

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-3565
(P2020-3565A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09B 9/00 (2006.01)	G09B 9/00 B	5E555
G06F 3/0488 (2013.01)	G06F 3/0488	5L049
G06Q 50/20 (2012.01)	G06Q 50/20	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2018-121024 (P2018-121024)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成30年6月26日 (2018.6.26)	(74) 代理人	110002365 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
		(72) 発明者	窪田 龍弥 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	神田 宏則 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	岩本 朋久 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

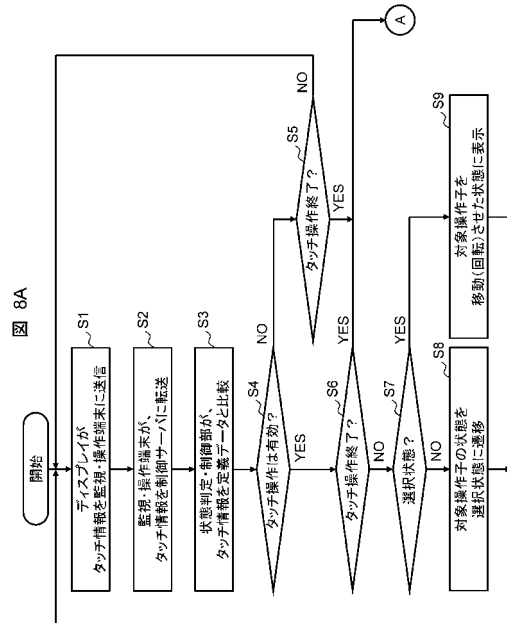
(54) 【発明の名称】 シミュレーションシステム及びその制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 より効果的な操作子の操作訓練環境を提供し得るシミュレーションシステム及びその制御方法を提供する。

【解決手段】 タッチ操作式のディスプレイと、ディスプレイに表示される操作子の操作方法を定義した定義データを保持する記憶装置と、現実の操作子の動きを模擬する当該操作子のグラフィック画像をタッチパネルに表示させる制御部とをシミュレーションシステムに設け、定義データは、操作子のグラフィック画像上やその周辺部に設定された第1の領域の定義情報と、ディスプレイ上の操作子进行操作するために必要な手指の数である必要接触点数とを含み、当該必要接触点数は、現実に必要な手指の数に設定され、制御部が、ディスプレイに表示された操作子の第1の領域に接触している手指の数が、定義データで定義された当該操作子の必要接触点数の条件を満たすときに、当該操作子の状態を操作可能な選択状態に切り替えるようにした。

【選択図】 図8A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

操作子の操作訓練を行うためのシミュレーションシステムにおいて、
画像表示面に対するタッチ操作を検知し、検知結果を出力するタッチ操作式のディスプレイと、

前記ディスプレイの前記画像表示面に表示される前記操作子の操作方法を定義した定義データ及び当該操作子のグラフィック画像の画像データを保持する記憶装置と、

前記画像データに基づいて、現実の前記操作子の動きを模擬する当該操作子の前記グラフィック画像を前記ディスプレイに表示させる制御部と

を備え、

10

前記定義データは、

前記操作子の前記グラフィック画像上又は当該グラフィック画像の周辺部に設定された第 1 の領域の定義情報と、

必要接触点数として定義された、前記ディスプレイに表示された前記操作子を操作するために必要な手指の数と

を含み、

前記操作子の前記必要接触点数は、現実の前記操作子を操作するときに必要なとする前記手指の数に設定され、

前記制御部は、

前記ディスプレイの出力に基づき認識される、当該ディスプレイに表示された前記操作子の前記第 1 の領域に接触している前記手指の数と、前記定義データで定義された当該操作子の前記必要接触点数とを比較し、

20

当該第 1 の領域に接触している前記手指の数が当該必要接触点数の条件を満たすときに、当該操作子の状態を操作可能な選択状態に切り替える

ことを特徴とするシミュレーションシステム。

【請求項 2】

前記制御部は、

前記選択状態に切り替えられた前記操作子が、前記ディスプレイの出力に基づき認識される当該操作子の前記第 1 の領域に接触された前記手指の動きに連動して動くように、当該操作子の前記グラフィック画像を前記ディスプレイに表示させる

30

ことを特徴とする請求項 1 に記載のシミュレーションシステム。

【請求項 3】

前記定義データは、

前記ディスプレイに表示された前記操作子を操作するために前記手指を前記ディスプレイの前記画像表示面に接触させたままスライド移動させるべき第 2 の領域の定義情報をさらに含み、

前記制御部は、

前記ディスプレイの出力に基づき認識される前記選択状態に切り替えられた前記操作子の前記第 2 の領域に接触している前記手指の数が、前記定義データにおいて定義された当該操作子の前記必要接触点数を下回った場合には、当該操作子が動かないように当該操作子の前記グラフィック画像を前記ディスプレイに表示させる

40

ことを請求項 2 に記載のシミュレーションシステム。

【請求項 4】

前記第 2 の領域は、

前記操作子における操作部位をその可動範囲内で変位させたときに、当該操作子の前記第 1 の領域の移動軌跡に基づいて定義される

ことを特徴とする請求項 3 に記載のシミュレーションシステム。

【請求項 5】

前記定義データは、

前記操作子について予め設定された閾値を含み、

50

前記制御部は、

前記第1の領域の周囲を取り囲む前記閾値の幅を有する第3の領域内でタッチされた位置の位置情報を蓄積し、

蓄積した前記位置情報に基づいて、前記第1の領域を拡張するよう当該第1の領域の前記定義情報を補正する

ことを特徴とする請求項1に記載のシミュレーションシステム。

【請求項6】

前記制御部は、

統計的解析処理により拡張後の前記第1の領域の前記定義情報を生成し、生成した定義情報を、拡張前の元の前記第1の領域の前記定義情報に書き換えるようにして当該定義情報を補正する

ことを特徴とする請求項5に記載のシミュレーションシステム。

【請求項7】

操作子の操作訓練を行うためのシミュレーションシステムの制御方法において、

前記シミュレーションシステムは、

画像表示面に対するタッチ操作を検知し、検知結果を出力するタッチ操作式のディスプレイと、

前記ディスプレイの前記画像表示面に表示される前記操作子の操作方法を定義した定義データ及び当該操作子のグラフィック画像の画像データを保持する記憶装置と、

前記画像データに基づいて、現実の前記操作子の動きを模擬する当該操作子の前記グラフィック画像を前記ディスプレイに表示させる制御部と

を有し、

前記定義データは、

前記操作子の前記グラフィック画像上又は当該グラフィック画像の周辺部に設定された第1の領域の定義情報と、

必要接触点数として定義された、前記ディスプレイに表示された前記操作子を操作するために必要な手指の数と

を含み、

前記操作子の前記必要接触点数は、現実の前記操作子を操作するとき必要とする前記手指の数に設定され、

前記制御部が、前記ディスプレイの出力に基づき認識される、当該ディスプレイに表示された前記操作子の前記第1の領域に接触している前記手指の数と、前記定義データで定義された当該操作子の前記必要接触点数とを比較する第1のステップと、

前記制御部が、当該手指の数が、当該必要接触点数の条件を満たすときに、当該操作子の状態を操作可能な選択状態に切り替える第2のステップと

を備えることを特徴とするシミュレーションシステムの制御方法。

【請求項8】

前記制御部が、前記選択状態に切り替えられた前記操作子が、前記ディスプレイの出力に基づき認識される当該操作子の前記第1の領域に接触された前記手指の動きに連動して動くように、当該操作子の前記グラフィック画像を前記ディスプレイに表示させる第3のステップをさらに備える

ことを特徴とする請求項7に記載のシミュレーションシステムの制御方法。

【請求項9】

前記定義データは、

前記ディスプレイに表示された前記操作子を操作するために前記手指を前記ディスプレイの前記画像表示面に接触させたままスライド移動させるべき第2の領域の定義情報をさらに含み、

前記第3のステップにおいて、前記制御部は、

前記ディスプレイの出力に基づき認識される前記選択状態に切り替えられた前記操作子の前記第2の領域に接触している前記手指の数が、前記定義データにおいて定義された当

10

20

30

40

50

該操作子の前記必要接触点数を下回った場合には、当該操作子が動かないように当該操作子の前記グラフィック画像を前記ディスプレイに表示させる

ことを請求項 8 に記載のシミュレーションシステムの制御方法。

【請求項 10】

前記第 2 の領域は、

前記操作子における操作部位をその可動範囲内で変位させたときに、当該操作子の前記第 1 の領域により描かれる軌跡により定義される

ことを特徴とする請求項 9 に記載のシミュレーションシステムの制御方法。

【請求項 11】

前記定義データは、

前記操作子について予め設定された閾値を含み、

前記制御部は、

前記第 1 の領域の周囲を取り囲む前記閾値の幅を有する第 3 の領域内でタッチされた位置の位置情報を蓄積し、

蓄積した前記位置情報に基づいて、前記第 1 の領域を拡張するよう当該第 1 の領域の前記定義情報を補正する

ことを特徴とする請求項 7 に記載のシミュレーションシステムの制御方法。

【請求項 12】

前記制御部は、

統計的解析処理により拡張後の前記第 1 の領域の前記定義情報を生成し、生成した定義情報を、拡張前の元の前記第 1 の領域の前記定義情報に書き換えるようにして当該定義情報を補正する

ことを特徴とする請求項 11 に記載のシミュレーションシステムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はシミュレーションシステム及びその制御方法に関し、例えば、原子力発電プラントの運転訓練シミュレーションシステムに適用して好適なものである。

【背景技術】

【0002】

原子力発電プラントの運転制御は、中央制御室に設置された中央運転監視盤や運転監視補助盤（以下、これらをまとめて制御盤と呼ぶ）を運転員が監視・操作することにより行われている。このような原子力発電プラントの監視・操作は、深い知識や技術を要するため、監視及び操作の技能訓練が必要不可欠である。

【0003】

しかしながら、技能訓練のためだけのために原子力プラントの実機を操作することはできない。このため、従来では、専用のシミュレータを用いた技能訓練が行われている。

【0004】

この種のシミュレータは、原子力発電プラントの中央制御室にある制御盤を忠実にハードウェアで再現したものであり、このため訓練を受ける者（以下、これを運転訓練者と呼ぶ）がこのシミュレータを用いて、現実の原子力発電プラントと同じ感覚で監視や操作の訓練を行ない得るようになされている。

【0005】

ところが、ハードウェアにより構成されたシミュレータは、現実の原子力発電プラントにおける制御盤の設置スペースと同じ大きさのスペースが必要となり、さらにはシミュレータを設置するために相応のコストが必要となる問題があった。

【0006】

かかる問題を解決するための 1 つの方法として、近年では、液晶ディスプレイ上に原子力発電プラントの制御盤をバーチャル表示し、さらにはグラストップ型シミュレータと呼ばれる大型液晶ディスプレイやグラストップパネルを複数台並べ、そこに原子力発電プラ

10

20

30

40

50

ントの制御盤を忠実に描画したグラフィックを表示するシミュレータの開発が進められている。

【0007】

なお、特許文献1には、仮想的なスイッチ類の動きをタッチパネル上で模擬するようになされた技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特表2015-520448号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述のようなソフトウェアによるシミュレータでは、液晶ディスプレイやグラストップパネル（以下、これらをまとめてディスプレイと呼ぶ）に監視・操作制御盤のハード釦や、ハンドル式スイッチ及びキースイッチといった様々な操作子が実物の監視・操作制御盤と同じ構成でバーチャル表示される。

【0010】

このようなシミュレータでは、運転訓練者が、ディスプレイにバーチャル表示された制御盤やハード釦等の操作子を手指で触れることでその操作子を操作できるよう構成されている。

20

【0011】

しかしながら、この種のシミュレータでは、このとき運転訓練者に操作された操作子が押釦及びハンドル式スイッチのいずれの種別のものであっても、ディスプレイに表示されたその操作子を運転訓練者が手指でタッチすることによってその操作子を選択状態又は操作状態とすることができ、原子力発電プラントに設置された実物の操作子の操作に必要な「押す」、「掴む」、「回す」及び又は「引く」といった手指の動作が必要ないものであった。

【0012】

この場合、例え運転訓練であっても操作子に対する実際の操作と同じ動作で訓練できたほうが、知識及び技術の早期習得、実操作時の操作ミスの低減などの観点からもより好ましい環境と言える。

30

【0013】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、より効果的な操作子の操作訓練環境を提供し得るシミュレーションシステム及びその制御方法を提案しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

かかる課題を解決するため本発明においては、操作子の操作訓練を行うためのシミュレーションシステムにおいて、画像表示面に対するタッチ操作を検知し、検知結果を出力するタッチ操作式のディスプレイと、前記ディスプレイの前記画像表示面に表示される前記操作子の操作方法を定義した定義データ及び当該操作子のグラフィック画像の画像データを保持する記憶装置と、前記画像データに基づいて、現実の前記操作子の動きを模擬する当該操作子の前記グラフィック画像を前記ディスプレイに表示させる制御部とを設け、前記定義データが、前記操作子の前記グラフィック画像上又は当該グラフィック画像の周辺部に設定された第1の領域の定義情報と、必要接触点数として定義された、前記ディスプレイに表示された前記操作子を操作するために必要な手指の数とを含み、前記操作子の前記必要接触点数は、現実の前記操作子を操作するときに必要な前記手指の数に設定され、前記制御部が、前記ディスプレイの出力に基づき認識される、当該ディスプレイに表示された前記操作子の前記第1の領域に接触している前記手指の数と、前記定義データで定義された当該操作子の前記必要接触点数とを比較し、当該手指の数が、当該必要接触点数の条件を満たすときに、当該操作子の状態を操作可能な選択状態に切り替えるようにし

40

50

た。

【0015】

また本発明においては、操作子の操作訓練を行うためのシミュレーションシステムの制御方法において、前記シミュレーションシステムに、画像表示面に対するタッチ操作を検知し、検知結果を出力するタッチ操作式のディスプレイと、前記ディスプレイの前記画像表示面に表示される前記操作子の操作方法を定義した定義データ及び当該操作子のグラフィック画像の画像データを保持する記憶装置と、前記画像データに基づいて、現実の前記操作子の動きを模擬する当該操作子の前記グラフィック画像を前記ディスプレイに表示させる制御部とを設け、前記定義データが、前記操作子の前記グラフィック画像上又は当該グラフィック画像の周辺部に設定された第1の領域の定義情報と、必要接触点数として定義された、前記ディスプレイに表示された前記操作子进行操作するために必要な手指の数とを含み、前記操作子の前記必要接触点数は、現実の前記操作子进行操作するときに必要とする前記手指の数に設定され、前記制御部が、前記ディスプレイの出力に基づき認識される、当該ディスプレイに表示された前記操作子の前記第1の領域に接触している前記手指の数と、前記定義データで定義された当該操作子の前記必要接触点数とを比較する第1のステップと、前記制御部が、当該手指の数が、当該必要接触点数の条件を満たすときに、当該操作子の状態を操作可能な選択状態に切り替える第2のステップとを設けるようにした。

10

【0016】

本発明のシミュレーションシステム及びその制御方法によれば、ディスプレイに表示された操作子进行操作する際、現実の操作子进行操作するために必要な手指数でのタッチ操作が必要となるため、現実の操作子进行操作するときに近い感覚で訓練を行うことができる。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、より効果的な操作子の操作訓練環境を提供し得るシミュレーションシステム及びその制御方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本実施の形態による運転訓練シミュレーションシステムのハードウェア構成を示すブロック図である。

30

【図2】本実施の形態による運転訓練シミュレーションシステムの論理構成を示すブロック図である。

【図3】定義データの構成例を示す図表である。

【図4】(A)及び(B)は、操作子の種別の説明に供する図である。

【図5】(A)は接触点検出領域の説明に供する図であり、(B)は操作子動作領域の説明に供する図である。

【図6】(A)～(C)は、ディスプレイ表示された操作子の操作方法の説明に供する図である。

【図7】(A)及び(B)は、ディスプレイ表示された引き保持型の操作子の操作方法の説明に供する図である。

40

【図8A】操作子の操作に関連して実行される一連の処理の流れを示すフローチャートである。

【図8B】操作子の操作に関連して実行される一連の処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】(A)及び(B)は、タッチミス検出領域の説明に供する図である。

【図10】(A)及び(B)は、接触点検出領域の拡張補正の説明に供する図である。

【図11】接触点検出領域自動補正処理の処理手順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】

【0019】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

50

【 0 0 2 0 】

(1) 本実施の形態による運転訓練シミュレーションシステムの構成

図 1 において、1 は全体として本実施の形態による運転訓練シミュレーションシステムを示す。この運転訓練シミュレーションシステム 1 は、原子力発電プラントの運転訓練、より正確には原子力発電プラントの中央制御室に設置された制御盤の操作訓練を行うためのシステムであり、制御サーバ 2 と、1 又は複数の監視・操作端末 3 及びディスプレイ 4 とを備えて構成される。

【 0 0 2 1 】

制御サーバ 2 は、CPU (Central Processing Unit) 1 0、メモリ 1 1、記憶装置 1 2 及び通信装置 1 3 を備えた汎用のサーバ装置である。CPU 1 0 は、制御サーバ 2 全体の動作制御を司るプロセッサである。またメモリ 1 1 は、例えば半導体メモリから構成され、主として CPU 1 0 のワークメモリとして利用される。メモリ 1 1 には、記憶装置 1 2 から読み出された後述のシミュレーションプログラム (以下、これをサーバ側シミュレーションプログラムと呼ぶ) 1 4 が格納される。

10

【 0 0 2 2 】

記憶装置 1 2 は、ハードディスク装置や SSD (Solid State Drive) などの大容量の不揮発性の記憶装置から構成され、プログラムや長期間保持すべきデータが格納される。記憶装置 1 2 に格納されたプログラムが制御サーバ 2 の起動時や必要時にメモリ 1 1 に読み出され、このプログラムを CPU 1 0 が実行することにより制御サーバ 2 全体としての各種処理が実行される。

20

【 0 0 2 3 】

また記憶装置 1 2 には、データベース 1 7 も格納される。このデータベース 1 7 には、ディスプレイ 4 に表示させる原子力発電プラントの中央制御室の制御盤を模した CG (Computer Graphics) 画像の CG データ 1 5 (図 2) や、かかる制御盤上に表示される釦やスイッチなどの各操作子に関する後述の定義データ 1 6 (図 2) が格納される。

【 0 0 2 4 】

通信装置 1 3 は、例えば NIC (Network Interface Card) などから構成され、ネットワーク 5 を介して監視・操作端末 3 と接続される。通信装置 1 3 は、監視・制御端末 3 との通信時におけるプロトコル制御を行う。

【 0 0 2 5 】

監視・操作端末 3 は、制御サーバ 2 と共にクライアント / サーバシステムを構成する通信端末装置であり、CPU 2 0、メモリ 2 1、記憶装置 (図示せず) 及び通信装置 2 2 を備えた汎用のコンピュータ装置から構成される。

30

【 0 0 2 6 】

これら CPU 2 0、メモリ 2 1、記憶装置及び通信装置 2 2 は、それぞれ制御サーバ 2 の対応部位 (CPU 1 0、メモリ 1 1、記憶装置 1 2 又は通信装置 1 3) と同じ機能及び構成を有するものであるため、ここでの詳細説明は省略する。なお、監視・操作端末 3 のメモリ 2 1 には、監視・操作端末 3 の起動時や必要時に図示しない記憶装置から読み出されたシミュレーションプログラム (以下、これをクライアント側シミュレーションプログラムと呼ぶ) 2 3 が格納される。

40

【 0 0 2 7 】

ディスプレイ 4 は、例えば、画像表示面に対する運転訓練者の手指の接触 (以下、これをタッチ又はタッチ操作と呼ぶ) を検知し、検知結果を出力する液晶タッチパネルなどのタッチ操作式のディスプレイから構成される。ディスプレイ 4 には、後述のように監視・操作端末 3 から与えられる画像データに基づく画像が表示される。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、かかる運転訓練シミュレーションシステム 1 の論理構成を示す。この図 2 に示すように、ディスプレイ 4 は、画面表示部 3 0 及びタッチ情報送信部 3 1 を備えて構成される。画面表示部 3 0 は、ディスプレイ 4 のうちの液晶パネルなどの表示デバイス部分により構成される。またタッチ情報送信部 3 1 は、ディスプレイ 4 のうちの表示デバイス部

50

分の画像表示面に貼着されたセンサ膜などにより構成される。タッチ情報送信部 3 1 は、ディスプレイ 4 の画像表示面における運転訓練者の手指のタッチ位置（座標）を検知し、検知結果をタッチ情報として監視・操作端末 3 に出力する。

【 0 0 2 9 】

監視・操作端末 3 は、画面表示処理部 3 2、タッチ情報処理部 3 3 及びデータ集計処理部 3 4 を備えて構成される。これら画面表示処理部 3 2、タッチ情報処理部 3 3 及びデータ集計処理部 3 4 は、いずれも監視・操作端末 3 の CPU 2 0（図 1）がメモリ 2 1（図 1）に格納されたクライアント側シミュレーションプログラム 2 3 を実行することにより具現化される機能部である。

【 0 0 3 0 】

画面表示処理部 3 2 は、制御サーバ 2 から与えられる画像データに基づいて、ディスプレイ 4 の画面表示部 3 0 に原子力発電プラントの中央制御室に設置される制御盤の CG 画像を表示する。またタッチ情報処理部 3 3 は、ディスプレイ 4 のタッチ情報送信部 3 1 から送信されてきたタッチ情報を制御サーバ 2 に転送する。データ集計処理部 3 4 の詳細については後述する。

【 0 0 3 1 】

制御サーバ 2 は、状態判定・制御部 3 5 を備えて構成される。状態判定・制御部 3 5 は、制御サーバ 2 の CPU 1 0（図 1）がメモリ 1 1（図 1）に格納されたサーバ側シミュレーションプログラム 1 4（図 1）を実行することにより具現化される機能部である。状態判定・制御部 3 5 は、必要時に記憶装置 1 2（図 1）から必要な CG データ 1 5 を読み出し、読み出した CG データ 1 5 に基づいて制御盤全体の CG 画像の画像データ生成し、生成した画像データを監視・操作端末 3 に送信する。

【 0 0 3 2 】

(2) 定義データの構成

図 3 は、定義データ 1 6 の具体的な構成例を示す。この定義データ 1 6 は、ディスプレイ 4 に表示される制御盤上の各操作子の構成や操作方法に関する定義情報であり、予めユーザにより作成される。

【 0 0 3 3 】

この定義データ 1 6 は、図 3 に示すように、操作子名称欄 1 6 A、操作子種別欄 1 6 B、接触点検出領域欄 1 6 C、必要接触点数欄 1 6 D、動作種別欄 1 6 E、操作子動作領域欄 1 6 F、押下時間欄 1 6 G、保持有無欄 1 6 H、閾値欄 1 6 I 及び引き保持可能領域欄 1 6 J を備えたテーブル構成を有する。このテーブルでは、1 つの行が、ディスプレイ 4 に表示される制御盤上の 1 つの操作子に対応する。

【 0 0 3 4 】

そして操作子名称欄 1 6 A には、ディスプレイ 4 に表示される対応する操作子の名称が格納され、操作子種別欄 1 6 B には、その操作子の種別が格納される。なお操作子の種別としては、押下するタイプの操作子である「押釦」や、図 4 (A) のようなハンドル部 4 0 A を把持して回転させるタイプの操作子である「ハンドル式スイッチ」、及び、図 4 (B) のような摘み部 4 1 A を摘んで回転させるタイプの操作子である「摘み式釦」などがある。

【 0 0 3 5 】

接触点検出領域欄 1 6 C には、対応する操作子について、例えば図 5 (A) のような範囲を有する接触点検出領域 4 2 の定義情報（例えば、数式）が格納される。接触点検出領域 4 2 は、ディスプレイ 4 の画像表示面に対する運転訓練者のタッチ操作が有効となる CG 画像上の領域である。

【 0 0 3 6 】

例えば、図 5 (A) のハンドル式スイッチ 4 0 の場合、ハンドル部 4 0 A を跨いで設定された接触点検出領域 4 2 が楕円形状であるため、楕円の内部を表す不等式（例えば、 $x^2/a^2 + y^2/b^2 < 1$ ）により接触点検出領域 4 2 が定義され、この不等式がその接触点検出領域 4 2 の定義情報として対応する接触点検出領域欄 1 6 C に格納される。また接触点検出

10

20

30

40

50

領域 4 2 が円形状の場合には、その接触点検出領域 4 2 は、その円の内部を表す不等式（例えば、 $x^2+y^2 < c^2$ ）により定義され、この不等式がその接触点検出領域 4 2 の定義情報として対応する接触点検出領域欄 1 6 C に格納される。ただし、接触点検出領域 4 2 を領域座標で定義するようにしてもよく、この場合には、その領域座標が対応する接触点検出領域欄 1 6 C に格納される。

【 0 0 3 7 】

この接触点検出領域 4 2 は、実物のその操作子を操作する際に運転員の手指が接触するであろうと考えられるその操作子上やその周辺部に設定される。例えば、操作子が押釦である場合、ディスプレイ 4 に表示された C G 画像（原子力発電プラントの制御盤の C G 画像であり、以下、同じ。）内のその操作子の上面に接触点検出領域 4 2 が設定される。また操作子が摘み式釦の場合、かかる C G 画像内のその操作子の摘み部 4 1 A（図 4（B））の両側に均等にはみ出すように例えば円形状の接触点検出領域 4 2 が設定される。さらに操作子がハンドル式スイッチの場合、図 5（A）のように、かかる C G 画像内のその操作子のハンドル部 4 0 A の両側に均等にはみ出すように例えば楕円形状の接触点検出領域 4 2 が設定される。

10

【 0 0 3 8 】

なお、操作子の種別が摘み式釦やハンドル式スイッチの場合、接触点検出領域 4 2 の位置及び傾きは、操作子の回転角度に応じて変化するため、操作子の回転角度ごと（例えば 1 度ごと）に接触点検出領域 4 2 の定義情報が生成され、これらの定義情報が対応する接触点検出領域欄 1 6 C に格納される。

20

【 0 0 3 9 】

必要接触点数欄 1 6 D には、ディスプレイ 4 に表示された C G 画像内の対応する操作子を操作するために必要な接触点数（以下、これを必要接触点数と呼ぶ）が格納される。必要接触点数は、その操作子を操作する際に、その操作子について設定された接触点検出領域 4 2 内のディスプレイ 4 の画像表示面にタッチすべき運転訓練者の手指の数である。この必要接触点数としては、実物のその操作子を操作する際に必要となる手指の本数と同じ点数が設定される。例えば、操作子が押釦であれば 1 点、摘み式釦やハンドル式スイッチであれば 2 点以上の値又は範囲がその操作子の必要接触点数として設定される。

【 0 0 4 0 】

動作種別欄 1 6 E には、ディスプレイ 4 に表示された C G 画像内の対応する操作子を操作する際の動作の種別を表す番号が格納される。ここでは、かかる動作として「スライド」及び「押下」の 2 種類が定義されており、「スライド」の場合には動作種別欄 1 6 E に「1」が格納され、「押下」の場合には動作種別欄 1 6 E に「2」が格納される。なお本実施の形態の場合、「スライド」には、回転動作も含まれる。

30

【 0 0 4 1 】

操作子動作領域欄 1 6 F には、対応する操作子について予め設定された操作子動作領域 4 3（図 5（B））の定義情報が格納される。この「操作子動作領域」とは、運転訓練者がディスプレイ 4 に表示された C G 画像内の対応する操作子を操作するために手指をディスプレイ 4 の画像表示面に接触させたままスライド移動させるべき C G 画像上の領域を指す。

40

【 0 0 4 2 】

操作子動作領域 4 3 は、対応する操作子がハンドル式スイッチや摘み式釦である場合、そのハンドル部 4 0 A や摘み部 4 1 A などの操作部位をその可動範囲内で回転（変位）させたときのその操作子の接触点検出領域 4 2 の移動軌跡に基づいて定義される。例えば、図 5（A）に示すハンドル式スイッチの場合、図 5（B）に示す円弧状の領域が操作子動作領域 4 3 として定義される。

【 0 0 4 3 】

そして操作子動作領域欄 1 6 F には、対応する操作子の操作子動作領域 4 3 を表す数式がその操作子動作領域 4 3 の定義情報として格納される。この数式は、ユーザにより定義された接触点検出領域 4 2 を表す数式に基づいて、状態判定・制御部 3 5（図 2）により

50

自動計算されてその操作子動作領域欄 1 6 F に格納される。

【 0 0 4 4 】

なお、本実施の形態の場合、操作子の操作部位をその可動範囲内で回転（変位）させたときのその操作子の接触点検出領域 4 2 の移動軌跡をそのまま操作子動作領域 4 3 とするだけでなく、操作子動作領域 4 3 の範囲について、ユーザがかかる移動軌跡の境界条件などの付加的条件を設定することができる。このとき設定された付加的な条件が対応する操作子動作領域欄 1 6 F 内に格納される。このように操作子の接触点検出領域 4 2 の移動軌跡の一部だけを操作子動作領域 4 3 とするような付加的条件を設定できるようにすることにより、より厳しい条件での操作子の操作訓練を行うことが可能となる。

【 0 0 4 5 】

押下時間欄 1 6 G には、対応する操作子が押釦である場合に、その押釦を操作するために当該押釦を押下（その操作子にタッチ）し続けるべき時間が格納される。原子力発電プラントの制御盤には数多くの押釦が配設されており、これら押釦としては、押下と同時に即応するものだけでなく、長押しが必要なものもある。そこで、対応する操作子が押釦である場合に、その押釦に対応付けられた機能や動作を実行させるために必要なその押釦の押下時間が押下時間欄 1 6 G に格納される。

【 0 0 4 6 】

また保持有無欄 1 6 H には、対応する操作子が引き保持型のものであるか否かを表すフラグ（以下、これを保持有無フラグと呼ぶ）が格納される。「引き保持型」の操作子とは、オン操作又はオフ操作をした際、オン状態又はオフ状態を継続させるために操作子自体を手前方向に引く動作が必要な操作子である。保持有無フラグは、対応する操作子が引き保持型のものである場合には「1」に設定され、対応する操作子が引き保持型のものでない場合には「0」に設定される。

【 0 0 4 7 】

さらに閾値欄 1 6 I には、対応する操作子について予めユーザにより設定された閾値が格納され、引き保持可能領域欄 1 6 J には、対応する操作子について予めユーザにより設定された引き保持可能領域の位置情報が格納される。これら「閾値」及び「引き保持可能領域」の詳細については後述する。

【 0 0 4 8 】

（ 3 ）操作子の操作方法

次に、ディスプレイ 4 に表示された CG 画像内の操作子の操作方法について説明する。ここでは、操作子が図 6（A）に示すようなハンドル式スイッチ 4 0 である場合を例に説明する。図 6（A）に示すハンドル式スイッチ 4 0 は、専用ツールによりユーザにより作成されたグラフィック画像である。図中、楕円は、定義データ 1 6 においてこのハンドル式スイッチ 4 0 について定義されている接触点検出領域 4 2 を示し、点 4 4 は、ディスプレイ 4 上の運転訓練者の手指のタッチ位置を示す。ただし、実際の CG 画像では、これら接触点検出領域 4 2 及び点 4 4 は表示されない。

【 0 0 4 9 】

現実の原子力発電プラントでは、図 6（A）に示すようなハンドル式スイッチを操作する場合、ハンドル式スイッチ 4 0 のハンドル部 4 0 A を「掴む」動作を行い、その後、そのハンドル部 4 0 A をオン方向又はオフ方向に「回す」動作を行う必要があるが、本運転訓練シミュレーションシステム 1 では、「掴む」動作や、「回す」動作によるハンドル式スイッチ 4 0 のオン操作やオフ操作を以下のように行う。

【 0 0 5 0 】

運転訓練者は、まず、図 6（A）に示すように、初期状態にあるハンドル式スイッチ 4 0 のグラフィック画像の接触点検出領域 4 2 上に、定義データ 1 6 で定義されている必要接触点数分の手指をタッチする。本実施の形態の場合、図 3 に示すように、ハンドル式スイッチ 4 0 の必要接触点数は「2 以上」に設定されているため、運転訓練者は、例えば、親指及び人差し指などの 2 本以上の手指を接触点検出領域 4 2 上にタッチするようにする。このとき運転訓練者の手指が正しくハンドル式スイッチ 4 0 の接触点検出領域 4 2 上に

10

20

30

40

50

2箇所以上タッチされている場合には、そのハンドル式スイッチ40の状態が、操作不能な状態から操作可能な状態（以下、これを選択状態と呼ぶ）に切り替えられる。

【0051】

続いて、運転訓練者は、図6（B）に示すように、上述のようにハンドル式スイッチ40の接触点検出領域42上に2箇所以上タッチした状態を維持したままハンドル式スイッチ40のハンドル部40Aの回転中心を中心として円弧を描くように、ディスプレイ4の画像表示面上で手指をそのハンドル式スイッチ40のオン方向又はオフ方向にスライド移動させる。このときハンドル式スイッチ40は、運転訓練者の手指の動きと同期して動く（回転）するように表示される。

【0052】

この際、運転訓練者の手指がハンドル式スイッチ40の操作子動作領域43を外れ、当該操作子動作領域43にタッチしている運転訓練者の手指の数がそのハンドル式スイッチ40について定義された必要接触点数を下回った場合には、運転訓練者が手指をそのハンドル式スイッチ40のオン方向又はオフ方向に移動させたとしても、そのときの運転訓練者の操作は無効となり、ハンドル部40Aが運転訓練者の手指の動きと同期して回転しない。

【0053】

つまり運転訓練者により操作子が正しく操作されたか否かは、操作子が選択状態にあり、かつその操作子について定義された必要接触点数分の運転訓練者の手指が、その操作子について定義された操作子動作領域43内でスライド移動されたか否かに基づいて判定される。

【0054】

そして運転訓練者は、この後、図6（C）に示すように、そのハンドル式スイッチ40のハンドル部40Aを予め設定されたオン位置又はオフ位置（例えば、定義データ16で定義された接触点検出領域42の可動範囲の端部に当該接触点検出領域42があるときのハンドル部40Aの位置）にまで回転させ終えた後に、接触点検出領域42及び操作子動作領域43から手指を離す。これによりそのハンドル式スイッチ40をオン操作又はオフ操作できたことになる。

【0055】

なおハンドル式スイッチ40が保持機能を有するタイプの場合、そのハンドル式スイッチ40のハンドル部40Aがオン位置又はオフ位置にまで到達した後は、そのハンドル式スイッチ40のハンドル部40Aがそのオン位置又はオフ位置に止まった状態に表示される。

【0056】

一方、運転訓練者が、ハンドル式スイッチ40のハンドル部40Aがオン位置又はオフ位置に到達する前に接触点検出領域42上及び操作子動作領域43上から手指を離した場合には、そのハンドル式スイッチ40のハンドル部40Aは、元の初期位置（ホームポジション）に戻された状態に表示される。

【0057】

次に、操作子が引き保持型のものである場合の操作方法について説明する。操作対象の操作子が引き保持型のものである場合、オン状態又はオフ状態に移行させた操作子のその状態（オン状態又はオフ状態）を継続させるためには、その操作子を「引く（引き上げる）」動作を行う必要がある。

【0058】

しかしながら、ディスプレイ4に表示された操作子に対する「引く」動作を模擬することは困難である。そこで、本運転訓練シミュレーションシステム1では、この「引く」動作をディスプレイ4の画像表示面上で手指を下方にスライド移動させることにより表現するものとする。

【0059】

図7（A）は、ディスプレイ4に表示された引き保持型のハンドル式スイッチ40を示

10

20

30

40

50

す。本運転訓練シミュレーションシステム1では、上述のように定義データ16の保持有無欄16H(図3)に、対応する操作子が引き保持型のものであるか否かを表す保持有無フラグが格納され、この保持有無フラグによりその操作子が引き保持型のものであるか否かを状態判定・制御部35(図2)が容易に判定し得るようになされている。

【0060】

このような引き保持型のハンドル式スイッチ40をディスプレイ4上で「掴む」動作や、「回す」動作は、上述した引き保持型以外の操作子の操作と同様である。一方、運転訓練シミュレーションシステム1において、引き保持型の操作子を「引き保持」するための操作は、図7(B)に示すように、CG画像内に予め設定された所定領域(以下、これを引き保持可能領域と呼ぶ)45内で手指を、ディスプレイ4の画像表示面に接触させたままの状態下方にスライド移動させることで表現するものとする。

10

【0061】

この引き保持可能領域45は、領域座標又は数式を用いて予めユーザにより設定され、その定義情報が定義データ16の引き保持可能領域欄16J(図3)に格納されて管理される。

【0062】

(4)運転訓練者による操作子の操作に関する運転訓練シミュレーションシステムの処理
図8A及び図8Bは、上述のような操作子の操作に関連して本運転訓練シミュレーションシステム1において実行される一連の処理の流れを示す。この処理は、運転訓練者がディスプレイ4をタッチすることにより開始され、まず、ディスプレイ4(図1及び図2)から監視・操作端末3(図1及び図2)にタッチ情報が送信され(S1)、さらにこのタッチ情報が監視・操作端末3から制御サーバ2(図1及び図2)の状態判定・制御部35(図2)に転送される(S2)。

20

【0063】

状態判定・制御部35は、このタッチ情報を受信すると、このタッチ情報と定義データ16(図2)とを比較し(S3)、そのタッチ情報に基づき認識されるそのとき行われたタッチ操作が有効であるか否かを判定する(S4)。具体的に、状態判定・制御部35は、かかるタッチ情報に基づき認識されるそのとき運転訓練者がタッチしたCG画像上の位置が、いずれかの操作子の接触点検出領域42(図5)内であり、かつ、そのときその操作子について定義データ16で定められた必要接触点数の条件を満たすか否か(その必要接点数分の手指のタッチがなされたか否か)を判定する。

30

【0064】

状態判定・制御部35は、この判定で否定結果を得ると、最後にディスプレイ4から監視・操作端末3を経由して与えられたタッチ情報に基づいて、ディスプレイ4の画像表示面から運転訓練者の手指が離されたか否かを判定する(S5)。

【0065】

そして、この判定で肯定結果が得られた場合には、処理がステップS10に進む。これに対して、ステップS5の判定で否定結果が得られた場合には、処理がステップS1に戻り、この後、ステップS4又はステップS5で肯定結果が得られるまでステップS1～ステップS5の処理が同様に繰り返される。

40

【0066】

一方、状態判定・制御部35は、ステップS4の判定で肯定結果が得られた場合、ステップS5と同様にして、ディスプレイ4から運転訓練者の手指が離されたか否かを判定する(S6)。そして、この判定で肯定結果が得られた場合には、処理がステップS10に進む。

【0067】

これに対して、状態判定・制御部35は、ステップS6の判定で否定結果が得られた場合には、そのときステップS4でタッチが有効と判定された操作子(以下、これを対象操作子と呼ぶ)が、既に操作可能な状態である選択状態となっているか否かを判定する(S7)。

50

【 0 0 6 8 】

状態判定・制御部 3 5 は、この判定で否定結果を得ると、対象操作子の状態を操作不可能な状態から操作可能な選択状態に切り替える（S 8）。かくして対象操作子は、この後、運転訓練者により操作可能な状態となる。この後、処理がステップ S 1 に戻り、ステップ S 1 以降の処理が上述と同様に実行される。そして 2 回目以降のループでは、ステップ S 7 において肯定結果が得られることになる。

【 0 0 6 9 】

そして状態判定・制御部 3 5 は、ステップ S 7 の判定で肯定結果が得られた場合には、データベース 1 7（図 1）から CG データ 1 5（図 2）を読み出し、そのときディスプレイ 4 から監視・操作端末 3 を経由して与えられるタッチ情報に基づく位置及び状態に対象操作子が移動又は回転したような制御盤の画像データを生成し（S 9）、これを監視・操作端末 3 に送信する。これにより、この画像データに基づいて、かかる状態の制御盤の CG 画像がディスプレイ 4 に表示される。

10

【 0 0 7 0 】

この後、上述のようにしてステップ S 1 ~ ステップ S 7 - ステップ S 9 - ステップ S 1 のループ処理が繰り返される。これにより対象操作子が運転訓練者の手指の動きと連動して移動又は回転するように制御盤の CG 画像がディスプレイ 4 に表示される。

【 0 0 7 1 】

そして、やがて運転訓練者が手指をディスプレイ 4 の画像表示面から手指を離すことによりステップ S 5 又はステップ S 6 の判定で肯定結果が得られた場合、状態判定・制御部 3 5 は、対象操作子の状態を元の操作不可能な状態に遷移させる（S 1 0）。

20

【 0 0 7 2 】

また状態判定・制御部 3 5 は、この後、対象操作子のハンドル部や摘み部などの操作部位の位置がオン位置又はオフ位置にあるか否かを判定し（S 1 1）、肯定結果が得られた場合には、その対象操作子がオン操作又はオフ操作されたものと認識し（S 1 2）、この後、この一連の処理を終了する。従って、この場合には、ディスプレイ 4 に表示された制御盤のメータ等の状態が、対象操作子をオン操作又はオフ操作された場合の状態に必要な応じて切り替えられることになる。

【 0 0 7 3 】

これに対して、状態判定・制御部 3 5 は、ステップ S 1 1 の判断で否定結果が得られた場合には、対象操作子の状態を初期状態（ホームポジションに位置した状態）に戻し（S 1 3）、この後、この一連の処理を終了する。従って、この場合には、ディスプレイ 4 に表示された制御盤のメータ等の状態も対象操作子の操作が開始される前の状態に戻されることになる。

30

【 0 0 7 4 】

（ 5 ） 接触点検出領域自動補正機能

（ 5 - 1 ） 接触点検出領域自動補正機能の概要

次に、本運転訓練シミュレーションシステム 1 に搭載された接触点検出領域自動補正機能について説明する。

【 0 0 7 5 】

原子力発電プラント用の運転訓練シミュレータには、クラストップ型シミュレータのように等身大の画面サイズを有する液晶ディスプレイを用いたものがある。このような大型の液晶ディスプレイを用いた運転訓練シミュレータで訓練を行う場合、運転訓練者の視差誤差や背丈によっては、運転訓練者が対象とする操作子の接触点検出領域 4 2 内をタッチしているつもりでも、タッチしている位置が実際には接触点検出領域 4 2 から微妙に外れており、その操作子を操作できないときがある。

40

【 0 0 7 6 】

この場合、ユーザは定義データ 1 6 を更新することによってその操作子の接触点検出領域 4 2 を拡張することができるものの、拡張後の接触点検出領域 4 2 の定義情報の生成やその制御サーバ 2 への登録などの作業が必要となる。そこで本運転訓練シミュレーション

50

システム 1 には、このような作業を必要とすることなく、統計的情報を利用して操作子の接触点検出領域 4 2 を自動補正する接触点検出領域自動補正機能が搭載されている。

【 0 0 7 7 】

この接触点検出領域自動補正機能に基づく接触点検出領域の自動補正処理は、図 3 について上述した定義データ 1 6 の対応する閾値欄 1 6 I (図 3) に格納された閾値を用いて行われる。閾値は、図 9 (A) のように定義された接触点検出領域 4 2 に対して、図 9 (B) に示すように、その接触点検出領域 4 2 の回りを取り囲む拡張領域 (図 9 (B) において接触点検出領域 4 2 から斜線の円 4 6 までの間の領域であり、以下、これをミスタッチ検出領域 4 7 と呼ぶ) の幅を表す数値であり、ユーザが任意の値を設定できる。

【 0 0 7 8 】

そして操作子を操作する際に運転訓練者がミスタッチ検出領域 4 7 をタッチした場合をミスタッチとして、図 1 0 (A) に示すように、操作子ごとに、そのミスタッチが行われたミスタッチ検出領域 4 7 内の座標位置 (図 1 0 (A) におけるミスタッチ検出領域 4 7 内の各黒点の座標) がミスタッチ情報として監視・操作端末 3 (図 1、図 2) に蓄積される。また、このミスタッチ情報が定期的に制御サーバ 2 (図 1、図 2) の状態判定・制御部 3 5 (図 1) に送信され、状態判定・制御部 3 5 において、このミスタッチ情報に基づいて、操作子ごとに、統計的な解析処理により図 1 0 (B) のように拡張補正された新たな接触点検出領域 4 2 ' が再定義される。

【 0 0 7 9 】

このような接触点検出領域自動補正機能を実現するための手段として、監視・操作端末 3 にはデータ集計処理部 3 4 (図 2) が設けられている。データ集計処理部 3 4 は、監視・操作端末 3 のメモリ 2 1 (図 1) に格納されたクライアント側シミュレーションプログラム 2 3 (図 1) を CPU 2 0 (図 1) が実行することにより具現化される機能部である。このデータ集計処理部 3 4 には、定義データ 1 6 で定義された操作子ごとの閾値が予め制御サーバ 2 の状態判定・制御部 3 5 (図 2) から与えられる。

【 0 0 8 0 】

そしてデータ集計処理部 3 4 は、ディスプレイ 4 のタッチ情報送信部 3 1 (図 2) からタッチ情報が送信されてくるごとに、そのタッチ情報に基づいて、そのとき運転訓練者が行った対応する操作子へのタッチがミスタッチであるか否かを判定する。またデータ集計処理部 3 4 は、そのタッチがミスタッチであると判定した場合には、そのとき運転訓練者がタッチした CG 画像上の位置 (座標) を、その操作子に対するミスタッチ情報として監視・操作端末 3 の記憶装置に蓄積する。そしてデータ集計処理部 3 4 は、このようにして蓄積した操作子ごとのミスタッチ情報を定期的に制御サーバ 2 の状態判定・制御部 3 5 に送信する。

【 0 0 8 1 】

状態判定・制御部 3 5 は、データ集計処理部 3 4 から送信されてきた操作子ごとのミスタッチ情報を受信すると、操作子ごとに、対応するミスタッチ情報を分析して、その操作子について定義されている接触点検出領域 4 2 (図 9、図 1 0) の領域最適化計算を実行する。「領域最適化計算」とは、最適化手法の 1 つである形状最適化問題により、領域を定式化することで連続又は離散的な領域を定式化する計算である。

【 0 0 8 2 】

そして状態判定・制御部 3 5 は、このような領域最適化計算により得られた拡張された操作子ごとの拡張補正された新たな接触点検出領域 4 2 ' (図 1 0 (B)) の定義情報 (例えば数式) をそれぞれ定義データ 1 6 の対応する接触点検出領域欄 1 6 C (図 3) に上書きするようにして、各操作子の接触点検出領域 4 2 をそれぞれ再定義する。

【 0 0 8 3 】

この際、状態判定・制御部 3 5 は、ハンドル式スイッチや摘み式スイッチのように、複数の接触点検出領域 4 2 の定義情報が接触点検出領域欄 1 6 C に格納されている操作子については、これら接触点検出領域 4 2 の拡張補正後の定義情報をもそれぞれ算出し、これら算出結果を対応する接触点検出領域欄 1 6 C に格納されている対応する接触点検出領域

10

20

30

40

50

4 2 の定義情報に上書きする。このようにして状態判定・制御部 3 5 は、各接触点検出領域欄 1 6 C に格納されているすべての接触点検出領域の定義情報を、拡張補正後の定義情報に更新する。

【 0 0 8 4 】

さらに状態判定・制御部 3 5 は、このようにして更新した操作子ごとの接触点検出領域 4 2 の定義情報を監視・操作端末 3 のデータ集計処理部 3 4 に送信する。かくしてデータ集計処理部 3 4 は、この後、この新たな接触点検出領域 4 2 の定義情報を利用して、操作子ごとにミスタッチを検出する。

【 0 0 8 5 】

さらに状態判定・制御部 3 5 は、操作子ごとに、更新後の接触点検出領域 4 2 ' の定義情報に基づいて、更新後の接触点検出領域 4 2 ' に応じた新たな操作子動作領域 4 3 (図 5) の定義情報を算出し、定義データ 1 6 の対応する操作子動作領域欄 1 6 F に格納されているその操作子の操作子動作領域 4 3 の定義情報を、上述のようにした算出した新たな操作子動作領域 4 3 の定義情報に更新する。

10

【 0 0 8 6 】

(5 - 2) 接触点検出領域自動補正処理

図 1 1 は、上述のような接触点検出領域自動補正機能に関連して本運転訓練シミュレーションシステム 1 において定期的に行われる一連の処理 (以下、これを接触点検出領域自動補正処理と呼ぶ) の流れを示す。

【 0 0 8 7 】

この接触点検出領域自動補正処理は、本運転訓練シミュレーションシステム 1 が稼動すると開始され、まず、監視・操作端末 3 のデータ集計処理部 3 4 が、ディスプレイ 4 のタッチ情報送信部 3 1 から送信されてくるタッチ情報に基づいて、操作子ごとのミスタッチ情報を生成して蓄積する (S 2 0) 。

20

【 0 0 8 8 】

またデータ集計処理部 3 4 は、前回、蓄積した操作子ごとのミスタッチ情報を制御サーバ 2 の状態判定・制御部 3 5 に送信してから一定時間が経過したか否かを判定する (S 2 1) 。そしてデータ集計処理部 3 4 は、この判断で否定結果を得るとステップ S 2 0 に戻って、操作子ごとのミスタッチ情報の蓄積を継続する。

【 0 0 8 9 】

そしてデータ集計処理部 3 4 は、やがて蓄積した操作子ごとのミスタッチ情報を制御サーバ 2 の状態判定・制御部 3 5 に前回送信してから一定時間が経過することによりステップ S 2 1 で肯定結果を得ると、前回から今回までに蓄積した操作子ごとのミスタッチ情報を制御サーバ 2 の状態判定・制御部 3 5 に送信する (S 2 2) 。

30

【 0 0 9 0 】

一方、制御サーバ 2 の状態判定・制御部 3 5 は、操作子ごとのミスタッチ情報がデータ集計処理部 3 4 から送信されてくると、操作子ごとに、対応するミスタッチ情報を用いた領域最適化アルゴリズムにより新たな接触点検出領域 4 2 ' (図 1 0 (B)) の定義情報をそれぞれ算出する。また状態判定・制御部 3 5 は、算出した操作子ごとの新たな接触点検出領域 4 2 ' の定義情報に基づいて、操作子ごとの新たな操作子動作領域 4 3 (図 5 (B)) の定義情報を算出する (S 2 3) 。

40

【 0 0 9 1 】

そして状態判定・制御部 3 5 は、ステップ S 2 3 で算出した操作子ごとの新たな接触点検出領域 4 2 ' の定義情報をそれぞれ定義データ 1 6 の対応する接触点検出領域欄 1 6 C (図 3) に格納すると共に、ステップ S 2 3 で算出した操作子ごとの新たな操作子動作領域 4 3 の定義情報をそれぞれ定義データ 1 6 の対応する操作子動作領域欄 1 6 F (図 3) に格納する (S 2 4) 。

【 0 0 9 2 】

この後、状態判定・制御部 3 5 は、ステップ S 2 3 で算出した操作子ごとの新たな接触点検出領域 4 2 ' の定義情報を監視・操作端末 3 のデータ集計処理部 3 4 に送信する (S

50

25)。そして、この後、ステップS20以降の処理が繰り返される。

【0093】

この結果、次回以降のステップS20において、データ集計処理部34は、直前のステップS25で状態判定・制御部35から与えられた操作子ごとの新たな接触点検出領域42'の定義情報を用いて操作子ごとのミスタッチ情報をそれぞれ生成して蓄積することになる。このようにして本運転訓練シミュレーションシステム1では、各操作子の接触点検出領域42が、適宜、拡張補正される。

【0094】

(6) 本実施の形態の効果

以上のように本実施の形態の運転訓練シミュレーションシステム1では、ディスプレイ4に表示された操作子を操作する際、実物の操作子を操作するために必要な手指数でのタッチ操作が必要となるため、実物の操作子を操作するときに近い感覚で操作子の操作訓練を行うことができる。従って、本実施の形態の運転訓練シミュレーションシステム1によれば、より効果的な操作子の操作訓練環境を提供することができる。

10

【0095】

また本実施の形態の運転訓練シミュレーションシステム1では、統計的な解析処理により操作子の接触点検出領域42を自動的に拡張補正するため、ユーザによる定義データ16の作成及び更新といった煩雑な作業を必要とすることなく、運転訓練者の視差誤差や背丈などに起因するミスタッチの発生を抑制することができる。従って、本実施の形態によれば、利便性の高い運転訓練シミュレーションシステムを提供することができる。

20

【0096】

(7) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、制御サーバ2及び監視・操作端末3を別体として構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、制御サーバ2に搭載された機能と、監視・操作端末3に搭載された機能とを1つのコンピュータ装置に搭載するようにしてもよい。

【0097】

また上述の実施の形態においては、操作子ごとに、その操作部位と連動して移動又は回転する接触点検出領域42とは別個に操作子動作領域43を設定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、操作子動作領域43を設定できないようにしてもよい。ただし、操作子動作領域43を設定できるようにすることによって、より難易度の高い訓練を行い得るようにすることができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0098】

本発明は、原子力発電プラントの運転訓練用のシミュレーションシステムのほか、種々のシミュレーションシステムに広く適用することができる。

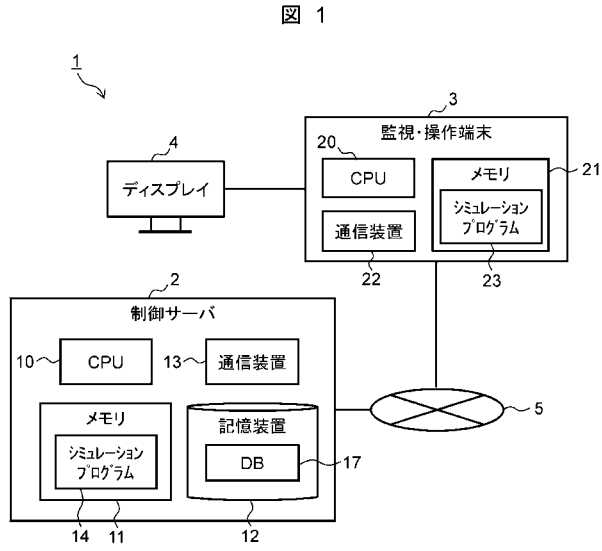
【符号の説明】

【0099】

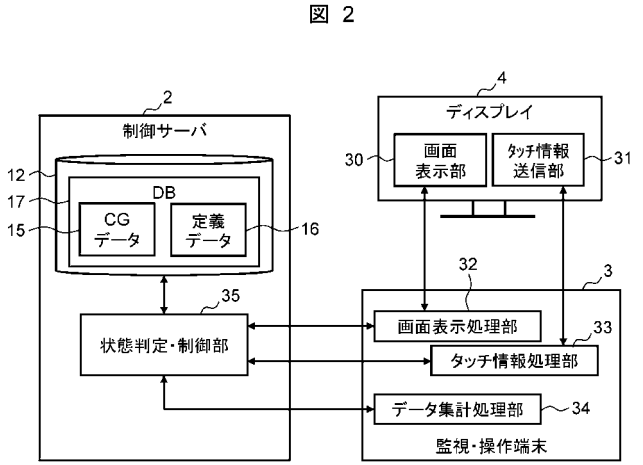
1 …… 運転訓練シミュレーションシステム、2 …… 制御サーバ、3 …… 監視・操作端末、4 …… ディスプレイ、10, 20 …… CPU、11, 21 …… メモリ、12 …… 記憶装置、14, 23 …… シミュレーションプログラム、15 …… 画像データ、16 …… 定義データ、31 …… タッチ情報送信部、32 …… 画面表示処理部、33 …… タッチ情報処理部、34 …… データ集計処理部、35 …… 状態判定・制御部、42, 42' …… 接触点検出領域、43 …… 接触子動作領域、45 …… 引き保持可能領域、47 …… ミスタッチ検出領域。

40

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

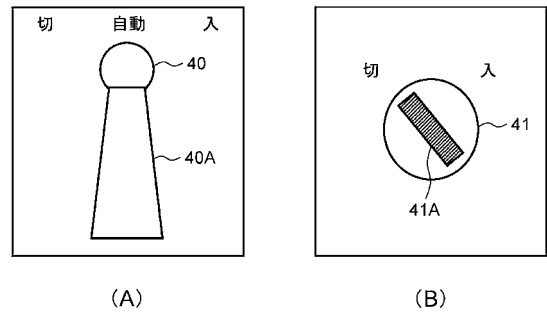
図 3

定義データ16

操作子名称	操作子種別	接触点検出領域	必要接触点数	動作種別	操作子動作領域	押下時間(S)	保持有無	閾値	引き保持可能領域
XXX	1	ホジコ/N:CCC ホジコ/N:DDD	2以上	1	ZZZ	-	1	AAA	BBB
XXX	2	ホジコ/N:CCC ホジコ/N:DDD	2以上	1	ZZZ	-	0	AAA	-
XXX	3	ホジコ/N:CCC ホジコ/N:DDD	1	3	ZZZ	3	0	AAA	-
...

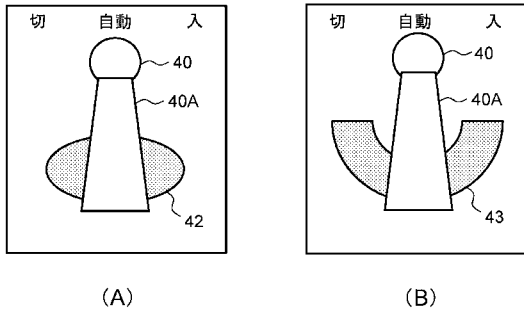
【 図 4 】

図 4



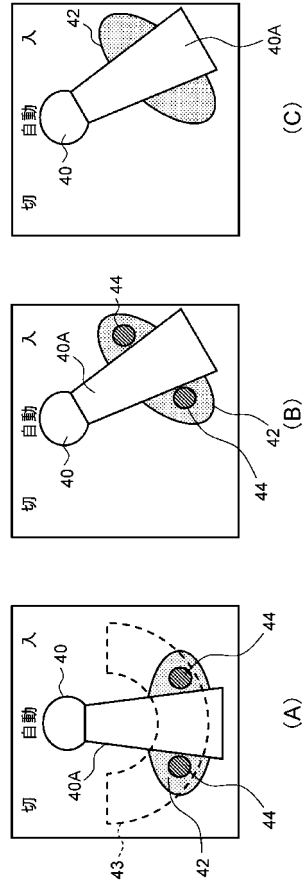
【図5】

図5



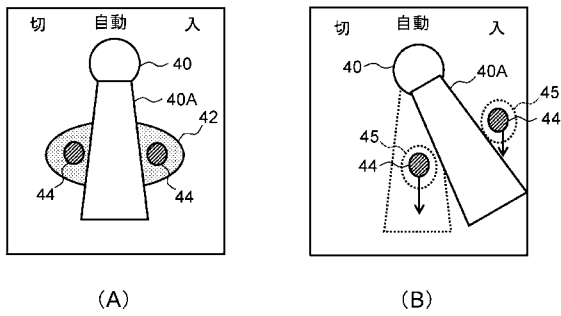
【図6】

図6



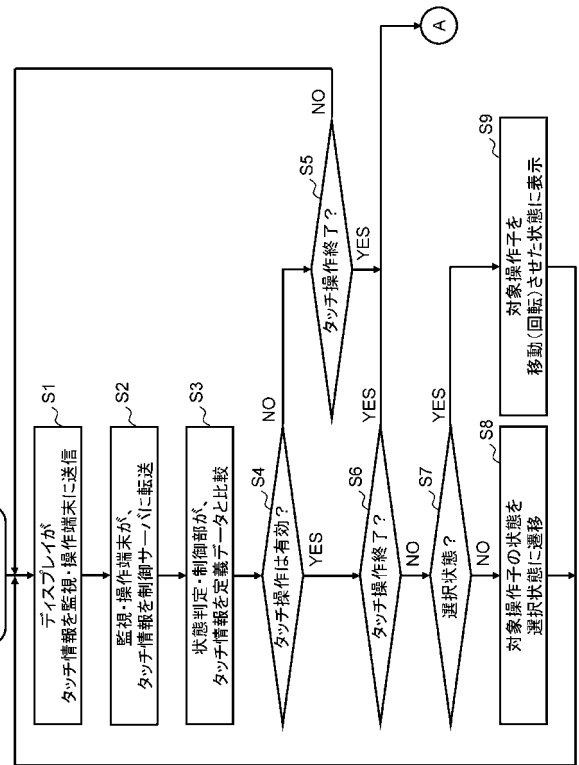
【図7】

図7



【図8A】

図8A



【 図 8 B 】

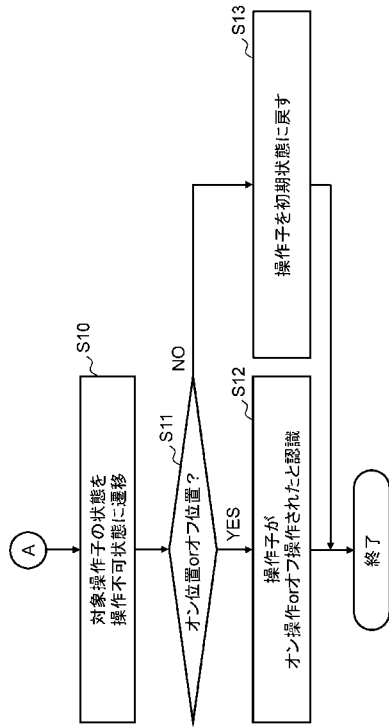


図 8B

【 図 9 】

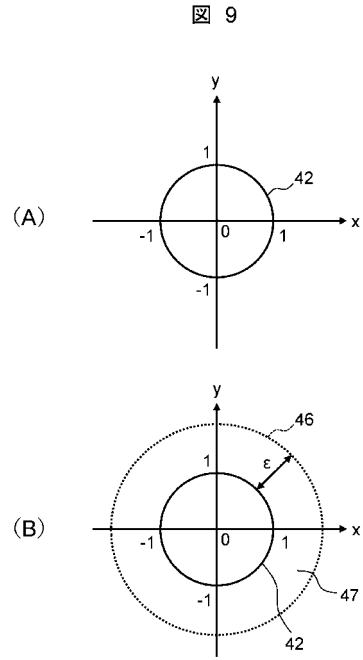


図 9

【 図 1 0 】

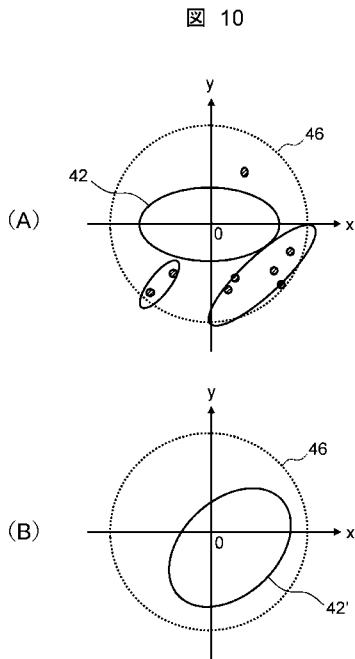


図 10

【 図 1 1 】

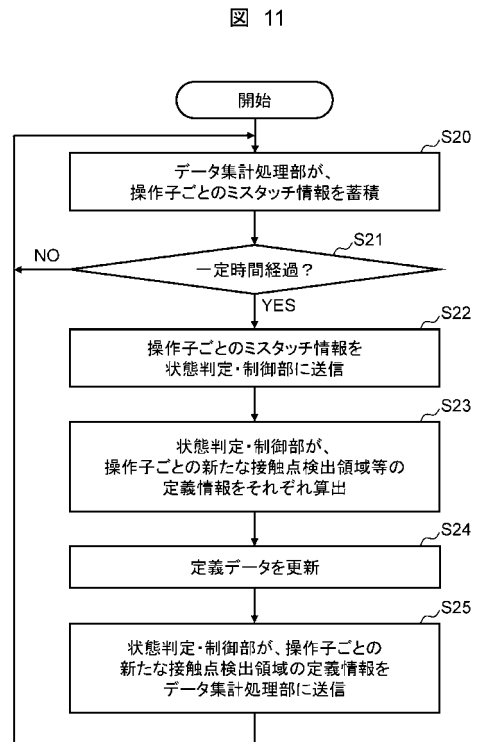


図 11

フロントページの続き

Fターム(参考) 5E555 AA18 BA01 BA42 BB01 BC21 BD01 CA12 CB13 CB14 CB16
CB18 CB33 DB20 DB37 DC19 DC24 DC43 DC84 FA01
5L049 CC34