

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4517085号
(P4517085)

(45) 発行日 平成22年8月4日(2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日(2010.5.28)

(51) Int. Cl. F I
B 2 5 J 13/00 (2006.01) B 2 5 J 13/00 Z

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-84536 (P2004-84536)	(73) 特許権者	393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(22) 出願日	平成16年3月23日(2004.3.23)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(65) 公開番号	特開2005-271094 (P2005-271094A)	(74) 代理人	100090181 弁理士 山田 義人
(43) 公開日	平成17年10月6日(2005.10.6)	(72) 発明者	宮下 敬宏 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
審査請求日	平成19年1月15日(2007.1.15)	(72) 発明者	石黒 浩 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
審判番号	不服2009-1216 (P2009-1216/J1)		
審判請求日	平成21年1月15日(2009.1.15)		
(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成15年度通信・放送機構、研究テーマ「超高速知能ネットワーク社会に向けた新しいインタラクション・メディアの研究開発」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)			
特許権者において、実施許諾の用意がある。			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット遠隔制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

身振りおよび音声の少なくとも一方を用いてコミュニケーションを図る機能を備え、胴体部と、その上方に設けられる頭部と、前記頭部に設けられ、当該コミュニケーションロボットに接近した人や物体等を撮影して映像信号を取り込む眼カメラとを含むコミュニケーションロボットと、前記コミュニケーションロボットを遠隔制御するための遠隔制御装置とを含むロボット遠隔制御システムであって、

前記コミュニケーションロボットは、

前記眼カメラとは別に設けられ、当該コミュニケーションロボットの存在する環境や周囲の状況を確認するために、当該コミュニケーションロボットの周囲の全方位視覚情報を取得する全方位視覚センサと、

前記全方位視覚センサで取得した全方位視覚情報を受けてその全方位視覚情報を前記遠隔制御装置へ送信する第1送信手段と、

前記遠隔制御装置から送信された操作入力情報を受信する第1受信手段と、

前記第1受信手段で受信した操作入力情報に基づいて当該コミュニケーションロボットの動作を制御する制御手段とを含み、前記制御手段によって前記コミュニケーションロボットの動作を制御する前に、前記全方位視覚センサで取得した全方位視覚情報を前記第1送信手段によって送信し、

前記遠隔制御装置は、

前記第1送信手段によって送信された前記全方位視覚情報を受信する第2受信手段と

10

20

人間がその内部に入れる大きさを有する球面スクリーンを含み、前記球面スクリーンの内面で、前記第2受信手段によって受信した前記全方位視覚情報に基づいて全方位画像を表示する全方位表示手段と、

前記球面スクリーンの内部空間に配置され、前記内部空間に入った操作者によって操作される操作手段と、

前記操作手段の操作による操作入力情報を前記ロボットへ送信する第2送信手段とを含み、

前記操作者は前記球面スクリーン内にいて、前記球面スクリーンに表示された全方位画像を見ながら前記操作手段を操作するようにした、ロボット遠隔制御システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はロボット遠隔制御システムに関し、特にたとえば、ロボットと遠隔制御装置とを含み、ロボットの周囲の様子を表示する、ロボット遠隔制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

この種の従来のロボット遠隔操作システムの一例が非特許文献1に開示される。この非特許文献1では、人間型ロボットHRP-1Sを遠隔操作し、着座して運転を行うタイプの建設機械の代行運転操作を行うシステムが紹介される。ロボットが操作される可搬型遠隔操作装置では、操作者の前方に3つのディスプレイが設置され、操作者はこれらのディスプレイの少なくとも1つに表示されるロボット搭載カメラからの映像を見ながら、ロボットを操作する。

20

【0003】

また、非特許文献2では、ロボットに対する遠隔操作プラットフォームとして『スーパーコックピット』と呼ばれるシステムが紹介されている。このシステムでは、ロボットの頭部には内蔵ステレオカメラのほか計8つのCCDカメラが設けられ、水平視野角150度、垂直視野角117度をカバーする9面の大型スクリーンが操作者の前方に設けられ、そのスクリーンにロボットの視点からの3次元映像が表示される。

【非特許文献1】“プレス・リリース(4)人間型ロボットによる建設機械の代行運転の実現”、ホーム>プレス・リリース>働く人間型ロボット、[online]、2002年4月10日、産業技術総合研究所、[平成16年3月16日検索]、インターネット<URL:http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr20020410/hrp/pr20020410_4.html>

30

【非特許文献2】“MSTC、人間協調・共存型ロボットの研究プロジェクトのプラットフォームを公開”、ASCII24/ニュース/テクノロジー/デバイス、[online]、2000年4月7日、アスキー株式会社、[平成16年3月13日検索]、インターネット<URL:http://ascii24.com/news/i/tech/article/2000/04/07/608220-000.html>

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

上述の非特許文献1および2のシステムでは、いずれも、ロボットの前方の眺めを操作者の前方に設けたディスプレイまたはスクリーンに表示するだけである。したがって、操作者はロボットの前方以外の周囲の様子を見るためには、たとえばロボットを移動または回転させてカメラの視野範囲を変更しなければならなかったため、操作が面倒であった。また、この場合、周囲の状況が把握できていないので、周囲の危険度も分からず、ロボットの操作に危険性があった。特にコミュニケーションロボット等のように周りに人間が存在する可能性が高い場合には、周囲の状況を把握できていないと人間とぶつかってしまうおそれが強かった。

【0005】

それゆえに、この発明の主たる目的は、ロボットを操作し易い、ロボット遠隔制御シス

50

テムを提供することである。

【0006】

この発明の他の目的は、安全性を向上できる、ロボット遠隔制御システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1の発明は、身振りおよび音声の少なくとも一方を用いてコミュニケーションを図る機能を備え、胴体部と、その上方に設けられる頭部と、頭部に設けられ、当該コミュニケーションロボットに接近した人や物体等を撮影して映像信号を取り込む眼カメラとを含むコミュニケーションロボットと、コミュニケーションロボットを遠隔制御するための遠隔制御装置とを含むロボット遠隔制御システムであって、コミュニケーションロボットは、眼カメラとは別に設けられ、当該コミュニケーションロボットの存在する環境や周囲の状況を確認するために、当該コミュニケーションロボットの周囲の全方位視覚情報を取得する全方位視覚センサと、全方位視覚センサで取得した全方位視覚情報を受けてその全方位視覚情報を遠隔制御装置へ送信する第1送信手段と、遠隔制御装置から送信された操作入力情報を受信する第1受信手段と、第1受信手段で受信した操作入力情報に基づいて当該コミュニケーションロボットの動作を制御する制御手段とを含み、制御手段によってコミュニケーションロボットの動作を制御する前に、全方位視覚センサで取得した全方位視覚情報を第1送信手段によって送信し、遠隔制御装置は、第1送信手段によって送信された視覚情報を受信する第2受信手段と、人間がその内部に入れる大きさを有する球面スクリーンを含み、球面スクリーンの内面で、受信した全方位視覚情報に基づいて全方位画像を表示する全方位表示手段と、球面スクリーンの内部空間に配置され、内部空間に入った操作者によって操作される操作手段と、操作手段の操作による操作入力情報をロボットへ送信する第2送信手段とを含み、操作者は球面スクリーン内において、球面スクリーンに表示された全方位画像を見ながら操作手段を操作するようにした、ロボット遠隔制御システムである。

【0008】

請求項1の発明では、ロボット遠隔制御システムは、コミュニケーションロボットと遠隔制御装置とを含む。コミュニケーションロボットは、身振りおよび音声の少なくとも一方を用いてコミュニケーションを図る機能を備え、胴体部と、その上方に設けられる頭部と、頭部に設けられる眼カメラを備え、この眼カメラは、コミュニケーションロボットに接近した人の顔や他の部分ないし物体等を撮影して映像信号を出力する。コミュニケーションロボットは、またこの眼カメラとは別に、全方位視覚センサを含み、この全方位視覚センサは当該ロボットの周囲の全方位の視覚情報を取得する。第1送信手段は、全方位視覚センサで取得した全方位視覚情報を遠隔制御装置へ送信する。遠隔制御装置では第2受信手段が送信された全方位視覚情報を受信する。そして、全方位表示手段は、受信した全方位視覚情報に基づいて全方位画像を球面スクリーンの内面に表示する。球面スクリーンの内部空間に配置された操作手段は、操作者によって操作されるものであり、操作者は球面スクリーンの内部空間に入っている。したがって、操作者は、球面スクリーンの内部において、この全方位表示手段に表示されたロボットの周囲の全方位画像を見ながら、操作手段を操作することができる。そして、第2送信手段は、操作手段の操作による操作入力情報をロボットへ送信する。ロボットでは、第1受信手段が送信された操作入力情報を受信する。そして、制御手段は、受信した操作入力情報に基づいて当該ロボットの動作を制御する。したがって、請求項1の発明によれば、操作者は、遠隔制御装置の球面スクリーン内に居ながらにして、ロボットの全周囲の様子をロボットの視点から見渡すようにしてロボットを制御することができるので、ロボットを容易に操作することができる。また、ロボットは、制御手段によって操作入力情報に基づく当該ロボットの動作制御を行う前に、全方位視覚センサで取得した視覚情報を取得し、当該視覚情報を第1送信手段によって送信する。したがって、遠隔制御装置では、ロボットの行動が開始される前に、全方位表示手段によってロボットの周囲の全方位画像が球面スクリーンの内面に表示されるので、操

10

20

30

40

50

作者はロボットを操作する前に、ロボットの存在する周囲の状況を確認することができるので、たとえばロボットが周囲の人間や物体とぶつかったり転倒したりすることを回避でき、安全性を向上できる。

【0011】

請求項2の発明は、請求項1の発明に従属し、ロボットは、身振りおよび音声の少なくとも一方を用いてコミュニケーションを図る機能を備えたコミュニケーションロボットを含む。

【0012】

請求項2の発明では、身振りおよび音声の少なくとも一方を用いてコミュニケーションを図る機能を備えたコミュニケーションロボットが適用され得る。したがって、請求項2の発明によれば、操作者はコミュニケーションロボットの視点からその全周囲の様子を見渡して操作できるので、ロボットの気持ちになって人間などとコミュニケーションを行うことができる。したがって、操作がし易く、しかもコミュニケーションし易い。

【発明の効果】

【0015】

この発明によれば、ロボットに設けられた全方位視覚センサによって取得された全方位画像を、操作手段の配置される全方位表示手段に表示するようにしたので、操作者はロボットの存在する環境の全周囲を、そのロボットの視点から見渡して当該ロボットを制御することができる。したがって、操作者はあたかもロボットに乗り移ったような状態で操作することになるので、ロボットを容易に制御することができる。また、ロボットの周囲の状況を把握してから操作することができるので、安全性を向上できる。

【0016】

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1を参照して、この実施例の遠隔制御システム10は、操作対象であるロボット12と、このロボット12を操作者14が操作するための遠隔制御装置16とを含む。

【0018】

このロボット12には円周方向360度の全方位の撮像が可能である全方位視覚センサ18が設けられている。この全方位視覚センサ18によって取得した全方位画像がロボット12から遠隔制御装置16へ送信され、遠隔制御装置16では操作者14にロボット12の全周囲の様子を映し出す映像が提供されることとなる。

【0019】

ロボット12は、たとえば主として人間1などのコミュニケーションの対象とコミュニケーションすることを目的とした相互作用指向のコミュニケーションロボットであり、身振りおよび音声の少なくとも一方を用いて人間1とコミュニケーションを行う機能を備えている。

【0021】

より詳しくは、図2を参照して、ロボット12は台車20を含み、この台車20の下面にはロボット12を移動させる車輪22が設けられる。車輪22は車輪モータ24(図3参照)によって駆動され、台車20すなわちロボット12を前後左右任意の方向に動かすことができる。

【0022】

なお、図2においては省略するが、台車20の前面には衝突センサ26(図3参照)が取り付けられ、この衝突センサ26は台車20への人や他の障害物の接触を検知する。つまり、ロボット12の移動中に障害物との接触を検知すると、直ちに車輪22の駆動を停止してロボット12の移動を急停止させる。

【0023】

台車20の上には、多角形柱のセンサ取付パネル28が設けられ、このセンサ取付パネ

10

20

30

40

50

ル 28 の各面には超音波距離センサ 30 が取り付けられる。この実施例では 24 個の超音波距離センサ 30 が周囲 360 度にわたるように設けられる。この超音波距離センサ 30 は、ロボット 12 の周囲の主として人との距離を計測するものである。

【 0024 】

また、台車 20 の上には、さらに、その下部がセンサ取付パネル 28 に囲まれて、ロボット 12 の胴体が直立するように設けられる。この胴体は、下部胴体 32 と上部胴体 34 とによって構成され、下部胴体 32 および上部胴体 34 は、連結部 36 によって互いに連結される。図示は省略するが、連結部 36 には昇降機構が内蔵されていて、この昇降機構を用いることによって、上部胴体 32 の高さすなわちロボット 12 の背の高さを変化させることができる。昇降機構は、後述するように、腰モータ 38 (図 3 参照) によって駆動される。

10

【 0025 】

上部胴体 34 のほぼ中央には、マイク 40 が設けられる。マイク 40 は、周囲の音、とりわけコミュニケーション対象である人の声を取り込む。なお、マイク 40 の設置位置は上部胴体 34 に限られず適宜変更され得る。

【 0026 】

また、上部胴体 34 のたとえば背面には、全方位の視覚情報を一度に検知できる全方位視覚センサ 18 が棒状の取付具によって設けられ、ロボット 10 の周囲の状況を撮像可能なように頭頂部よりも上方に配置される。全方位視覚センサ 18 は、たとえば、周方向 360 度を映し出す双曲面鏡を円筒ガラスで支持する構造を有し、鏡面上の中心部には円筒ガラスによる内面反射を解消するための円錐状の突起が下向きに取り付けられる。突起の先の下方にはカメラ用ののぞき穴が設けられ、レンズを介してたとえば CCD や CMOS のような固体撮像素子を用いるカメラが設けられる。この全方位視覚センサ 18 では、双曲面鏡で反射された周囲 360 度の画像がのぞき穴およびレンズを介してカメラによって取得される。円筒ガラスによる内面反射は鏡面上の突起によって解消することができるので、ゴースト画像を解消して実画像を取得することが可能である。この全方位視覚センサ 18 はたとえばヴイストーン株式会社 (<http://www.vstone.co.jp/>) の製品を使用することができる。

20

【 0027 】

上部胴体 34 の両肩には、それぞれ、肩関節 42 R および 42 L によって、上腕 44 R および 44 L が胴体部分に対して変位自在に設けられる。肩関節 42 R および 42 L は 3 軸の自由度を有する。肩関節 42 R は、X 軸、Y 軸および Z 軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕 44 R の角度を制御できる。他方、肩関節 42 L は、A 軸、B 軸および C 軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕 44 L の角度を制御できる。また、上腕 44 R および 44 L のそれぞれの先端には、1 軸の肘関節 46 R および 46 L を介して、前腕 48 R および 48 L が設けられる。肘関節 46 R および 46 L はそれぞれ W 軸および D 軸の軸廻りにおいて前腕 48 R および 48 L の角度を制御できる。また、前腕 48 R および 48 L のそれぞれの先端には、手 50 R および 50 L がそれぞれ固定的に設けられる。ただし、指や掌の機能が必要な場合には、球形に代えて人の手の形状をしたものを用いることも可能である。これら右腕および左腕の各関節における各軸はここでは図示しないモータによってそれぞれ制御される。すなわち、右腕および左腕のそれぞれ 4 個のモータが、図 3 において、それぞれ右腕モータ 52 および左腕モータ 54 として表される。

30

40

【 0028 】

また、図 2 では省略するが、上部胴体 34 の肩関節 42 R および 42 L を含む肩の部分や上述の上腕 44 R および 44 L ならびに前腕 48 R および 48 L には、それぞれ、タッチセンサ 56 (図 3 で包括的に示す) が設けられていて、これらのタッチセンサ 56 は、人がロボット 10 の当該各部位に触れたかどうかを検知する。

【 0029 】

上部胴体 34 の中央上方には、首関節 58 を介して頭部 60 が、人間の頭と同様に俯仰・回転可能に取付けられる。首関節 58 は 3 軸の自由度を有し、S 軸、T 軸および U 軸の

50

各軸廻りに角度制御可能である。この3軸の首関節58は、3つのモータ、すなわち、図3に示す頭部モータ62によって制御される。

【0030】

また、頭部60には、人の口に相当する位置にスピーカ64が設けられる。スピーカ64は、ロボット12が、その周辺の人に対して音声によってコミュニケーションを図るために用いられる。

【0031】

また、頭部60の前面の「目」に相当する位置には、2つの眼球部66Rおよび66Lが設けられる。眼球部66Rおよび66Lは、それぞれ眼カメラ68Rおよび68Lを含む。なお、眼球部66Rと眼球部66Lはまとめて眼球部66で示すこともある。また、眼カメラ68Rと眼カメラ68Lは図3ではまとめて眼カメラ68で示される。

10

【0032】

眼カメラ68は、ロボット10に接近した人の顔や他の部分ないし物体等を撮影して、その映像信号を取り込む。眼カメラ68としては、上述した全方位視覚センサ18と同様のカメラを用いることができる。眼カメラ68は眼球部66内に固定され、眼球部66は眼球支持部（図示せず）を介して頭部60内の所定位置に俯仰・回転可能に取り付けられる。眼球支持部は、2軸の自由度を有し、軸および軸の各軸廻りに角度制御可能である。眼球部66Rおよび66Lの2軸の眼球支持部は、それぞれ2つのモータ、すなわち、図3に示す右眼球モータ70および左眼球モータ72によって制御される。

【0033】

20

図3はロボット12の電気的な構成を示すブロック図であり、この図3を参照して、ロボット12はCPU74を含む。CPU74はマイクロコンピュータ或いはプロセッサとも呼ばれ、ロボット12の全体的な制御を担当する。CPU74は、バス76を介して、メモリ78、モータ制御ボード80、センサ入力/出力ボード82、音声入力/出力ボード84および通信LANボード86に接続される。

【0034】

メモリ78は、図示は省略するが、ROMもしくはHDDおよびRAMを含み、ROMやHDDにはロボット12の制御プログラムが予め記憶され、RAMはワークメモリやバッファメモリとして用いられる。制御プログラムは、たとえば各センサまたはカメラによる検知情報を検出するプログラム、外部のコンピュータすなわち遠隔制御装置16の制御用コンピュータ92と通信するためのプログラム、受信した操作入力情報に基づいてコミュニケーション行動や移動などの動作を制御するためのプログラム等を含む。メモリ78にはまた、コミュニケーション行動などの動作を実行するためのデータが記憶され、そのデータは、たとえば、個々の行動を実行する際に、スピーカ64から発生すべき音声または声の音声データ（音声合成データ）、および所定の身振りを提示するための角度データ等を含む。なお、所定のコミュニケーション行動などの各動作の角度データおよび音声データ等は、それぞれの識別子に対応付けられてメモリ78に記憶されている。

30

【0035】

ロボット12は、所定のコミュニケーション行動の一例として次に挙げるような種々の行動を取ることが可能である。たとえば、「こんにちは」と話しかける。「握手しよう」と言って一方の腕を前方に差し出す。「抱っこしてね」と言って両腕を広げ、前方で輪をつくって抱きつく。

40

【0036】

モータ制御ボード80は、たとえばDSPで構成され、各腕や頭部および眼球部等の各モータの駆動を制御する。すなわち、モータ制御ボード80は、CPU74からの制御データを受け、右眼球部66Rの2軸のそれぞれの角度を制御する2つのモータ（図3では、まとめて「右眼球モータ」として示す。）70の回転角度を制御する。同様に、モータ制御ボード80は、CPU74からの制御データを受け、左眼球部66Lの2軸のそれぞれの角度を制御する2つのモータ（図3では、まとめて「左眼球モータ」として示す。）72の回転角度を制御する。また、モータ制御ボード80は、CPU74からの制御デー

50

タを受け、右肩関節 4 2 R の 3 軸のそれぞれの角度を制御する 3 つのモータと右肘関節 4 6 R の 1 軸の角度を制御する 1 つのモータとの計 4 つのモータ (図 3 では、まとめて「右腕モータ」として示す。) 5 2 の回転角度を調節する。同様に、モータ制御ボード 8 0 は、CPU 7 4 からの制御データを受け、左肩関節 4 2 L の 3 軸のそれぞれの角度を制御する 3 つのモータと左肘関節 4 6 L の 1 軸の角度を制御する 1 つのモータとの計 4 つのモータ (図 3 では、まとめて「左腕モータ」として示す。) 5 4 の回転角度を調整する。さらに、モータ制御ボード 8 0 は、CPU 7 4 からの制御データを受け、首関節 5 8 の 3 軸のそれぞれの角度を制御する 3 つのモータ (図 3 では、まとめて「頭部モータ」として示す。) 6 2 の回転角度を制御する。さらにまた、モータ制御ボード 8 0 は、CPU 7 4 からの制御データを受け、腰モータ 3 8 および車輪 2 2 を駆動する 2 つのモータ (図 3 では、まとめて「車輪モータ」として示す。) 2 4 の回転角度を制御する。

10

【 0 0 3 7 】

なお、この実施例の上述のモータは、車輪モータ 2 4 を除いて、制御を簡単化するためにそれぞれステッピングモータ或いはパルスモータであるが、車輪モータ 2 4 と同様に、直流モータであってもよい。

【 0 0 3 8 】

センサ入力 / 出力ボード 8 2 も、同様に、DSP で構成され、各センサやカメラからの信号を取り込んで CPU 7 4 に与える。すなわち、全方位視覚センサ 1 8 からの映像信号が、必要に応じてこのセンサ入力 / 出力ボード 8 2 で所定の処理を施された後、CPU 7 4 に入力される。また、超音波距離センサ 3 0 のそれぞれからの反射時間 (距離情報) に関するデータがこのセンサ入力 / 出力ボード 8 2 を通して CPU 7 4 に入力される。眼カメラ 6 8 からの映像信号も、同様に、必要に応じて所定の処理を施された後、CPU 7 4 に入力される。また、複数のタッチセンサ 5 6 からの信号がセンサ入力 / 出力ボード 8 2 を介して CPU 7 4 に与えられる。さらに、衝突センサ 2 6 からの信号も、同様に、CPU 7 4 に与えられる。

20

【 0 0 3 9 】

音声入力 / 出力ボード 8 4 も、同様に、DSP で構成され、CPU 7 4 から与えられる音声合成データに従った音声または声がスピーカ 6 4 から出力される。また、マイク 4 0 からの音声入力が、音声入力 / 出力ボード 8 2 を介して CPU 7 4 に取り込まれる。

【 0 0 4 0 】

通信 LAN ボード 8 6 も、同様に、DSP で構成され、無線通信装置 8 8 と接続される。通信 LAN ボード 8 6 および無線通信装置 8 8 は、図示しない無線 LAN アクセスポイントを介して LAN、インターネットのようなネットワーク 9 0 (図 1) に接続される。ロボット 1 2 はこの実施例ではネットワーク 9 0 を介して遠隔制御装置 1 6 と通信を行うことができる。具体的には、通信 LAN ボード 8 6 は、全方位視覚センサ 1 8 によって検知した視覚情報を遠隔制御装置 1 6 に送信させる。また、通信 LAN ボード 8 6 は遠隔制御装置 1 6 から制御情報を受信して、受信したデータを CPU 7 4 に与える。なお、ロボット 1 2 と遠隔制御装置 1 6 とが無線により直接通信するように構成してもよい。

30

【 0 0 4 1 】

図 1 に戻って、遠隔制御装置 1 6 は操作者 1 4 がロボット 1 2 の遠隔操作を行うためのインタフェースであり、この装置 1 6 の全体的な動作を制御する制御用コンピュータ 9 2 を含む。この制御用コンピュータ 9 2 には、操作者によって実際に操作される操作部 9 4 が接続される。また、この遠隔制御装置 1 6 は、離れたところにいるロボット 1 2 の全周囲の映像を操作者 1 4 に提示する全方位ディスプレイとしても機能するものである。全方位ディスプレイは、没入型ディスプレイの 1 つであり、たとえば「Personal Omnidirectional Visualizer」 (http://ed-02.ams.eng.osaka-u.ac.jp/orig/homepages2/japanese/projects/key_devices/html/pov.htm) が適用される。つまり、遠隔制御装置 1 6 は、人間がその内部に入れる大きさ (たとえば直径 2 m 程度) を有しその内面が全面スクリーンとなる FRP 製の球面スクリーン 9 6 を含む。この球面スクリーン 9 6 の内部空間にはステンレス製の半球ミラー 9 8 およびプロジェクタ 1 0 0 が設けられる。

40

50

【 0 0 4 2 】

制御用コンピュータ 9 2 は P C やワークステーション等であってよい。制御用コンピュータ 9 2 は、図示は省略するが C P U を含み、C P U にはメモリや入出力インタフェース等が接続され、さらに入出力インタフェースを介して操作部 9 4、プロジェクタ 1 0 0 および通信装置等が接続される。メモリにはこの制御用コンピュータ 9 2 の動作を制御するためのプログラムおよび必要なデータが記憶される。プログラムは、たとえば操作部 9 4 からの操作入力を検出するプログラム、ロボット 1 2 と通信するためのプログラム、プロジェクタ 1 0 0 を用いて画像を表示させるためのプログラム等を含む。この制御用コンピュータ 9 2 は入出力インタフェースおよび通信装置を介してたとえばインターネットのようなネットワーク 9 0 と接続されており、ロボット 1 2 との間でデータを送受信することができる。具体的には、制御用コンピュータ 9 2 は、操作部 9 4 からの操作入力データを含む制御情報をロボット 1 2 に送信する。また、制御用コンピュータ 9 2 は、ロボット 1 2 からの全方位画像データを含む視覚情報を受信する。

10

【 0 0 4 3 】

操作部 9 4 は、操作者 1 4 によって操作される操作スイッチ、操作ボタンまたはジョイスティックなどの手段を含む。操作部 9 4 は、球面スクリーン 9 6 の内部空間に配置され、つまり、全方位画像を見ることができる位置に配置される。ただし、操作部 9 4 は、操作者 1 4 によって持ち運び可能または携帯可能に形成されてよいし、球面スクリーン 9 6 内に固定的に設けられてもよい。また、操作部 9 4 は制御用コンピュータ 9 2 に有線または無線のどちらかで接続されてもよい。操作部 9 4 は操作者 1 4 による操作に応じた操作入力信号を制御用コンピュータ 9 2 に与える。操作者 1 4 はこの操作部 9 4 を操作することによって、ロボット 1 2 を操作することができる。たとえば、ロボット 1 2 の各関節の各軸の角度や車輪モータ 2 4 による移動などを制御することができる。あるいは、予め設定しておいた身振りや発話を含む所定のコミュニケーション行動を実行させることも可能である。

20

【 0 0 4 4 】

プロジェクタ 1 0 0 は球面スクリーン 9 6 内においてたとえば操作者 1 4 の座る椅子の背後などの所定位置に配置される。半球ミラー 9 8 は球面スクリーン 9 6 の上方の内面の所定位置に設置される。プロジェクタ 1 0 0 は、制御用コンピュータ 9 2 と有線または無線で接続されており、制御用コンピュータ 9 2 によって画像データが与えられる。この画像データは、ロボット 1 2 に設けられた全方位視覚センサ 1 8 によって取得されたロボット 1 2 の周囲の全方位画像である。プロジェクタ 1 0 0 は、与えられた画像データに基づいてその画像（全方位画像）を半球ミラー 9 8 へ投影する。そして、半球ミラー 9 8 によって反射された投影光は球面スクリーン 9 6 の内面に映し出される。すなわち、球面スクリーン 9 6 には、ロボット 1 2 の周方向 3 6 0 度の眺めがそのまま表示される。したがって、操作者 1 4 は、自分の周囲 3 6 0 度の球面スクリーン 9 6 に映し出された、ロボット 1 2 の周方向 3 6 0 度の全方位画像を見ながら操作部 9 4 を操作して、ロボット 1 2 を操作することができる。

30

【 0 0 4 5 】

なお、半球ミラー 9 8 とプロジェクタ 1 0 0 の配置は球面スクリーン 9 6 上の解像度が最適になるように調整されている。また、球面スクリーン 9 6 に映し出される投影画像に歪が生じないように、制御用コンピュータ 9 2 ではロボット 1 2 からの画像情報を補正するようにしている。つまり、球面スクリーン 9 6 には、ロボット 1 2 の周囲の眺めがそのまま、歪なく映し出される。

40

【 0 0 4 6 】

この遠隔制御システム 1 0 では、ロボット 1 2 と遠隔制御装置 1 6 とは互いに離れた場所に配置される。ロボット 1 2 は、たとえば会議場、仕事場、あるいは観光地などの、操作者 1 4 が行けない場所に代わりに配置される。そして、操作者 1 4 は遠隔制御装置 1 6 の球面スクリーン 9 6 内に入ってロボット 1 2 の操作を行う。操作者 1 4 は、ロボット 1 2 に設けられた全方位視覚センサ 1 8 によって取得されて球面スクリーン 9 6 に映し出さ

50

れる画像から、ロボット12の存在する場の状況を視覚的に体験することができる。

【0047】

ロボット12の遠隔操作を行う際には、操作入力に基づいたコミュニケーション行動などの動作を開始する前に、まず、ロボット12(CPU74)が、全方位視覚センサ18でロボット12の周囲の全方位画像を取得する。そして、ロボット12は取得した全方位画像データを遠隔制御装置16の制御用コンピュータ92へ送信する。この全方位画像の取得および送信はたとえば一定周期で繰り返し実行される。

【0048】

ロボット12のデータ送信に応じて、制御用コンピュータ92は全方位画像データを受信する。そして、制御用コンピュータ92は受信した全方位画像データを補正し、その画像データをプロジェクタ100に与える。プロジェクタ100は与えられた画像データに基づいてその画像を半球ミラー98に投影する。

10

【0049】

このようにして、球面スクリーン96には、ロボット12の全方位視覚センサ18で取得したロボット12の周囲の全方位の映像がリアルタイムで映し出される。したがって、操作者14は球面スクリーン96に映し出されるロボット12の全周囲の様子をリアルタイムで見渡すことができるとともに、ロボット12の周りの環境をリアルタイムで見ながらロボット12の操作を行うことができる。

【0050】

制御用コンピュータ92は操作部92からの操作入力があったとき、操作入力データを検出する。そして、制御用コンピュータ92は操作入力データを含む制御情報をロボット12に送信する。たとえば、操作者14がロボット12の各部位などを直接操作した場合には、各モータの角度制御データを含む操作入力データが送信される。また、所定のコミュニケーション行動の実行を指示する操作が行われた場合には、その行動の識別子を含む操作入力データが送信される。

20

【0051】

制御用コンピュータ92のデータ送信に応じて、ロボット12は制御情報を受信する。そして、ロボット12は制御情報(操作入力データ)に基づいて、その動作を制御する。たとえば、各モータの制御データを受信した場合には、ロボット12のCPU74は、そのデータに基づいて各モータを制御して、各部位または車輪22等を動作させる。また、所定のコミュニケーション行動の実行指示データを受信した場合には、ロボット12のCPU74は、識別子に基づいてメモリ78から該当するコミュニケーション行動を実行するためのデータを読み出してその行動を実行し、各部位等を動作させたりスピーカ64から所定の音声を出力させたりする。

30

【0052】

このようにして、操作者14は球面スクリーン96に映されたロボット12の全周囲の環境をロボット12の視点から見渡してロボット12の操作を行うことができる。したがって、操作者14は、まるでロボット12の居る場所に存在するような感覚で、あるいは、あたかもロボットに乗り移ったような状態で操作することになるので、ロボット12を容易に操作することができる。

40

【0053】

また、ロボット12が行動を開始する前に、まず全方位画像を取得して全方位ディスプレイに表示するようにしているので、操作者14は、操作部94を操作してロボット12を実際に移動させたり周囲の状況確認のために巡回させたりあるいはコミュニケーション行動を実行させたりする前に、ロボット12の存在する環境や周囲の状況を確認することができる。したがって、たとえばロボット12が周囲の人間や物体とぶつかってしまうことや、転倒なども回避することができ、安全性を向上することができる。

【0054】

さらにまた、ロボット12がコミュニケーションロボットである場合には、操作者14は全方位ディスプレイの空間の中でロボット12の視点からの全周囲の映像を見渡して口

50

ロボット 12 を操作することができるので、自分があたかもロボット 12 になったかのように、ロボット 12 の気持ちになって人間などとコミュニケーションを行うことができる。したがって、操作がし易く、しかもコミュニケーションがし易くなる。

【 0 0 5 5 】

図 4 にはこの遠隔制御システム 10 の動作が示される。この図 4 を参照して、ロボット 12 の CPU 74 は、まず、ステップ S 1 で、全方位視覚センサ 18 で検出した全方位画像をセンサ入力 / 出力ボード 82 を介して取得してメモリ 78 に一時記憶する。次に、ステップ S 3 で、ロボット 12 は、取得した全方位画像データを通信 LAN ボード 86 および無線通信装置 88 を用いてネットワーク 90 を介して遠隔制御装置 16 へ送信する。

【 0 0 5 6 】

これに応じて、ステップ S 21 で、遠隔制御装置 16 の制御用コンピュータ 92 の CPU は、全方位画像データを受信してメモリに一時記憶する。そして、ステップ S 23 で、全方位画像を投影する。具体的には、制御用コンピュータ 92 は、受信した全方位画像データを補正してからプロジェクタ 100 にその全方位画像データを与え、プロジェクタ 100 によってその全方位画像を半球ミラー 98 に投影させる。これによって、球面スクリーン 96 の内面には全方位画像が映し出される。

【 0 0 5 7 】

続いて、制御用コンピュータ 92 は、操作部 94 からの操作入力があった場合、ステップ S 25 で、操作入力データを検出してメモリに一時記憶する。そして、ステップ S 27 で、操作入力データを含む制御データをネットワーク 90 を介してロボット 12 へ送信する。

【 0 0 5 8 】

これに応じて、ステップ S 5 で、ロボット 12 は、無線通信装置 88 および通信 LAN ボード 86 を用いて操作入力データを受信してメモリ 78 に一時記憶する。そして、ステップ S 7 で、ロボット 12 は、受信した操作入力データに基づいて動作を制御する。たとえば、操作入力データがコミュニケーション行動の実行指示データであった場合には、CPU 74 は、当該コミュニケーション行動の識別子に基づいて、メモリ 78 から該当する角度制御データおよび音声データを読み出して、モータ制御ボード 80 を介して各モータを制御するとともに、音声入力 / 出力ボード 84 を介してスピーカ 64 からその音声を出力する。一方、操作入力データが直接入力された角度制御データであった場合は、CPU 74 は、その角度制御データに基づいてモータ制御ボード 80 を介して各モータを制御する。

【 0 0 5 9 】

また、遠隔制御装置 16 の制御用コンピュータ 92 では、ステップ S 29 で終了と判断されるまで、ステップ S 21 からステップ S 27 の処理を繰り返す。たとえば操作者 14 が遠隔操作の終了を指示する操作をした場合等にステップ S 29 で “ Y E S ” と判断される。また、ロボット 12 では、ステップ S 9 で終了と判断されるまでステップ S 1 からステップ S 7 の処理を繰り返す。たとえば制御用コンピュータ 92 から終了を指示する操作入力データを受信した場合等にステップ S 9 で “ Y E S ” と判断される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 0 】

【 図 1 】 この発明の一実施例の遠隔制御システムの概要を示す図解図である。

【 図 2 】 図 1 のロボットの一例を示す外観図である。

【 図 3 】 図 2 のロボットの電氣的構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 図 1 実施例の遠隔制御システムの動作を示すフロー図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

- 10 ... ロボット遠隔制御システム
- 12 ... ロボット
- 16 ... 遠隔制御装置

10

20

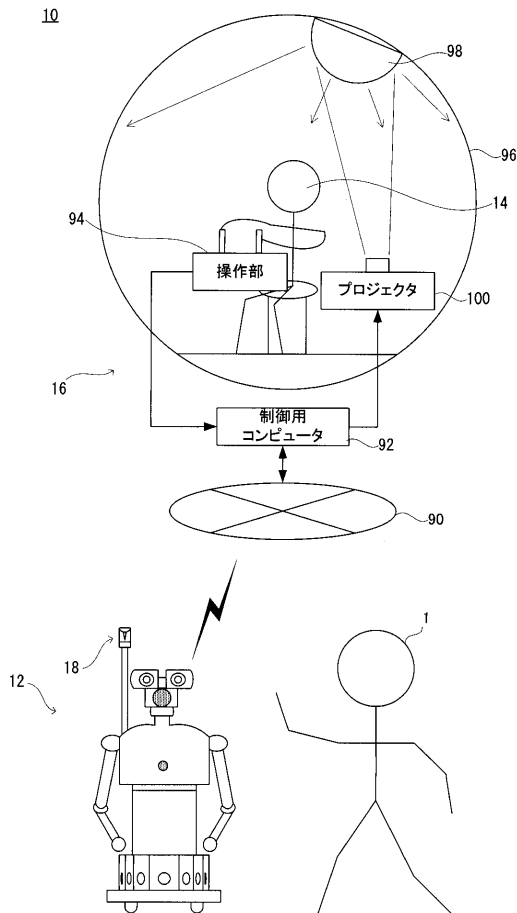
30

40

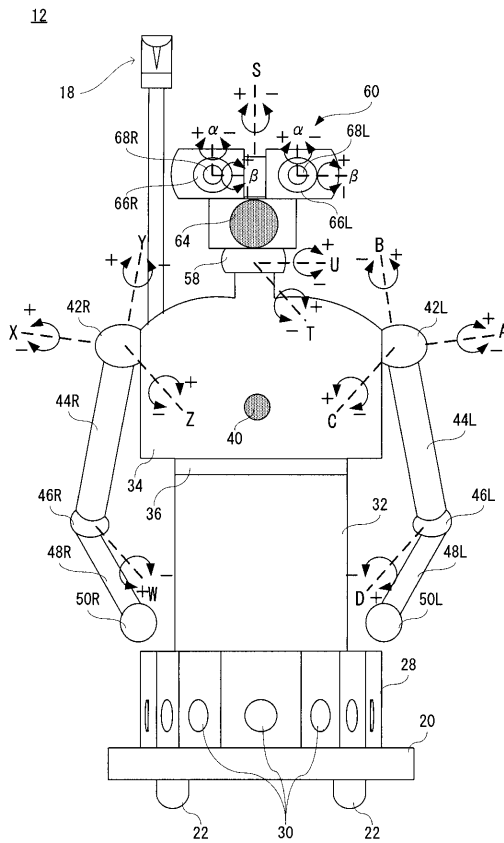
50

- 1 8 ... 全方位視覚センサ
- 7 4 ... C P U
- 7 8 ... メモリ
- 8 0 ... モータ制御ボード
- 8 2 ... センサ入力 / 出力ボード
- 8 4 ... 音声入力 / 出力ボード
- 8 6 ... 通信 L A N ボード
- 9 2 ... 制御用コンピュータ
- 9 4 ... 操作部
- 9 6 ... 球面スクリーン
- 9 8 ... 半球ミラー
- 1 0 0 ... プロジェクタ

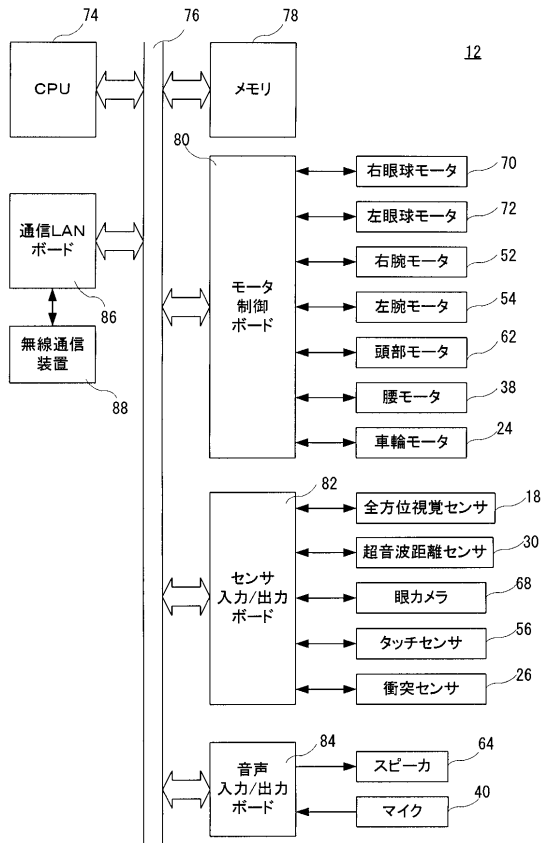
【 図 1 】



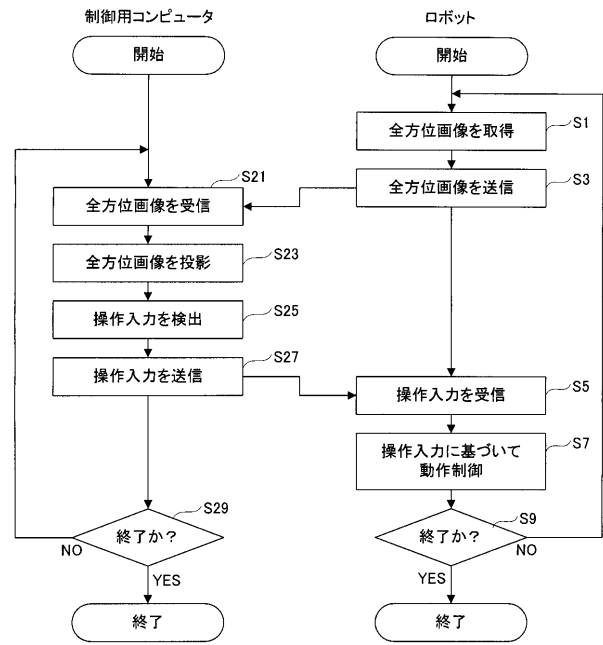
【 図 2 】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

合議体

審判長 千葉 成就

審判官 菅澤 洋二

審判官 佐々木 一浩

- (56)参考文献 特開2003-251581(JP,A)
特開平2-83194(JP,A)
特開2004-34272(JP,A)
特開2003-280739(JP,A)
特開平9-66489(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J13/00