

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7310595号  
(P7310595)

(45)発行日 令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日 令和5年7月10日(2023.7.10)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 9 B 9/048(2006.01)	G 0 9 B	9/048		
E 0 2 F 9/20 (2006.01)	E 0 2 F	9/20	N	
E 0 2 F 9/26 (2006.01)	E 0 2 F	9/26	B	
G 0 9 B 19/16 (2006.01)	G 0 9 B	19/16		
G 0 9 B 9/042(2006.01)	G 0 9 B	9/042	Z	
請求項の数 5 (全15頁)				

(21)出願番号	特願2019-233255(P2019-233255)	(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	令和1年12月24日(2019.12.24)	(74)代理人	110000800 弁理士法人創成国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-103193(P2021-103193A)	(72)発明者	大谷 真輝 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内
(43)公開日	令和3年7月15日(2021.7.15)	(72)発明者	佐伯 誠司 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内
審査請求日	令和4年7月25日(2022.7.25)	(72)発明者	山 崎 洋一郎 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内
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 作業支援サーバおよび作業支援システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

クライアントとの通信に基づき、オペレータによる作業機械の操作技術の向上を支援するための作業支援サーバであって、

第1作業機械の操作のために第1オペレータにより用いられている第1クライアントとの通信に基づき、前記第1作業機械と連携する撮像装置を通じて取得された前記第1作業機械の動作態様および環境変化態様を示す撮像画像の時系列を認識し、前記撮像画像に応じた作業環境画像の時系列をデータベースに蓄積的に記憶保持させる第1支援処理要素と、

第2クライアントとの通信に基づき、前記データベースに記憶保持されている前記作業環境画像の時系列のうち、前記第2クライアントの入力インターフェースを通じて指定された指定作業環境画像の時系列を前記第2クライアントの出力インターフェースに出力させ、前記指定作業環境画像の時系列のうち前記第2クライアントの入力インターフェースを通じて指定された一の指定時点における作業環境画像に基づき、前記第2クライアントの入力インターフェースを通じた第2オペレータによるシミュレーション操作に応じた、仮想作業現場における第2作業機械の動作態様および環境変化態様を示すシミュレーション画像の時系列を前記第2クライアントの出力インターフェースに出力させる第2支援処理要素と、を備えていることを特徴とする作業支援サーバ。

【請求項2】

請求項1記載の作業支援サーバにおいて、

前記第2支援処理要素が、前記指定作業環境画像の時系列のうち前記指定時点以降の指

定時系列に、前記シミュレーション画像の時系列を重畳させて前記第2クライアントの出力インターフェースに出力させることを特徴とする作業支援サーバ。

【請求項3】

請求項2記載の作業支援サーバにおいて、

前記第2支援処理要素が、前記指定作業環境画像の指定時系列により示されている前記第1作業機械の動作態様と、前記シミュレーション画像の時系列により示されている前記第2作業機械の動作態様と、の差分が閾値を超えた場合、前記第2作業機械のシミュレーション操作のやり直しの要否を確認する情報を、前記第2クライアントの出力インターフェースに出力させることを特徴とする作業支援サーバ。

【請求項4】

請求項1～3のうちいずれか1項に記載の作業支援サーバにおいて、

前記第1支援処理要素が、前記第1クライアントとの通信に基づき、前記第1クライアントを構成する第1操作機構の操作状態の時系列を認識し、

前記第2支援処理要素が、前記第2クライアントとの通信に基づき、前記第2作業機械のシミュレーション操作開始時点における前記第2クライアントを構成する第2操作機構の操作状態を、前記一の指定作業環境画像に相当する時点における前記第1操作機構の操作状態に整合させることを特徴とする作業支援サーバ。

【請求項5】

請求項1～4のうちいずれか1項に記載の作業支援サーバと、前記第1クライアントと、前記第2クライアントと、により構成されていることを特徴とする作業支援システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クライアントとの通信に基づき、オペレータによる作業機械の操作技術の向上を支援するための作業支援サーバに関する。

【背景技術】

【0002】

不慣れなオペレータに対し、効率的な掘削作業をもたらす最適な操作を促せるようにした建設機械の表示装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。具体的には、車体の牽引力を操作する第1操作部および車体前部の作業機を指令および操作する第2操作部のそれぞれの操作量に対応付けられて、予め設定された掘削作業における「目標牽引力値」、「目標リフト力値に対する実際の掘削作業の牽引力値」および「リフト力値」が対比されて表示される。これにより、オペレータに対し、各段階の作業（車両の走行、作業機のリフト）で、燃費の改善および作業効率のよい操作の促しが図られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2015-040422号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、作業機械の操作の経験が浅いオペレータにとっては、操作技術の向上の観点から、ベテランのオペレータなどが作業機械を操作している様子を参考しながらシミュレーションによる操作の経験を積むことが好ましい。

【0005】

そこで、本発明は、オペレータが、自身または他のオペレータによる作業機械の操作の様子を参考しながらシミュレーションによる操作の経験を積むことができるサーバ等を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

本発明は、クライアントとの通信に基づき、オペレータによる作業機械の操作技術の向上を支援するための作業支援サーバに関する。

【0007】

本発明の作業支援サーバは、第1作業機械の操作のために第1オペレータにより用いられている第1クライアントとの通信に基づき、前記第1作業機械と連携する撮像装置を通じて取得された前記第1作業機械の動作態様および環境変化態様を示す撮像画像の時系列を認識し、前記撮像画像に応じた作業環境画像の時系列をデータベースに蓄積的に記憶保持させる第1支援処理要素と、第2クライアントとの通信に基づき、前記データベースに記憶保持されている前記作業環境画像の時系列のうち、前記第2クライアントの入力インターフェースを通じて指定された指定作業環境画像の時系列を前記第2クライアントの出力インターフェースに出力させ、前記指定作業環境画像の時系列のうち前記第2クライアントの入力インターフェースを通じて指定された一の指定時点における指定作業環境画像に基づき、前記第2クライアントの入力インターフェースを通じた第2オペレータによるシミュレーション操作に応じた、仮想作業現場における第2作業機械の動作態様および環境変化態様を示すシミュレーション画像の時系列を前記第2クライアントの出力インターフェースに出力させる第2支援処理要素と、を備えていることを特徴とする。

10

【0008】

本発明の作業支援システムは、本発明の作業支援サーバと、前記第1クライアントと、前記第2クライアントと、により構成されていることを特徴とする。

【0009】

本発明の作業支援サーバおよび作業支援システム（以下、適宜「作業支援サーバ等」という。）によれば、第2オペレータは、データベースに登録されている第1オペレータによる第1作業機械の操作態様、動作態様および環境変化態様を示す撮像画像に応じた作業環境画像の時系列または動画のアーカイブの中から一の作業環境画像の時系列を、第2クライアントの入力インターフェースを通じて指定することができる。作業環境画像の時系列は、例えば、第1作業機械が指定タスクの実行開始時点から実行終了時点までの期間にわたる作業環境画像の時系列がアーカイブを構成する単位として定義されてもよい。第2オペレータは、当該指定作業環境画像の時系列を第2クライアントの出力インターフェースを通じて閲覧することができる。第1オペレータは、第2オペレータとは異なる他のオペレータのほか、第2オペレータと同一のオペレータ、すなわち自分自身であってもよい。

20

30

【0010】

第2オペレータは、第2クライアントの入力インターフェースを通じて、指定作業環境画像の時系列のうち一の指定時点における指定作業環境画像を指定し、かつ、当該指定時点における指定作業環境画像に基づく仮想作業現場において第2作業機械のシミュレーション操作を行うことができる。第2オペレータは、当該シミュレーション操作態様に応じて、第2作業機械の仮想作業現場における動作態様および環境変化態様を示すシミュレーション画像の時系列を第2クライアントの出力インターフェースに出力させることができる。

【0011】

このように、第2オペレータは、参考になりそうな指定作業環境画像の時系列を閲覧し、さらに、当該指定作業環境画像の時系列の中からさらに参考になりそうな指定作業環境画像を指定し、当該指定作業環境画像に基づいて再現された仮想作業現場における第2作業機械のシミュレーション操作を行うことで、作業機械の操作技術の向上を図ることができる。

40

【0012】

本発明の作業支援サーバ等において、前記第2支援処理要素が、前記指定作業環境画像の時系列のうち前記指定時点以降の指定時系列に、前記シミュレーション画像の時系列を重ねさせて前記第2クライアントの出力インターフェースに出力させることが好ましい。

【0013】

当該構成の作業支援サーバ等によれば、第2オペレータは、第2クライアントの入力イ

50

ンターフェースを通じたシミュレーション操作態様に応じて、第2作業機械の仮想作業現場における動作態様および環境変化態様を示すシミュレーション画像を、指定時点以降の当該作業環境画像の指定時系列に重畳させて第2クライアントの出力インターフェースに出力させることができる。このため、参考にすべき第1作業機械の動作態様または第1オペレータの操作態様および環境変化態様と、第2作業機械の動作態様または第2オペレータのシミュレーション操作態様および仮想作業現場における環境変化態様との差分を第2オペレータに認識させ、その操作技術のさらなる向上が図られる。

【0014】

本発明の作業支援サーバ等において、前記第2支援処理要素が、前記指定作業環境画像の指定時系列により示されている前記第1作業機械の動作態様と、前記シミュレーション画像の時系列により示されている前記第2作業機械の動作態様と、の差分が閾値を超えた場合、前記第2作業機械のシミュレーション操作のやり直しの要否を確認する情報を、前記第2クライアントの出力インターフェースに出力させることが好ましい。

10

【0015】

当該構成の作業支援サーバ等によれば、第1作業機械の動作態様または第1オペレータの操作態様および環境変化態様と、第2作業機械の動作態様または第2オペレータのシミュレーション操作態様および仮想作業現場における環境変化態様との差分が閾値を超えた場合、遠隔入力インターフェース210を通じて当該やり直しが必要であることが確認されるため、第2オペレータの操作技術のさらなる向上が図られる。

【0016】

本発明の作業支援サーバ等において、前記第1支援処理要素が、前記第1クライアントとの通信に基づき、前記第1クライアントを構成する第1操作機構の操作状態の時系列を認識し、前記第2支援処理要素が、前記第2クライアントとの通信に基づき、前記第2作業機械のシミュレーション操作開始時点における前記第2クライアントを構成する第2操作機構の操作状態を、前記指定時点における前記第1操作機構の操作状態に整合させることが好ましい。

20

【0017】

当該構成の作業支援サーバ等によれば、第2オペレータは、第1オペレータによる第1操作機構の操作状態に整合した、第2操作機構の操作状態を起点として第2作業機械のシミュレーション操作を開始することができる。このため、第2オペレータが第1オペレータの操作技術を習得しやすさが向上し、第2オペレータの操作技術のさらなる向上が図られる。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態としての作業支援システムの構成に関する説明図。

【図2】遠隔操作装置の構成に関する説明図。

【図3】作業機械の構成に関する説明図。

【図4】作業支援システムの第1機能に関する説明図。

【図5】作業支援システムの第2機能に関する説明図。

【図6】作業環境画像の時系列に関する説明図。

【図7】シミュレーション画像の時系列に関する説明図。

40

【発明を実施するための形態】

【0019】

(作業支援システムの構成)

図1に示されている本発明の一実施形態としての作業支援システムは、作業支援サーバ10と、複数の作業機械40を遠隔操作するための複数の遠隔操作装置20と、により構成されている。作業支援サーバ10と、遠隔操作装置20と、作業機械40と、は相互にネットワーク通信可能に構成されている。

【0020】

(作業支援サーバの構成)

50

作業支援サーバ10は、データベース102と、第1支援処理要素121と、第2支援処理要素122と、を備えている。データベース102は、複数の作業機械40のそれぞれの位置軌道のほか、撮像画像、作業環境画像および経路案内画像などを記憶保持する。データベース102は、作業支援サーバ10とは別個のデータベースサーバにより構成されていてもよい。各支援処理要素は、演算処理装置（シングルコアプロセッサまたはマルチコアプロセッサもしくはこれを構成するプロセッサコア）により構成され、メモリなどの記憶装置から必要なデータおよびソフトウェアを読み取り、当該データを対象として当該ソフトウェアにしたがった後述の演算処理を実行する。

#### 【0021】

（遠隔操作装置の構成）

クライアントを構成する遠隔操作装置20は、遠隔制御装置200と、遠隔入力インターフェース210と、遠隔出力インターフェース220と、を備えている。遠隔制御装置200は、演算処理装置（シングルコアプロセッサまたはマルチコアプロセッサもしくはこれを構成するプロセッサコア）により構成され、メモリなどの記憶装置から必要なデータおよびソフトウェアを読み取り、当該データを対象として当該ソフトウェアにしたがった演算処理を実行する。遠隔入力インターフェース210は、遠隔操作機構211を備えている。遠隔出力インターフェース220は、画像出力装置221と、遠隔無線通信機器222と、を備えている。

#### 【0022】

遠隔操作装置20と連携するまたは相互通信機能を有する携帯端末により当該クライアントが構成されていてもよい。当該携帯端末は、作業支援サーバ10との通信機能を有していてもよい。

#### 【0023】

遠隔操作機構211には、走行用操作装置と、旋回用操作装置と、ブーム用操作装置と、アーム用操作装置と、バケット用操作装置と、が含まれている。各操作装置は、回動操作を受ける操作レバーを有している。走行用操作装置の操作レバー（走行レバー）は、作業機械40の下部走行体41を動かすために操作される。走行レバーは、走行ペダルを兼ねていてもよい。例えば、走行レバーの基部または下端部に固定されている走行ペダルが設けられていてもよい。旋回用操作装置の操作レバー（旋回レバー）は、作業機械40の旋回機構43を構成する油圧式の旋回モータを動かすために操作される。ブーム用操作装置の操作レバー（ブームレバー）は、作業機械40のブームシリンダ442を動かすために操作される。アーム用操作装置の操作レバー（アームレバー）は作業機械40のアームシリンダ444を動かすために操作される。バケット用操作装置の操作レバー（バケットレバー）は作業機械40のバケットシリンダ446を動かすために操作される。

#### 【0024】

遠隔操作機構211を構成する各操作レバーは、例えば、図2に示されているように、オペレータが着座するためのシートStの周囲に配置されている。シートStは、アームレスト付きのハイバックチェアのような形態であるが、ヘッドレストがないローバックチェアのような形態、または、背もたれがないチェアのような形態など、オペレータが着座できる任意の形態でもよい。

#### 【0025】

シートStの前方に左右のクローラに応じた左右一对の走行レバー2110が左右横並びに配置されている。一の操作レバーが複数の操作レバーを兼ねていてもよい。例えば、図3に示されているシートStの右側フレームの前方に設けられている右側操作レバー2111が、前後方向に操作された場合にブームレバーとして機能し、かつ、左右方向に操作された場合にバケットレバーとして機能してもよい。同様に、図2に示されているシートStの左側フレームの前方に設けられている左側操作レバー2112が、前後方向に操作された場合にアームレバーとして機能し、かつ、左右方向に操作された場合に旋回レバーとして機能してもよい。レバーパターンは、オペレータの操作指示によって任意に変更されてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 6 】

画像出力装置 2 2 1 は、例えば図 2 に示されているように、シート S t の右斜め前方、前方および左斜め前方のそれぞれに配置された右斜め前方画像出力装置 2 2 1 1、前方画像出力装置 2 2 1 2 および左斜め前方画像出力装置 2 2 1 3 により構成されている。当該画像出力装置 2 2 1 1 ~ 2 2 1 3 は、スピーカ（音声出力装置）をさらに備えていてもよい。

## 【 0 0 2 7 】

（作業機械の構成）

作業機械 4 0 は、実機制御装置 4 0 0 と、実機入力インターフェース 4 1 0 と、実機出力インターフェース 4 2 0 と、作動機構 4 4 0 と、を備えている。実機制御装置 4 0 0 は、演算処理装置（シングルコアプロセッサまたはマルチコアプロセッサもしくはこれを構成するプロセッサコア）により構成され、メモリなどの記憶装置から必要なデータおよびソフトウェアを読み取り、当該データを対象として当該ソフトウェアにしたがった演算処理を実行する。

10

## 【 0 0 2 8 】

作業機械 4 0 は、例えばクローラショベル（建設機械）であり、図 2 に示されているように、クローラ式の下部走行体 4 1 と、下部走行体 4 1 に回転機構 4 3 を介して回転可能に搭載されている上部旋回体 4 2 と、を備えている。上部旋回体 4 2 の前方左側部にはキャブ（運転室）4 2 4 が設けられている。上部旋回体 2 2 0 の前方中央部には作業アタッチメント 4 4 が設けられている。

## 【 0 0 2 9 】

実機入力インターフェース 4 1 0 は、実機操作機構 4 1 1 と、実機撮像装置 4 1 2 と、を備えている。実機操作機構 4 1 1 は、キャブ 4 2 4 の内部に配置されたシートの周囲に遠隔操作機構 2 1 1 と同様に配置された複数の操作レバーを備えている。遠隔操作レバーの操作態様に応じた信号を受信し、当該受信信号に基づいて実機操作レバーを動かす駆動機構またはロボットがキャブ 4 2 4 に設けられている。実機撮像装置 4 1 2 は、例えばキャブ 4 2 4 の内部に設置され、キャブ 4 2 4 のフロントウィンドウ越しに作動機構 4 4 0 の少なくとも一部を含む環境を撮像する。

20

## 【 0 0 3 0 】

実機出力インターフェース 4 2 0 は、実機無線通信機器 4 2 2 を備えている。

## 【 0 0 3 1 】

作動機構としての作業アタッチメント 4 4 は、上部旋回体 4 2 に起伏可能に装着されているブーム 4 4 1 と、ブーム 4 4 1 の先端に回動可能に連結されているアーム 4 4 3 と、アーム 4 4 3 の先端に回動可能に連結されているバケット 4 4 5 と、を備えている。作業アタッチメント 4 4 には、伸縮可能な油圧シリンダにより構成されているブームシリンダ 4 4 2、アームシリンダ 4 4 4 およびバケットシリンダ 4 4 6 が装着されている。

30

## 【 0 0 3 2 】

ブームシリンダ 4 4 2 は、作動油の供給を受けることにより伸縮してブーム 4 4 1 を起伏方向に回動させるように当該ブーム 4 4 1 と上部旋回体 4 2 との間に介在する。アームシリンダ 4 4 4 は、作動油の供給を受けることにより伸縮してアーム 4 4 3 をブーム 4 4 1 に対して水平軸回りに回動させるように当該アーム 4 4 3 と当該ブーム 4 4 1 との間に介在する。バケットシリンダ 4 4 6 は、作動油の供給を受けることにより伸縮してバケット 4 4 5 をアーム 4 4 3 に対して水平軸回りに回動させるように当該バケット 4 4 5 と当該アーム 4 4 3 との間に介在する。

40

## 【 0 0 3 3 】

（機能）

前記構成の作業支援システムの機能について図 4 および図 5 に示されているフローチャートを用いて説明する。当該フローチャートにおいて「C」というブロックは、記載の簡略のために用いられ、データの送信および/または受信を意味し、当該データの送信および/または受信を条件として分岐方向の処理が実行される条件分岐を意味している。

## 【 0 0 3 4 】

50

## (第1機能(作業環境画像の登録))

第1クライアントとしての遠隔操作装置20において、オペレータにより遠隔入力インターフェース210を通じた指定操作の有無が判定される(図4/STEP200)。「指定操作」は、遠隔操作装置20と連携する作業機械40を選択する操作であり、例えば、遠隔入力インターフェース210を構成するタッチパネルにおけるタップ、スワイプ、フリックまたはピンチアウト/インなどのタッチ操作である。当該タッチパネルは、例えば、遠隔操作の対象となり得る作業機械40の実機画像が表示され、タッチパネルにおける当該実機画像の表示位置に対して操作がなされたか否かが判定される。指定操作が中断されるなど当該判定結果が否定的である場合(図4/STEP200 NO)、一連の処理が終了する。その一方、当該判定結果が肯定的である場合(図4/STEP200 YES)、遠隔無線通信機器222を通じて、作業支援サーバ10に対して遠隔操作装置20と連携する作業機械40の操作に必要な撮像画像を要求するための作業環境画像要求が送信される(図4/STEP202)。作業環境画像要求には、遠隔操作装置20の識別子およびオペレータの識別子のうち少なくとも一方が含まれている。

10

## 【0035】

作業支援サーバ10において、作業環境画像要求が受信された場合、第1支援処理要素121により当該作業環境画像要求が該当する作業機械40に対して送信される(図4/C10)。

## 【0036】

作業機械40において、実機無線通信機器422を通じて作業環境画像要求が受信された場合(図4/C41)、実機制御装置400が実機撮像装置412を通じて撮像画像を取得する(図4/STEP402)。実機制御装置400により、実機無線通信機器422を通じて、当該撮像画像を表わす撮像画像データが遠隔操作装置10に対して送信される(図4/STEP404)。

20

## 【0037】

作業支援サーバ10において、撮像画像データが受信された場合(図4/C11)、撮像画像データに応じた作業環境画像データ(撮像画像そのものの全部または一部またはこれに基づいて生成された模擬的な作業環境画像を表わすデータ)が遠隔操作装置20に対して送信される(図4/STEP112)。また、作業環境画像データの時系列がデータベース102に登録または記憶保持される(図4/STEP114)。

30

## 【0038】

遠隔操作装置20において、遠隔無線通信機器222を通じて作業環境画像データが受信された場合(図4/C20)、作業環境画像データに応じた作業環境画像が画像出力装置221に出力される(図4/STEP204)。これにより、例えば図6に示されているように、遠隔操作装置20と連携する作業機械40に搭載された実機撮像装置412により撮像された作動機構としての作業アタッチメント44の一部であるブーム441、アーム443、バケット445およびアームシリンダ444が含まれている作業環境画像が画像出力装置221に表示される。

遠隔操作装置20において、遠隔制御装置200により遠隔操作機構211の操作態様が認識され(図4/STEP206)、かつ、遠隔無線通信機器222を通じて、当該操作態様に応じた遠隔操作指令が作業支援サーバ10に対して送信される(図4/STEP208)。

40

## 【0039】

作業支援サーバ10において、当該遠隔操作指令が受信された場合、第1支援処理要素121により、当該遠隔操作指令が作業機械40に対して送信される(図4/C12)。

## 【0040】

作業機械40において、実機制御装置400により、実機無線通信機器422を通じて操作指令が受信された場合(図4/C42)、作業アタッチメント44等の動作が制御される(図4/STEP406)。例えば、バケット445により作業機械40の前方の土をすくい、上部回転体410を回転させたうえでバケット445から土を落とす作業が実

50

行される（図6参照）。当該作業時において、図6に示されるように、例えば時点 $t = t_k$ （ $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ）における作業環境画像（動画または断続的な静止画）が画像出力装置221に表示される。 $t = t_1$ における作業環境画像は、掘削開始位置にバケット445を移動させた直後であって、作業アタッチメント44を前方に伸ばしてバケット445を地面に押し当てている様子を示す。 $t = t_2$ における作業環境画像は、アーム443を手前に近づける操作がなされている様子を示す。 $t = t_3$ における作業環境画像は、バケット445に十分に土砂が入った後にバケット445を土を把持する保持姿勢にした様子を示す。 $t = t_4$ における作業環境画像は、ブーム441を上昇させる操作をしながら左旋回をする様子を示す。 $t = t_5$ における作業環境画像は、左旋回後にアーム443を遠ざける操作をして排土位置の真上にバケット445が位置させた様子を示す。 $t = t_6$ における作業環境画像は、バケットが排土姿勢となりバケット445から土が落下する様子を示す。

10

## 【0041】

（第2機能（シミュレーション画像の出力））

第2クライアントとしての遠隔操作装置20において、オペレータにより遠隔入力インターフェース210を通じた再生操作の有無が判定される（図5/STEP210）。「再生操作」には、例えば、遠隔入力インターフェース210および遠隔出力インターフェース220を構成するタッチパネルにおいて表示されているデータベース102に登録されている作業環境画像のライブラリの中から一の作業環境画像を指定するためのタッチ操作が含まれている。遠隔入力インターフェース222により、作業環境画像の再生開始、再生停止、再生一時停止、早送りおよび巻き戻しが可能になっている。

20

## 【0042】

当該判定結果が否定的である場合（図/STEP210 NO）一連の処理が終了する。その一方、当該判定結果が肯定的である場合（図/STEP210 YES）、遠隔無線通信機器222を通じて、作業支援サーバ10に対して再生要求が送信される（図5/STEP212）。再生操作を伴う再生要求には、オペレータにより指定された作業環境画像を識別するための画像識別子が含まれている。

## 【0043】

作業支援サーバ10において、再生要求が受信された場合（図5/C13）、第2支援処理要素122により、当該再生要求に含まれている画像識別子に基づき、再生対象となる作業環境画像の時系列が指定作業環境の時系列としてデータベース102から検索される（図5/STEP120）。

30

## 【0044】

第2支援処理要素122により、遠隔操作装置20に対して、指定作業環境画像の時系列を表わすデータが送信される（図5/STEP121）。

## 【0045】

遠隔操作装置20において、遠隔無線通信機器222を通じて作業環境画像データが受信された場合（図5/C21）、当該作業環境画像データに応じた作業環境画像が画像出力装置221において再生または出力される（図5/STEP214）。これにより、例えば図6に示されているように、作動機構としての作業アタッチメント44の一部であるブーム441、アーム443、バケット445およびアームシリンダ444が含まれている異なる時点 $t = t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$ および $t_6$ のそれぞれにおける作業環境画像（動画または断続的な静止画）が時系列的に画像出力装置221に表示される。

40

## 【0046】

遠隔制御装置200により、遠隔入力インターフェース210における操作を通じた再生停止操作の有無が判定される（図5/STEP216）。

## 【0047】

当該判定結果が否定的である場合、（図5/STEP216 NO）、遠隔無線通信機器222を通じて、作業支援サーバ10に対して再生操作を伴わない再生要求が送信され、その結果として画像出力装置221において作業環境画像の時系列が継続的に出力され

50

る(図5 / STEP 2 1 2 C 1 3 STEP 1 2 0 STEP 1 2 1 C 2 1 STEP 2 1 4 参照)。

【0048】

その一方、当該判定結果が肯定的である場合(図5 / STEP 2 1 6 YES)、遠隔制御装置200により、再生停止要求が、遠隔出力インターフェース220を構成する遠隔無線通信機器222により、作業支援サーバ10に対して送信される(図5 / STEP 2 1 8)。この場合、作業支援サーバ10に対して再生操作を伴わない再生要求が送信されなくなるので、その結果として画像出力装置221において作業環境画像の時系列の再生が停止される。再生停止要求には、作業環境画像の時系列の再生停止時点が指定時点として含まれている。

10

【0049】

作業支援サーバ10において、再生停止要求が受信された場合(図5 / C 1 4)、第2支援処理要素122により、当該再生停止要求に含まれている指定時点における作業環境画像に基づき、シミュレーション状況が認識される(図5 / STEP 1 2 2)。例えば、図6に示されている作業環境画像の時系列のうち指定時点 $t = t_k$ における作業環境画像に応じた、仮想作業現場における作業機械(第2作業機械)の動作態様および環境変化態様がシミュレーション状況として認識される。

【0050】

さらに、第2支援処理要素122により、シミュレーション状況を表わすシミュレーション画像データが遠隔操作装置20に対して送信される(図5 / STEP 1 2 3)。

20

【0051】

遠隔操作装置20において、遠隔出力インターフェース220を構成する遠隔無線通信機器222によりシミュレーション画像データが受信された場合(図5 / C 2 2)、遠隔出力インターフェース220を構成する画像出力装置221においてシミュレーション画像が出力される(図5 / STEP 2 2 0)。これにより、例えば図7に示されている時点 $t = j$ ( $j = 1, 2, \dots$ )における仮想作業現場における作業機械(第2作業機械)の動作態様および環境変化態様を示すシミュレーション画像が画像出力装置221において出力される。この際、画像出力装置221において、停止状態の作業環境画像に代えてシミュレーション画像が出力されてもよく、シミュレーション画像の片隅に停止状態の作業環境画像が出力されていてもよい。

30

【0052】

遠隔制御装置20により、遠隔入力インターフェースを通じたシミュレーション停止操作の有無が判定される(図5 / STEP 2 2 2)。

【0053】

当該判定結果が肯定的である場合(図5 / STEP 2 2 2 YES)、遠隔制御装置200により、シミュレーション停止要求が無線通信機器222を通じて作業支援サーバ10に対して送信される(図5 / STEP 2 2 8)。

その一方、当該判定結果が否定的である場合(図5 / STEP 2 2 2 NO)、遠隔制御装置200により遠隔操作機構211の操作態様が認識され(図5 / STEP 2 2 4)、かつ、遠隔無線通信機器222を通じて、当該操作態様に応じたシミュレーション操作指令が作業支援サーバ10に対して送信される(図5 / STEP 2 2 6)。

40

【0054】

作業支援サーバ10において、シミュレーション操作指令が受信された場合(図4 / C 1 4)、第2支援処理要素122により、当該シミュレーション操作指令に応じたシミュレーション状況が認識される(図5 / STEP 1 2 2)。例えば、遠隔操作機構211の操作態様が、ブーム441を上部回転体42に対して起き上がらせることにより作業アタッチメント44を全体的に起き上がらせる状況を実現するものである場合、シミュレーションにおいて作業アタッチメント44がそのように動作する状況がシミュレーション状況として認識される。

【0055】

50

第2支援処理要素122により、シミュレーション画像を表わすデータが遠隔操作装置20に対して送信される(図5/STEP123)。そして、第2支援処理要素122により、シミュレーション停止要求の有無が判定される(図5/STEP124)。当該判定結果が肯定的である場合(図5/STEP124 YES)、一連の処理が終了する。当該判定結果が否定的である場合(図5/STEP124 NO)、シミュレーション操作指令の受信以降の処理が繰り返される(図5/C14 STEP122 STEP123参照)。

【0056】

遠隔操作装置20において、遠隔出力インターフェース220を構成する遠隔無線通信機器222によりシミュレーション画像データが受信された場合(図5/C22)、遠隔出力インターフェース220を構成する画像出力装置221においてシミュレーション画像が出力される(図5/STEP220)。これにより、例えば図7に示されている時点 $t = j$  ( $j = 1, 2, \dots$ )におけるシミュレーション画像が画像出力装置221において出力される。

10

【0057】

$t = 1$ における作業環境画像は、掘削開始位置にバケット445を移動させた直後であって、作業アタッチメント44を前方に伸ばしてバケット445を地面に押し当てている様子をシミュレーション画像として示す。 $t = 2$ における作業環境画像は、アーム443を手前に近づける操作がなされている様子をシミュレーション画像として示す。 $t = 3$ における作業環境画像は、バケット445に十分に土砂が入った後にバケット445を土を把持する保持姿勢にした様子をシミュレーション画像として示す。 $t = 4$ における作業環境画像は、ブーム441を上昇させる操作をしながら左旋回をする様子をシミュレーション画像として示す。 $t = 5$ における作業環境画像は、左旋回後にアーム443を遠ざける操作をして排土位置の真上にバケット445が位置させた様子をシミュレーション画像として示す。 $t = 6$ における作業環境画像は、バケットが排土姿勢となりバケット445から土が落下する様子をシミュレーション画像として示す。

20

【0058】

(効果)

当該構成の作業支援システムおよびこれを構成する作業支援サーバ10によれば、第1クライアントを構成する遠隔操作装置20を通じて第1オペレータにより遠隔操作される第1作業機械の動作態様および環境変化態様を表わす作業環境画像の時系列がデータベース102に登録される(図4/STEP114参照)。これにより、さまざまな作業環境画像の時系列のアーカイブがデータベース102に蓄積され、かつ、保存される。「第1作業機械」は第1オペレータにより遠隔操作され、実際の作業現場において作業を実行する作業機械40を指す。

30

【0059】

第2クライアントを構成する遠隔操作装置20の第2オペレータは、データベース102に登録されているアーカイブの中から一の作業環境画像の時系列を、遠隔入力インターフェース210を通じて指定することができる(図5/STEP210参照)。これにより、第2オペレータは、当該指定作業環境画像の時系列を遠隔出力インターフェース220において閲覧することができる(図5/STEP220および図7参照)。

40

【0060】

第2オペレータは、遠隔入力インターフェース210を構成する遠隔操作機構211を通じて、指定作業環境画像に基づく仮想作業現場において第2作業機械のシミュレーション操作を行うことができる(図3参照)。「第2作業機械」は、第2オペレータによりシミュレーション操作され、仮想作業現場において作動する作業機械を指す。第2オペレータは、当該シミュレーション操作態様に応じて、作業機械の仮想作業現場における動作態様および環境変化態様を示すシミュレーション画像の時系列を遠隔出力インターフェース220に出力させることができる(図5/STEP224 STEP226 C14 STEP122 STEP123 STEP124 C22 STEP220および図7参

50

照)。

【0061】

このように、第2オペレータは、参考になりそうな作業環境画像の時系列を閲覧し、さらに、当該作業環境画像の時系列の中からさらに参考になりそうな一の作業環境画像を指定し、当該指定作業環境画像に基づいて再現された仮想作業現場における作業機械のシミュレーション操作を行うことで、作業機械の操作技術の向上を図ることができる。

【0062】

(本発明の他の実施形態)

前記実施形態では、作業支援サーバ10が、遠隔操作装置20および作業機械40のそれぞれとは別個の一または複数のサーバにより構成されていたが(図1参照)、他の実施形態として、作業支援サーバ10が、遠隔操作装置20または作業機械40の構成要素であってもよい。作業支援サーバ10の各構成要素121および122のそれぞれが、遠隔操作装置20および作業機械40のうちの相互通信可能な2つ以上のそれぞれの機器の構成要素であってもよい。

10

【0063】

第2支援処理要素122が、第2クライアントを構成する遠隔操作装置20との通信に基づき、指定作業環境画像の時系列のうち指定時点以降の指定時系列に、シミュレーション画像の時系列を重畳させて、当該遠隔操作装置20を構成する遠隔出力インターフェース220に出力させてもよい。第2オペレータは、遠隔操作機構211を通じたシミュレーション操作態様に応じて、第2作業機械の仮想作業現場における動作態様および環境変化態様を示すシミュレーション画像を、指定時点以降の当該作業環境画像の指定時系列に重畳させて遠隔出力インターフェース220に出力させることができる。

20

【0064】

このため、参考にすべき第1作業機械の動作態様または第1オペレータの操作態様および環境変化態様と、第2作業機械の動作態様または第2オペレータのシミュレーション操作態様および仮想作業現場における環境変化態様との差分を第2オペレータに認識させ、その操作技術のさらなる向上が図られる。

【0065】

第2支援処理要素122が、指定作業環境画像の指定時系列により示されている第1作業機械の動作態様と、シミュレーション画像の時系列により示されている第2作業機械の動作態様との差分を評価してもよい。例えば、第1作業機械および第2作業機械のそれぞれの作業アタッチメント44の指定箇所(例えば、バケット445)の間隔が実空間距離に換算され、当該換算結果の累積値または時間平均値が当該差分として評価されてもよい。

30

【0066】

そして、第2支援処理要素122が、当該差分が閾値を超えた場合、第2作業機械のシミュレーション操作のやり直しの要否を確認する情報を遠隔出力インターフェース220に出力させてもよい。

【0067】

これにより、第1作業機械の動作態様または第1オペレータの操作態様および環境変化態様と、第2作業機械の動作態様または第2オペレータのシミュレーション操作態様および仮想作業現場における環境変化態様との差分が閾値を超えた場合、遠隔入力インターフェース210を通じて当該やり直しが必要であることが確認されるため、第2オペレータの操作技術のさらなる向上が図られる。また、当該やり直しが必要であることが確認された場合、指定作業環境画像の指定時系列の再現を遠隔出力インターフェース220に出力させるようにしてもよい。これにより、第2オペレータによるシミュレーション操作のやり直しを可能であるため、操作技術のさらなる向上が図られる。

40

【0068】

第2支援処理要素122が、第2クライアントを構成する遠隔操作装置20との通信に基づき、第2作業機械のシミュレーション操作開始時点における当該第2クライアントを構成する遠隔操作機構211の操作状態(例えば、各レバー2110、2111、211

50

2の傾斜角度または位置)を、第1クライアントを構成する遠隔操作装置20の指定時点における遠隔操作機構211の操作状態に整合させてもよい。

【0069】

これにより、第2オペレータは、第1オペレータによる第1クライアントを構成する遠隔操作装置20の遠隔操作機構211の操作状態に整合した、第2クライアントを構成する遠隔操作装置20の遠隔操作機構211の操作状態を起点として第2作業機械のシミュレーション操作を開始することができる。このため、第2オペレータが第1オペレータの操作技術を習得しやすさが向上し、第2オペレータの操作技術のさらなる向上が図られる。

【符号の説明】

【0070】

10 作業支援サーバ、20 遠隔操作装置(第1クライアント、第2クライアント)、  
40 作業機械、102 データベース、121 第1支援処理要素、122 第2支援  
処理要素、210 遠隔入力インターフェース、220 遠隔出力インターフェース、4  
10 実機入力インターフェース、412 実機撮像装置、420 実機出力インターフ  
ェース、440 作業アタッチメント(作動機構)。

10

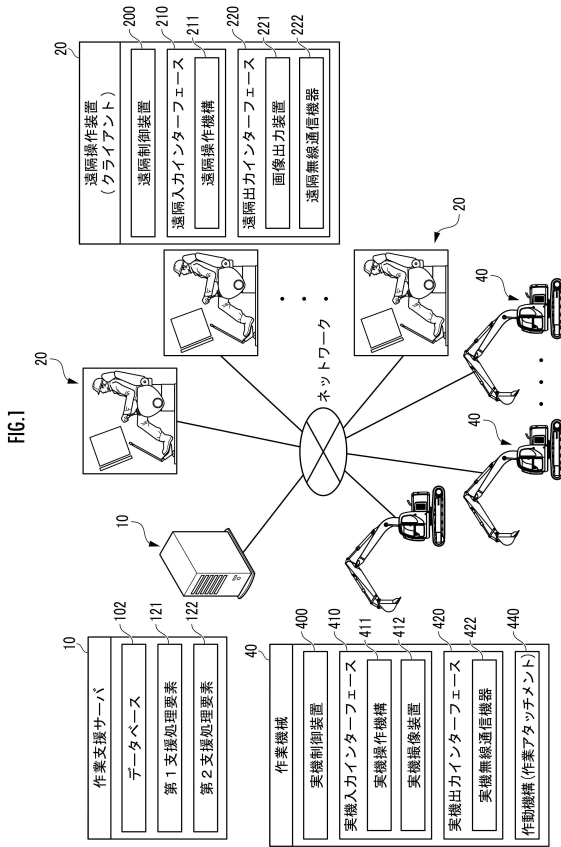
20

30

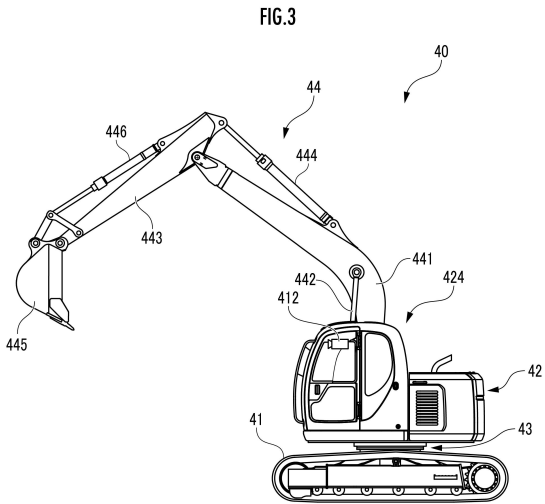
40

50

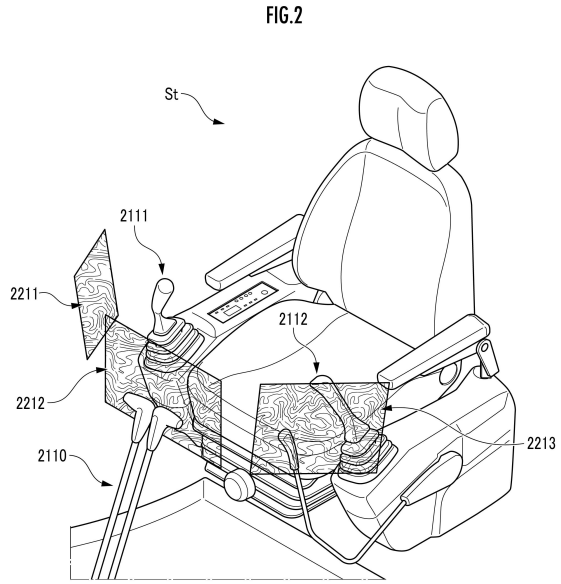
【図面】  
【図 1】



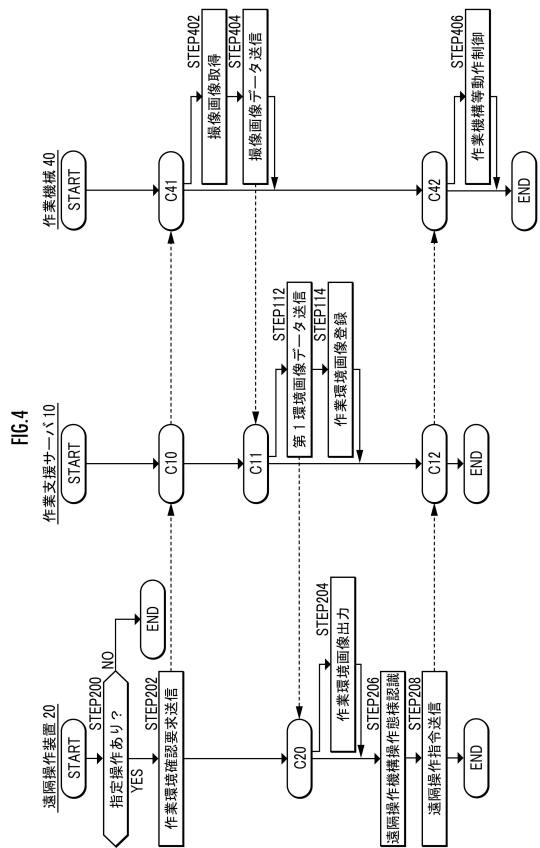
【図 3】



【図 2】



【図 4】



10

20

30

40

50

【 図 5 】

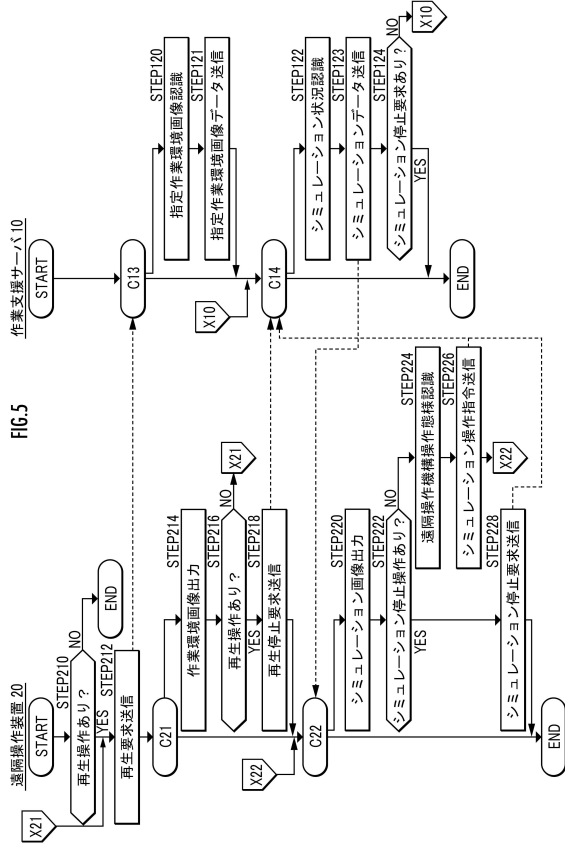


FIG. 5

作業支援サーバ10

遠隔操作装置 20

【 図 6 】

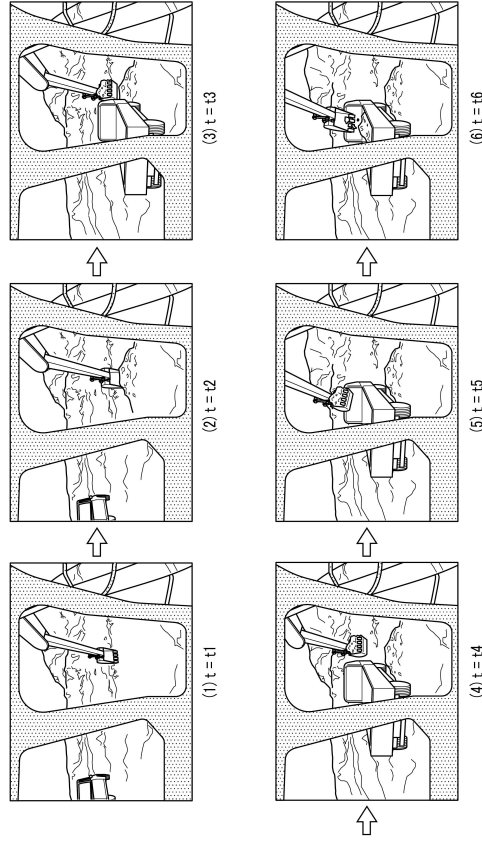


FIG. 6

【 図 7 】

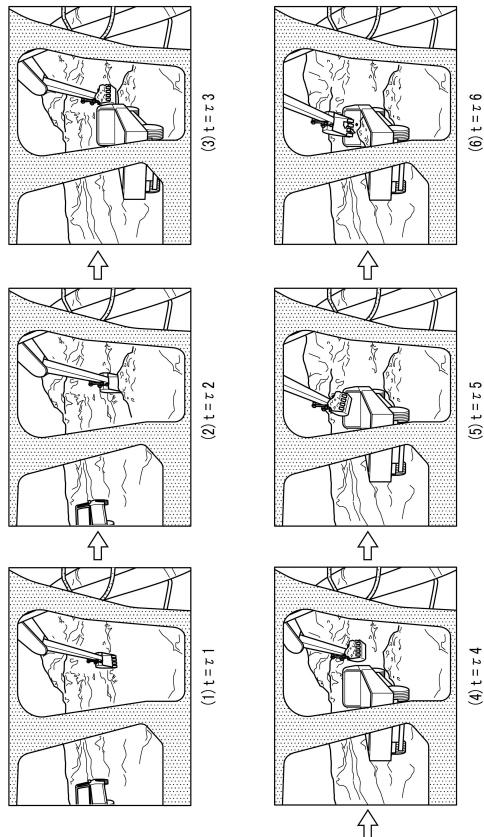


FIG. 7

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

審査官 比嘉 翔一

- (56)参考文献 特開2015-40422(JP,A)  
特開2019-207570(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- G09B 1/00 - 9/56  
G09B17/00 - 19/26  
JSTPlus(JDreamIII)