

自然言語によるロボット指示システム Athena

原田 実[†] 池田 晃祐[‡] 肥塚 義明[‡]

青山学院大学 理工学部 情報テクノロジー学科^{†,‡}

1. 背景

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[1, 2]。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、そのためには人が話している言葉を理解しそれに適切に応答しなければならない。

2. 研究目的

前述の様な背景を踏まえて、本研究では下記の2点を目的とするロボット指示システム Athena を構築する。

- ・ロボットに言葉で指示をする。
- ・多様な言い方に対して正しい解釈をさせる。

3. 自然言語処理システム Athena

本章では自然言語によるロボット指示システム Athena について述べる。

3.1. 音声入力とロボット

本システムでは Athena 以外に音声認識エンジン Julius[3]と意味解析システム SAGE[4]とヒューマノイドロボット PALRO[5]を利用している。

3.2. システム全体の概要

本システムの流れを以下の図1に示した。

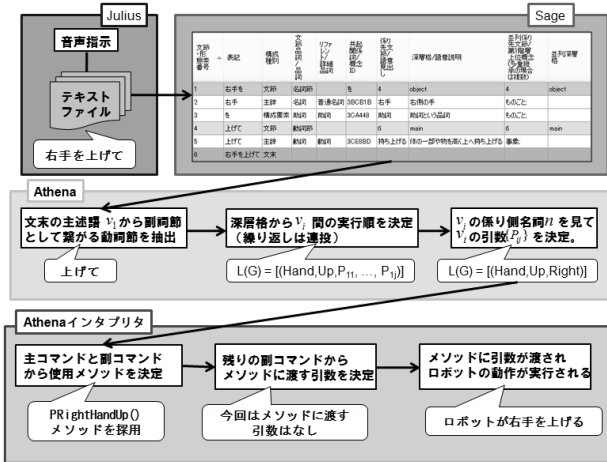


図1 システム概要図

最初に発話者が発した命令を Julius 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、Athena によって適切な Athena コマンドに変換する。

Robot instruction system Athena based on natural language

Minoru Harada[†], Kosuke Ikeda[‡] and Yoshiaki Koezuka[‡]
[†]Faculty of Science and Engineering, Department of Integrated Information Technology Aoyama Gakuin University.

[‡]Undergraduate school of Integrated Information Technology, Aoyama Gakuin University.

このコマンドは無線 LAN を利用して PALRO に送られ、コマンドとコマンドの持つ引数に応じて PALRO 動作命令に変換され実行される。

3.3. PALRO の実行可能動作

本研究で扱われる PALRO の主な実行可能動作の一部を以下に示した。

- ・前進・後退歩行
- ・体の方向転換
- ・手の上げ下げ
- ・顔の方向転換
- ・挨拶
- ・日付のお知らせ
- ・質問の意味を回答

またこれらの実行可能動作をコマンド化したものの一部を以下の表1に示す。

表1 Athena コマンド (一部抜粋)

歩行関連の動作	
Walk, 方向, 単位数, テキスト	歩行する
Walk, (Forward Back Left Right), (Steps Distance), (歩数 距離)	
回転関連の動作	
Turn, 方向, 数, テキスト	回転する
Turn, (Left Right), 角度	
腕関連の動作	
Hand, 対象, 方向	手を上げ下げする
Hand, (Left Right Both), (Up Down)	
顔関連の動作	
Face, 方向	顔の方向を変える
Face, (Forward Left Right Up Down)	
その他の発語関連の動作	
Unexecute, 対象, 数, テキスト	実行不能動作命令への処理
Unexecute, 実行不能動作を表す文字列, 実行不能動作の語意を表す文字列	
Report, 対象, 数, テキスト	対象の語意を問われた時の処理
Report, 対象の表記を表す文字列, 対象の語意を表す文字列	

3.4. Athena

Athena の処理手順を説明する。入力テキストを Sage で意味解析した結果の意味グラフ G から、文末の動詞節およびそれに副詞節として繋がる動詞節 $\{v_i\}$ を抽出する。

次に以下に、各動詞節 v_i に対してロボットが実行可能なコマンド群から意味的に対応するコマンド c_i を決定するまでの処理を示す。なお下記で $C(x)$ で動詞節やコマンドやコマンドの副コマンド x の主辞の概念識別子をあらわす。

1. v_i がある c_i を上位概念に持つ ($C(v_i) \rightarrow C(c_i)$) ならば v_i に対応するコマンドを c_i とする。
2. 前ステップでそのような c_i がなければ、 v_i と各 c_i の概念距離 $\text{sim}(C(v_i), C(c_i))$ を計算し、その中の最大値が閾値より大きければ v_i に対応

するコマンドを c_i とする。

3. 上記 1 と 2 で c_i を決定できない場合は v_i を理解不能な動詞節と判断した発話処理をする。

実行すべきコマンド群 $\{c_i\}$ を決定したら続いて動詞節 $\{v_i\}$ 間の深層格から $\{c_i\}$ 間の実行順を決定しコマンドリスト $L(G)$ を作成する。

次に、各コマンド c の動作を詳細に指定するために指定可能な副コマンド $S(c)$ から、実際にコマンドに対応する副コマンドを動詞節 v_i に係る文節 $\{n_i\}$ との意味的な対応から、先の動詞節のコマンドへの対応付けと同様にして、 c_i の具体的な引数 $\{S_{ij}\} \subseteq 2^{S(c_i)}$ を決定し、引数を含んだ Athena コマンド $(c_i, S_{i1}, \dots, S_{ij})$ を得る。この時 v_i の係り側名詞節に $S(c_i)$ に含まれない引数が含まれていた場合は解釈不能な引数が含まれている旨の発話処理をする。

以上の処理を終えて得られた、詳細な副コマンドを付加された Athena コマンドリストを次のようにあらわす。

$$L(G) = [(c_i, S_{i1}, \dots, S_{ij})^*]$$

なお、ここで副コマンドの中に「3 回」などの実行回数を指定するものが含まれる時は、コマンドリストにおいて、当該コマンドをその実行回数分繰り返す。

例えば、 G = 「右に 6 歩進め」には図 2 の意味グラフが生成され、Walk コマンドが対応して、以下の副コマンド付き Athena コマンドが送信される。

$$L(G) = [(Walk, Steps, Right, 6)]$$

[sg_v200]
 f: 1, 右に, に, ME2, 0, 0, 0, 0
 s: 2, 右, ミキ, 3bd1c5, FTM, JN1,,
 s: 3, に, ニ, 3ca448, KKK, JJO,,
 f: 4, 6 歩, 歩, ME6, 5, 0, 0, 0, *
 s: 5, 6, 歩, 0, 000108, SUS, JN3,,
 s: 6, 歩, 歩, 1085cb, MJS, JN3,,
 f: 7, 歩いて, DO, 8, [go1, qu4] 0, 0, [断定現実現象描写, 未来, 非完結相]
 s: 8, 歩いて, アルイテ, 歩く, 3cfe6, DOS, JVE, 子音動詞力行, 系連用テ形
 e: 9, null, null, [mn7]

図 2 事例に対する意味グラフ

3.5. Athena コマンドインタプリタ

Athena コマンドを解釈し PALRO の動作命令を生成するインタプリタ内の処理の流れを (Walk, Right, Steps, 6) コマンドを例に以下の図 2 に示した。

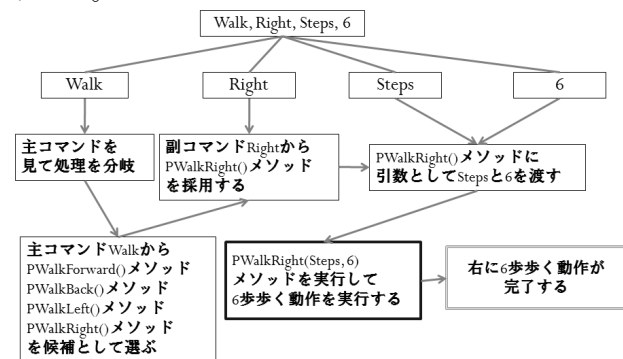


図 3 Athena インタプリタ処理

副コマンドは主コマンドの対象、方向、単位、数・テキストといった種類を定義しており、対象と方向の副コマンドによって使用する PALRO 動作メソッドを特定する。また、単位と数・テキストの副コマンドは PALRO 動作メソッドに渡す引数を設定する役割を持っている。図 3 の例では Walk は主コマンド、Right は方向の副コマンド、Steps は単位の副コマンド、6 は数・テキストの副コマンドに分類される。

PALRO 内部の Athena インタプリタでは受け取ったコマンドを主コマンドと各副コマンドに分解し、主コマンドによって大まかに PALRO 動作実行メソッドの候補を選定する。その後、対象と方向の副コマンドを読み込み、候補にあがったメソッドの中から実行するメソッドを決定する。メソッドが決定したら、単位と数・テキストの副コマンドを読み込み、メソッドの詳細が設定されることで、実際に PALRO が動作する。

4. まとめと今後の課題

Athena の構築により発話者の言葉を意味解析することで、同一の意味を持つ異なる複数の発話表現に対して意味的に正しい動作を実行できるようになった。

今後の課題としては次の 3 つが挙げられる。

1. より多くのコマンドを持つロボットを利用して、様々な動作を指示できるようにする。
2. Palro に学習機能を持たせ、意味不明の指示が入力された時、正しい行動を教えてもらうことで、次の機会には実行可能な指示として扱えるようにする。このためには、指示者が言い直したり正しい動作をした時に褒めるなど、指示者からの教示を学習セットとし、自動で Sage 用の EDR 共起辞書修正データなどを生成して学習する必要がある。
3. 自律的に動作計画を立てなければならないような指示にも対応できるようにする。

5. 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] 大語彙連続音声認識エンジン Julius : <http://julius.sourceforge.jp/>.
 [4] 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).
 [5] PALRO Garden : <http://www.palrogarden.net/>.