

(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2004-148428
(P2004-148428A)

(43) 公開日 平成16年5月27日(2004.5.27)

(51) Int. Cl.⁷

B25J 9/22

F I

B25J 9/22

A

テーマコード(参考)

3C007

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2002-315419(P2002-315419)
(22) 出願日 平成14年10月30日(2002.10.30)

(71) 出願人 000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号
(74) 代理人 100077665
弁理士 千葉 剛宏
(74) 代理人 100116676
弁理士 宮寺 利幸
(74) 代理人 100077805
弁理士 佐藤 辰彦
(72) 発明者 今井 伸治
埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダ
エンジニアリング株式会社内
(72) 発明者 橋本 裕樹
埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダ
エンジニアリング株式会社内
最終頁に続く

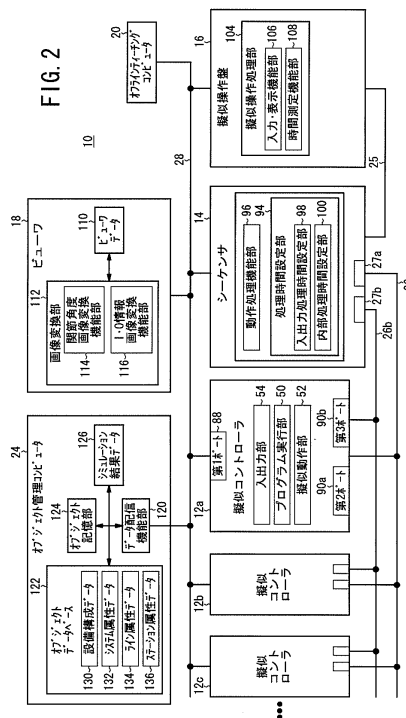
(54) 【発明の名称】 シミュレーション装置

(57) 【要約】

【課題】ロボットコントローラおよび操作盤等の複数の機器から構成されるステーションに対して、異なる条件のステーション毎に簡便な手順でシミュレーションを行うことを可能にする。

【解決手段】シミュレーション装置10は、擬似コントローラ12a~12Lと、シーケンサ14と、擬似操作盤16と、シミュレーションデータに基づいてロボットの姿勢を表示するビュー18と、汎用ネットワーク28と、シミュレーションに必要なオブジェクトを設定および記録するオブジェクト管理コンピュータ24とを備える。オブジェクト管理コンピュータ24は、シミュレーションを実行する前に汎用ネットワーク28を介してシーケンサ14、擬似操作盤16、ビュー18にオブジェクトを供給する。擬似コントローラ12a~12Lのうち、シミュレーションに必要な台数分にティーチングデータを供給する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ロボットを有する生産システムの動作検証を行うシミュレーション装置において、
ロボット用のティーチングデータが供給され、該ティーチングデータに基づき、前記ロボットを示す仮想ロボットの動作制御を行うとともに、前記仮想ロボットの各関節の動作量を示すシミュレーションデータをリアルタイムに生成する擬似コントローラと、
少なくとも前記擬似コントローラを制御するシーケンサと、
前記シーケンサと前記擬似コントローラとを接続する主通信手段と、
少なくとも前記シーケンサに対して操作信号の送受信を行う擬似操作盤と、
前記シミュレーションデータに基づいて前記仮想ロボットの姿勢に関する情報を表示するビューワと、
複数のシミュレーションの条件にそれぞれ適応したオブジェクトを設定および記憶するオブジェクト管理部と、
前記擬似コントローラと前記ビューワと前記オブジェクト管理部と前記シーケンサとに接続される副通信手段と、
を有し、
前記オブジェクト管理部は、シミュレーションを実行する前に、シミュレーション条件に適応したオブジェクトを、前記副通信手段を介して、前記擬似コントローラ、前記擬似操作盤、前記シーケンサおよび/または前記ビューワに供給することを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のシミュレーション装置において、
前記オブジェクト管理部は、シミュレーションの条件に応じて、前記ビューワに前記ロボットの関節構成や寸法および設置位置等を示す描画情報を供給し、
前記ビューワは、前記描画情報と前記シミュレーションデータとに基づいて前記仮想ロボットを 3 次元表示することを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のシミュレーション装置において、
前記オブジェクト管理部は、シミュレーションの条件に応じて、前記シーケンサにシーケンスプログラムまたはその生成用ファイルを供給することを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のシミュレーション装置において、
前記オブジェクト管理部は、シミュレーションの条件に応じて、前記擬似コントローラに前記ティーチングデータを供給することを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のシミュレーション装置において、
前記オブジェクト管理部は、シミュレーションの条件に応じて、前記擬似操作盤に画面生成情報を含む入出力プログラムを供給することを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のシミュレーション装置において、
前記主通信手段は複数種類が存在し、
前記擬似コントローラおよび前記シーケンサは、前記オブジェクト管理部から供給されるネットワーク種別データに基づいて前記主通信手段のいずれか 1 つを選択することを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のシミュレーション装置において、
前記生産システムは、ワークを搬送する生産ラインを備え、
前記生産ラインは、前記ロボットが配置された複数のステーションを備え、
前記オブジェクト管理部は、シミュレーション対象である前記ステーションが属する生産

ラインに関する情報であるライン属性データを、前記擬似操作盤、前記擬似コントローラおよび/または前記シーケンサに供給することを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のシミュレーション装置において、
前記生産システムは、ワークを搬送する生産ラインを備え、
前記生産ラインは、前記ロボットが配置された複数のステーションを備え、
前記オブジェクト管理部は、シミュレーション対象である前記ステーションに関する情報であるステーション属性データを、前記擬似操作盤、前記擬似コントローラおよび/または前記シーケンサに供給することを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のシミュレーション装置において、
前記生産システムは、ワークを搬送する生産ラインを備え、
前記生産ラインは、前記ロボットが配置された複数のステーションを備え、
前記オブジェクト管理部は、シミュレーション対象である前記ステーションが属する生産ラインに関する情報であるライン属性データを示すシンボルと、前記ステーションに関する情報であるステーション属性データを示すシンボルとが階層構造で表示された選択表示部を備え、
該選択表示部を操作することにより、前記ライン属性データおよび前記ステーション属性データを選択可能であることを特徴とするシミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多関節型のロボットを有する生産システムの動作検証を行うシミュレーション装置に関し、特に、生産システムにおける種々のステーションに適用するシミュレーション装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

自動車のプレス部品の接合工程等において、多関節型のロボットが利用されている。このようなロボットの動作教示では、3次元CAD等を用いることにより実機のロボットを不要とするオフラインによる教示、所謂オフラインティーチングが行われている。

【0003】

自動車のプレス部品の接合工程では、例えば、図15に示すような構成の生産システム500が用いられている。このような生産システム500の場合、3台のロボット502、504、506の相互干渉を防止するために、シーケンサ(プログラマブルロジックコントローラとも呼ばれる)508がネットワーク510を介して各ロボットコントローラ512、514、516に接続されており、各ロボット502、504、506の状態を監視および制御している。また、シーケンサ508は操作盤518や生産ライン(図示せず)等にも接続されて制御を行っている。生産システム500の基本的な動作は操作盤518によって作業員が操作できるようになっている。

【0004】

ロボット502、504、506は、例えば、6つの関節の動作により、6自由度を有する多関節型の産業用ロボットが用いられる。ロボット502、504、506の先端部には溶接ガン520が設けられており、この溶接ガン520によってワーク524の溶接を行うことができる。

【0005】

図15に示すような生産システム500は、一連の製造工程における1つのステーションとして位置づけられている。各工程は1つまたは複数のステーションからなり、生産ラインには複数のステーションが設けられる。

【0006】

ところで、オフラインティーチングによる教示動作を行った後に、動作の検証を行うため

10

20

30

40

50

にシミュレーションを行う必要があるが、シミュレーションの条件設定方法は簡便であることが望ましい。

【0007】

シミュレーションを行う方法として、シミュレーション装置上のモデルと実機とを同時に動作させて該モデルと実際のロボットとの動作を相互に確認する方法（例えば、特許文献1参照）が提案されている。

【0008】

【特許文献1】

特開平8-87316号公報（図1）

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

例えば、自動車メーカ等では、所有する複数の工場にそれぞれ複数の生産ラインがあり、各生産ラインに複数のステーションが設けられている。ロボットのシミュレーションを行う際に、各ステーション単位に、そのステーションに割り当てられた複数のロボットに対して同時にシミュレーションを実行すると、該ステーションにおける作業のサイクルタイムやロボット相互の相対的な動作等が把握できて好適である。

【0010】

ところで、特許文献1に開示された方法では、ロボットコントローラおよびPLCに接続された制御装置の記憶部にティーチングデータをロードした後にシミュレーションを実行している。ロボットが複数存在する場合には、それぞれ対応する制御装置に個別のティーチングデータをロードする必要がある。また、PLCにも対応するシーケンスプログラムをその都度ロードする必要がある。

【0011】

従って、ステーションが多数存在し、各ステーションに対するシミュレーションを順番に繰り返して実行する場合には、ティーチングデータおよびシーケンスプログラムのロード作業が繁雑になる。シミュレーションの対象となる各ステーションは、備えられているロボットの数、種類および配置が異なる場合が多く、ティーチングデータをロードする際には、これらの条件を理解しなければならないので、担当者の負担が大きく、またロード作業に長時間を要する。

【0012】

さらに、前記の特許文献1に開示された方法では、実際のロボットを動かすことにより動作検証を行うので、教示処理に実機が不要であるというオフラインティーチングの特徴が活かされない。

【0013】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、ロボット、ロボットコントローラおよび操作盤等の複数の機器から構成されるステーションに対して、異なる条件のステーション毎に簡便な手順でシミュレーションを行うことを可能にするシミュレーション装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るシミュレーション装置は、ロボットを有する生産システムの動作検証を行うシミュレーション装置において、ロボット用のティーチングデータが供給され、該ティーチングデータに基づき、前記ロボットを示す仮想ロボットの動作制御を行うとともに、前記仮想ロボットの各関節の動作量を示すシミュレーションデータをリアルタイムに生成する擬似コントローラと、少なくとも前記擬似コントローラを制御するシーケンサと、前記シーケンサと前記擬似コントローラとを接続する主通信手段と、少なくとも前記シーケンサに対して操作信号の送受信を行う擬似操作盤と、前記シミュレーションデータに基づいて前記仮想ロボットの姿勢に関する情報を表示するビューワと、複数のシミュレーションの条件にそれぞれ適応したオブジェクトを設定および記憶するオブジェクト管理部と、前記擬似コントローラと前記ビューワと前記オブジェクト管理部と前記シーケンサとに接続

10

20

30

40

50

される副通信手段と、を有し、前記オブジェクト管理部は、シミュレーションを実行する前に、シミュレーション条件に適応したオブジェクトを、前記副通信手段を介して、前記擬似コントローラ、前記擬似操作盤、前記シーケンサおよび/または前記ビューワに供給することを特徴とする。

【0015】

このように、オブジェクト管理部によってオブジェクトを管理し、シミュレーションの条件に応じて、オブジェクトを擬似コントローラ、擬似操作盤、シーケンサおよび/またはビューワに供給することによって、ロボット、ロボットコントローラおよび操作盤等の複数の機器から構成されるステーションに対して、異なる条件のステーション毎に簡便な手順でシミュレーションを行うことができる。

10

【0016】

この場合、前記オブジェクト管理部は、シミュレーションの条件に応じて、前記ビューワに前記ロボットの関節構成や寸法および設置位置等を示す描画情報を供給し、前記ビューワは、前記描画情報と前記シミュレーションデータとに基づいて前記仮想ロボットを3次元表示するようにすると、動作状態を把握しやすい。

【0017】

また、前記オブジェクト管理部は、シミュレーションの条件に応じて、前記シーケンサにシーケンスプログラムまたはその生成用ファイルを供給するようにしてもよい。

【0018】

前記オブジェクト管理部は、シミュレーションの条件に応じて、前記擬似コントローラに前記ティーチングデータを供給するようにしてもよい。

20

【0019】

前記オブジェクト管理部は、シミュレーションの条件に応じて、前記擬似操作盤に画面生成情報を含む入出力プログラムを供給するようにしてもよい。

【0020】

このようにすることにより、シーケンサ、擬似コントローラおよび擬似操作盤は、シミュレーションに適応したプログラム、ティーチングデータまたは操作画面を得ることができる。

【0021】

さらに、前記主通信手段は複数種類が存在し、前記擬似コントローラおよび前記シーケンサは、前記オブジェクト管理部から供給されるネットワーク種別データに基づいて前記主通信手段のいずれか1つを選択するようにしてもよい。

30

【0022】

このように主通信手段を選択可能にすると、シミュレーション対象が有する主通信手段と同じ種類のものを選択して使用することができるので、シミュレーションの精度が向上する。

【0023】

前記生産システムは、ワークを搬送する生産ラインを備え、前記生産ラインは、前記ロボットが配置された複数のステーションを備え、前記オブジェクト管理部は、シミュレーション対象である前記ステーションが属する生産ラインに関する情報であるライン属性データを、前記擬似操作盤、前記擬似コントローラおよび/または前記シーケンサに供給するようにしてもよい。

40

【0024】

前記生産システムは、ワークを搬送する生産ラインを備え、前記生産ラインは、前記ロボットが配置された複数のステーションを備え、前記オブジェクト管理部は、シミュレーション対象である前記ステーションに関する情報であるステーション属性データを、前記擬似操作盤、前記擬似コントローラおよび/または前記シーケンサに供給するようにしてもよい。

【0025】

このように、オブジェクトをライン属性およびステーション属性に分類することにより、

50

オブジェクトの管理、供給および操作が容易になる。

【0026】

前記生産システムは、ワークを搬送する生産ラインを備え、前記生産ラインは、前記ロボットが配置された複数のステーションを備え、前記オブジェクト管理部は、シミュレーション対象である前記ステーションが属する生産ラインに関する情報であるライン属性データを示すシンボルと、前記ステーションに関する情報であるステーション属性データを示すシンボルとが階層構造で表示された選択表示部を備え、該選択表示部を操作することにより、前記ライン属性データおよび前記ステーション属性データを選択可能とすることにより、ライン属性とステーション属性との関係が明瞭になり、ライン属性データおよびステーション属性データの選択および管理が容易である。

10

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るシミュレーション装置について好適な実施の形態を挙げ、添付の図1～図15を参照しながら説明する。

【0028】

図1および図2に示すように、本実施の形態に係るシミュレーション装置10は、例えば、生産システム500(図15参照)における3台のロボット502、504、506の動作を仮想空間上でシミュレーションするものであり、実際のロボットコントローラ512、514、516の代わりに擬似コントローラ12a、12b、12cが仮想のロボットR1、R2、R3(図3参照)をそれぞれ制御する。

20

【0029】

また、シミュレーション装置10は、予備の擬似コントローラ12d、12e、12f、12g、12h、12i、12j、12k、12lを有する。つまり、シミュレーション装置10は、擬似コントローラ12a～12lを用いて12台のロボットのシミュレーションを実行することができる。なお、擬似コントローラを増設することにより13台以上のロボットのシミュレーションを実行できることはもちろんである。

【0030】

シミュレーション装置10は、擬似コントローラ12a～12lと、シーケンス処理を行うシーケンサ14と、擬似操作盤16と、シミュレーションの結果を表示するビューワ18と、ロボットR1、R2、R3のそれぞれのティーチングデータを作成するオフラインティーチングコンピュータ20と、シミュレーションの条件等のデータであるオブジェクトを管理および供給するオブジェクト管理コンピュータ(オブジェクト管理部)24とを有する。オフラインティーチングコンピュータ20で作成するティーチングデータは、ロボットR1、R2、R3の動作プログラム自体と、動作経路を示す複数の教示点データと、ロボットR1、R2、R3の相互干渉を示す干渉領域のデータとから構成される。

30

【0031】

擬似操作盤16、ビューワ18、オフラインティーチングコンピュータ20およびオブジェクト管理コンピュータ24は、それぞれモニタ画面16a、18a、20a、24aを備える。

【0032】

また、シミュレーション装置10は、2つのFA用ネットワーク(主通信手段)26a、26bと、汎用ネットワーク(副通信手段)28とを有する。FA用ネットワーク26a、26bは、擬似コントローラ12a～12lとシーケンサ14とを接続しており、これらの機器間のデータ通信を行う。汎用ネットワーク28は、擬似コントローラ12a～12lと、シーケンサ14と、擬似操作盤16と、ビューワ18と、オフラインティーチングコンピュータ20と、オブジェクト管理コンピュータ24とを接続しており、これらの機器間のデータ通信を行う。擬似操作盤16とシーケンサ14とは専用の通信手段25で接続されている。擬似操作盤16とシーケンサ14とは、FA用ネットワーク26a、26bまたは汎用ネットワーク28により通信を行うようにしてもよい。

40

【0033】

50

擬似コントローラ 1 2 a、1 2 b、1 2 c、シーケンサ 1 4、擬似操作盤 1 6 および F A 用ネットワーク 2 6 a、2 6 b は、図 1 5 に示す実際のロボットコントローラ 5 1 2、5 1 4、5 1 6、シーケンサ 5 0 8、操作盤 5 1 8 およびネットワーク 5 1 0 に相当する。

【0034】

ロボット R 1、R 2、R 3 およびロボット 5 0 2、5 0 4、5 0 6 は、例えば、図 3 に示すような産業用の多関節ロボットであり、ベース部 3 0 と、ベース部 3 0 を基準にしてロボットの先端に向かって順に第 1 アーム 3 2、第 2 アーム 3 4 および第 3 アーム 3 6 と、第 3 アーム 3 6 の先端に設けられた溶接ガン 3 8 とを有する。第 1 アーム 3 2 は、ベース部 3 0 に対して水平および垂直に回動可能な軸 J 1、J 2 によって回動可能である。第 2 アーム 3 4 は第 1 アーム 3 2 と軸 J 3 で回動可能に連結されている。第 2 アーム 3 4 は軸 J 4 によって捻れ回転が可能になっている。第 3 アーム 3 6 は第 2 アーム 3 4 と軸 J 5 で回動可能に連結されている。第 3 アーム 3 6 は軸 J 6 によって捻れ回転が可能になっている。また、作業内容によっては、ロボット R 1、R 2、R 3 には付加軸が設けられることがある。例えば、第 3 アーム 3 6 の先端と溶接ガン 3 8 との間に回転または伸縮自在な第 7 の軸（図示せず）を設ける場合がある。

10

【0035】

なお、ロボット R 1、R 2、R 3 およびロボット 5 0 2、5 0 4、5 0 6 は、溶接用ロボットに限らず、組み立て用ロボットや塗装用ロボット等でもよい。

【0036】

図 4 に示すように、擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L は、プログラム実行部 5 0 と、擬似動作部 5 2 と、入出力部 5 4 とを有しており、ロボットコントローラ 5 1 2、5 1 4、5 1 6（図 1 5 参照）と類似の作用をする。

20

【0037】

プログラム実行部 5 0 は、制御処理部 5 6 と記憶部 5 8 とを有し、オフラインティーチングコンピュータ 2 0 から供給されるティーチングデータを記憶部 5 8 に記憶し、制御処理部 5 6 がティーチングデータに基づいてロボット R 1、R 2、R 3 および溶接ガン 3 8 の移動指令値を生成する。生成した移動指令値は、ロボットの各軸 J 1 ~ J 6 および溶接ガン 3 8 の開度の値として擬似動作部 5 2 に供給する。

【0038】

制御処理部 5 6 は、先読み機能部 6 0 とインターロック判断部 6 2 とを有する。先読み機能部 6 0 は、ティーチングデータに含まれる教示点が空間上で近接する箇所については、ロボット R 1、R 2、R 3 の動作に先行して移動指令値の生成を行う。これにより、ロボット R 1、R 2、R 3 は滑らかな動作が可能になる。インターロック判断部 6 2 は、シーケンサ 1 4 と情報の送受信を行いながらインターロックの要否を判断する。インターロックを行う必要がある場合には、擬似動作部 5 2 に対する指令値をロックする。インターロック判断部 6 2 は、判断の結果を入出力部 5 4 にも供給する。

30

【0039】

先読み機能部 6 0 およびインターロック判断部 6 2 は、実際のロボットコントローラ 5 1 2、5 1 4、5 1 6 が備えている機能と同じものである。

【0040】

擬似動作部 5 2 は、プログラム実行部 5 0 から供給された各軸 J 1 ~ J 6 の移動指令値および溶接ガン 3 8 の移動指令値に基づいてロボット R 1、R 2、R 3 の姿勢を推定する。推定によって求めた結果は、シミュレーションデータとしてプログラム実行部 5 0 および入出力部 5 4 を経由してビューワ 1 8 に供給する。

40

【0041】

擬似動作部 5 2 は、ロボット R 1、R 2、R 3 の各軸 J 1 ~ J 6 の動作を推定するロボット擬似動作部 6 4 と、付加軸の動作を推定する付加軸擬似動作部 6 6 と、溶接ガン 3 8 の動作を推定する溶接ガン動作推定部 6 8 とを有する。

【0042】

シミュレーションデータは、1組のデータ列 $M = (1, 2, 3, 4, 5, 6$

50

、 7) で表される。このうち、データ 1 ~ 6 は、ロボット R 1、R 2、R 3 の各軸 J 1 ~ J 6 の角度 (動作量) であり、ロボット擬似動作部 6 4 によって求められる。データ 7 は付加軸の動作量であり、付加軸擬似動作部 6 6 によって求められる。

【0043】

ロボット擬似動作部 6 4 は、指令値に対する各軸 J 1 ~ J 6 の機械的な追従遅れ時間を推定するロボット追従遅れ時間推定部 7 0 と、ティーチングデータによる予定された動作時間に対する到着時間の遅れを推定するロボット到着遅れ時間推定部 7 2 とを有する。

【0044】

付加軸擬似動作部 6 6 は、付加軸の機械的な追従遅れ時間を推定する付加軸追従遅れ時間推定部 7 4 と、ティーチングデータによる予定された動作時間に対する付加軸の到着時間の遅れを推定する付加軸到着遅れ時間推定部 7 6 と、付加軸の電流値を検出してトルクの遅れ時間を推定する付加軸トルク到着遅れ時間推定部 7 8 とを有する。付加軸トルク到着遅れ時間推定部 7 8 は、付加軸の機械的な撓み時間を推定する撓み時間推定部 8 0 と、トルクが安定するまでの時間を推定するトルク安定時間推定部 8 2 とを有する。

10

【0045】

ロボット擬似動作部 6 4 には、付加軸トルク到着遅れ時間推定部 7 8 に相当する機能が設けられていないが、付加軸以外の関節部、つまり軸 J 1 ~ J 6 については先読み機能部 6 0 により同様の推定が可能である。

【0046】

入出力部 5 4 は、F A 用ネットワーク 2 6 a、2 6 b に対する入出力の信号や、プログラム実行部 5 0 と擬似動作部 5 2 との間の信号を検出する情報取得機能部 8 4 と、汎用ネットワーク 2 8 を介してビューワ 1 8 にシミュレーションデータと入出力データを送信するシミュレーションデータ送出处 8 6 とを有する。

20

【0047】

入出力データは、擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L とシーケンサ 1 4 との間で送受信されるインターロック信号と、その他の制御データから構成される。インターロック信号は、擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L からシーケンサ 1 4 に送信されるインターロック設定信号およびインターロック解除信号と、シーケンサ 1 4 から擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L へ送信するアンサ信号等を含む。その他の制御データとしては、例えば、溶接ガン 3 8 または付加軸との間で送受信されるデータや、エラー信号や、サーボオン信号、サーボオフ信号等が挙げられる。入出力データを構成する各信号は、オン・オフで表される 1 ビットの信号である。従って、例えば、入出力データを構成する信号が 1 2 8 点 (1 6 バイト) 程度であれば、汎用ネットワーク 2 8 により高速に伝送可能である。

30

【0048】

入出力部 5 4 は、汎用ネットワーク 2 8 とのインターフェースである第 1 ポート 8 8、F A 用ネットワーク 2 6 a、2 6 b とのインターフェースである第 2 および第 3 ポート 9 0 a、9 0 b に接続されている。

【0049】

擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L における第 2 ポート 9 0 a、第 3 ポート 9 0 b や、プログラム実行部 5 0 は、実際のロボットコントローラ 5 1 2、5 1 4、5 1 6 におけるポートやプログラム実行部と略同仕様に構成されている。

40

【0050】

図 2 に戻り、シーケンサ 1 4 は、シーケンス処理により擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L の動作を制御するものであり、実際のシーケンサ 5 0 8 と同仕様のハードウェアが使用される。

【0051】

シーケンサ 1 4 は、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 から供給されるラダープログラム生成用ファイル 1 6 2 (図 6 参照) が変換されたシーケンスプログラムを実行する動作処理機能部 9 6 を有する。

【0052】

50

処理時間設定部 9 4 は、入出力処理時間設定部 9 8 と内部処理時間設定部 1 0 0 とを有し、サイクル時間が実際のシーケンサ 5 0 8 と同じとなるようにウェイト時間などが設定される。また、シーケンサ 1 4 は F A 用ネットワーク 2 6 a、2 6 b に対して入出力を行う入出力部 2 7 を有する。

【 0 0 5 3 】

シーケンサ 1 4 で実行されるシーケンスプログラムはシーケンサ 5 0 8 と基本的に同一のものが用いられている。従って、例えば、シーケンサ 1 4 は実際のロボットコントローラ 5 1 2、5 1 4、5 1 6 を制御することも可能である。

【 0 0 5 4 】

シーケンサ 1 4 は、F A 用ネットワーク 2 6 a または 2 6 b を介して各擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L からロボット R 1、R 2、R 3 の干渉領域に対するインターロック設定信号またはインターロック解除信号を受け取り、全てのロボット R 1、R 2、R 3 の状態を把握して干渉が発生しないことを確認する。干渉が発生しないと判断した場合、進行許可を示すアンサ信号を返送する。

10

【 0 0 5 5 】

擬似操作盤 1 6 は、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 から画面生成用設定ファイル 1 6 8 (図 6 参照) に基づいてモニタ画面 1 6 a の画面設定を行い、擬似操作処理部 1 0 4 が実際の操作盤 5 1 8 (図 1 5 参照) の作用を代替する。擬似操作処理部 1 0 4 は、入力および表示を行う入力・表示機能部 1 0 6 と、シミュレーションの開始から終了までの時間を計測する時間測定機能部 1 0 8 とを有する。入力・表示機能部 1 0 6 は、汎用のキーボード、マウスおよびモニタを用いることができる。擬似操作盤 1 6 のモニタ画面 1 6 a はタッチパネル式でもよい。時間測定機能部 1 0 8 は、オペレーティングシステムが備えるタイマ機能を用いることができる。実際の操作盤 5 1 8 が移動可能である場合には、操作盤 5 1 8 自体を汎用ネットワーク 2 8 に接続して擬似操作盤 1 6 として用いてもよい。また、擬似操作盤 1 6 は、所定の操作によってシミュレーションのスタート信号 (操作信号) をシーケンサ 1 4 に送信することができる。

20

【 0 0 5 6 】

擬似操作盤 1 6 のモニタ画面 1 6 a には、図 5 に示すように、マウスにより操作可能なウィンドウ形式の操作画面 1 0 9 が表示される。この操作画面 1 0 9 において、第 1 インディケータ 1 0 9 a は入出力データに基づいてシミュレーションの実況状況を示す領域である。サイクルタイム表示テーブル 1 0 9 b は時間測定機能部 1 0 8 により計測したシミュレーション時間を表示する領域である。サイクルタイム表示テーブル 1 0 9 b に表示されるシミュレーション時間は所定の記録部に記録される。機種コンボボックス 1 0 9 c は生産機種を選定する領域である。タグパネル 1 0 9 d はアラームおよびその説明を表示する領域である。第 1 モード選択スイッチ部 1 0 9 e および第 2 モード選択スイッチ部 1 0 9 f はそれぞれシミュレーションの動作モードを選定する領域である。

30

【 0 0 5 7 】

なお、シーケンサ 1 4 には、一般的に計時機能が設けられているので、この計時機能によって計測したシミュレーション時間をサイクルタイム表示テーブル 1 0 9 b に表示するようにしてもよい。

40

【 0 0 5 8 】

第 2 インディケータ 1 0 9 g はロボット R 1、R 2、R 3 のシミュレーション状況を示す領域である。第 2 インディケータ 1 0 9 g において、ロボット R 1、R 2、R 3 相互間におけるインターロックの状況は矢印で示される。図 5 では、ロボット R 2 の動作により、ロボット R 1 が待機している状況を示す。異常が発生した場合には、対応するロボット R 1、R 2、R 3 を示すボックスの色が変更される。また、利用されない予備のロボットについては「***」の文字列が表示される。ロボット選定スイッチ部 1 0 9 h は、シミュレーションの実行対象となるロボット R 1、R 2、R 3 を選定する領域である。

【 0 0 5 9 】

図 2 に戻り、ビューワ 1 8 は、シミュレーションの結果をリアルタイムに表示するコンピ

50

ュータであり、ビューワデータ（描画情報）110と画像変換部112とを有する。ビューワデータ110は、各ロボットR1、R2、R3の関節構成や寸法および設置位置等の情報である。ビューワデータ110は、オブジェクト管理コンピュータ24から供給される。

【0060】

画像変換部112は、関節角度画像変換機能部114とI・O情報画像変換機能部116とを有する。関節角度画像変換機能部114は、各擬似コントローラ12a~12Lから供給されるシミュレーションデータとビューワデータ110とに基づいて各ロボットR1、R2、R3をソリッドモデルによって3次元表示する。

【0061】

I・O情報画像変換機能部116は、各擬似コントローラ12a~12Lから供給される入出力データの内容を表示する。また、I・O情報画像変換機能部116は、供給された入出力データを一覧形式で表示したり、入出力データのうち所定の信号に基づいてソリッドモデルの表示色を変更する機能をもつ。例えば、エラー信号やサーボオン信号が発生したときには、対応するロボットR1、R2、R3または対応する箇所の色を変更または点滅表示させる。さらに、インターロック信号に基づいて、ロボットR1、R2、R3のインターロック状態を表示する。つまり、どのロボットがどの干渉領域に入っていて、どのロボットがインターロックによる動作停止状態であるかをグラフィック形式または文字情報形式として表示する。

10

【0062】

ビューワ18は、シミュレーションの結果表示を行うものであり、またロボットR1、R2、R3同士の干渉回避処理や動作プログラムの実行または解析等を行うことがないので汎用の3次元CADシステムを適用することができる。ビューワ18は、3次元CADの一般的な機能、例えば、視点位置の変更、拡大、縮小表示等の機能が利用可能である。

20

【0063】

オフラインティーチングコンピュータ20は、ロボットR1、R2、R3のティーチングデータをオフラインで作成するものである。オフラインティーチングコンピュータ20は、各ロボットR1、R2、R3を3次元表示させながら、一連の動作を順番に教示点データとして設定することができる。

【0064】

オフラインティーチングコンピュータ20は、必ずしも汎用ネットワーク28に接続されている必要はない。オフラインティーチングコンピュータ20で作成されたティーチングデータは、他の通信手段または汎用の記録媒体を介して擬似コントローラ12a~12Lにロードしてもよい。

30

【0065】

オブジェクト管理コンピュータ24は、汎用ネットワーク28に対して信号の送受信を行うデータ配信機能部120と、シミュレーションを行うためのオブジェクトを設定し格納するオブジェクトデータベース122と、シミュレーションの条件に対応する実態的なオブジェクトの記憶部であるオブジェクト記憶部124とを有する。オブジェクトとは、生産ラインまたはステーションの情報、またはシミュレーション装置10の構成に関する情報が記録されたデータまたはプログラムである。

40

【0066】

また、オブジェクト管理コンピュータ24は、シミュレーションの実行結果を擬似コントローラ12a~12Lまたはビューワ18等からログ形式で受信してシミュレーション結果データ126として記録可能である。

【0067】

図6に示すように、オブジェクトデータベース122には、シミュレーション装置10の各機器に関する情報が記録された設備構成データ130と、生産ラインにおけるシステムの情報が記録されたシステム属性データ132と、生産ラインに関する情報が記録されたライン属性データ134と、ステーションに関する情報が記録されたステーション属性デ

50

ータ136とを有する。

【0068】

設備構成データ130は、シーケンサ設定データ140と、擬似操作盤設定データ142と、ビューワ設定データ144と、擬似コントローラデータ145とを有し、それぞれ汎用ネットワーク28に接続された各機器のIPアドレス、ポート番号およびネットワークID番号等が記録されている。

【0069】

システム属性データ132は、擬似コントローラ12a~12Lやビューワ18等で使用されるアプリケーションプログラムに関する情報が記録された個別アプリケーション情報データ146と、擬似コントローラ12a~12L以外にシミュレーション対象とする機器に関する情報が記録された個別接続機器情報データ148とを有する。

10

【0070】

ライン属性データ134は、対応する生産ラインにおける機種およびワークの種類を記録した生産機種データ150を有する。

【0071】

ステーション属性データ136は、FA用ネットワーク26aまたは26b(図2参照)のいずれを用いるかが記録されたネットワーク種別データ152と、FA用ネットワーク26aまたは26bにおける擬似コントローラ12a~12Lの各IPアドレスおよびネットワークID番号が記録されたロボットネットワーク情報データ154とを有する。また、ステーション属性データ136は、使用する擬似コントローラ12a~12Lの種別が記録されたロボット情報データ156と、ロボットR1、R2、R3...の相互間におけるインターロックに関する情報が記録されたロボットインターロック情報データ158と、シミュレーションを実行する際に必要となるデータが記録されたオブジェクト情報データ160とを有する。

20

【0072】

ロボットインターロック情報データ158は、インターロックに関する情報に基づいてラダープログラムを生成するための条件が設定されたラダープログラム生成用ファイル162を含む。

【0073】

オブジェクト情報データ160は、ロボットR1、R2、R3の関節構成、寸法等の情報が記録されたビューワデータ(描画情報)164と、擬似コントローラ12a~12LとロボットR1、R2、R3...との割り付けを示すロボット割付データ166と、擬似操作盤16において操作画面109(図5参照)を表示するためのデータである画面生成用設定ファイル168とを有する。また、オブジェクト情報データ160は、オフラインティーチングコンピュータ20(図1参照)で作成したティーチングデータ170を有する。

30

【0074】

ビューワデータ164は、ビューワ18へ送信されてビューワデータ110(図2参照)として参照される。ティーチングデータ170は、シミュレーションで用いる擬似コントローラ12a~12Lに対してそれぞれ用意され、生産ラインで生産される全てのワークに対応することができる。さらに、オブジェクト情報データ160は、FA用ネットワーク26aまたは26bで通信を行うために必要な情報が記録された通信設定データ172を有する。

40

【0075】

ライン属性データ134は、対象となる生産ラインの数に応じて増減可能であり、それぞれの生産ラインに対して1つのライン属性データ134が適用される。ステーション属性データ136は、対象となるステーションの数に応じて増減可能であり、それぞれのステーションに対して1つのステーション属性データ136が適用される。

【0076】

また、ライン属性データ134とステーション属性データ136とは階層構造になっており、ライン属性データ134の下位に1つまたは複数のステーション属性データ136が

50

設定されている。具体的には、ライン属性データ134には下位のステーション番号を示す下位階層データ(図示せず)が記録されており、ステーション属性データ136には、上位の生産ラインを示す上位階層データ(図示せず)が記録されている。さらに、ライン属性データ134は、それぞれ複数に区分して管理することが可能であり、この区分の単位は「ゾーン」と呼ばれる。複数のステーション属性データ136は、それぞれ1つの工程毎にまとめて管理することが可能である。また、ステーション属性データ136は、それぞれ生産ラインにおける配置が右側、左側、左右両側のいずれであるかが「Aサイド」、「Bサイド」、「ABサイド」と表される「サイド」と呼ばれる小属性を付加することが可能である。従って、見かけ上、上位から順に「ライン」、「ゾーン」、「工程」、「ステーション」および「サイド」の5区分の階層構造に分類して管理することができる。 10

【0077】

次に、オブジェクト管理コンピュータ24のモニタ画面24aに表示されるオブジェクト管理画面200について図7~図11を参照しながら説明する。オブジェクト管理画面200は、オブジェクトの設定および転送を行うための操作用の画面である。

【0078】

図7に示すように、オブジェクト管理画面200は、メニューバー202と、データ選択部204と、ダイアログ表示部206と、状態表示部207とから構成される。メニューバー202のファイルメニュー208は、ファイルの新規設定および操作の終了等を示すサブメニューを表示させるメニューである。挿入メニュー210は、ライン属性データ134およびステーション属性データ136の追加または削除を示すサブメニューを表示させるメニューである。シミュレーションメニュー212は、マウスカーソル214の操作によりダウンロードサブメニュー216、イニシャライズサブメニュー218、ログアップロードサブメニュー220、ペリファイサブメニュー222およびシステム設定サブメニュー224を表示させるメニューである。 20

【0079】

イニシャライズサブメニュー218を選択することにより、所定の初期設定を行うことができる。ログアップロードサブメニュー220を選択することにより、シミュレーション結果を示すログデータをアップロードしてシミュレーション結果データ126(図1参照)として記録することができる。ペリファイサブメニュー222を選択することにより、オブジェクト管理コンピュータ24で管理している各種のオブジェクトと、擬似コントローラ12a~12L、シーケンサ14、擬似操作盤16およびビューワ18に格納しているオブジェクト(またはデータ)とを比較確認することができる。システム設定サブメニュー224を選択することにより、システム属性データ(図6参照)132の編集を行うことができる。 30

【0080】

また、ダウンロードサブメニュー216を選択することにより、オブジェクトのうち、所定のライン属性データ134およびステーション属性データ136を擬似コントローラ12a~12L、シーケンサ14、擬似操作盤16およびビューワ18に供給することができる。具体的には、ダイアログ表示部206にダウンロードダイアログ226が表示され、データの転送状況に合わせてチェックマーク226aの数が増えるように表示される。このとき、詳細な状況が状態表示部207に表示される。 40

【0081】

データ選択部204は、設備構成データ130の選択編集をするための設備構成データ選択パネル228と、ライン属性データ134の選択編集をするためのライン属性データ選択パネル230と、ステーション属性データ136の選択編集をするためのステーション属性データ選択パネル232とから構成される。

【0082】

設備構成データ選択パネル228は、シーケンサ設定データ140を選択編集するためのシーケンサ設定ボタン234と、擬似操作盤設定データ142を選択編集するための擬似操作盤設定ボタン236と、ビューワ設定データ144を選択編集するためのビューワ設 50

定ボタン 238 と、擬似コントローラデータ 145 を選択編集するためのロボットコントローラ設定ボタン 240 とを有する。

【0083】

ライン属性データ選択パネル 230 には、挿入メニュー 210 で設定されたラインの名称およびゾーンの名称が表示される。例えば、「C s s - N o . 1」という表示がラインの名称であり、「A - Z o n e」という表示がゾーンの名称である。ステーション属性データ選択パネル 232 には、挿入メニュー 210 で設定された工程の名称およびステーションの名称が表示される。例えば、「F R - C O M P」という表示が工程の名称であり、「1 S T」という表示がステーションの名称である。これらのライン、ゾーン、工程およびステーションは、それぞれツリー状の階層形式で表示されている。

10

【0084】

設備構成データ 130 のうち、例えば、擬似コントローラデータ 145 を編集する際には、図 8 に示すように、ロボットコントローラ設定ボタン 240 をマウスカーソル 214 で選択することによって、ダイアログ表示部 206 にコントローラアドレス設定ダイアログ 242 が表示される。このコントローラアドレス設定ダイアログ 242 のネットワークタブ 246 を選択することにより、アドレステーブル 248 が表示されるので、このアドレステーブル 248 において IP アドレス等を設定する。設定したデータは擬似コントローラデータ 145 として記録される。

【0085】

ライン属性データ 134 の生産機種データ 150 を編集する際には、図 9 に示すように、ラインの名称のうち、例えば、「C s s - N o . 1」という表示をマウスカーソル 214 で選択することによって、ダイアログ表示部 206 に生産機種設定ダイアログ 250 が表示される。この生産機種設定ダイアログ 250 の機種タブ 252 を選択することにより、機種テーブル 254 が表示されるので、この機種テーブル 254 において対応する機種およびワークの種類に関する情報を設定する。設定したデータは、生産機種データ 150 として記録される。

20

【0086】

生産機種データ 150 は、ダウンロードの処理を行うことによって擬似操作盤 16 に供給され、操作画面 109 (図 5 参照) の機種コンボボックス 109c に反映される。

【0087】

ステーション属性データ 136 のネットワーク種別データ 152 及びオブジェクト情報データ 160 を編集する際には、図 10 に示すように、ステーションの名称のうち、例えば、「2 S T」という表示をマウスカーソル 214 で選択することによって、ダイアログ表示部 206 にステーション設定ダイアログ 256 が表示される。このステーション設定ダイアログ 256 のオブジェクト・ネットワークタブ 258 を選択することにより、オブジェクト設定テーブル 260 が表示されるので、このオブジェクト設定テーブル 260 においてオブジェクト情報データ 160 の設定を行う。例えば、オブジェクト設定テーブル 260 の欄 260a は、擬似コントローラ 12a へ供給するためのティーチングデータ 170 の指定をする欄である。

30

【0088】

また、ステーション設定ダイアログ 256 のネットワーク種別コンボボックス 262 を操作することにより、F A 用ネットワーク 26a または 26b のいずれかを選択することができる。このネットワーク種別コンボボックス 262 による選択情報は、ネットワーク種別データ 152 として記録される。

40

【0089】

さらに、ステーション属性データ 136 のロボットインターロック情報データ 158 を編集する際には、図 11 に示すように、ステーション設定ダイアログ 256 のインターロックタブ 266 を選択することにより、インターロックテーブル 268 が表示されるので、このインターロックテーブル 268 においてインターロック処理に関する必要な情報を入力する。インターロックテーブル 268 で設定した情報はロボットインターロック情報デ

50

ータ158に記録され、さらに、所定のラダープログラムと結合されてラダープログラム生成用ファイル162となる。

【0090】

オブジェクト管理画面200および前記の操作画面109（図5参照）における表示は、他の適当な方法で行ってもよいことはもちろんであり、例えば、文字列で表示される情報をシンボルや色の変化によって示すようにしてもよい。

【0091】

次に、このように構成されるシミュレーション装置10を用いてシミュレーションを行う方法について図12を参照しながら説明する。

【0092】

まず、ステップS1において、シミュレーション装置10における汎用ネットワーク28に接続された各機器の情報、つまり設備構成データ130を設定する。具体的には、オブジェクト管理コンピュータ24のオブジェクト管理画面200（図8参照）において、設備構成データ選択パネル228に表示されている所定のボタンをクリックしてアドレスやIPの設定を行う。例えば、擬似コントローラ12a～12Lの設定を行う際には、アドレステーブル248を操作して設定する。

【0093】

各機器の入れ替え等を行わない限り、設備構成データ130を再設定する必要はなく、このステップS1の処理は省略可能である。

【0094】

次に、ステップS2において、オフラインティーチングコンピュータ20で作成したロボットR1、R2、R3のティーチングデータ170をオブジェクト記憶部124（図1参照）に記録する。各ティーチングデータ170に関する情報はオブジェクト情報データ160に登録される。

【0095】

次に、ステップS3において、オブジェクト管理コンピュータ24を操作し、シミュレーションを行う搬送ラインおよびステーションに関する情報を設定する。

【0096】

例えば、システム属性データ132を設定する際には、システム設定サブメニュー224を選択した後、所定の操作画面で設定を行う。また、ライン属性データ134の生産機種データ150を設定する際には、機種テーブル254（図9参照）を操作することにより設定を行う。さらに、例えば、ステーション属性データ136のネットワーク種別データ152を設定する際には、ネットワーク種別コンボボックス262（図10参照）を操作することにより設定を行う。

【0097】

設定したデータは記録されるので、オブジェクト管理コンピュータ24を起動するたびに再設定する必要はない。

【0098】

新たな生産ラインやステーションを設定する際には、挿入メニュー210（図7）を操作してライン属性データ選択パネル230またはステーション属性データ選択パネル232に対応する生産ラインまたはステーションを追加する。

【0099】

システム属性データ132、ライン属性データ134およびステーション属性データ136を変更または追加する必要がない場合には、このステップS3の処理は省略可能である。

【0100】

次に、ステップS4において、オブジェクト管理画面200（図7参照）のステーション属性データ選択パネル232でシミュレーションを行うステーションを選択した後、ダウンロードサブメニュー216を指定することによりオブジェクトの送信を行う。このとき、ダウンロードダイアログ226により送信の状態が表示される。オブジェクト管理コン

10

20

30

40

50

コンピュータ 24 が行うダウンロード処理方法の詳細については後述する。

【0101】

また、ティーチングデータ 170 は、擬似コントローラ 12a ~ 12L のうち実際にシミュレーションに使用するものに対してのみ供給を行う。例えば、生産システム 500 のシミュレーションを行う場合、3 台の擬似コントローラ 12a、12b、12c にのみティーチングデータ 170 を送信すればよい。

【0102】

以下の説明では、シミュレーション時に擬似コントローラ 12a、12b、12c を動作させるものとする。

【0103】

次に、ステップ S5 において、シミュレーションを実行するための初期処理を行う。シーケンサ 14 における初期処理では、生成したシーケンスプログラムに対して処理時間設定部 94 により動作周期の設定を行う。

【0104】

擬似操作盤 16 における初期処理では、供給された画面生成用設定ファイル 168 に基づき、モニタ画面 16a の設定と入出力プログラムの設定を行う。

【0105】

ビューワ 18 における初期処理では、供給されたビューワデータ 110 により各ロボット R1、R2、R3 および周辺設備に関するデータを認識し、3次元描画の設定を行う。

【0106】

次に、ステップ S6 において、擬似操作盤 16 の操作画面 109 (図 5 参照) を操作して、シミュレーション動作の開始指示命令を各擬似コントローラ 12a、12b、12c およびシーケンサ 14 に送信する。このとき、擬似操作盤 16 の時間測定機能部 108 (図 2 参照) は、シミュレーション時間の計測を開始する。

【0107】

また、操作画面 109 の機種コンボボックス 109c で生産機種を選定する。この生産機種に関する情報は各擬似コントローラ 12a、12b、12c に送信される。

【0108】

各擬似コントローラ 12a、12b、12c のプログラム実行部 50 は、記憶部 58 に格納したティーチングデータのうち、指定の生産機種に対応したデータに従って同時に動作を開始する。また、シーケンサ 14 は格納したシーケンスプログラムを実行する。

【0109】

次に、ステップ S7 において、シーケンサ 14、擬似コントローラ 12a、12b、12c およびビューワ 18 がそれぞれ連動しながらシミュレーション動作を行う。

【0110】

具体的には、擬似コントローラ 12a、12b、12c は、ティーチングデータ 170 に基づいてロボット R1、R2、R3 のシミュレーションを行い、ロボット R1、R2、R3 に関するシミュレーションデータをビューワ 18 に供給する。ビューワ 18 は、供給されたシミュレーションデータと、ビューワデータ 110 とに基づいてロボット R1、R2、R3 をリアルタイムに 3次元表示する。

【0111】

また、擬似コントローラ 12a、12b、12c は、ティーチングデータ 170 に含まれる干渉領域に関する情報を参照し、ロボット R1、R2、R3 が干渉領域に進入する際にはシーケンサ 14 にインターロック設定信号を送信する。シーケンサ 14 は、シーケンスプログラムに組み込まれているロボットインターロック情報データ 158 に基づき、ロボット R1、R2、R3 同士の干渉が発生しないことを確認した後に、インターロック設定信号の送信元に対して進入許可を示すアンサ信号を送信する。

【0112】

さらに、擬似コントローラ 12a、12b、12c は、ロボット R1、R2、R3 が干渉領域から退出する際には、シーケンサ 14 に対してインターロック解除信号を送信する。

10

20

30

40

50

シーケンサ 1 4 は、内部フラグを監視して、ロボット R 1、R 2、R 3 同士が干渉するおそれがある場合には、インターロック解除信号を受信するまで、アンサ信号の送出手を留保する。

【 0 1 1 3 】

また、シーケンサ 1 4 が受信するインターロック設定信号およびインターロック解除信号と、シーケンサ 1 4 が送信するアンサ信号に関する情報は、リアルタイムで擬似操作盤 1 6 に供給される。擬似操作盤 1 6 では、これらの信号に基づき、第 2 インディケータ 1 0 9 g (図 5 参照) にインターロックの状態を矢印により表す。

【 0 1 1 4 】

なお、シミュレーションを実行している最中は、オフラインティーチングコンピュータ 2 0 およびオブジェクト管理コンピュータ 2 4 は処理を行う必要がない。

【 0 1 1 5 】

次に、ステップ S 8 において、擬似コントローラ 1 2 a、1 2 b、1 2 c は、格納したティーチングデータに基づいた処理が終了すると、シーケンサ 1 4 に終了を示す信号を送信する。シーケンサ 1 4 は、3 台の擬似コントローラ 1 2 a、1 2 b、1 2 c からそれぞれ終了通知を受信した後、擬似操作盤 1 6 およびビューワ 1 8 にシミュレーションの終了を示す信号 (操作信号) を送信する。

【 0 1 1 6 】

この信号により、擬似操作盤 1 6 および擬似コントローラ 1 2 a、1 2 b、1 2 c はシミュレーションに対応した処理を終了し、擬似操作盤 1 6 の時間測定機能部 1 0 8 はシミュレーションに要した時間を操作画面 1 0 9 のサイクルタイム表示テーブル 1 0 9 b (図 5 参照) に表示する。

【 0 1 1 7 】

次に、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 からオブジェクトをダウンロードする方法について図 1 3 を参照しながら説明する。

【 0 1 1 8 】

ダウンロードサブメニュー 2 1 6 が選択された後、図 1 3 のステップ S 1 0 1 において、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 は、シミュレーションを行うために必要な全てのオブジェクトが入力されていることを確認する。シミュレーションを行うために設定が不足しているときにはエラーメッセージを表示し、再設定を促す。

【 0 1 1 9 】

次に、ステップ S 1 0 2 において、汎用ネットワーク 2 8 に接続されている機器、すなわち擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L、シーケンサ 1 4、擬似操作盤 1 6、ビューワ 1 8 が設定されたアドレスに対応して接続されていることを確認する。具体的には、接続確認要求信号を送信してその応答信号を受信することにより接続を確認する。また、シーケンサ 1 4 の応答信号に含まれるシーケンサ 1 4 自身の機種コードを確認する。

【 0 1 2 0 】

次に、ステップ S 1 0 3 において、擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L、シーケンサ 1 4、擬似操作盤 1 6、ビューワ 1 8 に対して、各機器が備えるアプリケーションの停止指令信号を送信する。これにより、擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L、シーケンサ 1 4、擬似操作盤 1 6、ビューワ 1 8 は、その時点で実行中の各アプリケーションを停止し、シミュレーションに必要なデータ、オブジェクトの受信待ちの状態となる。また、擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L、シーケンサ 1 4、擬似操作盤 1 6、ビューワ 1 8 は、それぞれその時点で使用しているオブジェクトを所定の記憶領域へ待避させる。

【 0 1 2 1 】

次に、ステップ S 1 0 4 において、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 は、ロボットインターロック情報データ 1 5 8 に基づいてラダープログラム生成用ファイル 1 6 2 を作成する。また、入力情報に基づいて画面生成用設定ファイル 1 6 8 を作成する。

【 0 1 2 2 】

次に、ステップ S 1 0 5 において、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 は、擬似コントロ

ーラ 12 a、12 b、12 c、シーケンサ 14、擬似操作盤 16、ビューワ 18 に対してそれぞれ対応するオブジェクトを送信する。

【0123】

つまり、擬似コントローラ 12 a、12 b、12 c に対しては、ネットワーク種別データ 152、ロボットネットワーク情報データ 154、ロボット割付データ 166、ティーチングデータ 170 および通信設定データ 172 を送信する。ティーチングデータ 170 が供給されない擬似コントローラ 12 d ~ 12 L は待機状態を保持する。

【0124】

擬似コントローラ 12 a、12 b、12 c は、供給されたティーチングデータ 170 に基づいて、ロボット R1、R2、R3 のシミュレーションを行うことができる。

10

【0125】

シーケンサ 14 に対しては、ネットワーク種別データ 152、ロボットネットワーク情報データ 154、ラダープログラム生成用ファイル 162、ロボット割付データ 166、および通信設定データ 172 を送信する。シーケンサ 14 は、ラダープログラム生成用ファイル 162 によって実行可能なシーケンスプログラムを生成することができる。

【0126】

さらに、ネットワーク種別データ 152 により、擬似コントローラ 12 a、12 b、12 c およびシーケンサ 14 は、FA 用ネットワーク 26 a または 26 b のうち適用する一方を選択することができる。

【0127】

擬似操作盤 16 に対しては、生産機種データ 150、ロボット情報データ 156、画面生成用設定ファイル 168 を送信する。擬似操作盤 16 は、画面生成用設定ファイル 168 に基づいて操作画面 109 (図 5 参照) を表示させることができる。また、生産機種データ 150 を機種コンボボックス 109 c に反映させることができる。

20

【0128】

ビューワ 18 に対しては、ビューワデータ 164 およびロボット割付データ 166 を送信する。ビューワ 18 は、ビューワデータ 164 およびロボット割付データ 166 と、シミュレーション実行中に擬似コントローラ 12 a、12 b、12 c から供給されるシミュレーションデータに基づいてロボット R1、R2、R3 を 3 次元表示させることができる。

【0129】

次に、ステップ S106 において、オブジェクト管理コンピュータ 24 は、各機器に対して所定のアプリケーションプログラムの実行を指示する。これにより、擬似コントローラ 12 a、12 b、12 c、シーケンサ 14、擬似操作盤 16 およびビューワ 18 は供給されたオブジェクトに基づいてアプリケーションプログラムを起動させ、シミュレーションの実行準備を行う。この後、前記のステップ S6 の処理、つまり擬似操作盤 16 を操作することによりシミュレーションを行う。

30

【0130】

次に、シミュレーション実行中のビューワ 18 の処理内容について図 14 を参照しながら説明する。

【0131】

図 14 のステップ S201 において、ビューワ 18 は、擬似コントローラ 12 a、12 b、12 c からそれぞれシミュレーションデータを受信し、このシミュレーションデータとビューワデータ 110 とに基づいて、関節角度画像変換機能部 114 により各ロボット R1、R2、R3 の姿勢を演算する。受信したシミュレーションデータは時系列形式に記憶する。

40

【0132】

次に、ステップ S202 において、各ロボットの姿勢をモニタ画面 18 a 上にソリッドモデルにより 3 次元表示する。表示の形式は、ワイヤフレーム形式や、数値列による情報表示等でもよい。

【0133】

50

次に、ステップ S 2 0 3 において、擬似コントローラ 1 2 a、1 2 b、1 2 c からそれぞれ入出力データを受信して、時系列形式に記憶する。

【 0 1 3 4 】

次に、ステップ S 2 0 4 において、入出力データに基づく情報をモニタ画面 1 8 a 上にグラフィック形式または文字情報形式で表示する。

【 0 1 3 5 】

次いで、ステップ S 2 0 5 において、シミュレーションが終了か否かを判断する。すなわち、擬似操作盤 1 6 から終了信号を受信した場合には、次のステップ S 2 0 6 へ移り、終了信号が検出されない場合にはステップ S 2 0 1 に戻る。

【 0 1 3 6 】

ステップ S 2 0 6 においては、記憶したシミュレーションデータおよび入出力データに基づいて各ロボット R 1、R 2、R 3 の動作のタイミングチャートを生成する。このタイミングチャートは、シミュレーションの開始から終了までの間における動作、溶接、インターロックによる待機、エラー発生等の各ロボット R 1、R 2、R 3 の状態を時系列的に表示する。生成したタイミングチャートは、モニタ画面 1 8 a 上に表示するとともに所定の記憶部に記憶する。

10

【 0 1 3 7 】

このステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 5 で形成されるループは、微小時間で実行されるので、モニタ画面 1 8 a には、ロボット R 1、R 2、R 3 の姿勢および入出力データに基づく情報がリアルタイムで表示される。

20

【 0 1 3 8 】

上述したように、本実施の形態に係るシミュレーション装置 1 0 によれば、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 から各機器に対して汎用ネットワーク 2 8 を介してリモートアクセスし、それぞれの機器に設定されているデータを送受信することが可能になり、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 でデータを一括管理することで、データ管理の作業を簡素化することができる。

【 0 1 3 9 】

また、生産ラインやステーションの設定変更を行う場合、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 の操作によって、対応するライン属性データ 1 3 4、ステーション属性データ 1 3 6 を選択および変更するだけでよい。オブジェクト管理コンピュータ 2 4 は、擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L、シーケンサ 1 4、擬似操作盤 1 6 およびビューワ 1 8 へはそれぞれ必要なオブジェクトを自動的に選択して供給するので、シミュレーション作業の担当者は、オブジェクトの選択やロードの作業を行う必要がなく、シミュレーションを行うための段取り作業が大幅に短縮される。シーケンサ 1 4、擬似コントローラ 1 2 a ~ 1 2 L、擬似操作盤 1 6 およびビューワ 1 8 は、シミュレーションに適応したプログラム、タイミングデータ、操作画面、ビューワデータ等を得ることができる。

30

【 0 1 4 0 】

この際、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 は、ロボットインターロック情報データ 1 5 8 に基づいてラダープログラム生成用ファイル 1 6 2 を自動的に生成するので、シミュレーション作業の担当者は、ラダープログラムのソースコードを操作する必要がない。また、シミュレーション装置 1 0 の各機器の接続を変更する必要はない。

40

【 0 1 4 1 】

このように、シミュレーション装置 1 0 においては、異なる条件のステーション毎に簡便な手順でシミュレーションを行うことができる。

【 0 1 4 2 】

さらに、オブジェクト管理コンピュータ 2 4 では、シミュレーションのオブジェクトをライン属性データ 1 3 4 およびステーション属性データ 1 3 6 による階層構造で記憶しているので、これらのデータの管理および選択が容易である。

【 0 1 4 3 】

実際のステーションまたは生産ラインでは、複数の F A 用ネットワーク 2 6 a または 2 6

50

bのいずれかに相当するネットワークが用いられているが、これらのネットワークと同じ仕様（または規格）のものを選択的に適用可能であり、実際の動作を正確に再現することができるのでシミュレーションの精度が向上する。

【0144】

また、汎用ネットワーク28は、オブジェクト管理コンピュータ24から擬似コントローラ12a～12L等へのオブジェクト転送用に用いられる。一方、シミュレーションの実行中には、汎用ネットワーク28は擬似コントローラ12a～12Lからビューワ18へのシミュレーションデータを送信する手段としても機能するので、簡便な構成になるとともに汎用ネットワーク28の利用率が高い。

【0145】

本発明に係るシミュレーション装置は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0146】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係るシミュレーション装置によれば、ロボット、ロボットコントローラおよび操作盤等の複数の機器から構成されるステーションに対して、異なる条件のステーション毎に簡便な手順でシミュレーションを行うという効果を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係るシミュレーション装置を構成する機器の接続図である。

【図2】本実施の形態に係るシミュレーション装置のブロック図である。

【図3】シミュレーション対象のロボットの斜視図である。

【図4】擬似コントローラの内部ブロック図である。

【図5】擬似操作盤のモニタ画面上に表示される操作画面である。

【図6】オブジェクトデータベースに記録されるデータを示す表である。

【図7】ダウンロードダイアログが表示されている状態を示すオブジェクト管理画面である。

【図8】コントローラアドレス設定ダイアログが表示されている状態を示すオブジェクト管理画面である。

【図9】生産機種設定ダイアログが表示されている状態を示すオブジェクト管理画面である。

【図10】ステーション設定ダイアログにオブジェクト設定テーブルが表示されている状態を示すオブジェクト管理画面である。

【図11】ステーション設定ダイアログにインターロックテーブルが表示されている状態を示すオブジェクト管理画面である。

【図12】シミュレーションの手順を示すフローチャートである。

【図13】オブジェクトをダウンロードする手順を示すフローチャートである。

【図14】ビューワの処理内容を示すフローチャートである。

【図15】実際のシステムの概略ブロック図である。

【符号の説明】

10 ... シミュレーション装置	12a～12L ... 擬似コントローラ
14 ... シーケンサ	16 ... 擬似操作盤
18 ... ビューワ	
20 ... オフラインティーチングコンピュータ	
24 ... オブジェクト管理コンピュータ	26a、26b ... FA用ネットワーク
28 ... 汎用ネットワーク	88、90a、90b ... ポート
94 ... 処理時間設定部	96 ... 動作処理機能部
100 ... 内部処理時間設定部	104 ... 擬似操作処理部
106 ... 入力・表示機能部	108 ... 時間測定機能部
109 ... 操作画面	110 ... ビューワデータ

10

20

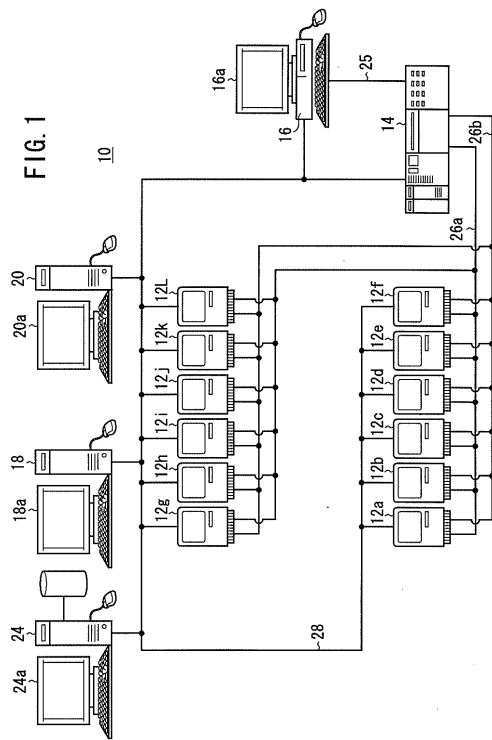
30

40

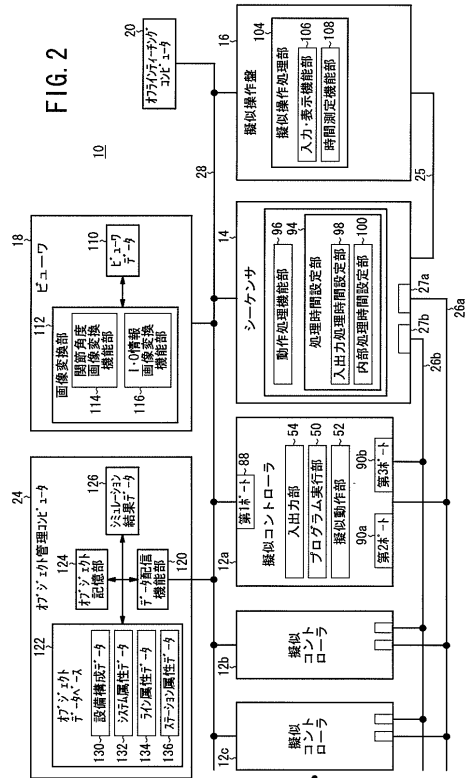
50

- 1 1 2 ... 画像変換部
- 1 1 6 ... I・O情報画像変換機能部
- 1 2 4 ... オブジェクト記憶部
- 1 3 0 ... 設備構成データ
- 1 3 4 ... ライン属性データ
- 1 6 8 ... 画面生成用設定ファイル
- 5 0 2、5 0 4、5 0 6、R 1、R 2、R 3 ... ロボット
- 1 1 4 ... 関節角度画像変換機能部
- 1 2 2 ... オブジェクトデータベース
- 1 2 6 ... シミュレーション結果データ
- 1 3 2 ... システム属性データ
- 1 3 6 ... ステーション属性データ

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

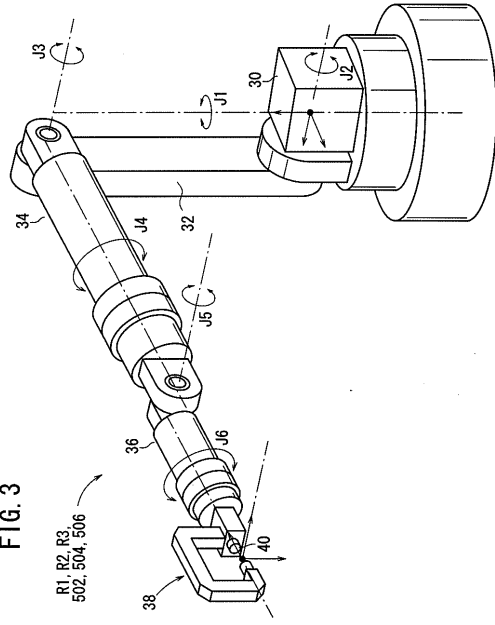


FIG. 3

R1, R2, R3
502, 504, 506

【 図 4 】

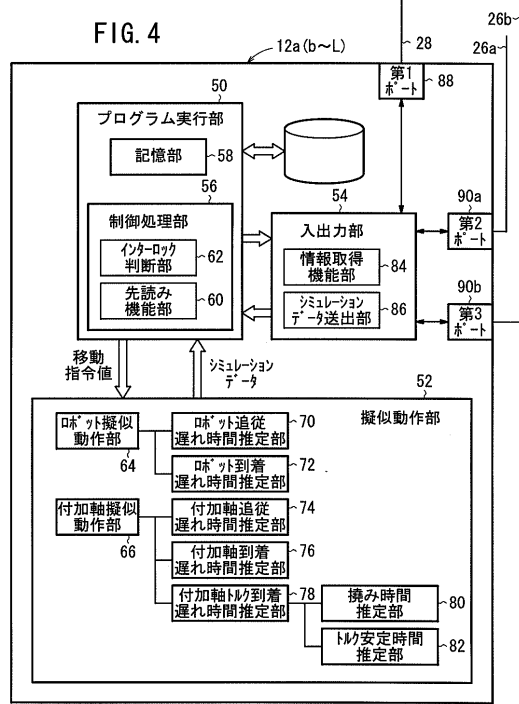


FIG. 4

【 図 5 】

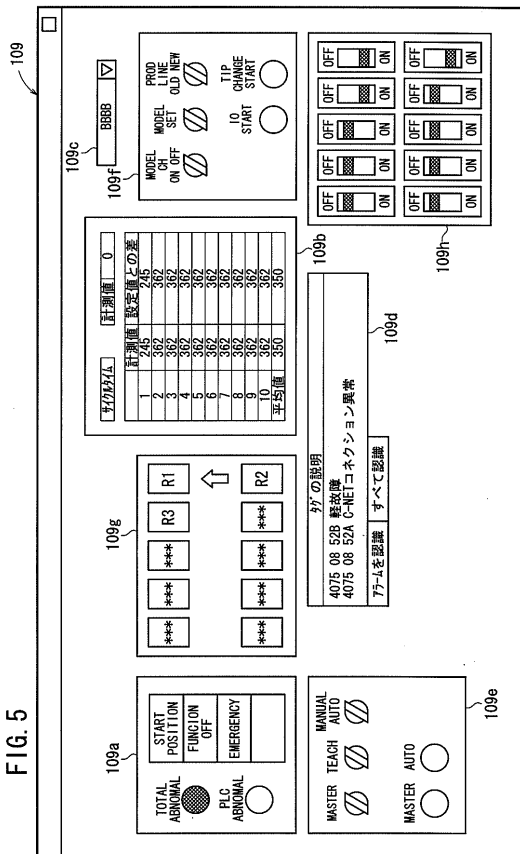


FIG. 5

【 図 6 】

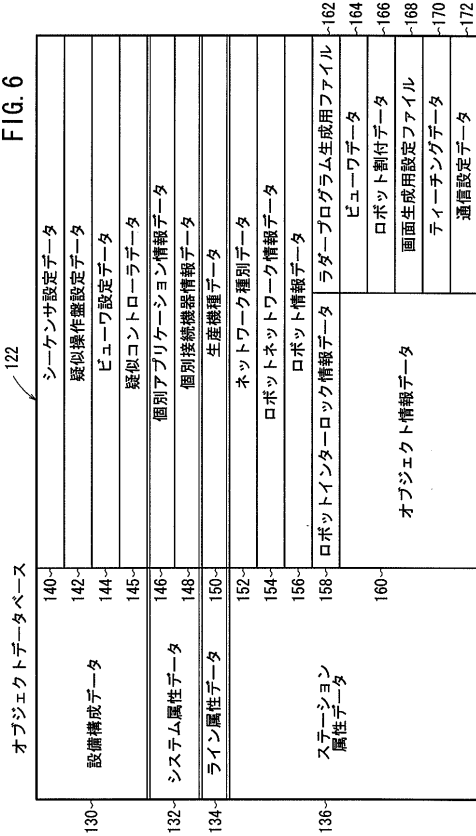
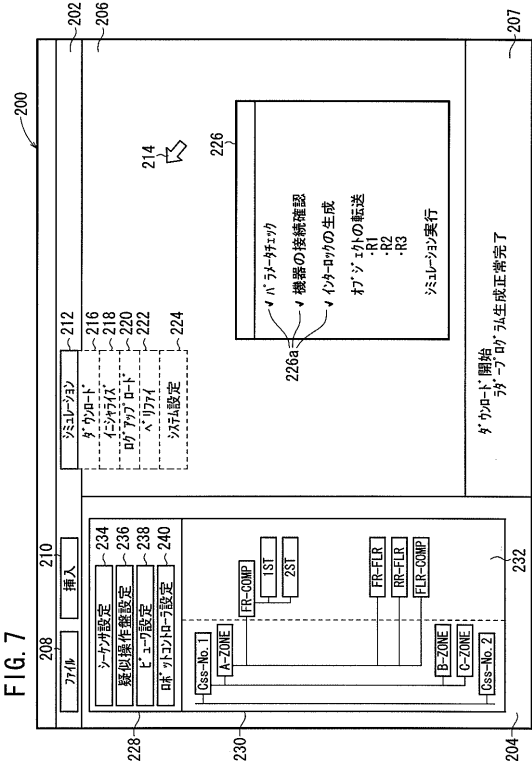
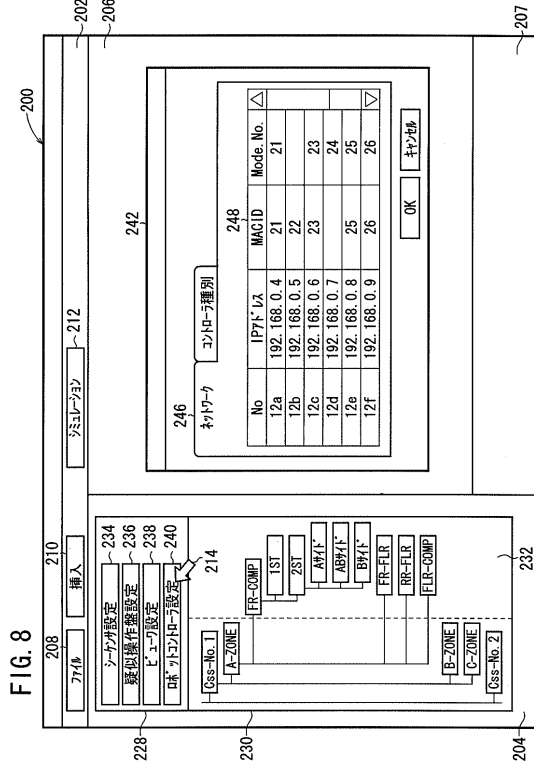


FIG. 6

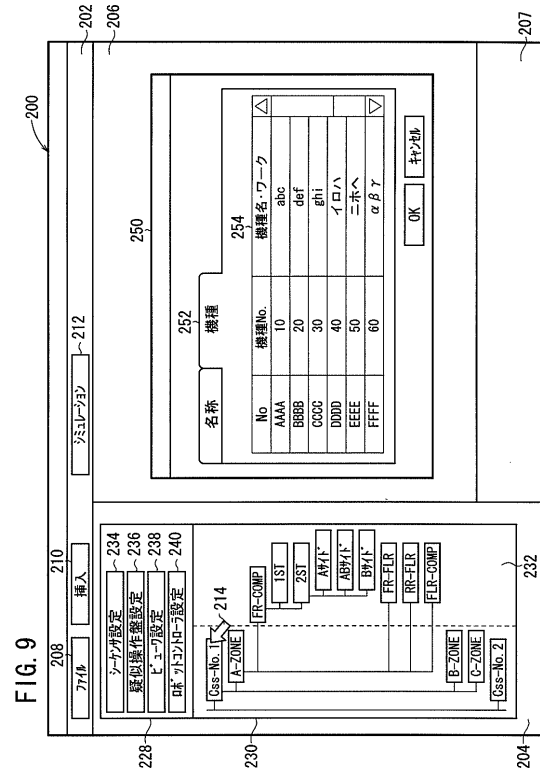
【 図 7 】



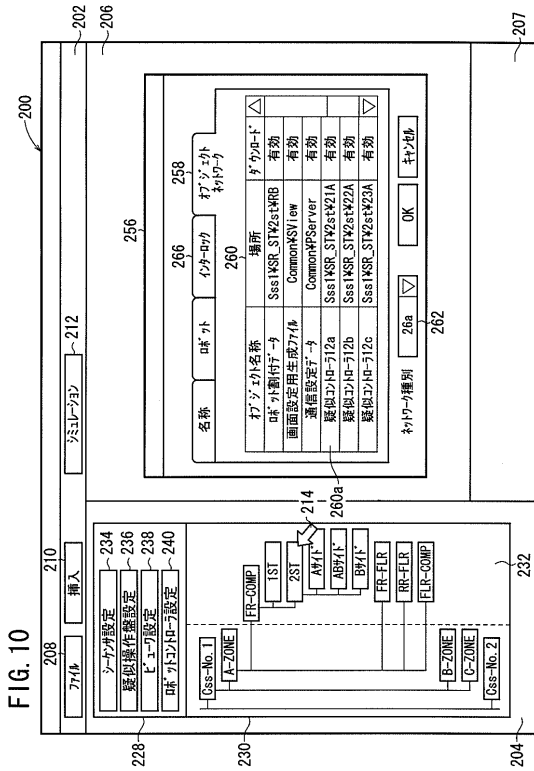
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

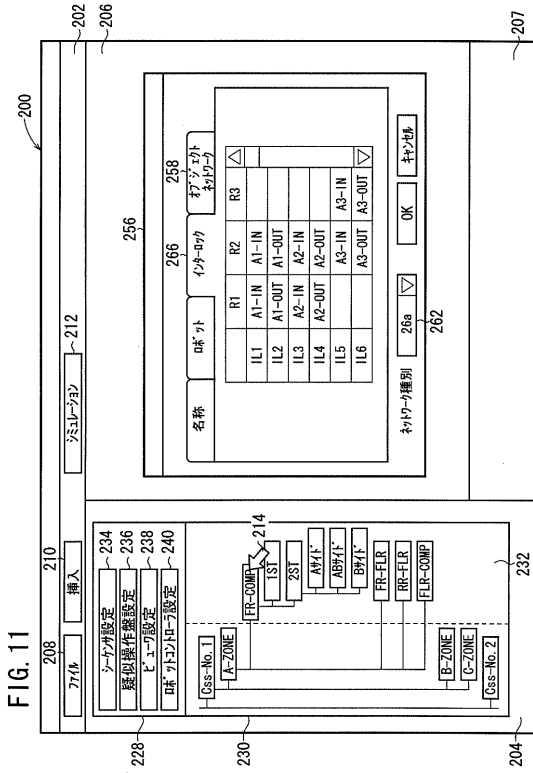


FIG. 11

【 図 1 2 】

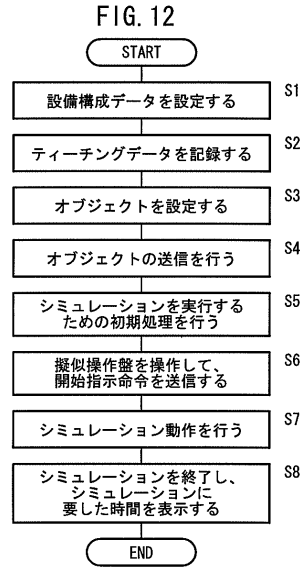


FIG. 12

【 図 1 3 】

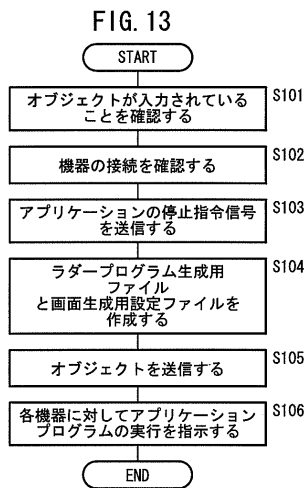


FIG. 13

【 図 1 4 】

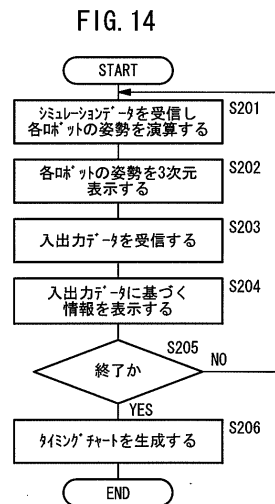
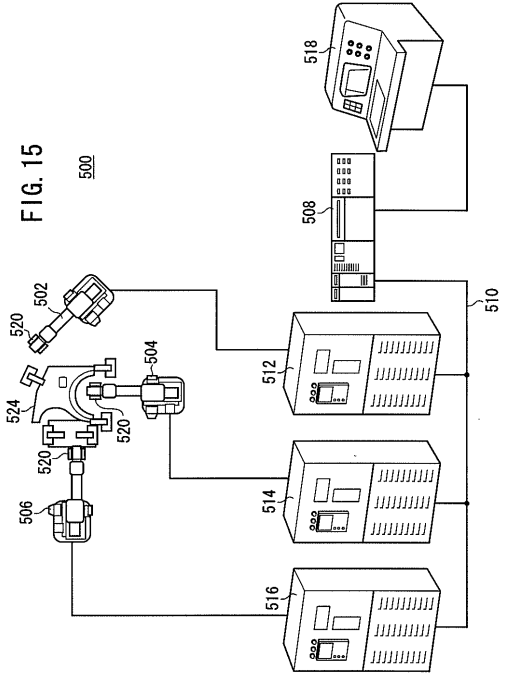


FIG. 14

【 図 15 】



フロントページの続き

(72)発明者 武石 克己

埼玉県狭山市新狭山 1 - 1 0 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 一ノ宮 博志

埼玉県狭山市新狭山 1 - 1 0 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 3C007 AS11 BS12 JU01 LS00 LS08 LS20