

⑫ 特許公報(B2)

平4-66676

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>

B 25 J 13/06  
13/08  
G 21 F 7/06  
H 04 N 7/18

識別記号

A

庁内整理番号

9147-3F  
9147-3F  
8805-2G  
7033-5C

⑭公告 平成4年(1992)10月23日

発明の数 2 (全7頁)

⑮発明の名称 視覚情報提示方法及び装置

⑯特 願 昭60-47981

⑰公 開 昭61-209889

⑱出 願 昭60(1985)3月11日

⑲昭61(1986)9月18日

特許法第30条第1項適用 昭和59年11月29日, 日本ロボット学会主催の「第2回学術講演会」において発表

⑳発 明 者 館 暁 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

㉑発 明 者 荒 井 裕 彦 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

㉒発 明 者 小 森 谷 清 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

㉓出 願 人 工業技術院長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

㉔指定代理人 工業技術院機械技術研究所長

審 査 官 桜 井 義 宏

出願人において、実施許諾の用意がある。

㉕参 考 文 献 特開 昭58-137575 (JP, A) 特開 昭58-137574 (JP, A)

1

2

㉖特許請求の範囲

1 操作環境に操作者を測定する操作者測定装置と可視画像提示装置とを設け、かつ作業環境に被写体を撮影し得る2個以上のカメラを設け、前記操作者測定装置によつて前記操作者の姿勢を測定して前記カメラの姿勢を前記操作者の姿勢に対応させ、前記カメラと前記被写体との距離Xrを測定して前記両カメラの輻角を求め、前記可視画像提示装置の向きを前記輻角と一致させ、前記被写体の大きさIxを測定し、前記カメラで撮影した前記被写体の像の虚像を前記操作者の前方Xrの位置に像の大きさIxで結像させることを特徴とする視覚情報提示方法。

2 操作環境において操作者の位置及び姿勢を測定する操作者測定装置と、作業環境において前記操作者の眼間距離だけ隔たつて位置する少なくとも2台のカメラと、作業環境において6自由度以下の自由度をもつて変位可能であり前記カメラの

それぞれを6自由度以下の自由度で変位可能に支持して前記変位を前記操作者測定装置からの信号に基づいて制御されるカメラ支持体と、操作環境において6自由度以下の自由度で変位可能に支持されており前記カメラによる画像を提示する2個のディスプレイ装置と、それぞれの前記ディスプレイ装置の画面前方に位置して前記画面上の画像の虚像を結像させ得るズームレンズ系と、前記カメラと被写体との距離を測定し得る第1の測長装置と及び前記被写体の大きさを測定し得る第2の測長装置とを備えることを特徴とする視覚情報提示装置。

発明の詳細な説明

(イ) 発明の目的

15 [産業上の利用分野]

この発明はマニピュレータの操縦方式、特に、作業環境における視覚情報を遠隔の場所にある操作環境内の操作者に与えるための視覚情報提示方

法及び装置に関するものである。

原子炉内等の危険な作業や不衛生な作業を行なう場合に、通常、遠隔操縦型のマニピュレータが使用される。この種のマニピュレータは一般に、作業環境と操縦室とを遮蔽壁及び遮蔽窓で隔離し、作業環境に作業用マニピュレータを配設し、操縦室内に操作用マニピュレータを配設し、操作用マニピュレータを操作者が操作し、操作用マニピュレータの動きを追従する作業用マニピュレータによつて作業を行わせるように構成されている。この場合に、原子炉内等の作業場所での作業対象及び作業用マニピュレータの腕の状態はテレビカメラ等の視覚センサを用いて検出し、これを操縦室内にテレビで表示して操作者に提示している。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかるに、このような従来の操縦方式では、変位する作業用マニピュレータの腕の動きはテレビカメラ等によつて固定位置から観察しているために、操作者が直接その作業対象及び作業用マニピュレータのある場所で作業をしているような臨場感を持つことができず、作業現場の状況を十分に把握して作業を行うことが困難であり、この点の対策技術の開発が望まれている。

この発明は上記の如き事情に鑑みてなされたものであつて、人が直接作業を行うのが危険な作業環境下でロボット等のマニピュレータに作業を行わせる場合でも、操作者が直接そのロボット等のいる場所で作業をしているような臨場感を有して現場の状況を把握して作業を行うことを可能にする視覚情報提示の技術を提供することを目的とするものである。

(ロ) 発明の構成

〔問題を解決するための手段〕

これらの発明は上記の如き事情に鑑みてなされたものであつて、この発明の視覚情報提示方法は、操作環境に操作者を測定する操作者測定装置と可視画像提示装置とを設け、かつ作業環境に被写体を撮影し得る2個以上のカメラを設け、前記操作者測定装置によつて前記操作者の姿勢を測定して前記カメラの姿勢を前記操作者の姿勢に対応させ、前記カメラと前記被写体との距離 $X_r$ を測定して前記両カメラの輻奏角を求め、前記可視画像提示装置の向きを前記輻奏角と一致させ、前記

被写体の大きさ $I_x$ を測定し、前記カメラで撮影した前記被写体の像の虚像を前記操作者の前方 $X_r$ の位置に像の大きさ $I_x$ で結像させることを特徴としている。

5 またこの発明の視覚情報提示装置は、操作環境において操作者の位置及び姿勢を測定する操作者測定装置と、作業環境において前記操作者の眼間距離だけ隔たつて位置する少なくとも2台のカメラと、作業環境において6自由度以下の自由度をもつて変位可能であり前記カメラのそれぞれを6自由度以下の自由度で変位可能に支持して前記変位を前記操作者測定装置からの信号に基づいて制御されるカメラ支持体と、操作環境において6自由度以下の自由度で変位可能に支持されており前記カメラによる画像を提示する2個のディスプレイ装置と、それぞれの前記ディスプレイ装置の画面前方に位置して前記画面上の画像の虚像を結像させ得るズームレンズ系と前記カメラと被写体との距離を測定し得る第1の測長装置と及び前記被写体の大きさを測定し得る第2の測長装置とを備えることを特徴としている。

以下、これらの発明の詳細を一実施例を示す図面について説明する。

まず、この発明の視覚情報提示方法について説明する。

第1図及び第2図に示すように、操作環境 $h$ に操作者1を測定する操作者測定装置2と可視画像提示装置3とを設ける。また、作業環境 $X$ に作業の対象である被写体8を撮影し得る2個のカメラ5 a, 5 bを設ける。

まず、操作者測定装置2によつて操作者1の姿勢を測定する。操作者1の姿勢を測定することの内容としては、操作者の眼間距離 $a$ の眼球6 a, 6 bの視線の方向を決定する両眼の輻奏角 $\theta_{eye}$ を測定することが望ましいが、これに代替するものとして、操作者1の頭7または首の回転若しくは向きを測定してもよい。ここでは頭7の姿勢を測定することとし、その頭7の向きを $\theta_{eye}$ とする。

次に、頭7の向き $\theta_{eye}$ が求められたら眼間距離 $a$ と等しい距離を隔てて左右のカメラ5 a, 5 bを支持しているカメラ支持体11の向き $\theta_{r2}$ が $\theta_{r2} = \theta_{eye}$ となるようにカメラ支持体11の姿勢を制御する。

次にカメラ5 a, 5 bから被写体8までの距離

$X_r$ を測定する。

次に被写体 8 までの距離  $X_r$  が求まると、カメラ 5 a, 5 b 間の距離  $a$  から、両カメラ 5 a, 5 b の輻角  $\theta_r$  が求められるから、そのような輻角を実現するように、カメラ 5 a, 5 b をそれぞれ別個にカメラ支持体 1 1 上で回転変位させて、カメラ 5 a, 5 b の姿勢を決定する。

次に、可視画像提示装置 3 のディスプレイ装置 3 a, 3 b の輻角  $\theta_h$  が  $\theta_r = \theta_h$  となるように、ディスプレイ装置 3 a, 3 b を個別に回転変位させて、ディスプレイ装置 3 a, 3 b の姿勢を決定する。次にカメラ 5 a, 5 b に写し出された像の大きさと  $\theta_r$  (従つて  $X_r$ ) の情報から被写体 8 の大きさを求める。

次に両ディスプレイ装置 3 a, 3 b の焦点機構とズーム機構を調整して、画像の大きさ  $I_h$  ( $I_h = I_r$ ) の虚像が、距離  $X_h$  ( $X_h = X_r$ ) の前方に結像する状態にしておく。

最後に、この状態において、被写体 8 をカメラ 5 a とカメラ 5 b とで撮影し、カメラ 5 a の画像をディスプレイ装置 3 a に提示し、かつカメラ 5 b の画像をディスプレイ装置 3 b に提示すると、操作者はカメラから被写体までの距離  $X_r$  前方に被写体の大きさ  $I_r$  の虚像を視認することができ、操作者 1 が作業環境  $X$  において直接に被写体 8 をカメラ 5 a, 5 b の位置から観測したのと同じ視覚情報を得ることができ、これによつて、視覚的に良好な臨場感を持つことができる。

距離  $X_h = X_r$  の位置に大きさ  $I_h = I_r$  の虚像を結像させるための光学系は次のように設計することができる。すなわち、第 3 図に示すように、

① 距離  $b = 1$  [m] に置いた物体の大きさを 1 とし、それを焦点距離  $f_c$  のズームレンズ系 2 7 で結像する。それを利用するディスプレイ装置 3 a, 3 b に提示し、その時の画像の大きさ  $l'$  を測定し、 $\beta$  を次式で求める。

$$\beta = l' / 1 = k (f_c / b) \quad \dots(1)$$

ただし、 $k$  はディスプレイ装置 3 a, 3 b の画面の大きさに比例する定数。

② ズームレンズ系 2 7 と組み合わせディスプレイ装置 3 a, 3 b の画面上の物体像  $l'$  の虚像を距離  $b$  のところに大きさ 1 で再編成すればよいから、その時のズームレンズ系 2 7 の焦点距離  $f_d$  と、その設置すべき位置  $\alpha$  とは次の式で求めら

れる。

$$a = \beta \cdot \alpha \quad \dots(2)$$

$$f_d = \{-ab / (a - b)\} \quad \dots(3)$$

③ 厳密な提示系では  $b$  をズームレンズによつて選択し、それにより  $a$  と  $f_d$  とを制御する。また簡易型では例えば  $b$  を 1 [m] にして  $a$  と  $f_d$  を固定する。

次に以上説明した視覚情報提示方法を実施するために使用する視覚情報提示装置について説明する。

第 4 図において、2 1 は視覚情報提示装置である。視覚情報提示装置 2 1 は作業環境  $h$  に位置して操作者の位置及び姿勢を測定する操作者測定装置 2 を備えている。

操作者測定装置 2 としては、この実施例では、操作者 1 の頭 7 の姿勢を測定する 6 自由度以下のゴニオメータ 2 2 を使用している。ゴニオメータ 2 2 は A/D 変換器 2 3 を介してコンピュータ 2 4 に接続している。また、操作者 1 の目の直近前方に相当する位置にステレオディスプレイ装置 2 5 が配設されており、ステレオディスプレイ装置 2 5 は操作者 1 の両眼に対応して操作者 1 の両眼の眼間距離  $a$  を隔てて 1 対のディスプレイ装置 3 a, 3 b を備えている。それぞれのディスプレイ装置 3 a, 3 b は、CRT ディスプレー装置 2 6 とその CRT ディスプレー装置 2 6 の画像面の手前に位置するズームレンズ系 2 7 を備えている。

1 対のディスプレイ装置 3 a, 3 b は支持枠 2 8 に支持されている。支持枠 2 8 は 6 自由度以下の自由度で変位可能であり、その変位は 6 自由度以下のサーボ機構 3 1 によつて駆動される。

ステレオディスプレイ装置 2 5 を構成する CRT ディスプレー装置 2 6 とズームレンズ系 2 7 はそれぞれ支持枠 2 8 上に変位可能であつて、それぞれの変位はサーボ機構 3 2, 3 3 によつて駆動される。サーボ機構 3 1, 3 2 及び 3 3 はサーボ制御装置 3 4 によつて制御され、サーボ制御装置 3 4 はコンピュータ 2 4 からの信号によつて動作する。

一方、作業環境  $X$  側には、2 台のカメラ 5 a, 5 b が配設されている。

カメラ 5 a, 5 b は操作者 1 の眼間距離  $a$  を隔ててカメラ支持台 3 5 上に支持されている。カメラ支持台 3 5 は 6 自由度以下の自由度で変位可能

であり、その変位は6自由度以下のサーボ機構36によつて駆動される。カメラ5a、5bはそれぞれカメラ支持台35上に変位可能であつて、それぞれの変位はサーボ機構37によつて駆動される。サーボ機構36、37はサーボ制御装置38によつて制御され、サーボ制御装置38はコンピュータ41からの信号によつて動作する。コンピュータ41はコンピュータ24と信号を授受し得る。

また、カメラ支持台35には第1の測長機42及び第2の測長機43が取り付けられている。第1の測長機42はカメラ5a、5bと被写体8との距離を測定するものであり、また第2の測長機43は被写体8の大きさを測定するものであり、これらの測長機42、43としては超音波測長機その他の市販の測長機を使用することができるが、カメラ5a、5bに内蔵された距離計で代替することもできる。

測長機42、43はカメラ支持台35に対して相対変位可能であり、その変位はサーボ機構44によつて駆動される。サーボ機構44はサーボ制御装置38を介してコンピュータ41からの信号によつて動作する。

カメラ5a、5bはコンピュータ24と接続しており、またコンピュータ24はセクタ46を介してCRTディスプレイ装置26と接続している。

#### [作用]

このように構成された視覚情報提示装置21によつて操作者1に被写体8の視覚情報を提示する場合の作用は次の通りである。

まず、ゴニオメータ22によつて操作者1の頭7の姿勢 $\theta_{eye}$ を測定し、ゴニオメータ22からの出力をコンピュータ24に入力し、コンピュータ24の指令によつて、サーボ機構を動作させてカメラ支持体11の向き $\theta_{r2}$ を $\theta_{r2}=\theta_{eye}$ にする。

次に第1の測長機42によつて被写体8までの距離 $X_r$ を測定し、測定結果をコンピュータ41に入力する。

コンピュータ41において眼間距離 $a$ と距離 $X_r$ により三角測量の原理により両カメラ5a、5bの輻奏角 $\theta_r$ が求められ、両カメラ5a、5bはサーボ機構の作動によつて輻奏角が $\theta_r$ となるように変位される。これと同時にサーボ機構32を

作動させて両ステレオディスプレイ装置25の輻奏角 $\theta_h$ が $\theta_h=\theta_r$ となるように両ステレオディスプレイ装置25を変位させる。また、第2の測長機43によつて被写体8の大きさを測定し、コンピュータ41を介してコンピュータ24に入力し、コンピュータ24の指令によつてサーボ機構33を作動させて、画像の大きさ $I_h(I_h=I_r)$ の虚像が距離 $X_h(X_h=X_r)$ の前方に結像するように、ズームレンズ系27を調整する。最後に、カメラ5aとカメラ5bとで被写体8を撮影し、カメラ5aの画像をコンピュータ24、セクタ46を介してディスプレイ装置3aのCRTディスプレイ装置26に映し出し、またカメラ5bの画像をディスプレイ装置3bのCRTディスプレイ装置26に映し出す。操作者1は両眼で両ズームレンズ系27を通して画像を観察し、距離 $X_h=X_r$ の前方の位置に大きさ $I_h=I_r$ の虚像47を視認することができる。

#### い) 発明の効果

このように、この発明の視覚情報提示方法及び装置によれば、作業環境に対して遠隔にいる操作者が自分の見たい方向を向けば、その方向の視覚情報が実際に直接的に対象物を見るのと同じ状態で見ることができ、また、操作者はカメラから被写体までの距離 $X_r$ 前方に被写体の大きさ $I_r$ の虚像を視認することができ、操作者が作業環境において直接被写体をカメラの位置から観測したのと同じ視覚情報を得ることができ、これによつて、操作者が作業環境において作業をしているような臨場感を持つことができ、作業現場の状況を十分に把握して作業を行うことが容易になる。

#### 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の視覚情報提示方法における操作環境と作業環境を示す説明図、第2図はカメラの画像と操作者に提示される画像の関係を示す説明図、第3図はズームレンズ系の作用を示す説明図、及び第4図はこの発明の視覚情報提示装置を示す構成説明図である。

h…操作環境、X…作業環境、a…眼間距離、1…操作者、2…操作者測定装置、3…可視画像提示装置、3a、3b…ディスプレイ装置、5a…左カメラ、5b…右カメラ、6a…左眼球、6b…右眼球、7…頭、8…被写体、11…カメラ支持体、21…視覚情報提示装置、22…ゴニオ

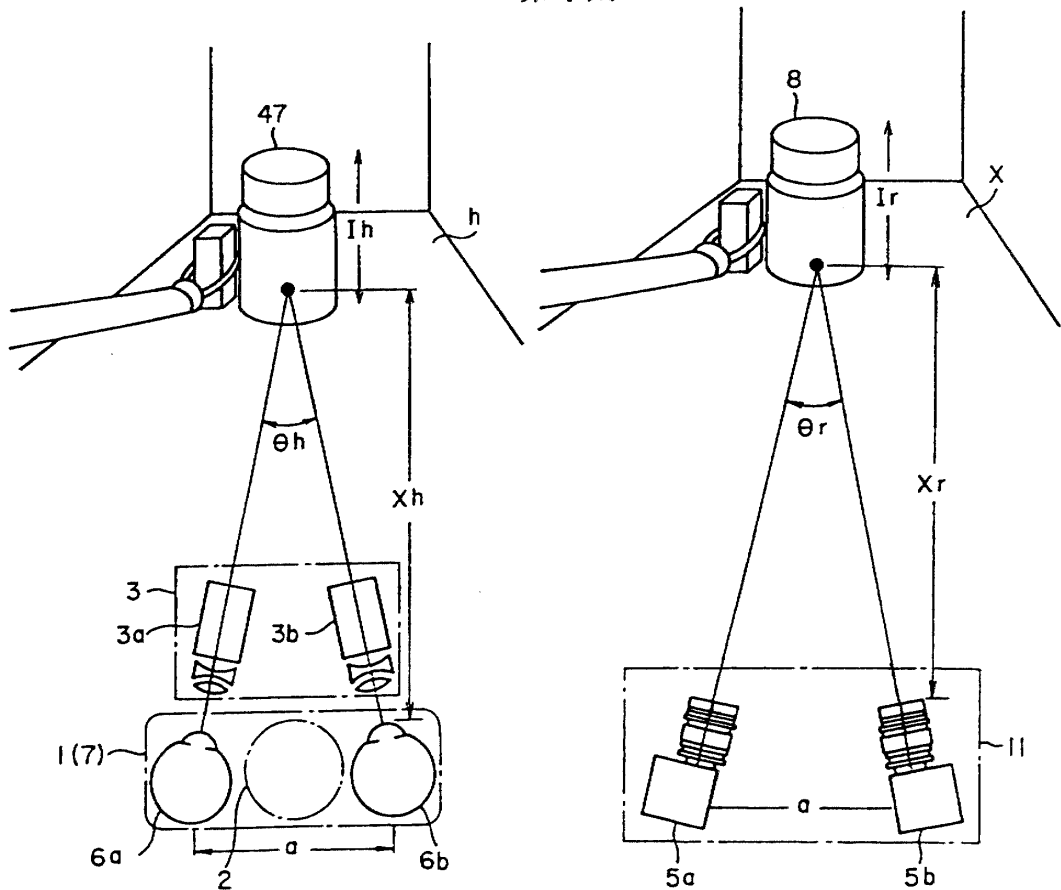
9

10

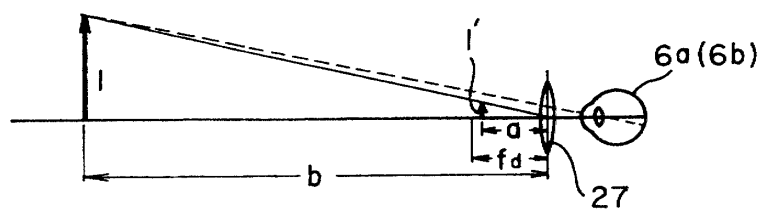
メータ、23…A/D変換器、24…コンピュータ、25…ステレオディスプレイ装置、26…CRTディスプレイ装置、27…ズームレンズ系、28…支持枠、31…サーボ機構、32…サーボ機構、33…サーボ機構、34…サーボ制御装置

置、35…カメラ支持台、36…サーボ機構、37…サーボ機構、38…サーボ制御装置、41…コンピュータ、42…第1の測長機、43…第2の測長機、44…サーボ機構、46…セレクタ、47…虚像。

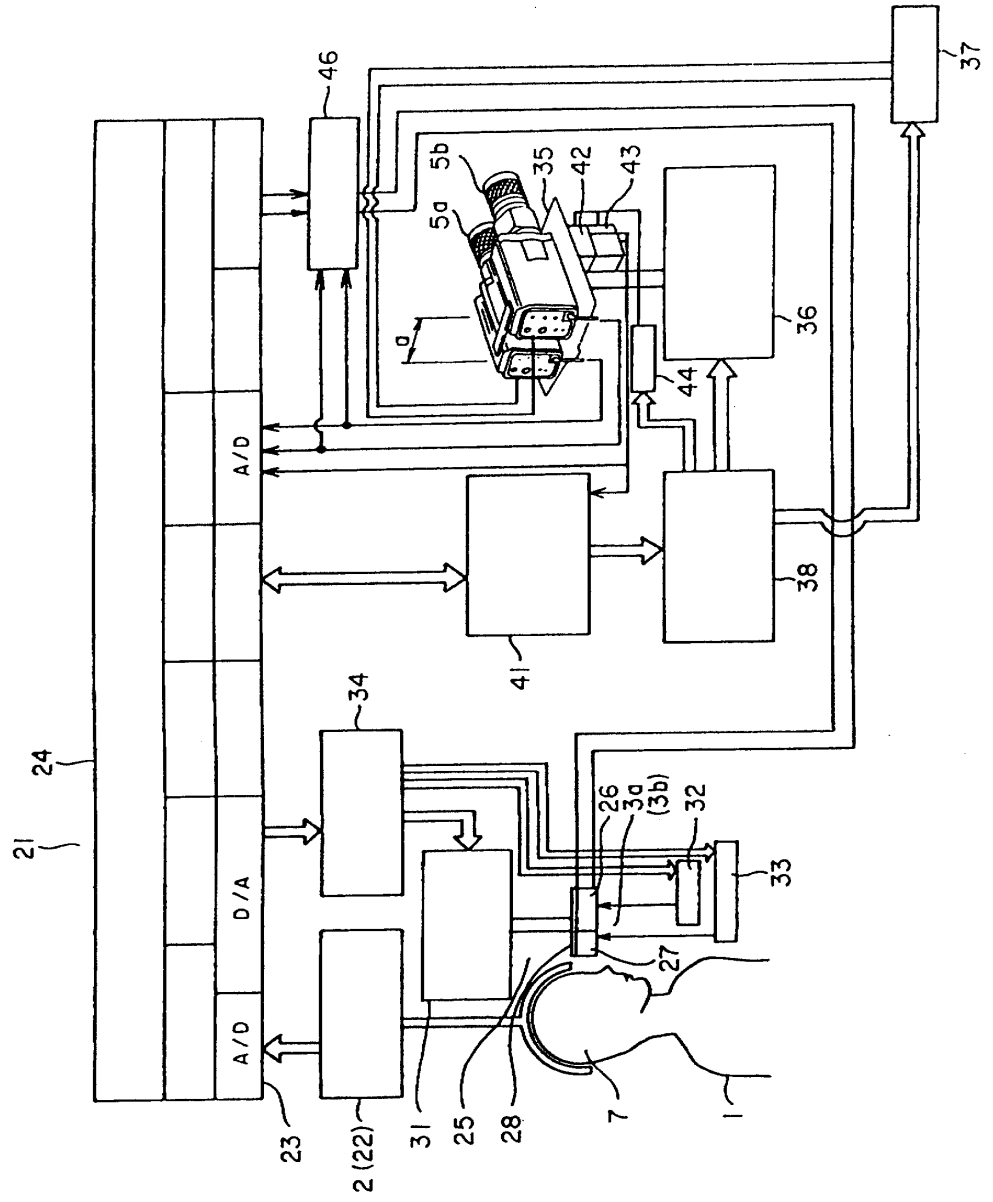
第1図



第3図



第 4 図



第 2 図

