

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6610609号
(P6610609)

(45) 発行日 令和1年11月27日(2019.11.27)

(24) 登録日 令和1年11月8日(2019.11.8)

(51) Int. Cl. F 1
B 2 5 J 5/00 (2006.01) B 2 5 J 5/00 E

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-88656 (P2017-88656)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成29年4月27日 (2017. 4. 27)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2018-183856 (P2018-183856A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成30年11月22日 (2018.11.22)	(74) 代理人	100100549
審査請求日	平成30年5月15日 (2018. 5. 15)		弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100085006
			弁理士 世良 和信
		(74) 代理人	100113608
			弁理士 平川 明
		(74) 代理人	100123319
			弁理士 関根 武彦
		(74) 代理人	100123098
			弁理士 今堀 克彦
		(74) 代理人	100143797
			弁理士 宮下 文徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音声対話ロボットおよび音声対話システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザと音声対話を行う音声対話ロボットであって、
 本体と、
 前記本体に対して相対的に移動可能な可動部と、
 前記可動部がユーザに追従するように前記可動部を移動させる追従制御部と、
 前記追従制御部による前記可動部の移動に応じて、前記可動部の仮原点を設定する仮原点設定部と、
 前記可動部の動作指示を取得する取得部と、
 前記仮原点を基準として、前記動作指示にしたがって前記可動部を移動させる動作実行部と、
を備え、
前記追従制御部は、前記可動部が前記ユーザの方向を向くように前記可動部を移動させ

10

、
前記仮原点設定部は、前記追従制御部による移動後の前記可動部の現在位置を基準として前記可動部に所定の動作を行わせても前記可動部の可動範囲を超えない場合には、前記現在位置を前記仮原点として設定し、

前記追従制御部による移動後の前記可動部の現在位置を基準として前記可動部に前記所定の動作を行わせると前記可動部の可動範囲を超える場合は、前記所定の動作が前記可動範囲に入るように前記仮原点を設定する、

20

音声対話ロボット。

【請求項 2】

前記仮原点設定部は、前記動作指示の取得後に前記仮原点を設定するものであり、
前記所定の動作は、前記動作指示によって指示される動作である、
請求項 1 に記載の音声対話ロボット。

【請求項 3】

前記可動部はあらかじめ定められた原点からの移動量を指定して制御されるものであり

、
前記動作実行部は、前記動作指示により指定される移動量に前記原点と前記仮原点の差
分を加えた移動量を指定して、前記可動部を移動させる、

10

請求項 1 または 2 に記載の音声対話ロボット。

【請求項 4】

前記追従制御部は、前記動作指示に基づいて前記動作実行部が前記可動部を移動させて
いる間は、追従動作を行わない、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の音声対話ロボット。

【請求項 5】

前記追従制御部は、カメラによって撮影される画像から求められるユーザの方向、また
は、マイクから取得される音声から求められるユーザの方向を向くように、前記可動部を
移動させる、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の音声対話ロボット。

20

【請求項 6】

前記取得部は、前記追従制御部による前記可動部の移動を検知しない装置から前記動作
指示を取得する、

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の音声対話ロボット。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の音声対話ロボットと、

前記音声対話ロボットと無線通信により接続される制御装置であって、前記音声対話ロ
ボットに対して前記動作指示を送信する動作指示送信部を備える制御装置と、

を備える音声対話システム。

30

【請求項 8】

本体と前記本体に対して相対的に移動可能な可動部とを有しユーザと音声対話を行う音
声対話ロボットの制御方法であって、

前記可動部がユーザに追従するように前記可動部を移動させる追従制御ステップと、

前記追従制御ステップにおける前記可動部の移動に応じて、前記可動部の仮原点を設定
する仮原点設定ステップと、

前記可動部の動作指示を取得する取得ステップと、

前記仮原点を基準として、前記動作指示にしたがって前記可動部を移動させる動作実行
ステップと、

を備え、

前記追従制御ステップでは、前記可動部が前記ユーザの方向を向くように前記可動部を
移動させ、

40

前記仮原点設定ステップでは、前記追従制御ステップによる移動後の前記可動部の現在
位置を基準として前記可動部に所定の動作を行わせても前記可動部の可動範囲を超えない
場合には、前記現在位置を前記仮原点として設定し、

前記追従制御ステップによる移動後の前記可動部の現在位置を基準として前記可動部に
前記所定の動作を行わせると前記可動部の可動範囲を超える場合は、前記所定の動作が前
記可動範囲に入るように前記仮原点を設定する、

音声対話ロボットの制御方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法の各ステップをコンピュータに実行させるプログラム。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、音声対話ロボットおよび音声対話システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

音声対話ロボットとスマートフォンなどの制御コンピュータとが連携して動作する音声対話システムが利用されている。このようなシステムでは、音声対話ロボットはユーザとのインタフェース装置として利用され、音声認識処理や応答文作成処理は、スマートフォンあるいはスマートフォンから依頼されたサーバ装置が行う。そして、スマートフォンが

10

【0003】

この際に、発話内容に応じた動作をロボット端末に指示する場合もある。例えば、スマートフォンからロボットに「こんにちは」と発話させる際に、ロボットに対して挨拶動作（例えば、上下への首振り動作）を指示することが考えられる。このような動作指示は、ロボット本体を基準とする座標系における移動方向・距離で指定される場合がある。

【0004】

また、ユーザと音声対話を行う音声対話ロボットの中には、ユーザが存在する方向にロボットの顔を向ける追従機能を持つものがある。例えば、ユーザの声がする方向に顔を向ける話者追従や、撮影画像中でユーザの顔を検知した方向にロボットの顔を向ける顔追従機能が知られている（特許文献1, 2）。

20

【0005】

音声対話ロボットとスマートフォンなどの制御コンピュータを連携するシステムであっても、ユーザへの追従処理は、スマートフォンを利用せずに音声対話ロボット内で行う場合もある。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献1】特開2016-68197号公報

【特許文献2】特開2008-87140号公報

30

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

ユーザへの追従処理を音声対話ロボットが自ら行い、動作状況を制御コンピュータに通知しない場合には、制御コンピュータでは音声対話ロボットの動作状況を把握できない。したがって、制御コンピュータから初期位置を基準として動作指示を出すと、ロボットにおける動作が本来意図したものとずれてしまうという問題が生じる。

【0008】

本発明の目的は、ユーザに追従して可動部を移動させる処理を内部で行う音声対話ロボットにおいて、可動部の動作状況を把握しない外部装置からの動作指示を受け付けた場合

40

であっても、指示された動作を適切に実行可能とすることにある。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明の一態様は、ユーザと音声対話を行う音声対話ロボットであって、
本体と、
前記本体に対して相対的に移動可能な可動部と、
前記可動部がユーザに追従するように前記可動部を移動させる追従制御部と、
前記追従制御部による前記可動部の移動に応じて、前記可動部の仮原点を設定する仮原点設定部と、
前記可動部の動作指示を取得する取得部と、

50

前記仮原点を基準として、前記動作指示にしたがって前記可動部を移動させる動作実行部と、

を備えることを特徴とする。

【0010】

本態様における可動部は任意のものであってよいが、例えばロボットが人あるいは動物を模したものである場合には、可動部は頭・手・足の少なくとも何れかであってよい。可動部の動作は特に限定されず、回転動作や直線動作またはこれらの組み合わせであってよい。また、可動部の動作の自由度は1自由度であってもよいし多自由度であってもよい。

【0011】

本態様において、可動部はあらかじめ定められた原点（ゼロ点）からの移動量を指定して制御されるものであってよい。この原点は、例えば、可動部が初期位置にある際のモータ原点である。本態様における動作実行部は、動作指示により指定される移動量に原点と仮原点の差分を加えた移動量を指定して、可動部を移動させてもよい。

【0012】

このように本態様においては、追従制御部によって可動部が移動された場合に、動作指示によって指定される動作は、仮原点を基準として行われる。したがって、可動部の状況を考慮しない動作指示であっても適切な動作を行うことができる。

【0013】

本態様における追従制御部は、可動部がユーザの方向を向くように可動部を移動させてもよい。例えば、ユーザ発話（音声）の到来方向に可動部が向くように制御したり、撮影画像中におけるユーザの顔の検知方向に可動部が向くように制御したりしてもよい。本態様における仮原点設定部は、追従制御部によって前記可動部が移動させられた位置を仮原点に設定してもよい。

【0014】

ここで、追従制御によって可動部が移動させられた際の位置をモータ仮原点として設定すると、仮原点を基準とした動作が可動部の可動範囲を超えてしまう事態が生じうる。

【0015】

このような問題に対処するために、動作指示によって指示されうる動作（想定される動作）が、可動範囲に入るように仮原点の位置を調整するとよい。このような仮原点は、想定される全ての動作が可動範囲に入るように、ロボットに1つのみ設定してもよい。あるいは、想定される動作ごとに、各動作が可動範囲に入るように仮原点をそれぞれ設定してもよい。

【0016】

仮原点の設定は、追従処理制御部によって可動部が移動したときに行う代わりに、動作指示の取得後に行ってもよい。この場合、記仮原点設定部は、動作指示によって指示される動作を、可動部の現在位置（追従制御部による移動後の位置）を基準として実行しても可動部の可動範囲を超えない場合には、現在位置を仮原点として設定する。一方、動作指示によって指示される動作を現在位置を基準として実行すると可動部の可動範囲を超える場合には、仮原点設定部は、指示された動作が可動範囲に入るように仮原点を設定する。

【0017】

あるいは、仮原点はあくまでも追従制御部によって前記可動部が移動させられた位置としてもよい。そして、このような仮原点を基準とすると現に動作指示によって指示された動作が可動範囲を超える場合に、一時的に原点を変更してもよい。例えば、指示された動作が可動範囲に入るような第2原点を一時的に設定し、この第2原点を基準として指示された動作を行うようにしてもよい。

【0018】

本態様において、動作指示に基づいて動作実行部が可動部を移動させている間は、追従制御部は追従動作を行わなくてよい。追従動作を行うと、指示された動作を適切に行えなくなるためである。

【0019】

10

20

30

40

50

本発明の第二の態様は、上述した音声対話ロボットと制御装置からなる音声対話システムである。制御装置は、音声対話ロボットと無線通信により接続され、音声対話ロボットに対して前記動作指示を送信する動作指示送信部を備える。ここで、制御装置は、音声対話ロボットの可動部の動作状況（例えば、追従制御部による移動）を検知しない装置であってよい。

【0020】

なお、本発明は、上記手段の少なくとも一部を備える音声対話ロボットあるいは音声対話システムとして捉えることもできる。本発明は、また、上記処理の少なくとも一部を実行する音声対話ロボットの制御方法として捉えることができる。また、本発明は、この方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム、あるいはこのコンピュータプログラムを非一時的に記憶したコンピュータ可読記憶媒体として捉えることもできる。上記手段および処理の各々は可能な限り互いに組み合わせて本発明を構成することができる。

10

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、ユーザに追従して可動部を移動させる処理を内部で行う音声対話ロボットにおいて、可動部の動作状況を把握しない外部装置からの動作指示を受け付けた場合であっても、指示された動作を適切に実行可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

20

【図1】図1は、実施形態に係る音声対話システムのシステム構成を示す図である。

【図2】図2(A)～図2(D)は、音声対話ロボットの外観を示す図である。

【図3】図3は、実施形態に係る音声対話ロボットの機能構成を示す図である。

【図4】図4(A)および図4(B)は、音声対話ロボットによる追従処理および仮原点設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】図5(A)および図5(B)は、仮原点設定処理を説明する図である。

【図6】図6(A)および図6(B)は、仮原点設定処理を説明する図である。

【図7】図7は、動作指示受領時の可動部制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】図8は、動作指示受領時の可動部制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】図9(A)～図9(D)は、追従処理を内部で行う音声対話ロボット、可動部の動作状況を把握しない外部装置から動作指示を受け付けた場合の問題点を説明する図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を例示的に詳しく説明する。

【0024】

<概要>

図1は本実施形態に係る音声対話システムのシステム構成を示す図である。本実施形態に係る音声対話システムは、図1に示すように、互いに無線通信により接続された、ロボット（音声対話ロボット）100、スマートフォン110、音声認識サーバ200、対話サーバ300から構成される。ロボット100とスマートフォン110の間の通信は、Bluetooth（登録商標）とすることができる。スマートフォン110と音声認識サーバ200および対話サーバ300との間の通信は、携帯電話通信（LTEなど）であってもよいしWi-Fiであってもよく、また有線通信であってもよい。

40

【0025】

本実施形態においては、ロボット100はマイクおよびスピーカーを有するフロントエンドのユーザインタフェース装置として用いられ、ロボット100に入力されたユーザ音声はスマートフォン110に送られる。スマートフォン110は、音声認識サーバ200を用いて音声認識処理を行い、対話サーバ300を用いて対話文（応答文）生成を行う。スマートフォン110は、音声合成処理により対話文の音声データを生成したロボット1

50

00に送信し、ロボット100は受信した音声データをスピーカーから再生する。この処理を繰り返すことで、ユーザと音声対話システム間の対話が進行する。このような処理を分散化した音声対話システム自体は公知であるため、それぞれの構成や処理についての詳細な説明は省略する。

【0026】

図2(A)はロボット100の外観の概要を示す。ロボット100は、胴体(本体)10および頭部20を有する。図2(B)に示すように、頭部20は、モータ30によって胴体10に対して相対的に回転可能に構成される。本実施形態において頭部20は2自由度の関節体により胴体10と接続されており、図2(C)および図2(D)示すような回転(ロールおよびピッチ)が可能である。関節を駆動するためおよび関節の状態を取得するために、モータ30としてサーボモータが利用される。

10

【0027】

ロボット100は、頭部20以外にも手や足なども移動可能として構成してもよいが、本明細書においては頭部20のみが移動可能であるとして説明する。

【0028】

本実施形態におけるロボット100の音声出力処理や姿勢制御処理(頭部の移動制御処理)は、原則としてスマートフォン110からの指示によって行われる。ただし、ロボット100は、対話中のユーザの方向に頭部を向ける追従処理を内部で自律的に実施する。ここで、追従処理による頭部20の位置や状態はスマートフォン110には通知されないものとする。したがって、スマートフォン110は追従処理による頭部20の姿勢を把握できず、スマートフォン110からロボット100の姿勢制御コマンドを発するとロボット100の姿勢が適切に動作しない恐れがある。

20

【0029】

本実施形態においては、スマートフォン110からロボット100への動作指示は、ロボット100の座標原点を基準とする。したがって、追従機能によってロボット100の頭部20が初期位置から異なる向きを向いていると、スマートフォン110からの動作指示は意図したとおりに動かない。例えば、動作指示が現在の頭部の向きを中心とした首振り動作を意図したものであっても、首振り動作は初期位置を中心とした動作となるため、追従処理によって頭部が初期位置から異なる位置に移動させられているとその場での首振り動作とはならない。

30

【0030】

図9(A)は、ロボット100とユーザ500が正対している状態を示す。図9(B)に示すように、ユーザ500が移動すると、ロボット100は追従処理によって頭部の向きを変え、頭部(顔)がユーザ500と正対するようにする。この状態で、スマートフォン110から、±20度の首振り動作を行う動作指示を受信すると、本来は図9(C)に示すように現在の状態からの首振り動作91を行うことが適切であるにもかかわらず、図9(D)に示すように原点90を基準とした首振り動作92が行われてしまい適切ではない。

【0031】

<構成>

40

本実施形態においては、このような問題を解消するために、ロボット100に次のような機能を持たせる。

【0032】

図3は、ロボット100の構成のうち、主に可動部(頭部20)の動作に関する機能部を示す。ロボット100は、図3に示すように、スピーカー101、マイク102、話者追従部103、カメラ104、顔追従部105、仮原点設定部106、動作指示受信部107、動作指示実行部108、可動部制御部109を備える。ロボット100は、マイクロプロセッサなどの演算装置、メモリなどの記憶部、通信装置などを含むコンピュータであり、演算装置がプログラムを実行することにより、話者追従部103、顔追従部105、仮原点設定部106、動作指示受信部107、動作指示実行部108、可動部制御部1

50

09の機能が実現される。これらの一部または全部の機能は、専用の電気回路によって実現されてもかまわない。

【0033】

スピーカー101は、スマートフォン110から受信した音声データを出力する。マイク102は、ユーザの発話音声を取得する。マイク102は、音声のアナログデータをデジタルデータにA/D変換する。デジタル音声データは、通信を介してスマートフォン110に送信されるとともに、話者追従部103に輸入される。

【0034】

話者追従部（追従制御部）103は、マイク102への入力音声データから話者の方向を特定する。話者追従部103は、人の声がある方向を話者の方向として決定してもよいし、話者の個人が特定できている場合には特定の声紋を有する声がある方向を話者の方向として決定してもよい。話者追従部103は、可動部制御部109に指示して、頭部20が特定された話者方向を向くように指示する。

10

【0035】

カメラ104は、ロボット100の周囲の画像を撮影する。カメラ104によって撮影された画像データは、通信を介してスマートフォン110に送信されるとともに、顔追従部105に輸入される。

【0036】

顔追従部（追従制御部）105は、カメラ104の撮影画像データの中から顔を検出する。顔追従部105は、顔一般を検出する顔検出技術を用いてユーザの顔を検出してもよいし、話者の個人が特定できている場合には特定の顔を検出する顔検出技術（顔照合技術）を用いてユーザの顔を検出してもよい。顔追従部105は、画像中における顔の位置をロボットに対して相対的な位置に変換し、頭部20がこの方向を向くように可動部制御部109に指示する。

20

【0037】

仮原点設定部106は、モータ30の仮原点を設定する。モータ30には原点（ゼロ点とも称される）設定されており、この原点を基準として制御される。本実施形態では頭部20を動かすために2つのモータ30が利用されており、これら2つのモータ30に対してそれぞれ原点が設定される。原点は、頭部20が胴体10に対して初期位置（典型的には頭部20が真正面を向いている状態）におけるモータ位置である。仮原点設定部106は、話者追従部103や顔追従部105によって頭部20の向きが変更された場合に、各モータ30の一時的な原点（仮原点と称する）を設定する。モータ30に仮原点が設定されても、原点は変更されない。

30

【0038】

仮原点設定部106がどのように仮原点を設定するかについては、フローチャートを用いた後述の説明の中で詳細に行う。

【0039】

なお、話者追従部103および顔追従部105の両方がユーザの追跡を見失った場合には、仮原点設定部106は仮原点の設定を解除する、あるいは原点を仮原点として設定する。

40

【0040】

動作指示受信部（取得部）107は、スマートフォン110の動作指示送信部111から動作指示を受信し、動作指示実行部108に送る。動作指示には、「頭部20を水平方向20度の位置に向ける」や「頭部20を水平方向-10度~+10度の範囲で往復動作させる」などの指示がされる。ここで、本実施形態においては、スマートフォン110からの指示は一般にモータの原点を基準とするものと解釈される。すなわち、前者の指示は頭部を初期位置+20度の位置に向けるという指示であり、後者の指示は頭部を初期位置-10度から初期位置+10度の範囲で往復動作させる、という指示として解釈される。

【0041】

動作指示実行部（動作実行部）108は、受信した動作指示と、仮原点設定部106に

50

よって設定された仮原点を考慮して、受信した動作指示を、仮原点を基準とする指示に変換する。具体的には、動作指示実行部 108 は、仮原点が設定されている場合には、仮原点と原点の差分をオフセットとして決定し、動作指示によって指示される位置にオフセットを足した位置に頭部 20 を移動させるように、可動部制御部 109 に指示する。可動部制御部 109 は、原点を基準として頭部 20 のモータを駆動するため、仮原点を基準とする動作を行わせるために、上述のオフセットを加える。

【0042】

可動部制御部 109 は、頭部 20 を駆動するモータ 30 を制御する。可動部制御部 109 は、モータの制御位置を入力として受け付け、モータ原点を基準としてモータが当該制御位置に移動するように駆動する。すなわち、可動部制御部 109 は、モータ原点からの移動量の指定を受けて頭部 20 を制御する。

10

【0043】

スマートフォン 110 の動作指示送信部 111 は、ロボット 100 に行わせる動作を含む動作指示を生成して、通信部を介してロボット 100 の動作指示受信部 107 に送信する。例えば、スマートフォン 110 は、対話文出力指示とともに動作指示を送信して、「こんにちは」という発話を行いつつ顔を上下に振るという動作をロボット 100 に行わせる。

【0044】

<処理>

ロボット 100 が行う処理について説明する。

20

【0045】

[1. 追従処理および仮原点設定処理]

図 4 (A) は、ロボット 100 が行う追従処理を説明するフローチャートである。ステップ S102 において、話者追従部 103 または顔追従部 105 がユーザを検出したか（あるいは検出しているか）否かを判断する。すなわち、話者追従部 103 がマイク 102 からの入力音声から話者の方向を特定できているか、または、顔追従部 105 がカメラ 104 の撮影画像から顔を検出してその方向を特定できているかがステップ S102 において判断される。

【0046】

話者追従部 103 と顔追従部 105 のどちらもユーザを検出していないとき（ステップ S102 - NO）には、ステップ S108 に進む。ステップ S108 では、可動部制御部 109 は、頭部 20 を初期位置に移動させる（初期位置以外にある場合）。そして、ステップ S110 において、仮原点設定部 106 は、仮原点の設定を解除する。仮原点の設定解除処理は、仮原点を未設定とするものであってもよいし、仮原点を原点位置に設定するものであってもよい。

30

【0047】

話者追従部 103 と顔追従部 105 の少なくとも何れかがユーザを検出しているとき（ステップ S102 - YES）には、ステップ S104 に進む。ステップ S104 では、話者追従部 103 または顔追従部 105 からの指示により、頭部 20 がユーザの方向を向くように制御する。なお、話者追従部 103 と顔追従部 105 の両方がユーザの方向を検出している場合には、顔追従部 105 の検出結果を優先する。顔追従部 105 による検出結果の方が高精度なためである。

40

【0048】

ステップ S106 において、仮原点設定部 106 は、頭部 20 の向きに基づいて仮原点を設定する。仮原点設定処理の詳細は、図 4 (B) のフローチャートに示されている。図 4 (B) を参照して、仮原点設定処理 S106 の詳細を説明する。

【0049】

ステップ S202 において、仮原点設定部 106 は、現在の顔位置で所定動作が可能であるか否かを判断する。ロボット 100 の頭部 20 には、その可動範囲があらかじめ定められている。所定動作は、スマートフォン 110 から指示されることが想定される動作で

50

ある。仮原点設定部 106 は、頭部 20 が現在向いている方向（位置）を基準として所定動作を行った場合に、頭部 20 が可動範囲に収まるか可動範囲を超えてしまうかを判断する。

【0050】

頭部 20 の移動が可動範囲に収まる場合（S202 - YES）には、仮原点設定部 106 は、現在の頭部 20 の位置（モータ位置）を仮原点に設定する（S204）。一方、頭部 20 の移動が可動範囲を超える場合（S202 - NO）には、仮原点設定部 106 は、仮原点を基準として所定の動作を行った場合に、頭部 20 の移動範囲が可動範囲に入るように仮原点を設定する（S206）。

【0051】

図 5, 6 を参照して具体的に説明する。図 5, 6 はロボット 100 を上側から見た図である。なお、ここでは説明の簡略化のために、水平方向での顔振り動作（ロール動作）のみを考慮するが、首の縦振りや、縦と横を組み合わせた頭部の移動も同様に扱える。

【0052】

図 5 (A) に示すように、頭部 20 には可動範囲 51 があらかじめ定められている。この例では、頭部 20 は原点 50（初期位置）に対して +45 度から -45 度の範囲で移動可能である。図 5 (A) の例では、追従処理によって顔（頭部 20）の向きが原点から -10 度（左向きに 10 度）回転している。現在位置 52 は、追従処理後の頭部の位置（モータ位置）を示す。ここで、スマートフォン 110 から指示されることが想定される動作として、基準点を中心として ±20 度の範囲内で頭部 20 を移動させる動作（首振り動作）であるとする。図 5 (A) の範囲 53 は、頭部 20 の現在位置 52 を基準として所定動作を行ったときの頭部の移動範囲を示している。

【0053】

この例では、現在位置 52 を基準として ±20 度の首振り動作（所定動作）を行うと、頭部は原点 50 を基準として -30 度から +10 度の範囲で移動することになり、頭部 20 は可動範囲を超えない（S202 - YES）。したがって、仮原点設定部 106 は、図 5 (B) に示すように、頭部 20 の現在位置 52 を仮原点 54 として設定する（S204）。

【0054】

図 6 (A) は図 5 (A) と同様の図であるが、追従処理によって顔（頭部 20）の向きが原点から -30 度（左向きに 30 度）回転しており、頭部 20 の位置は現在位置 52' で示される位置にある。ここで、現在位置 52' を基準として ±20 度の首振り動作（所定動作）を行うと、頭部は原点 50 を基準として -50 度から -10 度の範囲（範囲 53' として示される）で移動することになり、頭部 20 は可動範囲を超えてしまう（S202 - NO）。

【0055】

そこで、仮原点設定部 106 は、仮原点の条件を満たすように決定する（S206）。（条件 1）仮原点を基準として所定動作（例：±20 度の首振り動作）を行ったときに、頭部 20 の移動範囲が可動範囲に入る。

（条件 2）仮原点は、条件 1 を満たす位置のうち頭部 20 の現在位置から最も近い位置である。

【0056】

この例では、図 5 (B) に示すように、原点 50 を基準として -25 度の位置が仮原点 54' として設定される。これにより、仮原点 54' を基準として ±20 度の首振り動作を行った時の頭部の動作範囲 53'' は、頭部の可動範囲 51 に入る。

【0057】

[2 . 動作指示受領時の処理]

次に、図 7 を参照して、ロボット 100 がスマートフォン 110 から動作指示を受信した時の処理について説明する。

【0058】

10

20

30

40

50

ステップS302において、動作指示受信部107が、スマートフォン110の動作指示受信部107から動作指示を受信する。するとステップS304において、ロボット100は、動作指示に基づく制御を行う前に、話者追従部103および顔追従部105の追従処理の機能をオフにする。これは、動作指示にしたがって頭部20を動かしている間に追従機能が働いて、頭部20が動作指示と異なる動作をしてしまうことを防止するためである。

【0059】

ステップS306において、動作指示実行部108は、仮原点設定部106によって仮原点が設定されているか否かを判断する。仮原点が設定されている場合(S306-YES)には、ステップS308に進んで、動作指示実行部108は、仮原点と原点の差分、すなわち「仮原点-原点」をオフセットとして決定し、ステップS312に進む。仮原点が設定されていない場合(S306-NO)には、ステップS310においてオフセットをゼロに設定し、ステップS312に進む。

10

【0060】

ステップS312において、動作指示実行部108は、動作指示により指定される移動量に対してオフセットを加えた上で、可動部制御部109に対して制御指示を行う。なお、可動部制御部109は原点を基準として頭部20の制御を行うが、上述のように仮原点と原点の差分をオフセットとして加えているので、仮原点を基準とした動作が行われることになる。たとえば、図5(A)の例では図5(B)に符号53で示す範囲での動作が行われ、図6(A)の例では図6(B)に符号53'で示す範囲での動作が行われる。

20

【0061】

<本実施形態の有利な効果>

本実施形態によれば、スマートフォン110からロボット100の可動部(頭部)の動作を指示する際に、スマートフォン110がロボット100の可動部の状態を把握していなくても、原点(初期位置)を基準とした動作指示により適切な動作が可能である。具体的には、ユーザへの追従処理が行われており、頭部20の向きが初期位置(原点)からずれている場合に、原点を基準とした制御ではなく、追従動作に応じて決定される仮原点を基準として動作が行われるため動作が適切なものとなる。

【0062】

また、追従処理による移動後の可動部(頭部)の位置を単純に仮原点に設定するのではなく、可動部の可動範囲と想定される動作を考慮して仮原点を設定しているので、スマートフォン110から指示される動作を行った時に、可動範囲を超えることがない。この場合、頭部の現在位置を基準とした動作とは異なる動作が行われることになるが、可動範囲を超えて制御しようとするよりはスマートフォン110からの指示に従った動作が行われることになる。

30

【0063】

また、本実施形態においては、原点を置き換えるのではなく、原点は維持したまま仮原点を設定しているので、仮原点が設定されている間も原点を基準とする処理も実行可能であり、また、原点の再設定も容易である。

【0064】

<第1の実施形態の変形例>

上記の説明では、スマートフォン110から指示される想定動作が1つのみの場合を例に説明したが、想定動作が複数ある場合にも適用できることは容易に理解できるであろう。例えば、複数の想定動作の動作範囲を全て含む範囲を用いて上記と同様の処理を行うことで対応できる。あるいは、想定動作が複数ある場合には、想定動作ごとに仮原点を設定してもよい。この場合、ロボット100は動作指示を受け取った場合に、指示されている動作がどの想定動作に該当するかを判断し、対応する仮原点を使用すればよい。

40

【0065】

上記の説明では、1つの軸回りの動作のみを対象として説明したが、複数の軸回りの動作についても同様に処理をすることができる。また、回転動作に限られず直線動作につい

50

ても同様に処理することができる。

【0066】

上記の説明では、話者追従機能および顔追従機能のオンオフをステップS304、S314において明示的に指示しているが、動作指示に基づいて可動部が移動されているときに自動的に追従機能をオフにするようにしてもよい。例えば、動作指示実行部108によって動作指示に従った可動部の動作が開始されると、これを話者追従部103および顔追従部105が検知して追従機能をオフにするように構成すればよい。また、話者追従部103および顔追従部105は、動作指示に従った可動部の動作が所定時間（例えば500ミリ秒）以上行われていないことを検知した場合に追従機能をオンにするように構成してもよい。

10

【0067】

また、スマートフォン110からの動作指示の全てを仮原点を基準として実行する必要はない。スマートフォン110からロボット100に送信する動作指示に、原点を基準として実行すべきか仮原点を基準として実行すべきかを表す情報（フラグやメッセージ種別など）を含めて、ロボット100はこの情報に応じて処理を切り替えてもよい。

【0068】

<第2の実施形態>

本実施形態は、第1の実施形態と基本的に同様の構成を有し同様の処理を行うが、仮原点設定処理のタイミングが第1の実施形態と異なる。第1の実施形態では、追従動作によって頭部20（可動部）を移動させた際に仮原点を設定しているが、本実施形態ではスマートフォン110からの動作指示を取得した後に仮原点を設定する。

20

【0069】

本実施形態における追従処理は、第1の実施形態（図4（A））基本的に同様であるが、ステップS106およびS110の処理が行われないう点が異なる。したがって、詳しい説明は省略する。

【0070】

図8は、本実施形態における動作指示受領時の処理を説明するフローチャートである。第1の実施形態とその相違は、動作指示の取得後かつ追従制御をオフにした後（ステップS302 - S304の後）に、仮原点設定処理S106が設けられている点である。仮原点設定処理S106自体は、第1の実施形態と同様であり、図4（B）に示すとおりである。

30

【0071】

本実施形態においても、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。本実施形態は、スマートフォン110から指示される想定動作が複数ある時に、第1の実施形態よりも次の点で有利である。

【0072】

第1の実施形態において複数の動作の全体的な動作範囲を用いて仮原点を設定する手法と比較すると、現在位置を基準として指定された動作が可能であるにもかかわらず、現在位置とは異なる仮原点を基準として動作されてしまうことを抑制できる。したがって、動作指示によって指示されている動作を、より忠実に実行できる。

40

【0073】

第1の実施形態において複数の動作ごとに仮原点を設定する手法と比較すると、本実施形態では複数の仮原点を算出・記憶する必要がない点で有利である。

【0074】

<変形例>

上記の実施形態および変形例の構成は、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で、適宜組み合わせ利用することができる。また、本発明は、その技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更を加えて実現しても構わない。

【0075】

上記の説明では、ユーザに追従する可動部が頭部であるが、可動部は必ずしも頭部であ

50

る必要はなく、手や足あるいはその他の任意の部位であってよい。また、ロボット100は人型である必要はなく形状は特に限定されない。たとえば、ロボット100は、動物や機械を模したロボットであってもよい。

【0076】

ロボット100に対して指示を送信する装置はスマートフォンである必要はなく、任意のコンピュータであってよい。例えば、ノート型コンピュータやタブレット型コンピュータなどであってもよい。

【0077】

音声対話システムは、上記の実施形態のようにロボット、スマートフォン、音声認識サーバ、対話サーバなどにより構成する必要は無い。上記の機能が実現できれば、システム全体をどのように構成してもよい。例えば、全ての機能を1つの装置で実行してもよい。あるいは、上記実施形態において1つの装置で実施している機能を複数の装置で分担して実行してもよい。また、各機能は上述の装置で実行する必要は無い。例えば、スマートフォンで実行している処理の一部をロボットにおいて実行するように構成してもかまわない。

10

【0078】

上記の説明は、ロボット100の可動部の追従処理により動作がスマートフォン110に通知されないことを前提としている。しかしながら、追従処理による可動部の状態がスマートフォン110に通知されてもかまわない。このような場合であっても、本発明の手法を用いることで、スマートフォン110がロボット100の可動部の状態を気にすることなく可動部を適切に制御できるという効果が得られる。

20

【符号の説明】

【0079】

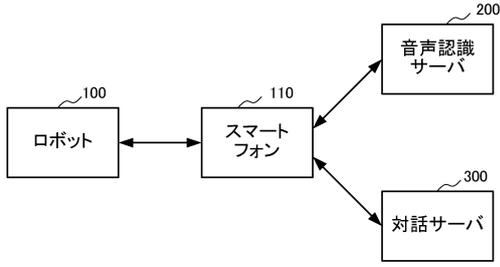
100：ロボット

110：スマートフォン

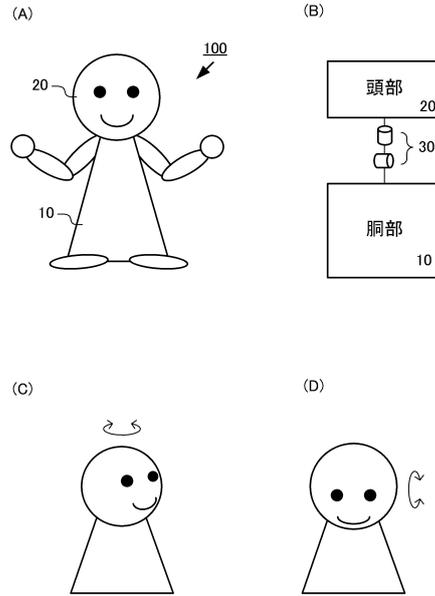
200：音声認識サーバ

300：対話サーバ

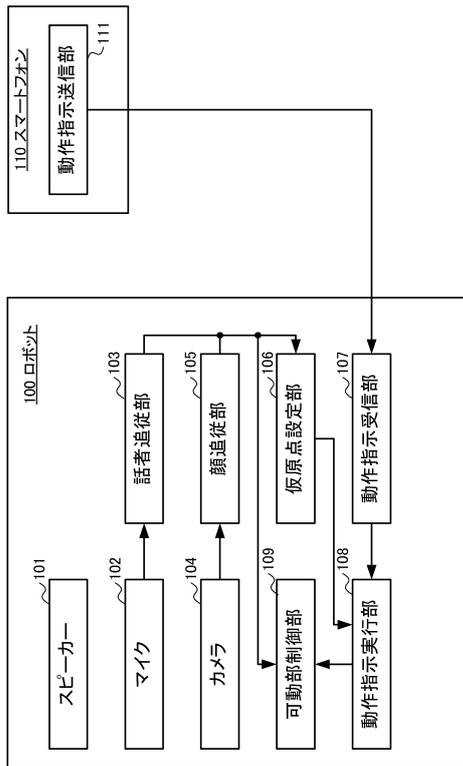
【図1】



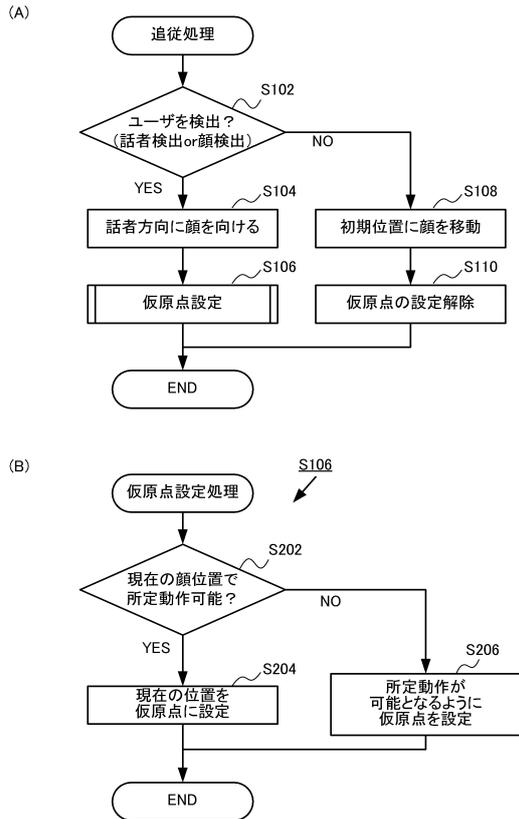
【図2】



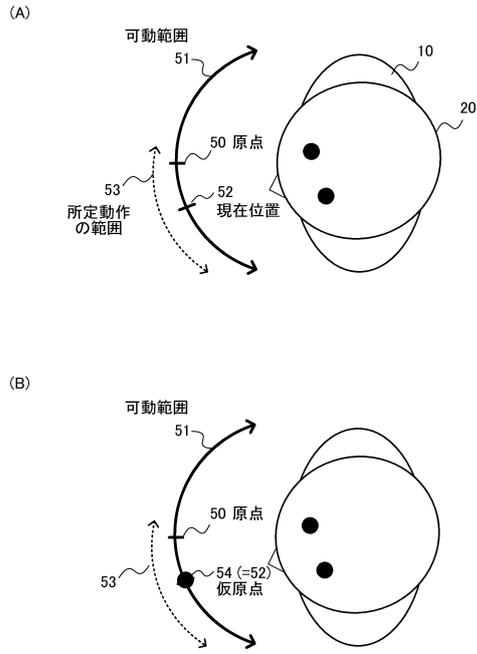
【図3】



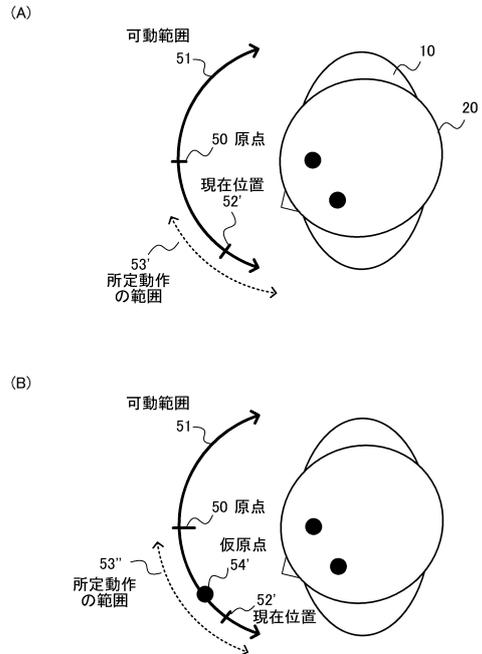
【図4】



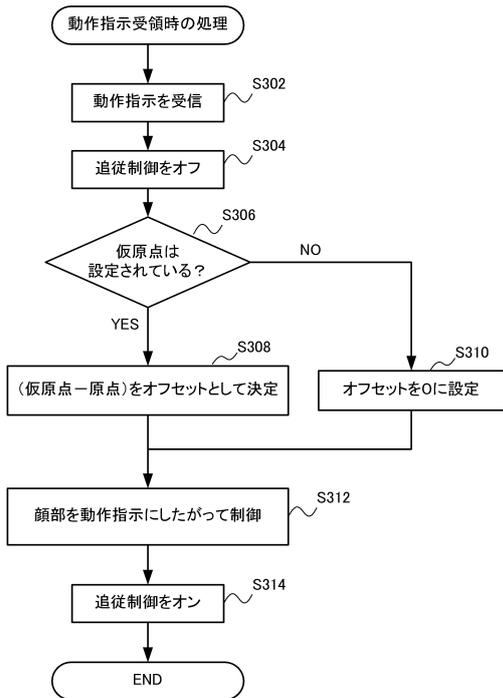
【図5】



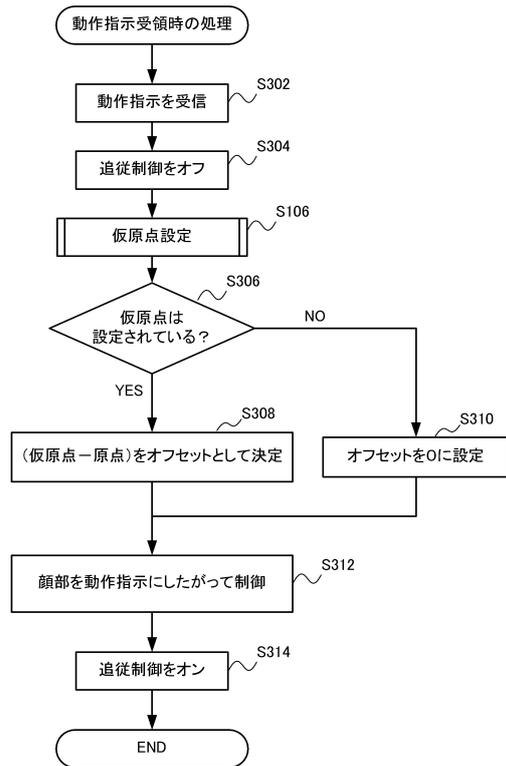
【図6】



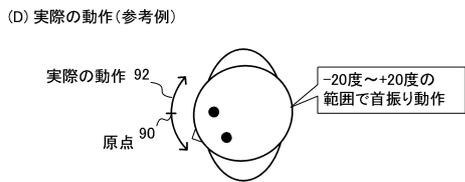
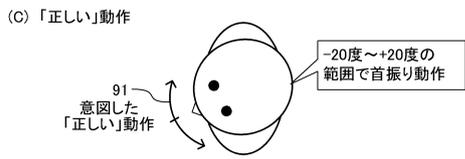
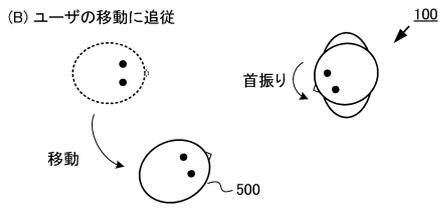
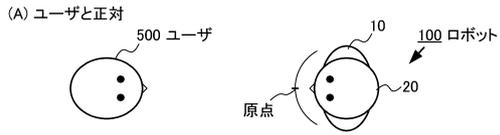
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (74)代理人 100138357
弁理士 矢澤 広伸
- (74)代理人 100176201
弁理士 小久保 篤史
- (72)発明者 坂本 快矢統
東京都港区赤坂6丁目6番20号 株式会社トヨタIT開発センター内
- (72)発明者 池野 篤司
東京都港区赤坂6丁目6番20号 株式会社トヨタIT開発センター内
- (72)発明者 花田 雅亮
東京都港区芝5-37-8 バンダイナムコ未来研究所内
- (72)発明者 石黒 赳彦
東京都港区芝5-37-8 バンダイナムコ未来研究所内
- (72)発明者 谷山 昌幸
東京都江東区永代二丁目37番25号 株式会社バンダイナムコスタジオ内
- (72)発明者 西島 敏文
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 刀根川 浩巳
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 梅山 倫秀
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 佐々木 悟
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 藤井 浩介

- (56)参考文献 特開2012-040655(JP,A)
特開2003-266351(JP,A)
特開2016-068197(JP,A)
特開2008-087140(JP,A)
特開2003-305669(JP,A)
特開2012-040679(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02
G05D 1/00 - 1/12
A63H 1/00 - 37/00