

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5429461号
(P5429461)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月13日(2013.12.13)

(51) Int.Cl. F I
B 2 5 J 9/22 (2006.01) B 2 5 J 9/22 A

請求項の数 3 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-143871 (P2009-143871)</p> <p>(22) 出願日 平成21年6月17日(2009.6.17)</p> <p>(65) 公開番号 特開2011-655 (P2011-655A)</p> <p>(43) 公開日 平成23年1月6日(2011.1.6)</p> <p>審査請求日 平成24年5月1日(2012.5.1)</p> <p>(出願人による申告)平成20年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト、コミュニケーション知能(社会・生活分野)の開発、公共空間における情報支援知能モジュール群の開発」に関する委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</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 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 塩見 昌裕 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 佐竹 聡 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開発支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一連の行動プログラムからなる行動モジュールを実行することによってコミュニケーション行動を取るコミュニケーションロボットを開発するためのコミュニケーションロボット開発支援装置であって、

前記行動モジュールの遷移を最上位であるメインシーケンスとそれより下位のサブシーケンスとに階層化し、前記メインシーケンスに対応するメインシーケンス画面と前記サブシーケンスに対応するサブシーケンス画面とを個別に画面上に表示するシーケンス表示手段、

各コミュニケーション行動に対応した行動モジュールを示すビヘイビアアイコンを前記画面上に表示するとともに、必要に応じて前記サブシーケンスを示す第1シーケンスアイコンを前記画面上に表示する第1アイコン表示手段、

前記第1アイコン表示手段によって前記メインシーケンス画面上に表示されたアイコンと、アイコン間を連結して前記行動モジュールの実行順序を示す遷移線とに基づいて、前記メインシーケンスを作成するメインシーケンス作成手段、

前記第1アイコン表示手段によって前記サブシーケンス画面上に表示されたアイコンと前記遷移線とに基づいて、前記サブシーケンスを作成するサブシーケンス作成手段、

任意の行動モジュールに関連付けた反射的遷移において実行する行動モジュールを示すビヘイビアアイコンを前記画面上に表示する第2アイコン表示手段、および

前記第2アイコン表示手段によって前記画面上に表示されたアイコンと、反射的遷移を

10

20

終了した後の戻り先を指定する反射的遷移線とに基づいて、反射的遷移を設定する反射的遷移設定手段を備える、コミュニケーションロボット開発支援装置。

【請求項 2】

前記反射的遷移設定手段によって反射的遷移を設定するときに、反射的遷移において最後に実行する行動モジュールを示すビヘイビアアイコンとその反射的遷移を終了した後で実行する行動モジュールを示すビヘイビアアイコンとが前記反射的遷移線によって連結される、請求項 1 記載のコミュニケーションロボット開発支援装置。

【請求項 3】

前記第 2 アイコン表示手段は、反射的遷移への遷移条件が設定された反射的遷移スタートアイコンを前記画面上にさらに表示する、請求項 1 または 2 記載のコミュニケーションロボット開発支援装置。

10

【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開発支援装置に関し、特にたとえば、一連の行動プログラムからなる行動モジュールを実行することによってコミュニケーション行動を取るコミュニケーションロボットを開発するためのコミュニケーションロボット開発支援装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本件出願人は、特許文献 1 において、コミュニケーションロボット開発支援装置を提案している。たとえば、特許文献 1 では、コミュニケーションロボットに備えられるコミュニケーション行動（ビヘイビア）を制御するための行動モジュール間の関係性を画面上に分かりやすく視覚化する技術が開示されている。特許文献 1 の技術では、行動モジュール間の関係を直感的に把握することができるので、たとえば自律的な行動のための規則の作成・編集等を適切に行えるようになっている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 88328 号 [G06F 9/06]

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の技術では、複雑な行動モジュールの関係性を分かりやすく画面上に視覚化することが困難であり、たとえば、階層性のある行動モジュールの遷移や行動モジュールの反射的遷移等をまとめて把握することができなかった。このため、複雑な行動モジュールの遷移を設定する場合には、開発者に余計な手間がかかっていた。

【0005】

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開発支援装置を提供することである。

40

【0006】

この発明のさらに他の目的は、複雑な行動モジュールの遷移を簡単に設定できる、コミュニケーションロボット開発支援装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記の課題を解決するために、以下の構成を採用した。なお、括弧内の参照符号および補足説明などは、本発明の理解を助けるために後述する実施の形態との対応関係を示したものであって、本発明を何ら限定するものではない。

【0008】

第 1 の発明は、一連の行動プログラムからなる行動モジュールを実行することによって

50

コミュニケーション行動を取るコミュニケーションロボットを開発するためのコミュニケーションロボット開発支援装置であって、行動モジュールの遷移を最上位であるメインシーケンスとそれより下位のサブシーケンスとに階層化し、メインシーケンスに対応するメインシーケンス画面とサブシーケンスに対応するサブシーケンス画面とを個別に画面上に表示するシーケンス表示手段、各コミュニケーション行動に対応した行動モジュールを示すビヘイビアアイコンを画面上に表示するとともに、必要に応じてサブシーケンスを示す第1シーケンスアイコンを画面上に表示する第1アイコン表示手段、第1アイコン表示手段によってメインシーケンス画面上に表示されたアイコンと、アイコン間を連結して行動モジュールの実行順序を示す遷移線とに基づいて、メインシーケンスを作成するメインシーケンス作成手段、第1アイコン表示手段によってサブシーケンス画面上に表示されたアイコンと遷移線とに基づいて、サブシーケンスを作成するサブシーケンス作成手段、任意の行動モジュールに関連付けた反射的遷移において実行する行動モジュールを示すビヘイビアアイコンを画面上に表示する第2アイコン表示手段、および第2アイコン表示手段によって画面上に表示されたアイコンと、反射的遷移を終了した後の戻り先を指定する反射的遷移線とに基づいて、反射的遷移を設定する反射的遷移設定手段を備える、コミュニケーションロボット開発支援装置である。

10

【0009】

第1の発明では、コミュニケーションロボット開発支援装置(10)は、コミュニケーションロボット(12)の開発を支援するためのものである。シーケンス表示手段(26, 302, 312, 314, S1)は、行動モジュールの遷移を最上位であるメインシーケンスとそれより下位のサブシーケンスとに階層化し、メインシーケンスに対応するメインシーケンス画面(312)とサブシーケンスに対応するサブシーケンス画面(314)とをそれぞれ個別に視覚化画面上(302)に表示する。メインシーケンス画面では、行動モジュールに対応するビヘイビアアイコン(304)とサブシーケンスに対応するシーケンスアイコン(320)とが表示される。メインシーケンス作成手段(312, S7)は、ビヘイビアアイコン、シーケンスアイコン、およびアイコン間を連結して行動モジュールの実行順序を示す遷移線(306)に基づいて、メインシーケンスを作成する。また、サブシーケンス画面では、行動モジュールに対応するビヘイビアアイコンが表示される。たとえば、サブシーケンス作成手段(314, S7)は、ビヘイビアアイコンと遷移線とに基づいて、サブシーケンスを作成する。

20

30

【0010】

第1の発明によれば、複雑な行動モジュールの遷移を簡単に設定することができる。

【0011】

第2の発明は、第1の発明に従属し、反射的遷移設定手段によって反射的遷移を設定するとき、反射的遷移において最後に実行する行動モジュールを示すビヘイビアアイコンとその反射的遷移を終了した後で実行する行動モジュールを示すビヘイビアアイコンとが反射的遷移線によって連結される。

【0013】

第3の発明は、第1または2の発明に従属し、第2アイコン表示手段は、反射的遷移への遷移条件が設定された反射的遷移スタートアイコンを画面上にさらに表示する。

40

【発明の効果】

【0016】

この発明によれば、行動モジュールの遷移をメインシーケンスとサブシーケンスとに階層化して、メインシーケンスを示すメインシーケンス画面とサブシーケンスを示すサブシーケンス画面とをそれぞれ個別に表示するため、複雑な行動モジュールの関係性を簡単に把握することができる。

【0017】

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。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 8 】

【図 1】この発明の一実施例のコミュニケーションロボット開発支援装置およびコミュニケーションロボットの一例を示す図解図である。

【図 2】図 1 に示すコミュニケーションロボット開発支援装置の内部構成を示すブロック図である。

【図 3】図 1 に示すコミュニケーションロボットの備える行動モジュールの構成を示す図解図である。

【図 4】(A) は、行動モジュールの順次的遷移を示す図解図であり、(B) は、行動モジュールの反射的遷移を示す図解図である。

【図 5】図 1 に示すコミュニケーションロボットの一例を示す外観図である。

10

【図 6】図 1 に示すコミュニケーションロボットの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 7】図 1 に示すコミュニケーションロボット開発支援装置で表示されるコンポーザ画面の一例を示す図解図である。

【図 8】図 7 に示すコンポーザ画面のメインシーケンス画面に表示されるメインシーケンスを示す図解図である。

【図 9】図 1 に示すコミュニケーションロボット開発支援装置で表示されるコンポーザ画面の一例を示す図解図である。

【図 1 0】図 9 に示すコンポーザ画面のサブシーケンス画面に表示されるサブシーケンスを示す図解図である。

20

【図 1 1】図 9 に示すコンポーザ画面のサブシーケンス画面に表示される反射的遷移を示す図解図である。

【図 1 2】開発支援装置の動作の一例を示すフロー図である。

【図 1 3】コミュニケーションロボットの動作の一例を示すフロー図である。

【図 1 4】図 1 3 の反射的遷移の実行処理の動作の一例を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

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開発支援装置（以下、単に「開発支援装置」という。）1 0 は、一連の行動プログラムからなる行動モジュールを実行することによってコミュニケーション行動を取るコミュニケーションロボット（以下、単に「ロボット」という。）1 2 の開発を支援するためのものである。

30

【 0 0 2 0 】

開発支援装置 1 0 は、パーソナルコンピュータ（ P C ）またはワークステーション等のコンピュータで構成されており、たとえば、図 2 に示すように C P U 2 0 を含む。 C P U 2 0 は、マイクロコンピュータ或いはプロセッサとも呼ばれ、バス 2 2 を介して、メモリ 2 4、液晶ディスプレイまたは C R T 等の表示装置 2 6、ならびに、マウスおよびキーボード等の入力装置 2 8 に接続される。

【 0 0 2 1 】

メモリ 2 4 は、図示は省略をするが、 R O M、H D D および R A M を含む。 R O M および H D D には、この開発支援装置 1 0 の動作を制御するためのプログラムが記憶されており、また、表示装置 2 6 に表示される画面データや各アイコンの画像データ等も記憶されている。さらに、 R O M および H D D には、ロボット 1 2 のビヘイビアを制御するためのプログラムやデータが記憶されている。ここで、ビヘイビアとは、行動モジュールによって実現されるロボット 1 2 のコミュニケーション行動を示しており、 R O M および H D D には、複数の行動モジュールが各ビヘイビアに対応付けて記憶されている。また、 R A M は、ワークメモリやバッファメモリとして用いられる。

40

【 0 0 2 2 】

さらに、 C P U 2 0 は、バス 2 2 を介してシーケンスデータベース（以下、シーケンス D B ） 3 0 に接続される。後で詳細に説明するように、シーケンス D B 3 0 には、メインシーケンスとサブシーケンスとが記憶され、ロボット 1 2 の開発者等は、このシーケンス

50

DB30に記憶されているシーケンスのデータ(シーケンスデータ)を読み出して、そのシーケンスのデータを用いて、行動モジュールの状態遷移を設定することができる。

【0023】

また、CPU20は、バス22を介して通信LANボード32に接続される。通信LANボード32は、たとえばDSPで構成され、CPU20から与えられた送信データを無線通信装置34に与え、無線通信装置34は送信データを、ネットワーク200を介してロボット12に送信する。また、通信LANボード32は、無線通信装置34を介してデータを受信し、受信したデータをCPU20に与える。

【0024】

この開発支援装置10によって開発を支援するロボット12について説明する。

10

【0025】

ロボット12は、各種センサを有するヒューマノイド型で自律移動型のものであり、身振りおよび音声の少なくとも一方を用いて、コミュニケーション行動を取ることができる。このようなロボット12のコミュニケーション行動(ビヘイビア)を実現するためのプログラムは、上述したように、モジュール化された「行動モジュール」として実行される。また、行動モジュールの実行順序は、「行動モジュールの状態遷移」として設定され、長期的に首尾一貫した前後関係または調和した状況を維持しているコミュニケーション行動が実現される。「行動モジュールの状態遷移」は、行動モジュールの短期的な遷移を示すものであり、たとえば、数個程度の行動モジュールの繋がらないし順序付けであり得るが、長期(たとえば一日中)やすべての行動モジュールの遷移を定めたものではない。すなわち、ロボット12は、「行動モジュール」を順次実行し、その行動モジュールの実行順序は、「行動モジュールの状態遷移」によって導かれる。

20

【0026】

具体的には、行動モジュールは、図3に示すように、前提条件部、指示部および認識部を含む。行動モジュールを実行する際には、まず、前提条件部を実行することによって、ロボット12は、その行動モジュールが実行可能な状況であるかどうかを確認する。前提条件を満足する場合には、次に指示部を実行する。これにより、ロボット12は人間と相互作用する行動を取り、具体的には、身振りおよび音声の少なくとも一方を用いて所定のコミュニケーション行動を人間に提示する。認識部は、ロボット12の提示したコミュニケーション行動に対して取ると予想される幾つかの人間の反応(予想1~予想N)を認識するように設定されている。

30

【0027】

行動モジュールの遷移は、図4に示すように、順次的遷移および反射的遷移を含む。ロボット10は、現在の行動モジュールの指示部を実行した後、認識部を実行することによって人間の反応を認識する。その後、ロボット10は、現在の行動モジュールの実行を終了し、認識結果に相当する結果値を記録して、次の実行可能な行動モジュールに推移する(図4(A))。次に実行する行動モジュールは、現在の行動モジュールの結果値(予想1~予想N)によって決定され、この遷移が行動モジュールの状態遷移によって導かれる。

【0028】

40

また、外部から妨害などがあつた場合は、反射的遷移によって取り扱われる。反射的遷移が現在の状況に対して設定されていて、かつ、対応する次の行動モジュールの前提条件部が満足される場合、ロボット12は現在の行動モジュールの実行を止めてすぐに次の行動モジュールに遷移する(図4(B))。この反応的な遷移も行動モジュールの状態遷移によって導かれる。

【0029】

ただし、行動モジュールの実行順序に関する規則として「エピソード・ルール」を適用することもできる。この「エピソード・ルール」については、本件出願人が先に出願し、既に出願公開された特開2004-114242号公報に開示されている。

【0030】

50

図5を参照して、ロボット12のハードウェア面の構成を詳細に説明する。図5に示すように、ロボット12は台車50を含み、台車50の下面にはロボット12を自律移動させる2つの車輪52および1つの従輪54が設けられる。2つの車輪52は車輪モータ76(図6参照)によってそれぞれ独立に駆動され、台車50すなわちロボット12を前後左右の任意方向に動かすことができる。また、従輪54は車輪52を補助する補助輪である。したがって、ロボット12は、配置された空間内を自律制御によって移動可能である。ただし、ロボット12は、或る場所に固定的に配置されても構わない。

【0031】

台車50の上には、円柱形のセンサ取り付けパネル58が設けられ、このセンサ取り付けパネル58には、多数の赤外線距離センサ60が取り付けられる。これらの赤外線距離センサ60は、センサ取り付けパネル58すなわちロボット12の周囲の物体(人間や障害物など)との距離を測定するものである。

10

【0032】

なお、この実施例では、距離センサとして、赤外線距離センサを用いるようにしてあるが、赤外線距離センサに代えて、超音波距離センサやミリ波レーダなどを用いることもできる。

【0033】

センサ取り付けパネル58の上には、胴体62が直立するように設けられる。また、胴体62の前方中央上部(人の胸に相当する位置)には、上述した赤外線距離センサ60がさらに設けられ、ロボット12の前方の主として人間との距離を計測する。また、胴体62には、その側面側の上端部のほぼ中央から伸びる支柱64が設けられ、支柱64の上には、全方位カメラ66が設けられる。全方位カメラ66は、ロボット12の周囲を撮影するものであり、後述する眼カメラ90とは区別される。この全方位カメラ66としては、たとえばCCDやCMOSのような固体撮像素子を用いるカメラを採用することができる。なお、これら赤外線距離センサ60および全方位カメラ66の設置位置は、当該部位に限定されず適宜変更され得る。

20

【0034】

胴体62の両側面上端部(人の肩に相当する位置)には、それぞれ、肩関節68Rおよび肩関節68Lによって、上腕70Rおよび上腕70Lが設けられる。図示は省略するが、肩関節68Rおよび肩関節68Lは、それぞれ、直交する3軸の自由度を有する。すなわち、肩関節68Rは、直交する3軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕70Rの角度を制御できる。肩関節68Rの或る軸(ヨー軸)は、上腕70Rの長手方向(または軸)に平行な軸であり、他の2軸(ピッチ軸およびロール軸)は、その軸にそれぞれ異なる方向から直交する軸である。同様にして、肩関節68Lは、直交する3軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕70Lの角度を制御できる。肩関節68Lの或る軸(ヨー軸)は、上腕70Lの長手方向(または軸)に平行な軸であり、他の2軸(ピッチ軸およびロール軸)は、その軸にそれぞれ異なる方向から直交する軸である。

30

【0035】

また、上腕70Rおよび上腕70Lのそれぞれの先端には、肘関節72Rおよび肘関節72Lが設けられる。図示は省略するが、肘関節72Rおよび肘関節72Lは、それぞれ1軸の自由度を有し、この軸(ピッチ軸)の軸廻りにおいて前腕74Rおよび前腕74Lの角度を制御できる。

40

【0036】

前腕74Rおよび前腕74Lのそれぞれの先端には、人の手に相当する球体76Rおよび球体76Lがそれぞれ固定的に設けられる。ただし、指や掌の機能が必要な場合には、人間の手の形をした「手」を用いることも可能である。また、図示は省略するが、台車50の前面、肩関節68Rと肩関節68Lとを含む肩に相当する部位、上腕70R、上腕70L、前腕74R、前腕74L、球体76Rおよび球体76Lには、それぞれ、接触センサ78(図6で包括的に示す)が設けられる。台車50の前面の接触センサ78は、台車50への人間や他の障害物の接触を検知する。したがって、ロボット12は、その自身の

50

移動中に障害物との接触が有ると、それを検知し、直ちに車輪 5 2 の駆動を停止してロボット 1 2 の移動を急停止させることができる。また、その他の接触センサ 7 8 は、当該各部位に触れたかどうかを検知する。なお、接触センサ 7 8 の設置位置は、当該部位に限定されず、適宜な位置（人の胸、腹、脇、背中および腰に相当する位置）に設けられてもよい。

【 0 0 3 7 】

胴体 6 2 の中央上部（人の首に相当する位置）には首関節 8 0 が設けられ、さらにその上には頭部 8 2 が設けられる。図示は省略するが、首関節 8 0 は、3 軸の自由度を有し、3 軸の各軸廻りに角度制御可能である。或る軸（ヨー軸）はロボット 1 2 の真上（鉛直上向き）に向かう軸であり、他の 2 軸（ピッチ軸、ロール軸）は、それぞれ、それと異なる方向で直交する軸である。

10

【 0 0 3 8 】

頭部 8 2 には、人の口に相当する位置に、スピーカ 8 4 が設けられる。スピーカ 8 4 は、ロボット 1 2 が、その周辺の人間に対して音声ないし音によってコミュニケーションを取るために用いられる。また、人の耳に相当する位置には、マイク 8 6 R およびマイク 8 6 L が設けられる。以下、右のマイク 8 6 R と左のマイク 8 6 L とをまとめてマイク 8 6 ということがある。マイク 8 6 は、周囲の音、とりわけコミュニケーションを実行する対象である人間の音声を取り込む。さらに、人の目に相当する位置には、眼球部 8 8 R および眼球部 8 8 L が設けられる。眼球部 8 8 R および眼球部 8 8 L は、それぞれ眼カメラ 9 0 R および眼カメラ 9 0 L を含む。以下、右の眼球部 8 8 R と左の眼球部 8 8 L とをまとめて眼球部 8 8 ということがある。また、右の眼カメラ 9 0 R と左の眼カメラ 9 0 L とをまとめて眼カメラ 9 0 ということがある。

20

【 0 0 3 9 】

眼カメラ 9 0 は、ロボット 1 2 に接近した人間の顔や他の部分ないし物体などを撮影して、それに対応する映像信号を取り込む。また、眼カメラ 9 0 は、上述した全方位カメラ 6 6 と同様のカメラを用いることができる。たとえば、眼カメラ 9 0 は、眼球部 8 8 内に固定され、眼球部 8 8 は、眼球支持部（図示せず）を介して頭部 8 2 内の所定位置に取り付けられる。図示は省略するが、眼球支持部は、2 軸の自由度を有し、それらの各軸廻りに角度制御可能である。たとえば、この 2 軸の一方は、頭部 8 2 の上に向かう方向の軸（ヨー軸）であり、他方は、一方の軸に直交しかつ頭部 8 2 の正面側（顔）が向く方向に直行する方向の軸（ピッチ軸）である。眼球支持部がこの 2 軸の各軸廻りに回転されることによって、眼球部 8 8 ないし眼カメラ 9 0 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。なお、上述のスピーカ 8 4、マイク 8 6 および眼カメラ 9 0 の設置位置は、当該部位に限定されず、適宜な位置に設けられてよい。

30

【 0 0 4 0 】

このように、この実施例のロボット 1 2 は、車輪 5 2 の独立 2 軸駆動、肩関節 6 8 の 3 自由度（左右で 6 自由度）、肘関節 7 2 の 1 自由度（左右で 2 自由度）、首関節 8 0 の 3 自由度および眼球支持部の 2 自由度（左右で 4 自由度）の合計 1 7 自由度を有する。

【 0 0 4 1 】

図 6 はロボット 1 2 の電氣的な構成を示すブロック図である。この図 6 を参照して、ロボット 1 2 は、CPU 1 0 0 を含む。CPU 1 0 0 は、マイクロコンピュータ或いはプロセッサとも呼ばれ、バス 1 0 2 を介して、メモリ 1 0 4、モータ制御ボード 1 0 6、センサ入力/出力ボード 1 0 8 および音声入力/出力ボード 1 1 0 に接続される。

40

【 0 0 4 2 】

メモリ 1 0 4 は、図示は省略をするが、ROM、HDD および RAM を含む。ROM および HDD には、開発支援装置 1 0 のメモリ 2 4 に記憶されているものと同じ、複数の行動モジュールが記憶されている。また、RAM は、ワークメモリやバッファメモリとして用いられる。

【 0 0 4 3 】

モータ制御ボード 1 0 6 は、たとえば DSP で構成され、各腕や首関節および眼球部な

50

どの各軸モータの駆動を制御する。すなわち、モータ制御ボード106は、CPU100からの制御データを受け、右眼球部88Rの2軸のそれぞれの角度を制御する2つのモータ(図6では、まとめて「右眼球モータ112」と示す)の回転角度を制御する。同様に、モータ制御ボード106は、CPU100からの制御データを受け、左眼球部88Lの2軸のそれぞれの角度を制御する2つのモータ(図6では、まとめて「左眼球モータ114」と示す)の回転角度を制御する。

【0044】

また、モータ制御ボード106は、CPU100からの制御データを受け、肩関節68Rの直交する3軸のそれぞれの角度を制御する3つのモータと肘関節72Rの角度を制御する1つのモータとの計4つのモータ(図6では、まとめて「右腕モータ116」と示す)の回転角度を制御する。同様に、モータ制御ボード106は、CPU100からの制御データを受け、肩関節68Lの直交する3軸のそれぞれの角度を制御する3つのモータと肘関節72Lの角度を制御する1つのモータとの計4つのモータ(図6では、まとめて「左腕モータ118」と示す)の回転角度を制御する。

【0045】

さらに、モータ制御ボード106は、CPU100からの制御データを受け、首関節80の直交する3軸のそれぞれの角度を制御する3つのモータ(図6では、まとめて「頭部モータ130」と示す)の回転角度を制御する。そして、モータ制御ボード106は、CPU100からの制御データを受け、車輪52を駆動する2つのモータ(図6では、まとめて「車輪モータ76」と示す)の回転角度を制御する。なお、この実施例では、車輪モータ76を除くモータは、制御を簡素化するためにステッピングモータ(すなわち、パルスモータ)を用いる。ただし、車輪モータ76と同様に直流モータを用いるようにしてもよい。また、ロボット12の身体部位を駆動するアクチュエータは、電流を動力源とするモータに限らず適宜変更されてもよい。たとえば、他の実施例では、エアアクチュエータなどが適用されてもよい。

【0046】

センサ入力/出力ボード108は、モータ制御ボード106と同様に、DSPで構成され、各センサからの信号を取り込んでCPU100に与える。すなわち、赤外線距離センサ60のそれぞれ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108を通じてCPU100に入力される。また、全方位カメラ66からの映像信号が、必要に応じてセンサ入力/出力ボード108で所定の処理を施してからCPU100に入力される。眼カメラ90からの映像信号も、同様に、CPU100に入力される。また、上述した複数の接触センサ78(図6では、まとめて「接触センサ78」と示す)からの信号がセンサ入力/出力ボード108を介してCPU100に与えられる。音声入力/出力ボード110もまた、同様に、DSPで構成され、CPU100から与えられる音声合成データに従った音声または声がスピーカ84から出力される。また、マイク86からの音声入力が、音声入力/出力ボード110を介してCPU100に与えられる。

【0047】

また、CPU100は、バス102を介して通信LANボード132に接続される。通信LANボード132は、たとえばDSPで構成され、CPU100から与えられた送信データを無線通信装置134に与え、無線通信装置134は送信データを、ネットワーク200を介して開発支援装置10に送信する。また、通信LANボード132は、無線通信装置134を介してデータを受信し、受信したデータをCPU100に与える。

【0048】

開発支援装置10は、上述のようなロボット12の開発に役立つものである。具体的には、開発支援装置10では、開発支援処理が開始されると、たとえば図7および図9に示すようなコンポーザ画面300が表示装置26に表示される。

【0049】

このコンポーザ画面300では、ロボット12の開発者等は、行動モジュールの状態遷移を設定して、その行動モジュールの状態遷移に関する情報(遷移情報)をロボット12

10

20

30

40

50

に送信することができる。そして、後で詳細に説明するように、開発支援装置 10 から遷移情報を受信したロボット 12 は、遷移情報に従って行動モジュールのデータをメモリ 104 から読み出し、その行動モジュールに対応するコミュニケーション行動を取る。

【0050】

図7および図9に示すように、コンポーザ画面300は、視覚化画面302を含み、この視覚化画面302には、行動モジュールの状態遷移が図式的に視覚化されて表示される。視覚化画面302では、行動モジュールに対応するビヘイビアが矩形状のアイコン(ビヘイビアアイコン304)で表示され、ビヘイビアアイコン304と他のビヘイビアアイコン304とは行動モジュールの実行順序を示す矢印線(遷移線306)によって連結される。具体的には、ビヘイビアアイコン304(ビヘイビアアイコンA)の右側(出力側)にあるポートがマウスなどの入力装置28でクリックされると、このポートから現在のマウスポインタまでの矢印線(遷移線306)が視覚化画面302上に表示される。そして、そのままビヘイビアアイコン304(ビヘイビアアイコンB)の左側(入力側)にあるポートがクリックされると、ビヘイビアアイコン304(ビヘイビアアイコンA)とビヘイビアアイコン304(ビヘイビアアイコンB)とが遷移線306で連結されることとなる。

10

【0051】

また、視覚化画面302左上部には、メインシーケンスタブ308ないしサブシーケンスタブ310が設けられる。視覚化画面302では、行動モジュールの状態遷移が最上位であるメインシーケンスとそれより下位のサブシーケンスとに階層化されて表示され、たとえば、マウスなどの入力装置28でメインシーケンスタブ308ないしサブシーケンスタブ310を選択されることによって、視覚化画面302がメインシーケンスに対応するメインシーケンス画面312(図7参照)とサブシーケンスに対応するサブシーケンス画面314(図9参照)とに切り替えられる。ロボット12の開発者等は、メインシーケンス画面312でメインシーケンスを作成するとともに、サブシーケンス画面314でサブシーケンスを作成することができ、その作成されたシーケンスがシーケンスDB30に保存される。

20

【0052】

さらに、視覚化画面302右側には、ビヘイビアリスト画面316が設けられる。ビヘイビアリスト画面316には、「Akushu(握手)」、「Hug(抱き合う)」、「Bye(ばいばい)」、「Listen(聴取)」、「Talk(挨拶)」、「Guide(道案内)」、「Navi(誘導)」などの、ビヘイビアの名称のリストがマウスなどの入力装置28によるドラッグ・アンド・ドロップ操作の対象オブジェクト(ビヘイビアオブジェクト)として表示される。たとえば、ロボット12の開発者等がマウスなどの入力装置28を操作し、ビヘイビアリスト画面316のビヘイビアオブジェクトをドラッグし、そして視覚化画面302でこれをドロップすると、そのビヘイビアオブジェクトに対応するビヘイビアアイコン304が視覚化画面302に描画される。

30

【0053】

また、視覚化画面302左側には、シーケンスリスト画面318が設けられる。シーケンスリスト画面318には、シーケンスDB30に保存されているシーケンスのリストが表示され、それぞれのシーケンスの名称がマウスなどの入力装置28によるドラッグ・アンド・ドロップ操作の対象オブジェクト(シーケンスオブジェクト)として表示される。たとえば、ロボット12の開発者等がマウスなどの入力装置28を操作し、シーケンスリスト画面318におけるサブシーケンスのシーケンスオブジェクトをドラッグし、そして視覚化画面302でこれをドロップすると、そのシーケンスに対応するアイコン(シーケンスアイコン320)が視覚化画面302に描画される。

40

【0054】

このようなコンポーザ画面300では、上述したように、メインシーケンス画面312でメインシーケンスが作成されるとともに、サブシーケンス画面314でサブシーケンスが作成される。

50

【 0 0 5 5 】

図7は、視覚化画面302にメインシーケンス画面312が表示された状態のコンポーザ画面300の一例であり、図8は、そのメインシーケンス画面312のメインシーケンスを表した図解図である。

【 0 0 5 6 】

図7に示すように、メインシーケンス画面312では、ビヘイビアアイコン304が表示されるとともに、コミュニケーションを行う対話相手の返答等による条件分岐を示す台形状のアイコン(条件分岐アイコン322)、メインシーケンスの実行開始を示すメインスタートアイコン324、およびメインシーケンスの実行終了を示すメインエンドアイコン326が表示される。

10

【 0 0 5 7 】

また、このメインシーケンス画面312では、サブシーケンスのシーケンスアイコン320が表示され、このシーケンスアイコン320と他のアイコン304, 322, 324, 326とが遷移線306で連結されることによって、メインシーケンスの中にサブシーケンスが組み込まれる。

【 0 0 5 8 】

図7および図8を参照して、このメインシーケンス画面312では、メインスタートアイコン324と「こんにちは(Talk)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結され、さらに、この「こんにちは(Talk)」のビヘイビアアイコン304と「道案内しましょうか?(Ask)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。すなわち、ロボット12は、このメインシーケンスを実行開始すると、まず、「こんにちは」と発話するビヘイビアB1を実行し、所定の時間が経過すると、次に、「道案内しましょうか?」と発話するビヘイビアB2を実行することとなる。

20

【 0 0 5 9 】

そして、「道案内しましょうか?(Ask)」のビヘイビアアイコン304と条件分岐アイコン322とが遷移線306で連結され、さらに、この条件分岐アイコン322の右側(出力側)の「はい」のポートとシーケンスアイコン320とが遷移線306で連結される。また、条件分岐アイコン322の右側(出力側)の「いいえ」のポートと「じゃあ、お買い得情報を教えます(Talk)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。すなわち、ロボット12は、対話相手の返答を待ち、その対話相手から「はい」という返答があれば、ロボット12はサブシーケンスを実行開始することとなる。一方、対話相手から「いいえ」という返答があれば、「じゃあ、お買い得情報を教えます」と発話してお買い得情報を教えるビヘイビアB4を実行することとなる。

30

【 0 0 6 0 】

さらに、シーケンスアイコン320の右側(出力側)の「案内終了」のポートと「Bye」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結され、この「Bye」のビヘイビアアイコン304とメインエンドアイコン326とが遷移線306で連結される。また、シーケンスアイコン320の右側(出力側)の「割り込み終了」のポートと「じゃあ、お買い得情報を教えます(Talk)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結され、「じゃあ、お買い得情報を教えます(Talk)」のビヘイビアアイコン304と「Bye」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結され、さらに、この「Bye」のビヘイビアアイコン304とメインエンドアイコン326とが遷移線306で連結される。すなわち、ロボット12は、案内を完了した状態でサブシーケンスを実行終了していれば、次に、「ばいばい」と発話するビヘイビアB5を実行して、メインシーケンスを実行終了することとなる。一方、ロボット12は、割り込み終了した状態でサブシーケンスを実行終了、すなわち、後で詳細に説明するように、反射的遷移R3からメインシーケンスに戻ったのであれば、次に、「じゃあ、お買い得情報を教えます」と発話してお買い得情報を教えるビヘイビアB4を実行し、その後、「ばいばい」と発話するビヘイビアB5を実行して、メインシーケンスを実行終了することとなる。

40

【 0 0 6 1 】

50

また、図9は、視覚化画面302にサブシーケンス画面314が表示された状態のコンポーザ画面300の一例であり、図10は、そのサブシーケンス画面314のサブシーケンスを表した図解図であり、図11は、そのサブシーケンス画面314の反射的遷移を表した図解図である。

【0062】

図9に示すように、サブシーケンス画面314では、ビヘイビアアイコン304や条件分岐アイコン322が表示されるとともに、サブシーケンスの実行開始を示すサブスタートアイコン328、およびサブシーケンスの実行終了を示すサブエンドアイコン330が表示される。

【0063】

このサブシーケンス画面314では、「レストラン1へ(Guide)」のビヘイビア、「レストラン2へ(Guide)」のビヘイビア、および「レストラン3へ(Guide)」のビヘイビアに反射的遷移(R1, R2, R3)が設定されており、それらの反射的遷移(R1, R2, R3)の実行開始を示す反射的遷移スタートアイコン332が表示される。たとえば、ロボット12の開発者等は、反射的遷移(R1, R2, R3)からの戻り先を指定することができ、具体的には、反射的遷移において最後に実行するビヘイビアのビヘイビアアイコンと、反射的遷移を終了した後で実行するビヘイビアのビヘイビアアイコンとを矢印破線(反射的遷移線334)で連結することによって、反射的遷移(R1, R2, R3)に対して、「遷移元へ戻る」、「遷移元のシーケンスの先頭に戻る」、「戻り先を指定する」等の遷移方法を設定することができる。

【0064】

図9 図11を参照して、このサブシーケンス画面314では、サブスタートアイコン328と「どこに行きたいですか?(Ask)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結され、この「どこに行きたいですか?(Ask)」のビヘイビアアイコン304と条件分岐アイコン322が遷移線306で連結される。すなわち、ロボット12は、このサブシーケンスを実行開始すると、まず、「どこに行きたいですか?」と発話するビヘイビアB3-1を実行して、対話相手の返答を待つこととなる。

【0065】

そして、条件分岐アイコン322の右側(出力側)の「レストラン1」のポートと「レストラン1へ(Guide)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結され、条件分岐アイコン322の右側(出力側)の「レストラン2」のポートと「レストラン2へ(Guide)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結され、さらに、条件分岐アイコン322の右側(出力側)の「レストラン3」のポートと「レストラン3へ(Guide)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。すなわち、ロボット12は、対話相手から「レストラン1」という返答があれば、レストラン1までの順路を説明するビヘイビアB3-2を実行することとなり、対話相手から「レストラン2」という返答があれば、レストラン2までの順路を説明するビヘイビアB3-3を実行することとなり、対話相手から「レストラン3」という返答があれば、レストラン3までの順路を説明するビヘイビアB3-4を実行することとなる。

【0066】

そして、「レストラン1へ(Guide)」、「レストラン2へ(Guide)」、「レストラン3へ(Guide)」のビヘイビアアイコン304のそれぞれと「他にも案内しましょうか?(Ask)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。すなわち、ロボット12は、レストラン1までの順路を説明するビヘイビアB3-2、レストラン2までの順路を説明するビヘイビアB3-3、およびレストラン3までの順路を説明するビヘイビアB3-4のいずれかを実行すると、その後、「他にも案内しましょうか?」と発話するビヘイビアB3-5を実行することとなる。

【0067】

そして、「他にも案内しましょうか?(Ask)」のビヘイビアアイコン304と条件分岐アイコン322が遷移線306で連結され、この条件分岐アイコン322の右側(出

10

20

30

40

50

力側)の「はい」のポートと「どこに行きたいですか?(Ask)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。また、条件分岐アイコン322の右側(出力側)の「いいえ」のポートとサブエンドアイコン330とが遷移線306で連結される。すなわち、ロボット12は、対話相手の返答を待ち、対話相手から「はい」という返答があれば、再び「どこに行きたいですか?(Ask)」と発話するビヘイビアB3-1を実行することとなる。一方、対話相手から「いいえ」という返答があれば、サブシーケンスを実行終了し、その後、「ばいばい」と発話するビヘイビアB5(図8参照)を実行することとなる。

【0068】

また、「やっぱり他の場所をおしえて」という遷移条件に対応する反射的遷移R1の反射的遷移スタートアイコン332と「わかりました(Talk)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。この反射的遷移R1では、「遷移元シーケンスの先頭に戻る」の遷移方法が設定されており、ここでは、「わかりました(Talk)」のビヘイビアアイコン304と「どこに行きたいですか?(Ask)」のビヘイビアアイコン304とが反射的遷移線334で連結される。すなわち、ロボット12がレストラン1までの順路を説明するビヘイビアB3-2、レストラン2までの順路を説明するビヘイビアB3-3、およびレストラン3までの順路を説明するビヘイビアB3-4のいずれかを実行しているときに、対話相手がロボット12に対して「やっぱり他の場所をおしえて」と発話した場合には、ロボット12は現在のビヘイビアの実行を止めて、「わかりました」と発話するビヘイビアを実行し、その後、「どこに行きたいですか?」と発話するビヘイビアB3-1を実行することとなる。

【0069】

また、「もう1度説明して」という遷移条件に対応する反射的遷移R2の反射的遷移スタートアイコン332と「わかりました(Talk)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。この反射的遷移R2では、「遷移元に戻る」の遷移方法が設定されており、ここでは、「わかりました(Talk)」のビヘイビアアイコン304と「レストラン1へ(Guide)」、「レストラン2へ(Guide)」、「レストラン3へ(Guide)」のビヘイビアアイコン304のそれぞれとが反射的遷移線334で連結される。すなわち、ロボット12がレストラン1までの順路を説明するビヘイビアB3-2、レストラン2までの順路を説明するビヘイビアB3-3、およびレストラン3までの順路を説明するビヘイビアB3-4のいずれかを実行しているときに、対話相手がロボット12に対して「もう1度説明して」と発話した場合には、ロボット12は現在のビヘイビアの実行を止めて、「わかりました」と発話するビヘイビアを実行し、その後、再び、レストラン1までの順路を説明するビヘイビアB3-2、レストラン2までの順路を説明するビヘイビアB3-3、およびレストラン3までの順路を説明するビヘイビアB3-4のいずれかを実行することとなる。

【0070】

また、「やっぱりいいえ」という遷移条件に対応する反射的遷移R3の反射的遷移スタートアイコン332と「そうですか(Talk)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。この反射的遷移R3では、「戻り先を指定する」の遷移方法が設定されており、ここでは、「そうですか(Talk)」のビヘイビアアイコン304とサブエンドアイコン330とが反射的遷移線334で連結される。そして、上述したように、メインシーケンス画面312では、シーケンスアイコン320の右側(出力側)の「割り込み終了」のポートと「じゃあ、お買い得情報を教えます(Talk)」のビヘイビアアイコン304とが遷移線306で連結される。すなわち、ロボット12がレストラン1までの順路を説明するビヘイビアB3-2、レストラン2までの順路を説明するビヘイビアB3-3、およびレストラン3までの順路を説明するビヘイビアB3-4のいずれかを実行しているときに、対話相手がロボット12に対して「やっぱりいいえ」と発話した場合には、ロボット12は現在のビヘイビアの実行を止めて、「そうですか」と発話するビヘイビアを実行し、その後、「じゃあ、お買い得情報を教えます」と発話してお買い

10

20

30

40

50

得情報を教えるビヘイビア B 4 (図 8 参照) を実行する。

【 0 0 7 1 】

具体的には、開発支援装置 1 0 の CPU 2 0 は、図 1 2 に示すフロー図に従って開発支援処理を実行する。

【 0 0 7 2 】

処理が開始されると、CPU 2 0 は、先ず、ステップ S 1 で、メモリ 2 4 から画面データを読み出し、たとえば図 7 または図 9 に示すようなコンポーザ画面 3 0 0 を表示装置 2 6 に表示する。

【 0 0 7 3 】

次に、ステップ S 3 では、停止命令があるか否かを判断する。たとえば、ロボット 1 2 の開発者等によって、コンポーザ画面 3 0 0 の図示しない終了メニューが選択された場合には“ Y E S ”と判断し、続くステップ S 5 で終了処理を実行して、開発支援処理を終了する。一方、ステップ S 3 で“ N O ”であれば、つまり停止命令が無ければ、ステップ S 7 に進む。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 7 では、行動モジュールの状態遷移の設定処理を行う。ここでは、ロボット 1 2 の開発者等は、メインシーケンス画面 3 1 2 上でメインシーケンスを作成するとともに、サブシーケンス画面 3 1 4 上でサブシーケンスを作成することによって、行動モジュールの状態遷移を設定する。

【 0 0 7 5 】

そして、ステップ S 9 では、行動モジュールの状態遷移の設定処理が終了したか否かを判断する。ここでは、行動モジュールの状態遷移が設定された後、コンポーザ画面 3 0 0 の図示しない決定メニューが選択されたか否かを判断する。ステップ S 9 で決定メニューが選択された場合には“ Y E S ”と判断し、続くステップ S 1 1 で、作成したシーケンスをシーケンス DB 3 0 に保存し、ステップ S 1 3 で、その行動モジュールの状態遷移に関する情報 (遷移情報) をロボット 1 2 に送信して、ステップ S 3 に戻る。

【 0 0 7 6 】

図 1 3 は、ロボット 1 2 の CPU 1 0 0 の全体処理を示すフロー図である。図 1 3 に示すように、ロボット 1 2 の CPU 1 0 0 は、全体処理を実行すると、ステップ S 3 1 で、最初に行う所定のビヘイビアを実行する。つまり、メモリ 1 0 4 から最初に行う所定のビヘイビアに対応する行動モジュールを読み出して、その行動モジュールに規定される行動を行う。なお、最初に実行する所定のビヘイビアには、たとえば「 E X P L O R E (周囲環境を巡回して調査) 」のように周囲環境を調査するもの等が設定され得る。

【 0 0 7 7 】

続いて、ステップ S 3 3 で、停止命令があるか否かを判断する。ここでは、たとえば、開発中であれば開発支援装置 1 0 から終了指示があったか、あるいは、ロボット 1 2 を停止させるための終了ボタンが押されたかどうか等を判断する。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 3 3 で“ Y E S ”であれば、続くステップ S 3 5 で終了処理を実行して、ロボット 1 2 の動作処理を終了する。この終了処理では、ロボット 1 2 の体の各部位をそれぞれのホームポジションに戻すようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

一方、ステップ S 3 3 で“ N O ”であれば、つまり停止命令がなければ、ステップ S 3 7 で、開発支援装置 1 0 から「行動モジュールの状態遷移」についての遷移情報がネットワーク 2 0 0 を介して送信されてきたか否かを判断する。ステップ S 3 7 で“ Y E S ”であれば、続くステップ S 3 9 で遷移情報を受信してメモリ 1 0 4 に書き込む。

【 0 0 8 0 】

続いて、ステップ S 4 1 で、遷移情報に従い最初のビヘイビアを実行する。ここでは、ロボット 1 2 は、遷移情報に従って、最初の行動モジュールのデータをメモリ 1 0 4 から読み出して、その行動モジュールに対応するビヘイビアを実行する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

続く、ステップ S 4 3 では、ロボット 1 2 の現在実行中のビヘイビアに対して、反射的遷移の条件が満たされるか否かを判断する。ここでは、対話相手がロボット 1 2 に対して反射的遷移の条件を満足するような行動をとったか否かを判断する。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 4 3 で “ Y E S ” であれば、つまりロボット 1 2 の現在実行中のビヘイビアに対して反射的遷移の条件が満たされるのであれば、ステップ S 4 5 で、反射的遷移の実行処理（図 1 4 参照）を開始する。

【 0 0 8 3 】

一方、ステップ S 4 3 で “ N O ” であれば、つまりロボット 1 2 の現在実行中のビヘイビアに対して反射的遷移の条件が満たされないのであれば、ステップ S 4 7 で、遷移情報に指定されている全てのビヘイビアの実行が完了したか否かを判断する。ステップ S 4 7 で “ Y E S ” であれば、つまり行動モジュールの状態遷移において指定されている全てのビヘイビアの実行が完了していれば、ステップ S 3 3 へ戻る。

10

【 0 0 8 4 】

一方、ステップ S 4 7 で “ N O ” であれば、つまり、まだ全てのビヘイビアの実行が完了していなければ、ステップ S 4 9 で、遷移情報に従い次のビヘイビアを実行する。そして、ステップ S 4 3 に戻って、処理が繰り返される。

【 0 0 8 5 】

図 1 4 は、図 1 3 に示したステップ S 4 5 の反射的遷移の実行処理のフロー図である。図 1 4 に示すように、ロボット 1 2 の CPU 1 0 0 は、反射的遷移 R i の実行処理を開始すると、S 6 1 で、ロボット 1 2 の現在のビヘイビア B i の実行を中断して、S 6 3 で、反射的遷移 R i で定義されている一連のビヘイビア { B i 1 , B i 2 , . . . , B i N } を実行する。

20

【 0 0 8 6 】

続く、ステップ S 6 5 では、反射的遷移 R i に対して、「遷移元へ戻る」の遷移方法が設定されているか否かを判断する。ステップ S 6 5 で “ Y E S ” であれば、ステップ S 6 7 で、再びビヘイビア B i を実行し、ステップ S 4 3（図 1 3 参照）に戻って、処理が繰り返される。一方、ステップ S 6 5 で “ N O ” であれば、つまり、反射的遷移 R i に対して、「遷移元へ戻る」の遷移方法が設定されていないければ、ステップ S 6 9 に進む。

30

【 0 0 8 7 】

ステップ S 6 9 では、反射的遷移 R i に対して、「遷移元のシーケンスの先頭へ戻る」の遷移方法が設定されているか否かを判断する。ステップ S 6 9 で “ Y E S ” であれば、ステップ S 7 1 で、ビヘイビア B i の属するシーケンスの最初のビヘイビアを実行し、ステップ S 4 3（図 1 3 参照）に戻って、処理が繰り返される。一方、ステップ S 6 9 で “ N O ” であれば、つまり、反射的遷移 R i に対して、「遷移元へ戻る」の遷移方法も、「遷移元のシーケンスへ戻る」の遷移方法も設定されていないければ、ステップ S 7 3 に進む。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 7 3 では、反射的遷移 R i に対して、「戻り先を指定する」が設定されているか否かを判断する。ステップ S 7 3 で “ Y E S ” であれば、ステップ S 7 5 で、戻り先として指定されたビヘイビアを実行し、ステップ S 4 3（図 1 3 参照）に戻って、処理が繰り返される。

40

【 0 0 8 9 】

このように、この実施例では、行動モジュールの状態遷移が最上位であるメインシーケンスとそれより下位のサブシーケンスとに階層化され、メインシーケンスに対応するメインシーケンス画面 3 1 2 とサブシーケンスに対応するサブシーケンス画面 3 1 4 とがそれぞれ個別に表示される。そして、メインシーケンス画面 3 1 2 上に表示されたアイコン 3 0 4 , 3 2 0 , 3 2 2 , 3 2 4 , 3 2 6 とそれらを連結する連結線 3 0 6 とに基づいて、メインシーケンスを作成することができる。また、サブシーケンス画面 3 1 4 上に表示さ

50

れたアイコン 304, 322, 328, 330 とそれらを連結する連結線 306 とに基づいて、サブシーケンスを作成することができる。したがって、この実施例によれば、階層性のある複雑な行動モジュールの関係性を簡単に設定することができる。

【0090】

また、この実施例では、反射的遷移において最後に実行するビヘイビアのビヘイビアアイコンと、反射的遷移を終了した後で実行するビヘイビアのビヘイビアアイコンとを反射的遷移線 334 で連結することによって、反射的遷移からの戻り先を指定することができる。そして、反射的遷移に対して、「遷移元へ戻る」、「遷移元のシーケンスの先頭に戻る」、「戻り先を指定する」等の遷移方法を設定することができる。

【0091】

なお、この実施例では、メインシーケンスの一部に含まれるひとまとまりの実行順序関係をサブシーケンスとして階層化して、1つのシーケンスアイコン 320 をメインシーケンス画面 312 上に表示したが、これに限定される必要はない。たとえば、メインシーケンスの一部にひとまとまりの実行順序関係が複数含まれていれば、そのそれぞれをサブシーケンスとして階層化して、複数のシーケンスアイコン 320 をメインシーケンス画面 312 上に表示してもよい。また、たとえば、サブシーケンスの一部にひとまとまりの実行順序関係が含まれていれば、それをサブシーケンスとして階層化して、サブシーケンス画面 314 上にシーケンスアイコン 320 を表示するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0092】

- 10 ... コミュニケーションロボット開発支援装置
- 12 ... コミュニケーションロボット
- 20 ... CPU
- 22 ... バス
- 24 ... メモリ
- 26 ... 表示装置
- 28 ... 入力装置
- 30 ... シーケンスDB
- 60 ... 赤外線距離センサ
- 66 ... 全方位カメラ
- 78 ... 接触センサ
- 84 ... スピーカ
- 86 ... マイク
- 90 ... 眼カメラ
- 100 ... CPU
- 102 ... バス
- 104 ... メモリ
- 106 ... モータ制御ボード
- 108 ... センサ入力/出力ボード
- 110 ... 音声入力/出力ボード
- 200 ... ネットワーク
- 300 ... コンポーザ画面
- 302 ... 視覚化画面
- 304 ... ビヘイビアアイコン
- 306 ... 遷移アイコン
- 312 ... メインシーケンス画面
- 314 ... サブシーケンス画面
- 320 ... シーケンス画面
- 334 ... 反射的遷移アイコン

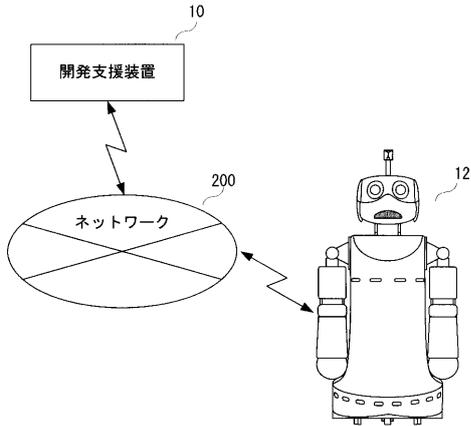
10

20

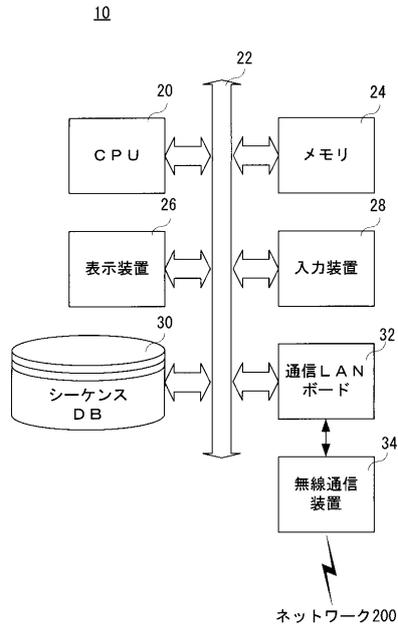
30

40

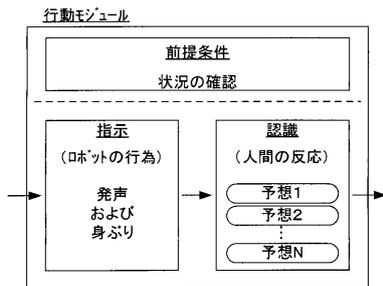
【図1】



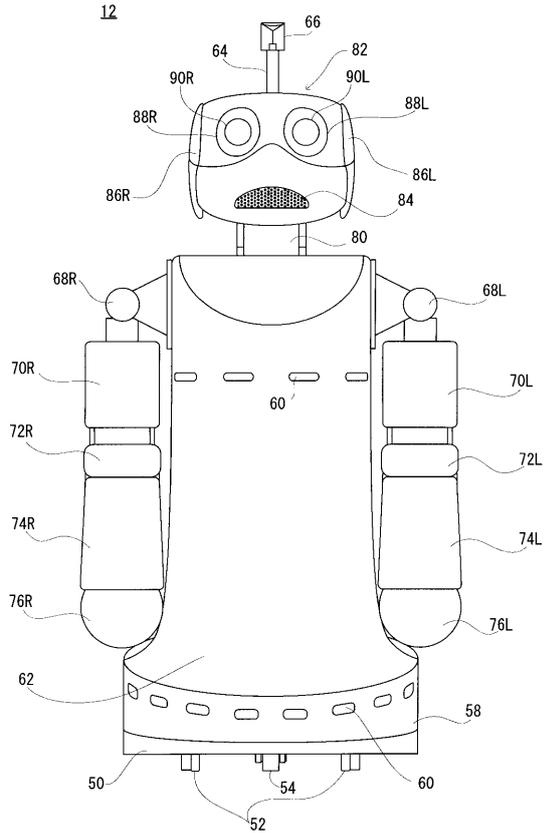
【図2】



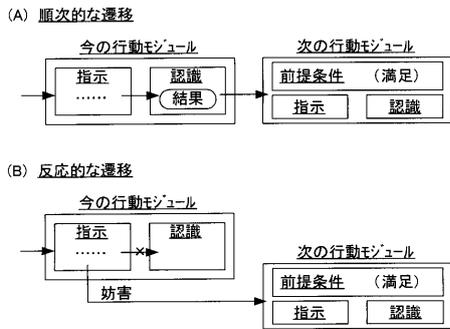
【図3】



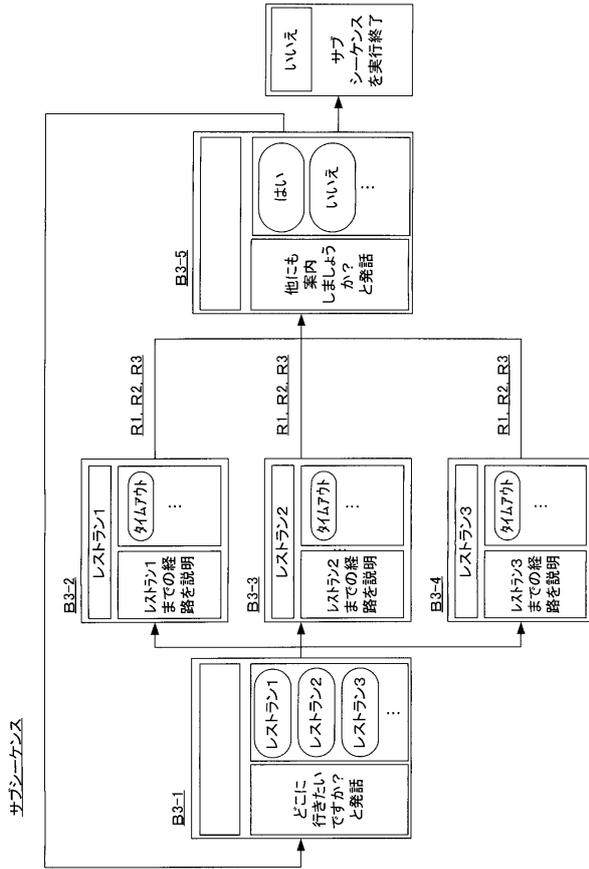
【図5】



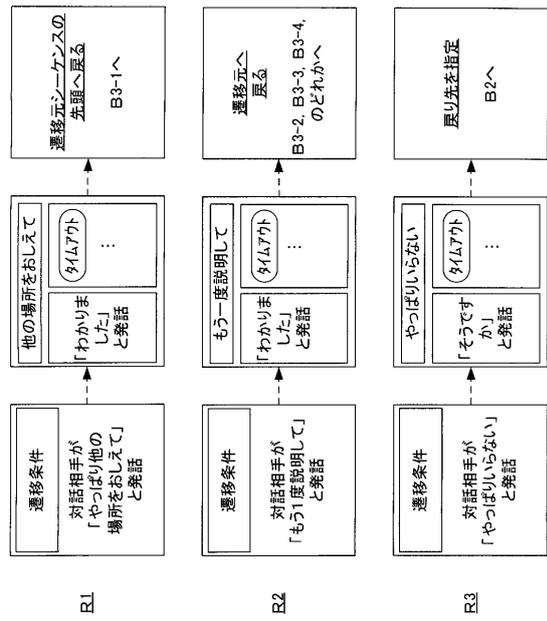
【図4】



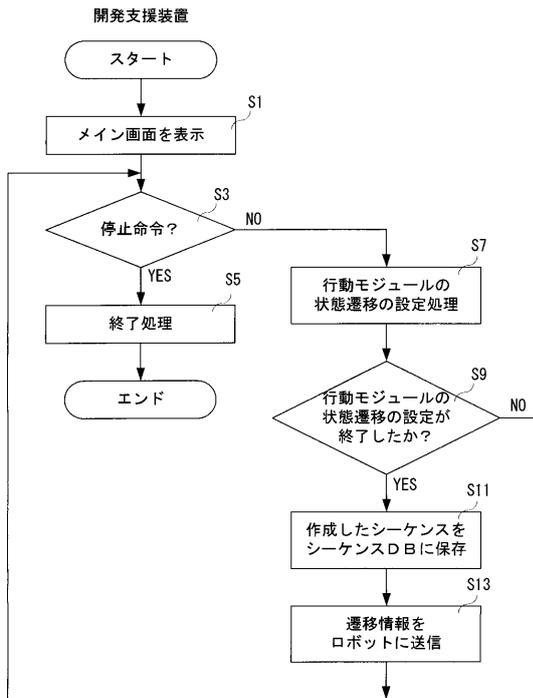
【図10】



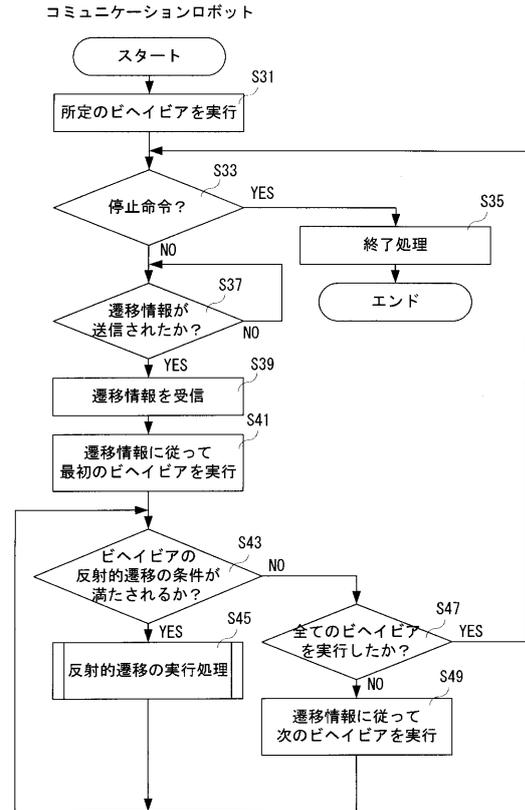
【図11】



【図12】

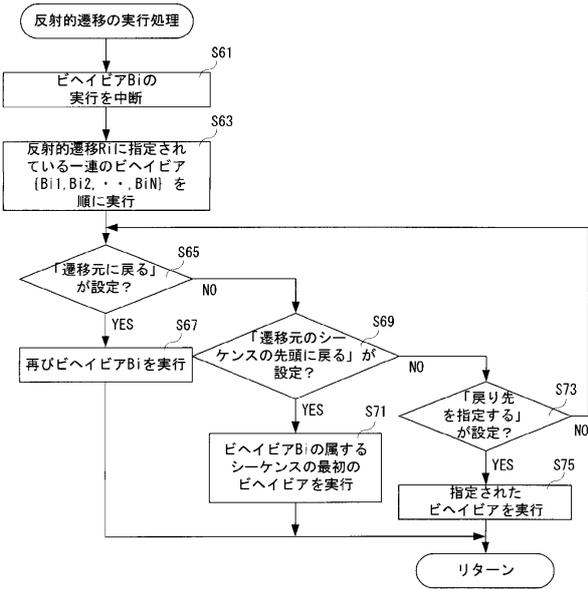


【図13】



【図14】

コミュニケーションロボット



フロントページの続き

(72)発明者 ディラン フェアチャイルド グラス
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 金丸 治之

(56)参考文献 特開2002-120174(JP,A)
特開2005-288573(JP,A)
特開2004-114242(JP,A)
特開平08-249026(JP,A)
特開2001-147704(JP,A)
国際公開第2005/014242(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 9/22