

## 量が分かる人工知能を成長させるのに適した構成法

2C-1

熊本 睦 島田 茂夫 飯田 敏幸

NTTコミュニケーション科学研究所

## 1 はじめに

人間のように柔軟な理解や判断の能力を持つシステムを実現するための第一歩として、大きさや重さなどの量が分かる人工知能(AI)の研究を進めている[1]。このAIを実現するためには、人間が通常持つような多くの種類の知識や能力をAIに持たせる必要がある。しかし、そのようなAIを一度に作ることはできない。そこで、後から新しい知識や能力を追加することによりAIを成長させることができる必要がある。本稿では、AIを成長させるのに適した構成法として、フレームのスロット間の依存関係と能力の対応づけを用いる方法について述べ、フレームの付加手続きを用いる方法と比較した結果を報告する。

## 2 量が分かる人工知能の成長

「標高が高い山」のような量に関する表現を解釈するには、「山」という対象物が「標高」という量の尺度を持ち、その程度が「高い」ことが分からなければならない。そこで、量が分かるAIには、対象物がどのような量の尺度を持つか、尺度の程度をどのように表現するかの知識が必要になる。この知識を概念知識と呼ぶ。また、解釈は環境(どういう数値の範囲か等)によって変わる。そこで、ある環境のもとで、概念知識を用いて、AIを利用するシステムに必要な概念の組を得ることを量に関する表現の解釈と定義する。

AIを成長させるとは、新しい概念やそれを用いる能力を追加して、追加前にAIが解釈できなかった表現を解釈できるように拡張することである。例えば、「高い」のような数値の入っていない表現しか解釈できないAIを「3000m以上」のような数値

表現を解釈できるように拡張することである。

## 3 フレーム付加手続きを用いる方法の問題点

知識表現には、スロットの追加により知識の拡張が可能なフレーム[2]を用いる。この時、解釈はフレームのスロット値を求める付加手続きを用いて実現できる。例えば、「高い山は何mか」という質問に対して「標高3000m以上」と答えるためには、量の尺度や数量が何であるかを求めればよいので、対象概念(対象物を表す概念)、量属性(対象物が持つ量の尺度の属性)、程度概念(「高い」などの程度を表す概念)、数量概念(「3000m以上」などの数値を表す概念)、常識値(山の常識的な標高などの数値を表す環境)を表すスロットからなるフレームと、量属性、数量概念、常識値を求める付加手続きを用いて実現できる(図1a)。

この方法でAIを実現すると、AIを成長させた場合に既存の付加手続きの修正が必要になることがある。

```
KAISHAKU {
  TAISHO taisho; # 対象概念
  RYOU ryou; -if-needed:p1(); # 量属性
  TEIDO teido; # 程度概念
  SURYOU suryou; -if-needed:p2(); # 数量概念
  SURYOU csuryou; if-needed:p3(); # 常識値
}
(a) 量の尺度や数量が何であるかを求めるフレーム
(例: 「高い山は何mか」 → 「標高3000m以上」)
```

成長

```
KAISHAKU {
  TAISHO taisho; -if-needed:p4(); # 対象概念
  RYOU ryou; -if-needed:p1'(); # 量属性
  TEIDO teido; # 程度概念
  SURYOU suryou; -if-needed:p2(); # 数量概念
  SURYOU csuryou; if-needed:p3(); # 常識値
  KAISHAKU precedence; if-needed:p5(); # 前解釈
}
(b) 1つ前の解釈結果と関連づけて解釈するフレーム
(例: 「低いのは」 → 「標高500m以下」)
```

TAISHO等は概念の種類,taisho等はスロット名を表す。

図1: 付加手続きを用いる方法におけるAIの成長

A Method for Expansion of Artificial Intelligence that Understands Quantities

Mutsumi KUMAMOTO, Shigeo SHIMADA, Toshiyuki IIDA

NTT Communication Science Laboratories

1-2356 Take, Yokosuka-Shi, Kanagawa 238-03, Japan

例えば、1つ前の解釈結果と関連づけて解釈できるように成長させようとする、前の解釈結果を指すスロットを追加し、さらに、程度概念が前の解釈結果と同じ範疇(「高い」と「低い」のように)の場合に、前と同じ量属性にするように付加手続き p1 を修正する必要がある(図 1b)。このような修正は付加手続きが用いているスロットが多くなると困難になる。これは、付加手続きが用いているスロット、スロット間の依存関係、処理の流れ(制御)の情報が付加手続きに埋もれているためである。

#### 4 スロット間の依存関係と能力の対応づけを用いる方法 [3, 4]

上記問題を解決するために、スロット間の依存関係を明示して、依存関係に対応づけた処理(基本的能力と呼ぶ)の組合せにより解釈を行なう方針をとる。これにより、スロット間の依存関係に基本的能力を対応づけるだけで、既存の基本的能力を修正せずに、AI を成長させることができることになる。

本 AI は、フレームの構造、スロット間の依存関係と基本的能力の対応づけ、基本的能力の実行制御パラメータを記述した定義に従って、概念知識と基本的能力を用いながら解釈を行なう。基本的能力の実行制御パラメータとして、優先度と必須性を設けている。優先度は実行順序を決定するパラメータで、優先度が高いものを先に実行する。概念知識から概念を探索収集する能力の優先度を収集されたものから無矛盾な概念を選択する能力の優先度より高くしている。また、解釈結果の妥当性が低い能力の優先度は低くしている。必須性は、必ず実行する必要があるかどうかを指定するパラメータで、解釈が失敗した場合にのみ実行するなど、解を得るまでの時間短縮を目的としている。

#### 5 付加手続きを用いる方法との比較

図 1 と同様に、前の解釈結果と関連づけて解釈する必要がない表現だけを扱える AI から前の解釈結果と関連づけて解釈する必要のある表現を扱える AI へ成長させる実験を行なった。その結果、対象概念、量属性に関する文脈処理などの基本的能力を追加することで、既存の基本的能力を修正せずに成長させることができた。また、成長前に解釈できた表

現を成長後にも解釈できること(解釈の整合性)を確認した。さらに、本方法と従来の付加手続きを用いる方法とで、手続きの追加修正行数を比較したところ、全体では追加修正行数が従来法の約 80% で済み、本方法の方が成長させやすいということが検証できた(表 1)。従来法で手続きの追加のみが必要であったスロットに関しては両者共にほぼ同じ追加行数であったが、手続きの修正が必要であったスロットに関しては本方法の方がかなり小さくなった。これは、制御部分を基本的能力に与えるパラメータとして表現したためである。

表 1: 追加修正行数の比較

| 追加修正対象スロット | 従来法    | 本方法    | 本方法 / 従来法 |
|------------|--------|--------|-----------|
| 対象概念       | 5(追加)  | 5(追加)  | 100%      |
| 量属性        | 21(修正) | 7(追加)  | 33%       |
| 前解釈        | 44(追加) | 45(追加) | 102%      |
| 合計         | 70行    | 57行    | 81%       |

#### 6 おわりに

量が分かる AI を成長させるのに適した構成法として、スロット間の依存関係に対応づけた基本的能力と実行制御パラメータにより解釈を行なう方法を述べた。今後、本方法により、量に関するより複雑な表現を解釈できるように成長させると共に、解釈の整合性が保証できることを検証していく。

#### 参考文献

- [1] Iida et al.: Artificial Intelligence for Semantic Understanding, Proceedings of the IFIP 13th World Computer Congress 94, Vol.2, pp.137-142, 1994.
- [2] Bobrow, D. G., An Overview of KRL, a Knowledge Representation Language, Cognitive Science, Vol.1, No.1, pp.3-46, 1977.
- [3] 島田他: 量に関する表現の意味解釈のためのメタ制御, 第9回 AI 全国大会 18-06, pp.515-518, 1995.
- [4] Kumamoto, et al.: An Improved Frame Representation of a Semantic Understanding Model, Fourth Golden West International Conference on Intelligent Systems, pp. 36-41, 1995.