

人工オントロジーとボディランゲージ

Artificial Ontology and Body Language

山口 亨*1*2

Toru Yamaguchi

村上 洋*2

Hiroki Murakami

*1 科学技術振興事業団さきがけ研究 21

*2 東京都立科学技術大学 工学部

電子システム工学科

Japan Science and Technology Corporation
(JST)

Department of Electronics System Engineering
Tokyo Metropolitan Institute of Technology

Abstract: This paper describes the configuration of a multi-agent system that can recognize human intentions by the movement of the hand and the face (body language). This system constructs ontologies of human intentions and enables knowledge acquisition and sharing between intelligent agents operating in different environments. The process of intention recognition is based on fuzzy association inference.

1. はじめに

現在、人間を取り巻く空間において、人間をサポートする知的システム独自の特殊化・専門化が進んでしまい、ネットワーク空間内でのダイナミックな協調支援の障害となっている。そこで、複数の知的システムの中に共通の概念構造を形成し、ネットワーク上にある他の知的システムの制御ルールを利用する研究が近年進められている。

本研究では、人間同士のコミュニケーションを人間とエージェント間に適用し、さまざまな状況やコマンドを人間の動作から人間の意図の工学モデルであるオントロジーを構築し、人間の手や顔の動き（ボディランゲージ）といったユーザに直感型インターフェイスにより意図を判断する自律移動エージェントを提案し、その有効性を示す。

2. エージェントシステム

2.1 システム構成

本稿で提案するエージェントは、人間のシステムへの命令を行う入力装置として、図1に示すようにPC + カメラ + ソフトウェア(インテリジェントスペース)によって構成する。

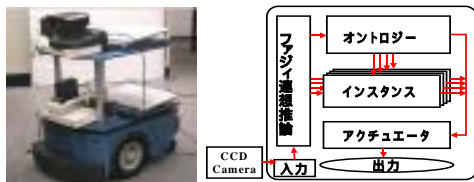


図1 システムの構成

2.2 コマンド認識機構

本稿では、図2に示すようにファジィルールを双方向連想記憶(BAM)で表現したファジィ連想推論によって、CCDカ

連絡先: 山口 亨 東京都立科学技術大学 〒191-0065
東京都日野市旭が丘 6-6 TEL/FAX : 042-585-8644

E-mail : yamachan@fml.ec.tmit.ac.jp

メラから人間の手の色情報を頼りに特徴点を抽出して、特定動作の認識を実現している。

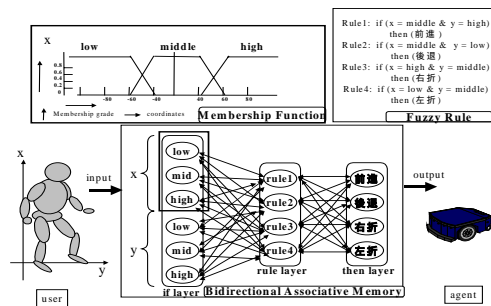


図2 コマンド認識におけるファジィルール

3. 意図認識機構と人工オントロジー

3.1 ボトムアップ型オントロジー

我々が着目したのは、文化・言語の異なる人間同士の情報交換の機構である。ミラーニューロンや色相マップといった人間の脳に形成される共通の抽象的マップによって彼らはある程度の動作（ボディランゲージ）でコミュニケーションが可能である。この延長線上にオントロジーがある。

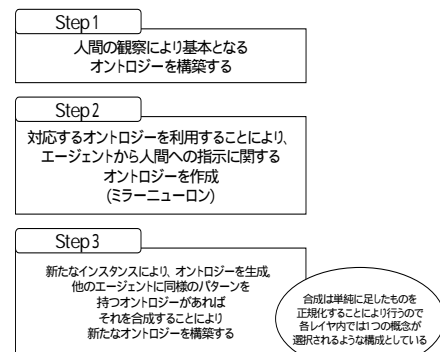


図3 オントロジー獲得の流れ

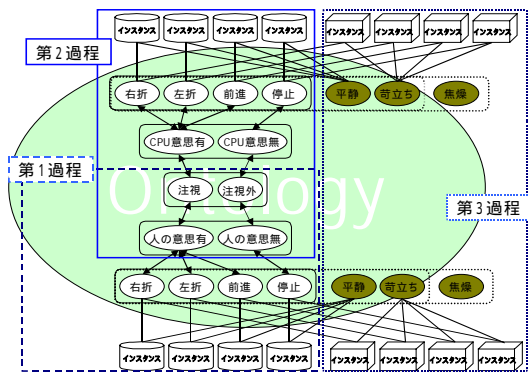


図4 オントロジーの構築

本来オントロジーは「哲学用語で存在に関係する体系的な理論」という意味である。人工知能の立場からは概念化の明示的な規約と定義される。これを我々はトップダウンオントロジーと呼ぶ。これに対し、我々は新たにニューラルネットワークのひとつである連想記憶モデルで構築したボトムアップオントロジーを提案する。このオントロジーは図3に示すように人間との対話から順次オントロジーが構築され、テキストとコンテキストの関係を得ることができる。図4は構築されたロボットへの指示に対するオントロジーである。

このように人工的にボトムアップに構築したオントロジーによって人間とシステムとのコミュニケーションが可能となる。

3.2 オントロジーと概念ファジィ集合

使用時の注視範囲を言葉に付随する活性値で表現すると、あいまいな言葉の意味を、ほかの言葉によって形作られるファジィ集合で分散して表現することができる。この分散的知識表現を CFS(Conceptual Fuzzy Sets: 概念ファジィ集合)と呼ぶ。この活性値分布はさまざまな状況に依存して変化するため、状況による意味の変化を表現することができる。

CFS では、我々が通常概念を形成してゆくときのように、別々の概念を逐次組み合わせながら、全体的な概念を形成してゆくことができる。つまり、個々の連想マトリクス M_i ($i=1,2,\dots,n$) からなる CFS を、式(1)にしたがって合成することができる。ここで、 $norm[\dots]$ は、後述の連想マトリクスの正規化演算である。

$$M = norm[M_1 + M_2 + \dots + M_n] \quad (1)$$

CFS を 2 層間が全結合されたネットワークである BAM (bi-directional associative memory: 双方向連想記憶) によって構築する。

以上のような特徴から、オントロジーに CFS を使用する。

3.3 オントロジーによる知識共有

人間中心ネットワークシステムにおいて、人間を取り囲むコンピュータ郡が人間と同じオントロジーを持つことで、コンテキストに基づいて人間の意図を理解するため、意図認識機構としてオントロジーを使う。また、抽象的な概念で構成されたオントロジーを検索手段とし、他のエージェントがすでに持つ知識(インスタンス)を自分の持つオントロジーの文脈と同等なものより検索し、知識を共有する事により、スムーズな知識獲得が行える。

4 ボディランゲージによる意図認識実機実験

本システムにおける実機実験の条件と結果を示していく。今回の実験で、は構築したオントロジーを搭載したロボットエージェントを2台用意し、知識を獲得しているロボットAとロボットBによる意図認識実験と知識共有実験を行った。

図5に実際に動作状態のオントロジーの表示画面、表1にコマンド認識における特徴点と推論結果、表2にオントロジーにおける出力値を示す。

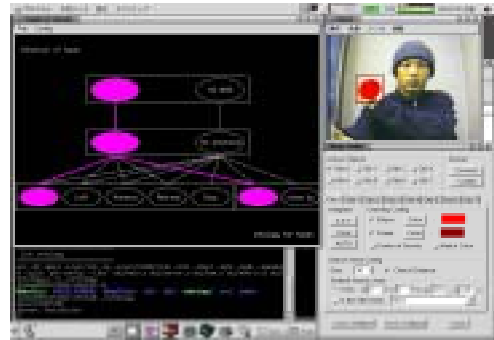


図5 動作状態のオントロジー

| x | y | GO | STOP | RIGHT | LEFT |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 0.23 | 1.21 | 0.7085 | 0.1867 | 0.0523 | 0.0523 |
| 0.94 | -0.15 | 0.0514 | 0.0514 | 0.7087 | 0.1884 |
| -0.54 | -0.19 | 0.0549 | 0.0549 | 0.3495 | 0.5405 |
| 0.85 | 1.12 | 0.4468 | 0.0588 | 0.4356 | 0.0588 |

表1 コマンド認識時における特徴点と推論結果

| GO | STOP | RIGHT | LEFT | GAZE | NOGAZE |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.7085 | 0.1867 | 0.0523 | 0.0523 | 2.686 | -2.019 |
| 0.1028 | 0.7085 | 0.0423 | 0.0423 | -1.552 | 2.218 |

表2 オントロジーにおける入力値と推論結果

意図認識率の平均値は92%であった。知識共有実験においては、知識を持ち合わせないロボットBがロボットAの知識を獲得し、ロボットAと同等の意図認識に成功した。

5. おわりに

今回人間の意図認識機構としてオントロジーを提案し、手や顔の動きといったボディランゲージ型インターフェイスによって人間の意図を自律的に判断し、オントロジーの成長や知識共有によってより賢くなるエージェントシステムを構築し、有効性を示した。

引用文献

- [1] 山口 亨 増田 俊輔:空間型知能とインテリジェントスペース (第28回知能システムシンポジウム, p p291 - 296, 2002)
- [2] 牛田 博英 高木 友博 :ファジィ思考による知的情報処理 4章 パターンと言語の連想推論 学習 発想 (コンピュータ・エージ社, p p213 - 288, 1995)
- [3] 溝口 理一郎:タスクオントロジーとオントロジー工学 (新工学知1, 東京大学出版会, p p107 - 125, 1997)
- [4] 荻原 将文 山口 亨 共著:ニューラルネットワークとファジィ信号処理 4章 あいまいさとファジィ集合 (コロナ社, p p68 - 78, 1998)