

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5186723号
(P5186723)

(45) 発行日 平成25年4月24日 (2013. 4. 24)

(24) 登録日 平成25年2月1日 (2013. 2. 1)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 5 J 13/08 (2006. 01)

B 2 5 J 13/08

A

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2006-863 (P2006-863)
 (22) 出願日 平成18年1月5日 (2006. 1. 5)
 (65) 公開番号 特開2007-181888 (P2007-181888A)
 (43) 公開日 平成19年7月19日 (2007. 7. 19)
 審査請求日 平成20年12月1日 (2008. 12. 1)

(出願人による申告) 平成17年4月1日付け、支出負担行為担当官 総務省大臣官房会計課企画官、研究テーマ「ネットワーク・ヒューマン・インターフェースの総合的な研究開発 (ネットワークロボットの技術)」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願

(73) 特許権者 393031586
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 (74) 代理人 100090181
 弁理士 山田 義人
 (72) 発明者 吉川 雄一郎
 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
 (72) 発明者 篠沢 一彦
 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
 (72) 発明者 光永 法明
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コミュニケーションロボットシステムおよびコミュニケーションロボットの視線制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

人とのコミュニケーション行動を行うロボットを含むコミュニケーションロボットシステムであって、

前記人に装着され、人の眼に向けて赤外線を照射する赤外線発光装置、

前記人に装着され、前記人の眼の赤外線画像を撮影する第1赤外線カメラ、

前記人に装着され、前記人の視野画像を撮影する視野カメラ、

前記赤外線画像および前記視野画像に基づいて前記人の注視点を検出する注視点検出手段、

前記ロボットに装着され、赤外線画像を撮影する第2赤外線カメラ、

前記ロボットに装着され、前記第2赤外線カメラによって前記人の眼に反射した赤外線を検出することによって前記人の眼の位置を検出する眼位置検出手段、および

前記注視点検出手段によって検出した前記人の注視点および前記眼位置検出手段によって検出した前記人の眼の位置に応じて視線を動かす視線制御手段を備える、コミュニケーションロボットシステム。

【請求項 2】

前記視線制御手段は、前記注視点検出手段による検出結果に基づいて前記人に見られていると判定されるとき、前記眼位置検出手段によって検出された前記人の眼の位置に前記視線を向ける、請求項1記載のコミュニケーションロボットシステム。

【請求項 3】

10

20

前記視線制御手段は、前記注視点検出手段による検出結果に基づいて前記人に見られていると判定されるとき、前記眼位置検出手段によって検出された前記人の眼の位置以外に前記視線を向ける、請求項 1 記載のコミュニケーションロボットシステム。

【請求項 4】

前記視線制御手段は、前記人の眼の位置から所定距離以上離れた位置を選択的に設定することによって、前記人の眼の位置以外に前記視線を向ける、請求項 3 記載のコミュニケーションロボットシステム。

【請求項 5】

前記視線制御手段は、前記注視点検出手段による検出結果に基づいて前記人に見られていないと判定されるとき、前記眼位置検出手段によって検出された前記人の眼の位置に前記視線を向ける、請求項 1 記載のコミュニケーションロボットシステム。

10

【請求項 6】

前記視線制御手段は、前記注視点検出手段による検出結果に基づいて前記人に見られていないと判定されるとき、前記人の注視点と同じ方向に前記視線を向ける、請求項 1 記載のコミュニケーションロボットシステム。

【請求項 7】

人とのコミュニケーション行動を行うロボットを含み、前記人に装着され、人の眼に向けて赤外線照射する赤外線発光装置と、前記人に装着され、前記人の眼の赤外線画像を撮影する第 1 赤外線カメラと、前記人に装着され、前記人の視野画像を撮影する視野カメラと、前記ロボットに装着され、前記赤外線画像および前記視野画像に基づいて前記人の注視点を検出する注視点検出手段と、前記ロボットに装着され、赤外線画像を撮影する第 2 赤外線カメラと、前記ロボットに装着され、前記第 2 赤外線カメラによって前記人の眼に反射した赤外線を検出することによって前記人の眼の位置を検出する眼位置検出手段と、前記注視点検出手段によって検出した前記人の注視点および前記眼位置検出手段によって検出した前記人の眼の位置に応じて視線を動かす視線制御手段とを備える、コミュニケーションロボットシステムにおける前記ロボットの視線制御方法であって、

20

ロボットが人を見ているかどうか判断する第 1 判断ステップ、

前記第 1 判断ステップでロボットが人を見ていると判断したとき、人がロボットを見ていてかつロボットが人を見ている相互注視時間が第 1 閾値未満かどうか判断する第 2 判断ステップ、

30

前記第 1 判断ステップでロボットが人を見ていると判断しなかったとき、相互注視時間が第 2 閾値未満かどうか判断する第 3 判断ステップ、

前記第 2 判断ステップで相互注視時間が第 1 閾値未満であると判断したとき、または前記第 3 判断ステップで相互注視時間が第 2 閾値未満であると判断したとき、人がロボットを見ているときは人の眼の位置を見るように視線を制御する第 1 視線制御ステップ、

前記第 2 判断ステップで相互注視時間が第 1 閾値未満であると判断したとき、または前記第 3 判断ステップで相互注視時間が第 2 閾値未満であると判断したとき、人がロボットを見ていないときは人と同じ方向を見るように視線を制御する第 2 視線制御ステップ、

前記第 2 判断ステップで相互注視時間が第 1 閾値未満であると判断しなかったとき、または前記第 3 判断ステップで相互注視時間が第 2 閾値未満であると判断しなかったとき、人がロボットを見ているときは人の眼の位置以外を見るように視線を制御する第 3 視線制御ステップ、および

40

前記第 2 判断ステップで相互注視時間が第 1 閾値未満であると判断しなかったとき、または前記第 3 判断ステップで相互注視時間が第 2 閾値未満であると判断しなかったとき、人がロボットを見ていないときは人の眼の位置を見るように視線を制御する第 4 視線制御ステップを含む、コミュニケーションロボットの視線制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はコミュニケーションロボットシステムに関し、特にたとえば、人間の視線を

50

検出するコミュニケーションロボットシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば本件出願人による特許文献1には、カメラ画像に基づいて検出した物体の位置を注視するコミュニケーションロボットが開示される。この技術では、物体として特に人の顔を検出することによって、人の顔に眼を向けることができる。そして、検出した顔の位置に眼を向けることによって、その人の顔を注視したり、その人と視線を合わせることを表現したりしていた。

【特許文献1】特開2004-42151号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、従来技術では、人の視線を検出することができないので、その人がどこを見ているのかを把握することができなかった。したがって、人の視線に応じて視線を変えるなど、人と視線をやりとりすることが困難であった。また、人の眼の位置を正確に検出することができないので、その人の眼を注視することが困難であった。したがって、ロボットから眼を見詰められ、あるいは見られていないことを人に実感させることが困難であった。

【0004】

それゆえに、この発明の主たる目的は、人と視線をやりとりすることができる、コミュニケーションロボットシステムを提供することである。

20

【0005】

この発明の他の目的は、見られていることや見られていないことを人に強く実感させることができる、コミュニケーションロボット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】

【0011】

第1の発明は、人とのコミュニケーション行動を行うロボットを含むコミュニケーションロボットシステムであって、人に装着され、人の眼に向けて赤外線照射する赤外線発光装置、人に装着され、人の眼の赤外線画像を撮影する第1赤外線カメラ、人に装着され、人の視野画像を撮影する視野カメラ、赤外線画像および視野画像に基づいて人の注視点を検出する注視点検出手段、ロボットに装着され、赤外線画像を撮影する第2赤外線カメラ、ロボットに装着され、第2赤外線カメラによって人の眼に反射した赤外線を検出することによって人の眼の位置を検出する眼位置検出手段、および注視点検出手段によって検出した人の注視点および眼位置検出手段によって検出した人の眼の位置に応じて視線を動かす視線制御手段を備える、コミュニケーションロボットシステムである。

30

第2の発明は、第1の発明に従属し、視線制御手段は、注視点検出手段による検出結果に基づいて人に見られていると判定されるとき、眼位置検出手段によって検出された人の眼の位置に視線を向ける、コミュニケーションロボットシステムである。

【0012】

第2の発明では、検出された人の注視点に基づいて当該人に見られていると判定されるとき、視線制御手段によって、当該人の眼の位置に視線が向けられる。したがって、人に見られたとき、当該人の眼を見詰め返すことができる。

40

【0013】

第3の発明は、第1の発明に従属し、視線制御手段は、注視点検出手段による検出結果に基づいて人に見られていると判定されるとき、眼位置検出手段によって検出された人の眼の位置以外に視線を向ける、コミュニケーションロボットシステムである。

第4の発明は、第3の発明に従属し、視線制御手段は、人の眼の位置から所定距離以上離れた位置を選択的に設定することによって、人の眼の位置以外に視線を向ける、コミュニケーションロボットシステムである。

【0014】

50

第3または第4の発明では、検出された人の注視点に基づいて当該人に見られていると判定されるとき、視線制御手段によって、当該人の眼の位置以外に視線が向けられる。したがって、人に見られたとき、当該人の眼から視線をそらすことができる。

【0015】

第5の発明は、第1の発明に従属し、視線制御手段は、注視点検出手段による検出結果に基づいて人に見られていないと判定されるとき、眼位置検出手段によって検出された人の眼の位置に視線を向ける、コミュニケーションロボットシステムである。

【0016】

第5の発明では、検出された人の視線に基づいて当該人に見られていないと判定されるとき、視線制御手段によって、当該人の眼の位置に視線が向けられる。したがって、人に見られていないとき、当該人の眼を盗み見することができる。

10

【0017】

第6の発明は、第1の発明に従属し、視線制御手段は、注視点検出手段による検出結果に基づいて人に見られていないと判定されるとき、人の注視点と同じ方向に視線を向ける、コミュニケーションロボットシステムである。

【0018】

第6の発明では、検出された人の注視点に基づいて当該人に見られていないと判定されるとき、視線制御手段によって、当該人の注視点と同じ方向に視線が向けられる。したがって、人に見られていないとき、当該人の視線を追うことができる。

【0021】

20

第7の発明は、人とのコミュニケーション行動を行うロボットを含み、人に装着され、人の眼に向けて赤外線を照射する赤外線発光装置と、人に装着され、人の眼の赤外線画像を撮影する第1赤外線カメラと、人に装着され、人の視野画像を撮影する視野カメラと、赤外線画像および視野画像に基づいて人の注視点を検出する注視点検出手段と、ロボットに装着され、赤外線画像を撮影する第2赤外線カメラと、ロボットに装着され、第2赤外線カメラによって人の眼に反射した赤外線を検出することによって人の眼の位置を検出する眼位置検出手段と、注視点検出手段によって検出した人の注視点および眼位置検出手段によって検出した人の眼の位置に応じて視線を動かす視線制御手段とを備える、コミュニケーションロボットシステムにおけるロボットの視線制御方法であって、ロボットが人を見ているかどうか判断する第1判断ステップ、第1判断ステップでロボットが人を見ていると判断したとき、人がロボットを見ていてかつロボットが人を見ている相互注視時間が第1閾値未満かどうか判断する第2判断ステップ、第1判断ステップでロボットが人を見ていると判断しなかったとき、相互注視時間が第2閾値未満かどうか判断する第3判断ステップ、第2判断ステップで相互注視時間が第1閾値未満であると判断したとき、または第3判断ステップで相互注視時間が第2閾値未満であると判断したとき、人がロボットを見ているときは人の眼の位置を見るように視線を制御する第1視線制御ステップ、第2判断ステップで相互注視時間が第1閾値未満であると判断したとき、または第3判断ステップで相互注視時間が第2閾値未満であると判断したとき、人がロボットを見ていないときは人と同じ方向を見るように視線を制御する第2視線制御ステップ、第2判断ステップで相互注視時間が第1閾値未満であると判断しなかったとき、または第3判断ステップで相互注視時間が第2閾値未満であると判断しなかったとき、人がロボットを見ているときは人の眼の位置以外を見るように視線を制御する第3視線制御ステップ、および第2判断ステップで相互注視時間が第1閾値未満であると判断しなかったとき、または第3判断ステップで相互注視時間が第2閾値未満であると判断しなかったとき、人がロボットを見ていないときは人の眼の位置を見るように視線を制御する第4視線制御ステップを含む、コミュニケーションロボットの視線制御方法である。

30

40

【0023】

なお、第7の発明によれば、人とロボットとが見詰め合っている時間が所定時間を超えたときには、当該人の眼から視線をそらして、見詰め合うのを止めることができる。このため、適切な時間だけ人と見詰め合うことができ、より自然な対話やコミュニケーション

50

を行える。

【 0 0 2 4 】

また、第 7 の発明によれば、相互注視時間が第 2 閾値よりも小さい場合、人の眼の位置に視線を向けるようにしてもよい。このように構成した場合には、人とロボットとが見詰め合っている時間が所定時間になるまでは、当該人と見詰め合うように視線を制御できる。このため、適切な時間だけ人と見詰め合うことができ、より自然な対話やコミュニケーションを行える。また、たとえば、第 2 閾値を第 1 閾値よりも小さい値に設定し、見詰め合っていないときに相互注視時間を減算するようにすれば、相互注視時間が第 1 閾値を超えたときに、見詰め合うのを止め、その後相互注視時間が第 2 閾値よりも小さくなったときに、再び人と見詰め合うというように、視線を制御することができる。したがって、適切な時間だけ見詰め合いかつ適切な時間だけ目を合わせないように視線を制御できるので、より自然な対話やコミュニケーションを行うことができる。

10

【発明の効果】

【 0 0 2 5 】

この発明によれば、人の視線を検出して、当該人の視線に応じて視線を動かすようにしたので、人と視線をやりとりすることができる。また、人の視線に応じてコミュニケーションロボットの視線が動かされるので、コミュニケーションロボットから見られていること、あるいは、見られていないことを、人に強く実感させることができる。したがって、より自然な対話やコミュニケーションを実行することが可能になる。

【 0 0 2 6 】

20

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】

【 0 0 2 7 】

図 1 を参照して、この実施例のコミュニケーションロボットシステム（以下、単に「システム」という。）200 は、コミュニケーションロボット（以下、単に「ロボット」という。）10、およびコミュニケーションの対象である人間 12 の視線を検出するための視線計測装置 14 を含む。ロボット 10 は、身振りおよび発話の少なくとも一方を用いて人間 12 と相互作用する機能を備えており、たとえば、日常生活の中で人間 12 とかわりながら活動し、人間 12 と同じ環境で対等なパートナーとして振る舞うことが可能である。このロボット 10 は、人間 12 とのコミュニケーションにおいて、視線計測装置 14 を用いて計測された人間 12 の視線に応じて動作することができる。

30

【 0 0 2 8 】

視線計測装置 14 は、視野カメラ 16、赤外線発光装置 18、および赤外線カメラ 20 を含み、これらは、たとえばキャップ 22 を用いて人間 12 に装着されるとともに、たとえば人間 12 に背負われた携帯型のコンピュータ 24 に接続される。

【 0 0 2 9 】

視野カメラ 16 は、たとえばカラービデオカメラであり、人間 12 の視野の映像を撮影し、当該映像信号をコンピュータ 24 に出力する。赤外線発光装置 18 は赤外線 LED を含み、人間 12 の眼に向けて赤外線を照射する。赤外線カメラ 20 は、たとえば赤外線フィルタ付きビデオカメラであり、人間 12 の眼の赤外線の映像を撮影し、当該映像信号をコンピュータ 24 に出力する。

40

【 0 0 3 0 】

コンピュータ 24 は、たとえば一定時間ごとに赤外線画像および視野画像に基づいて人間 12 の視線を検出する。赤外線カメラ 20 によって撮影された赤外線画像には、瞳孔と赤外線発光装置 18 からの赤外線が角膜で反射することによって得られた輝点（角膜反射像）とが含まれる。コンピュータ 24 は、赤外線画像における瞳孔および輝点の位置に基づいて人間 12 の眼球運動を検出し、この眼球の回転運動と視野画像とを関連付けることによって、人間 12 の視線や注視点を検出する。また、赤外線発光装置 18 および赤外線カメラ 20 のセットを両目に対して設けて両目同時計測を行うことによって、輻輳角およ

50

び注視点距離を計測することが可能になる。また、コンピュータ 24 は、ロボット 10 と無線通信可能であり、たとえば無線 LAN のようなネットワークを介してまたは直接にロボット 10 と通信することができる。コンピュータ 24 は、検出した人間 12 の視線ないし注視点に関する情報や、視野カメラ 16 で撮影された視野映像などをロボット 10 に送信する。

【0031】

上述のような視線計測装置 14 の一例として、株式会社ナックイメージテクノロジーの視線計測システム「アイマークレコード」(<http://www.eyemark.jp/>)の技術を適用することができる。

【0032】

図 2 を参照して、ロボット 10 は台車 26 を含み、この台車 26 の下面には、このロボット 10 を自律移動させる車輪 28 が設けられる。この車輪 28 は、車輪モータ (図 3 において参照番号「30」で示す。) によって駆動され、台車 26 すなわちロボット 10 を前後左右任意の方向に動かすことができる。なお、図 2 では示さないが、この台車 26 の前面には、衝突センサ (図 3 において参照番号「32」で示す。) が取り付けられ、この衝突センサ 32 は、台車 26 への人や他の障害物との接触を検知する。ロボット 10 の移動中に接触を検知すると、直ちに車輪 28 の駆動を停止することができる。

【0033】

台車 26 の上には、多角形柱のセンサ取付パネル 34 が設けられ、このセンサ取付パネル 34 の各面には、超音波距離センサ 36 が取り付けられる。この超音波距離センサ 36 は、取付パネル 34 すなわちロボット 10 の周囲の主として人間 12 との間の距離を計測するためのものである。

【0034】

台車 26 の上には、さらに、ロボット 10 の胴体が、その下部が上述の取付パネル 34 に囲まれて、直立するように取り付けられる。この胴体は下部胴体 38 と上部胴体 40 とから構成され、これら下部胴体 38 および上部胴体 40 は、連結部 42 によって連結される。連結部 42 には、図示しないが、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 40 の高さすなわちロボット 10 の高さを変化させることができる。昇降機構は、腰モータ (図 3 において参照番号「44」で示す。) によって駆動される。

【0035】

上部胴体 40 には、1 つの全方位カメラ 46 が設けられる。全方位カメラ 46 はたとえば背面側上端部のほぼ中央から延びる支柱 48 上に設置される。全方位カメラ 46 は、ロボット 10 の周囲を撮影するものであり、後述する眼カメラ 50 とは区別される。この全方位カメラ 46 としては、たとえば CCD や CMOS のような固体撮像素子を用いるカメラを採用することができる。また、上部胴体 40 の正面側のほぼ中央には、1 つのマイク 52 が設けられる。マイク 52 は、周囲の音、とりわけコミュニケーション対象である人間 12 の声を取り込む。なお、これら全方位カメラ 46 およびマイク 52 の設置位置は上部胴体 40 に限られず適宜変更され得る。

【0036】

上部胴体 40 の両肩には、それぞれ、肩関節 54 R および 54 L によって、上腕 56 R および 56 L が取り付けられる。肩関節 54 R および 54 L は、それぞれ 3 軸の自由度を有する。すなわち、右肩関節 54 R は、X 軸、Y 軸および Z 軸の各軸廻りにおいて上腕 56 R の角度を制御できる。Y 軸は、上腕 56 R の長手方向 (または軸) に平行な軸であり、X 軸および Z 軸は、その Y 軸に、それぞれ異なる方向から直交する軸である。左肩関節 54 L は、A 軸、B 軸および C 軸の各軸廻りにおいて上腕 56 L の角度を制御できる。B 軸は、上腕 56 L の長手方向 (または軸) に平行な軸であり、A 軸および C 軸は、その B 軸に、それぞれ異なる方向から直交する軸である。

【0037】

上腕 56 R および 56 L のそれぞれの先端には、肘関節 58 R および 58 L を介して、

10

20

30

40

50

前腕 60 R および 60 L が取り付けられる。肘関節 58 R および 58 L は、それぞれ、W 軸および D 軸の軸廻りにおいて、前腕 60 R および 60 L の角度を制御できる。

【0038】

なお、上腕 56 R および 56 L ならびに前腕 60 R および 60 L の変位を制御する X, Y, Z, W 軸および A, B, C, D 軸では、「0 度」がホームポジションであり、このホームポジションでは、上腕 56 R および 56 L ならびに前腕 60 R および 60 L は下方向に向けられる。

【0039】

また、図 2 では示さないが、上部胴体 40 の肩関節 54 R および 54 L を含む肩の部分や上述の上腕 56 R および 56 L ならびに前腕 60 R および 60 L を含む腕の部分には、それぞれ、タッチセンサ（図 3 において参照番号「62」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 62 は、人間 12 がロボット 10 のこれらの部位に接触したかどうかを検知する。

10

【0040】

前腕 60 R および 60 L のそれぞれの先端には、手に相当する球体 64 R および 64 L がそれぞれ固定的に取り付けられる。なお、この球体 64 R および 64 L に代えて、この実施例のロボット 10 と異なり指の機能が必要な場合には、人の手の形をした「手」を用いることも可能である。

【0041】

上部胴体 40 の中央上方には、首関節 66 を介して、頭部 68 が取り付けられる。この首関節 66 は、3 軸の自由度を有し、S 軸, T 軸および U 軸の各軸廻りに角度制御可能である。S 軸は首から真上に向かう軸であり、T 軸および U 軸は、それぞれ、この S 軸に対して異なる方向で直交する軸である。頭部 68 には、人の口に相当する位置に、スピーカ 70 が設けられる。なお、スピーカ 70 は、ロボット 10 が、その周囲の人に対して音声または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。また、スピーカ 70 は、ロボット 10 の他の部位たとえば胴体に設けられてもよい。

20

【0042】

また、頭部 68 には、目に相当する位置に眼球部 72 R および 72 L が設けられる。眼球部 72 R および 72 L は、それぞれ眼カメラ 50 R および 50 L を含む。なお、左右の眼球部 72 R および 72 L をまとめて参照符号「72」で示し、左右の眼カメラ 50 R および 50 L をまとめて参照符号「50」で示すこともある。眼カメラ 50 は、ロボット 10 に接近した人間 12 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。なお、眼カメラ 50 としては上述の全方位カメラ 46 と同様なイメージセンサが使用され得る。

30

【0043】

たとえば、眼カメラ 50 は眼球部 72 内に固定され、眼球部 72 は眼球支持部（図示せず）を介して頭部 68 内の所定位置に取り付けられる。眼球支持部は、2 軸の自由度を有し、 α 軸および β 軸の各軸廻りに角度制御可能である。 α 軸および β 軸は頭部 68 に対して設定される軸であり、 α 軸は頭部 68 の上へ向かう方向の軸であり、 β 軸は α 軸に直交しかつ頭部 68 の正面側（顔）が向く方向に直交する方向の軸である。この実施例では、頭部 68 がホームポジションにあるとき、 α 軸は S 軸に平行し、 β 軸は U 軸に平行するように設定されている。このような頭部 68 において、眼球支持部が α 軸および β 軸の各軸廻りに回転されることによって、眼球部 72 ないし眼カメラ 50 の先端（正面）側が変位され、カメラ軸すなわち視線が移動される。

40

【0044】

なお、眼カメラ 50 の変位を制御する α 軸および β 軸では、「0 度」がホームポジションであり、このホームポジションでは、図 2 に示すように、眼カメラ 50 のカメラ軸は頭部 68 の正面側（顔）が向く方向に向けられ、視線は正視状態となる。

【0045】

さらに、頭部 68 の上部中央には、赤外線カメラ 74 がそのカメラ軸を頭部 68 の正面

50

に向けた状態で固定的に設けられる。したがって、赤外線カメラ 74 のカメラ軸は頭部 68 の変位とともに変位される。赤外線カメラ 74 は、たとえば赤外線フィルタ付きイメージセンサであり、視線計測装置 14 を装着した人間 12 の眼で反射した赤外線を検出するために設けられる。なお、赤外線カメラ 74 は、頭部 68 の他の場所や他の部位たとえば上部胴体 40 に設けられてもよい。

【0046】

図3を参照して、ロボット10は、全体の制御のためにマイクロコンピュータまたはCPU76を含み、このCPU76には、バス78を通して、メモリ80、モータ制御ボード82、センサ入力/出力ボード84および音声入力/出力ボード86が接続される。

【0047】

メモリ80は、図示しないが、ROMやHDDおよびRAM等を含み、ROMまたはHDDには、このロボット10の動作を制御するためのプログラムおよびデータが予め格納されている。CPU76は、このプログラムに従って処理を実行する。また、RAMは、バッファメモリやワーキングメモリとして使用される。

【0048】

モータ制御ボード82は、たとえばDSP(Digital Signal Processor)で構成され、右腕、左腕、頭および眼等の身体部位を駆動するためのモータを制御する。すなわち、モータ制御ボード82は、CPU76からの制御データを受け、右肩関節54RのX、YおよびZ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58Rの軸Wの角度を制御する1つのモータを含む計4つのモータ(図3ではまとめて「右腕モータ」として示す。)88の回転角度を調節する。また、モータ制御ボード82は、左肩関節54LのA、BおよびC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58LのD軸の角度を制御する1つのモータとを含む計4つのモータ(図3ではまとめて「左腕モータ」として示す。)90の回転角度を調節する。モータ制御ボード82は、また、首関節66のS、TおよびU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。)92の回転角度を調節する。モータ制御ボード82は、また、腰モータ44および車輪28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。)30を制御する。さらに、モータ制御ボード82は、右眼球部72Rの α 軸および β 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。)94の回転角度を調節し、また、左眼球部72Lの α 軸および β 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。)96の回転角度を調節する。

【0049】

なお、この実施例の上述のモータは、車輪モータ30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またはパルスモータであるが、車輪モータ30と同様に、直流モータであってよい。また、この実施例では、ロボット10の腕、頭、眼などの身体部位を駆動するアクチュエータとして電力を駆動源とするモータを用いた。しかしながら、このロボット10としては、たとえば空気圧(または負圧)、油圧、圧電素子あるいは形状記憶合金などによる他のアクチュエータによって身体部位を駆動するロボットが適用されてもよい。

【0050】

センサ入力/出力ボード84も、同様に、DSPで構成され、各センサからの信号を取り込んでCPU76に与える。すなわち、超音波距離センサ36の各々からの反射時間に関するデータがこのセンサ入力/出力ボード84を通して、CPU76に輸入される。また、全方位カメラ46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84で所定の処理が施された後、CPU76に輸入される。眼カメラ50からの映像信号も、同様にして、CPU76に与えられる。赤外線カメラ74からの映像信号も、同様にして、CPU76に与えられる。また、タッチセンサ62および衝突センサ32からの信号がセンサ入力/出力ボード84を介してCPU76に与えられる。

【0051】

スピーカ 70 には音声入力 / 出力ボード 86 を介して、CPU 76 から音声データが与えられ、それに応じて、スピーカ 70 からはそのデータに従った音声または声出力される。また、マイク 52 からの音声入力が、音声入力 / 出力ボード 86 を介して音声データとして CPU 76 に取り込まれる。

【0052】

さらに、CPU 76 には、バス 78 を介して通信 LAN ボード 98 が接続される。通信 LAN ボード 98 は、同様に DSP で構成され、無線通信装置 100 に接続される。この実施例では、ロボット 10 の CPU 76 は、通信 LAN ボード 98 および無線通信装置 100 を用いて無線 LAN などのネットワークに通信接続される。通信 LAN ボード 98 は、CPU 76 から与えられた送信データを無線通信装置 100 に与えて、当該データを無線通信装置 100 から送信する。また、通信 LAN ボード 98 は無線通信装置 100 を介してデータを受信し、受信データを CPU 76 に与える。

10

【0053】

さらにまた、CPU 76 には、上述の視線計測装置 14 が、通信 LAN ボード 98、無線通信装置 100 およびネットワークを介して無線により接続される。視線計測装置 14 は、上述のようにコンピュータ 24 を含み、コンピュータ 24 は、視野カメラ 16 の映像信号および赤外線カメラ 20 の映像信号を取得し、また、赤外線発光装置 18 の発光を制御する。また、コンピュータ 24 は、視野カメラ 16 で撮影された視野映像および赤外線カメラ 20 で撮影された赤外線映像に基づいて、人間 12 の注視点の位置を検出する。さらに、コンピュータ 24 は、検出した人間 12 の注視点に関する情報および視野カメラ 16 で撮影された視野画像等の必要な情報を CPU 76 に送信する。

20

【0054】

このようなシステム 200 では、視線計測装置 14 によってコミュニケーションの相手である人間 12 の注視点を検出され、当該人間 12 の注視点の位置に応じてロボット 10 の視線が制御される。たとえば、追従モード、逃避モードおよび見詰め合いモードが準備される。

【0055】

追従モードでは、ロボット 10 の視線は、人間 12 の目の位置や視線を追うように制御される。具体的には、まず、視線計測装置 14 から人間 12 の注視点および視野画像が取得され、人間 12 がロボット 10 を見ているか否かが判定される。ロボット 10 が人間 12 に注視されている場合には、赤外線カメラ 74 からの画像に基づいて当該人間 12 の目の位置を検出し、この人間 12 の目の位置を見るように頭部 68 および / または眼球部 72 を変位させることによって、ロボット 10 の視線が制御される。このようにして、ロボット 10 は、人間 12 が自分を見ている場合には、当該人間 12 の目の位置に視線を向けて、当該人間 12 を見詰め返す。

30

【0056】

一方、ロボット 10 が人間 12 に注視されていない場合には、当該人間 12 が見ている位置を検出し、当該人間 12 と同じ方向を見るように頭部 68 および / または眼球部 72 を変位させることによって、ロボット 10 の視線が制御される。このようにして、ロボット 10 は、人間 12 が自分を見えていない場合には、当該人間 12 の視線の先を追い、当該人間 12 の見ているものをその人間 12 と一緒に見る。

40

【0057】

その後、たとえば、一定時間が経過し、または、人間 12 の注視点の変化が検出されたときには、再び、人間 12 がロボット 10 を見ているか否かに応じて、ロボット 10 の視線が制御される。

【0058】

このように、追従モードでは、人間 12 の視線の動きに応じて、人間 12 の目を見詰め返したり人間 12 の視線を追ったりするように、ロボット 10 の視線が動かされる。このシステム 200 によれば、ロボット 10 が人間 12 を見ていることや人間 12 の目の動きを見ていること等を当該人間 12 に強く実感させることができる。したがって、人間 12

50

に知的な印象を与えることができるし、どこを見ているのかを明確に伝えることができるので、人間 12 とより自然な対話やコミュニケーションを実行することが可能になる。

【 0 0 5 9 】

図 4 にはロボット 10 の CPU 76 の追従モードにおける動作の一例が示される。ステップ S1 では、人間 12 の注視点が検出される。具体的には、視線計測装置 14 で検出された人間 12 の注視点が取得される。また、視野画像などの必要な情報も取得される。

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ S3 で、人間 12 がロボット 10 を見ているのか否かが判定される。この実施例では、ロボット 10 の顔を見ているか否かが判定される。たとえば、予め記憶しておいたロボット 10 の顔画像に基づいて視野画像におけるロボット 10 の顔の位置が検出され、当該ロボット 10 の顔の位置（領域）内に注視点の座標が含まれる場合には、人間 12 がロボット 10 を注視していると判断され、当該ロボット 10 の顔の位置（領域）内に注視点の座標が含まれない場合には、人間 12 がロボット 10 を注視していないと判断される。

【 0 0 6 1 】

ステップ S3 で “ Y E S ” であれば、つまり、ロボット 10 が人間 12 に見られている場合には、ステップ S5 で、人間 12 の目の位置が検出される。たとえば、赤外線カメラ 74 から取得した赤外線画像における輝点（角膜反射像）を検出することによって人間 12 の目の位置が算出される。

【 0 0 6 2 】

続くステップ S7 で、人間 12 の目の位置を見るように視線が制御される。これによって、ロボット 10 は人間 12 を見詰め返す。たとえば、眼球部 72 のみの動きによって視線が動かされる。具体的には、ロボット 10 の眼である眼球部 72 が当該人間 12 の目の位置を見るような、眼球部 72 の α 軸および β 軸に関する制御データが算出される。そして、当該制御データがモータ制御ボード 82 に与えられて、右眼球モータ 94 および左眼球モータ 96 の回転が制御される。または、頭部 68 のみの動きによって視線が動かされてもよい。この場合には、眼球部 72 が当該人間 12 の目の位置を見るような、頭部 68（首関節 66）の S 軸、T 軸および U 軸に関する制御データが算出され、頭部モータ 92 の回転が制御される。あるいは、眼球部 72 および頭部 68 の両方の動きによって視線が動かされてもよい。この場合には、眼球部 72 が当該人間 12 の目の位置を見るような、眼球部 72 の α 軸および β 軸ならびに頭部 68 の S 軸、T 軸および U 軸に関する制御データが算出されて、右眼球モータ 94、左眼球モータ 96 および頭部モータ 92 の回転が制御される。ステップ S7 を終了すると処理はステップ S13 へ進む。

【 0 0 6 3 】

一方、ステップ S3 で “ N O ” であれば、つまり、ロボット 10 が人間 12 に見られていない場合には、ステップ S9 で、人間 12 が見ている位置が検出される。具体的には、人間 12 の注視点の 3 次元位置計測が行われる。たとえば、複数の視野カメラ 16 で人間 12 の頭の位置に対する注視点の 3 次元位置が計測される。また、ロボット 10 の眼カメラ 50 R および 50 L または環境に設置したカメラ（図示しない）によって人間 12 の頭の位置および姿勢が計測される。そして、ロボット 10 の眼カメラ 50 に対する注視点の 3 次元位置または環境に対する注視点の 3 次元位置が算出される。あるいは、物体認識が行われる。たとえば、視野カメラ 16 の視野画像における人間 12 の注視点周りの画像を用いて物体が認識される。また、ロボット 10 の眼カメラ 50 または環境に設置したカメラの画像に基づいて人間 12 の見ている物体と一致する物体が探索され、当該物体の位置が算出される。

【 0 0 6 4 】

続くステップ S11 で、人間 12 と同じ方向を見るように視線が制御される。これによって、ロボット 10 の視線は、人間 12 の視線を追い、人間 12 の見ているものを見る。ロボット 10 の視線は、上述のステップ S7 と同様にして、眼球部 72 および / または頭部 68 を動かすことによって動かされる。眼球部 72 がステップ S9 で検出された人間 1

10

20

30

40

50

2 の見ている位置を見るような制御データが算出され、当該制御データに基づいて、対応するモータ 92、94、96 の回転が制御される。ステップ S 11 を終了すると処理はステップ S 13 に進む。

【0065】

ステップ S 13 では、注視点の変化または一定時間の経過が待機される。たとえば、視線計測装置 14 から注視点に関する情報等が取得されて、当該注視点が前回取得した注視点と異なるか否かが判定される。注視点の変化がない場合には、たとえば、一定時間が経過するまで、注視点の変化の判定が繰返される。一方、注視点の変化が検出されたとき、または、一定時間が経過したときには、処理はステップ S 15 へ進む。

【0066】

そして、ステップ S 15 で、この追従モードを終了するか否かが判定される。たとえば、オペレータからの終了指示を無線により受信した場合、人間 12 がいなくなった場合等、追従モードを終了するための条件が満足されたか否かが判定される。ステップ S 15 で“NO”であれば、ステップ S 1 に戻って、追従モードの動作が続けられ、“YES”であれば追従モードが終了される。

【0067】

逃避モードでは、ロボット 10 の視線は、人間 12 と視線が合わないよう制御される。具体的には、まず、視線計測装置 14 から人間 12 の注視点および視野画像が取得され、人間 12 がロボット 10 を見ているか否かが判定される。ロボット 10 が人間 12 に見られている場合には、当該人間 12 の目の位置を検出し、この人間 12 の目の位置以外を見るように頭部 68 および / または眼球部 72 を変位させることによって、ロボット 10 の視線が制御される。このようにして、ロボット 10 は、人間 12 が自分を見ている場合には、当該人間 12 の目の位置以外に視線を向けて、当該人間 12 の目の位置から目をそらす。

【0068】

一方、ロボット 10 が人間 12 に見られていない場合には、ロボット 10 が人間 12 を見ているか否かが判定される。ロボット 10 が当該人間 12 を見ていないときには、検出した人間 12 の目の位置を見るように頭部 68 および / または眼球部 72 を変位させることによって、ロボット 10 の視線が制御される。このようにして、ロボット 10 は、人間 12 が自分を見ておらず、かつ、自分も人間 12 を見ていない場合には、当該人間 12 の目の位置に目を向ける。つまり、ロボット 10 は人間 12 の目を盗み見する。

【0069】

また、ロボット 10 が人間 12 に見られていない場合において、ロボット 10 が人間 12 を見ているときには、上述の人間 12 に見られている場合と同様に、人間 12 の目の位置以外を見るように視線が制御される。このように、ロボット 10 は、自分を見ていない人間 12 を見ている場合にも、当該人間 12 の目の位置から目をそらす。したがって、この実施例では、ロボット 10 は、人間 12 の目を盗み見した後は当該人間 12 の目の位置から目をそらすこととなる。

【0070】

その後、たとえば、一定時間が経過し、または、人間 12 の注視点の変化が検出されたときには、再び、人間 12 がロボット 10 を見ているか否か、あるいはロボット 10 が人間 12 を見ているか否かに応じて、ロボット 10 の視線が制御される。

【0071】

このように、逃避モードでは、人間 12 の視線の動きやロボット 10 の現在の視線に応じて、人間 12 の目から目をそらしたり人間 12 の目を盗み見したりするように、ロボット 10 の視線が動かされる。このシステム 200 によれば、ロボット 10 が人間 12 の目の動きを見ていること、その上で人間 12 の目を見ていない（見ようとししない）ことを当該人間 12 に強く実感させることができる。したがって、人間 12 に知的な印象を与えることができるし、どこを見ているのかあるいは見ていないのかを明確に伝えることができるので、人間 12 とより自然な対話やコミュニケーションを実行することが可能になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

図 5 には、ロボット 10 の CPU 76 の逃避モードにおける動作の一例が示される。ステップ S 31 では、上述のステップ S 1 と同様にして、人間 12 の注視点が検出される。

【 0 0 7 3 】

次に、ステップ S 33 で、上述のステップ S 3 と同様にして、人間 12 がロボット 10 を見ているのか否かが判定される。ステップ S 33 で “ Y E S ” であれば、つまり、ロボット 10 が人間 12 に見られている場合には、処理はステップ S 37 へ進む。

【 0 0 7 4 】

一方、ステップ S 33 で “ N O ” であれば、つまり、ロボット 10 が人間 12 に見られていない場合には、ステップ S 35 で、ロボット 10 が人間 12 を見ているか否かが判定される。たとえば、ロボット 10 が人間 12 の顔を見ているか否かが判定される。具体的には、眼カメラ 50 で取得した画像において、眼球部 72 の正面に対応する領域に、人間 12 の顔を示す画像が入っているか否かが判定される。あるいは、赤外線カメラ 74 の画像において、眼球部 72 の正面に対応する領域に、赤外線照射による輝点が存在するか否かが判定されてもよい。ステップ S 35 で “ Y E S ” であれば、つまり、ロボット 10 が自分を見ていない人間 12 を見ている場合には、処理はステップ S 37 へ進む。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 37 では、上述のステップ S 5 と同様にして、人間 12 の目の位置が検出される。続くステップ S 39 では、人間 12 の目の位置以外を見るように視線が制御される。これによって、ロボット 10 は人間 12 の目の位置から目をそらす。ステップ S 39 では、上述の追従モードの場合と同様に、視線は、眼球部 72 および / または頭部 68 を動かすことによって動かされる。ただし、人間 12 の目の位置以外の位置を眼球部 72 が見るような制御データが算出される。たとえば、人間 12 の目の位置から所定距離以上離れた位置がランダムに選ばれてよい。ステップ S 39 を終了すると処理はステップ S 45 へ進む。

【 0 0 7 6 】

一方、ステップ S 35 で “ N O ” であれば、つまり、ロボット 10 も人間 12 も相手を見ていない場合には、ステップ S 41 で、上述のステップ S 1 と同様にして、人間 12 の目の位置が検出される。続くステップ S 43 では、上述のステップ S 7 と同様にして、人間 12 の目の位置を見るように視線が制御される。これによって、ロボット 10 は、自分を見ていない人間 12 の目を盗み見する。ステップ S 43 を終了すると処理はステップ S 45 へ進む。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 45 では、上述のステップ S 13 と同様にして、注視点の変化または一定時間の経過が待機され、注視点が変化したとき、または、一定時間が経過したとき、処理はステップ S 47 へ進む。ステップ S 47 では、ステップ S 15 と同様にして、この逃避モードを終了するか否かが判断される。ステップ S 47 で “ N O ” であれば処理はステップ S 31 に戻って逃避モードの動作が続行され、“ Y E S ” であればこの逃避モードが終了される。

【 0 0 7 8 】

見詰め合いモードでは、ロボット 10 の視線は、人間 12 と見詰め合うように制御される。この実施例では、相互注視時間が計測され、この相互注視時間の値に応じて異なる方法で視線が制御される。相互注視時間は、ロボット 10 と人間 12 とが見詰め合った時間を示す。この実施例では、人間 12 がロボット 10 を見ている、かつ、ロボット 10 が当該人間 12 を見ていると判定されたとき、両者が見詰め合っていると判断して、相互注視時間が単位時間増加され、両者が見詰め合っていないと判定されるときには相互注視時間が単位時間減少される。つまり、相互注視時間としては、両者が連続的に見詰め合った時間が計測される。

【 0 0 7 9 】

相互注視時間の値は、ロボット 10 が人間 12 を見ているか否かに応じて異なる所定値

10

20

30

40

50

を基に評価される。この実施例では、ロボット10が人間12を見ている場合には第1閾値が使用され、ロボット10が人間12を見ていない場合には第2閾値が使用される。第1閾値は第2閾値よりも大きい値に設定される。第1閾値はロボット10が人間12を見詰めたなくなる限界を示し、第2閾値はロボット10が人間12を見詰めたなくなる限界を示す。たとえば、第1閾値は3秒、第2閾値は2秒のように両値は適宜に設定される。

【0080】

具体的には、ロボット10が人間12を見ていない場合において、相互注視時間が第2閾値よりも小さいときには、ロボット10の視線は、人間12とロボット10とが見詰め合うように制御される。この実施例では、上述の追従モードで視線が制御され、ロボット10は、人間12に見られているとき当該人間12を見詰め返し、人間12に見られてい

10

【0081】

その後、ロボット10が人間12の目を見詰め返しているうちに相互注視時間は増加される。ロボット10が人間12を見ている場合において、相互注視時間が第1閾値を超えたときには、ロボット10の視線は、人間12の視線と合わないよう制御される。この実施例では、上述の逃避モードで視線が制御され、ロボット10は、人間12の目の位置から目をそらす。なお、ロボット10が人間12を見ているときにこの第1閾値の判定が行われるので、この場合の逃避モードでは、盗み見が実行されることはない。

【0082】

あるいは、相互注視時間が第1閾値を超える前に人間12がロボット10から目をそらし、ロボット10が人間12の視線を追った場合において、相互注視時間が第2閾値を超えているときには、ロボット10の視線は人間12の視線と合わないよう制御される。この実施例では、上述の逃避モードで視線が制御され、ロボット10は、人間12に見られているとき当該人間12の目の位置から目をそらし、人間12に見られていないとき当該人間12の目を盗み見する。

20

【0083】

そのうちに、相互注視時間が第2閾値を下回ると、ロボット10の視線は、上述のように、再び人間12と見詰め合うよう制御される。

【0084】

このように、見詰め合いモードでは、ロボット10は、連続して見詰め合った時間が第1閾値に達していない場合には、人間12と見詰め合うよう視線を制御する。連続して見詰め合った時間が第1閾値を超えたときには、ロボット10は人間12から目をそらし、見詰め合うのを止める。その後、見詰め合うのを止めてから所定時間（第1閾値 - 第2閾値）が経過して、相互注視時間が第2閾値よりも小さくなったときには、ロボット10は再び人間12と見詰め合うよう視線を制御する。このシステム200によれば、ロボット10が人間12の目を見ていること、あるいは、人間12の目を見ていないことを、当該人間12に強く実感させることができる。また、適切な時間（第1閾値）だけ人間12と目を合わせ、その後、適切な時間（第1閾値 - 第2閾値）だけ人間12から目をそらすことができる。したがって、人間12に知的な印象を与えることができるし、どこを見ているのかあるいは見ていないのかを明確に伝えることができるので、人間12とより自然な対話やコミュニケーションを実行することが可能になる。

30

40

【0085】

図6には、ロボット10のCPU76の見詰め合いモードにおける動作の一例が示される。ステップS61では、上述のステップS1と同様にして、人間12の注視点が検出される。

【0086】

次に、ステップS63で、人間12がロボット10を見ていて、かつ、ロボット10が人間12を見ているか否か、すなわち、両者が見詰め合っているか否かが判定される。なお、人間12がロボット10を見ているか否かは上述のステップS3と同様にして判定され、ロボット10が人間12を見ているか否かは上述のステップS35と同様にして判定

50

される。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 6 3 で “ Y E S ” であれば、つまり、両者が見詰め合っている場合には、ステップ S 6 5 で、相互注視時間が単位時間だけ増加される。一方、ステップ S 6 3 で “ N O ” であれば、つまり、両者が見詰め合っていない場合には、ステップ S 6 7 で、相互注視時間が単位時間だけ減少される。なお、相互注視時間の初期値は 0 であり、また、その最小値も 0 であり、相互注視時間は減算によって 0 より小さくなる場合はリセットされる。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 6 5 または S 6 7 を終了すると、ステップ S 6 9 で、ロボット 1 0 が人間 1 2 を見ているか否かが判定される。ロボット 1 0 が人間 1 2 を見ている場合には、ステップ S 7 1 で第 1 閾値に基づいて相互注視時間の判定が実行され、一方、ロボット 1 0 が人間 1 2 を見ていない場合には、ステップ S 7 3 で第 2 閾値に基づいて相互注視時間の判定が実行される。そして、相互注視時間の判定結果に応じて視線が制御される。

【 0 0 8 9 】

すわなち、ステップ S 6 9 で “ Y E S ” の場合、ステップ S 7 1 で相互注視時間が第 1 閾値未満であるか否かが判定される。ステップ S 7 1 で “ Y E S ” の場合、つまり、相互注視時間が見詰め合いたくなくなる限界に達していない場合には、ステップ S 7 5 で上述の追従モードと同様にして視線が制御される。詳しくは、図 4 の追従モードのステップ S 3 から S 1 1 の処理が実行され、ロボット 1 0 は、人間 1 2 がロボット 1 0 を見ているときには当該人間 1 2 の目を見詰め返し、人間 1 2 がロボット 1 0 を見ていないときには当該人間 1 2 の視線を追う。一方、ステップ S 7 1 で “ N O ” の場合、つまり、相互注視時間が見詰め合いたくなくなる限界に達した場合には、ステップ S 7 7 で上述の逃避モードと同様にして視線が制御される。詳しくは、図 5 のステップ S 3 3 から S 4 3 の処理が実行され、ロボット 1 0 は人間 1 2 の目の位置から目をそらす。

【 0 0 9 0 】

また、ステップ S 6 9 で “ N O ” の場合、ステップ S 7 3 で相互注視時間が第 2 閾値未満であるか否かが判定される。ステップ S 7 3 で “ Y E S ” の場合、つまり、相互注視時間が見詰め合いたくなくなる下限を超えている場合には、ステップ S 7 5 で上述の追従モードと同様にして視線が制御される。これによって、ロボット 1 0 は、人間 1 2 に見られているときには当該人間 1 2 の目を見詰め返し、人間 1 2 に見られていないときには当該人間 1 2 の視線を追う。一方、ステップ S 7 3 で “ N O ” の場合、つまり、相互注視時間が第 2 閾値以上である場合には、ステップ S 7 7 で上述の逃避モードと同様にして視線が制御される。これによって、ロボット 1 0 は、人間 1 2 に見られているときには当該人間 1 2 の目から視線をそらし、人間 1 2 に見られていないときには当該人間 1 2 の目を盗み見る。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 7 5 または S 7 7 を終了すると、ステップ S 7 9 で、上述のステップ S 1 3 と同様にして、注視点の変化または一定時間の経過が待機され、注視点が変化したとき、または、一定時間が経過したとき、処理はステップ S 8 1 へ進む。ステップ S 8 1 では、ステップ S 1 5 と同様にして、この見詰め合いモードを終了するか否かが判断される。ステップ S 8 1 で “ N O ” であれば処理はステップ S 6 1 に戻って見詰め合いモードの動作が続行され、“ Y E S ” でればこの見詰め合いモードが終了される。

【 0 0 9 2 】

なお、上述の実施例の見詰め合いモードでは、ロボット 1 0 が人間 1 2 を見ているか否かに応じて異なる閾値を用いて相互注視時間の判定を行うようにしていた。しかし、他の実施例では、相互注視時間が所定の閾値未満の場合には、人間 1 2 と見詰め合うようにたとえば追従モードで視線が制御され、相互注視時間が所定の閾値以上の場合には、人間 1 2 と目を合わさないようにたとえば逃避モードで視線が制御されるようにしてもよい。

【 0 0 9 3 】

また、上述の各実施例では、視線計測装置 1 4 のコンピュータ 2 4 で人間 1 2 の視線ないし注視点を検出して、当該検出情報をロボット 1 0 に送信するようにしているが、他の実施例では、コンピュータ 2 4 は視野カメラ 1 6 で撮影した視野映像および赤外線カメラ 2 0 で撮影した赤外線映像をロボット 1 0 に送信し、ロボット 1 0 の CPU 7 6 が人間 1 2 の視線ないし注視点を検出するようにしてもよい。

【 0 0 9 4 】

また、上述の各実施例では、眼球部 7 2 を変位可能に設けたが、他の実施例では、眼球部 7 2 を頭部 6 8 に固定的に設けてもよい。その場合には、頭部 6 8 を変位させることによって、眼球部 7 2 の向きすなわち視線を動かす。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 9 5 】

【図 1】この発明の一実施例のコミュニケーションロボットシステムの概略を示す図解図である。

【図 2】図 1 実施例のコミュニケーションロボットの外観の一例を示す図解図である。

【図 3】図 1 実施例のコミュニケーションロボットシステムの電氣的な構成の一例を示すブロック図である。

【図 4】コミュニケーションロボットの追従モードにおける動作の一例を示すフロー図である。

【図 5】コミュニケーションロボットの逃避モードにおける動作の一例を示すフロー図である。

20

【図 6】コミュニケーションロボットの見詰め合いモードにおける動作の一例を示すフロー図である。

【符号の説明】

【 0 0 9 6 】

1 0 ... コミュニケーションロボット

1 4 ... 視線計測装置

1 6 ... 視野カメラ

1 8 ... 赤外線発光装置

2 0 , 7 4 ... 赤外線カメラ

2 4 ... コンピュータ

30

6 6 ... 首関節

6 8 ... 頭部

7 2 ... 眼球部

7 6 ... CPU

8 0 ... メモリ

8 2 ... モータ制御ボード

8 4 ... センサ入力 / 出力ボード

9 2 ... 頭部モータ

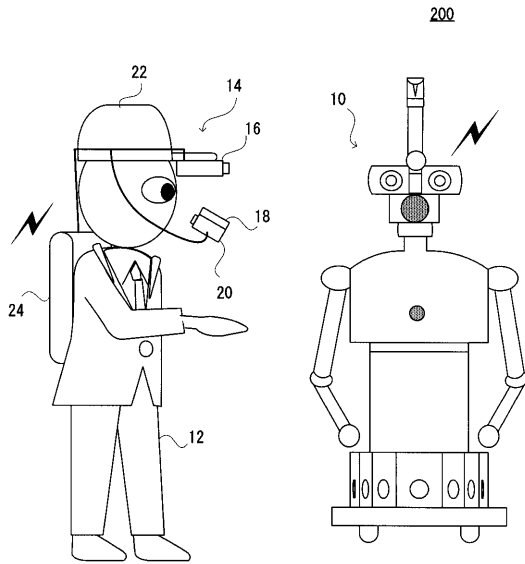
9 4 ... 右眼球モータ

9 6 ... 左眼球モータ

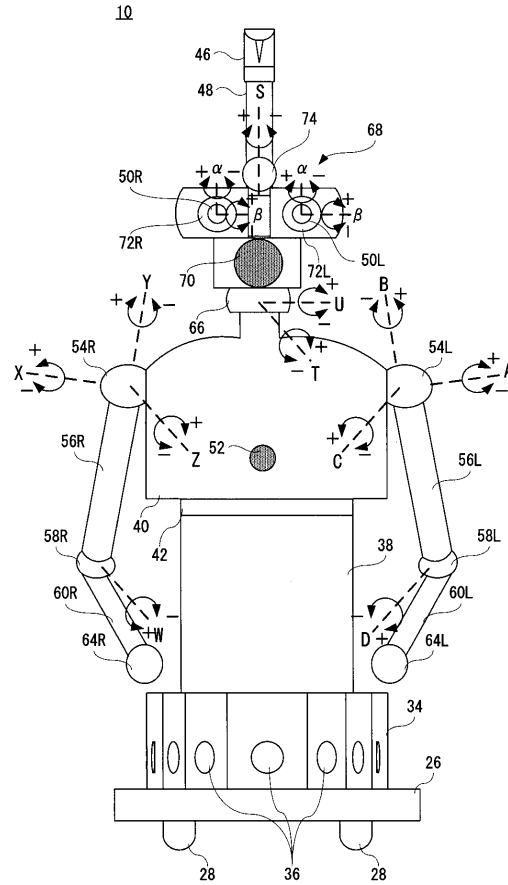
40

2 0 0 ... コミュニケーションロボットシステム

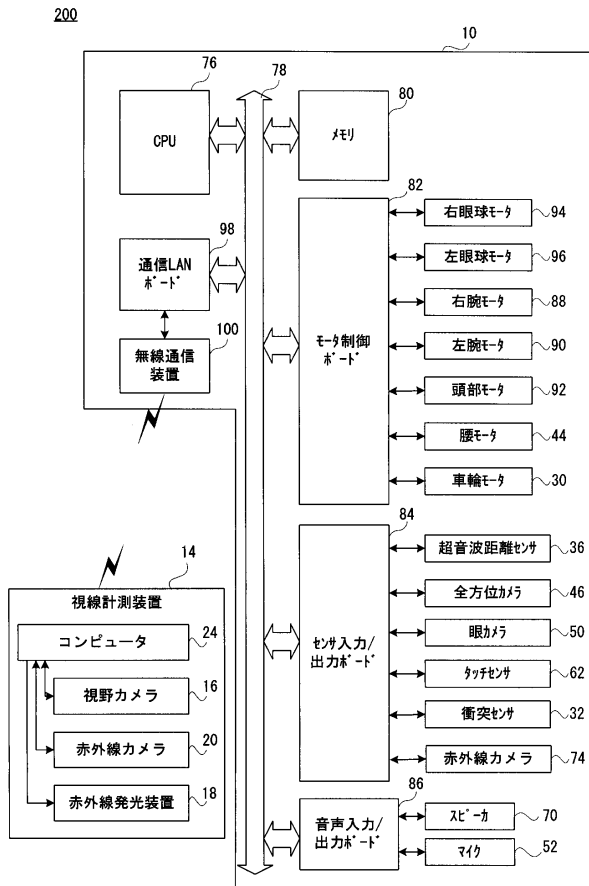
【図 1】



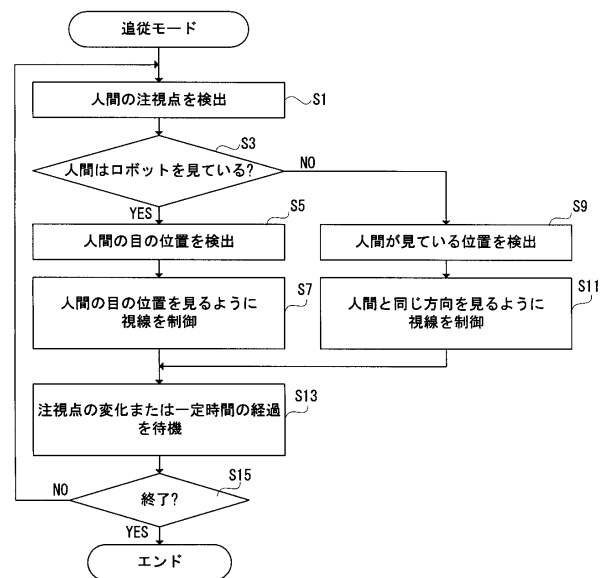
【図 2】



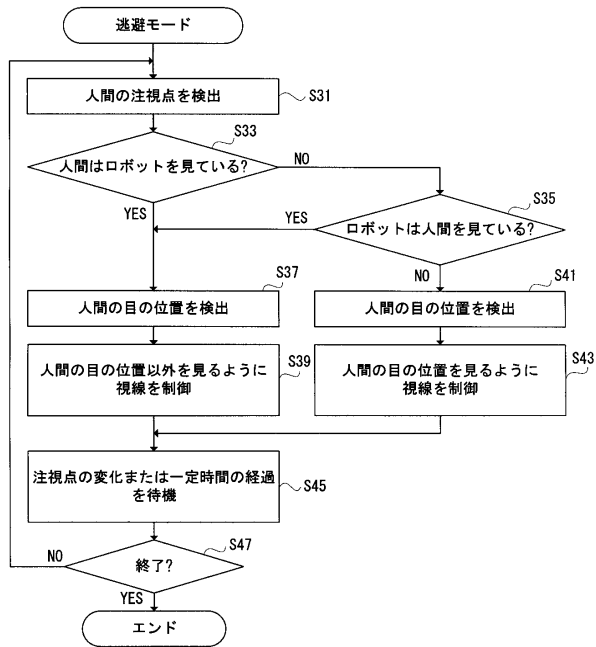
【図 3】



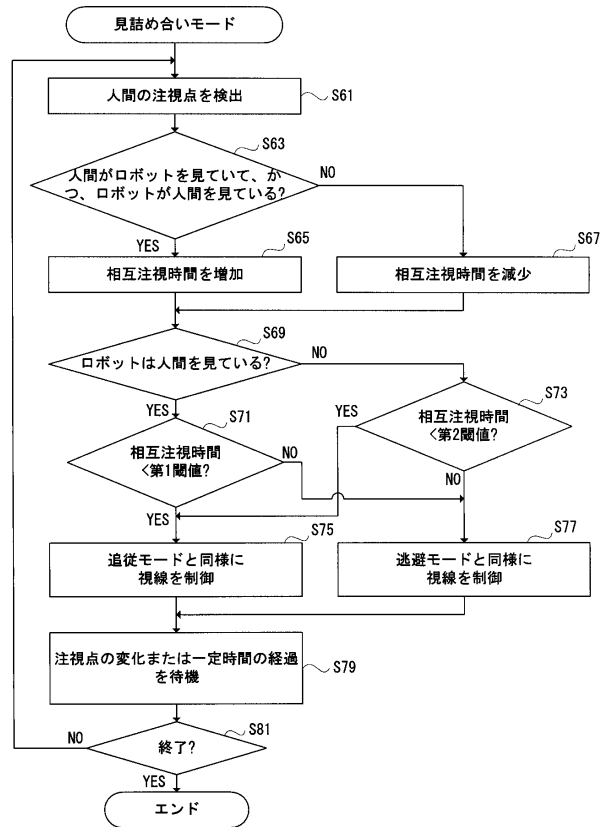
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (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
- (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

審査官 金丸 治之

- (56)参考文献 特開2005-279896(JP,A)
特開2005-279895(JP,A)
特開昭61-142085(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 13/08