

ロボットの発話情報を利用した環境センサ情報への意味付け

大澤 博隆[†]
慶應義塾大学 理工学部

向井 淳[‡]
慶應義塾大学 理工学研究科

今井 倫太[§]
慶應義塾大学 理工学部
科学技術振興機構 さきがけプログラム

{osawa,mukai,michita}@ayu.ics.keio.ac.jp

1 はじめに

本研究では、コミュニケーションロボットを使用し、人間とシステムの間で違和感無くコミュニケーションシナリオを実行することを目標としている。

近年、RFIDや環境センサなどの外部情報取得デバイスが急速に普及しつつある。これらのユビキタス環境をロボットの処理に利用した例として、知識分散型フレームワーク [1] など、物体に取り付けられたRFIDからの情報に合わせて行動を行なうシステムが存在する。

しかしながら、物や行為が保持する意味は、人間-ロボット間の対話の状況によって変化していくため、ロボットが外部の情報のみから、現在の認識対象となる物や行為の正しい意味を捉えることは難しい。

そこで本研究では、ロボットの発話や行動・センサ入力といった会話時のコンテキスト情報を利用する。この方針を元に、状況下で最適な物や行為の意味を選択し、ロボットの現在の認識や発話を変化させるシステム SOBAR (Sensor-Oriented Behavior-Acquisition system for Robot) を提案する。SOBAR は前提条件と実行部を合わせたスキーマと呼ばれる命令群を持っており、センサ入力やロボットの行動によって選択されるスキーマの順序を変更し、またスキーマの前提条件となるシンボルを定義する。このようにして、その時々でロボットが状況に合わせた発話を行う。SOBARによって、人間-ロボット間で、人間の行動に対して適切な応答を返すコミュニケーションシナリオを成立させることができる。

2 コミュニケーションによる制約のモデル

コミュニケーションによる認識の制約として、本研究では以下の二つを考慮した。

2.1 優先制約

例えば「飲んでね」とロボットが発話した場合には、コップの傾きという情報に対して、飲むという行為をまず認識する必要がある。したがって図1のように、ある入力条件を前提とするロボットの行動が複数存在す

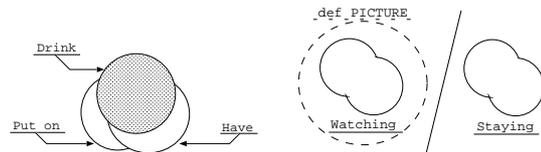


図1 優先制約

図2 定義制約

る場合には「飲む」という行為に対応した行動を優先する必要がある。

本研究ではこれを、優先する行為の順序をある行為が変えるモデルと考える。このモデルを達成するには、選択される命令の優先順位を変化させる必要がある。

2.2 定義制約

例えば、絵の近くに人がいることを認識できても、その人が絵を見ているのか、あるいはそこで休んでいるだけかどうかは、絵に付けられたセンサの距離情報だけでは分からない。この場合、人が絵を意識している必要がある。これを図で表すと図2のようになる。ここでは、絵という概念があらかじめ定義されているかどうかで、入力情報が同じときにも認識の変更が行われている。

本研究ではこの抽象概念をシンボルと呼ぶ。上記のモデルを達成するためには、必要に応じてシンボルを定義し、行為の前提条件に置くシステムが必要となる。

3 SOBARのシステム構成

本研究では以上のモデルを実現するため、SOBARというシステムを設計した。SOBARを含めたシステムの概略を図3に示す。コミュニケーションによる上記の制約を扱うため、SOBARはスキーマとコンテキストという二つの要素を持つ。

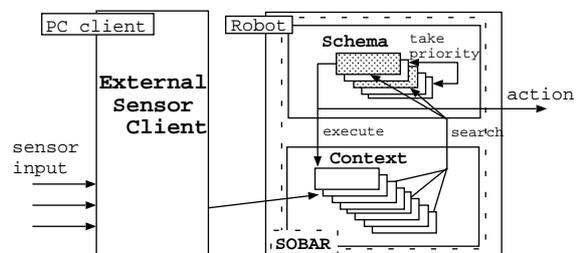


図3 システム概略図

3.1 スキーマ

本研究ではスキーマを、ロボットの認識と行動の基本単位とする。スキーマは前提条件部と実行部を持っている。スキーマの例を次に示す。

Semantics of Environmental Sensor Data by Behavior of Robot

[†]Hiroataka OSAWA

Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Jun MUKAI

Graduate School of Science and Technology, Keio University

[§]Michita IMAI

Faculty of Science and Technology, Keio University

PRESTO, JST

```

cup_defcup: (if (ifaction "cupgaaruyo") (def Cup))
diary_read: (if (and (ifdef Diary)
  (range 1 4 550 *))) (action "omoshiroi"))
cup_topdrink: (if (and (ifdef Cup)
  (ifaction "nondemitene" )) (top cup_afterdrink))

```

最初のスキーマは cup_defcup という名前であり、「コップがあるよ」と発話する行為が前提条件で、Cup というシンボルの定義が実行部である。

次のスキーマの名前は diary_read であり、もしコンテキスト中に Diary というシンボルが定義されていて、かつセンサ (1, 4) (後述する外部センサクライアントからのセンサ情報) が 550 以上の値を示したときに、「面白い?」と発話するスキーマである。このように前提条件にシンボルを使用することで、定義制約を実現する。

最後のスキーマでは、シンボル Cup が定義されており、かつ「飲んでみてね」という発話があったときに、コンテキスト中の cup_afterdrink というスキーマの優先順位を上げる、というスキーマを表している。

SOBAR はスキーマを複数持ち、検索条件に当てはまったスキーマがいくつか存在する場合には、検索結果のリストから、先に並んでいるものを優先する。ただし、優先順位を変更するスキーマによってスキーマ列の順番は変化する。このようにあるスキーマが他のスキーマの優先順位を変えることで、優先制約を実現する。

3.2 コンテキスト

SOBAR は、ロボットの行動や外部センサ入力といった事前情報をコンテキストという形で扱う。コンテキストにはロボットの行動・外部センサの入力・シンボルが順番に入力されている。スキーマを実行した際には、その実行部が新しくコンテキストに追加される。

4 外部センサクライアント

外部センサには様々な種類の物があるが、外部環境情報を統一して扱うには、これらを抽象化する必要がある。外部センサ用のモドルウェアは TinyDB[2] などいくつか存在するが、今回の研究では SOBAR に合わせた抽象化が必要となるため、外部センサクライアント exorgan client を新たに設計した。

5 実装と検証実験

本実験では、ロボットが実行すべきシナリオと、外部センサ情報を元に反応を行う SOBAR が協調して動作できるかどうかの主眼を置いた。

まず、SOBAR をコミュニケーションロボット Robovie 上に実装した。また、環境センサには MICA-MOTE を使用し、外部センサクライアントを PC に実装した。Robovie と外部センサクライアントの間は、無線 LAN による通信を行った。

実験では、コップに加速度センサと光センサ・日記に曲げセンサ・絵に距離センサを取り付け、さらに机と椅子を囲む範囲に焦電センサを利用したモーションセンサを取り付けた。一方、ロボット内部の SOBAR には

事前に 14 のスキーマを与えた。ロボットは、起動してから 30 秒毎にコップの定義・日記の定義・絵の定義を表すシナリオ動作を自動的に行う。この動作も action として SOBAR のコンテキスト中に入力される。このような動作環境において、人間 1 人とのインタラクションを実行させた。

結果、ロボットは状況によって認識を変化させたコミュニケーションを行なうことができた。図 4・図 5 に、定義制約によるロボットの行動の変化を表す。図 4 はコップが定義されていない状態であり、コップを動かした人間に対し、ロボットが制止する動作を行い「動かしちゃだめだよ」と発話した。その後、「コップがあるよ」と発話し、コップを定義する行動をした後、人間がコップを手にとった図が図 5 である。ここではロボットが人間に対し「飲んでみてね」とコップを前提とした発話をしている。また、この発話を前提条件としたスキーマに、飲んだ後の発話「おいしい?」を実行するスキーマを優先するものがある。これによって、同じコップの傾きでも、飲んだ後の発話を優先する制約をかけている。



図 4 コップの定義前



図 5 コップの定義後

6 まとめと今後の課題

今回、コンテキストという形であらかじめ前提条件を蓄え、さらに命令の優先度を上下させるシステムを実装した。これによって、外部センサと協調し、状況によって対応を変えてシナリオを実行する、人間 - ロボット間のコミュニケーションが可能となった。

ただし今回の例では、複数のシンボルが存在したときのスキーマ間の優先順位については考慮しておらず、シンボルの消去も扱っていないという問題がある。またスキーマの数が多くなると、複数のスキーマの優先順位をまとめて変更させる仕組みも必要となる。したがって、システム内部での検索方法に改良の余地があると思われる。

参考文献

- [1] 本宮弘, 丁洛榮, 大場光太郎, 大原賢一, 宮崎学, 竹村浩司, 平井成興, 谷江和雄. 知識分散型ロボット制御フレームワーク. 第 21 回日本ロボット学会学術講演会, 2003.
- [2] Samuel R. Madden, Michael J. Franklin, Joseph M. Hellerstein, and Wei Hong. The Design of an Acquisitional Query Processor For Sensor Networks. ACM SIGMOD, June 2003.