

視覚と触覚を有する自律型知能ロボットの研究

1N-2

-- 知的作業スケジューリング部 --

橋本庄太

大森康正

上野晴樹

東京電機大学

1. はじめに

現在の主流であるプレイバック式のロボットは、作業過程から動作制御までの一連の流れが、あらかじめプログラムによって記述されているため、限られた作業環境にしか対応できない。そこで、我々の自律型ロボットは、視覚と触覚により作業環境を認識し、作業計画・実行することを目指している。また、作業知識の表現に、多様な解釈のできるフレームモデルを用いることで、作業命令と作業環境に柔軟に対処することができる。

本稿では、作業命令からの知的作業スケジューリングについて示す。

ロボットは、東京電機大学産業機械工学科斎藤研究室で研究開発された右手(五本指)のロボットアームである。作業環境は、作業台上にコーヒーカップとコーヒーの入ったポットが置いてある。作業目標は「ポットを用いてコーヒーカップにコーヒーを注ぐ」である。

2. 作業知識

ロボットが作業命令に対して、自律的に作業を計画・実行するための知識として、作業環境の知識と作業命令の知識を用意した。これら知識はフレームモデルにより構成されている。

作業環境の知識(図1)は、作業対象物の機能・使用方法などの論理的知識と形状・大きさといった物理的知識から成る対象モデル(Object Model)と、作業環境における物体の位置(座標)・姿勢(回転角)や物体間の関係を表すワールドモデル(World Model)から成る。

使用方法の知識は、使用方法名(作業命令に対応する)とそのプロセス、さらにその物体のどの部分をどの向きで、どのようにして(把持形、使用上の注意など)使用するかを具体的な座標値・回転角により表現している。視覚部により作業環境の物理的变化を認識し、対応するテンプレートの具体知識(子フレーム)として認識結果を生成する(図1)。

作業命令の知識(図2)は、設定した作業目標の実現に必要な幾つかの基本作業命令を作業動詞モデル(Manipulation Verb Model)として用意している。

作業命令は動詞的特性として、「何が」、「何を」、「どこへ」などの属性を必要とし、それら属性を統合することで作業に対する具体的な作業状態を表現する。ここで言う作業状態とは、指定された作業を実行するために必要な環境状態である。

Manipulation Verbフレーム(図2)では、作業命令に必要な属性名である動作主(Agent)、用具(Instrument)、操作対象(Manipulation Object)と、作業状態(初期状態、処理状態、受理状態)をスロット名として定義している。基本作業動詞レベルの各フレームでは、このスロットが継承され、その他に各命令特有の属性とそのタイプ、そして作業状態が定義される。

作業命令は、基本作業動詞を基に与えられ、属性値の異なる同一の作業命令に対応するために特定作業動詞を用意した。さらに、具体的な属性値を記述することで実環境に対する具体的な作業状態を定義した具体作業動詞レベルを用意した。

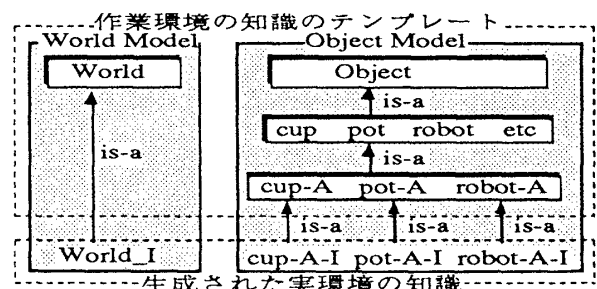


図1 作業環境の知識の例

Research of Autonomous Intelligent Robot with a tactile sensor and a visual sensor,

—Intelligent Manipulation Scheduling

Shouta Hashimoto, Yasumasa Oomori, Haruki Ueno

Tokyo Denki University

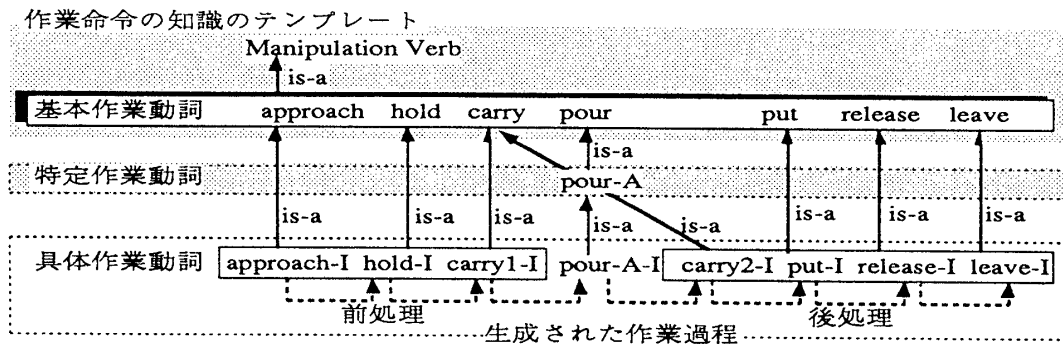


図2 作業動詞モデル(作業命令に関する知識)の例

3. 知的作業スケジューリング

定義してある基本作業動詞をもとに、属性を満たすように作業命令を与える。

作業命令を実現するための作業過程を、作業動詞モデルの作業状態と対象モデルの知識を用いて、具体作業フレームの列として生成する。作業対象物の知識を利用することで操作する各々の対象物に対する自然な作業が実現できる。

4. 作業スケジューリングの方法

以下に作業スケジューリングの処理の流れを示す。

1) 命令の入力

命令の例)

(pour robot-A-I pot-A-I cup-A-I coffee-A-I half)

意味: 「robot-A-I は, pot-A-I を使って cup-A-I に coffee-A-I を量 half 注げ」

2) 命令の解析

命令に対応する基本作業動詞の属性定義より、属性のチェックをする。

3) 命令の作業状態生成

特定作業動詞フレーム生成

- ・命令で指定された各属性をスロットに格納。

ex) 図2の pour-A

具体作業動詞フレーム生成

- ・指定された対象物の使用方法知識より、各属性を具体化し、この属性より、命令に対する具体的な作業状態を自動生成する。
(この作業を実行するための初期状態, 作業中の処理状態, 作業の受理状態を生成する。)

ex) 図2の pour-A-I

4) 生成した作業状態と現在の環境状態との比較

生成された具体作業動詞フレームの初期状態が、現在の環境状態と一致したとき、動作計画部へ。

5) 作業過程の生成

属性: instrument(用具)に指定された対象物の

使用プロセス知識より、作業過程(前処理)のリストを抽出する。(例 (approach hold carry))

・前処理の生成

作業過程リストの後方から、具体作業動詞フレームを生成する。そのフレームの受理状態を、その次の具体作業動詞フレームの(4)で一致しなかった)初期状態と一致するように具体属性の推論を行い、格納する。4)へ

ex) 図2の (approach-I hold-I carry-I)

・後処理の生成

作業命令実行後の環境状態を安定状態にするように、作業状態を利用し、生成する。

ex) 図2の (carry2-I put-I release-I leave-I)

生成された作業過程を動作計画部へ出力すると、具体作業フレームに定義されている作業状態を基に軌道計画、制御動作計画を行ない、ロボットを制御する。

5. まとめ

自律型ロボットの作業計画をフレームモデル表現の作業知識を用いることで実現した。

作業命令の動詞的特性により、作業対象物の知識を統合するといった作業過程生成の方法により、命令、作業環境に柔軟に対処することができた。

謝辞

末筆ながら、日頃御指導頂く東京電機大学教授の斎藤之男先生、狩野弘之先生、講師の花崎泉先生に深謝の意を表す。なお、本研究は、学術研究振興基金によるものである。

[参考文献]

- [1]カルソノ:原子力ロボットマニピュレータに関する研究, 東京電機大学機械工学専攻修士論文, 1989.
- [2]上野晴樹:知識工学入門, オーム社, 1990.