

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6159217号
(P6159217)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int.Cl.

F I

G09B 9/00 (2006.01)
G06T 19/00 (2011.01)G09B 9/00 A
G06T 19/00 300A

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-213698 (P2013-213698)
 (22) 出願日 平成25年10月11日(2013.10.11)
 (65) 公開番号 特開2015-75732 (P2015-75732A)
 (43) 公開日 平成27年4月20日(2015.4.20)
 審査請求日 平成28年8月16日(2016.8.16)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100126893
 弁理士 山崎 哲男
 (74) 代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラント運転訓練装置、制御方法、プログラム及びプラント運転訓練システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

仮想空間における人間を示す人間モデルデータを取得して当該人間モデルデータに基づいて仮想空間内に表示したアバターの動作を操作する操作手段と、

仮想空間におけるプラントを示すプラントモデルデータを取得して当該プラントモデルデータに基づいて仮想空間内に表示したプラントが備える機器類と前記アバターとの位置関係を算出する位置関係算出部と、

前記位置関係について所定の条件を満たす前記機器類のインタフェース詳細画面を仮想空間におけるインタフェース詳細画面を示すインタフェース詳細画面モデルデータを取得して当該インタフェース詳細画面モデルデータに基づいて表示する詳細画面表示制御部と

10

前記所定の条件を満たす機器類のうちインタフェース詳細画面を表示する機器を選択する手段を提供する詳細画面表示選択部と、

前記詳細画面表示選択部が提供する選択可能な機器の選択肢を設定する詳細画面選択設定部と、

を備え、

前記詳細画面表示選択部は前記設定に基づいて機器を選択する手段を提供し、前記詳細画面表示制御部は、前記詳細画面表示選択部に対するユーザの選択操作に基づいてインタフェース詳細画面を表示する

ことを特徴とするプラント運転訓練装置。

20

【請求項 2】

前記インタフェース詳細画面を表示した前記機器が備えられたプラントの部位を他と異なる態様で表示する対応部位表示制御部をさらに備える

ことを特徴とする請求項 1 に記載のプラント運転訓練装置。

【請求項 3】

前記詳細画面表示制御部が前記インタフェース詳細画面の表示を開始すると当該インタフェース詳細画面に表示するパラメータの値を要求するパラメータ取得部をさらに備える

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のプラント運転訓練装置。

【請求項 4】

仮想空間における人間を示す人間モデルデータを取得して当該人間モデルデータに基づいて仮想空間内に表示したアバターの動作を操作するステップと、

仮想空間におけるプラントを示すプラントモデルデータを取得して当該プラントモデルデータに基づいて仮想空間内に表示したプラントが備える機器類と前記アバターとの位置関係を算出するステップと、

前記位置関係について所定の条件を満たす前記機器類のインタフェース詳細画面を仮想空間におけるインタフェースを示すインタフェース詳細画面モデルデータを取得して当該インタフェース詳細画面モデルデータに基づいて表示するステップと、

前記所定の条件を満たす機器類のうちインタフェース詳細画面を表示する機器を選択する手段を提供するステップと、

前記選択する手段が提供する選択可能な機器の選択肢を設定するステップと、
を備え、

前記機器を選択する手段を提供するステップでは、前記設定に基づいて機器を選択する手段を提供し、

前記インタフェース詳細画面を表示するステップでは、前記機器を選択する手段に対するユーザの選択操作に基づいてインタフェース詳細画面を表示する、

ことを特徴とするプラント運転訓練装置の制御方法。

【請求項 5】

プラント運転訓練装置のコンピュータを

仮想空間における人間を示す人間モデルデータを取得して当該人間モデルデータに基づいて仮想空間内に表示したアバターの動作を操作する手段、

仮想空間におけるプラントを示すプラントモデルデータを取得して当該プラントモデルデータに基づいて仮想空間内に表示したプラントが備える機器類と前記アバターとの位置関係を算出する手段、

前記位置関係について所定の条件を満たす前記機器類のインタフェース詳細画面を仮想空間におけるインタフェースを示すインタフェース詳細画面モデルデータを取得して当該インタフェース詳細画面モデルデータに基づいて表示する手段、

前記所定の条件を満たす機器類のうちインタフェース詳細画面を表示する機器を選択する手段を提供する手段、

前記選択する手段が提供する選択可能な機器の選択肢を設定する手段、
として機能させ、

前記機器を選択する手段を提供する手段は、前記設定に基づいて機器を選択する手段を提供し、

前記インタフェース詳細画面を表示する手段は、前記機器を選択する手段に対するユーザの選択操作に基づいてインタフェース詳細画面を表示する、

プログラム。

【請求項 6】

仮想空間における人間を示す人間モデルデータを取得して当該人間モデルデータに基づいて仮想空間内に表示したアバターの動作を操作する操作手段と、

仮想空間におけるプラントを示すプラントモデルデータを取得して当該プラントモデルデータに基づいて仮想空間内に表示したプラントが備える機器類と前記アバターとの位置

10

20

30

40

50

関係を算出する位置関係算出部と、

前記位置関係について所定の条件を満たす前記機器類のインタフェース詳細画面を仮想空間におけるインタフェースを示すインタフェース詳細画面モデルデータを取得して当該インタフェース詳細画面モデルデータに基づいて表示する詳細画面表示制御部と、

前記所定の条件を満たす機器類のうちインタフェース詳細画面を表示する機器を選択する手段を提供する詳細画面表示選択部と、

前記詳細画面表示選択部が提供する選択可能な機器の選択肢を設定する詳細画面選択設定部と、

前記詳細画面表示制御部が前記インタフェース詳細画面の表示を開始すると当該インタフェースに表示するパラメータの値を要求するパラメータ取得部と

10

を備え、

前記詳細画面表示選択部は前記設定に基づいて機器を選択する手段を提供し、前記詳細画面表示制御部は、前記詳細画面表示選択部に対するユーザの選択操作に基づいてインタフェース詳細画面を表示するプラント運転訓練装置と、

プラントに備えられた機器類の状態を示すパラメータ値を算出し、前記要求に対して算出したパラメータ値を送信するプラントシミュレーション装置と、

を備えることを特徴とするプラント運転訓練システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、プラント運転訓練装置、制御方法、プログラム及びプラント運転訓練システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年では3Dデータを利用したプラント等の運転訓練シミュレーション装置が存在する。3Dデータを利用した運転訓練シミュレーション装置の特徴の一つとして、オペレータ自身がプラントにおける機器類に対して現実に動作を行っている感覚を得ることができ、高い訓練効果が得られることが挙げられる。

例えば特許文献1にはプラント内の3D仮想空間にアバターを表示させ、オペレータの操作によってアバターを移動させることによって目的地までの経路を学習することができるシミュレーション装置について記載されている。この技術によれば目的地までの移動中に、実際に人間が歩行した時に目にする風景を表示させて実際の距離感や臨場感を感じながら目的地までの経路を学習することができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3214776号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

しかし、特許文献1の装置はアバターの移動によって経路を学習するためのものであって、例えばプラント内を歩き回ってどこにどのような設備があるかなどの学習をすることはできても実際にプラントにおける機器類の操作手順を学習することはできない。

また、これまで存在したプラントの運転訓練シミュレーション装置においては通常マウス操作によってプラントに備えられた機器類を選択し、その機器類に対して操作訓練を行う方式のものが多い。しかし、この方法は、現実に物に近づいたら表示内容が確認できる、操作ができるという実際のオペレータが得ることができる位置関係の把握が難しく、プラント設備の3D画像が表示されていたとしても臨場感や現実感に欠けるという問題があった。

【0005】

50

そこでこの発明は、上述の課題を解決することのできるプラント運転訓練装置、プラント運転訓練方法及びプログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、仮想空間における人間を示す人間モデルデータを取得して当該人間モデルデータに基づいて仮想空間内に表示したアバターの動作を操作する操作手段と、仮想空間におけるプラントを示すプラントモデルデータを取得して当該プラントモデルデータに基づいて仮想空間内に表示したプラントが備える機器類と前記アバターとの位置関係を算出する位置関係算出部と、前記位置関係について所定の条件を満たす前記機器類のインタフェース詳細画面を仮想空間におけるインタフェースを示すインタフェース詳細画面モデルデータを取得して当該インタフェース詳細画面モデルデータに基づいて表示する詳細画面表示制御部と、前記所定の条件を満たす機器類のうちインタフェース詳細画面を表示する機器を選択する手段を提供する詳細画面表示選択部と、前記詳細画面表示選択部が提供する選択可能な機器の選択肢を設定する詳細画面選択設定部と、を備え、前記詳細画面表示選択部は前記設定に基づいて機器を選択する手段を提供し、前記詳細画面表示制御部は、前記詳細画面表示選択部に対するユーザの選択操作に基づいてインタフェース詳細画面を表示することを特徴とするプラント運転訓練装置である。

10

【0007】

また本発明は、仮想空間における人間を示す人間モデルデータを取得して当該人間モデルデータに基づいて仮想空間内に表示したアバターの動作を操作するステップと、仮想空間におけるプラントを示すプラントモデルデータを取得して当該プラントモデルデータに基づいて仮想空間内に表示したプラントが備える機器類と前記アバターとの位置関係を算出するステップと、前記位置関係について所定の条件を満たす前記機器類のインタフェース詳細画面を仮想空間におけるインタフェースを示すインタフェース詳細画面モデルデータを取得して当該インタフェース詳細画面モデルデータに基づいて表示するステップと、前記所定の条件を満たす機器類のうちインタフェース詳細画面を表示する機器を選択する手段を提供するステップと、前記選択する手段が提供する選択可能な機器の選択肢を設定するステップと、を備え、前記機器を選択する手段を提供するステップでは、前記設定に基づいて機器を選択する手段を提供し、前記インタフェース詳細画面を表示するステップでは、前記機器を選択する手段に対するユーザの選択操作に基づいてインタフェース詳細画面を表示することを特徴とするプラント運転訓練装置の制御方法である。

20

30

【0008】

また本発明は、プラント運転訓練装置のコンピュータを仮想空間における人間を示す人間モデルデータを取得して当該人間モデルデータに基づいて仮想空間内に表示したアバターの動作を操作する手段、仮想空間におけるプラントを示すプラントモデルデータを取得して当該プラントモデルデータに基づいて仮想空間内に表示したプラントが備える機器類と前記アバターとの位置関係を算出する手段、前記位置関係について所定の条件を満たす前記機器類のインタフェース詳細画面を仮想空間におけるインタフェースを示すインタフェース詳細画面モデルデータを取得して当該インタフェース詳細画面モデルデータに基づいて表示する手段、前記所定の条件を満たす機器類のうちインタフェース詳細画面を表示する機器を選択する手段を提供する手段、前記選択する手段が提供する選択可能な機器の選択肢を設定する手段、として機能させ、前記機器を選択する手段を提供する手段は、前記設定に基づいて機器を選択する手段を提供し、前記インタフェース詳細画面を表示する手段は、前記機器を選択する手段に対するユーザの選択操作に基づいてインタフェース詳細画面を表示するプログラムである。

40

【0009】

また本発明は、仮想空間における人間を示す人間モデルデータを取得して当該人間モデルデータに基づいて仮想空間内に表示したアバターの動作を操作する操作手段と、仮想空間におけるプラントを示すプラントモデルデータを取得して当該プラントモデルデータに基づいて仮想空間内に表示したプラントが備える機器類と前記アバターとの位置関係を算

50

出する位置関係算出部と、前記位置関係について所定の条件を満たす前記機器類のインタフェース詳細画面を仮想空間におけるインタフェースを示すインタフェース詳細画面モデルデータを取得して当該インタフェース詳細画面モデルデータに基づいて表示する詳細画面表示制御部と、前記所定の条件を満たす機器類のうちインタフェース詳細画面を表示する機器を選択する手段を提供する詳細画面表示選択部と、前記詳細画面表示選択部が提供する選択可能な機器の選択肢を設定する詳細画面選択設定部と、前記詳細画面表示制御部が前記インタフェース詳細画面の表示を開始すると当該インタフェースに表示するパラメータの値を要求するパラメータ取得部とを備え、前記詳細画面表示選択部は前記設定に基づいて機器を選択する手段を提供し、前記詳細画面表示制御部は、前記詳細画面表示選択部に対するユーザの選択操作に基づいてインタフェース詳細画面を表示するプラント運転訓練装置と、プラントに備えられた機器類の状態を示すパラメータ値を算出し、前記要求に対して算出したパラメータ値を送信するプラントシミュレーション装置とを備えることを特徴とするプラント運転訓練システムである。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、3D仮想空間内で、プラントに備えられた機器との位置関係を把握しながら現実の操作により近い運転訓練を行うことができるので、より高い訓練効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

20

【図1】本発明の第一～五の実施形態によるプラント運転訓練装置の機能ブロック図である。

【図2】本発明の第一～五の実施形態によるプラント運転訓練装置の操作画面における領域を示す図である。

【図3】本発明の第一の実施形態によるプラント運転訓練装置の操作画面を示す図である。

【図4】本発明の第一の実施形態によるプラント運転訓練装置の処理フローを示す図である。

【図5】本発明の第一の実施形態によるプラント運転訓練装置の処理フローを説明するために用いる図である。

30

【図6】本発明の第二の実施形態によるプラント運転訓練装置の操作画面を示す図である。

【図7】本発明の第二の実施形態によるプラント運転訓練装置の処理フローを示す図である。

【図8】本発明の第二の実施形態によるプラント運転訓練装置の処理フローを説明するために用いる図である。

【図9】本発明の第三の実施形態によるプラント運転訓練装置の設定画面を示す図である。

【図10】本発明の第四の実施形態によるプラント運転訓練装置の操作画面を示す第四の図である。

40

【図11】本発明の第四の実施形態によるプラント運転訓練装置の処理フローを示す第四の図である。

【図12】本発明の第五の実施形態によるプラント運転訓練装置のインタフェース詳細画面に表示するパラメータ値を示す図である。

【図13】本発明の第五の実施形態によるプラント運転訓練装置の処理フローを示す第五の図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

<第一の実施形態>

以下、本発明の一実施形態によるプラント運転訓練装置を図1～図5を参照して説明す

50

る。

図 1 は第一～五の実施形態によるプラント運転訓練装置の概略機能ブロック図である。

後述する第二～五の実施形態においても本ブロック図で説明する構成は同じである。

この図において、符号 1 はプラント運転訓練装置を表している。プラント運転訓練装置 1 はプラントとユーザの分身であるアバターとをそれらの 3 D モデルデータを使って 3 D 仮想空間内に再現し、ユーザにプラントに備えられた機器の運転訓練を模擬的に行うことができる機能を提供する装置である。プラント運転訓練装置 1 は、この機能を実現するプログラムを実行することができる例えば P C やサーバ装置である。

【 0 0 1 3 】

符号 2 はプラントシミュレーション装置である。プラントシミュレーション装置 2 は、プラントに備えられた例えばガスタービンの出力、圧縮機内の圧力や温度などの状態量を計算してプラントの挙動を模擬する装置である。プラントシミュレーション装置はプラント運転訓練装置 1 とネットワークを介して接続している。プラント運転訓練装置 1 においてアバターが機器類に対して行った操作内容を示す信号を受信し、その内容に基づいてプラントの挙動を模擬する。操作内容を示す信号とは、例えばバルブの開閉やある制御機器の電源を O N / O F F したことを示す情報を含んでいる。プラントシミュレーション装置 2 は、算出した結果の状態量などをプラント運転訓練装置 1 へ送信する。ユーザはプラント運転訓練装置 1 のアバターにプラントに備えられた表示器を確認させることを模擬した操作を行い、自分がアバターを介して行った操作によってどのような結果となるかを知る。このようにしてユーザはプラントに備えられた機器の運転を学習することができる。

なお、プラントシミュレーション装置 2 は中央制御室を模擬した訓練用シミュレーション装置（図示せず）とも接続している。プラントシミュレーション装置 2 は中央制御室のシミュレーション装置を利用するユーザの操作を受信し同じようにプラントの挙動を模擬する。

プラント運転訓練装置 1 はこのように構成されたプラント運転訓練システムの一部である。

【 0 0 1 4 】

図 1 が示すようにプラント運転訓練装置 1 は表示部 1 0 、操作手段 2 0 、仮想空間生成部 3 0 、記憶部 4 0 、通信部 5 0 を備えている。

表示部 1 0 は、P C などのモニター、プロジェクターで投影するスクリーンなどである。ユーザは表示部 1 0 に出力されたプラントにおける機器類の 3 D 画像を見て訓練に必要な操作を行う。

操作手段 2 0 は、マウス、ゲームコントローラ、ジョイスティック等である。ユーザはこれらの操作手段を用いてアバターの動作をコントロールする。本実施形態ではマウスだけでなく、ゲームコントローラやジョイスティックを利用した操作が可能である。それによりユーザは、3 D 仮想空間に表されたプラント内をスムーズに移動して、より臨場感を持って訓練を受けることができる。特に大型のスクリーンに 3 D 画像を表示して訓練を受ける場合、手元とスクリーンに距離ができ、マウスによる操作が難しくなる。本実施形態においてプラント運転訓練装置 1 が提供する 3 D 画像は、大型スクリーンを利用した場合にも操作しやすいように操作手段 2 0 を用いて対象を選択するのではなく、アバターがプラントにおける機器類に近付くと操作対象のインタフェース画面を表示させるような動作とし、ゲームコントローラを用いての操作がしやすいようになっている。

【 0 0 1 5 】

仮想空間生成部 3 0 は、3 D のプラントモデルデータ及び 3 D の人間モデルデータを記憶部 4 0 から読み込んで 3 D 仮想空間にプラントの様子やアバターを再現する。また、操作手段 2 0 から操作信号を取得し、ユーザの操作に応じてアバターを動作させ、アバターが移動した場所の 3 D 画像を生成し表示部 1 0 に出力する。また、仮想空間生成部 3 0 は、位置関係算出部 3 1 、詳細画面表示制御部 3 2 、対応部位表示制御部 3 3 、詳細画面表示選択部 3 4 、詳細画面選択設定部 3 5 、パラメータ取得部 3 6 を備えている。

【 0 0 1 6 】

位置関係算出部 3 1 は、アバターとプラントに備えられた機器類との位置関係を算出する。プラントに備えられた機器類とは、タービンやボイラー等の大型設備、それら設備に備えられた操作器や表示器をいう。また位置関係とはアバターと機器類との距離、機器類が備えられた閉鎖空間（部屋等）にアバターが存在するかどうか、又はアバターが機器類の方向を向いているかどうかを指す。

【 0 0 1 7 】

詳細画面表示制御部 3 2 は、位置関係算出部 3 1 の算出結果が所定の条件を満たす場合、当該条件を満たす位置関係にある操作器や表示器のインタフェース詳細画面を所定の位置に表示する。インタフェース詳細画面とは、操作器や表示器のインタフェースをユーザが読み取ることができるように拡大した画像である。またインタフェースに表示される各種パラメータの値はプラントシミュレーション装置 2 から取得した値である。インタフェース詳細画面のモデルデータは記憶部 4 0 がそのインタフェースを有する機器が備えられている位置の位置情報と関連付けて記憶している。

10

【 0 0 1 8 】

対応部位表示制御部 3 3 は、詳細画面表示制御部 3 2 が表示したインタフェース詳細画面が示すインタフェースを有する表示器や操作器が備えられた部位を他の機器類と異なる態様で表示する。他の機器類と異なる態様とは、当該部分だけを点滅させたり、目立つ色で表示したりすることをいう。また、対応部位表示制御部 3 3 は、表示器や操作器が備えられた大型設備機器自体も異なる態様で表示してもよい。

20

【 0 0 1 9 】

詳細画面表示選択部 3 4 は、詳細画面表示制御部 3 2 が表示するインタフェース詳細画面を選択することができる手段をユーザに提供する。具体的には詳細画面表示選択部 3 4 は、表示部 1 0 の所定の位置に複数機器のインタフェース詳細画面を重ねて表示し、最も前面に表示した詳細画面から順に表示する／しないを選択することをユーザに促す。詳細画面表示選択部 3 4 が提供するの、プラントのある位置に計器類がたくさん備えられている場合などに不要な機器のインタフェース詳細画面を表示しないようする為の機能である。

【 0 0 2 0 】

詳細画面選択設定部 3 5 は、詳細画面表示選択部 3 4 が表示する選択可能な機器のインタフェース詳細画面を特定し、その結果を設定できる機能を提供する。詳細画面選択設定部 3 5 は、ユーザが利用しない機器のインタフェース詳細画面を表示しないよう設定する為の機能である。ユーザが利用しない機器とは、例えばプラント運転訓練を受けるユーザのレベルに合わせて訓練のインストラクターが不要と判断する機器、緊急時や非常時にしか使用してはならない機器である。

30

【 0 0 2 1 】

パラメータ取得部 3 6 は、詳細画面表示制御部 3 2 がインタフェース詳細画面の表示を開始するときにプラントシミュレーション装置 2 へ当該インタフェースに表示すべきパラメータ値を要求する。パラメータ取得部 3 6 は、通信部 5 0 を介してパラメータ値を要求し、プラントシミュレーション装置 2 からパラメータ値を取得する。パラメータ値とはプラントシミュレーション装置 2 が算出したプラントの圧力や温度などの状態量である。プラントシミュレーション装置 2 はプラントに備えられた圧力計や温度計などの計器類が備えられた位置における圧力や温度などを計算し、パラメータ取得部 3 6 の要求に応じてそれら状態量をプラント運転訓練装置 1 へ送信する。そしてプラント運転訓練装置 1 では詳細画面表示制御部 3 2 が各機器類のインタフェース詳細画面において取得したパラメータ値をセットして表示する。

40

なお、パラメータ取得部 3 6 は、ユーザがアバターを介して操作器に対して操作を行うとその操作内容を示す信号を通信部 5 0 を介してプラントシミュレーション装置 2 へ送信する。

【 0 0 2 2 】

記憶部 4 0 は、データベースである。プラントの 3 D モデルデータ、人間の 3 D モデル

50

データ、機器類のインタフェース詳細画面モデルデータなどを記憶している。また、詳細画面選択設定部 35 による設定内容なども記憶している。なお、機器のインタフェース詳細画面のモデルデータは 2D の画像データであってよい。

通信部 50 は、他装置との通信を行う。通信部 50 は、例えばプラント状態量のパラメータ値情報を送受信する。

なお、仮想空間生成部 30 はプラント運転訓練装置 1 に備わる CPU (Central Processing Unit) がプログラムを実行することにより備わる機能である。

【0023】

図 2 は本実施形態によるプラント運転訓練装置 1 の操作画面における各表示領域を示す図である。ここで説明する領域については第二～五の実施形態においても同じである。

図 2 を用いてインタフェース詳細画面を表示する位置と意味について説明する。

符号 104 は、詳細画面表示制御部 32 が機器類のインタフェース詳細画面を表示する領域である。以下、この領域のことを操作可能エリアと称する。操作可能エリア 104 に表示した機器のインタフェース詳細画面はユーザの操作対象となる。

符号 105 は、詳細画面表示選択部 34 が、インタフェース詳細画面を重ねて表示する領域である。以下、この領域のことを選択エリアと称する。詳細画面表示選択部 34 が選択エリア 105 に表示した機器の選択肢の中からユーザが選択した機器のインタフェース画像だけを詳細画面表示制御部 32 は操作可能エリアに表示する。

符号 106 は、ユーザが選択しなかったインタフェース詳細画面を表示する領域である。以下、この領域のことを操作不可エリアと称する。

符号 107 は、インタフェース詳細画面を示している。インタフェース画像には表示器や操作器のインタフェースが表示される。ユーザは表示器のインタフェース詳細画面 107 を見てプラントの状態を知ることができる。ユーザは操作器のインタフェース詳細画面 107 に対して操作手段 20 を用いて機器の操作を行うことができる。

【0024】

図 3 は本実施形態によるプラント運転訓練装置 1 の操作画面を示す図である。

図 3 を用いて詳細画面表示制御部 32 が位置関係算出部 31 の算出した位置関係に応じて操作器や表示器のインタフェース詳細画面 107 を表示する動作を説明する。

符号 100 はプラント内部のある場所を模擬した 3D 画像である。符号 101 はアバターを示している。ユーザの操作手段 20 の操作によって、アバター 101 はプラント内の場所 100 へ至ったものとする。仮想空間生成部 30 は操作手段 20 から操作信号を取得するとアバター 101 の操作前の位置を基準とする移動距離を計算する。移動距離は例えば所定のボタンを 1 回押下する毎に所定の距離を進むとして計算してもよい。そして仮想空間生成部 30 はアバター 101 が移動する度にアバターのプラントにおける位置情報を計算しメモリに出力する。また仮想空間生成部 30 は、アバター 101 の移動先の位置情報に基づいて当該位置付近のプラントの景色を再現する。場所 100 は、このようにして仮想空間生成部 30 が生成した 3D 画像である。記憶部 40 が記憶するプラントの 3D モデルデータには機器類のプラントにおける位置情報が含まれている。

位置関係算出部 31 は、アバター 101 が移動する度に、アバター 101 とプラントに備えられた機器類との距離をそれぞれのプラントにおける位置情報を用いて計算する。

【0025】

図 3 において場所 100 の付近には高圧給水流量計 102 と高圧給水弁後弁 103 が備えられているものとする。アバター 101 が場所 100 に至ったとき、アバター 101 とこれら高圧給水流量計 102 及び高圧給水弁後弁 103 との距離は所定の距離 (第 1 閾値) 以内であるものとする。

すると詳細画面表示制御部 32 は、高圧給水弁後弁と高圧給水流量計のインタフェース詳細画面のモデルデータを記憶部 40 から取得し、操作可能エリア 104 に表示する。高圧給水流量計 102 のインタフェース詳細画面 107、高圧給水弁後弁 103 のインタフェース詳細画面 107 は操作可能エリア 104 にプラント 3D 画像の前面に重ねて表示さ

10

20

30

40

50

れる。

ユーザはインタフェース詳細画面 107 から高圧給水流量計 102 がどのような値を示しているのかを把握することができる。ユーザはインタフェース詳細画面 107 に対して操作手段 20 を用いて操作することで高圧給水弁後弁 103 の開閉度を調整し、流量を変更することができる。

【0026】

これまでの 3D シミュレーション運転訓練装置においては、例えばバルブの開閉操作を行う場合、まずマウスをバルブの 3D 画像付近へ移動し、クリック操作によってバルブを選択し、さらにクリック操作等でバルブ開閉指示を行い、操作が完了したらバルブ画像ウインドウの右上端の×印をクリックしてウインドウを閉じるといった操作が必要である。しかしこのような操作が必要だと、現実のプラントにおいて実際のオペレータが得ることができるオペレータ自身と機器類との位置関係をユーザが把握することが難しく、ユーザは臨場感を感じにくくなって訓練効果にも影響があると考えられる。

10

本実施形態によればユーザはアバター 101 を移動し、操作訓練対象である機器類に近づくだけで詳細画面表示制御部 32 が当該機器類のインタフェース詳細画面を表示するのでユーザは訓練に関係しない煩雑な操作を行う必要がない。従ってユーザは、機器類との位置関係が把握でき、より臨場感をもって運転訓練に取り組むことができる。

なお、本実施形態においてはマウスだけでなくゲームコントローラを利用することが可能である。より現実感を伴うような 3D ロールプレイングゲーム等が数多く提供される中、それらにより適した操作手段として開発されているゲームコントローラを用いることでプラント運転訓練装置 1 によるプラント内の 3D 仮想空間内の移動をスムーズにして、運転訓練をより現実の訓練に近づけることが可能である。

20

また、ゲームコントローラを使用するとユーザが操作を行う機器を選択するような動作は行いにくなる。しかし、上記の説明のとおりアバター 101 が機器類に近づくだけで機器のインタフェース詳細画面 107 を表示するので選択操作は必要ない。ゲームコントローラでアバター 101 を移動するには例えばジョイスティックを用いる。

【0027】

なお、図 3 ではアバター 101 が機器に近づくときの動作について説明した。以下においてアバター 101 が機器から離れる場合、詳細画面表示制御部 32 がインタフェース詳細画面 107 を非表示にする動作について説明する。アバター 101 が移動し機器から離れるときも位置関係算出部 31 は両者の距離を計算する。そして詳細画面表示制御部 32 はアバター 101 と機器との距離が第 2 閾値以上となると操作可能エリア 104 に表示したインタフェース詳細画面 107 を非表示にする。

30

ユーザはアバター 101 をその機器から遠ざけるだけで使用しないインタフェース詳細画面 107 を非表示することができ、煩雑な操作を行なう必要がない。

次にインタフェース詳細画面 107 に表示された操作器の操作について簡単に説明する。図 3 において現在、ユーザの所定の操作により高圧給水流量計 102 のインタフェース詳細画面 107 がアクティブになっているものとする。アクティブになっているとはユーザの操作を受け付ける状態にあることを意味している。この状態から高圧給水弁後弁 103 の操作を行うためにユーザは例えばゲームコントローラの十字キーの右キーを押下することでアクティブになっているインタフェース詳細画面 107 を切り替える。すると高圧給水弁後弁 103 のインタフェース詳細画面 107 がアクティブになる。次にユーザは例えば十字キーの上下ボタンを用いて高圧給水弁後弁 103 の開閉操作を行う。

40

本実施形態によれば簡単な操作だけでアバターの移動、機器インタフェースの表示 / 非表示及び操作器の操作を行うことができる。

【0028】

なお、上の例ではインタフェース詳細画面 107 の表示 / 非表示の判定をアバター 101 と機器との距離で判定したが、それに加えてアバター 101 の向きを判定に加えてもよい。例えばアバター 101 の近くに備えられていてもユーザの背面側に備えられている機器は表示しない。また、操作可能エリア 104 に表示されている機器であってもアバター

50

101が別方向を向いたらインタフェース詳細画面107を非表示にしてもよい。これによってユーザは機器類が設置されている位置をより正確に学習することができる。

また、機器類がある部屋に備えられている場合、アバター101の位置情報とそれら機器の備えられている部屋の位置情報とを比較してアバター101がその部屋に入ったらその部屋の備えられた機器類のインタフェース詳細画面107を操作可能エリア104に表示してもよい。また、アバター101が部屋から出るとインタフェース詳細画面107を非表示にしてもよい。

【0029】

図4は本実施形態による表示装置の処理フローを示す第一の図である。

図4の処理フローを用いて図3で説明した処理について詳しく説明する。

まず、位置関係算出部31は、プラント内の機器類（各操作器及び表示器）とその位置情報との組み合わせを記憶部40から取得する（ステップS1）。ここで位置情報とは3次元座標情報のことである。このとき位置関係算出部31は、プラント全体の機器類の位置情報を取得してもよいし、アバター101の移動する経路に基づいて、所定の距離内に備えられた機器類の位置情報だけを次々と取得してもよい。位置関係算出部31は、取得した機器類の総数をカウントしてメモリに格納する。

図5(a)はステップS1で位置関係算出部31が読み込むテーブルの一例を示した図である。このテーブルは記憶部40に保持されている。位置関係算出部31は、図5(a)に示すテーブルから機器類の識別子が格納された「TAG」欄と機器類のプラントにおける位置情報を示す「X座標」「Y座標」「Z座標」欄の値を取得してメモリに格納する。

【0030】

次に仮想空間生成部30は、操作手段20からユーザの操作情報を取得し、アバター101を操作情報に応じた場所へ移動する。仮想空間生成部30は、記憶部40からプラントの3Dモデルデータを読み込んでアバター101が移動した位置から視界に入る景色を示す3D画像を生成する。そして仮想空間生成部30は、新たに生成した3D画像を表示部10に出力する。また、仮想空間生成部30は、アバター101が存在する場所の位置情報をメモリに出力する。位置関係算出部31は、アバター101のプラントにおける位置情報をメモリから取得する（ステップS2）。

【0031】

次に位置関係算出部31は、ステップS1、S2で取得した位置情報を用いてステップS1で取得した機器（操作器又は表示器）のうちの1つ（機器i）についてアバター101と機器iとの距離iを計算する（ステップS3）。この距離iは、アバター101の存在する場所の位置情報を $(X1, Y1, Z1)$ とし、機器iの位置情報を $(X2, Y2, Z2)$ とすると、 $\{(X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2 + (Z2 - Z1)^2\}$ の平方根を計算することで求めることができる。

次に位置関係算出部31は、ステップS3で計算した距離iと予め定められた第1閾値との大小を比較する（ステップS4）。距離iが第1閾値よりも小さい場合（ステップS4 = Yes）、位置関係算出部31は、機器iの識別子を詳細画面表示制御部32へ出力する。第1閾値とはアバター101が機器iのインタフェース詳細画面107を表示するか否かを判定するのに用いる値である。

【0032】

詳細画面表示制御部32は取得した識別子が示す機器iのインタフェース詳細画面107が既に表示されているかどうかを判定する（ステップS5）。

図5(b)を用いてステップS5の判定方法の一例について説明する。図5(b)は詳細画面表示制御部32が機器iのインタフェース詳細画面107が既に表示されているかどうかを判定する際に参照するテーブルの一例を示している。この図において「表示済みフラグ」欄の値が「0」であれば、そのレコードの「TAG」欄を識別子とする機器のインタフェース詳細画面107は操作可能領域に表示されていないことを示す。値が「1」であれば、その機器のインタフェース画面は操作可能領域に表示済みであることを示す。

図4の処理フローに戻る。機器*i*のインタフェース詳細画面107が既に表示されている場合(ステップS5 = Yes)、詳細画面表示制御部32は機器*i*のインタフェース詳細画面107は表示しない。機器*i*のインタフェース詳細画面107が既に表示されている場合とは、アバター101が機器*i*に近づいてその周辺(後述する第2閾値を超えない範囲)を行ったり来たりしたような場合が考えられる。

機器*i*のインタフェース画像が未だ表示されていない場合(ステップS5 = No)、詳細画面表示制御部32は機器*i*の識別子に対応する操作器や表示器のインタフェース詳細画面107を示す画像データを記憶部40から読み込んで表示部10の操作可能領域に表示する(ステップS6)。例えばこのとき詳細画面表示制御部32は図5(a)のテーブルを識別子(「TAG」)を用いて読み込み、該当するレコードの「インタフェース画像データ」欄の値を取得する。そしてこの値が示す画像データを特定し、特定した画像データに基づいて機器*i*のインタフェース詳細画面107を生成してもよい。詳細画面表示制御部32はこれらの処理を完了すると、位置関係算出部31に処理が完了した旨の信号を出力する。

【0033】

次に位置関係算出部31は、ステップS1で取得した全ての操作器及び表示器について位置関係(距離)の計算が完了したかどうかを判定する(ステップS10)。全ての機器について計算が完了している場合(ステップS10 = Yes)、本処理フローは終了する。そうでない場合(ステップS10 = No)は、次の機器についてステップS3からの処理を繰り返す。

これまでにステップS4においてアバター101の位置と機器*i*の位置との距離が第1閾値より小さい場合について説明を行った。以下に次に本処理フローで処理対象とする機器*i* + 1についてアバター101と機器*i* + 1との距離が第1閾値以上である場合(ステップS4 = No)について説明する。この場合、詳細画面表示制御部32は機器*i* + 1のインタフェース詳細画面107は表示しない。

位置関係算出部31は、アバター101と機器*i* + 1との距離*i* + 1と第2閾値との大小を比較する(ステップS7)。第2閾値とはアバター101が機器*i*から遠ざかったときにインタフェース詳細画面107を非表示にするか否かを判定するのに用いる値である。

距離*i* + 1が第2閾値より小さい場合(ステップS7 = No)、機器*i* + 1についての処理を完了し(機器*i* + 1については特に何もしない)、ステップS10の判定を行う。距離*i* + 1が第2閾値以上のとき(ステップS7 = Yes)、位置関係算出部31は、機器*i* + 1の識別子を示す情報を詳細画面表示制御部32に出力する。

【0034】

次に詳細画面表示制御部32は取得した識別子が示す機器*i* + 1のインタフェース詳細画面107が既に操作可能エリアに表示されているかどうかを判定する(ステップS8)。判定の方法はステップS5と同様でよい。機器*i*のインタフェース画像が表示されていない場合(ステップS8 = No)、位置関係算出部31に処理の完了を通知する。機器*i* + 1のインタフェース画像が表示されている場合(ステップS8 = Yes)、詳細画面表示制御部32は、操作可能エリアに表示された機器*i* + 1の識別子に対応する操作器や表示器のインタフェース詳細画面107を非表示にする処理を行う(ステップS9)。そして、詳細画面表示制御部32はこれらの処理を完了すると、位置関係算出部31に処理が完了した旨の信号を出力する。

次に位置関係算出部31はステップS10の判定を行う。以上のようにして全ての機器についてインタフェース画像の表示/非表示を制御が完了すると本処理フローは終了する。

【0035】

< 第二の実施の形態 >

以下、本発明の第二の実施形態によるプラント運転訓練装置の動作を図6～8を参照して説明する。

10

20

30

40

50

第二の実施形態は、操作可能エリア 104 に機器のインタフェース詳細画面 107 を表示する前にユーザが操作可能エリア 104 に表示する機器の選択を行う点が第一の実施形態と異なる。

図 6 は本実施形態によるプラント運転訓練装置 1 の操作画面を示す図である。

図 6 を用いて詳細画面表示選択部 34 がユーザにインタフェース詳細画面 107 を選択することができる手段を提供する方法について説明する。

仮想空間生成部 30 が操作手段 20 から信号に基づいてアバターを場所 100 まで移動すると詳細画面表示選択部 34 はアバター 101 から第 1 閾値以内の距離に備えられた機器のインタフェース詳細画面 107 を選択エリア 105 に表示する。図 6 は、アバター 101 がプラントの場所 100 に存在するときの 3D 画像である。図 6 においてアバター 101 から第 1 閾値よりも小さい距離内に高圧給水弁後弁 103 と高圧給水流量計 102 が備えられているものとする。このとき詳細画面表示選択部 34 は表示部 10 の選択エリア 105 に高圧給水流量計 102 のインタフェース詳細画面 107 と高圧給水弁後弁 103 のインタフェース詳細画面 107 を重ねて表示する。また、詳細画面表示選択部 34 は、最も前面に表示した機器のインタフェース詳細画面 107 の外枠にユーザからの操作を受け付ける対象であることを示す例えば赤枠 111 を表示する。

【0036】

ユーザがこの状態で機器を選択する操作を行うと、詳細画面表示制御部 32 はそのインタフェース詳細画面 107 を操作可能エリアに移動表示する。また、ユーザが機器を選択しない操作を行うと、詳細画面表示選択部 34 はそのインタフェース詳細画面 107 を選択エリアから消去し、その下に重ねて表示されていた別のインタフェース詳細画面 107 を最前面に表示する。ここで所定の操作とは、例えばゲームコントローラの所定のボタンを押下するでもよいし、マウスでクリック操作を行うでもよい。

また、ユーザがその機器を選択しないことを示す別の所定の操作を行うと詳細画面表示選択部 34 は、そのインタフェース詳細画面 107 を選択エリア 105 から消去し、次のインタフェース詳細画面 107 を選択エリア 105 の最前面に表示する。

ユーザが選択した結果は、詳細画面表示選択部 34 が記憶部 40 へ格納する。

【0037】

このようにユーザが必要としない機器を操作可能エリア 104 に表示しないようにすることで、操作可能エリア 104 に表示されるインタフェース詳細画面 107 の数を減らすことができる。それによって、ユーザは操作可能エリア 104 に表示されたインタフェース詳細画面 107 の中から操作を行う機器を選択する手間を少なくすることができる。

また、一度選択した内容を記憶部 40 に記憶させることでアバター 101 が再度同じ位置に移動してきたときに再度選択することなく必要な機器のインタフェース詳細画面 107 だけを表示させることができる。

また、詳細画面表示選択部 34 が選択エリア 105 にてインタフェース詳細画面 107 を 1 つずつ重ねて表示し、選択が完了する度に同じ位置に別の機器の画像を次々と表示することで、ユーザはマウス等で選択する対象となる機器を選択する必要がある。

なお、再度選択を行いたい場合などに所定の操作キーを押下すると詳細画面表示選択部 34 が選択エリア 105 にインタフェース詳細画面 107 を表示する動作としてもよい。

また、上の説明ではユーザが選択しない操作を行ったときはそのインタフェース詳細画面 107 を非表示とする動作としたが、非表示とする代わりに操作不可エリア 106 に移動してインタフェース詳細画面 107 を重ねて表示する動作でもよい。この場合、操作不可エリア 106 に表示されたインタフェース詳細画面 107 を参照することで、ユーザは他にどのような機器が備えられているのかを把握することができる。さらに、操作不可エリア 106 において選択操作ができるような動作としてもよい。ユーザは一度不要と判断した機器について再度選択を行うことによって、その機器のインタフェース詳細画面 107 を操作可能エリア 104 に表示させることができる。

【0038】

図 7 は本実施形態による表示装置の処理フローを示す図である。

図 7 の処理フローを用いて図 6 で説明した処理について詳しく説明する。
前提として、ユーザの指示によりアバター 101 は移動し、プラント内の場所 100 に存在するものとする。

すると、図 4 のフローで説明したとおり位置関係算出部 31 はアバター 101 の位置情報と機器類の位置情報とをメモリから取得しこれらの距離を計算し、アバター 101 との距離が第 1 閾値より小さい位置にある機器類を特定する。そして位置関係算出部 31 はこれら特定した機器の識別子を示す情報を詳細画面表示選択部 34 へ出力する。次に詳細画面表示選択部 34 は、取得した機器の識別子を用いて記憶部 40 からインタフェース詳細画面を読み込み選択エリア 105 に重ねて表示する（ステップ S11）。重ねる順番は例えば識別子順でもよいし、あるいはアバター 101 との距離に近いものをより前面に表示してもよい。

10

【0039】

ステップ S11 について詳しく説明する。ステップ S11 において詳細画面表示選択部 34 は、例えば図 8 に示すテーブルを用いる。このテーブルの「操作可能フラグ」欄はその識別子を持つ機器について操作エリアに「表示する／しない」又はそのどちらも設定されていないことを示す値がセットされている。「操作可能フラグ」欄の値が「0」であれば、その機器については全く未設定であることを示す。値が「1」であれば、その機器については「操作エリアに表示する」と設定されていることを示している。また、値が「2」であればその機器については「操作エリアに表示しない」と設定されていることを示している。

20

ステップ S11 で詳細画面表示選択部 34 は、このテーブルを読み込み、「操作可能フラグ」の値が「0」でとなっている機器を選択し、それらの機器についてのみ選択エリアにインタフェース画像を表示する。

なお、フラグの値が「1」の機器については、詳細画面表示選択部 34 がそれらの識別子情報を詳細画面表示制御部 32 へ出力し、詳細画面表示制御部 32 が操作可能エリアへ出力するものとする。フラグの値が「2」の機器は、表示しない。

図 8 の例の場合、TAG「A-101」で示される機器の画像インタフェースは詳細画面表示選択部 34 が選択エリアに表示する。TAG「B-101」で示される機器の画像インタフェースは詳細画面表示制御部 32 が操作可能エリアに表示する。そして TAG「C-102」で示される機器の画像インタフェースは既に表示しない設定がなされているので何処にも表示されない。

30

【0040】

次に詳細画面表示選択部 34 は、一番前に表示したインタフェース詳細画面 107 がユーザの選択操作の対象となるように制御を行う。具体的には詳細画面表示選択部 34 は、当該インタフェース画像にフォーカスを当ててアクティブ状態にする。また、詳細画面表示選択部 34 は、ユーザがわかり易いようにインタフェース詳細画面 107 の外周部分に赤色の枠を表示してもよい（ステップ S12）。

次に詳細画面表示選択部 34 は、操作手段 20 からのユーザによる選択操作を示す信号を検出し、ユーザが機器 i のインタフェース画像を操作可能エリアに表示するよう選択したか否かを判定する（ステップ S13）。

40

詳細画面表示選択部 34 が機器 i を選択する旨の信号を取得した場合、詳細画面表示選択部 34 は機器 i の識別子を詳細画面表示制御部 32 へ出力する。次に詳細画面表示制御部 32 は取得した識別子に基づいて機器 i のインタフェース詳細画面 107 を選択エリア 105 から操作可能エリア 104 へ移動し表示する（ステップ S14）。そして詳細画面表示選択部 34 は機器 i について操作可能エリア 104 に「表示する」という選択がされたことを記憶部 40 に記録する。例えば、図 8 の例の場合、機器 i を示す TAG の値を持つレコードの「操作可能フラグ」欄に「1」をセットする。

詳細画面表示選択部 34 が機器 i を選択しない旨の信号を取得した場合、詳細画面表示選択部 34 は、機器 i のインタフェース画像を非表示にする（ステップ S15）。そして詳細画面表示選択部 34 は機器 i について操作可能エリアに「表示しない」との選択がさ

50

れたことを記憶部 40 に記録する。例えば、図 8 の例の場合、機器 i を示す T A G の値を持つレコードの「操作可能フラグ」欄に「2」をセットする。

【0041】

次に詳細画面表示選択部 34 は、ステップ S 11 で選択エリアに表示した機器の全てについてユーザによる表示する / しないの選択操作が完了したかどうかを判定する（ステップ S 16）。全ての機器について選択が完了している場合（ステップ S 16 = Yes）、本処理フローは終了する。そうでない場合（ステップ S 16 = No）は、次のインタフェース詳細画面 107 についてステップ S 12 からの処理を繰り返す。

そして全ての機器について処理が終了すると本処理フローを終了する。

【0042】

< 第三の実施の形態 >

以下、本発明の第三の実施形態によるプラント運転訓練装置の動作を図 9 を参照して説明する。

第三の実施形態は、選択エリア 105 に表示する機器の種類を予めユーザが設定しておく点が第二の実施形態と異なる。

図 9 は本実施形態によるプラント運転訓練装置 1 の設定画面を示す図である。

図 9 はプラント運転訓練のインストラクター役のユーザが選択エリア 105 にインタフェース詳細画面 107 を表示する機器を設定できる設定画面の一例を示している。

符号 110 は、設定画面を示している。符号 112 は、機器ごとに選択エリア 105 への表示 / 非表示を設定することができるチェックボックス群を示している。ユーザがチェックを付したチェックボックス 112 a に対応する機器「操作器 1」は、詳細画面表示選択部 34 が選択エリアに表示する対象となる機器である。ユーザがチェックを付していないチェックボックス 112 b に対応する機器「表示器 3」は、詳細画面表示選択部 34 が選択エリアに表示しない機器である。

なお、「操作器 1」にチェックが付されていても、ユーザが「操作器 1」について操作可能エリア 104 に表示する / しないの設定をした後であれば詳細画面表示選択部 34 は「操作器 1」のインタフェース詳細画面 107 を選択エリア 105 に表示しない。

【0043】

符号 108 は OK ボタンを示している。ユーザがチェックボックス 112 にチェックを付した後に OK ボタン 108 を押下すると、詳細画面選択設定部 35 は、ユーザがこの画面において設定した内容を記憶部 40 の例えば図 8 で示したテーブルに格納する。そして設定画面 110 を閉じる。

図 8 に示したテーブルを例に詳細画面選択設定部 35 が設定値をテーブルに格納する動作の一例を説明する。

ユーザが新たにチェックを付した機器については以下のように値をセットしてもよい。元々、その機器に対して「操作可能フラグ」の値が「0」又は「1」である場合、そのままの値を維持する。また、値が「2」である場合、詳細画面選択設定部 35 は、「0」をセットする。元々「操作可能フラグ」欄の値が「2」の場合、その機器については操作可能エリアに表示しないという設定がされていたことを意味する。しかし、そのような機器について設定画面 110 において改めて「表示」のチェックボックスにチェックを付するということはユーザに再度、操作選択エリアに表示する / しないの選択の機会を与えることが適切と思われるからである。

また、ユーザが今までチェックを付していた機器からチェックを外した場合については、「操作可能フラグ」欄に「2」をセットする。「2」をセットすることでその機器のインタフェース画像は選択エリアにも操作可能エリアにも表示されない。

【0044】

符号 109 はキャンセルボタンを示している。ユーザがキャンセルボタン 109 を押下すると詳細画面選択設定部 35 は、記憶部 40 のテーブルを更新せずに設定画面 110 を閉じる。

【0045】

10

20

30

40

50

このように設定することで選択エリアに表示するインタフェース画像の数を減らし、運転訓練を受けるユーザが必要な機器を選択する手間を省くことができる。

この機能は例えば運転訓練のインストラクターが訓練を受けるユーザの訓練内容に合わせて表示させる機器を選択するために用いることができる。例えば訓練を受けるユーザのレベルが初心者の場合、必要最低限の機器類のインタフェース画像のみを表示することが望ましいが、本実施形態の設定を用いることでそれが可能である。また、普段ほとんど使わない機器についてもこの機能によって表示を制限することができる。

なお、本実施形態は第一の実施形態と組み合わせることも可能である。例えば以下のように制御する。詳細画面表示制御部 32 は詳細画面選択設定部 35 が機器ごとに表示する / しないを記録したテーブルを参照し、アバターとの距離が第 1 閾値より小さくなるとこのテーブルに「表示する」と設定された機器の画像のみを表示する。第一の実施形態と組み合わせた場合、選択エリアから必要な機器を選択する知識のないユーザに対して必要な機器のインタフェース画像を表示させることができる。

このように本実施形態によれば、運転訓練を受けるユーザが必要な機器を選択する手間を省くだけでなく、さまざまなレベルのユーザにプラントの運転訓練の機会を与えるのに役立つ効果を得ることができる。

【0046】

< 第四の実施形態 >

以下、本発明の第四の実施形態によるプラント運転訓練装置の動作を図 10 ~ 11 を参照して説明する。

第四の実施形態は、ユーザが操作している機器の備えられた部位を点滅させるなどして表示する点が第一 ~ 第三の実施形態と異なる。

図 10 は本実施形態によるプラント運転訓練装置 1 の操作画面を示す図である。

図 10 を用いて対応部位表示制御部 33 がユーザの選択したインタフェース画像に対応する機器が備えられた部位を他の機器類と異なる態様で表示する動作について説明する。

図 10 は、ユーザの操作によってアバター 101 がプラント内の場所 100 へ移動したときに、高圧給水弁後弁 103 のインタフェース詳細画面 107 が操作可能エリア 104 に表示されたことを示す 3D 画像である。高圧給水弁後弁 103 は、アバター 101 と第 1 閾値より小さい距離内に備えられており、符号 113 は、高圧給水弁後弁 103 が備えられた部位を示している。

【0047】

ここでユーザが操作手段 20 によって操作可能エリア 104 のインタフェース詳細画面 107 を選択すると、対応部位表示制御部 33 はインタフェース詳細画面 107 の外周部分に赤色の枠を表示する。そして対応部位表示制御部 33 は高圧給水弁後弁 103 が備えられている部位 113 が点滅させるなどしてユーザの目に付きやすくする。

また、多くの計器類を備えるタービンなどの大型設備機器に対してアバターが所定の距離内に近づくと、対応部位表示制御部 33 は、まずその大型設備機器をそれまでとは異なった色等で目立つように表示してもよい。そしてユーザが操作可能エリア 104 にてある機器を選択したときに対応部位表示制御部 33 は、その機器の備えられた部位を点滅して表示してもよい。

本実施形態によればユーザは操作対象としている機器がどこに備えられているかを知ることができる。

このような動作とすることで機器類の設置場所を把握しながら操作方法を学習できるので実際のプラントを用いた実地訓練を行ったときと同様の高い訓練効果を期待できる。

【0048】

図 11 は本実施形態による表示装置の処理フローを示す図である。

図 11 の処理フローを用いて図 10 で説明した処理について詳しく説明する。

前提として、ユーザの指示によりアバター 101 は移動し、プラント内の場所 100 に存在するものとする。また、アバター 101 と第 1 閾値より小さい距離範囲内にある機器類のインタフェース詳細画面 107 が操作可能エリア 104 に表示されているものとする。

まず、ユーザが操作手段 20 を操作することにより操作可能エリア 104 に表示されたインタフェース詳細画面 107 の中から 1 つを選択する。すると対応部位表示制御部 33 は当該インタフェース詳細画面 107 をアクティブにし、その外周部分に赤色の枠を表示する制御を行う（ステップ S31）。

次に、対応部位表示制御部 33 は、選択されたインタフェース詳細画面 107 に対応する機器の 3D 画像を点滅表示させる。具体的には対応部位表示制御部 33 は選択されたインタフェース詳細画面 107 に対応する機器の識別子を用いて当該機器の 3D 画像を生成するプログラムを特定する。そして対応部位表示制御部 33 は特定したプログラムに対し、当該部位の色を変更又は点滅させるよう指示する（ステップ S32）。例えば 3D 画像を生成するプログラムに変更後の色彩を示す RGB 値を指定して当該機器を点滅表示させたり、色を変更してもよい。なお、変更又は点滅させる色はユーザの目に付きやすいように目立つ色を選択することが好ましい。

10

次に対応部位表示制御部 33 は、ユーザの選択操作により操作可能エリアに表示された別のインタフェース表示画面が選択されたかどうかを検出する（ステップ S33）。別のインタフェース画面が選択されるとステップ S31 からの処理を繰り返す。また、非選択となった機器については当該機器の 3D 画像を生成するプログラムに対して元の表示態様に戻すよう指示を行う。

【0049】

< 第五の実施の形態 >

以下、本発明の第五の実施形態によるプラント運転訓練装置の動作を図 12 ~ 13 を参照して説明する。

20

図 12 は本実施形態によるプラント運転訓練装置 1 のインタフェース詳細画面に表示するパラメータ値を示す図である。図 12 (a) 及び (b) は、アバター 101 が場所 100 に存在するときにアバター 101 と第 1 閾値より近い距離に備えられた機器類の一覧と各機器のインタフェース詳細画面に表示するために記憶部 40 が有しているパラメータ値を示している。

図 12 (a) は、各機器のインタフェース詳細画面 107 を操作可能エリアに表示する前の各機器のパラメータ値の値を示している。この図が示すようにこのときは未だ記憶部 40 は各機器のインタフェースに表示するパラメータ値を有していない。

図 12 (b) は、各機器のインタフェース詳細画面 107 を操作可能エリアに表示したときの各機器のパラメータ値の値を示している。この図が示すように記憶部 40 はプラントシミュレーション装置 2 から取得した各パラメータ値を有している。

30

【0050】

プラント運転訓練装置 1 において常に全てのパラメータ値を通信して取得すると通信処理のためにプラント運転訓練装置 1 の CPU の処理能力が消費され、計算負荷が高くなってしまふ。その結果、運転訓練のための 3D 画像の生成処理に影響が出て 3D 画像の表示を滑らかに表示できなくなるという問題がある。本実施形態によれば、必要なパラメータ値だけを抽出し、通信することで通信負荷を下げ、3D 仮想プラント画像を表示するプラント運転訓練装置 1 の計算負荷を低減することで、3D 画像表示を滑らかに表示できるという効果が得られる。

40

また、プラント運転訓練装置 1、プラントシミュレーション装置 2（及び中央制御室の訓練シミュレータ装置）からなるプラント運転訓練システムは同時に複数のユーザが使用することを想定して設計されている。例えばユーザ A がプラント運転訓練装置 1 A を用いて機器 A の操作方法を訓練し、同時に別のユーザ B がプラント運転訓練装置 1 B を用いて機器 B の操作方法を訓練する。そしてプラント運転訓練装置 1 A、1 B は共にプラントシミュレーション装置 2 とネットワークを介して接続されている。そしてユーザ A が機器 A に対して操作 A を行いながら並行してユーザ B が機器 B に対して操作 B を行くと、プラントシミュレーション装置 2 はそれらの操作 A、B がプラントの状態に与える影響を算出し、その結果をプラント運転訓練装置 1 A、1 B に送信する。このようにこのシステムは 1 つのプラントに対して同時に複数個所で操作を行うような運転訓練の機能を提供する。

50

このように複数のユーザが訓練を行う場面でプラントが備える全ての機器類のパラメータ値をプラントの状態が変化する毎に各プラント運転訓練装置１とプラントシミュレーション装置２との間で通信するとそれだけでシステムのネットワーク帯域を消費してしまう。本実施形態によれば必要最低限のパラメータ値の通信に限定することでシステム全体のネットワーク負荷を低減する効果が得られる。

【 0 0 5 1 】

図１３は本実施形態による表示装置の処理フローを示す第一の図である。

図１３の処理フローを用いて図１２で説明した処理について説明する。

前提として、ユーザの指示によりアバター１０１は移動し、プラント内の場所１００に存在するものとする。また、この処理フローが実行されるのは詳細画面表示制御部３２がアバター１０１と第１閾値より小さい距離範囲内にある機器類のインタフェース詳細画面を操作可能エリア１０４に表示する直前であるものとする。

10

まず、詳細画面表示制御部３２は、操作可能エリア１０４にインタフェース詳細画面１０７を表示する対象となる機器のうち１つ機器の識別子（ＴＡＧ）を図４のステップＳ４と同様にして取得し、ＴＡＧの値をパラメータ取得部３６に出力する（ステップＳ４１）。次にパラメータ取得部３６は通信部５０を介してプラントシミュレーション装置２に当該ＴＡＧについての最新のパラメータ値を要求する（ステップＳ４２）。

ここでプラントシミュレーション装置２はその時々プラント状態量を計算してＴＡＧ情報毎に保有しているとする。そしてプラントシミュレーション装置２はパラメータ取得部３６からの要求に対して最新のパラメータ値を送信する。

20

パラメータ取得部３６は通信部５０を介してプラントシミュレーション装置２から要求したＴＡＧに対応する機器のパラメータ値を取得する（ステップＳ４３）。そしてパラメータ取得部３６は取得したパラメータ値を詳細画面表示制御部３２に出力する。次に詳細画面表示制御部３２は取得したパラメータ値を含むインタフェース詳細画面１０７を操作可能領域に出力する（ステップＳ４４）。詳細画面表示制御部３２は操作可能エリア１０４に表示すべき全ての機器について上記の処理を行ったかどうかを判定し（ステップＳ４５）、全ての機器についてステップＳ４１～Ｓ４４までの処理を繰り返す。

【 0 0 5 2 】

なお、上述のプラント運転訓練装置１は内部にコンピュータを有している。そして、上述したプラント運転訓練装置１の各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

30

【 0 0 5 3 】

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

【 0 0 5 4 】

40

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。また、この発明の技術範囲は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば、３Ｄ仮想空間でなく２Ｄ仮想空間でもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 5 】

- １・・・プラント運転訓練装置
- ２・・・プラントシミュレーション装置
- １０・・・表示部
- ２０・・・撮像部

50

3 0 . . . 仮想空間生成部
 3 1 . . . 位置関係算出部
 3 2 . . . 詳細画面表示制御部
 3 3 . . . 対応部位表示制御部
 3 4 . . . 詳細画面表示選択部
 3 5 . . . 詳細画面選択設定部
 3 6 . . . 詳細画面選択設定部
 4 0 . . . 記憶部
 5 0 . . . 通信部
 1 0 0 . . . 場所
 1 0 1 . . . アバター
 1 0 2 . . . 高圧給水流量計
 1 0 3 . . . 高圧給水弁後弁
 1 0 4 . . . 操作可能エリア
 1 0 5 . . . 選択エリア
 1 0 6 . . . 操作不可エリア
 1 0 7 . . . インタフェース詳細画面
 1 0 8 . . . OKボタン
 1 0 9 . . . キャンセルボタン
 1 1 0 . . . 設定画面
 1 1 1 . . . 赤枠
 1 1 2 . . . チェックボックス
 1 1 3 . . . 部位

10

20

【図 1】

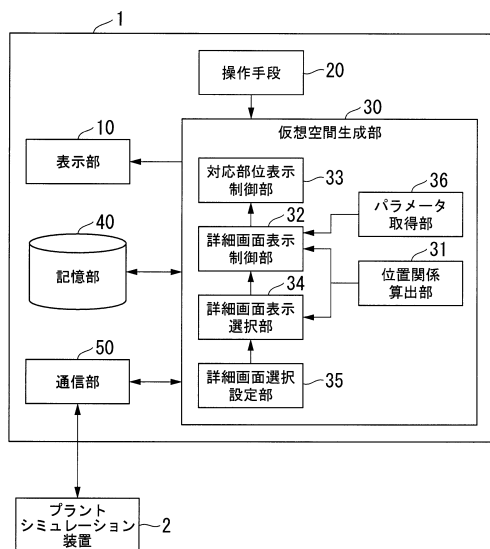


図 1

【図 2】

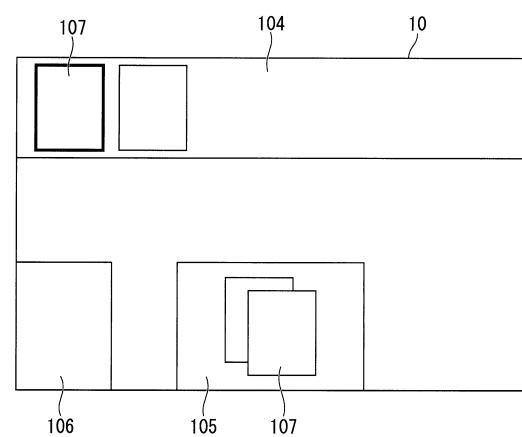


図 2

【図 3】

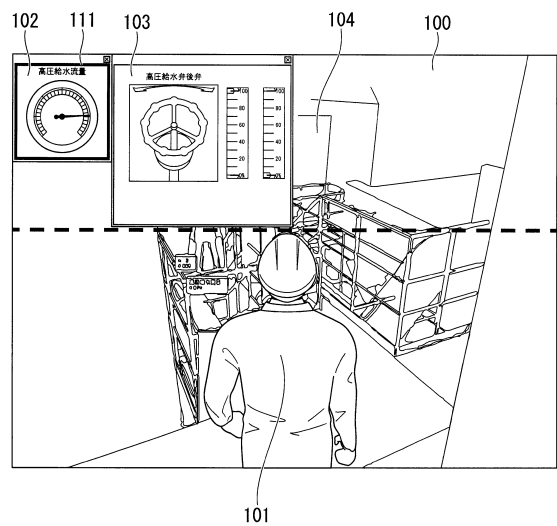


図 3

【図 4】

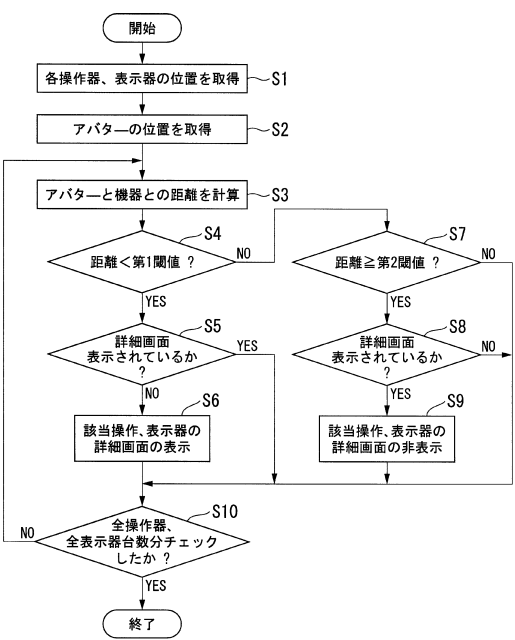


図 4

【図 5】

(a)

TAG	X座標	Y座標	Z座標	インタフェース画像データ
A-101	X1	Y1	Z1	AAA
B-101	X2	Y2	Z2	BBB
C-102	X3	Y3	Z3	CCC

(b)

TAG	表示済みフラグ
A-101	0
B-101	0
C-102	1

図 5

【図 6】

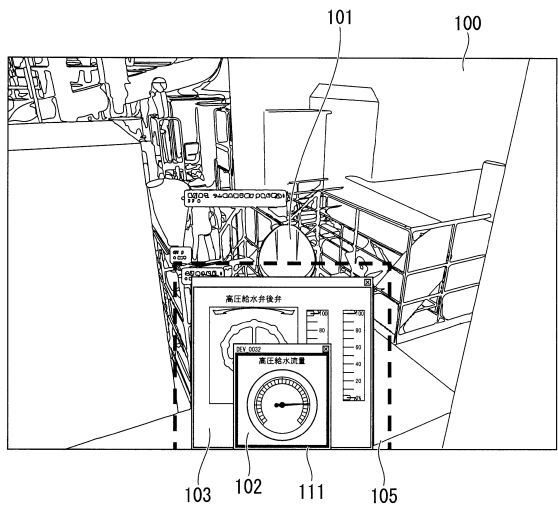


図 6

【図 7】

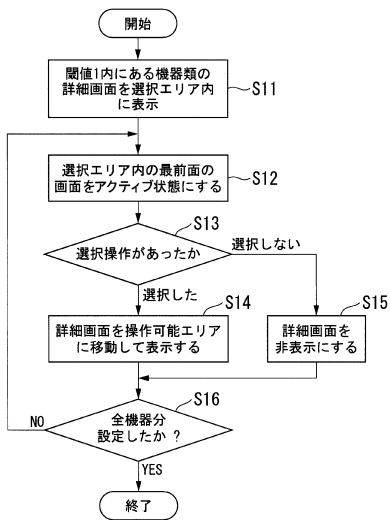


図 7

【図 8】

TAG	操作可能フラグ
A-101	0
B-101	1
C-102	2

図 8

【図 9】

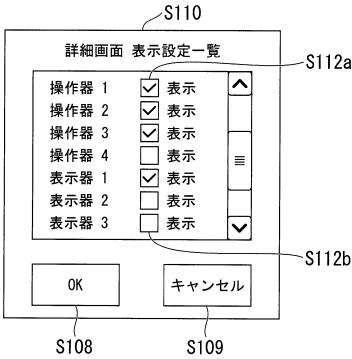


図 9

【図 10】

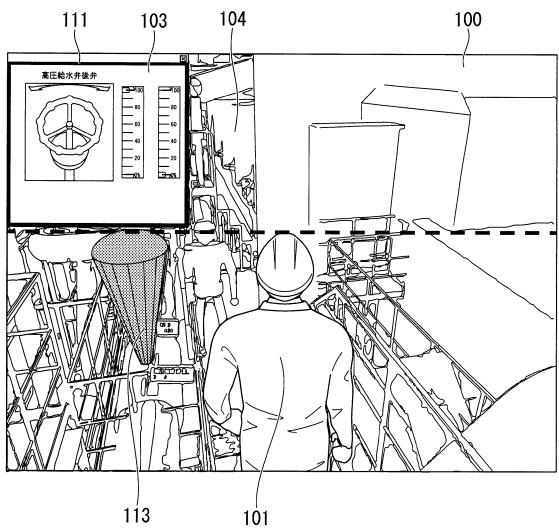


図 10

【図 11】

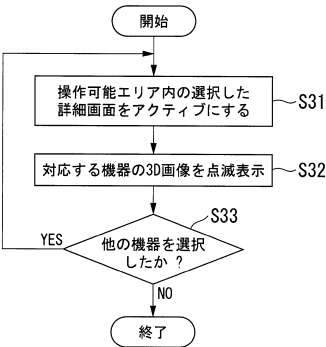


図 11

【図 1 2】

(a)

No	詳細画面	TAG	Data
1	操作器 1	A-101	---
2	操作器 2	B-203	---
3	操作器 3	C-304	---
4	操作器 4	D-506	---
5	表示器 1	G-205	---
6	表示器 2	J-508	---
7	表示器 3	K-609	---

(b)

No	詳細画面	TAG	Data
1	操作器 1	A-101	10.1
2	操作器 2	B-203	21.4
3	操作器 3	C-304	3.5
4	操作器 4	D-506	1
5	表示器 1	G-205	32.6
6	表示器 2	J-508	43.5
7	表示器 3	K-609	0

図 1 2

【図 1 3】

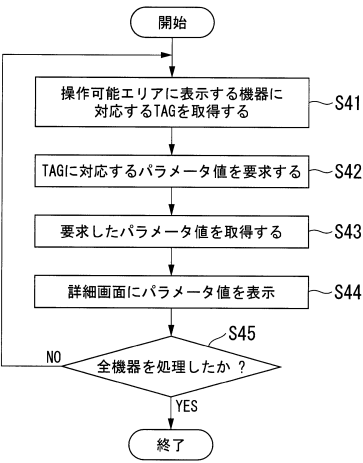


図 1 3

フロントページの続き

- (72)発明者 武多 一浩
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 坂本 賢士
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 前田 琢磨
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内

審査官 目黒 大地

- (56)参考文献 特開２００２－３０４１１２（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０７２１９３（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１２２５２０（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０７０１６１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０７７８９６（ＪＰ，Ａ）
石井 裕剛 Hirotake Ishii, 人工現実感技術を用いた原子力プラント運転の体験型教育システムの開発 Development of a VR-based Experienceable Education System for Operating Nuclear Power Plants, ヒューマンインタフェース学会誌 Vol. 2 No. 4 Journal of Human Interface Society, 日本, ヒューマンインタフェース学会 Human Interface Society, 2000年12月31日, 第2巻
山本 倫也 Michiya Yamamoto, 大規模プラント保守訓練のための分散仮想環境のシミュレーション手法 A Simulation Method of Distributed Virtual Environment for Training of Maintenance Work in Large-scale Plants, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 第5巻 第4号 Transactions of the Virtual Reality Society of Japan, 日本, 日本バーチャルリアリティ学会 The Virtual Reality Society of Japan, 2000年12月31日, 第5巻
土井 美和子 Miwako DOI, プラント設計支援への仮想環境の適用 Virtual Environment For Plant Engineering, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 95 No. 441 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 1995年12月15日, 第95巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09B1/00 - 9/56
17/00 - 19/26