

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4399603号  
(P4399603)

(45) 発行日 平成22年1月20日(2010.1.20)

(24) 登録日 平成21年11月6日(2009.11.6)

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

請求項の数 4 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-53896 (P2005-53896)                  (22) 出願日 平成17年2月28日(2005.2.28)                  (65) 公開番号 特開2006-231497 (P2006-231497A)                  (43) 公開日 平成18年9月7日(2006.9.7)                  審査請求日 平成19年11月29日(2007.11.29)</p> <p>(出願人による申告)平成16年6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</p> <p>特許権者において、実施許諾の用意がある。</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100090181                  弁理士 山田 義人</p> <p>(72) 発明者 杉山 治                  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</p> <p>(72) 発明者 神田 崇行                  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</p> <p>(72) 発明者 今井 倫太                  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</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 コミュニケーションロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

人間との間でコミュニケーション行動を実行するコミュニケーションロボットであって、

前記人間との距離を検出する人間距離検出手段、

少なくとも前記人間距離検出手段の検出結果に基づいて指示語決定領域を設定する指示語決定領域設定手段、

少なくとも所望のオブジェクトの位置を検出するオブジェクト位置検出手段、

前記指示語決定領域と、前記オブジェクト位置検出手段によって検出された前記所望のオブジェクトの位置とから前記所望のオブジェクトを指示するための指示語を決定する指示語決定手段、

前記所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在するか否かを判断するオブジェクト有無判断手段、

前記オブジェクト有無判断手段によって前記所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在しないと判断されたとき、前記指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、前記所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第1コミュニケーション行動を実行する、第1コミュニケーション行動実行手段、および

前記オブジェクト有無判断手段によって前記所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在すると判断されたとき、前記指示語決定手段によって決定された指示語に加えて、前記他のオブジェクトの属性情報とは異なる前記所望のオブジェクトの属

性情報を発話するとともに、前記所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第2コミュニケーション行動を実行する、第2コミュニケーション行動実行手段を備える、コミュニケーションロボット。

【請求項2】

前記人間の視線方向および自身の視線方向を検出する視線方向検出手段をさらに備え、  
前記指示語決定領域設定手段は、前記人間距離検出手段および前記視線方向検出手段の検出結果に基づいて前記指示語決定領域を設定する、請求項1記載のコミュニケーションロボット。

【請求項3】

前記属性情報は、前記オブジェクトの色、形状および大きさの少なくとも1つを含む、  
請求項1または2記載のコミュニケーションロボット。

【請求項4】

人間との間でコミュニケーション行動を実行するコミュニケーションロボットであって、

前記人間との距離を検出する人間距離検出手段、  
少なくとも前記人間距離検出手段の検出結果に基づいて指示語決定領域を設定する指示語決定領域設定手段、

少なくとも所望のオブジェクトの位置を検出するオブジェクト位置検出手段、  
前記指示語決定領域と、前記オブジェクト位置検出手段によって検出された前記所望のオブジェクトの位置とから前記所望のオブジェクトを指示するための指示語を決定する指示語決定手段、

前記オブジェクト位置検出手段によって検出された前記所望のオブジェクトの位置と自身の位置とに基づいて、当該所望のオブジェクトを指差し動作により指示するための腕の角度を算出する角度算出手段、

前記所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在するか否かを判断するオブジェクト有無判断手段、

前記オブジェクト有無判断手段によって前記所望のオブジェクトから所定距離以内に前記他のオブジェクトが存在しないと判断されたとき、前記指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、前記角度算出手段によって算出された腕の角度で前記所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第1コミュニケーション行動を実行する、第1コミュニケーション行動実行手段、

オブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在すると判断されたとき、当該他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあるかどうかを判断する位置関係判断手段、

前記位置関係判断手段によって、前記他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て前記所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあることが判断されないとき、前記指示語決定手段によって決定された指示語に加えて、前記他のオブジェクトの属性情報とは異なる前記所望のオブジェクトの属性情報を発話するとともに、前記角度算出手段によって算出された腕の角度で前記所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第2コミュニケーション行動を実行する、第2コミュニケーション行動実行手段、

前記位置関係判断手段によって、前記他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て前記所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあることが判断されたとき、前記角度算出手段によって算出された腕の角度を下方に修正する修正手段、および

前記位置関係判断手段によって、前記他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て前記所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあると判断されたとき、前記指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、前記修正手段によって下方に修正された腕の角度で前記所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第3コミュニケーション行動を実行する、第3コミュニケーション行動実行手段を備える、コミュニケーションロボット。

10

20

30

40

50

## 【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に関し、特にたとえば、人間との間でコミュニケーション行動を行う、コミュニケーションロボットに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

背景技術の一例が特許文献1に開示される。この特許文献1によれば、ロボットは、ユーザの発話を音声認識し、その認識結果に基づいて動作する。たとえば、ロボットは、ユーザの発話に対する応答としての応答文を発話する。この場合、ロボットは、「これ」や、「あれ」、「それ」などの言葉を、ロボットとユーザ、ロボットと対象物、またはユーザと対象物との位置関係に対応して適切に使い分けて、自然なコミュニケーションを図っている。

10

【特許文献1】特開2001-188551号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかし、この背景技術では、2つ以上の物体が存在する環境については何ら考慮されておらず、指示語を発話するだけではいずれの物体を指示しているのかが不明確である。たとえば、2つの物体が異なる位置に存在し、一方の物体とロボットとの距離が他方の物体と人間との距離とほぼ同じである場合には、指示語を発話するだけではいずれの物体を指しているのか判別できない。これでは、自然なコミュニケーションを実現できているとは言えない。

20

## 【0004】

それゆえに、この発明の主たる目的は、新規な、コミュニケーションロボットを提供することである。

## 【0005】

この発明の他の目的は、指示語を使った自然なコミュニケーションを実現できる、コミュニケーションロボットを提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

30

## 【0006】

請求項1の発明は、人間との間でコミュニケーション行動を実行するコミュニケーションロボットであって、人間との距離を検出する人間距離検出手段、少なくとも人間距離検出手段の検出結果に基づいて指示語決定領域を設定する指示語決定領域設定手段、少なくとも所望のオブジェクトの位置を検出するオブジェクト位置検出手段、指示語決定領域と、オブジェクト位置検出手段によって検出された所望のオブジェクトの位置とから所望のオブジェクトを指示するための指示語を決定する指示語決定手段、所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在するか否かを判断するオブジェクト有無判断手段、オブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在しないと判断されたとき、指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第1コミュニケーション行動を実行する、第1コミュニケーション行動実行手段、およびオブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在すると判断されたとき、指示語決定手段によって決定された指示語に加えて、他のオブジェクトの属性情報とは異なる所望のオブジェクトの属性情報を発話するとともに、所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第2コミュニケーション行動を実行する、第2コミュニケーション行動実行手段を備える、コミュニケーションロボットである。

40

## 【0007】

請求項1の発明では、コミュニケーションロボットは、身振り手振りのようなジェスチャおよび発話の少なくとも一方によるコミュニケーション行動を実行することにより、人

50

間との間でコミュニケーションを図る。このようなコミュニケーションロボットでは、距離検出手段は、コミュニケーションする人間との距離を検出する。指示語決定領域設定手段は、少なくとも人間距離検出手段によって検出された距離に基づいて指示語決定領域を設定する。実施例においては、話者（指示者）としてのコミュニケーションロボットを基準とする、「これ」、「それ」、「あれ」のような指示を決定するための領域（指示語決定モデル）を設定する。オブジェクト位置検出手段は、少なくとも所望のオブジェクト位置を検出する。指示語決定手段は、指示語決定領域と、所望のオブジェクトの位置とから当該所望のオブジェクトを指示するための指示語を決定する。つまり、所望のオブジェクトが指示語決定領域のいずれの位置に存在するかで、指示語を決定するのである。また、オブジェクト有無判断手段は、所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在するか否かを判断する。そして、第1コミュニケーション行動実行手段は、オブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在しないと判断されたとき、指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第1コミュニケーション行動を実行する。また、第2コミュニケーション行動実行手段は、オブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在すると判断されたとき、つまり所定のオブジェクトと他のオブジェクトとが接近している場合には、指示語決定手段によって決定された指示語に加えて、他のオブジェクトの属性情報とは異なる所望のオブジェクトの属性情報を発話するとともに、所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第2コミュニケーション行動を実行する。このようにして、コミュニケーションロボットは、所望のオブジェクトに人間の注意を向ける。

【0008】

請求項1の発明によれば、指示語を発話するとともに、指差し動作を実行するので、所望のオブジェクトを確実に指示することができる。つまり、指示語を用いた簡単な言動により、人間同士のような自然なコミュニケーションを実現することができる。

また、請求項1の発明によれば、オブジェクト同士が接近している場合には、指示語に加えて、他のオブジェクトの属性情報とは異なる所望のオブジェクトについての属性情報を発話するので、指差し動作と指示語とでは判別できない場合であっても、属性情報により、所望のオブジェクトを判別させることができる。つまり、人間の注意を所望のオブジェクトに確実に誘導することができる。

【0009】

請求項2の発明は請求項1に従属し、人間の視線方向および自身の視線方向を検出する視線方向検出手段をさらに備え、指示語決定領域設定手段は、人間距離検出手段および視線方向検出手段の検出結果に基づいて指示語決定領域を設定する。

【0010】

請求項2の発明では、コミュニケーションロボットは、視線方向検出手段をさらに備える。視線方向検出手段は、人間の視線方向とロボット自身の視線方向を検出する。指示語決定領域設定手段は、人間とロボットとの距離のみならず、人間の視線方向およびロボットの視線方向を考慮して、指示語決定領域を設定する。

【0011】

請求項2の発明によれば、人間とコミュニケーションロボットとの視線方向も考慮して指示語決定領域を設定するので、よりの確な指示語を決定することができる。つまり、不自然な指示語が発話されるのを防止することができる。

【0012】

請求項3の発明は請求項1または2に従属し、属性情報は、オブジェクトの色、形状および大きさの少なくとも1つを含む。

【0013】

請求項3の発明では、属性情報は、オブジェクトの色、形状および大きさの少なくとも1つを含む。したがって、所望のオブジェクトと他のオブジェクトとが接近し過ぎている場合には、互いに異なるいずれか1つ以上の属性情報を検出して、指示語に加えて発話す

10

20

30

40

50

れば、所望のオブジェクトが判別される。

【0014】

請求項3の発明によれば、オブジェクトの色、形状および大きさのような見た目で容易に判断できる属性情報を発話するので、人間同士のように、自然なコミュニケーションが可能である。

【0015】

請求項4の発明は、人間との間でコミュニケーション行動を実行するコミュニケーションロボットであって、人間との距離を検出する人間距離検出手段、少なくとも人間距離検出手段の検出結果に基づいて指示語決定領域を設定する指示語決定領域設定手段、少なくとも所望のオブジェクトの位置を検出するオブジェクト位置検出手段、指示語決定領域と、オブジェクト位置検出手段によって検出された所望のオブジェクトの位置とから所望のオブジェクトを指示するための指示語を決定する指示語決定手段、オブジェクト位置検出手段によって検出された所望のオブジェクトの位置と自身の位置とに基づいて、当該所望のオブジェクトを指差し動作により指示するための腕の角度を算出する角度算出手段、所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在するか否かを判断するオブジェクト有無判断手段、オブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在しないと判断されたとき、指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、角度算出手段によって算出された腕の角度で所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第1コミュニケーション行動を実行する、第1コミュニケーション行動実行手段、オブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在すると判断されたとき、当該他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあるかどうかを判断する位置関係判断手段、位置関係判断手段によって、他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあることが判断されないとき、指示語決定手段によって決定された指示語に加えて、他のオブジェクトの属性情報とは異なる所望のオブジェクトの属性情報を発話するとともに、角度算出手段によって算出された腕の角度で所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第2コミュニケーション行動を実行する、第2コミュニケーション行動実行手段、位置関係判断手段によって、他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあることが判断されたとき、角度算出手段によって算出された腕の角度を下方に修正する修正手段、および位置関係判断手段によって、他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあると判断されたとき、指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、修正手段によって下方に修正された腕の角度で所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第3コミュニケーション行動を実行する、第3コミュニケーション行動実行手段を備える、コミュニケーションロボットである。

【0016】

請求項4の発明では、コミュニケーションロボットは、身振り手振りのようなジェスチャおよび発話の少なくとも一方によるコミュニケーション行動を実行することにより、人間との間でコミュニケーションを図る。このようなコミュニケーションロボットでは、距離検出手段は、コミュニケーションする人間との距離を検出する。指示語決定領域設定手段は、少なくとも人間距離検出手段によって検出された距離に基づいて指示語決定領域を設定する。オブジェクト位置検出手段は、少なくとも所望のオブジェクト位置を検出する。指示語決定手段は、指示語決定領域と、所望のオブジェクトの位置とから当該所望のオブジェクトを指示するための指示語を決定する。つまり、所望のオブジェクトが指示語決定領域のいずれの位置に存在するかで、指示語を決定するのである。また、角度算出手段は、所望のオブジェクトの位置とコミュニケーションロボット自身の位置とに基づいて、当該所望のオブジェクトを指差し動作により指示するための腕の角度を算出する。さらに、オブジェクト有無判断手段は、所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在するか否かを判断する。

10

20

30

40

50

第1コミュニケーション行動実行手段は、オブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在しないと判断されたとき、指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、角度算出手段によって算出された腕の角度で所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第1コミュニケーション行動を実行する。

位置関係判断手段は、オブジェクト有無判断手段によって所望のオブジェクトから所定距離以内に他のオブジェクトが存在すると判断されたとき、当該他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあるかどうかを判断する。

第2コミュニケーション行動実行手段は、位置関係判断手段によって、他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあることが判断されないとき、指示語決定手段によって決定された指示語に加えて、他のオブジェクトの属性情報とは異なる所望のオブジェクトの属性情報を発話するとともに、角度算出手段によって算出された腕の角度で所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第2コミュニケーション行動を実行する。

10

第3コミュニケーション行動実行手段は、位置関係判断手段によって、他のオブジェクトが1つであり、かつ自身から見て所望のオブジェクトよりも当該他のオブジェクトが遠方にあることが判断されたとき、指示語決定手段によって決定された指示語を発話するとともに、修正手段によって下方に修正された腕の角度で所望のオブジェクトを指差し動作により指示する、第3コミュニケーション行動を実行する。

20

このようにして、コミュニケーションロボットは、所望のオブジェクトに人間の注意を向ける。

【0017】

請求項4の発明においても、請求項1の発明と同様に、人間同士のように、自然なコミュニケーションが可能である。

【発明の効果】

【0018】

この発明によれば、所望のオブジェクトを指差し動作と指示語の発話とで指示するので、指示語を用いて人間同士のような自然なコミュニケーションを実現することができる。

【0019】

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る。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

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。）10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。）12を含む。このロボット12は、たとえば人間14のような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ものであり、身振り（手振り）および発話（音声）の少なくとも一方を用いたコミュニケーションの行動（以下、「コミュニケーション行動」ということがある。）を行う機能を備えている。

40

【0021】

ロボット12は、人間のような身体を有し、その身体を用いてコミュニケーションのために必要な複雑な身体動作を生成する。具体的には、図2を参照して、ロボット12は台車32を含み、この台車32の下面には、このロボット12を自律移動させる車輪34が設けられる。この車輪34は、車輪モータ（ロボット12の内部構成を示す図3において参照番号「36」で示す。）によって駆動され、台車32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では示さないが、この台車32の前面には、衝突センサ（図3において参照番号「38」で示す。）が取り付けられ、この衝突センサ38は、台車32への人や他の

50

障害物の接触を検知する。そして、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34の駆動を停止してロボット12の移動を急停止させる。

【0023】

また、ロボット12の背の高さは、この実施例では、人、特に子供に威圧感を与えることがないように、100cm程度とされている。ただし、この背の高さは任意に変更可能である。

【0024】

台車32の上には、多角形柱のセンサ取付パネル40が設けられ、このセンサ取付パネル40の各面には、超音波距離センサ42が取り付けられる。この超音波距離センサ42は、取付パネル40すなわちロボット12の周囲の主として人との間の距離を計測するものである。

10

【0025】

台車32の上には、さらに、ロボット12の胴体が、その下部が上述の取付パネル40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44と上部胴体46とから構成され、これら下部胴体44および上部胴体46は、連結部48によって連結される。連結部48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46の高さすなわちロボット12の高さを変化させることができる。昇降機構は、後述のように、腰モータ(図3において参照番号「50」で示す。)によって駆動される。上で述べたロボット12の身長100cmは、上部胴体46をその最下位置にしたときの値である。したがって、ロボット12の身長は100cm以上にすることができる。

20

【0026】

上部胴体46のほぼ中央には、1つの全方位カメラ52と、1つのマイク16とが設けられる。全方位カメラ52は、ロボット12の周囲を撮影するもので、後述の眼カメラ54と区別される。マイク16は、周囲の音、とりわけ人の声を取り込む。

【0027】

上部胴体46の両肩には、それぞれ、肩関節56Rおよび56Lによって、上腕58Rおよび58Lが取り付けられる。肩関節56Rおよび56Lは、それぞれ3軸の自由度を有する。すなわち、右肩関節56Rは、X軸、Y軸およびZ軸の各軸廻りにおいて上腕58Rの角度を制御できる。Y軸は、上腕58R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56Lは、A軸、B軸およびC軸の各軸廻りにおいて上腕58Lの角度を制御できる。B軸は、上腕58L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。

30

【0028】

上腕58Rおよび58Lのそれぞれの先端には、肘関節60Rおよび60Lを介して、前腕62Rおよび62Lが取り付けられる。肘関節60Rおよび60Lは、それぞれ、W軸およびD軸の軸廻りにおいて、前腕62Rおよび62Lの角度を制御できる。

【0029】

なお、上腕58Rおよび58Lならびに前腕62Rおよび62L(いずれも図2)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58Rおよび58Lならびに前腕62Rおよび62Lは下方向に向けられる。

40

【0030】

また、図2では示さないが、上部胴体46の肩関節56Rおよび56Lを含む肩の部分や上述の上腕58Rおよび58Lならびに前腕62Rおよび62L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64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64は、人がロボット12のこれらの部位に接触したかどうかを検知する。

【0031】

50

前腕 6 2 R および 6 2 L のそれぞれの先端には、手に相当する球体 6 6 R および 6 6 L がそれぞれ固定的に取り付けられる。ただし、指の機能（握る、掴む、摘むなど）が必要な場合には、球体 6 6 R および 6 6 L に代えて、人の手の形をした「手」を用いることも可能である。

#### 【 0 0 3 2 】

上部胴体 4 6 の中央上方には、首関節 6 8 を介して、頭部 7 0 が取り付けられる。この首関節 6 8 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 7 0 には、人の口に相当する位置に、スピーカ 7 2 が設けられる。スピーカ 7 2 は、ロボット 1 2 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。ただし、スピーカ 7 2 は、ロボット 1 2 の他の部位たとえば胴体に設けられてもよい。

10

#### 【 0 0 3 3 】

また、頭部 7 0 には、目に相当する位置に眼球部 7 4 R および 7 4 L が設けられる。眼球部 7 4 R および 7 4 L は、それぞれ眼カメラ 5 4 R および 5 4 L を含む。なお、右の眼球部 7 4 R および左の眼球部 7 4 L をまとめて眼球部 7 4 といい、右の眼カメラ 5 4 R および左の眼カメラ 5 4 L をまとめて眼カメラ 5 4 ということもある。眼カメラ 5 4 は、ロボット 1 2 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。

#### 【 0 0 3 4 】

なお、上述の全方位カメラ 5 2 および眼カメラ 5 4 のいずれも、たとえば CCD や CMOS のような固体撮像素子を用いるカメラであってよい。

20

#### 【 0 0 3 5 】

たとえば、眼カメラ 5 4 は眼球部 7 4 内に固定され、眼球部 7 4 は眼球支持部（図示せず）を介して頭部 7 0 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、 $\theta$  軸および  $\phi$  軸の各軸廻りに角度制御可能である。 $\theta$  軸および  $\phi$  軸は頭部 7 0 に対して設定される軸であり、 $\theta$  軸は頭部 7 0 の上へ向かう方向の軸であり、 $\phi$  軸は  $\theta$  軸に直交しかつ頭部 7 0 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 7 0 がホームポジションにあるとき、 $\theta$  軸は S 軸に平行し、 $\phi$  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 7 0 において、眼球支持部が  $\theta$  軸および  $\phi$  軸の各軸廻りに回転されることによって、眼球部 7 4 ないし眼カメラ 5 4 の先端（正面）側が変位され、カメラ軸すなわち視線方向が移動される。

30

#### 【 0 0 3 6 】

なお、眼カメラ 5 4 の変位を制御する  $\theta$  軸および  $\phi$  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 5 4 のカメラ軸は頭部 7 0 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。

#### 【 0 0 3 7 】

図 3 には、ロボット 1 2 の内部構成を示すブロック図が示される。この図 3 に示すように、ロボット 1 2 は、全体の制御のためにマイクロコンピュータまたは CPU 7 6 を含み、この CPU 7 6 には、バス 7 8 を通して、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 および音声入力/出力ボード 8 6 が接続される。

40

#### 【 0 0 3 8 】

メモリ 8 0 は、図示しないが、ROM や HDD、RAM 等を含み、ROM または HDD にはこのロボット 1 2 の制御プログラムおよびデータ等が予め格納されている。CPU 7 6 は、このプログラムに従って処理を実行する。具体的には、ロボット 1 2 の身体動作を制御するための複数のプログラム（行動モジュールと呼ばれる。）が記憶される。たとえば、行動モジュールが示す身体動作としては、「握手」、「抱っこ」、「指差し」... などがある。行動モジュールが示す身体動作が「握手」である場合には、当該行動モジュールを実行すると、ロボット 1 2 は、たとえば、右手を前に差し出す。また、行動モジュールが示す身体動作が「抱っこ」である場合には、当該行動モジュールを実行すると、ロボッ

50



ト 1 2 は、たとえば、両手を前に差し出す。さらに、行動モジュールが示す身体動作が「指差し」である場合には、当該行動モジュールを実行すると、ロボット 1 2 は、たとえば、右手（右腕）または左手（左腕）で所望の方向を指示する。また、RAM は、一時記憶メモリとして用いられるとともに、ワーキングメモリとして利用され得る。

#### 【 0 0 3 9 】

モータ制御ボード 8 2 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 8 2 は、CPU 7 6 からの制御データを受け、右肩関節 5 6 R 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 6 0 R 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。） 8 8 の回転角度を調節する。また、モータ制御ボード 8 2 は、左肩関節 5 6 L 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 6 0 L 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。） 9 0 の回転角度を調節する。モータ制御ボード 8 2 は、また、首関節 6 8 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。） 9 2 の回転角度を調節する。モータ制御ボード 8 2 は、また、腰モータ 5 0、および車輪 3 4 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。） 3 6 を制御する。さらに、モータ制御ボード 8 2 は、右眼球部 7 4 R の 軸 および 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。） 9 4 の回転角度を調節し、また、左眼球部 7 4 L の 軸 および 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。） 9 6 の回転角度を調節する。

#### 【 0 0 4 0 】

なお、この実施例の上述のモータは、車輪モータ 3 6 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 3 6 と同様に、直流モータであってよい。

#### 【 0 0 4 1 】

センサ入力/出力ボード 8 4 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 6 に与える。すなわち、超音波距離センサ 4 2 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 8 4 を通じて、CPU 7 6 に入力される。また、全方位カメラ 5 2 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 4 で所定の処理が施された後、CPU 7 6 に入力される。眼カメラ 5 4 からの映像信号も、同様にして、CPU 7 6 に与えられる。また、タッチセンサ 6 4 からの信号がセンサ入力/出力ボード 8 4 を介して CPU 7 6 に与えられる。

#### 【 0 0 4 2 】

スピーカ 7 2 には音声入力/出力ボード 8 6 を介して、CPU 7 6 から、合成音声データが与えられ、それに応じて、スピーカ 7 2 からはそのデータに従った音声または声が出力される。また、マイク 2 4 からの音声入力が、音声入力/出力ボード 8 6 を介して CPU 7 6 に取り込まれる。

#### 【 0 0 4 3 】

また、CPU 7 6 には、バス 7 8 を通じて、通信 LAN ボード 9 8 が接続される。この通信 LAN ボード 9 8 も、同様に、DSP で構成され、CPU 7 6 から与えられた送信データを無線通信装置 1 0 0 に与え、無線通信装置 1 0 0 から送信データを送信させる。また、通信 LAN ボード 9 8 は無線通信装置 1 0 0 を介してデータを受信し、受信データを CPU 7 6 に与える。

#### 【 0 0 4 4 】

図 1 に戻って、システム 1 0 はモーションキャプチャシステム 2 0 を含む。モーションキャプチャシステム（3次元動作計測装置）2 0 としては、公知のモーションキャプチャシステムが適用される。たとえば、VICON 社 (<http://www.vicon.com/>) の光学式のモーションキャプチャシステムを用いることができる。図示は省略するが、モーションキャ

10

20

30

40

50

プチャシシステム 20 は、PC 或いは WS のようなコンピュータを含み、このコンピュータとロボット 20 とが、有線または無線 LAN ( 図示せず ) によって互いに接続される。

【 0045 】

図 4 を用いて具体的に説明すると、モーションキャプチャシステム 20 においては、複数 ( 少なくとも 3 つ ) の赤外線照射機能を有するカメラ 20 a が、空間ないし環境に存在するロボット 12、人間 14、オブジェクト OB に対して異なる方向に配置される。ロボット 12 および人間 14 には、複数 ( この実施例では、3 個 ) の赤外線反射マーカ 30 が取り付けられる。具体的には、図 4 から分かるように、赤外線反射マーカ 30 は、ロボット 12 および人間 14 共に、頭頂および眼の上 ( 額 ) に取り付けられる。これは、この実施例では、ロボット 12 および人間 14 の位置 ( 3 次元位置 ) および顔 ( 視線 ) 方向を検出するためである。ただし、位置や視線方向を正確に検出するために、さらに他の部位に赤外線反射マーカ 30 を取り付けるとしてもよい。また、ロボット 12 および人間 14 が存在する環境 ( 空間 ) に存在する物 ( オブジェクト OB ) にも赤外線反射マーカ 30 が取り付けられる。これは、オブジェクト OB の位置 ( 3 次元位置 ) もモーションキャプチャシステム 20 によって検出するようにしてあるためである。ただし、オブジェクト OB をステレオカメラ等の他のセンサによって検出する場合には、赤外線反射マーカ 30 を取り付ける必要はない。たとえば、ステレオカメラとしては、上述したロボット 12 の眼カメラ 54 を用いることができる。かかる場合には、ロボット 12 が同じ場所で 360 ° 旋回し、そのとき取得される画像データに基づいて、ロボット 12 を中心とするオブジェクト OB の相対位置 ( 距離 ) を検出 ( 算出 ) することができる。

10

20

【 0046 】

モーションキャプチャシステム 20 のコンピュータは、カメラ 20 a から画像データをたとえば 60 Hz ( 1 秒間に 60 フレーム ) で取得し、画像データを画像処理することによって、その計測時の全ての画像データにおける各マーカ 30 の 2 次元位置を抽出する。そして、コンピュータは、画像データにおける各マーカ 30 の 2 次元位置に基づいて、実空間における各マーカ 30 の 3 次元位置を算出し、算出した 3 次元位置の座標データ ( 数値データ ) を、ロボット 12 ( CPU 76 ) からの要求に応じてロボット 12 に送信する。

【 0047 】

ロボット 12 は、モーションキャプチャシステム 20 から送信される座標データを取得し、自身、人間 14 および環境内に存在するすべてのオブジェクト OB についての 3 次元位置を取得する。そして、ロボット 12 は、自身を中心 ( 原点 ) とした場合 ( ロボット座標 ) における、人間 14 の位置 ( 距離 ) および各オブジェクト OB の位置 ( 距離 ) を検出 ( 算出 ) する。また、このとき、ロボット 12 は、人間 14 と各オブジェクト OB との距離も検出 ( 算出 ) する。

30

【 0048 】

このような構成のロボット 12 は、上述したように、人間 14 との間でコミュニケーションする場合には、身振り ( ジェスチャ ) および音声 ( 発話 ) の少なくとも一方を用いたコミュニケーション行動を行う。たとえば、ロボット 12 は、自身に対する人間 14 のジェスチャや発話を検出して、そのようなコミュニケーション行動を決定する。

【 0049 】

ここで、人間同士が環境内の物体 ( オブジェクト ) について話すとき、指差し動作とともに、「これ」、「それ」、「あれ」といったような指示語を使用 ( 発話 ) し、相手の注意 ( たとえば、視線や意識 ) をそのオブジェクトに向けている ( 誘導している ) 。このような指示動作を含む発話は、少ない語句で瞬時に相手の注意を誘導できるという点で、人間同士の自然なインタラクションにおいて重要な役割を担っていると言える。この指示語の役割は、ロボット 12 と人間 14 との間のインタラクションにおいても同様に重要であると考えられる。

40

【 0050 】

しかし、従来のロボットでは、人間との間でインタラクションを行う場合には、単に指示語を発話するだけである。したがって、たとえば、ロボット、人間、オブジェクトがそ

50

れぞれ1つ存在するような単純な環境においては、指示語の発話だけで、人間の注意を当該オブジェクトに誘導することはできるが、オブジェクトが複数存在し、環境が複雑化すると、指示すべき1のオブジェクトを特定(判別)することができない。

#### 【0051】

これを回避するため、この実施例では、上述したような指差し動作を加えるようにしてある。ただし、オブジェクトOBが複数存在する複雑な環境下では、オブジェクトOB同士が接近し過ぎた場合に、単なる指差し動作と指示語の発話とでは、1のオブジェクトOBを判別するのが困難である。

#### 【0052】

そこで、この実施例では、指差し動作と指示語のみでは所望のオブジェクトOBを判別できなくなる距離を限界距離 $d_{LIM}$ として定義し、当該限界距離 $d_{LIM}$ 以上所望のオブジェクトOBに接近する他のオブジェクトOBが存在する場合には、所望のオブジェクトの属性(色(色彩, 模様など)、形状、大きさなど)などの言葉を指示語に加えて発話することにより、人間14の注意を所望のオブジェクトOBに確実に誘導するようにしてある。

#### 【0053】

簡単に説明すると、(1)注意を誘導する物体(オブジェクトOB)から限界距離 $d_{LIM}$ 以内に他のオブジェクトOBが存在しない場合には、指差し動作と指示語の発話とにより注意の誘導を行う。(2)限界距離 $d_{LIM}$ 以内に他のオブジェクトOBが存在し、注意を誘導すべきオブジェクトOB(注目オブジェクトOB)と他のオブジェクトOBとの属性が異なる場合には、指差し動作と指示語に加えて注目オブジェクトOBの属性を20  
発話して注意の誘導を行う。なお、他のオブジェクトOBが2以上存在する場合には、異なる属性を2つ以上発話する必要がある場合もある。(3)ただし、この実施例では、上記(1)および(2)の両方に当てはまらない場合には、指差し動作とその注目オブジェクトOBを一意に決定(判別)できる言葉を発話して注意の誘導を行う。ここで、注目オブジェクトOBを一意に決定できる言葉は、たとえば、各オブジェクトOBに予め付された記号(文字, 数字)または図形或いはそれらの組み合わせによる図記号を表現する言葉である。また、ロボット12や人間14からの距離や他のオブジェクトOBとの位置関係などを表現する言葉などで一意に決定できる場合もある。

#### 【0054】

図5は、この実施例における指示語を決定するためのモデル(指示語決定モデル)150の一例を示す図解図である。この図5において、白丸は指示者ないし話し手(この実施例では、ロボット12(R))を示し、黒丸は被指示者ないし受け手(この実施例では、人間14(H))を示している。ただし、図5に示す指示語決定モデル150は、話し手、聞き手、オブジェクトが単体で(1つずつ)存在する単純な環境において、指示語(この実施例では、「これ」、「それ」、「あれ」)が変化する境界を発明者等の実験により得られた結果から決定し、モデル化したものである。

#### 【0055】

この図5を参照して分かるように、指示語決定モデル150は、ロボット12が発話する指示語として「これ」が決定される領域(以下、「これ領域」という。)152およびロボット12が発話する指示語として「それ」が決定される領域(以下、「それ領域」という。)154を含む。これ領域152およびそれ領域154は、それぞれ、ほぼ楕円形の曲線で規定される(仕切られる)。以下、これ領域152を規定する曲線を「これ・それ境界曲線」といい、それ領域154を規定する曲線を「それ・あれ境界曲線」という場合がある。

#### 【0056】

また、図5に示すように、指示語決定モデル150は、ロボット12が発話する指示語として「あれ」が決定される領域(以下、「あれ領域」という。)156を含む。このあれ領域156は、上述したこれ領域152やそれ領域154とは異なり、四角形の直線で仕切られるが、これは環境(実験環境)の外枠であり、当該形状に限定されるべきではない。実際には、あれ領域156は、これ領域152およびそれ領域154以外の領域であ

10

20

30

40

50

り、それ領域 1 5 4 の外側の領域である。

【 0 0 5 7 】

また、図 5 に示すように、指示者と被指示者とを横方向に並べて記載した場合には、これ・それ境界曲線（これ領域 1 5 2）は、指示者を中心とし、縦方向が長軸で横方向が短軸となる楕円形のような形状となる。一方、それ・あれ境界曲線（それ領域 1 5 4）は、指示者と被指示者とを結ぶ線分の中点を中心とし、横方向が長軸で縦方向が短軸となる楕円形のような形状となる。

【 0 0 5 8 】

ただし、図 5 に示す指示語決定モデル 1 5 0 は、指示者と被指示者とがコミュニケーションする際に、一般的に取り得る距離（約 1 . 2 m ~ 1 . 5 m）である場合の例であり、指示者と被指示者との距離に応じて適宜変化される（図 6（A）、図 6（B）参照）。

10

【 0 0 5 9 】

具体的には、図 6（A）に示すように、指示者と被指示者とが近い（2 者間の距離  $d_{SL}$  が小）場合には、これ領域 1 5 2 を規定する楕円の短軸が短くされる。また、それ領域 1 5 4 を規定する楕円の長軸も短くされる。つまり、かかる場合には、これ領域 1 5 2 およびそれ領域が小さくされる。

【 0 0 6 0 】

逆に、図 6（B）に示すように、指示者と被指示者とが遠い（2 者間の距離  $d_{SL}$  が大）場合には、これ領域 1 5 2 を規定する楕円の短軸が長くされる。また、それ領域 1 5 4 を規定する楕円の長軸が長くされる。ただし、指示者から遠くなるにつれて、短軸の長さが短くされる。また、指示者から見て被指示者とは反対側の曲線は変化されない。

20

【 0 0 6 1 】

このように、これ領域 1 5 2 およびそれ領域 1 5 4 を規定する楕円形の形状は、主として、指示者と被指示者との距離  $d_{SL}$  に応じて変化される。このこともまた、発明者等の実験により得られた結果や経験則に基づいて決定し、後述するように、算出可能（図 1 2 ~ 図 1 5 に示す指示語決定処理のフロー図を参照）にしてある。

【 0 0 6 2 】

また、図 6（A）では表現することができないが（後述する図 6（B）においても同じ。）、これ領域 1 5 2 およびそれ領域 1 5 4 では、その楕円の軸の長さを変化させるのみならず、指示者および被指示者の顔（視線）方向に応じて、楕円を形成する曲線の曲がり具合（歪曲）も変化させるようにしてある。これは、指示語を決定する際には、指示者および被指示者の顔（視線）方向も重要な要素と考えられるからである。

30

【 0 0 6 3 】

具体的には、指示者（話し手）側についての楕円形の近似式（極座標）は極座標を（ $x$ ,  $y$ ）とすると、数 1 で表される。

【 0 0 6 4 】

【数 1】

$$x = r - \max\_subtract \times \left| \cos \theta \right|^{curve\_adjust}$$

【 0 0 6 5 】

ここで、 $r$  は仮想円（図 7（A）参照）の半径であり、 $\max\_subtract$  は最大減算値（ $= 0^\circ$  のとき最大）の変数であり、 $curve\_adjust$  は楕円曲線の歪曲調整値の変数である。また、数 1 を概念図で示すと図 7（A）のように示される。つまり、指示者（ロボット 1 2）側では、これ領域 1 5 2 を規定する楕円の曲線およびそれ領域 1 5 4 を規定する楕円の曲線が数 1 に従って変化されるのである。

40

【 0 0 6 6 】

ただし、数 1 における  $\max\_subtract \times \left| \cos \theta \right|^{curve\_adjust}$  は、 $= 0^\circ$  の時に変数  $\max\_subtract$  そのものの値となり、 $= 90^\circ$  の時に 0 になる。これにより、仮想円の半径  $r$  から減算する値を角度毎に変化させて、楕円のような曲線を描く。なお、 $|\cdot|$  は絶対値を意味する。

50

## 【 0 0 6 7 】

また、図 7 ( B ) に示すように、変数  $curve\_adjust$  の値によって、上述した楕円のような曲線の歪曲が変化 ( 調整 ) される。これは、上述したように、指示者と被指示者と接近している場合には、指示者と被指示者との間における、これ・それ境界曲線を厳格に決定する必要があるからである。図 7 ( B ) から分かるように、変数  $curve\_adjust$  の値が大きくなれば、境界曲線 ( 図 7 ( B ) では楕円の一部 ) の曲がり具合 ( 歪曲 ) は緩やかになる。

## 【 0 0 6 8 】

また、被指示側 ( 人間 1 4 側 ) では、楕円形の近似式 ( 極座標 ) は、極座標を (  $x$  , ) とすると、数 2 のように示される。

## 【 0 0 6 9 】

## 【 数 2 】

$$x = r + \max\_addition \times (\sin \theta)^{curve\_adjust}$$

## 【 0 0 7 0 】

ここで、 $r$  は仮想円 ( 図 8 参照 ) の半径であり、 $\max\_addition$  は最大加算値 (  $= 90^\circ$  の時最大 ) の変数であり、 $curve\_adjust$  は楕円曲線の歪曲調整値の変数である。また、数 2 を概念図で示すと図 8 のように示される。つまり、被指示者 ( 人間 1 4 ) 側では、これ領域 1 5 2 を規定する楕円の曲線およびそれ領域 1 5 4 を規定する楕円の曲線が数 2 に従って変化されるのである。

## 【 0 0 7 1 】

ただし、数 2 における  $\max\_addition \times (\sin \theta)^{curve\_adjust}$  は、 $= 90^\circ$  の時に変数  $\max\_addition$  そのものの値となり、 $= 0^\circ$  の時に 0 になる。これにより、仮想円の半径  $r$  から加算する値を角度毎に変えて、楕円のような曲線を描く。図示は省略するが、変数  $curve\_adjust$  については、図 7 ( B ) を用いて説明した内容と同じである。

## 【 0 0 7 2 】

このようにして、指示語決定モデル 1 5 0 における、これ領域 1 5 2 およびそれ領域 1 5 4 が設定され、さらには、あれ領域 1 5 6 も設定される。そして、指示語決定モデル 1 5 0 上における注目オブジェクト O B の位置に応じて、指示語が決定される。

## 【 0 0 7 3 】

また、限界距離  $d_{LIM}$  は、図 9 に示すように定義される。具体的には、オブジェクト O B 1 およびオブジェクト O B 2 が存在し、オブジェクト O B 2 を注目オブジェクトとした場合、指差しの方向 L から角度  $\rho$  の範囲にオブジェクト O B 1 の端がかかった場合、人間はいずれのオブジェクト ( O B 1 または O B 2 ) を指差しているかを判断することができない。すなわち、角度  $\rho$  の範囲に他のオブジェクト ( ここでは、O B 1 ) の中心から端までの距離を指差しで判断することができない限界距離  $d_{LIM}$  として定義している。

## 【 0 0 7 4 】

上述したように、注目オブジェクト O B と他のオブジェクト O B とが、限界距離  $d_{LIM}$  を超えて接近した場合には、注目オブジェクト O B の属性を現す言葉を指示語に付加して発話することで判別するようにしてある。この実施例では、オブジェクト O B の属性は、画像を解析することにより、取得するようにしてある。したがって、注目オブジェクト O B の色が緑色であり、他のオブジェクト O B の色が白色である場合には、つまり属性としての色彩が異なる場合には、たとえば、「その緑色を見て」のような言葉を発することができる。このようにして、注目オブジェクト O B が判別可能に指示されるのである。

## 【 0 0 7 5 】

具体的には、ロボット 1 2 ( C P U 7 6 ) が人間 1 4 の注意を誘導するためのコミュニケーション行動すなわち誘導動作を図 1 0 および図 1 1 に示すフロー図に従って処理する。図 1 0 に示すように、C P U 7 6 は、誘導動作の処理を開始すると、ステップ S 1 で、初期化する。具体的には、メモリ 8 0 の作業領域やバッファ領域をクリアする。次のステップ S 3 では、自身に対する人間 1 4 の位置 ( 距離  $d_{SL}$  ) 、自身に対するすべてのオブジ

10

20

30

40

50

エクトOBの位置(角度  $\theta_{s0}$  および距離  $d_{s0}$ )を検出する。ただし、ロボット12が中心(原点)である。また、このとき、自身と人間14とを結ぶ基線に対する、自身の視線方向( $\theta_s$ )および人間14の視線方向( $\theta_L$ )も検出する。さらに、各オブジェクトOBと人間14との位置関係(角度  $\theta_{L0}$  および距離  $d_{L0}$ )も把握(検出)する。続くステップS5では、後述するオブジェクトOBの指示語決定処理(図12~図15参照)を実行する。ただし、この指示語決定処理は、すべてのオブジェクトOBについて個別に実行される。

#### 【0076】

次のステップS7では、注目オブジェクトOB(注意を誘導すべきオブジェクトOB)を決定する。たとえば、注目オブジェクトOBは、人間14とのインタラクションにおいて決定されたり、CPU76がランダムに(所定のルールに従って)決定したりする。ここで、人間14とのインタラクションで注目オブジェクトOBを決定する方法としては、人間14がロボット12に対して発話する際に、指差したオブジェクトOBを注目オブジェクトOBとして決定することができる。かかる場合には、人間14の動作を検出する必要がある。したがって、たとえば、人間14の手(指)、肘、肩、胸のような特徴部位(特徴点)にもマーカ30を装着しておき、モーションキャプチャシステム20の出力に基づいて、当該人間14の動作(ジェスチャ)を検出するようにしておけばよい。

#### 【0077】

続くステップS9では、指差しするための腕の角度を算出する。つまり、ロボット12と注目オブジェクトOBとの位置と、ロボット12から見た注目オブジェクトOBの方向とに基づいて、ロボット12の右腕モータ88または左腕モータ90の回転(回転数もしくは回転角度)を算出する。次に、ステップS11で、注目オブジェクトOBと他のオブジェクトOBとの距離を算出する。ただし、注目オブジェクトOB以外のオブジェクトOBがロボット12の存在する空間に存在しない場合やロボット12の視野範囲内に注目オブジェクトOB以外のオブジェクトOBが存在しない場合には、ステップS11の処理を実行せずに、そのままステップS13に進む。なお、ロボット12の開発者ないしプログラマ等が当該ロボット12の視野範囲を予め設定してメモリ80に記憶しておけば、注目オブジェクトOBを決定したときに、当該注目オブジェクトOBを中心とする視野範囲に他のオブジェクトOBが存在するか否かを、オブジェクトOBの位置に基づいて容易に知ることができる。

#### 【0078】

ステップS13では、限界距離  $d_{LIM}$  以内に他のオブジェクトOBが存在するかどうかを判断する。ステップS13で“NO”であれば、つまり限界距離  $d_{LIM}$  以内に他のオブジェクトOBが存在しなければ、そのままステップS19に進む。一方、ステップS13で“YES”であれば、つまり限界距離  $d_{LIM}$  以内に他のオブジェクトOBが存在すれば、ステップS15で、当該他のオブジェクトOBは1つであり、かつ注目オブジェクトOBよりも遠方に存在するかどうかを判断する。

#### 【0079】

ステップS15で“NO”であれば、つまり限界距離  $d_{LIM}$  以内に存在する他のオブジェクトOBが2つ以上存在したり、他のオブジェクトOBが注目オブジェクトOBよりも手前に(ロボット12側に)存在したりする場合には、発話内容は指示語のみでは足りないと判断して、図11に示すステップS21に進む。しかし、ステップS15で“YES”であれば、つまり当該他のオブジェクトOBが1つであり、かつ注目オブジェクトOBよりも遠方に存在する場合には、ステップS17で、指差し角度を下方に修正して、ステップS19で、指差し動作を実行するとともに、指示語を発話して、誘導動作の処理を終了する。具体的には、ステップS9において算出した腕の角度またはステップS17で修正された腕の角度になるように、右腕モータ88または左腕モータ90を駆動制御する。つまり、腕の角度に応じた駆動パルスがCPU76からモータ制御ボードを介して右腕モータ88または左腕モータ90に与えられる。以下、指差し動作を実行する場合において同じ。また、ステップS3において注目オブジェクトOBに対して決定された指示語を発

10

20

30

40

50

話する。つまり、CPU76は、メモリ80に記憶された指示語（「これ」、「それ」または「あれ」）に対応する音声合成データを読み出し、音声入力/出力ボード86を介してスピーカ72から出力する。以下、指示語を発話する場合において同じ。

【0080】

なお、ステップS17において、指差し角度を下方に修正するので、発話内容は指示語のみで足り、したがって、ステップS15で“YES”と判断されるのである。

【0081】

図11に示すように、ステップS21では、注目オブジェクトOBを判別可能な属性があるかどうかを判断する。たとえば、注目オブジェクトOBと他のオブジェクトOBとの間で、色、形状または大きさに違いがあるかどうかを判断する。ここで、注目オブジェクトOBは、眼カメラ54で取得された画像データを解析することにより得られる。ステップS21で“YES”であれば、つまり注目オブジェクトOBを判別可能な属性があれば、ステップS23で、指差し動作を実行するとともに、指示語に当該属性を加えて発話して、誘導動作の処理を終了する。しかし、ステップS21で“NO”であれば、つまり注目オブジェクトOBを判別可能な属性がなければ、ステップS25で、指差し動作を実行するとともに、注目オブジェクトを一意に決定できる言葉を発話して、誘導動作の処理を終了する。たとえば、上述したように、各オブジェクトOBに記号（文字，数字）を付しておき、画像解析により特定して、記号（文字，数字）を発話するようにすればよい。ただし、記号（文字，数字）は必ずしも画像を解析することにより特定する必要はない。たとえば、各オブジェクトOBに、自身の識別情報（識別番号）を送信できるタグ（周波数タグ，赤外タグなど）を設けるとともに、異なる配置パターンで複数の赤外線反射マーカ30を装着しておく。一方、ロボット12にタグの受信機を設けておき、また、ロボット12内部に、或いはロボット12と通信可能なデータベースに、タグの識別情報（識別番号）に対応して、各オブジェクトOBについての赤外線マーカ30の配列パターンおよび各オブジェクトOBについて自身を一意に決定できる言葉を記憶しておく。このようにすれば、ロボット12しておけば、モーションキャプチャシステム22の出力から注目オブジェクトOBの位置を認識するとともに、受信したタグの識別情報と赤外線マーカ30の配列パターンとに基づいて、データベースから当該注目オブジェクトOBを一意に決定できる言葉を取得することができる。

【0082】

図12～図15は、図10に示したステップS5の指示語決定処理を示すフロー図である。上述したように、指示語決定処理は、オブジェクトOBのそれぞれについて実行される。ただし、ここでは、簡単のため、該当する1のオブジェクトOBについての指示語決定処理について説明することにする。

【0083】

また、以下に説明する数式に使用される記号ないし変数は、図16で示されるように、指示者（ロボット12（R））と被指示者（人間14（H））とオブジェクトOBとの位置関係（距離、方向）を定義したものである。なお、一部の変数については、上述したとおりである。図16に示すように、 $d_{sL}$ は指示者（ロボット12（R））と被指示者（人間14（H））との距離であり、 $d_{sO}$ は指示者とオブジェクトOB（O）との距離であり、 $d_{LO}$ は被指示者とオブジェクトOBとの距離である。また、 $\theta_{sO}$ は、指示者と被指示者とを結ぶ線分（以下、「基線」という。）に対して、指示者とオブジェクトOBとを結ぶ線分（直線）がなす角度である。一方、 $\theta_{LO}$ は、基線に対して、被指示者とオブジェクトOBとを結ぶ線分（直線）がなす角度である。さらに、 $\theta_s$ は、基線に対して指示者の視線方向がなす角度である。また、 $\theta_L$ は、基線に対して被指示者の視線方向がなす角度である。

【0084】

図12に戻って、CPU76は、指示語決定処理を開始すると、ステップS31で、オブジェクトOBが話し手（ここでは、ロボット12自身）に近いかどうかを判断する。つまり、このオブジェクトOBとロボット12との距離 $d_{sO}$ が、当該オブジェクトOBと人

10

20

30

40

50

間14との距離 $d_{LO}$ 以下( $d_{SO} < d_{LO}$ )であるかどうかを判断する。ステップS31で“NO”であれば、つまり距離 $d_{SO}$ が距離 $d_{LO}$ よりも長ければ( $d_{SO} > d_{LO}$ )、オブジェクトOBは聞き手(ここでは、人間14)に近いと判断して、図14に示すステップS61にそのまま進む。一方、ステップS31で“YES”であれば、つまり距離 $d_{SO}$ が距離 $d_{LO}$ 以下であれば、オブジェクトOBは話し手(ロボット12)に近いと判断し、ステップS33で、角度 $\theta_{SO}$ が $90^\circ$ 以上であるかどうかを判断する。つまり、オブジェクトOBが話し手の後ろ側にあるかどうかを判断する。

【0085】

ステップS33で“NO”であれば、つまり角度 $\theta_{SO}$ が $90^\circ$ 未満であれば、オブジェクトOBが話し手の前であると判断して、図13に示すステップS53に進む。一方、ステップS33で“YES”であれば、つまり角度 $\theta_{SO}$ が $90^\circ$ 以上であれば、オブジェクトOBが話し手の後ろ側であると判断して、ステップS35で、これ・それ境界KSborderと、それ・あれ境界SAborderとを数3に従って算出する。

10

【0086】

【数3】

$$KSborder = 1.3 - \max\_subtract \times |\cos \theta_{SO}|^{curve\_adjust}$$

$$SAborder = 2.0 - 1.0 \times |\cos(\theta_{SO} - 22.5)|^2$$

【0087】

ただし、変数 $\max\_subtract$ および変数 $curve\_adjust$ は、後述する数4または数5に従って算出される。

20

【0088】

次のステップS37では、距離 $d_{SL}$ が1m以上であるかどうかを判断する。つまり、話し手(ロボット12)と聞き手(人間14)との距離が或る程度離れているかどうかを判断するのである。ステップS37で“YES”であれば、つまり距離 $d_{SL}$ が1m以上であれば、ロボット12と人間14とが或る程度離れていると判断して、ステップS39で、数4に従って、変数 $\max\_subtract$ および変数 $curve\_adjust$ を算出して、ステップS43に進む。一方、ステップS37で“NO”であれば、つまり距離 $d_{SL}$ が1m未満であれば、ロボット12と人間14とは比較的接近していると判断して、ステップS41で、数5に従って、変数 $\max\_subtract$ および変数 $curve\_adjust$ を算出して、ステップS43に進む。

30

【0089】

【数4】

$$\max\_subtract = 1 - 0.35 \times d_{SL}$$

$$curve\_adjust = 2 \times \sin \theta_L + 1$$

【0090】

【数5】

$$\max\_subtract = 0.65$$

40

$$curve\_adjust = 2 \times \sin \theta_L + 1$$

【0091】

ステップS43では、これ・それ境界KSborderの内側にオブジェクトOBが存在するかどうかを判断する。具体的には、距離 $d_{SO}$ がこれ・それ境界KSborder以下( $d_{SO} < KSborder$ )であるかどうかを判断する。ステップS43で“YES”であれば、つまり距離 $d_{SO}$ がこれ・それ境界KSborder以下( $d_{SO} < KSborder$ )であれば、これ・それ境界KSborderの内側にオブジェクトOBが存在すると判断して、指示語を「これ」に決定して、指示語決定処理をリターンする。つまり、ステップS45では、今回指示語決定処理を実行したオ

50



プロジェクトOBに関連付けて、決定された指示語（「これ」）がメモリ80のバッファ領域等に記憶される。以下、指示語を決定する場合において同様である。

【0092】

一方、ステップS43で“NO”であれば、つまり距離 $d_{SO}$ がこれ・それ境界KSborderを超えていれば（ $d_{SO} > KSborder$ ）、これ・それ境界KSborderの外側にオブジェクトOBが存在すると判断して、ステップS47で、それ・あれ境界SAborderの内側にオブジェクトOBが存在するかどうかを判断する。具体的には、距離 $d_{SO}$ がそれ・あれ境界SAborder以下（ $d_{SO} \leq SAborder$ ）であるかどうかを判断する。ステップS47で“YES”であれば、つまり距離 $d_{SO}$ がそれ・あれ境界SAborder以下（ $d_{SO} \leq SAborder$ ）であれば、それ・あれ境界SAborderの内側にオブジェクトOBが存在すると判断して、ステップS49で、指示語を「それ」に決定して、指示語決定処理をリターンする。一方、ステップS47で“NO”であれば、つまり距離 $d_{SO}$ がそれ・あれ境界SAborderを超えていれば（ $d_{SO} > SAborder$ ）、それ・あれ境界SAborderの外側にオブジェクトOBが存在すると判断して、ステップS51で、指示語を「あれ」に決定して、指示語決定処理をリターンする。

10

【0093】

また、上述したように、ステップS33で“NO”と判断されると、図13のステップS53で、数6に従って、これ・それ境界KSborderとそれ・あれ境界SAborderとを算出する。

【0094】

【数6】

20

$$KSborder = 1.3 - \max\_subtract \times |\cos \theta_{SO}|^{curve\_adjust}$$

$$SAborder = 2.0 + \sin(90 - \theta_{SO})$$

【0095】

続くステップS55では、距離 $d_{SL}$ が1m以上あるかどうかを判断する。このステップS55の処理は、上述したステップS37の処理と同じであるため、簡単に説明することにする。以下、ステップS65およびステップS79についても同様である。ステップS55で“YES”であれば、ステップS57で、数7に従って、変数 $\max\_subtract$ および変数 $curve\_adjust$ を算出して、図12に示したステップS43に進む。一方、ステップS55で“NO”であれば、ステップS59で、数8に従って、変数 $\max\_subtract$ および変数 $curve\_adjust$ を算出して、ステップS43に進む。

30

【0096】

【数7】

$$\max\_subtract = 1.25 - 0.5 \times d_{SL}$$

$$curve\_adjust = 0.5 \times (1 + \cos(2 \times \theta_L))$$

【0097】

【数8】

40

$$\max\_subtract = 1.25 - 0.5 \times d_{SL}$$

$$curve\_adjust = 1/d_{SL} \times (1 + \cos(2 \times \theta_L))$$

【0098】

また、上述したように、ステップS31で“NO”と判断すると、図14に示すように、ステップS61で、角度 $\angle_{LO}$ が90°以上であるかどうかを判断する。つまり、オブジェクトOBが聞き手（人間14）の後ろ側にあるかどうかを判断する。ステップ61で“NO”であれば、つまり角度 $\angle_{LO}$ が90°未満であれば、オブジェクトOBが聞き手の前側にあると判断して、図15に示すステップS77に進む。一方、ステップS61で“Y

50

YES”であれば、つまり角度  $\theta_{L0}$  が  $90^\circ$  以上であれば、オブジェクトOBが聞き手の後ろ側にあると判断して、ステップS63で、数9に従って、それ・あれ境界SAborderを算出する。

【0099】

【数9】

$$SAborder = r + max\_addition \times (\sin\theta_{L0})^{curve\_adjust}$$

【0100】

次のステップS65では、距離  $d_{sL}$  が1m以上であるかどうかを判断する。ステップS65で“YES”であれば、ステップS67で、数10に従って、変数r、変数max\_additionおよび変数curve\_adjustを算出して、ステップS71に進む。しかし、ステップS65で“NO”であれば、ステップS69で、数11に従って、変数r、変数max\_additionおよび変数curve\_adjustを算出して、ステップS71に進む。

10

【0101】

【数10】

$$r = -2/3 \times d_{sL} + 28/15 + 0.4 \times \sin\theta_s$$

$$max\_addition = 5/6 \times d_{sL} - 7/30 + 0.2 \times \sin\theta_L$$

$$curve\_adjust = 1 + 2 \times \sin\theta_s$$

20

【0102】

【数11】

$$r = 1.2 + 0.4 \times \sin\theta_s$$

$$max\_addition = 0.6 + 0.2 \times \sin\theta_L$$

$$curve\_adjust = 1 + 2 \times \sin\theta_s$$

【0103】

ステップS71では、それ・あれ境界SAborderの内側にオブジェクトOBが存在するかどうかを判断する。このステップS71の処理は、上述したステップS47の処理と同じであるため、簡単に説明することにする。ステップS71で“YES”であれば、ステップS73で、指示語を「それ」に決定し、指示語決定処理をリターンする。一方、ステップS71で“NO”であれば、ステップS75で、指示語を「あれ」に決定し、指示語決定処理をリターンする。

30

【0104】

また、上述したように、ステップS61で“NO”であれば、図15に示すステップS77で、それ・あれ境界SAborderを数12に従って算出する。

【0105】

【数12】

$$SAborder = r + max\_addition + \sin(90 - \theta_{L0})$$

【0106】

次のステップS79では、距離  $d_{sL}$  が1m以上であるかどうかを判断する。ステップS79で“YES”であれば、ステップS81で、数13に従って、変数r、変数max\_additionおよび変数curve\_adjustを算出して、図14に示したステップS71に進む。しかし、ステップS79で“NO”であれば、ステップS83で、数14に従って、変数r、変数max\_additionおよび変数curve\_adjustを算出して、ステップS71に進む。

40

【0107】

50

【数 1 3】

$$r = -2/3 \times d_{SL} + 28/15 + 0.4 \times \sin\theta_s$$

$$\text{max\_addition} = 5/6 \times d_{SL} - 7/30 + 0.2 \times \sin\theta_L$$

【0 1 0 8】

【数 1 4】

$$r = 1.2 + 0.4 \times \sin\theta_s$$

$$\text{max\_addition} = 0.6 + 0.2 \times \sin\theta_L$$

10

【0 1 0 9】

なお、この実施例では、指示者と被指示者との距離  $d_{SL}$  が 0.5 m ~ 2.0 m の範囲である場合を想定して、これ領域 152 (これ・それ境界) およびそれ領域 154 (それ・あれ境界) を算出するようにした。ただし、数 13 からよく分かるように、距離  $d_{SL}$  が大きくなり過ぎると、変数 (半径)  $r$  の値が負となり、適切ではない。したがって、距離  $d_{SL}$  が上述した範囲外である場合には、これ領域 152 (これ・それ境界) およびそれ領域 154 (それ・あれ境界) を算出する方法 (数式) を適宜検討する必要がある。

【0 1 1 0】

この実施例によれば、指差し動作と指示語の発話とを実行するので、指示語を用いて人間同士のような自然なコミュニケーションを実現することができる。

20

【0 1 1 1】

また、この実施例によれば、指差し動作と指示語の発話のみではオブジェクトの判別ができない場合には、オブジェクトの属性を指示語に加えて発話するので、所望のオブジェクトに確実に人間の注意を誘導することができる。

【0 1 1 2】

さらに、この実施例によれば、ロボットと人間との距離のみならず、両者の視線方向をも考慮して指示語決定モデルを設定するようにしてあるので、的確な指示語を決定することができる。つまり、不自然な指示語が発話されるのを防止することができる。

【0 1 1 3】

他の実施例のシステム 10 は、ロボット 12 が指差し動作をできない場合を考慮した以外は、上述の実施例と同じであるため、重複した説明は省略する。具体的には、上述した誘導動作の処理の一部が異なる。他の実施例における誘導動作の処理のフロー図は、図 17 および図 18 のように示される。以下に、他の実施例における誘導動作の処理について説明するが、上述の実施例で図 10 および図 11 を用いて説明した内容と同じ内容については、簡単に説明することにする。

30

【0 1 1 4】

図 17 に示すように、CPU 76 は、誘導動作の処理を開始すると、ステップ S91 で、初期化する。続くステップ S93 では、自身に対する人間 14 の位置 (距離  $d_{SL}$ )、自身に対するすべてのオブジェクト OB の位置 (角度  $\theta_{SO}$  および距離  $d_{SO}$ ) を検出する。また、このとき、自身と人間 14 とを結ぶ基線に対する、自身の視線方向 ( $\theta_s$ ) および人間 14 の視線方向 ( $\theta_L$ ) も検出する。さらに、各オブジェクト OB と人間 14 との位置関係 (角度  $\theta_{LO}$  および距離  $d_{LO}$ ) も検出する。次のステップ S95 では、オブジェクト OB の指示語決定処理を実行する。この指示語決定処理は、上述の実施例で図 12 ~ 図 15 を用いて説明した内容と同じである。したがって、その詳細な説明は省略する。

40

【0 1 1 5】

続いて、ステップ S97 では、注目オブジェクト OB (注意を誘導すべきオブジェクト OB) を決定し、ステップ S99 では、指差しするための腕の角度を算出し、ステップ S101 では、注目オブジェクト OB と他のオブジェクト OB との距離を算出する。

【0 1 1 6】

50

次のステップS103では、現在指差し可能な状況であるかどうかを判断する。たとえば、ロボット12が何らかのオブジェクトOBを手に持っている場合や障害物の存在により手を動かすことができない場合には、指差し動作することができない。ステップS103で“NO”であれば、つまり指差し不能であれば、図18に示すステップS109に進む。一方、ステップS103で“YES”であれば、つまり指差し可能であれば、ステップS105で、限界距離 $d_{LIM}$ 以内に他のオブジェクトOBが存在するかどうかを判断する。つまり、ステップS101で算出した距離が限界距離 $d_{LIM}$ 以内となる他のオブジェクトOBが存在するかどうかを判断する。

【0117】

ステップS105で“YES”であれば、つまり限界距離 $d_{LIM}$ 以内の他のオブジェクトOBが存在すれば、指差し動作と指示語の発話のみでは注目オブジェクトOBを指示（誘導）できないと判断して、ステップS108で、指差し動作するとともに、指示語と属性とを発話して、誘導動作の処理を終了する。一方、ステップS105で“NO”であれば、つまり限界距離 $d_{LIM}$ 以内の他のオブジェクトOBが存在しなければ、指差し動作と指示語の発話のみで注目オブジェクトOBを指示（誘導）できると判断して、ステップS107で、指差し動作を実行するとともに、指示語を発話して、誘導動作の処理を終了する。

【0118】

図18に示すように、ステップS109では、注目オブジェクトOBと同じ指示語が決定された他のオブジェクトOBが存在するかどうかを判断する。ステップS109で“YES”であれば、つまり注目オブジェクトOBと同じ指示語が決定された他のオブジェクトOBが存在すれば、ステップS115で、指示語と属性とを発話して、図17に示したように、誘導動作の処理を終了する。一方、ステップS109で“NO”であれば、つまり注目オブジェクトOBと同じ指示語が決定された他のオブジェクトOBが存在しなければ、ステップS111で、同じ指示語ではないが、指示語境界付近に存在するオブジェクトOBが有るかどうかを判断する。ステップS111で“YES”であれば、つまり同じ指示語ではないが、指示語境界付近に存在するオブジェクトOBが有れば、ステップS115に進む。一方、ステップS111で“NO”であれば、つまり同じ指示語ではないが、指示語境界付近に存在するオブジェクトOBが無ければ、ステップS113で、指示語を発話して、誘導処理を終了する。

【0119】

他の実施例によれば、通常は所望のオブジェクトを指差し動作と指示語の発話とにより、人間の注意をそのオブジェクトに誘導するようにしてあるが、指差しできず、そのオブジェクトの判別が困難な場合には、指示語と属性とを発話するので、所望のオブジェクトに確実に注意を誘導することができる。また、指示語を用いて人間同士のような自然なコミュニケーションを実行できる点は、上述の実施例と同様である。

【0120】

なお、これらの実施例では、モーションキャプチャシステムを用いて、ロボット、人間およびオブジェクトの3次元位置およびロボットおよび人間の視線方向を検出しようとしたが、これは他のセンサを用いて検出することも可能である。たとえば、カメラ（イメージセンサ）と超音波センサとをロボットに搭載する。そして、カメラで撮影された画像を処理することにより、人間とオブジェクトとを検出する。また、超音波センサの出力によってロボットに対する人間およびオブジェクトの位置（距離、方向）を検出することができる。かかる場には、ロボットの全方位カメラや眼カメラおよび超音波センサを用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0121】

【図1】図1はこの発明のコミュニケーションロボットシステムの一例を示す図解図である。

【図2】図2は図1実施例に示すロボットの外観を説明するための図解図である。

10

20

30

40

50

【図3】図3は図1および図2に示すロボットの電気的な構成を示す図解図である。

【図4】図4はモーションキャプチャシステムで検出するマーカのロボット、人間およびオブジェクトへの装着状態を示す図解図である。

【図5】図5は図1実施例における指示語決定モデルの一例を示す図解図である。

【図6】図6は図1実施例における指示語決定モデルの他の例を示す図解図である。

【図7】図7は図5および図6に示す指示語決定モデルにおけるこれ・それ領域（境界）の決定方法およびその調整方法を説明するための図解図である。

【図8】図8は図5および図6に示す指示語決定モデルにおけるそれ・あれ領域（境界）の決定方法を説明するための図解図である。

【図9】図9は2つのオブジェクトが接近して存在する場合において指差しによるオブジェクトの判別が可能な限界距離を説明するための図解図である。 10

【図10】図10は図3に示すCPUの誘導行動の処理の一部を示すフロー図である。

【図11】図11は図3に示すCPUの誘導行動の処理の他の一部を示すフロー図である。

【図12】図12は図3に示すCPUの指示語決定処理の一部を示すフロー図である。

【図13】図13は図3に示すCPUの指示語決定処理の他の一部を示すフロー図である。

【図14】図14は図3に示すCPUの指示語決定処理のその他の一部を示すフロー図である。

【図15】図15は図3に示すCPUの指示語決定処理のさらに他の一部を示すフロー図である。 20

【図16】図16は図5および図6に示したような指示語決定モデルの各領域（境界）の決定または調整に用いる数式における変数を定義した図解図である。

【図17】図17はこの発明の他の実施例におけるCPUの誘導行動の処理の一部を示すフロー図である。

【図18】図18はこの発明の他の実施例におけるCPUの誘導行動の処理に他の一部を示すフロー図である。

【符号の説明】

【0122】

10 ... コミュニケーションロボットシステム 30

12 ... コミュニケーションロボット

20 ... モーションキャプチャシステム

38 ... 衝突センサ

42 ... 超音波距離センサ

52 ... 全方位カメラ

54 ... 眼カメラ

64 ... タッチセンサ

76 ... CPU

80 ... メモリ

82 ... モータ制御ボード 40

84 ... センサ入力/出力ボード

86 ... 音声入力/出力ボード

88 - 96 ... モータ

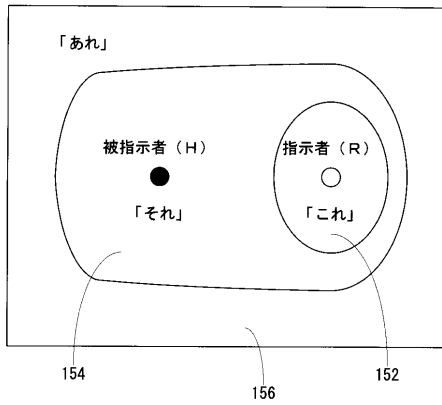
98 ... 通信LANボード

100 ... 無線通信装置



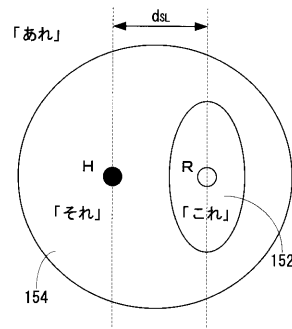
【図5】

指示語決定モデル 150

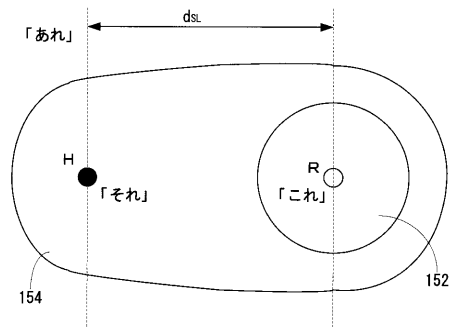


【図6】

(A) 指示者 (R) と被指示者 (H) とが近い場合

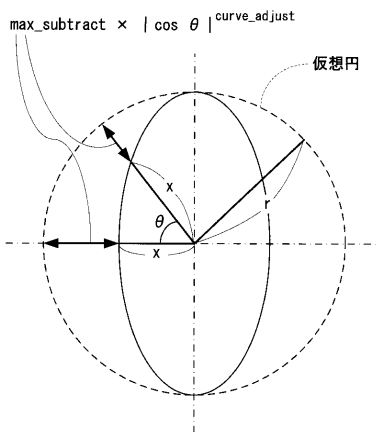


(B) 指示者 (R) と被指示者 (H) とが遠い場合

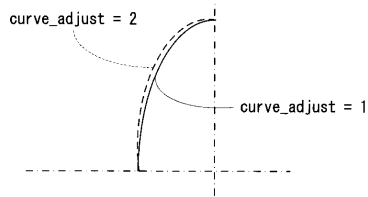


【図7】

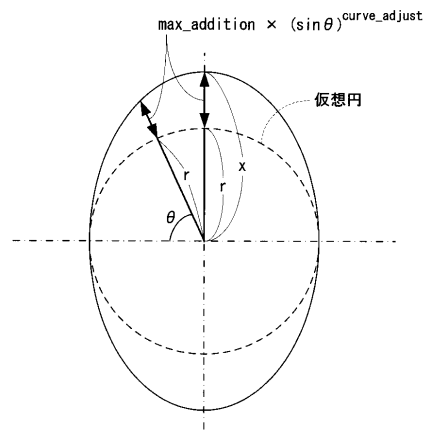
(A)



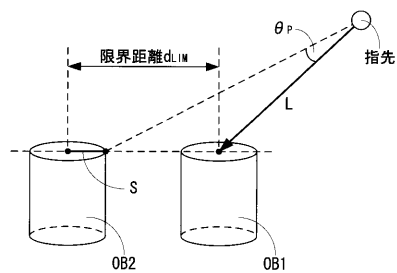
(B)



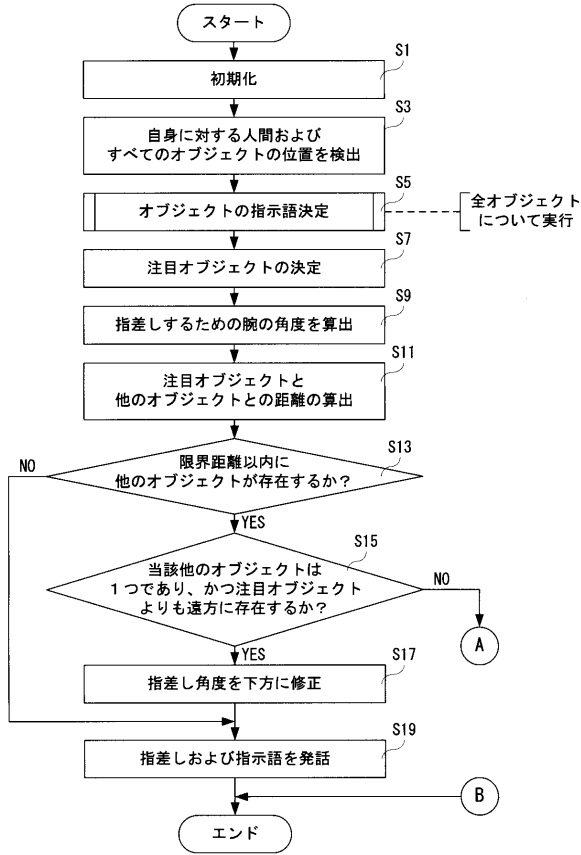
【図8】



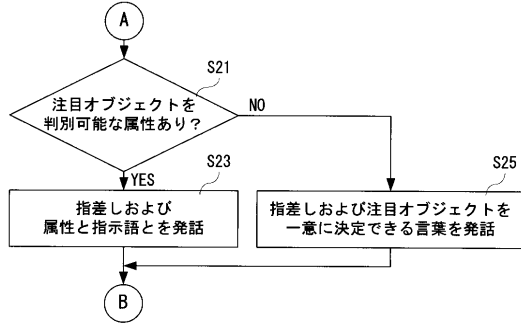
【図9】



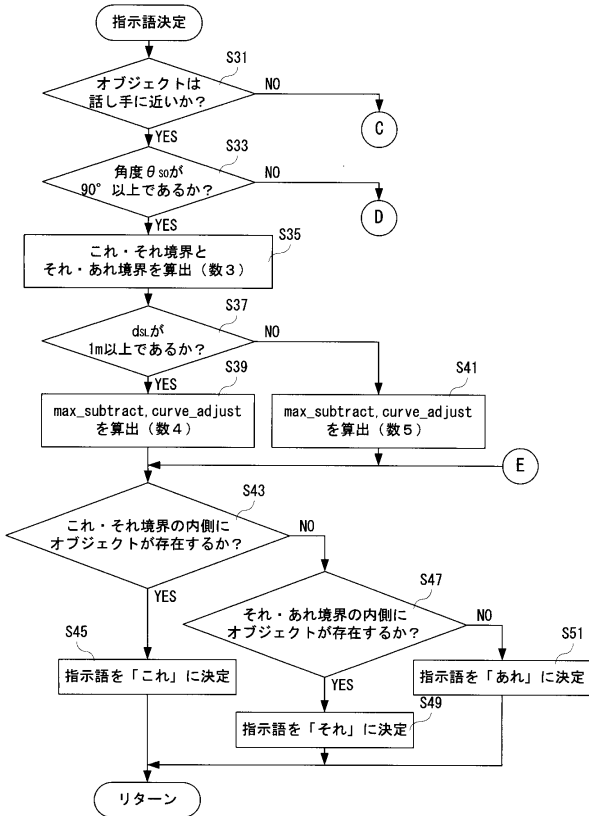
【図10】



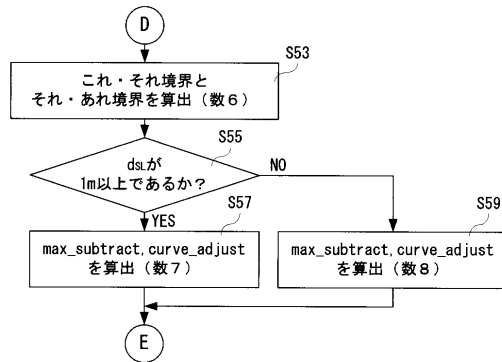
【図11】



【図12】

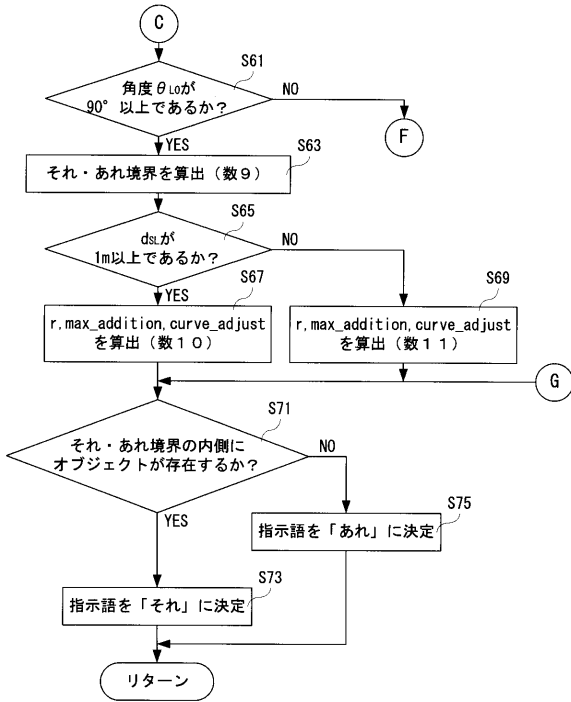


【図13】

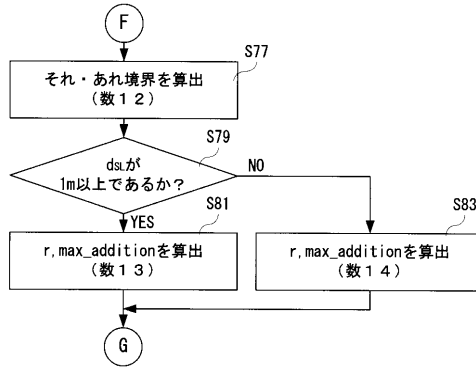




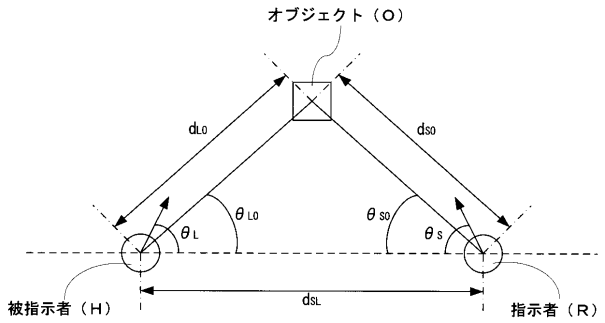
【図14】



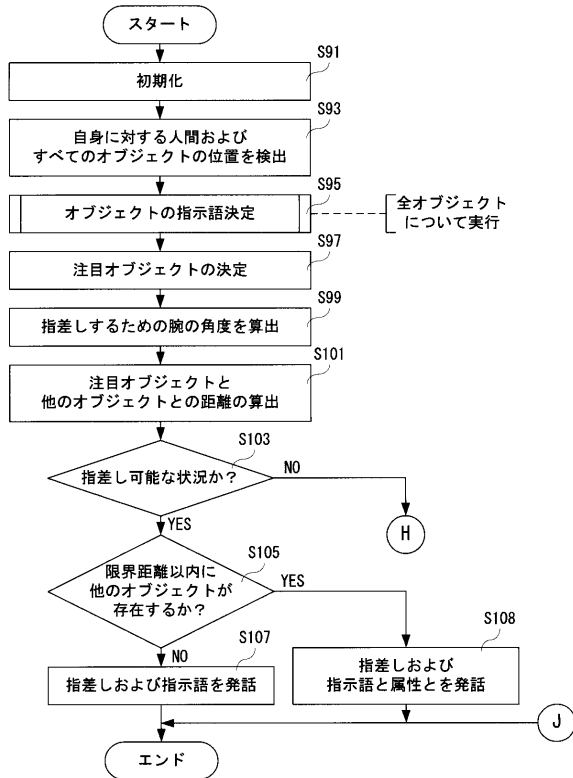
【図15】



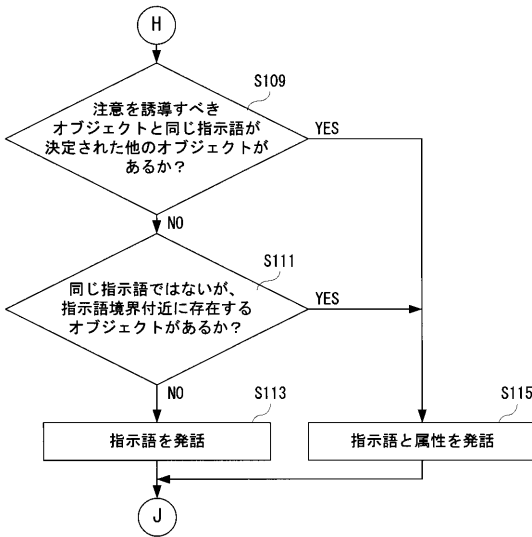
【図16】



【図17】



【図18】



---

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

審査官 松浦 陽

(56)参考文献 特開2001-188551(JP,A)

国際公開第2004/052597(WO,A1)

特開2003-275473(JP,A)

特開2000-353012(JP,A)

杉山 治 Osamu SUGIYAMA, ヒューマノイドロボットのための指さしジェスチャと発話を用いた階層的注意誘導モデルの提案 Three-Layered Draw-Attention Model for the Humanoid Robots with Gestures and Verbal Cues, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.105 No.220 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2005年 7月22日, 第105巻, pp.41-46

杉山 治 Osamu Sugiyama, 第67回(平成17年)全国大会講演論文集(4) インタフェース コンピュータと人間社会 特別トラック(1) 特別トラック(2) 特別トラック(3), 2005年 3月 2日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00-21/02

A63H 1/00-37/00 JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

CiNii