づき補正量 $s(t)$ を決定する。より具体的には、補正量 $s(t)$ は(8)式に基づき算出される。なお、抑制率 ρ は、1未満の値で第2の入力値の抑制率合いを決定するパラメータである。

【数8】

$$s(t) = \rho(u_{max} - u_{th})\xi(t) \dots (8)$$

【0041】

続いて、入力値補正部32は、ステップS14で算出された補正量 $s(t)$ を用いて第2の入力値 $u'(t)$ を補正して現処理サイクルの第1の入力値 $u(t)$ を制御入力決定部324が決定する。具体的には、補正量決定処理では、(9)式に基づき第1の入力値 $u(t)$ を決定する。

【数9】

$$u(t) = u'(t) - s(t) \dots (9)$$

【0042】

実施の形態1にかかる作業制御システム1では、入力値補正部32を用いて単純なフィードバック制御において算出される第2の入力値 $u'(t)$ を補正量 $s(t)$ を用いて抑制して、補正後の第2の入力値 $u'(t)$ を第1の入力値 $u(t)$ とする。これにより、実施の形態1にかかる作業制御システム1では、可動部のオーバーシュートの抑制と可動部の可動速度の高速化を両立する。そこで、この効果を説明するために、図8に実施の形態1にかかる作業制御システム1を用いてバケット16を制御した場合における制御結果を説明するグラフを示す。図8に示す例では、バケット16を制御角が70度と150度の間を往復させるような動作をさせた場合のバケットの制御角の時間遷移を示した。また、図8では、実施の形態1にかかる作業制御システム1の制御結果を下段に示し、上段に比較例として入力値補正部32を用いない場合の制御結果を示した。

【0043】

図8に示すように、実施の形態1にかかる作業制御システム1は、比較例にかかる作業制御システムに比べるとオーバーシュートが抑制されながら、同じ回数の往復運動を早期に終了させることが出来ていることがわかる。また、実施の形態1にかかる作業制御システム1では、制御角が70度付近のオーバーシュートを顕著に抑制することが出来ていることがわかる。

【0044】

上記説明より、実施の形態1にかかる作業制御システム1では、建設機械10の可動部を目標値付近では減速させてオーバーシュートを抑制することが出来、かつ、目標値から離れた部分では減速させずに高速に動作させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

また、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 では、上記制御を建設機械 1 0 の種類毎に決定するモデルを用いることなく行うことができるため、汎用性が高い。また、実施の形態 1 にかかる作業制御システム 1 では、姿勢検出値の微分値を用いることなく上記制御を行うため、制御の安定化が可能であり、高い安全性を確保することができる。

【 0 0 4 6 】

実施の形態 2

実施の形態 2 では、入力値補正部 3 2 の別の形態となる入力値補正部 4 2 について説明する。なお、実施の形態 2 の説明において実施の形態 1 と同じ構成要素については実施の形態 1 とおなじ符号を付して説明を省略する。

【 0 0 4 7 】

図 9 に実施の形態 2 にかかる作業制御システム 2 の概略的なブロック図を示す。実施の形態 2 にかかる作業制御システム 2 は、作業制御システム 1 の作業制御装置 3 0 を作業制御装置 4 0 に置き換えたものである。また、作業制御装置 4 0 は、作業制御装置 3 0 の入力値補正部 3 2 を入力値補正部 4 2 に置き換えたものである。入力値補正部 4 2 は、補正量算出ステップにおいて用いる処理サイクル毎に入力される第 1 の入力値に対して平滑処理を行い、平滑化した第 1 の入力値を用いて補正量を算出する。

【 0 0 4 8 】

続いて、図 1 0 に実施の形態 2 にかかる入力値補正部 4 2 のブロック図を示し、入力値補正部 4 2 について詳細に説明する。図 1 0 に示すように、入力値補正部 4 2 は、入力値補正部 3 2 に平滑化処理部 4 2 1 を追加するとともに、駆動速度推定部 3 2 1 を駆動速度推定部 4 2 2 に置き換えたものである。

【 0 0 4 9 】

平滑化処理部 4 2 1 は、前処理サイクルまでの前記第 1 の入力値を平滑化した入力平滑値を算出する平滑化処理ステップを実行する。駆動速度推定部 4 2 2 は、平滑入力値と可動部の最大移動速度とに基づき可動部の駆動速度を推定する。つまり、駆動速度推定部 4 2 2 は、駆動速度の推定値の算出に用いる入力値を、第 1 の入力値から平滑化処理部 4 2 1 が算出した平滑入力値に置き換えたものである。

【 0 0 5 0 】

そこで、図 1 1 に実施の形態 2 にかかる入力値補正部 4 2 の動作を説明するフローチャートを示す。図 1 1 に示すように、実施の形態 2 にかかる入力値補正部 4 2 の動作は、図 7 に示した入力値補正部 3 2 の動作に対して、ステップ S 2 1 の平滑化処理を追加し、ステップ S 1 1 の駆動速度推定処理をステップ S 2 2 の駆動速度推定処理に置き換えたものである。

【 0 0 5 1 】

入力値補正部 4 2 では、まず、前処理サイクルまでに算出された第 1 の入力値を所定の係数に基づき平滑化した入力平滑値を算出する平滑化処理を行う（ステップ S 2 1）。より具体的には、平滑化処理では、現処理サイクルの入力平滑値 $u_s(t)$ を (10) 式を用いて算出する。この (10) 式では、前処理サイクルの入力平滑値を $u_s(t-1)$ とし、前処理サイクルの第 1 の入力値を $u(t-1)$ とし、第 1 の係数を α とする。

【数 1 0】

$$u_s(t) = \alpha u_s(t-1) + (1 - \alpha)u(t-1) \quad \dots (10)$$

(10) 式より、平滑化した第 1 の入力値が大きいほど、つまり駆動速度が大きいほど第 1 の入力値が抑制されることがわかる。また、このように第 1 の入力値を平滑化することによって、動作直後の速度が小さい段階では第 2 の入力値を抑制する抑制項が小さくなる。

【 0 0 5 2 】

続いて、入力値補正部 4 2 は、駆動速度推定部 4 2 2 において駆動速度推定処理を行う（ステップ S 2 2）。ステップ S 2 2 の駆動速度推定処理では、駆動速度推定部 3 2 1 に

10

20

30

40

50

おける入力値比率算出処理を、入力平滑値比率算出処理に置き換える。そして、入力平滑値比率算出処理では、入力平滑値 $u_s(t)$ の第 1 の入力値の変化範囲中の比率を算出する。具体的には、入力平滑値比率算出処理では、入力平滑値比率 $r(t)$ を (11) 式に基づき算出する。

【数 11】

$$r(t) = \max\left(\frac{u_s(t) - u_{th}}{u_{max} - u_{th}}, 0\right) \dots (11)$$

10

(11) 式より、入力平滑値 $r(t)$ は最大値が 1、最小値が 0 となることがわかる。そして、駆動速度推定部 422 は、(11) 式で算出された入力平滑値比率 $r(t)$ を (5) 式に適用して駆動速度の推定値を得る。

【0053】

上記説明より、実施の形態 2 では、補正量の算出に用いる第 1 の入力値に対して平滑化処理を適用する。これにより、実施の形態 2 にかかる作業制御システム 2 では、第 1 の入力値の突発的な変化により算出される補正量が不安定になることを防止することが出来る。また、補正量を安定させることで、システム全体の動作を安定化させることができる。建設機械では、姿勢検出値に重畳されるノイズが大きき第 1 の入力値に突発的な大きな変動が生じることが多いため、平滑化処理により補正量を安定させることの効果は大きい。

20

【0054】

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、上記発明は以下のような観点を含む。

【0055】

(付記 1)

周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第 1 の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御ステップと、

前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出ステップと、

前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第 2 の入力値を算出するフィードバック入力値算出ステップと、

30

前記処理サイクル毎に前記第 1 の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第 2 の入力値を補正する入力値補正ステップと、

を有する作業制御方法。

【0056】

(付記 2)

前記入力値補正ステップは、

前記第 1 の入力値と前記可動部の最大移動速度とに基づき前記可動部の駆動速度を推定する駆動速度推定処理ステップと、

前記駆動速度の推定値に基づき前記到達時間を推定する目標到達時間推定処理ステップと、

40

前記到達時間の推定値に基づき前記第 2 の入力値を抑制する前記補正量を算出する補正量算出ステップと、

を有する付記 1 に記載の作業制御方法。

【0057】

(付記 3)

前記補正量算出ステップでは、

前記到達時間の推定値と前記可動部に対して設定される収束最大時間との比率を算出する駆動時間比を算出する駆動時間比算出ステップと、

前記駆動時間比と、予め設定される抑制率と、前記第 1 の入力値の変化範囲の大きさと

50

、の積に基づき前記補正量を決定する補正量決定ステップと、
を有する付記 2 に記載の作業制御方法。

【 0 0 5 8 】

(付記 4)

前記入力値補正ステップは、
前処理サイクルまでの前記第 1 の入力値を平滑化した入力平滑値を算出する平滑化処理ステップをさらに有し、

前記駆動速度推定処理ステップは、前記第 1 の入力値として前記入力平滑値を用いて前記駆動速度の推定値を算出する付記 2 又は 3 に記載の作業制御方法。

【 0 0 5 9 】

(付記 5)

前記フィードバック入力値算出ステップでは、
前記第 2 の入力値の最小値はゼロ、最大値は予め設定された最大入力値とし、
前記誤差と、予め設定された誤差許容量と、の差に予め設定されたゲイン値を乗算した値に予め設定された最小入力値を加算した値を前記第 2 の入力値として算出する付記 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の作業制御方法。

【 0 0 6 0 】

(付記 6)

前記建設機械は、複数の前記可動部を有し、前記可動部毎に最適化されたパラメータを用いて前記入力値補正ステップを実行する付記 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の作業制御方法。

【 0 0 6 1 】

(付記 7)

周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第 1 の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御部と、

前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出部と、

前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第 2 の入力値を算出するフィードバック入力値算出部と、

前記処理サイクル毎に前記第 1 の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第 2 の入力値を補正する入力値補正部と、

を有する作業制御システム。

【 0 0 6 2 】

(付記 8)

前記入力値補正部は、
前記第 1 の入力値と前記可動部の最大移動速度とに基づき前記可動部の駆動速度を推定する駆動速度推定部と、

前記駆動速度の推定値に基づき前記到達時間を推定する目標到達時間推定部と、

前記到達時間の推定値に基づき前記第 2 の入力値を抑制する前記補正量を算出する補正量算出部と、

を有する付記 7 に記載の作業制御システム。

【 0 0 6 3 】

(付記 9)

前記補正量算出部では、

前記到達時間の推定値と前記可動部に対して設定される収束最大時間との比率を算出する駆動時間比を算出する駆動時間比算出部と、

前記駆動時間比と、予め設定される抑制率と、前記第 1 の入力値の変化範囲の大きさと、の積に基づき前記補正量を算出する補正量算出部と、

を有する付記 8 に記載の作業制御システム。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

(付記 1 0)

前記入力値補正部は、

前処理サイクルまでの前記第 1 の入力値を平滑化した入力平滑値を算出する平滑化処理部をさらに有し、

前記駆動速度推定部は、前記第 1 の入力値として前記入力平滑値を用いて前記駆動速度の推定値を算出する付記 8 又は 9 に記載の作業制御システム。

【 0 0 6 5 】

(付記 1 1)

前記フィードバック入力値算出部では、

前記第 2 の入力値の最小値はゼロ、最大値は予め設定された最大入力値とし、

前記誤差と、予め設定された誤差許容量と、の差に予め設定されたゲイン値を乗算した値に予め設定された最小入力値を加算した値を前記第 2 の入力値として算出する付記 7 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載の作業制御システム。

【 0 0 6 6 】

(付記 1 2)

前記建設機械は、複数の前記可動部を有し、前記入力値補正部は、前記可動部毎に最適化されたパラメータを用いて前記補正量を算出する付記 7 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載の作業制御システム。

【 0 0 6 7 】

(付記 1 3)

周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第 1 の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御部と、

前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出部と、

前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第 2 の入力値を算出するフィードバック入力値算出部と、

前記処理サイクル毎に前記第 1 の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第 2 の入力値を補正する入力値補正部と、

を有する作業制御装置。

【 0 0 6 8 】

(付記 1 4)

前記入力値補正部は、

前記第 1 の入力値と前記可動部の最大移動速度とに基づき前記可動部の駆動速度を推定する駆動速度推定部と、

前記駆動速度の推定値に基づき前記到達時間を推定する目標到達時間推定部と、

前記到達時間の推定値に基づき前記第 2 の入力値を抑制する前記補正量を算出する補正量算出部と、

を有する付記 1 3 に記載の作業制御装置。

【 0 0 6 9 】

(付記 1 5)

前記補正量算出部は、

前記到達時間の推定値と前記可動部に対して設定される収束最大時間との比率を算出する駆動時間比を算出する駆動時間比算出部と、

前記駆動時間比と、予め設定される抑制率と、前記第 1 の入力値の変化範囲の大きさと、の積に基づき前記補正量を算出する補正量算出部と、

を有する付記 1 4 に記載の作業制御装置。

【 0 0 7 0 】

(付記 1 6)

前記入力値補正部は、

前処理サイクルまでの前記第 1 の入力値を平滑化した入力平滑値を算出する平滑化処理

10

20

30

40

50

部をさらに有し、

前記駆動速度推定部は、前記第 1 の入力値として前記入力平滑値を用いて前記駆動速度の推定値を算出する付記 1 4 又は 1 5 に記載の作業制御装置。

【 0 0 7 1 】

(付記 1 7)

前記フィードバック入力値算出部では、

前記第 2 の入力値の最小値はゼロ、最大値は予め設定された最大入力値とし、

前記誤差と、予め設定された誤差許容量と、の差に予め設定されたゲイン値を乗算した値に予め設定された最小入力値を加算した値を前記第 2 の入力値として算出する付記 1 3 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載の作業制御装置。

10

【 0 0 7 2 】

(付記 1 8)

前記建設機械は、複数の前記可動部を有し、前記入力値補正部において、前記可動部毎に最適化されたパラメータを用いて前記補正量を算出する付記 1 3 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載の作業制御装置。

【 0 0 7 3 】

(付記 1 9)

周期的に繰り返される処理サイクル毎に入力される第 1 の入力値に基づき建設機械の可動部を駆動する建機制御手段と、

前記可動部の位置を姿勢検出値として検出する姿勢検出手段と、

前記第 1 の入力値を前記姿勢検出値に基づきフィードバック制御により生成するフィードバック制御手段と、を有する作業制御システムの前記フィードバック制御手段で実行される作業制御プログラムが記録された非一時的なコンピュータ可読媒体であって、

20

前記可動部の目標値と前記姿勢検出値との誤差を小さくする第 2 の入力値を算出するフィードバック入力値算出処理と、

前処理サイクルにおいて算出された前記第 1 の入力値と、前記可動部が前記目標値に達するまでの到達時間の推定値と、に基づき算出される補正量により前記第 2 の入力値を補正する入力値補正処理と、

を行う作業制御プログラム。

【 0 0 7 4 】

(付記 2 0)

前記入力値補正処理において、

前記第 1 の入力値と前記可動部の最大移動速度とに基づき前記可動部の駆動速度を推定する駆動速度推定処理と、

前記駆動速度の推定値に基づき前記到達時間を推定する目標到達時間推定処理と、

前記到達時間の推定値に基づき前記第 2 の入力値を抑制する前記補正量を算出する補正量算出処理と、

30

を有する付記 1 9 に記載の作業制御プログラム。

【 0 0 7 5 】

(付記 2 1)

前記入力値補正処理において、

前記到達時間の推定値と前記可動部に対して設定される収束最大時間との比率を算出する駆動時間比を算出する駆動時間比算出処理と、

前記駆動時間比と、予め設定される抑制率と、前記第 1 の入力値の変化範囲の大きさと、の積に基づき前記補正量を算出する補正量算出処理と、

を行う付記 2 0 に記載の作業制御プログラム。

40

【 0 0 7 6 】

(付記 2 2)

前記入力値補正処理は、

前処理サイクルまでの前記第 1 の入力値を平滑化した入力平滑値を算出する平滑化処理

50

をさらに有し、

前記駆動速度推定処理は、前記第 1 の入力値として前記入力平滑値を用いて前記駆動速度の推定値を算出する付記 19 又は 20 に記載の作業制御プログラム。

【0077】

(付記 23)

前記フィードバック入力値算出処理では、

前記第 2 の入力値の最小値はゼロ、最大値は予め設定された最大入力値とし、

前記誤差と、予め設定された誤差許容量と、の差に予め設定されたゲイン値を乗算した値に予め設定された最小入力値を加算した値を前記第 2 の入力値として算出する付記 19 乃至 22 のいずれか 1 つに記載の作業制御プログラム。

10

【0078】

(付記 24)

前記建設機械は、複数の前記可動部を有し、前記入力値補正処理において、前記可動部毎に最適化されたパラメータを用いて前記補正量を算出する付記 19 乃至 23 のいずれか 1 つに記載の作業制御プログラム。

【0079】

(付記 25)

前記建機制御部では、

前記建設機械に備え付けられ、オペレータが手動操作可能な操作レバーに取り付けられたアクチュエータを前記第 1 の入力値に従って変位させることで、前記可動部を駆動する付記 19 乃至 24 のいずれか 1 つに記載の作業制御プログラム。

20

【0080】

以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記によって限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【0081】

この出願は、2020年9月28日に出願された日本出願特願 2020 - 161974 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【0082】

1 作業制御システム

2 作業制御システム

10 建設機械

11 クローラー

12 旋回台

13 コックピット

14 ブーム

15 アーム

16 バケット

17 建機駆動処理部

181 ~ 184 姿勢センサ

20 姿勢制御装置

21 建設機械制御部

22 姿勢検出部

30 作業制御装置

31 フィードバック制御部

311 作業指示部

312 制御誤差算出部

313 フィードバック入力値算出部

32 入力値補正部

30

40

50

- 3 2 1 駆動速度推定部
- 3 2 2 目標到達時間推定部
- 3 2 3 補正量算出部
- 3 2 4 制御入力決定部
- 4 0 作業制御装置
- 4 2 入力値補正部
- 4 2 1 平滑化处理部
- 4 2 2 駆動速度推定部

【図面】

【図 1】

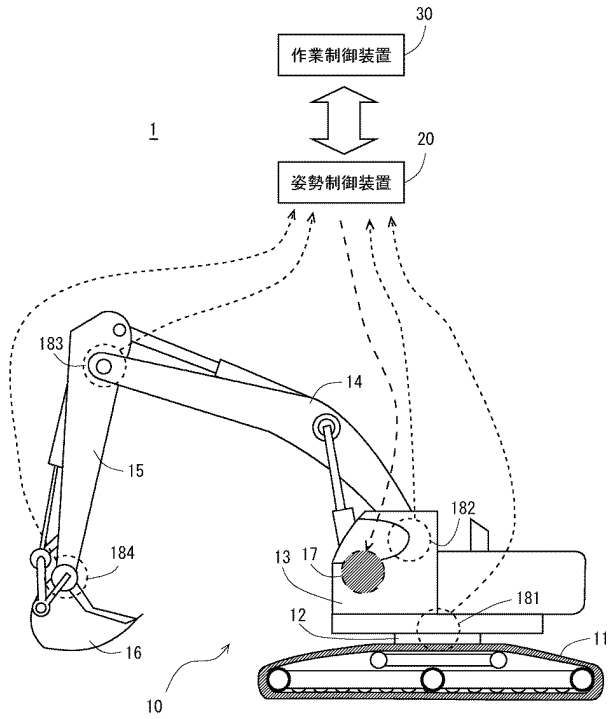


Fig. 1

【図 2】

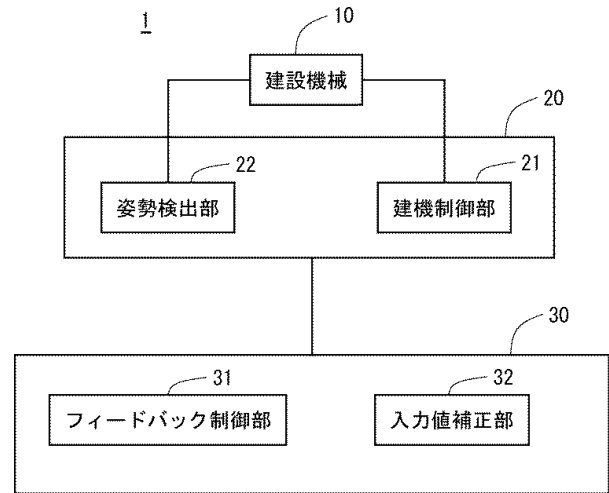


Fig. 2

10

20

30

40

50

【図3】

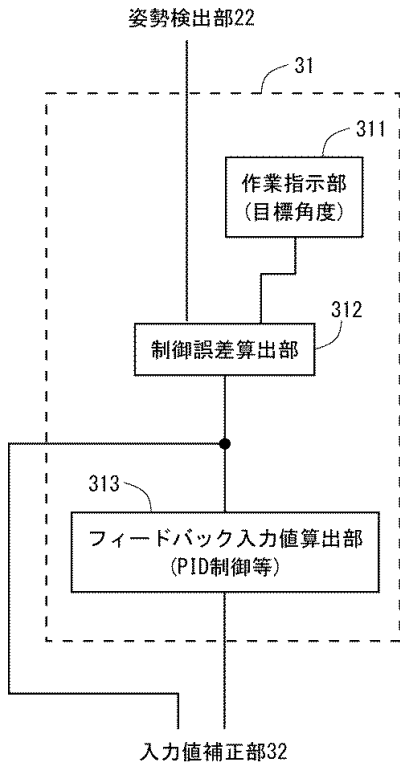


Fig. 3

【図4】

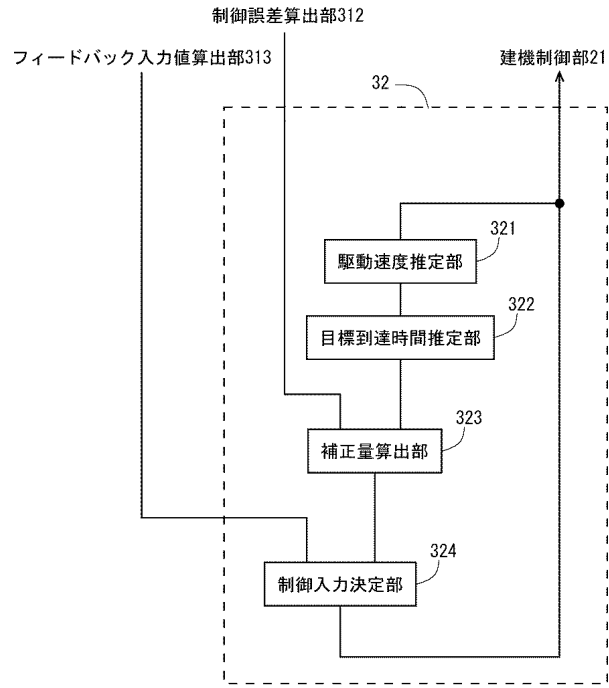


Fig. 4

【図5】

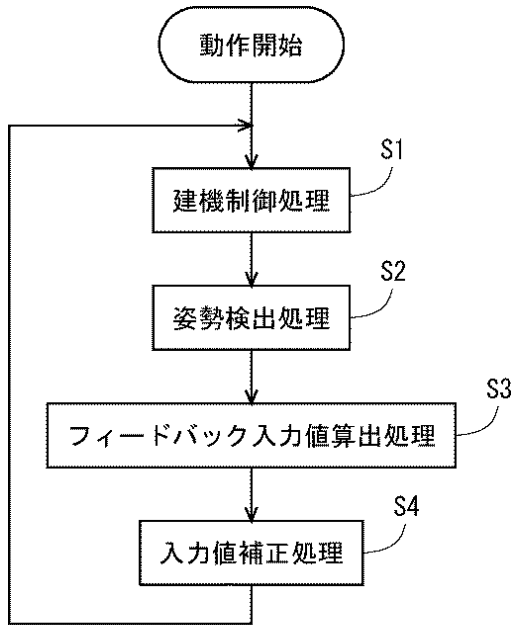


Fig. 5

【図6】

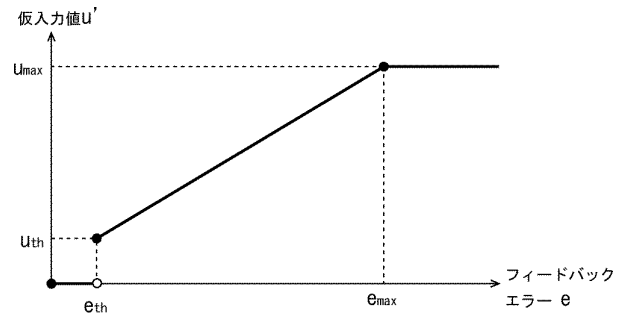


Fig. 6

10

20

30

40

50

【図7】

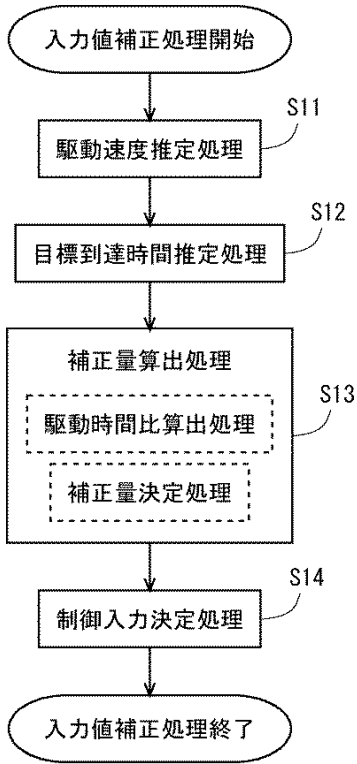


Fig. 7

【図8】

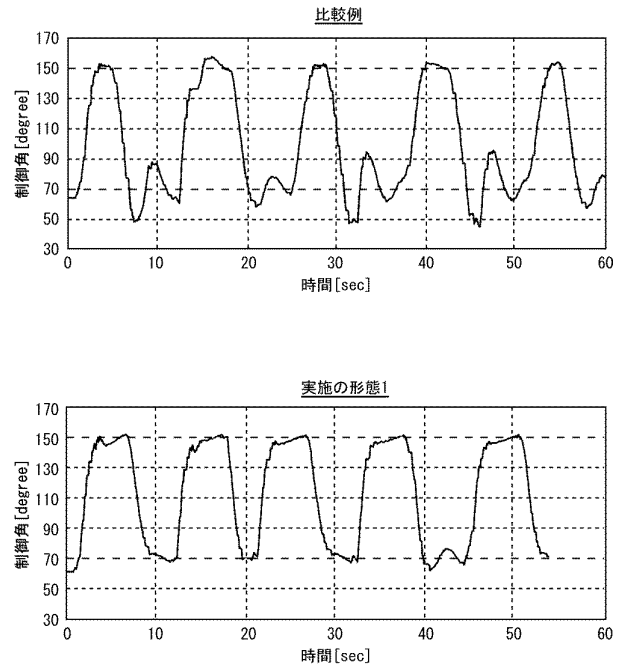


Fig. 8

【図9】

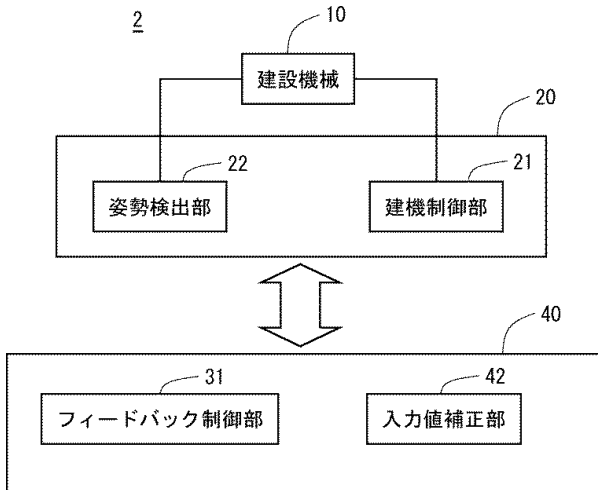


Fig. 9

【図10】

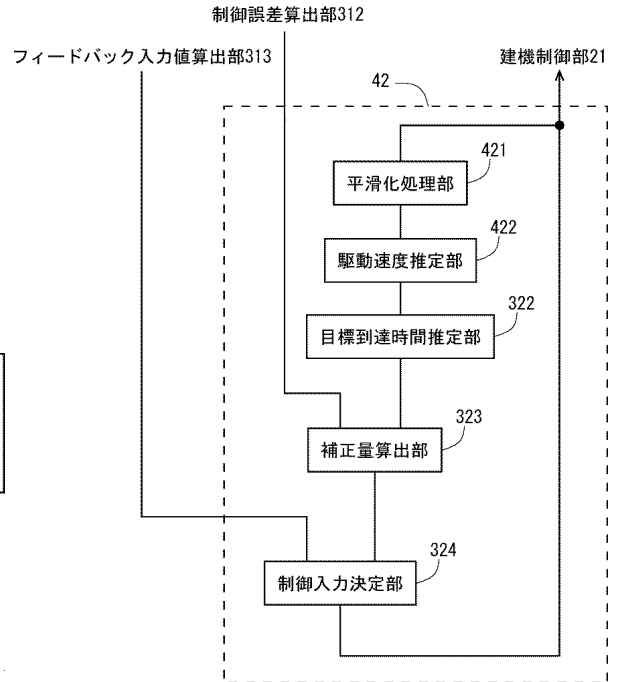


Fig. 10

10

20

30

40

50

【 図 1 1 】

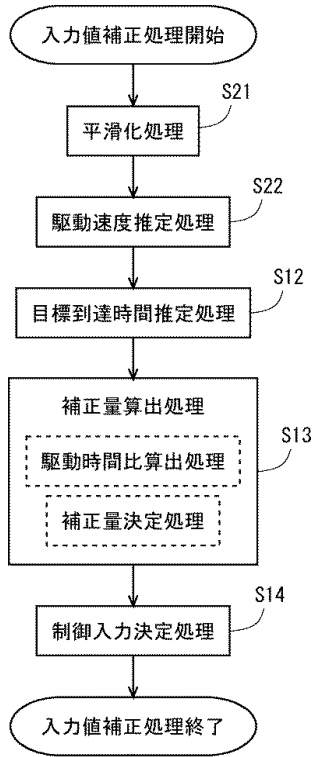


Fig. 11

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 10 - 259618 (JP, A)
特開平 07 - 292708 (JP, A)
国際公開第 2016 / 035898 (WO, A1)
米国特許出願公開第 2020 / 0024828 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
E 02 F 9 / 20
E 02 F 9 / 22
E 02 F 3 / 43