

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5607012号
(P5607012)

(45) 発行日 平成26年10月15日(2014.10.15)

(24) 登録日 平成26年9月5日(2014.9.5)

(51) Int.Cl.		F I	
G09B 21/04	(2006.01)	G09B 21/04	
G09B 21/00	(2006.01)	G09B 21/00	F
B25J 5/00	(2006.01)	B25J 5/00	F

請求項の数 9 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-242895 (P2011-242895)	(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成23年11月4日(2011.11.4)	(74) 代理人	100064414 弁理士 磯野 道造
(65) 公開番号	特開2013-97339 (P2013-97339A)	(74) 代理人	100111545 弁理士 多田 悦夫
(43) 公開日	平成25年5月20日(2013.5.20)	(72) 発明者	椎名 あす香 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
審査請求日	平成25年11月27日(2013.11.27)	(72) 発明者	長嶋 祐二 東京都八王子市富士見町27-15
		審査官	▲高▼橋 祐介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手話動作生成装置及び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】

ロボットのパーツである胴体部と、この胴体部にそれぞれ連結された頭部と、複数の腕部および脚部と、制御部とを備えたロボットの手話に用いる単語毎の手話動作を繋げることで単語列毎の手話動作を生成する手話動作生成装置であって、

前記ロボットが単語単位では手話のために用いる部位間で干渉が生じないように予め作成された手話動作データを当該手話動作の意味する単語と対応付けて格納した単語データベースを記憶する記憶手段と、

前記単語列を入力する単語列入力手段と、

前記入力された単語列において連続した2つの単語からなる単語ペアについて前記単語データベースから手話動作データをそれぞれ抽出し、前記抽出した手話動作データに基づいて、当該単語ペアのうちの前単語を意味する手話動作の終点の位置と、後単語を意味する手話動作の始点の位置と、を結ぶ軌道を単語ペア毎に生成する軌道生成手段と、

前記生成した各軌道において前記ロボットが手話のために用いる部位間の距離が予め定められた許容範囲を満たさない場合、当該部位間で干渉が生じると判定する干渉判定手段と、

前記ロボットの部位間に干渉が生じないように前記入力された単語列に対して生成された各軌道を介して単語毎の手話動作を繋げる動作連結手段と、

前記単語ペアについて生成した軌道において前記ロボットのいずれかの部位間に干渉が生じると判定された場合、前記許容範囲を満たすように、かつ、手話動作としての単語ペ

10

20

アにおいて前単語の意味および後単語の意味を維持可能なものとして予め定められた所定の閾値範囲を満たすように、当該単語ペアの手話動作としての位置座標または速度を調整する動作調整手段と、

を備えることを特徴とする手話動作生成装置。

【請求項 2】

前記動作調整手段は、

前記所定の閾値範囲として、予め定められた位置座標または速度のシフト量の閾値範囲、またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数の閾値範囲を用いて、位置座標または速度を調整することを特徴とする請求項 1 に記載の手話動作生成装置。

【請求項 3】

前記動作調整手段は、

単語ペアにおいて干渉が生じる場合、当該単語ペアの前単語を意味する手話動作の終点の位置座標のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整する終点座標設定手段を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の手話動作生成装置。

【請求項 4】

前記動作調整手段は、

前記終点座標設定手段による前記終点の位置座標のシフトにも関わらず当該単語ペアにおいて干渉が生じる場合、前記終点の位置座標のシフトを無効化して元の位置座標に戻し、当該単語ペアの前単語の終点と後単語の始点との間を中継する経路点の位置座標のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整する経路点設定手段を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の手話動作生成装置。

【請求項 5】

前記動作調整手段は、

前記経路点設定手段による前記経路点の位置座標のシフトにも関わらず当該単語ペアにおいて干渉が生じる場合、前記経路点の位置座標のシフトを無効化して元の位置座標に戻し、当該単語ペアの後単語を意味する手話動作の速度のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整するタイミング変更手段を備えることを特徴とする請求項 4 に記載の手話動作生成装置。

【請求項 6】

前記終点座標設定手段は、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアの前単語について計算した結果が当該単語ペアの前単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、前単語を意味する手話動作の終点の位置座標をシフトすることを特徴とする請求項 3 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の手話動作生成装置。

【請求項 7】

前記経路点設定手段は、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアについて計算した結果が当該単語ペアの前単語および後単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、前記経路点の位置座標をシフトすることを特徴とする請求項 4 ないし請求項 6 のいずれか一項に記載の手話動作生成装置。

【請求項 8】

前記タイミング変更手段は、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアの後単語について計算した結果が当該単語ペアの後単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、後単語を意味する手話動作の速度を変更することを特徴とする請求項 5 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の手話動作生成装置。

【請求項 9】

ロボットのパーツである胴体部と、この胴体部にそれぞれ連結された頭部と、複数の腕部および脚部と、制御部とを備えるコミュニケーションロボットであって、

前記制御部は、

10

20

30

40

50

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか一項に記載の手話動作生成装置と、
表出する手話動作を決定して前記決定された手話動作を表す単語列を前記手話動作生成装置に入力する動作決定部と、

前記手話動作生成装置で生成された単語列毎の手話動作に基づいて、前記入力された単語列を意味する手話動作を実行する動作実行部と、
を備えることを特徴とするコミュニケーションロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットを用いて手話を行う技術に係り、特に、ロボットの手話に用いる単語毎の手話動作を繋げた手話動作を生成する手話動作生成装置及びこれを備えたコミュニケーションロボットに関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、人とのコミュニケーションを意図したコミュニケーションロボットを用いて手話を行う技術が特許文献 1 に記載されている。ただし、特許文献 1 に記載されたコミュニケーションロボットは、画面表示されたアニメーションであって、実物のロボットではない。そのため、実際のロボットで手話を行う場合に必要となる、両腕に対応したアームの軌道生成や例えば軸周りの回転等の動作生成については特許文献 1 には開示されていない。実際のロボットにおいてアームが他の部材等に衝突する場合、ロボットのパーツの劣化や故障の原因になる。以下、アームが他の部材等に接触せずとも障害になる等の好ましくない状態になることや、接触や衝突を総称して干渉と呼ぶ。

20

【0003】

アームが干渉しないための技術は産業用ロボットの分野では種々知られている。すなわち、工場等の作業場で用いられている種々の作業ロボットのアームの軌道生成技術は多く開示されている（例えば、特許文献 2 参照）。これら作業ロボットのアームの軌道生成技術は、アームの先端の把持部（ハンド）とワークとの位置関係を考慮して作業を行うことを前提とした軌道生成技術である。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特許第 3 2 3 5 6 2 2 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 1 - 1 1 5 8 7 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、作業ロボットのアームの軌道生成技術は、ハンドとワークとの位置関係を考慮して作業を行うことを前提としているため、これをそのまま適用して手話を行うと、伝達したい内容とは異なる意味を生成してしまう場合がある。それは、手話の場合、手の向きや姿勢によって、伝わる内容が変わるので、アームの干渉が起これば軌道をどのように変えてもよいというわけにはいかないという制限があるからである。

40

【0006】

また、手話翻訳された 1 つの単語（手話単語）の動きをアームの干渉が生じないように予め決定することは比較的容易であるが、手話で伝えたい内容は、複数の単語で表現することが一般的である。しかしながら、手話単語と手話単語とを単純につなげる“わたり”といわれる軌道においてアームの干渉が生じる場合、当該 2 つの単語の組み合わせで表す手話動作を実行することが困難であり、その結果、ロボットによる手話の表現が制限されてしまうという問題がある。

【0007】

そこで、本発明では、前記した問題を解決し、ロボットによる手話として採用できる単

50

語の組み合わせを増大させることができる手話動作生成装置及びコミュニケーションロボットを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために、本発明に係る手話動作生成装置は、ロボットのパーツである胴体部と、この胴体部にそれぞれ連結された頭部と、複数の腕部および脚部と、制御部とを備えたロボットの手話に用いる単語毎の手話動作を繋げることで単語列毎の手話動作を生成する手話動作生成装置であって、前記ロボットが単語単位では手話のために用いる部位間で干渉が生じないように予め作成された手話動作データを当該手話動作の意味する単語と対応付けて格納した手話単語データベースを記憶する記憶手段と、前記単語列を入力する単語列入力手段と、前記入力された単語列において連続した2つの単語からなる単語ペアについて前記手話単語データベースから手話動作データをそれぞれ抽出し、前記抽出した手話動作データに基づいて、当該単語ペアのうちの前単語を意味する手話動作の終点の位置と、後単語を意味する手話動作の始点の位置と、を結ぶ軌道を単語ペア毎に生成する軌道生成手段と、前記生成した各軌道において前記ロボットが手話のために用いる部位間の距離が予め定められた許容範囲を満たさない場合、当該部位間で干渉が生じると判定する干渉判定手段と、前記ロボットの部位間に干渉が生じないように前記入力された単語列に対して生成された各軌道を介して単語毎の手話動作を繋げる動作連結手段と、前記単語ペアについて生成した軌道において前記ロボットのいずれかの部位間に干渉が生じると判定された場合、前記許容範囲を満たすように、かつ、手話動作としての単語ペアにおいて前単語の意味および後単語の意味を維持可能なものとして予め定められた所定の閾値範囲を満たすように、当該単語ペアの手話動作としての位置座標または速度を調整する動作調整手段と、を備えることを特徴とする。

【0009】

かかる構成によれば、手話動作生成装置は、入力された単語列において連続した2つの単語からなる単語ペア毎に生成する軌道においてロボットが手話のために用いる部位間で干渉が生じるか否かを順次判定する。そして、手話動作生成装置は、ロボットの部位間に干渉が生じないように生成された各軌道を介して単語毎の手話動作を繋げることで、単語列毎の手話動作を生成する。そして、手話動作生成装置は、干渉が生じると判定された場合、許容範囲を満たして干渉が生じないように、かつ、当該単語ペアの各単語の意味を維持しながら、当該単語ペアの手話動作としての位置座標または速度を、予め定められた所定の閾値範囲内で調整する。

【0010】

また、本発明に係る手話動作生成装置は、前記動作調整手段が、前記所定の閾値範囲として、予め定められた位置座標または速度のシフト量の閾値範囲、またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数の閾値範囲を用いて、位置座標または速度を調整することが好ましい。

【0011】

また、本発明に係る手話動作生成装置は、前記動作調整手段が、単語ペアにおいて干渉が生じる場合、当該単語ペアの前単語を意味する手話動作の終点の位置座標のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整する終点座標設定手段を備えることが好ましい。

【0012】

かかる構成によれば、手話動作生成装置は、単語ペアにおいて干渉が生じる場合、当該単語ペアの前単語を意味する手話動作の終点の位置座標をシフトすることで、干渉が生じないようにすることができる。また、前単語の手話動作を見る人は、当該前単語の手話の始点から終点に近づくにつれて徐々に意味を視認していくので、終点が僅かにシフトしても、変更した手話動作にて前単語の意味するところを誤解しにくい。また、後単語の動作についてはなんら変更していないため前単語および後単語のそれぞれの意味を維持できる。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る手話動作生成装置は、前記動作調整手段が、前記終点座標設定手段による前記終点の位置座標のシフトにも関わらず当該単語ペアにおいて干渉が生じる場合、前記終点の位置座標のシフトを無効化して元の位置座標に戻し、当該単語ペアの前単語の終点と後単語の始点との間を中継する経路点の位置座標のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整する経路点設定手段を備えることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

かかる構成によれば、手話動作生成装置は、単語ペアにおいて干渉が生じる場合、当該単語ペアの各単語をつなぐ、わたりにおいて軌道を修正することで干渉が生じないようにすることができる。また、当該単語ペアの各単語の動作に変更を加えないので、手話動作を見る人は、前単語および後単語の意味するところを誤解しにくい。

10

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る手話動作生成装置は、前記動作調整手段が、前記経路点設定手段による前記経路点の位置座標のシフトにも関わらず当該単語ペアにおいて干渉が生じる場合、前記経路点の位置座標のシフトを無効化して元の位置座標に戻し、当該単語ペアの後単語を意味する手話動作の速度のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整するタイミング変更手段を備えることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

かかる構成によれば、手話動作生成装置は、単語ペアにおいて干渉が生じる場合、当該単語ペアの後単語を意味する手話動作の速度を変更することで、干渉が生じないようにすることができる。また、当該後単語の手話の始点から終点までの間に手先が動く方向や手の形については変更しないので、後単語の手話動作を見る人は、後単語の意味するところを誤解しにくい。また、前単語の動作についてはなんら変更していないため前単語および後単語のそれぞれの意味を維持できる。

20

【 0 0 1 7 】

また、本発明に係る手話動作生成装置は、前記終点座標設定手段が、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアの前単語について計算した結果が当該単語ペアの前単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、前単語を意味する手話動作の終点の位置座標をシフトすることが好ましい。

30

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係る手話動作生成装置は、前記経路点設定手段が、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアについて計算した結果が当該単語ペアの前単語および後単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、前記経路点の位置座標をシフトすることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、本発明に係る手話動作生成装置は、前記タイミング変更手段が、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアの後単語について計算した結果が当該単語ペアの後単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、後単語を意味する手話動作の速度を変更することが好ましい。

40

【 0 0 2 0 】

かかる構成によれば、手話動作生成装置は、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を用いて、前単語、後単語または双方の意味を維持できるように干渉を回避するので、評価関数を予め設定しておくことによって、ロボットによる手話として採用できる単語の組み合わせとしてふさわしいか否かの基準を明確に定めることができる。

【 0 0 2 1 】

また、本発明に係るコミュニケーションロボットは、ロボットのパーツである胴体部と、この胴体部にそれぞれ連結された頭部と、複数の腕部および脚部と、制御部とを備えるコミュニケーションロボットであって、前記制御部が、前記手話動作生成装置と、表出す

50

る手話動作を決定して前記決定された手話動作を表す単語列を前記手話動作生成装置に入力する動作決定部と、前記手話動作生成装置で生成された単語列毎の手話動作に基づいて、前記入力された単語列を意味する手話動作を実行する動作実行部と、を備えることを特徴とする。

【0022】

かかる構成によれば、コミュニケーションロボットは、手話動作生成装置を備えており、腕部の干渉を回避しつつ意味が通じるように生成された単語列毎の手話動作に基づいて動作することで、干渉が発生せずに手話動作を行うことができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、ロボットによる手話として採用できる単語の組み合わせを増大させることができる。したがって、本発明の手話動作生成装置は単語列による一連の手話動作を数多く汎用的に生成することができる。そのため、本発明のコミュニケーションロボットは、数多くの手話を行うことによりスムーズにコミュニケーションを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の実施形態に係る手話動作生成装置を含むロボットの構成を模式的に示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態に係るロボットの外観を模式的に示す側面図である。

【図3】図2のロボットの駆動構造を模式的に示す斜視図である。

【図4】図1の手話動作生成装置の軌道生成手段にて並べる手話単語の単語データの概念図である。

【図5】図1の手話動作生成装置の終点座標設定手段にて前単語の単語データに設定する終点座標の概念図であって、(a)は設定前に並べた単語ペアの単語データ、(b)は設定後に並べた単語ペアの単語データ、(c)は設定後に単語ペアの後単語を置き換えた例を示している。

【図6】図1の手話動作生成装置の経由点設定手段にて単語データ間に設定する経由点の概念図であって、(a)は設定前に並べた単語ペアの単語データ、(b)は設定後に並べた単語ペアの単語データを示している。

【図7】図1の手話動作生成装置のタイミング変更手段にて後単語の単語データに設定する動作速度の概念図であって、(a)は設定前に並べた単語ペアの単語データ、(b)は設定後に並べた単語ペアの単語データを示している。

【図8】図1の手話動作生成装置による処理の流れの概略を示すフローチャートである。

【図9】図8の単語間動作調整処理を示すフローチャートである。

【図10】図9の単語間動作調整処理の続きを示すフローチャートである。

【図11】図10の単語間動作調整処理の続きを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本発明の手話動作生成装置およびコミュニケーションロボットを実施するための形態(以下「実施形態」という)について図面を参照して詳細に説明する。以下では、一例として、コミュニケーションロボットが手話動作生成装置を備えているものとする。

【0026】

[1. ロボットシステム]

図1に示すように、コミュニケーションロボット(以下、単にロボットRという)を含むロボットシステムは、ロボットRと、このロボットRと無線通信によって接続された無線基地局1と、この無線基地局1とロボット専用ネットワーク2を介して接続された管理用コンピュータ3とを備える。

【0027】

管理用コンピュータ3は、ロボットRを管理するものであり、無線基地局1、ロボット専用ネットワーク2を介してロボットRの移動や発話などの各種制御を行うと共に、ロボ

10

20

30

40

50

ットRに対して必要な情報を提供する。ここで、必要な情報とは、例えば、ロボットRの周辺の地図、発話データ、手話動作データなどがこれに相当し、これらの情報は、管理用コンピュータ3に設けられた記憶手段に記憶されている。ロボット専用ネットワーク2は、無線基地局1と、管理用コンピュータ3と、図示しない外部ネットワークとを接続するものであり、LANなどにより実現される。外部ネットワークには図示しない端末が接続されて管理用コンピュータ3に情報を登録したり登録内容を変更したりすることができる。

【0028】

[2 . ロボットの構成の概要]

本発明の実施形態に係るロボットの構成の模式図を図1に示し、その外観の模式図を図2に示す。ここでは、自律移動型の脚式の2足歩行ロボットであって、手話動作可能な人型ロボットを一例として説明する。ロボットRは、管理用コンピュータ3から入力された実行命令に従ってタスクとして手話動作を実行する。

【0029】

ロボットRは、図2に示すように、ロボットのパーツとして、脚部R1、胴体部R2、腕部R3、頭部R4、および制御装置搭載部R5を有しており、胴体部R2にそれぞれ接続された脚部R1、腕部R3、頭部R4は、それぞれアクチュエータにより駆動され、自律移動制御部130(図1参照)により2足歩行の制御がなされる。

【0030】

ロボットRは、脚部R1、胴体部R2、腕部R3、頭部R4、および制御装置搭載部R5に加えて、これら各部R1~R5の適所に、図1に示すように、例えば音声処理部110、無線通信部120、自律移動制御部130、主制御部(制御手段)140を有する。

【0031】

音声処理部110は、主制御部140からの発話指令に基づいてスピーカSに音声を出したり、図示しないマイクから入力された音声データから文字情報(テキストデータ)を生成して主制御部140に出したりするものである。なお、頭部R4の内部にはカメラが配設されており、カメラによって取り込んだ画像を図示しない画像処理部で処理することで、ロボットRは、周囲の障害物や人物の認識を行うことができる。

【0032】

無線通信部120は、管理用コンピュータ3とデータの送受信を行う通信装置である。無線通信部120は、例えば、携帯電話回線やPHS(Personal Handyphone System)回線などの公衆回線や、IEEE802.11b規格に準拠するワイヤレスLANなどの、近距離無線通信を選択して利用する。

【0033】

自律移動制御部130は、主制御部140の指示に従い脚部R1、胴体部R2、腕部R3および頭部R4を駆動するものである。この自律移動制御部130は、図示を省略するが、脚部R1の股関節、膝関節、足首関節を駆動させる足制御部、腕部R3の肩関節、肘関節、手首関節を駆動させる腕制御部、腕部R3の手の先の指関節を駆動させる手制御部、腕部R3に対して胴体部R2を水平方向に回転駆動させる腰制御部、頭部R4の首関節を駆動させる首制御部を有している。これら足制御部、腕制御部、手制御部、腰制御部および首制御部は、脚部R1、胴体部R2、腕部R3および頭部R4を駆動するアクチュエータに駆動信号を出力する。

【0034】

主制御部140は、音声処理部110、無線通信部120、自律移動制御部130を統括制御するものであり、種々の判断を行ったり、各部の動作のための指令を生成したりする。この主制御部140は、図示を省略するが、手話動作生成装置150以外に、ロボットRの各種タスクを実行するための機能をモジュール化した機能モジュール部を多数備えている。これら機能モジュール部によって、例えば、管理用コンピュータ3と通信を行うための制御、管理用コンピュータ3から取得したタスク実行命令に基づいて所定のタスクを実行するための制御、ロボットRが目的地に移動するための制御等を行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

本実施形態では主制御部 1 4 0 は、手話動作生成装置 1 5 0 を備え、手話動作生成装置 1 5 0 に記憶手段 1 6 0 を備えることとした。これら手話動作生成装置 1 5 0 および記憶手段 1 6 0 の詳細については後記する。なお、ロボット R は、記憶手段 1 6 0 以外に、例えば、一般的なハードディスク等から構成された図示しない主記憶部を備え、主記憶部には、管理用コンピュータ 3 から送信された必要な情報（ローカル地図データ、会話用データなど）を記憶し、主制御部 1 4 0 の各種動作を行うために必要な情報を記憶する。

【 0 0 3 6 】

[3 . ロボットの外観]

次に、本発明の実施形態に係るロボット R の外観について説明する。以下の説明において、ロボット R の前後方向に X 軸、左右方向に Y 軸、上下方向に Z 軸をとる（図 2 参照）。図 2 に示すように、ロボット R は、人間と同じように 2 本の脚部 R 1（1 本のみ図示）により起立、移動（歩行、走行など）し、胴体部 R 2、2 本の腕部 R 3（1 本のみ図示）および頭部 R 4 を備え、自律して移動する。また、ロボット R は、これら脚部 R 1、胴体部 R 2、腕部 R 3 および頭部 R 4 の動作を制御する制御装置搭載部 R 5 を背負う形で背中（胴体部 R 2 の後部）に備えている。

10

【 0 0 3 7 】

[4 . ロボットの駆動構造]

続いて、ロボット R の駆動構造について図 3 を参照して説明する。なお、図 3 における関節部は、当該関節部を駆動する電動モータにより示されている。

20

【 0 0 3 8 】

(脚部 R 1)

図 3 に示すように、左右それぞれの脚部 R 1 は、6 個の関節部 1 1 R (L) ~ 1 6 R (L) を備えている。左右 1 2 個の関節は、股部（脚部 R 1 と胴体部 R 2 との連結部分）の脚部回旋用（Z 軸まわり）の股関節部 1 1 R , 1 1 L（右側を R、左側を L とする。また、R, L を付さない場合もある。以下同じ。）、股部のピッチ軸（Y 軸）まわりの股関節部 1 2 R , 1 2 L、股部のロール軸（X 軸）まわりの股関節部 1 3 R , 1 3 L、膝部のピッチ軸（Y 軸）まわりの膝関節部 1 4 R , 1 4 L、足首のピッチ軸（Y 軸）まわりの足首関節部 1 5 R , 1 5 L、および、足首のロール軸（X 軸）まわりの足首関節部 1 6 R , 1 6 L から構成されている。そして、脚部 R 1 の下には足部 1 7 R , 1 7 L が取り付けられている。

30

【 0 0 3 9 】

すなわち、脚部 R 1 は、股関節部 1 1 R (L) , 1 2 R (L) , 1 3 R (L)、膝関節部 1 4 R (L) および足首関節部 1 5 R (L) , 1 6 R (L) を備えている。股関節部 1 1 R (L) ~ 1 3 R (L) と膝関節部 1 4 R (L) とは大腿リンク 5 1 R , 5 1 L で、膝関節部 1 4 R (L) と足首関節部 1 5 R (L) , 1 6 R (L) とは下腿リンク 5 2 R , 5 2 L で連結されている。

【 0 0 4 0 】

(胴体部 R 2)

図 3 に示すように、胴体部 R 2 は、ロボット R の基体部分であり、脚部 R 1、腕部 R 3 および頭部 R 4 と連結されている。すなわち、胴体部 R 2（上体リンク 5 3）は、股関節部 1 1 R (L) ~ 1 3 R (L) を介して脚部 R 1 と連結されている。また、胴体部 R 2 は、後記する肩関節部 3 1 R (L) ~ 3 3 R (L) を介して腕部 R 3 と連結されている。また、胴体部 R 2 は、後記する首関節部 4 1 , 4 2 を介して頭部 R 4 と連結されている。また、胴体部 R 2 は、上体回旋用（Z 軸まわり）の関節部 2 1 を備えている。

40

【 0 0 4 1 】

(腕部 R 3)

図 3 に示すように、左右それぞれの腕部 R 3 は、7 個の関節部 3 1 R (L) ~ 3 7 R (L) を備えている。左右 1 4 個の関節部は、肩部（腕部 R 3 と胴体部 R 2 との連結部分）のピッチ軸（Y 軸）まわりの肩関節部 3 1 R , 3 1 L、肩部のロール軸（X 軸）まわりの

50

肩関節部 3 2 R , 3 2 L、腕部回旋用 (Z 軸まわり) の肩関節部 3 3 R , 3 3 L、肘部のピッチ軸 (Y 軸) まわりの肘関節部 3 4 R , 3 4 L、手首回旋用 (Z 軸まわり) の腕関節部 3 5 R , 3 5 L、手首のピッチ軸 (Y 軸) まわりの手首関節部 3 6 R , 3 6 L、および手首のロール軸 (X 軸) まわりの手首関節部 3 7 R , 3 7 L から構成されている。そして、腕部 R 3 の先端には把持部 (ハンド) 7 1 R , 7 1 L が取り付けられている。

【 0 0 4 2 】

すなわち、腕部 R 3 は、肩関節部 3 1 R (L) , 3 2 R (L) , 3 3 R (L)、肘関節部 3 4 R (L)、腕関節部 3 5 R (L) および手首関節部 3 6 R (L) , 3 7 R (L) を備えている。肩関節部 3 1 R (L) ~ 3 3 R (L) と肘関節部 3 4 R (L) とは上腕リンク 5 4 R (L) で、肘関節部 3 4 R (L) と手首関節部 3 6 R (L) , 3 7 R (L) とは前腕リンク 5 5 R (L) で連結されている。

10

【 0 0 4 3 】

(頭部 R 4)

図 3 に示すように、頭部 R 4 は、首部 (頭部 R 4 と胴体部 R 2 との連結部分) の Y 軸まわりの首関節部 4 1 と、首部の Z 軸まわりの首関節部 4 2 と、を備えている。首関節部 4 1 は頭部 R 4 のチルト角を設定するためのものであり、首関節部 4 2 は頭部 R 4 のパン角を設定するためのものである。

【 0 0 4 4 】

このような構成により、左右の脚部 R 1 は合計 1 2 の自由度を与えられ、移動中に 1 2 個の関節部 1 1 R (L) ~ 1 6 R (L) を適宜な角度で駆動することで、脚部 R 1 に所望の動きを与えることができ、ロボット R が任意に 3 次元空間を移動することができる。また、左右の腕部 R 3 は合計 1 4 の自由度を与えられ、1 4 個の関節部 3 1 R (L) ~ 3 7 R (L) を適宜な角度で駆動することで、ロボット R が所望の作業を行うことができる。

20

【 0 0 4 5 】

また、足首関節部 1 5 R (L) , 1 6 R (L) と足部 1 7 R (L) との間には、公知の 6 軸力センサ 6 1 R (L) が設けられている。6 軸力センサ 6 1 R (L) は、床面からロボット R に作用する床反力の 3 方向成分 F_x , F_y , F_z と、モーメントの 3 方向成分 M_x , M_y , M_z と、を検出する。

【 0 0 4 6 】

また、手首関節部 3 6 R (L) , 3 7 R (L) と把持部 7 1 R (L) との間には、公知の 6 軸力センサ (移動検出手段) 6 2 R (L) が設けられている。6 軸力センサ 6 2 R (L) は、ロボット R の把持部 7 1 R (L) に作用する反力の 3 方向成分 F_x , F_y , F_z と、モーメントの 3 方向成分 M_x , M_y , M_z と、を検出する。

30

【 0 0 4 7 】

また、胴体部 R 2 には、傾斜センサ 6 3 が設けられている。傾斜センサ 6 3 は、胴体部 R 2 の重力軸 (Z 軸) に対する傾きと、その角速度と、を検出する。また、各関節部の電動モータは、その出力を減速・増力する減速機 (図示せず) を介して前記した大腿リンク 5 1 R (L)、下腿リンク 5 2 R (L) などとを相対変位させる。これら各関節部の角度は、関節角度検出手段 (例えば、ロータリエンコーダ) によって検出される。

【 0 0 4 8 】

制御装置搭載部 R 5 は、前記した無線通信部 1 2 0、自律移動制御部 1 3 0、主制御部 1 4 0、バッテリー (図示せず) などを収納している。各センサ 6 1 ~ 6 3 などの検出データは、制御装置搭載部 R 5 内の各制御部に送られる。また、各電動モータは、各制御部からの駆動指示信号により駆動される。

40

【 0 0 4 9 】

[5 . 主制御部の構成]

主制御部 1 4 0 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、入出力インタフェース等を備える。

本実施形態では、ロボット R による手話のための主な構成として、図 1 に示すように、

50

動作決定部 1 4 1 と、動作実行部 1 4 2 と、手話動作生成装置 1 5 0 とを備えている。

【 0 0 5 0 】

動作決定部 1 4 1 は、ロボット R にて表出する手話動作を決定して、この決定された手話動作を表す単語列を手話動作生成装置 1 5 0 に入力するものである。

本実施形態では、ロボット R が手話動作を実行するのと同様なタイミングで手話動作のデータを生成する運用ではなく、事前に手話動作を実行するためのデータを生成することとした。このため、動作決定部 1 4 1 は、手話動作のデータ生成時またはそれよりも前の時点で、表出する手話動作のために予め決定した手話翻訳（単語列）を、例えば無線基地局 1 から無線通信部 1 2 0 を介して取得し、図示しない主記憶部に格納する。

【 0 0 5 1 】

本実施形態では、動作決定部 1 4 1 は、手話動作を生成するための手話動作生成タスクを指示するコマンドを外部から受け付けたとき、または、この手話動作生成タスクを実行するための予め定められたスケジュールにしたがって、手話動作生成装置 1 5 0 に対して、事前に記憶していた手話翻訳（単語列）により手話動作を生成するように指示する。

また、動作決定部 1 4 1 は、手話動作実行時点では、例えば手話動作を行うことを示す手話タスクを指示するコマンドを外部から受け付けたとき、または、この指示タスクを実行するための予め定められたスケジュールにしたがって、決定された手話翻訳（単語列）を手話動作生成装置 1 5 0 に通知することで、当該手話翻訳に対して事前に生成された手話動作のデータを動作実行部 1 4 2 に出力するように指示する。

【 0 0 5 2 】

動作実行部 1 4 2 は、手話動作生成装置 1 5 0 で生成された単語列毎の手話動作に基づいて、動作決定部 1 4 1 で決定され入力された単語列を意味する手話動作を実行するものである。

動作実行部 1 4 2 は、手話動作に対応した各単語データ等としての関節角や目標位置等のデータを自律移動制御部 1 3 0 に出力し、手話動作の実行を自律移動制御部 1 3 0 に指示する。自律移動制御部 1 3 0 が手話動作の関節角データ等を解釈し、腕部 R 3 等を駆動するための駆動部（アクチュエータ）の電動モータを動かすモータ駆動信号を生成する。これにより、ロボット R は、手話動作を実行する。

動作実行部 1 4 2 は、ロボット R が手話と同時に手話の意味を発話する場合に、手話動作に対応した各単語データ等を自律移動制御部 1 3 0 に出力する際に、手話動作と発話音声とを同期させるための指示信号を音声処理部 1 1 0 に出力する。

【 0 0 5 3 】

[6 . 手話動作生成装置]

手話動作生成装置 1 5 0 は、ロボット R の手話に用いる単語毎の手話動作を繋げることで単語列毎の手話動作を生成するものである。この手話動作生成装置 1 5 0 は、図 1 に示すように、単語列入力手段 1 5 1 と、軌道生成手段 1 5 2 と、干渉判定手段 1 5 3 と、動作連結手段 1 5 4 と、記憶手段 1 6 0 と、動作調整手段 1 7 0 と、を主に備える。

【 0 0 5 4 】

単語列入力手段 1 5 1 は、単語列を入力するものである。単語列は、コミュニケーションのために外部に提供する情報の内容を示す文章として予め並べられている。本実施形態では、単語列入力手段 1 5 1 は、動作決定部 1 4 1 から、事前に記憶している手話翻訳（単語列）により手話文章を作成する指示を受けたときに、図示しない主記憶部から手話翻訳（単語列）を読み出して軌道生成手段 1 5 2 に出力する。

【 0 0 5 5 】

軌道生成手段 1 5 2 は、単語列入力手段 1 5 1 から入力された単語列において連続した 2 つの単語からなる単語ペアについて手話単語データベース 1 6 1 から手話動作データをそれぞれ抽出する。軌道生成手段 1 5 2 は、単語ペアに対して抽出した手話動作データに基づいて、当該単語ペアのうちの前単語を意味する手話動作の終点の位置と、後単語を意味する手話動作の始点の位置と、を結ぶ軌道を単語ペア毎に生成する。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

ここで、軌道の生成方法は、特に限定されず、例えば線形補間、2次補間または3次補間等の一般的な内挿により、前単語を意味する手話動作の終点の位置と、後単語を意味する手話動作の始点の位置との2点間を滑らかにつなげればよい。

軌道生成手段152は、まず、単語間のわたりをつなぐ一般的な軌道を仮に生成する。この仮に生成した軌道にて干渉が生じる場合、生じないような軌道を生成(再生成)するので、最初に生成した軌道は、この意味で仮の軌道を示す。なお、仮の軌道にて干渉が生じない場合、この軌道がそのまま手話動作における単語間のわたりとして採用される。

【0057】

干渉判定手段153は、軌道生成手段152で生成した各軌道においてロボットRが手話のために用いる部位間の距離が予め定められた許容範囲を満たさない場合、当該部位間で干渉が生じると判定するものである。

10

干渉判定手段153は、干渉が生じると判定した場合、干渉を示すステータス信号を動作調整手段170に出力する。ステータス信号とは、後記する動作調整手段170において、干渉を示すステータス信号に基づいて動作の調整を行う際に用いられるものである。本実施形態の場合、このステータス信号には、ロボットRのどの部位とどの部位との間に干渉が生じるかを示すデータ(干渉部位情報)と、干渉の程度を示すデータ(距離閾値との差分情報)と、干渉が生じている区間(干渉時間情報)とが含まれている。

【0058】

ここで、干渉とは、腕部R3が他の部位に接触した状態や衝突した事象を指すだけではない。接触せずとも予め定められた距離よりも近づく状態に達したときに干渉が生じたと思見なす。アームの干渉判定は、公知の一般的な干渉判定方法を用いることができる。例えば、ロボットRの関節の間に配置されたリンク(アーム)等を円筒(シリンダー)とみなして円筒の中心軸間距離が許容値を下回って円筒がめり込んだときに干渉が生じたことを検知するモデルを採用することができる。

20

【0059】

また、部位間の干渉とは、手話動作なので腕部R3を含み、具体的には、右の腕部R3(R)と左の腕部R3(L)との干渉、腕部R3と頭部R4との干渉、腕部R3と胴体部R2との干渉、腕部R3と脚部R1との干渉を含む。腕部R3の干渉とは、例えば肩部、上腕部、腕部、前腕部、手首部、把持部(ハンド)、手の先の指部といった人体のように区分した場合の部位と他の部位との干渉を意味する。頭部R4の干渉とは、例えば首部を含み人体のように区分した場合の部位と腕部R3との干渉を意味する。胴体部R2との干渉とは、例えば腰部を含み人体のように区分した場合の部位と腕部R3との干渉を意味する。脚部R1との干渉とは、例えば大腿部や膝部を含み人体のように区分した場合の部位と腕部R3との干渉を意味する。

30

【0060】

動作連結手段154は、入力された単語列に対して生成された各軌道を介して単語毎の手話動作を繋げるものである。動作連結手段154は、ロボットRの部位間に干渉が生じないように生成された各軌道を介して単語毎の手話動作を繋げる。ロボットRの部位間に干渉が生じると判定された場合、動作連結手段154は、後記する動作調整手段170による動作調整後に生成された各軌道を介して単語毎の手話動作を繋げる。これらにより単語列毎の手話動作を生成することができる。動作連結手段154は、連結により生成した手話動作のデータを図示しない主記憶部に格納する。例えば前記した手話タスクをロボットRが実行するとき(手話動作実行時)には、動作連結手段154は、この事前に生成された手話動作のデータを読み出して動作実行部142に出力する。

40

【0061】

記憶手段160は、例えば、一般的なハードディスク等から構成され、手話単語データベースを格納している。

手話単語データベース161は、ロボットが単語単位では手話のために用いる部位間で干渉が生じないように予め作成された手話動作データを当該手話動作の意味する単語と対応付けて格納したものである。

50

【 0 0 6 2 】

手話動作データとは、手話以外のロボット動作においてロボット R に所望の姿勢をとらせるために通常用いられているロボット動作データであり、ここでは手話に関係するため、手話動作データと表記した。なお、ロボット動作データには、ロボット R の各部 R 1 ~ R 4 におけるそれぞれの関節の関節角についての時刻毎のパラメータ値の集合や、動作開始座標、動作終点座標（目標位置）等を含む。

【 0 0 6 3 】

以下では、手話単語の意味する所定期間の動作を行うための手話動作データのことを単語データと呼ぶ。ここで、単語データについて図 4 の概念図を参照して説明する。

図 4 では、一例として、口語の「私は手話ができます」という文章を手話翻訳した単語列として、「私」「手話」「できる」「です」「ホーム帰り」に対応した 5 つの単語データ 4 0 1 , 4 0 2 , 4 0 3 , 4 0 4 , 4 0 5 を示している。

なお、「ホーム帰り」とは、ホームという元の基本姿勢に戻る動作を意味する。

これらの例では、各単語データを水平方向の帯状データとして模式的に示す。なお、各単語データの水平方向は手話の動きに伴う時間経過を示している。

【 0 0 6 4 】

単語データ 4 0 1 は、図示するように前半の準備部 4 0 1 a と、後半の動作部 4 0 1 b とに分かれている。準備部 4 0 1 a と動作部 4 0 1 b とは便宜的に区別したものである。

同様に単語データ 4 0 2 は、準備部 4 0 2 a と動作部 4 0 2 b とに分かれている。

また、単語データ 4 0 3 は、準備部 4 0 3 a と動作部 4 0 3 b とに分かれている。

さらに、単語データ 4 0 4 は、準備部 4 0 4 a と動作部 4 0 4 b とに分かれている。

【 0 0 6 5 】

ここで、単語データの動作部とは、この単語データに基づいて手話動作をした場合に、その手話を見ている人が単語の意味を視認できるような動きをするためのロボット動作データを示す。

また、この場合、単語データの準備部とは、単語そのものの意味を直接表しているわけではなく、準備としてのなんらかの動きをするためのロボット動作データを示す。

【 0 0 6 6 】

例えば、手話の開始時刻の特徴点の位置を、「両手を水平方向に最大限に広げた状態」の両手先の位置とした場合を想定する。この場合、手話動作として、両手先の位置の距離が「いまだ最大限には達していない状態 (P 1) 」 「最大限に達した状態 (P 2) 」 「最大限ではなくなった状態 (P 3) 」という状態遷移を人が視認したときに、手話で伝えたい意味を意図する単語の動きを開始した時点は、状態 (P 2) の時点であったと解釈できる。この場合、状態 (P 1) から状態 (P 2) までの動作に対応したデータが単語データの準備部に記載される。

【 0 0 6 7 】

例えば両腕を動かす手話の場合、単語データの準備部には、両腕の手話動作開始点の位置として、両手を水平方向に最大限に広げたときの手先の位置座標といった位置データや、何秒後にその位置座標に到達すればよいかといった時間データが部位毎に含まれている。なお、この例では、状態 (P 2) 以降の動作に対応したロボット動作データは単語データの動作部に記載される。

【 0 0 6 8 】

また、図 4 では、それぞれの単語データ間に、わたり 4 1 1 , 4 1 2 , 4 1 3 , 4 1 4 が設定されていることを便宜的に示している。実際には、わたり 4 1 1 , 4 1 2 , 4 1 3 , 4 1 4 は、前単語の意味を伝える手話動作と、後単語の意味を伝える手話動作との間をつなぐ、意味のない動作であって、本実施形態においては、軌道生成手段 1 5 2 が、前の単語データと、後の単語データとの間に生成する軌道に相当する。

図 1 に戻って手話動作生成装置 1 5 0 の構成の説明を続ける。

【 0 0 6 9 】

[7 . 動作調整手段]

10

20

30

40

50

動作調整手段 170 は、干渉判定手段 153 にて単語ペアについて生成した軌道においてロボット R のいずれかの部位間に干渉が生じると判定された場合、当該単語ペアの手話動作としての位置座標または速度を調整するものである。この動作調整手段 170 は、干渉判定手段 153 にて判定に用いる部位間の距離の許容範囲を満たすように手話動作を調整すると共に、予め定められた所定の閾値範囲を満たすように手話動作を調整する。ここで、所定の閾値範囲は、手話動作としての単語ペアにおいて前単語の意味および後単語の意味を維持可能なものとなるように定められている。

本実施形態では、動作調整手段 170 は、前記所定の閾値範囲として、予め定められた位置座標または速度のシフト量の閾値範囲、またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数の閾値範囲を用いることとした。

10

この動作調整手段 170 は、単語ペアの手話動作としての位置座標または速度を調整した後、軌道生成手段 152 にフィードバックし、軌道生成手段 152 は、調整後のデータを用いて単語間の軌道を生成する。

【0070】

この動作調整手段 170 が行う位置座標または速度の調整を単語間動作調整処理と呼ぶ。単語間動作調整処理は、単語に対応した手話動作データの更新や、単語間のわたりに対応したデータの生成を行う処理を示す。

【0071】

本実施形態では、動作調整手段 170 は、単語間動作調整処理の方式として、後記する第 1 方式、第 2 方式、第 3 方式をそれぞれ行うために、図 1 に示すように、終点座標設定手段 171 と、経路点設定手段 172 と、タイミング変更手段 173 とを備えると共に、意味判定手段 174 と、話速調整手段 175 と、を備えることとした。

20

【0072】

(終点座標設定手段)

終点座標設定手段 171 は、単語ペアにおいて干渉が生じる場合、単語間動作調整処理の第 1 方式として、当該単語ペアの前単語を意味する手話動作の終点の位置座標のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整するものである。

終点座標設定手段 171 は、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアの前単語について計算した結果が当該単語ペアの前単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、前単語を意味する手話動作の終点の位置座標をシフトする。

30

【0073】

終点座標設定手段 171 の処理の結果、干渉が生じなくなり、単語の意味も維持可能であれば単語間動作調整処理の第 1 方式が成功し、動作調整手段 170 は、この情報を軌道生成手段 152 にフィードバックし、該当する単語間の軌道が確定する。この第 1 方式が成功しなかった場合、終点座標設定手段 171 は経路点設定手段 172 に処理を渡す。なお、本実施形態では、この成否の判定を後記する意味判定手段 174 で行うこととした。

【0074】

ここで、単語間動作調整処理の第 1 方式について図 5 の概念図を参照して説明する。

40

図 5 (a) に、図 4 の概念図と同様な形式で、干渉が生じる場合の単語ペアとして、2 つの単語データ 501, 502 を示している。単語データ間には、わたり 511 が設定されており、ここでロボット R の部位間の干渉が生じる。

単語データ 501 は、手話により“説明”を意味するロボット動作データであり、便宜的に準備部 501a と動作部 501b とに分かれている。

単語データ 502 は、手話により“時間”を意味するロボット動作データであり、便宜的に準備部 502a と動作部 502b とに分かれている。

つまり、この例では、単語ペアの前単語は“説明”であり、単語ペアの後単語は“時間”である。

【0075】

50

終点座標設定手段 171 は、前単語の“説明”を意味する手話動作の終点の位置座標をシフトするために、その単語データ 501 の動作部 501b の終点において、“説明”の手話動作を行う腕部 R3 の動作終点座標を変更する。

変更後の単語データ 501 を、図 5 (b) に示す。図 5 (b) に示す単語データ 501 は、便宜的に準備部 501a と動作部 501c と変更部 501d とに分かれている。動作部 501c と変更部 501d とを合わせたデータは、図 5 (a) に示す単語データ 501 の動作部 501b に対応している。なお、このとき、当然ながら、後単語の“時間”の単語データ 502 に変更はない。

【0076】

図 5 (b) では、終点座標設定手段 171 が単語データ 501 において変更した変更部 501d を誇張しており、実際には僅かな変更である。本実施形態では、後単語の“時間”に対して前単語の“説明”の単語データ 501 が更新されたとき、更新された前単語の“説明”を他の後単語に対して適用しても、手話を見ている人が違和感なく視認できる程度の僅かな変更とした。例えば、図 5 (c) に示すように、単語ペアの前単語として、変更後の単語データ 501 を用い、後単語として単語データ 503 を用いてもよい。ここで、単語データ 503 は、便宜的に準備部 503a と動作部 503b とに分かれており、わたり 512 は、わたり 511 とは異なっている。

【0077】

なお、変更を最小限にするために、終点座標設定手段 171 は、一方の腕部 R3 の動作終点座標を変更すればよい。本実施形態では、利き手（右手）の動作終点座標を優先的に変更することとした。具体的な処理の流れについては後記する。

【0078】

(経路点設定手段)

経路点設定手段 172 は、終点座標設定手段 171 による終点の位置座標のシフトにも関わらず当該単語ペアにおいて干渉が生じる場合に、単語間動作調整処理の第 2 方式として、当該単語ペアの前単語の終点と後単語の始点との間を中継する経路点の位置座標のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整するものである。

ここで、経路点設定手段 172 は、単語間動作調整処理の第 1 方式を無効化して元の位置座標に戻した後で、単語間動作調整処理の第 2 方式を実行する。

経路点設定手段 172 は、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアについて計算した結果が当該単語ペアの前単語および後単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、経路点の位置座標をシフトする。

【0079】

経路点設定手段 172 の処理の結果、干渉が生じなくなり、単語の意味も維持可能であれば単語間動作調整処理の第 2 方式が成功し、動作調整手段 170 は、この情報を軌道生成手段 152 にフィードバックし、該当する単語間の軌道が確定する。この第 2 方式が成功しなかった場合、経路点設定手段 172 はタイミング変更手段 173 に処理を渡す。なお、本実施形態では、この成否の判定を後記する意味判定手段 174 で行うこととした。

【0080】

ここで、単語間動作調整処理の第 2 方式について図 6 の概念図を参照して説明する。

図 6 (a) に、図 4 の概念図と同様な形式で、干渉が生じる場合の単語ペアとして、2 つの単語データ 601, 602 を示している。単語データ間には、わたり 611 が設定されており、ここでロボット R の部位間の干渉が生じる。

単語データ 601 は、手話により“つなげる”を意味するロボット動作データであり、便宜的に準備部 601a と動作部 601b とに分かれている。

単語データ 602 は、手話により“方法”を意味するロボット動作データであり、便宜的に準備部 602a と動作部 602b とに分かれている。

つまり、この例では、単語ペアの前単語は“つなげる”であり、単語ペアの後単語は“方法”である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

経路点設定手段 1 7 2 は、前単語の“ つなげる ”を意味する手話動作と、後単語の“ 方法 ”を意味する手話動作との間に軌道生成手段 1 5 2 が最初に生成した軌道（仮の軌道）を示すあたり 6 1 1 において、この仮の軌道における経路点をシフトする。言い換えれば、仮の軌道における経路点の代わりに、別の経路点を追加する。この経路点の追加を模式的に図 6（b）に示す。図 6（b）に示すように、単語データ 6 0 1，6 0 2 には変更はないが、あたり 6 1 1 が経路点 6 2 1 に置換されている。経路点設定手段 1 7 2 は、経路点 6 2 1 のデータを新たに生成する。

【 0 0 8 2 】

なお、変更を最小限にするために、経路点設定手段 1 7 2 は一方の腕部 R 3 について、前単語の動作終点座標と、後単語の動作始点座標と、の間に経路点を追加すればよい。本実施形態では、単語間に経路点として、利き手（右手）の動作において優先的に経路点を追加することとした。具体的な処理の流れについては後記する。

【 0 0 8 3 】

（タイミング変更手段）

タイミング変更手段 1 7 3 は、経路点設定手段 1 7 2 による経路点の位置座標のシフトにも関わらず当該単語ペアにおいて干渉が生じる場合に、単語間動作調整処理の第 3 方式として、当該単語ペアの後単語を意味する手話動作の速度のシフト量またはそのシフト量に基づいて算出される評価関数を予め定められた閾値範囲内で調整するものである。

ここで、タイミング変更手段 1 7 3 は、単語間動作調整処理の第 2 方式を無効化して元の位置座標に戻した後で、単語間動作調整処理の第 3 方式を実行する。

タイミング変更手段 1 7 3 は、手話動作における単語の意味の通じる程度に関する予め定められた評価関数を当該単語ペアの後単語について計算した結果が当該単語ペアの後単語の意味を維持可能な所定範囲の値になるように、後単語を意味する手話動作の速度を変更する。

【 0 0 8 4 】

タイミング変更手段 1 7 3 の処理の結果、干渉が生じなくなり、単語の意味も維持可能であれば単語間動作調整処理の第 3 方式が成功し、動作調整手段 1 7 0 は、この情報を軌道生成手段 1 5 2 にフィードバックし、該当する単語間の軌道が確定する。この第 3 方式が成功しなかった場合、タイミング変更手段 1 7 3 はエラーを記録し、処理を終了する。なお、本実施形態では、この成否の判定を後記する意味判定手段 1 7 4 で行うこととした。

【 0 0 8 5 】

ここで、単語間動作調整処理の第 3 方式について図 7 の概念図を参照して説明する。

図 7（a）に、図 4 の概念図と同様な形式で、干渉が生じる場合の単語ペアとして、2 つの単語データ 7 0 1，7 0 2 を示している。単語データ間には、あたり 7 1 1 が設定されており、ここでロボット R の部位間の干渉が生じる。

単語データ 7 0 1 は、手話により“ 集める ”を意味するロボット動作データであり、便宜的に準備部 7 0 1 a と動作部 7 0 1 b とに分かれている。

単語データ 7 0 2 は、手話により“ きれい ”を意味するロボット動作データであり、便宜的に準備部 7 0 2 a と動作部 7 0 2 b とに分かれている。

つまり、この例では、単語ペアの前単語は“ 集める ”であり、単語ペアの後単語は“ きれい ”である。

【 0 0 8 6 】

また、図 7（a）には、横軸に時間軸をとったグラフにより、あたり 7 1 1 で右の腕部 R 3（R）と左の腕部 R 3（L）とが干渉する様子を模式的に表している。このグラフでは、右の腕部 R 3（R）と左の腕部 R 3（L）とが単語データ 7 0 2 の例えば準備動作のある時刻（ t_0 ）からある本動作の開始時刻（ t_2 ）まで、同じタイミングで動作していたことを示す。つまり、棒グラフは、各腕部の準備動作期間を示している。

【 0 0 8 7 】

10

20

30

40

50

この場合に、本実施形態では、後単語の“きれい”を意味する手話動作の速度の変更を最小限にするために、タイミング変更手段173は、後単語の“きれい”の単語データ702の準備部702aに記載された時間データを調整することで、準備動作の速度を変更することとした。相対速度を変更できればよいので、利き手(右手)の動作において優先的に速度を変更することとした。

単語データ702の準備部702aに記載された時間データを調整することとは、後単語の“きれい”を意味する手話動作の軌道は同じであるが、部位毎に速度の異なった、同じ単語を追加登録することを意味する。よって、軌道生成手段152は、当該単語ペアについての後単語については、この追加登録された手話動作データを用いて、前単語の“集める”との軌道を再度生成する。

10

【0088】

この例では、“集める”の手話動作の終了時には、3次元空間上で両手の手先を近づけて両方の手の平が下方または胴体部R2側を向いてほぼ同じ高さに位置している。

また、“きれい”の手話動作の開始時には、左手の手先を前方に向けて手の平を上に向け、かつ、右手の手先を左方に向けて左手のやや上方で胴体部R2寄りの位置で手の平を下方に向ける必要がある。よって、わたりにおける干渉を回避するために、右の手の平を通常よりも早いタイミングで逃がす動きができるように、後単語の単語データの準備部における動作(準備動作)において、右の腕部R3(R)の速度を大きくして右手の動作を早く終わらせるようにした。

【0089】

20

図7(b)のグラフは、図7(a)と同様のグラフを表している。ここで、左右の手が、異なる速度、異なるタイミングで動作していることを分かり易く示すため、2つの棒グラフの始点を時刻(t0)に揃え、左の腕部R3(L)が時刻(t0)から時刻(t2)まで動き、かつ、右の腕部R3(R)が、時刻(t2)よりも短い時刻(t1)まで動くこととした。なお、具体的な処理の流れについては後記する。

【0090】

(意味判定手段)

意味判定手段174は、干渉判定手段153にて干渉があると判定した箇所について、終点座標設定手段171、経路点設定手段172またはタイミング変更手段173による動作調整処理によって干渉がなくなる状態となったときに、当該単語ペアの前単語および後単語の意味を維持できているか否かを判別するものである。

30

【0091】

意味判定手段174は、単語間動作調整処理の第1方式によって干渉がなくなる状態となった場合、当該単語ペアの前単語の意味を維持できるか否かを評価関数を用いて判別する。

意味判定手段174は、単語間動作調整処理の第2方式によって干渉がなくなる状態となった場合、当該単語ペアの前単語および後単語の意味を維持できるか否かを評価関数を用いて判別する。

意味判定手段174は、単語間動作調整処理の第3方式によって干渉がなくなる状態となった場合、当該単語ペアの後単語の意味を維持できるか否かを評価関数を用いて判別する。

40

【0092】

ここで、評価関数の関数形、評価関数に入力するパラメータ、判定の基準となる数値範囲等については、実測やシミュレーションによる推定によって予め決定されている。

本実施形態では、意味判定手段174は、一例として、次の式(1)で示す評価関数Jを用いることとした。

【0093】

$$J = \alpha_1 \times \beta_1 + \alpha_2 \times \beta_2 + \alpha_3 \times \beta_3 \dots \text{式(1)}$$

【0094】

式(1)において、 α_1 は単語間動作調整処理の第1方式により生じる「前単語の終点

50

座標の標準からのズレ量」、 α_2 は単語間動作調整処理の第2方式により生じる「経路点の標準からのズレ量」、 α_3 は単語間動作調整処理の第3方式により生じる「後単語のタイミングの標準からのズレ量」をそれぞれ示す。また、 α_1 、 α_2 、 α_3 は重みを示す。これら重みの値は適宜設定してよい。

【0095】

ここで、単語間動作調整処理の第1方式を適用したときには、意味判定手段174は、式(1)の右辺の α_2 および α_3 の値を0とし、第2方式を適用したときには α_3 および α_1 の値を0とし、第3方式を適用したときには α_1 および α_2 の値を0として評価関数Jを計算する。式(1)で示す評価関数Jは、3つの方式における標準からのズレ量が小さいほど、式(1)の右辺の計算結果が小さくなるので、右辺の計算結果が予め定められた所定値以下である場合に、対象とする単語の意味が維持できていると判定することができる。

10

【0096】

なお、式(1)において、終点座標のズレ量 α_1 や経路点のズレ量 α_2 を所定の長さ単位(例えばcm)で表し、タイミングのズレ量 α_3 を所定の時間単位(例えば秒)で表したときに、式(1)の第1項の値と第2項の値と第3項の値とが同程度のオーダーであるように調整しておくことができる。

【0097】

また、本実施形態では、単語間動作調整処理の第3方式よりも第2方式を優先し、かつ、第2方式よりも第1方式を優先して独立に適用することとしている。これは、3方式それぞれの方法で同程度のズレ量が生じたときに、単語の意味がよりいっそう維持し易い順序で適用することを示している。言い換えると、第1方式にて単語間動作調整処理が成功せず第2方式を適用するときには、第1方式のときよりもズレ量の許容範囲を狭めていることになる。さらに、第3方式についても同様である。したがって、式(1)で示す評価関数Jにおいて、重みを表す数値を次の式(2)を満たすように設定することとした。

20

【0098】

$$\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3 \dots \text{式(2)}$$

【0099】

(話速調整手段)

話速調整手段175は、手話と同時に、手話の意味を発話する場合に、手話動作に必要な時間に基づいて話速を調整するものである。話速調整手段175は、手話動作に必要な時間の情報を手話単語データベース161から取得すると共に、音声合成される音声データの発話時間の情報を図示しない主記憶部から取得する。話速調整手段175は、音声データの発話時間を、手話動作に必要な時間に合わせる変化率を算出し、算出した変化率と話速変更の指示とを、合成音声を出力する音声処理部110に対して出力する。これにより、音声処理部110は、図示しない主記憶部に格納されている会話用の発話データと、話速調整手段175からの話速変更の指示と、動作実行部142からの手話動作と同期させるための指示とに基づいて、手話の動きに同期させながら、手話の意味を発話する。

30

【0100】

なお、終点座標設定手段171、経路点設定手段172またはタイミング変更手段173による動作調整処理によって、手話単語データベース161に登録済みの手話動作に必要な時間の情報が変更される場合には、話速調整手段175は、この変更後の時間情報を用いて話速を調整する。

40

【0101】

[8.手話動作生成装置による処理の流れ]

手話動作生成装置150による処理の流れについて図8を参照(適宜、図1参照)して説明する。図8は、図1の手話動作生成装置150による処理の流れの概略を示すフローチャートである。

【0102】

まず、手話動作生成装置150は、単語列入力手段151によって、手話翻訳(単語列)を入力する(ステップS1)。そして、手話動作生成装置150は、軌道生成手段15

50

2によって、手話単語データベース161から動作を引用し、単語列通り並べる(ステップS2)。そして、軌道生成手段152は、単語と単語との間の軌道をそれぞれ生成する(ステップS3)。

【0103】

そして、手話動作生成装置150は、干渉判定手段153によって、単語と単語との間の各軌道において部位間の干渉があるか否かを判定する(ステップS4)。単語と単語との間の軌道において部位間の干渉があると判定した場合(ステップS4: Yes)、動作調整手段170は、単語間動作調整処理を実行し(ステップS5)、単語と単語との間の各軌道において部位間の干渉が起こらずに、かつ、動作連結手段154が連結した単語列に対応した一連の手話動作が意図した意味を伝えることができれば、単語列毎の手話動作が完成する(ステップS6)。なお、ステップS4において、単語と単語との間の軌道において部位間の干渉がないと判定した箇所については(ステップS4: No)、ステップS5をスキップする。

【0104】

[9. 単語間動作調整処理]

単語間動作調整処理は、単語ペア毎に、方式1、方式2、方式3の順に適用する。

(方式1)

まず、方式1では、図9に示すように、単語と単語との間の軌道において部位間の干渉が、左腕部R3(L)と右腕部R3(R)との干渉である場合(ステップS11: Yes)、動作調整手段170の終点座標設定手段171は、部位間の干渉があると判定した箇所について当該単語ペアのうちの前単語の動作部の終点において、右腕部R3(R)の動作終点座標を変更する(ステップS12)。

【0105】

そして、意味判定手段174は、干渉があると判定した箇所について当該単語ペアのうちの前単語の意味を維持できるか否かを判別する(ステップS13)。干渉があると判定した箇所について前単語の意味を維持できる場合(ステップS13: Yes)、当該単語ペアの後単語についてはなんら変更していないため前単語および後単語のそれぞれの意味を維持できるので、終点座標設定手段171は、当該単語ペアについて単語間動作調整に成功する。

【0106】

前記ステップS13において、干渉があると判定した箇所について前単語の意味を維持できない場合(ステップS13: No)、終点座標設定手段171は、前記ステップS12の変更処理をキャンセルする(ステップS14)。そして、終点座標設定手段171は、部位間の干渉があると判定した箇所について当該単語ペアのうちの前単語の動作部の終点において、左腕部R3(L)の動作終点座標を変更する(ステップS15)。

【0107】

そして、意味判定手段174は、干渉があると判定した箇所について当該単語ペアのうちの前単語の意味を維持できるか否かを判別する(ステップS16)。干渉があると判定した箇所について前単語の意味を維持できる場合(ステップS16: Yes)、当該単語ペアの後単語についてはなんら変更していないため前単語および後単語のそれぞれの意味を維持できるので、終点座標設定手段171は、当該単語ペアについて単語間動作調整に成功する。

【0108】

前記ステップS11において、単語と単語との間の軌道において部位間の干渉が、腕部R3と腕部以外との干渉である場合(ステップS11: No)、終点座標設定手段171は、部位間の干渉があると判定した箇所について当該単語ペアのうちの前単語の動作部の終点において、腕部R3の動作終点座標を変更する(ステップS18)。なお、例えば、腕部R3と頭部R4との干渉において、仮に頭部R4の動作終点座標を変更すると、シフト方向によっては、手話の意味に“同意”、“否定”、“希望”等のニュアンスが含まれてしまうため、このような変更は行わないこととした。

10

20

30

40

50

続いて、前記ステップ S 1 6 にて意味判定手段 1 7 4 が前単語の意味を維持できるか否かを判別する。入力された手話翻訳（単語列）において、干渉があると判定した各箇所では単語間動作調整に成功した場合、動作調整手段 1 7 0 は、ステップ S 6 に戻る。

【 0 1 0 9 】

前記ステップ S 1 6 において、干渉があると判定した箇所について前単語の意味を維持できない場合（ステップ S 1 6 : N o ）、終点座標設定手段 1 7 1 は、当該箇所についてそれまでに行っている変更処理（前記ステップ S 1 2 または前記ステップ S 1 8 ）をキャンセルする（ステップ S 1 7 ）。そして、動作調整手段 1 7 0 は、当該箇所について方式 2 で単語間動作調整をするためにステップ S 2 1（図 1 0 参照）に進む。

【 0 1 1 0 】

（方式 2）

次に、方式 2 では、図 1 0 に示すように、方式 1 で成功しなかった箇所について、部位間の干渉が、左腕部 R 3（L）と右腕部 R 3（R）との干渉である場合（ステップ S 2 1 : Y e s ）、動作調整手段 1 7 0 の経由点設定手段 1 7 2 は、部位間の干渉があると判定した箇所について当該単語ペアの前単語と後単語との間において、右腕部 R 3（R）の動作の経由点を追加する（ステップ S 2 2 ）。すなわち、経由点設定手段 1 7 2 は、前単語の動作部の終点において、右腕部 R 3（R）の動作終点座標よりも後のデータとして経由点の座標データを追加する。

【 0 1 1 1 】

そして、意味判定手段 1 7 4 は、干渉があると判定した箇所について当該単語ペアの前単語および後単語の意味を維持できるか否かを判別する（ステップ S 2 3 ）。干渉があると判定した箇所について前単語および後単語の意味を維持できる場合（ステップ S 2 3 : Y e s ）、経由点設定手段 1 7 2 は、当該単語ペアについて単語間動作調整に成功する。

【 0 1 1 2 】

前記ステップ S 2 3 において、干渉があると判定した箇所について前単語および後単語の少なくとも 1 つの意味を維持できない場合（ステップ S 2 3 : N o ）、経由点設定手段 1 7 2 は、前記ステップ S 2 2 の追加処理をキャンセルする（ステップ S 2 4 ）。そして、経由点設定手段 1 7 2 は、部位間の干渉があると判定した箇所について当該単語ペアの前単語と後単語との間において、左腕部 R 3（L）の動作の経由点を追加する（ステップ S 2 5 ）。すなわち、経由点設定手段 1 7 2 は、前単語の動作部の終点において、左腕部 R 3（L）の動作終点座標よりも後のデータとして経由点の座標データを追加する。

【 0 1 1 3 】

そして、意味判定手段 1 7 4 は、干渉があると判定した箇所について当該単語ペアの前単語および後単語の意味を維持できるか否かを判別する（ステップ S 2 6 ）。干渉があると判定した箇所について前単語および後単語の意味を維持できる場合（ステップ S 2 6 : Y e s ）、経由点設定手段 1 7 2 は、当該単語ペアについて単語間動作調整に成功する。

【 0 1 1 4 】

前記ステップ S 2 1 において、部位間の干渉が、腕部 R 3 と腕部以外との干渉である場合（ステップ S 2 1 : N o ）、経由点設定手段 1 7 2 は、部位間の干渉があると判定した箇所について当該単語ペアの前単語と後単語との間において、腕部 R 3 の動作の経由点を追加する（ステップ S 2 8 ）。なお、腕部以外の動作の経由点を追加しないこととした理由は方式 1 の場合と同様の理由である。

続いて、前記ステップ S 2 6 にて意味判定手段 1 7 4 が前単語および後単語の意味を維持できるか否かを判別する。入力された手話翻訳（単語列）において、干渉があると判定した各箇所では単語間動作調整に成功した場合、動作調整手段 1 7 0 は、ステップ S 6 に戻る。

【 0 1 1 5 】

前記ステップ S 2 6 において、干渉があると判定した箇所について前単語および後単語の意味を維持できない場合（ステップ S 2 6 : N o ）、経由点設定手段 1 7 2 は、それまでに行っている追加処理（前記ステップ S 2 5 または前記ステップ S 2 8 ）をキャンセル

10

20

30

40

50

する（ステップS 2 7）。そして、動作調整手段 1 7 0 は、当該箇所について方式 3 で単語間動作調整をするためにステップ S 3 1（図 1 1 参照）に進む。

【 0 1 1 6 】

（方式 3）

次に、方式 3 では、図 1 1 に示すように、方式 2 で成功しなかった箇所について、部位間の干渉が、左腕部 R 3（L）と右腕部 R 3（R）との干渉である場合（ステップ S 3 1：Y e s）、動作調整手段 1 7 0 のタイミング変更手段 1 7 3 は、部位間の干渉があると判定した箇所について当該単語ペアの後単語の準備部において、右腕部 R 3（R）の動作の速度を変更する（ステップ S 3 2）。すなわち、タイミング変更手段 1 7 3 は、後単語の準備部の動作において、右腕部 R 3（R）の動作の速度と左腕部 R 3（L）の動作の速度とを相対的に変更し、右腕部 R 3（R）と左腕部 R 3（L）との動作タイミングを変更する。

10

【 0 1 1 7 】

そして、意味判定手段 1 7 4 は、干渉があると判定した箇所について当該単語ペアの後単語の意味を維持できるか否かを判別する（ステップ S 3 3）。干渉があると判定した箇所について後単語の意味を維持できる場合（ステップ S 3 3：Y e s）、当該単語ペアの前単語についてはなんら変更していないため前単語および後単語のそれぞれの意味を維持できるので、タイミング変更手段 1 7 3 は、当該単語ペアについて単語間動作調整に成功する。入力された手話翻訳（単語列）において、干渉があると判定した各箇所でも単語間動作調整に成功した場合、動作調整手段 1 7 0 は、ステップ S 6 に戻る。

20

【 0 1 1 8 】

前記ステップ S 3 3 において、干渉があると判定した箇所について後単語の意味を維持できない場合（ステップ S 3 3：N o）、タイミング変更手段 1 7 3 は、前記ステップ S 3 2 の変更処理をキャンセルする（ステップ S 3 4）。そして、タイミング変更手段 1 7 3 は、当該単語ペアについて単語間動作調整に失敗したことを記録するエラー処理を行い（ステップ S 3 5）、動作調整手段 1 7 0 は、ステップ S 6 に戻る。

また、前記ステップ S 3 1 において、部位間の干渉が、腕部 R 3 と腕部以外との干渉である場合（ステップ S 3 1：N o）、ステップ S 3 5 に進む。

【 0 1 1 9 】

なお、方式 3 で成功しなかった箇所の情報について、動作調整手段 1 7 0 は、通信により、管理用コンピュータ 3 に通知したり、ロボット R の発話により周囲の人物に報知したりしてもよい。これにより、エラーを知ったオペレータが、方式 3 でも成功しなかった箇所について、当初入力された手話翻訳（単語列）と同様の意図が伝えられる範囲で、前後の単語の少なくとも一方の単語を別の単語に置換した新たな手話翻訳（単語列）を手話動作生成装置 1 5 0 に入力することもできる。

30

【 0 1 2 0 】

以上説明したように、本発明の実施形態に係る手話動作生成装置 1 5 0 は、入力された翻訳（単語列）の単語ペア毎に生成する単語間のわたりの軌道においてロボット R の腕部 R 3 を含む部位間で干渉が生じる場合に、干渉が生じないように、かつ、当該単語ペアの各単語の意味を維持しながら、当該単語ペアの手話動作としての位置座標または速度を、予め定められた閾値範囲内で調整することができる。これにより、単語間のわたりにおいてアームの干渉が生じるような単語の組み合わせであっても、当該 2 つの単語の組み合わせで表す一連の手話動作を実行することが可能となる。

40

【 0 1 2 1 】

また、次のような運用も可能となる。例えば、仮にロボットアームの干渉が生じないような一連の手話動作に対応した手話文章（単語列）の定型文データが完成しているときに、その中の 1 つの手話単語を置換した手話動作を新たに生成しようとする場合、置換単語によっては、単語間のわたりの部分でアームの干渉を伴う場合がある。このような場合であっても、本発明の実施形態に係る手話動作生成装置 1 5 0 によれば、アームの干渉が起これば、かつ、意図したとおりに手話の意味を保持する軌道を生成できるので、手話文

50

章に対応した一連の手話動作を汎用的に数多く生成することができる。そのため、ロボットRによる手話の表現が豊かになり、コミュニケーションをスムーズに行うことができるようになる。

【0122】

以上、本発明の手話動作生成装置およびこれを備えたコミュニケーションロボットの好ましい実施形態について説明したが、本発明は、前記した実施形態に限定されるものではない。例えば、コミュニケーションロボットが手話動作生成装置を備えているものとして説明したが、例えば、図1に示す管理用コンピュータ3、または、ロボット専用ネットワーク2に外部ネットワークを介して接続された図示しない端末が、手話動作生成装置を備える構成としてもよい。また、一般的なコンピュータに、手話動作生成装置150の各手段を実行させるためのプログラムをインストールすることで、同等の効果を奏することもできる。

10

【0123】

また、手話動作生成装置150の記憶手段160には、一連の手話動作（単語列の手話動作）を生成するための手話翻訳（単語列）や、生成された手話動作のデータを一時的に記憶してもよい。

また、手話動作生成の過程で、登録済みの手話動作データの更新が必要になった場合、更新データを別途記憶するようにしてもよい。これにより、更新された手話動作データを次回から用いることができる。

また、手話単語データベース161のデータの容量が膨大である場合、本体を管理用コンピュータ3側の蓄積手段に記憶しておき、必要な一部のデータを取得して記憶するようにしてもよい。

20

【0124】

また、前記実施形態では、コミュニケーションロボットを、自律移動型の脚式の2足歩行ロボットとして説明したが、上半身、特に人体と同様な腕部を備えて手話動作が可能であればよい。また、本発明は、日本語と手話とをほぼ一対一に対応させた日本語対応手話で説明したが、日本語を外国語に置き換えてもよい。

【0125】

また、前記実施形態では、手話動作生成装置150の動作調整手段170は、終点座標設定手段171と、経路点設定手段172と、タイミング変更手段173とを備えるベストモードとして説明したが、このうちの少なくとも1つだけ備える構成としてもよい。なお、2つ以上備える場合、第3方式よりも第2方式および第1方式を優先し、第2方式よりも第1方式を優先して適用することが好ましい。

30

【0126】

（評価関数についての変形例）

前記実施形態では、手話動作生成装置150の意味判定手段174は、単語間動作調整処理により生じる標準からのズレ量に関する式(1)で示す評価関数Jを用いることとしたが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば以下のように種々の変形が可能である。

【0127】

例えば評価関数として、わたりを含む連続した手話単語の動作の基準となる正解の動きと、当該手話動作について、前単語の終点、わたり、後単語の準備動作のいずれかを変更したサンプル動作との類似度に関する評価関数を用いてもよい。

40

【0128】

この場合、手話動作生成装置に評価関数を記憶する前に、予め、ロボットによる手話の正解動作および複数のサンプル動作を手話の専門家が観測し、前後の単語の意味が損なわれていないと評価されたサンプル動作を決定し、そのサンプル動作に用いていた単語データとの相関を調べて、特徴量を求め、特徴量の重み等を考慮しながら評価関数と、閾値範囲とを公知の推定方法で求めて適宜設計変更することができる。また、評価関数を実測とシミュレーションとから推定して予め決定するようにしてもよい。

50

【 0 1 2 9 】

また、わたりを変更したサンプル動作については、前後の単語の意味が損なわれていないという制限だけではなく、わたりを含む前後の動きが、他の単語の動きに非類似であるとの制限も加えると、人の誤認識をよりいっそう防止することができるので、そのようにすることが好ましい。

【 0 1 3 0 】

また、類似度に関する評価関数を用いる場合、手話動作生成装置に評価関数を記憶する前に、例えば公知の画像処理によって映像の類似度を算出することもできる。このとき、ロボットの腕部等の干渉が生じないことを前提に、ある単語ペアについてロボットによる手話動作の正解の姿勢の映像を基準映像として準備し、ロボットによる手話動作変更後のサンプル動作の姿勢の映像を比較映像として準備する。そして、特徴点抽出の画像処理により、基準映像と比較映像とにおいて関節や手先等の座標位置の特徴量をそれぞれ抽出する。これら特徴点から映像の類似度を求めることができる。そして、基準映像および比較映像を見た専門家の評価と、算出した類似度との相関から評価関数および判定基準値を決定することが可能である。

10

【 0 1 3 1 】

また、単語間動作調整処理の第1方式～第3方式に合わせて個別の3種類の評価関数を用いるようにしてもよい。

この場合、第1方式用の評価関数には、単語ペアの前単語についての単語データの変更部のデータを含むデータを入力とし、算出結果の類似度により判定することができる。

20

また、第2方式用の評価関数には、単語ペアの前単語についての単語データと、後単語についての単語データと、わたりに追加した経路点のデータとを含むデータを入力とし、算出結果の類似度により判定することができる。

また、第3方式用の評価関数には、単語ペアの後単語についての単語データの準備部のデータを含むデータを入力とし、算出結果の類似度により判定することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 3 2 】

- 1 無線基地局
- 2 ロボット専用ネットワーク
- 3 管理用コンピュータ
- 1 1 0 音声処理部
- 1 2 0 無線通信部
- 1 3 0 自律移動制御部
- 1 4 0 主制御部（制御部）
- 1 4 1 動作決定部
- 1 4 2 動作実行部
- 1 5 0 手話動作生成装置
- 1 5 1 単語列入力手段
- 1 5 2 軌道生成手段
- 1 5 3 干渉判定手段
- 1 5 4 動作連結手段
- 1 6 0 記憶手段
- 1 6 1 手話単語データベース
- 1 7 0 動作調整手段
- 1 7 1 終点座標設定手段
- 1 7 2 経路点設定手段
- 1 7 3 タイミング変更手段
- 1 7 4 意味判定手段
- 1 7 5 話速調整手段
- R ロボット

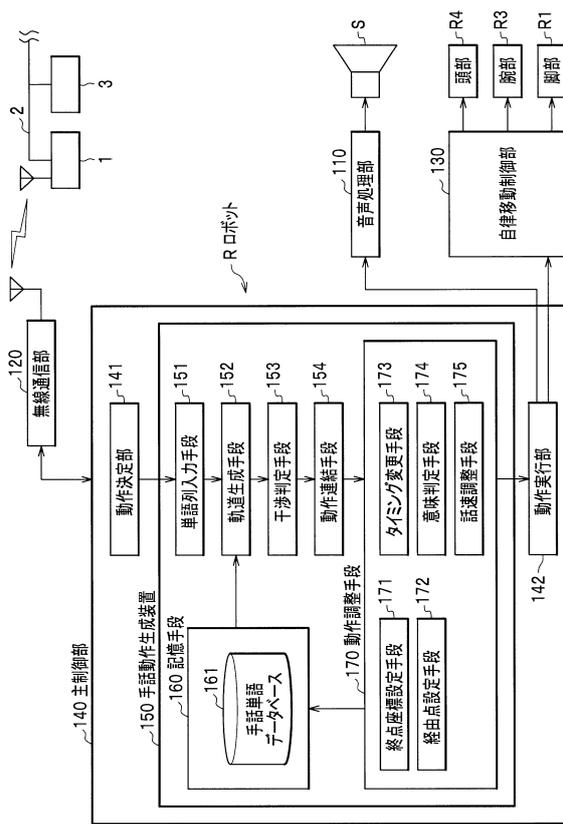
30

40

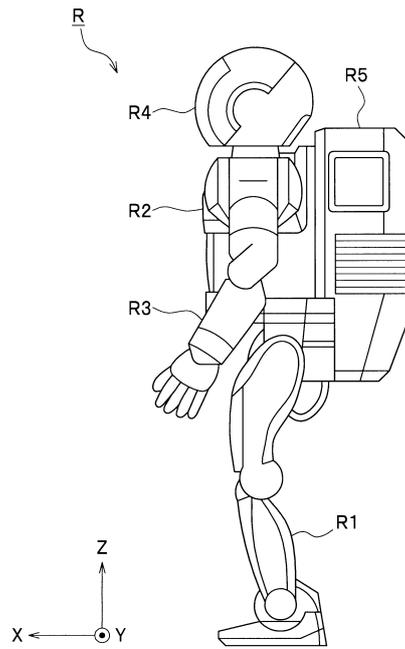
50

- R 1 脚部
- R 2 胴体部
- R 3 腕部
- R 4 頭部
- R 5 制御装置搭載部
- S スピーカ

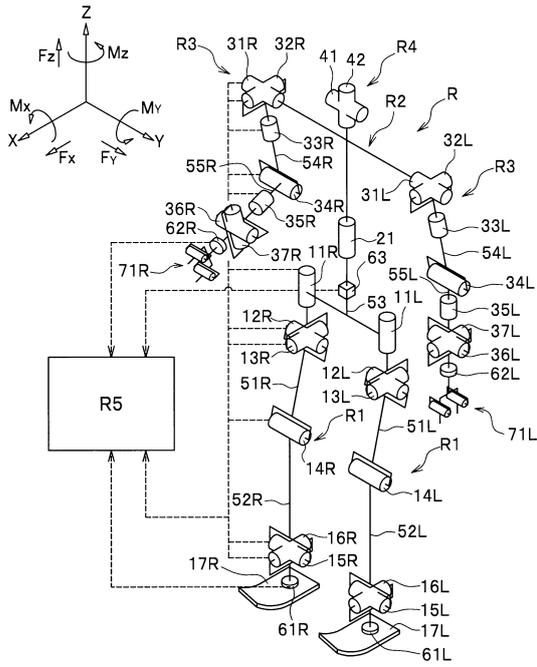
【 図 1 】



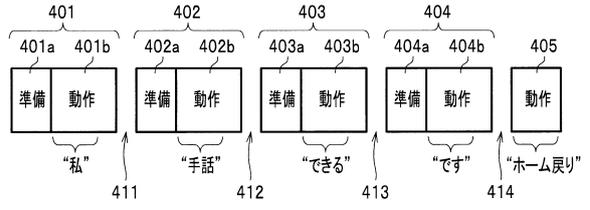
【 図 2 】



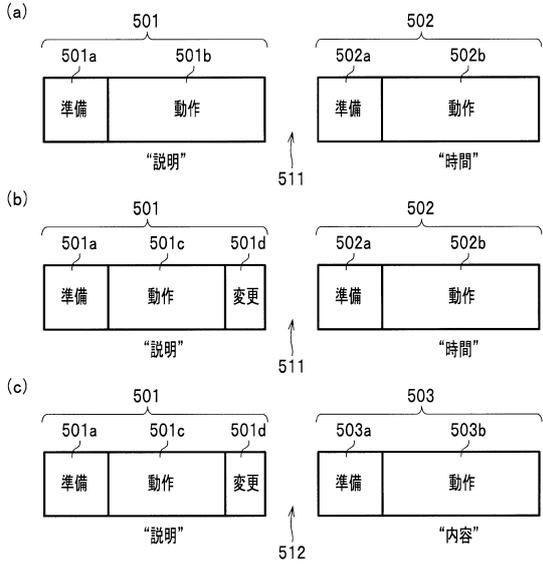
【図3】



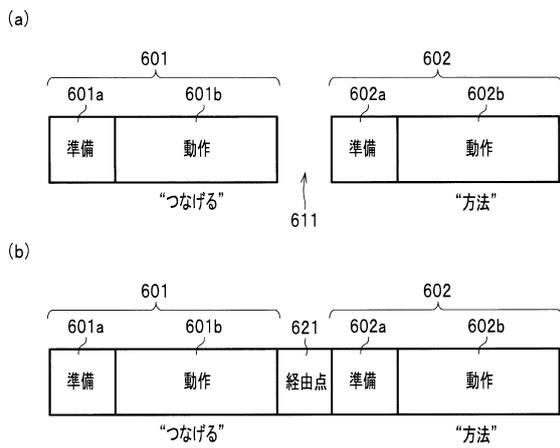
【図4】



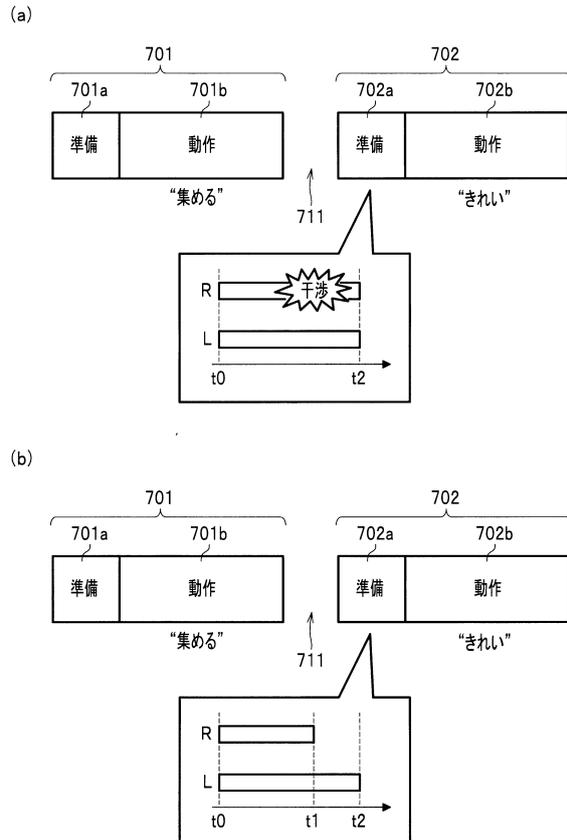
【図5】



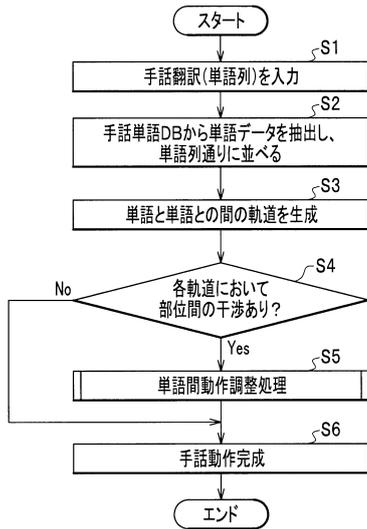
【図6】



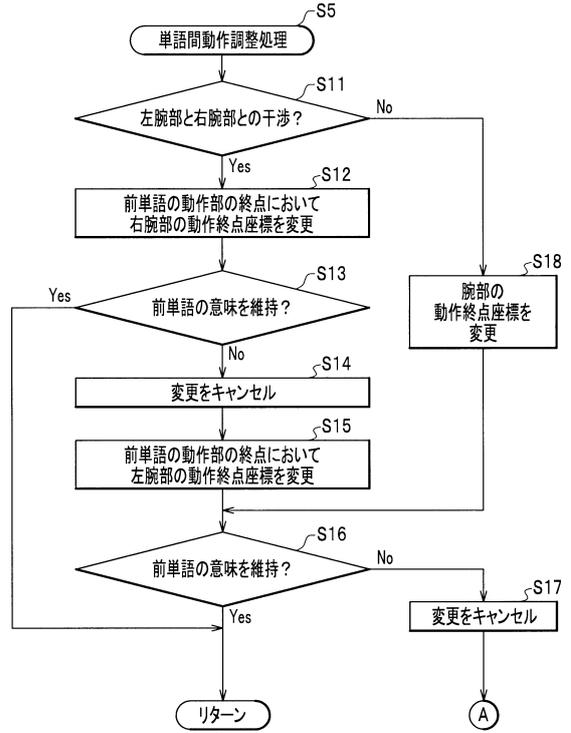
【図7】



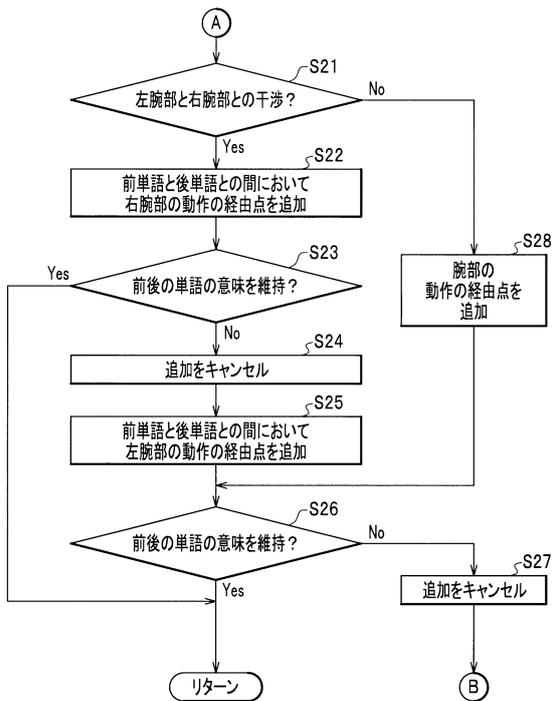
【図8】



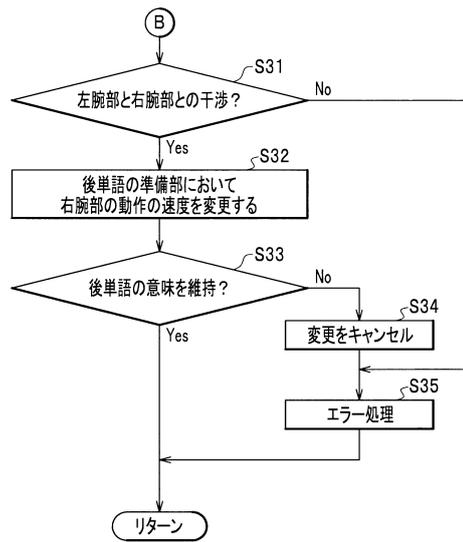
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-251123(JP,A)
特開平07-271996(JP,A)
特開平07-092904(JP,A)
特開2004-163772(JP,A)
特許第3235622(JP,B2)
特開2011-115877(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09B 21/00 - 21/06
B25J 5/00