

意味解析に基づくロボット指示システム Athena2011

田村優樹[†] 長崎達也[†] 中野雅広[†] 原田実^{††}

近年、人間との実生活でも共存を目指してロボットの研究が増えている。このためには、人が話す多様な表現の言葉を理解しそれに適切に応答しなければならない。本研究では人型ロボット NAO に言葉で指示し(但し、ロボットの部分の変位動作に限る)、その意味の正しい解釈に基づき行動させる Athena2011 の開発を行った。Athena2011 は、発話者が発した音声命令をテキスト変換後、意味解析を行い、動作コマンドと対象・量などのパラメータからなる中間言語を生成する。この中間言語をロボット動作命令に展開し無線 LAN を利用して NAO に送り行動させる。前の行動を記録しそこから照応解析を行うことにより行為や対象を省略しても動作を行なわせることができる。さらに学習機能を用いて、不明行為や不明対象が入力された際に既知語で説明することにより、次回からその行為または対象を既知のものとして認識し実行できる。

Robot instruction system Athena2011 based on the semantic analysis

Yuki Tamura[†] Tatsuya Nagasaki[†] Masahiro Nakano[†]
Minoru Harada^{††}

Recently, the research of the robot has increased aiming at human-robot coexistence in a real life. For this, it is necessary to understand the word of various spoken expressions that the person speaks and to respond to them appropriately. In this research, we develop a system named Athena2011, which receives verbal instructions (limited to the actions changing parts of the robot), recognizes the true meanings of the instructions, and operates a humanoid robot NAO appropriately. Athena2011 converts the verbal instructions to the texts, applies the semantic analysis to them, and generates the commands in an intermediate language which include the action command and its parameters such as objects and amounts of the action. By recording a previous action and conducting correspondence analysis, even if the action and the object are omitted in the voice instructions, it can be operated. Furthermore, even if unknown actions and unknown objects are given, their details can be defined by known words in the learning function. So, such actions and objects can be recognized and operated appropriately in the next time.

[†] 青山学院大学大学院理工学研究科

^{††} 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科

1. 序論

1.1. はじめに

近年人間との実生活でも共存を目指して開発されているロボットが増えている[1][2]。本田技研工業の「ASIMO(アシモ)」[3]の様にオフィスでの稼働を想定している二足歩行ロボットや、SONY 社の「AIBO(アイボ)」[4]のように愛玩・娯楽用に開発されたもの、アメリカのビタクラフト社の「Vita Craft」シリーズ[5]の様な家事をサポートするロボットまである。そうしたロボットが人との共存を図るためにはコミュニケーションが必須であり、このためには人が言葉で話した指示内容を正しく理解し、実行しなければならない。ロボットとの会話というのは、人類の夢の一つでもあり、発展の目覚ましい分野である。更に、ロボットとの会話をやりとりすることで、痴呆予防にもなりえる。このようなロボット対話の基礎技術として、原田研究室では「意味解析」に関する研究を行ってきた。意味解析とは、一般の文を語意や語間関係を保持する形式に変換するもので、自然語文を意味を基本に機械処理できるようにするための研究である。この意味解析のもっとも重要な効果は「曖昧性の解消」である。人は他者からの指示に対し、多様な言い回しでも概ね正しく意味を取ることが出来る。人間とロボットの共存を目指す上で、ロボットに指示をする際に、人間にするのと同じ感覚で声をかける場面は多々あると思われる。ロボットに登録した限定的な言葉や言い回しだけで会話をするというのではなく、人間と会話をしているかのようなストレスフリーの状態を実現しなければならない。我々が人と話す多様な表現でロボットに話しかけ、ロボットが意味解析した内容に基づき実行可能な振る舞いをする必要がある。さらに、親が子供に言葉の意味を教えるように、ロボットにとっての未知語の意味を言葉で説明して教えられたいと考えた。

1.2. ロボットへの指示インタフェースの研究

ロボットに指示を与える方法は様々なものがある。ロボットコンテストでは有線のコントローラーを用いて様々なコマンドを入力することでロボットに指示をし、行動させている。コントローラーは複雑なスイッチ操作が必要な自作のものから、家庭用ゲーム機のコントローラーのような比較的手に入りやすい既製のものが使用されることもある。株式会社テムザックの病院受付ロボット「Furea(フレア)」[6]は本体に搭載されたタッチパネルを操作してロボットに指示を出すことができる。トヨタ自動車株式会社の施設案内ロボット「TPR-ROBINA(ロビーナ)」[7]は手元の

マイクから音声で指示し、無線によってロボットに送信するとロボット側で音声認識を行う。SONY の犬型ロボット「AIBO」は遠隔地から携帯電話を通じて数字ボタンで動作方向を指示できる他、コマンドを記述したメールによる指示、特殊なカードを AIBO 搭載のカメラに見せることで動作パターンを指示することができる。東京工業大学の徳永研究室で行われている傀儡の研究では、3つの動作指示をすることにより、仮想空間内のロボットを操作する。慶應義塾大学の山口研究室が行なっている Nao との対話研究では、メニュー会話方式を使用し、ロボットへの動作指示を行っている。原田研究室では 2010 年度に、富士ソフト株式会社のヒューマノイドロボット「PALRO」[8]を実機として利用する Athena2010[9]の開発を行った。

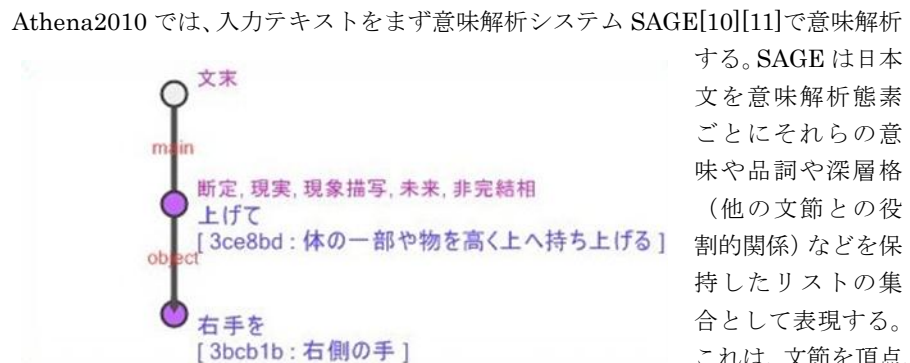


図 1 SAGE の意味解析結果を示す意味グラフ

を辺と考えると、図 1 のような意味グラフとして表現される。語意には EDR 辞書の約 40 万個の概念 ID を採用している。現状の精度は、語意 96%、深層格 93%である。Athena2010 はユーザ発話の意味グラフから、文末の動詞節及びそれに係る節を抽出する。動詞節の動詞の語意から実行すべきロボットのコマンド (Athena コマンド) を決定する。複数の動詞節がある場合はその間の深層格から実行順を決定する。Athena コマンドは動作を指定する部分と動作対象や方向や回数などを指定するパラメータで構成される。

1.3. 研究目的

前述の様な背景と前年度の研究を踏まえ、本研究では下記の 3 点を目的とするロボット指示システム Athena2011 を構築する。また実機として ALDEBARAN

ROBOTICS 株式会社のヒューマノイドロボット「NAO」[12]を使用する。

- ・ロボットに言葉で指示をする。(但し、ロボットの部分の変位動作に限る)
- ・多様な言い方に対して正しい解釈をさせる。
- ・ロボットに行動を学習させる。

2. 言語によるロボット操作システム Athena2011 の構成

2.1. システム全体の概要

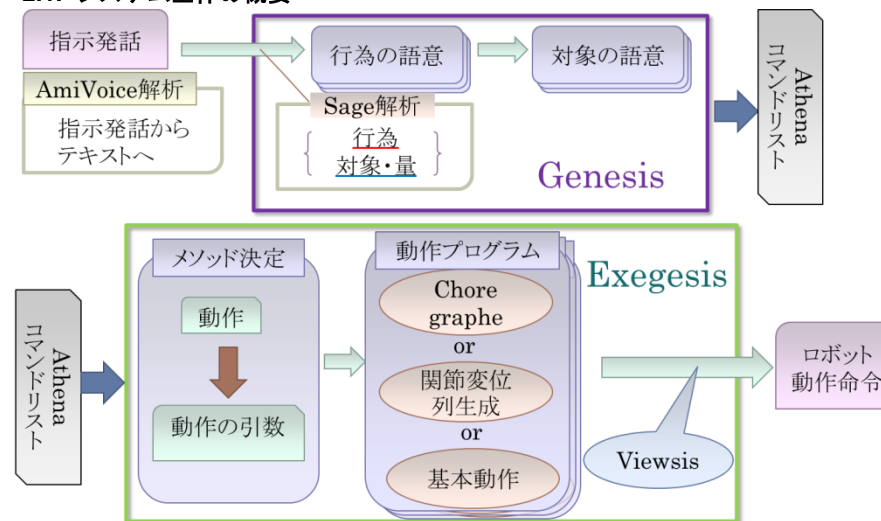


図 2 システム全体の概要図

ロボット操作システム Athena2011 における処理の流れを図 2 に示す。

発話者による音声命令を音声認識ソフト AmiVoice[13]を用いてテキストに変換する。このテキストを SAGE で意味解析し、Genesis によって適切な Athena コマンドに変換する。Athena を使ってロボットに指示をする際は予め AmiVoice の起動と Athena の辞書構築と NAO と PC の接続をしておく必要がある。AmiVoice が音声命令をテキスト変換し、それが Athena の実行キーとなり、内部で SAGE 解析が始まる。指示発話が Genesis によって行為と対象の語意に分類され、適切な Athena コマンドに変換する。このコマンドは、Athena 内の Exegesis によって Athena コマンドから NAO 動作命令に変換され無線 LAN で送信し実行される。



図3 NAO

一方、NAO(図3)は、胸の起動スイッチを押してから耳の部分のLEDランプがすべて点灯すると、Athenaからの接続待ち状態となる。接続が完了するとAthenaから送られてくる動作命令を実行できる状態となる。NAOの発話にはAthena内の読み上げソフトTextVoice[16]を使うことにより実現している。発話する内容をテキストから音声に変換し、NAOに無線LANで送信する。

NAOは身長57cm、体重約4kg、動作可能な関節を25個持つヒューマノイドロボットである。NAOには、顔の認識、動体の検知、音声認識、障害の検出、回避行動、フィードバック制御、自己姿勢の検知などの技術を標準搭載している。また、無線LANによるインターネット接続が可能であり、動作命令などのやり取りは基本的に無線で行う。NAOアプリケーションの開発環境は「Choregraphe」というNAO付属ソフトウェアや、プログラム言語のpythonやC++やC#などが準備されており、本研究ではChoregrapheとC#を選択し、システムの実装を行う。

3. Genesis

3.1. Genesisの概要

Genesisの処理手順を以下の図4に示す。Genesisは、SAGE解析を行った結果を基に行為と対象の決定を行い、Athenaコマンドリストを生成する。行為とはロボットが行う動作の単位で、対象とは動作対象となるロボット自身のパーツで、量とはどの方向にどのくらいどの頻度で動かすのかなどの数値や副詞である。例として「右手を上げなさい」と発話者が言った場合には、「上げなさい」が行為であり、「右手を」が対象である。行為と対象・量の決定を行う上で重視したのが、指示発話の多様な表現である。意味解析を行うことで多様な表層表現を深層の意味表現に変換し、発話内の言葉の語意ごとにAthenaの動作コマンドやロボット部位や変位量に

対応付けて一意的な行為を行わせる。

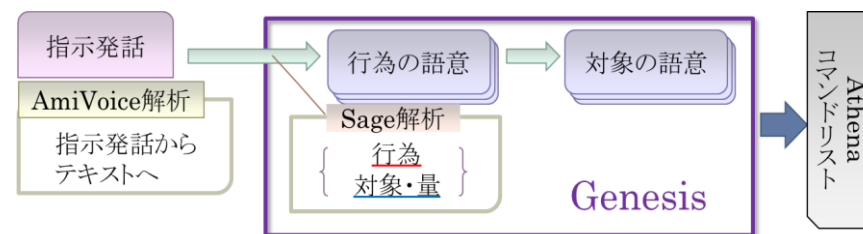


図4 Athena内におけるGenesisの位置付け

この対応付けは、具体的には以下の4つの手順で行う。

- 行為によるコマンドの決定
- 対象・量によるパラメータの決定
- EDR辞書を使用した上位概念による行為と対象・量の決定
- Genesis内に登録されていない行為と対象・量の学習

これらの詳細については行為と対象に分けて以下の各節で説明する。

3.2. 既知語による行為の決定

発話文の文末にある動詞節 v_i を行為として抽出し、Genesis内に登録された行為コマンド群 $\{c_j\}$ から意味的に対応する行為コマンド c_i を決定する処理手順を以下に説明する。ここで、 $C(x)$ は文節 x の主辞やコマンド x の意味を表すEDR辞書での概念識別子である。ただし x がコマンドである場合 $C(x)$ が複数ある場合がある。

1. v_i と、ある $c \in \{c_j\}$ に対して $C(c)$ が $C(v_i)$ の上位概念または同一ならば、 c を v_i に対応するコマンド c_i とする。
2. 上記1で c_i を決定できない場合は v_i を不明行為として処理をする。

指示発話からコマンドができるまでの流れを「右手を上げて」という例を用いて図5に示した。この例では「上げて」という動詞節が v_i であり、 c が「Up」となる。まず $C(v_i)$ を求め、それに対して同一または上位概念である $C(c)$ を探索する。探索方法は、keyを概念識別子としたハッシュによるものである(詳しくは5.5に記述)。 $C(v_i)$ は「3CE8BD」となり、 $C(c)$ が「3C0455」となる。「3C0455」が「3CE8BD」の上位概念としてEDR辞書内で存在するため、「3CE8BD」は「3C0455」に属すると考えられ「3C0455」に対応するコマンド「Up」が c_i となる。結果、「上げて」

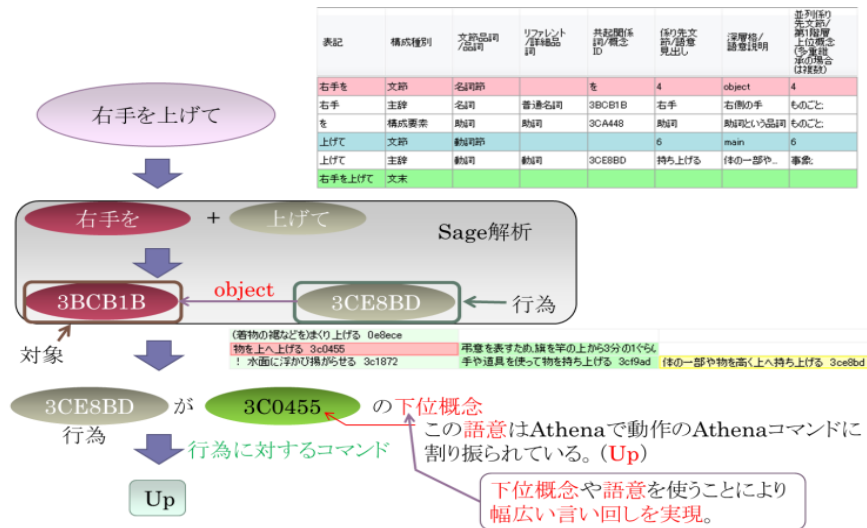


図 5 表層表現・語意・コマンド間の対応

という行為に対して「Up」というコマンドが生成される。手順2の不明行為の学習は5章で説明する。

3.3. 既知語による対象の決定

対象の決定は一部例外があるが、行為の決定方法とほぼ同じである。行為の文節に係る名詞節や副詞節 n_i を対象・量として抽出し、Genesis内に登録されたパラメータ群 $\{p_j\}$ (詳しくは4章で説明) から意味的に対応するパラメータ p_i を決定するまでの処理を下記に示す。なお下記の $C(x)$ は文節 x やパラメータ x の概念識別子である。ただし x がパラメータである場合 $C(x)$ は複数ある場合がある。

1. n_i と、ある $p \in \{p_j\}$ に対して $C(p)$ が $C(n_i)$ の上位概念または同一ならば、 p を n_i に対応するパラメータ p_i とする。
2. 上記1で p_i を決定できない場合は n_i を不明対象・量としての処理をする。
3.2と同じ例で示すと、「右手を上げて」の「右手を」の部分 n_i であり $C(n_i)$ が「3BCB1B」となる。そしてGenesis内に登録されている「Hand, RPart」が p となりパラメータとして生成される。

但し、行為と違い対象・量では例外として、いつその行為を行うかなどの行為優

先情報も入っている。優先情報の場合は、優先情報リストに優先順位を格納しておき Athena コマンド生成時にコマンドの並び替えを行う。例として「右手を上げる前に左手を上げなさい」と指示命令が来たとすると、「上げる」に対するパラメータは「右手を」と「前に」である。この場合、「前に」に対して深層格や概念識別子を見ることにより優先情報と判断し、次の「左手を上げなさい」に対する優先順位をひとつ繰り上げて優先情報リストに優先順位を格納する。よって「左手を上げてから右手を上げる」動作を行う。手順2の不明対象・量の学習は5章で説明する。

3.4. Athena コマンドリストの作成と順序の決定

行為からはコマンドが生成され、対象からはパラメータがそれぞれ生成される。これらを合わせたものが Athena コマンドである。Athena コマンドについての詳しい説明は4章で行う。Athena コマンドの基本形は「コマンド,パラメータ」となっており、パラメータを分割すると「方向,ロボットの対象部位,対象部位に対する詳細,数量,行動回数」となっている。パラメータの初期値は「Hnull,Pnull,RLnull,Nnull,1」である。これらに対象から取り出されたパラメータを合わせたものが完全なパラメータとして生成され、コマンドと合わせることで Athena コマンドとなる。Athena コマンドリスト内の順序は、基本的には発話者の話す順序に Athena コマンドを格納していくが、行為に対して「～する前に～しろ」などの順序入れ替えの言葉が入っていた場合に順序を変える操作を行う。順序入れ替えの判定は前節で説明したように対象・量として取り出され、それが Genesis 内の既知語に属していた場合、既知語の意味にあった順序入れ替えを行う。例として「最後に～して」や「～番目に～して」などが既知語として登録されている。

3.5. 短期記憶を使ったゼロ目的語及びゼロ動詞の照応解析

Athena には、図6に示すように、NAOへ送信した過去の Athena コマンドリストとそれに対する付与情報が格納されている。これらを使用することにより、ゼロ目的語及び

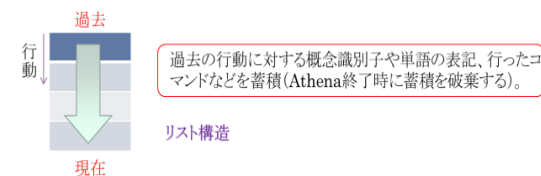


図 6 短期記憶のリスト構造

ゼロ動詞の照応解析を行い、省略した言い回しにも対応している。Athena コマンドリストには NAO が行った行動順に Athena コマンドが格納されており、目的語

や動詞が省略されている場合、一つ前の Athena コマンドから同じものを補完する。例えば、「右に歩いて」の後に「もっと右」と発話者が言った場合、一つ前の動作から「もっと右に歩いて」と解釈し直して、Athena コマンドを生成する。この場合「右に歩いて」という指示に対する Athena コマンドは「Walk,Right,Pnull,RLnull,Nnull,1」である。その後の「もっと右」という指示は、動詞がないため Athena コマンドは生成されずパラメータ「More,Right」だけが生成される。このように Athena コマンドが生成されない場合、短期記憶に問い合わせる。Athena コマンド「Walk,Right,Pnull,RLnull,Nnull,1」とその後生成されたパラメータ「More,Right」に対して同一分類判定（5章で詳説）を行う。同一分類判定は、パラメータの種類が同じであるかを判別することにより、Athena コマンド内のパラメータを同一種類ごとに置換していく。これにより「Walk,Right,Pnull,RLnull,More,1」という Athena コマンドが生成される。ここでパラメータ「More」について説明する。パラメータにも幾つか種類があり、その一つが「程度」を表すパラメータである。「Little」「LittleMore」「More」の3つがこれにあたり、日本語に直すと「ちょっと」「少し」「もっと」などに対応している。これらのパラメータは数値と同じ区分に割り当てられている。この例では、数値の値が「Nnull」になっているため「Nnull」を「More」に置き換える。もし数値が入っていた場合、その数値に対してパラメータ毎に決められた比率分だけ、その数値を変更する。例えば「Walk,Right,Pnull,RLnull,5Steps,1」がひとつ前の行動で、次に「少し前」と言ったとする。「少し前」に対するパラメータは「LittleMore, Forward」であり、「5Steps」と「LittleMore」は同一分類であるので、「5Steps」を「3Steps」に変更して「Walk,Forward,Pnull,RLnull,3Steps,1」が生成される。

4. Exegesis

4.1. Athena コマンドの概要

Nao に登録されている行為や対象・量に対応する語意(EDR 辞書の概念 ID)をモニタリングに現した語彙を行為の後ろにその対象や量を並べた中間言語が Athena コマンドである。ロボット側 (Exegesis) はこれを受け取り、解析して Nao 動作命令を生成する。

Athena コマンドの構成を
図 7 に示した。

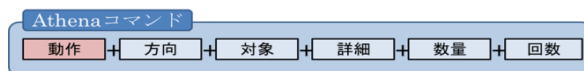


図 7 Athena コマンドの構成

1つの Athena コマンドは、図 7 に示すように、動作、方向、対象、詳細、数量、回数から構成される。動作指定部によって大まかなロボット動作を決定し、そのあとの5つのパラメータが動作の詳細を制御する。それぞれのパラメータを以下のように定義した。

- 「動作」・・・主となる動詞の指定
- 「方向」・・・動作を行う方向。基準はロボット視点
- 「対象」・・・手、顔などの動作を行う部位
- 「詳細」・・・左、右など対象の更に細かい部位
- 「数量」・・・歩数、角度など動作の程度
- 「回数」・・・指定された動作の回数

命令として情報が無いパラメータには null が割り当てられ、1つの例外を除き Athena コマンドのパラメータが6つ以下になることはない。表 1 に Athena コマンドとして送信できるパラメータの一覧を示す。例外については 4.2 で述べる。発話「右手を 45 度上にあげて」に対する Athena コマンド (Up,Top,Hand,Rpart, 45Arg, 1,) の構成例を図 8 に示した。

表 1 Athena コマンドパラメータ一覧

動作	方向	対象	詳細	数量	回数
StandUp	Forward	Body	RPart	数Arg	1~
Walk	Back	Head	LPart	数Distance	
Turn	Right	Shoulder	Both	数Steps	
Up	Left	Elbow	RLnull	Nnull	
Open	Top	Wrist			
Bend	Bottom	Hand			
See	Width	Foot			
Speak	Length	Pnull			
他8種類	Hnull				
16個	9個	8個	4個	4個	計



図 8 Up,Top,Hand,Rpart,45Arg,1 コマンドの構成例

を Athena コマンドとして Genesis で生成し、Exegesis で受け取ることができる。しかし、Athena コマンド全てがロボットの行動に繋がるとは限らない。詳しくは次節で説明する。

4.2. Athena コマンドの種類とロボット実行可能動作

前節で生成可能な Athena コマンド列挙したが、Exegesis ではそのすべての Athena コマンドを受け取ってはできても、Nao 動作命令を生成するわけではな

い。例えば、「右手を開いて」は(Open,Hnull,Hand,RPart,Nnull,1,)という Athena コマンドが生成され、ロボットは実際に右手を開く動作を行う。しかし、「顔を開いて」は(Open,Hnull,Head, RPart,Nnull,1,)という Athena コマンドが生成されるが、

表 2 ロボット実行可能動作 Athena コマンド(一部抜粋)

動作	Athenaコマンド例	動作説明
StandUp	StandUp,Hnull,Pnull,LRnull,Nnull,1,	立ち上がる
Walk	Walk,Forward,Pnull,RInull,8Steps,1,	8歩前に歩く
	Walk,Back,Pnull,RInull,1000Distance,1,	1m後ろに歩く
	Walk,Left,Pnull,RInull,3Steps,1,	3歩左に歩く
	Walk,Right,Pnull,RInull,100Distance,1,	10cm右に歩く
Turn	Turn,Left,Pnull,RInull,180Arg,1,	180度左に回転する
	Turn,Hnull,Elbow,RPart,20Arg,1,	右肘を20度回転する
Up	Up,Hnull,Hand,LPart,Nnull,1,	左手をあげる
	Up,Top,Elbow,Both,Nnull,1,	両肘を上あげる
Open	Open,Hnull,Hand,Both,Nnull,1,	両手を開く
	Open,Width,Foot,LRnull,Nnull,1,	足を横に開く
Bend	Bend,Hnull,Elbow,LPart,Nnull,1,	左肘を曲げる
See	See,Forward,Head,LRnull,Nnull,1,	前を見る(カメラ起動)
Speak	Speak,こんにちは,	「こんにちは」と言う

実際にロボットは動作しない。基本的にロボットがハード面で不可能とする動きに対する命令はできない。このような命令については、Nao 動作命令を作成していない。実際にロボットが行動できる主な Athena コマンドを表 2 にまとめた。本システムでは、表 2 の動作を実現させるために、下記の 3 種類の Nao 動作命令生成プログラムを用意した。

- Choregraphe・・・「立つ」「座る」「踊る」の動作で使用。これは NAO 動作作成のためのソフトウェアであり、ALDEBARAN ROBOTICS であらかじめ用意している動作プログラムを読み込んで利用する。
- 関節変位列生成・・・様々な関節の角度を指定して変化させるプログラム。多くの動作でこのプログラムを使用している。SetAngles という関数を用い、「関節名、角度(rad)、速度」を与えることで、関節を動かす。
- 基本操作・・・「歩く」、「体を回転させる」の動作で使用。予め用意されている関数をそのまま利用した動作プログラム。「歩く」には walkTo という関数が ALDEBARAN ROBOTICS で用意されており、これを利用している。

本来6つのパラメータから構成される Athena コマンドだが、動作「Speak」に関しては例外として扱っている。「Speak」はロボットに何かを言わせるコマンドだが、方向や対象などのパラメータが要らず、Athena コマンドの処理がしやすいため、2つのパラメータのみで構成されている。

5. 不明語の学習

5.1. 不明行為の学習

・記憶に握手が蓄積されていない場合

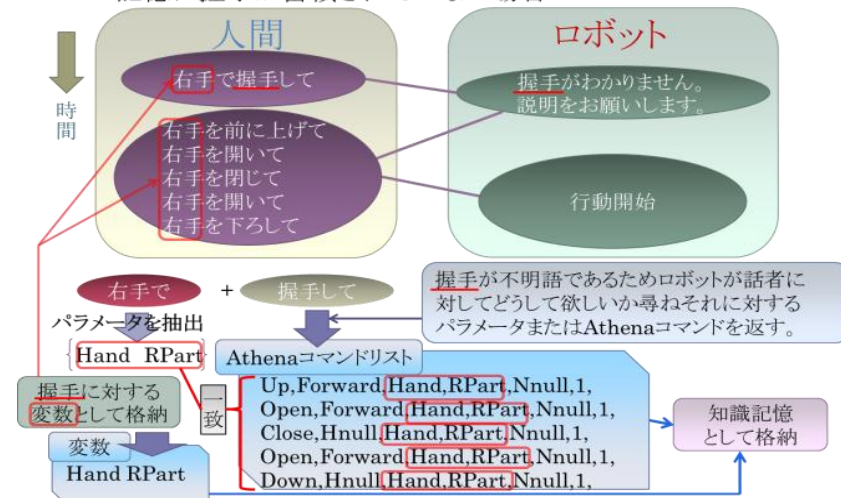


図 9 不明行為を既知語で説明する場合

3 章で述べた不明行為の学習について説明する。例えば、まだ知識記憶に握手が格納されていない場合を考える。図 9 は「右手で握手して」という指示発話がされてから Athena コマンドリストの生成及び知識記憶として未知行為の格納までを示している。まず指示発話「右手で握手して」は今までと同じで行為「握手して」と対象「右手で」に分離される。「右手で」は既知語意に当てはまるため、パラメータとして「Hand,RPart」が出力される。「握手して」は未知行為なので、まず「握手」とはどういう行為なのか知る必要があるため、人間に対して「握手がわかりません。説明をお願いします」と聞き返す。これに対する人間の応答を Athena 側が認識できなければならないため、応答に使う言葉は全て Genesis 内に既知語として登録されているものにする。もし既知語以外で説明した場合は、その不明語に対する質問を人間に対して繰り返すことになる。詳細は 5.4. で説明する。例えば、人間が図 9 に示すように「右手を前に上げて右手を開いて右手を閉じて右手を開いて右手を下

ろして」と応答したとする。これらは全て既知語である。これらに対する Athena コマンドリストがまず作成されるが、ここで重要なのが最初に出力されるパラメータ「Hand,RPart」である。このパラメータと Athena コマンドリストを見比べると、図 9 の Athena コマンドリストで赤く囲われている部分は全て「Hand,RPart」となっており、これらは「右手で」から出力されたパラメータと一致している。この場合 Athena コマンドリスト内の「Hand,RPart」というパラメータ部分を変数として格納される。そして、最後に key を不明語の概念識別子として変数と Athena コマンドリストが知識記憶の中に格納される。

次に、握手が上記のように知識記憶に格納されると仮定して、図 10 のように「左手で握手して」



図 10 不明行為が登録されている場合(握手)

と指示発話したとする。今回は「握手」が認識できるため Athena コマンドリスト直接取り出される。同時に変数も取り出され、今回の対象「Hand,LPart」と同一分類判定が行われる。同一分類判定とは、パラメータ内の種類が同一であるかを調べることである。判別方法としてパラメータ群ははじめから Genesis 内でパラメータの種類ごとに区分されており、それに属しているかどうかで決定する。今回は「Hand,RPart」と「Hand,LPart」が同一の分類であるため、入れ替えることが可能となる。よって、取り出された Athena コマンドリスト「Hand,RPart」は「Hand,LPart」に全て変更されてコマンドリストが生成される。

5.2. 不明対象・量の学習

不明対象・量の学習は、不明行為の学習とほぼ同じだが、行為と違って変数がない。不明対象についての人間側の説明方法も既知語で行うが、あくまで対象・量についての説明であるため、簡潔に対象・量のみを表せる言い方で説明を行う。例え

ば、「ライトに歩いて」は「ライト」という不明対象がある。この場合も、ロボット側から「ライトがわかりません。説明をお願いします」と返答があるので既知語である「右だよ」と教えるとパラメータ「Right」が生成され、知識記憶に格納される。この場合、Athena コマンドリストのところに「Right」単体が格納される。こうすることにより、次から「ライト」を「右」と判断することができるようになる。

5.3. 不明語を不明語で説明した場合

例えば、握手が知識記憶に格納されていない場合、既知語でない言葉で表 3 のように説明したとする。「握手」の説明として「オープン」と「クローズ」という 2 つの不明行為が入っている。この場

表 3 不明語を不明語で説明したロボットとの対話例

人間	左手で握手して	
ロボット	左手を前に上げて、左手を開いて、左手を閉じて 左手を開いて、左手を下ろす (全て行動)	
人間	違うよ	
ロボット	次の候補がある場合 次の候補の行動を行う。	次の候補がない場合 握手がわかりません。 説明をお願いします。
人間		左手を前に60度上げて 左手を開いて、左手を閉じて 左手を開いて、左手を下ろして
ロボット		指示行動開始

合、基本的に話者が話した順に処理されていくので、最初に「オープン」について説明を行うことになる。それに対して既知語で説明すれば、次に「クローズ」についての説明を行うことになり、不明語で説明した場合は、その不明語について説明をロボットが聞いてくる。また、元々不明語であった場合でも知識記憶に格納されている語意は、次回から既知語として不明語の説明に使うことができる。

5.4. 学習語の変更

例えば、5.1.で教えたように握手が記憶されていて、「左手で握手して」が発話された場合、ロボットがそれについて行動をする。しかし、その行動を変えたい場合、以下の処理をする。「違う」に属する行為が発話された場合、訂正処理が行われる。変更できる範囲は現段階では一つ前の行動のみを対象としている。2つ以上前の行動を変更することは現段階では行うことはできない。ロボットの行った行動は全て Athena コマンドとして毎回格納されるため、そこから一つ前の行動を取り出す。そして、その行動をどう変更したらいいかを発話者に対して聞き返す。そこで発話者が、既知語を使用して再説明を行うことになる。新しく変更された Athena コマンドは、前の Athena コマンドには上書きされずに、新しいものとして作成され

る。優先順位のみを前の Athena コマンドより高く設定する。

表 4 は「左手を前に上げて」を「左手を前に 60 度上げて」に変えたい時の一連の流れである。

表 4 学習語の変更の流れ

この表 4 の中に「次の候補の行動を行う」とあるが、変更前の Athena コマンドが次の優先順位として残っ

人間	左手で握手して
ロボット	握手がわかりません。説明をお願いします。
人間	右手を前にあげて、右手をオープンして、右手をクローズして右手をオープンして、右手を下ろして
ロボット	オープンがわかりません。説明をお願いします。
人間	右手を開いて
ロボット	クローズがわかりません。説明をお願いします。
人間	右手を閉じて
ロボット	行動開始

ている為、優先順位を繰り上げて前の Athena コマンドを生成する。これにより変更前に行わせた行為も新しい行為を否定することで行わせることができる。

6. 視点移動システム Viewsis

今回ヒューマノイドロボット NAO を使用することにより、新たにロボット側の視覚が加わった。人間により近いかたちで視覚を得るために視点を追加した。Viewsis は、ロボットのカメラを起動させたい時に、話者の「見る」という語意に対してのみ実行されるシステムである。発話者はロボットに見てほしい場所の方向を Viewsis 起動中に指示する。また、ロボットの視覚内に見てほしいものがない場合、視点を端まで移動させることによって、自動的にそちらの方向へ顔を向ける。

7. 結論

指示発話を意味解析することで、同一の意味を持つ異なる多様な発話表現に対してロボットが意味的に正しい動作を実行できるようになった。実機ロボット NAO を使用することで、肩、肘、手のひらなど多くの可動関節に対して複雑な動作指示を可能とし、指示発話に対するより人間らしい行動をさせることができるようになった。新たに学習機能を用いて、不明行為及び不明対象が入力された際に既知語で説明することにより、次回からその行為または対象を既知のものとして認識・実行できるようになった。「もっと前」などのゼロ動詞やゼロ目的語の文に対して、短期記憶を用いて前回行った行為から照応解析を行うことによりそれに対する動作を生成することができるようになった。

2011 謝辞

意味解析システム Sage 内で、日本語形態素解析器 Juman および係り受け解析器 Knp を使用している。これらを提供くださりまた我々の様々な要求や質問に丁寧に答えて頂いている京都大学の黒橋禎夫教授と河原大輔准教授に感謝します。音声認識ソフト AmiVoice を提供くださりその使い方を丁寧に指導して下さった株式会社アドバンスト・メディアの方々に感謝します。音声合成ソフト VoiceText を提供して下さりその使い方を丁寧に指導して下さった HOYA サービス株式会社の方々に感謝します。

参考文献

- [1] 新山祐介,徳永健伸,田中穂積: "自然言語を理解するソフトウェアロボット 傀儡",情報処理学会論文誌,Vol.42 No.06,1359-1367 (2001).
- [2] 小林昭太郎,山口高平: "オントロジーを利用した人型ロボット Nao による動作を伴う対話の実現",第 24 回人工知能学会全国大会,3E2-2 (2010).
- [3] ASIMO : <http://www.honda.co.jp/ASIMO/>.
- [4] エンターテインメントロボット「AIBO」
<http://www.sony.jp/products/Consumer/aibo/>.
- [5] VitaCraft : <http://www.vitacraft.co.jp/>.
- [6] 病院用受付・案内ロボット : <http://www.tmsuk.co.jp/lineup/aidu/index.html>.
- [7]TPR-ROBINA:<http://www2.toyota.co.jp/jp/tech/robot/conference/index.html>.
- [8] PALRO Garden : <http://www.PALROgarden.net/>.
- [9] 原田実, 肥塚義明, 池田晃祐: "意味解析に基づく自然な対話によるロボット操作インタフェースの構築",情報処理学会第 73 回全国大会論文集,2D-3, (2011.3).
- [10] 原田実,水野高宏: "EDR を用いた日本語意味解析システム SAGE", 人工知能学会論文誌, Vol.16, No.1, pp.85-93 (2001).
- [11] 梅澤俊之, 加藤大知, 松田源立, 原田実: "意味解析システム SAGE の精度向上ーモダリティと副詞節についてー",情報処理学会研究報告, Vol.2009-NL-191, No.4, pp. 1-8, (2009).
- [12] NAO : <http://www.aldebaran-robotics.com/>.
- [13] 音声認識ソフト AmiVoice : <http://www.advanced-media.co.jp/introduction/amivoice.html>.