

## 3R-2

自然言語表現におけるあいまいな様相の  
ファジイ論理による表現

○小倉久和 高濱徹行 加藤直樹

福井大学

## 1. はじめに

自然言語で表現された知識は、単なる多義性や発話環境や文脈に依存したあいまい性のみならず、言葉そのものが本来的に持つあいまいな性格、あいまいな様相がある。自然言語のあいまいさの一部は必然性・可能性などの様相で記号論理の枠組みのなかで扱えるが、ここではファジイ論理による表現で考える。

我々は、積木のモデル世界において、量的な側面をあいまいな言葉により表現し、ファジイ推論を言語演算と見立てて処理することを検討してきている。積木の世界では、用いられる語彙や文法、構文がある程度限定できること、ファジイ表現に比較的馴染みやすい量的属性を多く合わせ持つなどという特徴があり、我々の目的には、簡潔でかつ十分な対象である。研究システムは、積木の大きさや色などの特徴を示す語(あいまいな語)と程度を示す修飾語(言語ヘッジ)を含む日本語教示文を解釈し獲得知識として蓄積する。そして、積木の特徴に関する問い合せに対して、その意図を理解し、蓄積知識を用いて言語演算による推論を行ない、結果を日本語で返答する。本講演では、このようなシステムにおける知識のあいまいな様相の表現と推論について、これまでに得られた結果を報告する。

## 2. モデル世界の記述言語

## 2.1. 単語

- (a) <固有名詞>: 個々の積木の呼び名  
 (b) <属性名>: 「積木の特徴」の区分を表わす属性名詞  
 「前後」、「左右」、「大きさ」、「長さ」、「重さ」、「位置」、「色」。  
 (c) <形容詞>: それぞれの<属性名>に対応する形容詞  
 「大きい」、「軽い」、「赤い」など。「位置」は「前後」と「左右」の組合せ、「色」はRGBの強度の組合せとする。  
 (d) <修飾詞>: <形容詞>を修飾する言葉  
 「とても」、「大変」、「やや」、「少し」、など  
 (e) <否定詞>: 「…でない」  
 (f) <接続詞>: 「さらに」、など  
 (g) <主格助詞>: 「は」、「が」、など

## 2.2. 構文規則

## (a) 教示文

教示文は積木の特徴を表す文で、対象の積木の性質を、直接表す<絶対表現>、他の積木との比較で表す<相対表現>に区分する。代表的な構文例は、

<固有名詞>の<属性名>は<比較対象>より<特徴表現>です  
 である。構文規則は次の通りである。

S→<固有名詞> は S1 です | <固有名詞> の S2 です  
 S1→<属性表現> | <属性表現> <接続詞> <節>

S2→<属性名> <主格助詞> S1  
 <節>→<特徴表現> | <特徴表現> <接続詞> <節>  
 <特徴表現>→<属性表現> |

<属性名> <主格助詞> <属性表現>  
 <属性表現>→<絶対表現> | <相対表現>  
 <絶対表現>→<形容表現>  
 <相対表現>→<比較対象> より <形容表現>  
 <比較対象>→<固有名詞>  
 <形容表現>→<形容句> | <修飾句> <形容表現>  
 <形容句>→<形容詞> | <形容詞> <否定詞>  
 <修飾句>→<修飾詞> | <修飾詞> <修飾句>

<属性名>、<比較対象>、<特徴表現>より構成される部分を「節」と呼ぶ。1つの文は、1つの<固有名詞>と「さらに」でつながれた1つ以上の<節>からなり、1つの<節>が積木の1つの特徴を表現する。「大きい」のように<形容詞>だけでその<属性名>「大きさ」が判断できる場合は、<節>で<属性名>を省略できる。1つ目の<節>は<属性名>を省略するかどうかで少し表現形式が変わるので、S1, S2と表してある。<形容表現>は、「とても軽い」のように、<形容詞>に<修飾詞>を伴った言葉である。<属性表現>が本研究におけるファジイ言語表現の対象となる表現部分である。

## (b) 質問文

3つの型を区別する。代表的な表現は次のようである。  
 1型: <固有名詞>の積木の特徴とシステムが記憶している特徴とが一致するかどうかを問う質問文

<固有名詞>の<属性名>は<比較対象>より<属性表現>ですか?

例: 「積木2の大きさは積木1よりとても大きいですか?」

2型: <固有名詞>で表わされる積木の<属性名>の<属性表現>を問う質問文

<比較対象>と比べて<固有名詞>の<属性名>は?

例: 「積木2と比べて積木1の大きさは?」

3型: システムが知識として記憶している個々の積木のうち、条件に適合する属性を持つ積木を問う質問文

<比較対象>と比べて<属性名>が<属性表現>の積木は?

例: 「積木2と比べて大きさが大きい積木は?」

質問文においても<接続詞>を用いて複数の特徴(節)を言い表すことが可能である。文法表現は省略する。

### 2.3. 構文解析

構文解析は、最左導出によるLL(1)法で、容易に行うことができる。解析結果から、〈固有名詞〉、〈属性名〉、〈形容詞〉および〈修飾句〉を抽出する。

## 3. あいまいな様相表現のファジイ表現

### 3.1. 〈形容詞〉

あいまいな様相を表す〈形容詞〉に対応する内部表現は、各〈属性名〉の表す「量的空間」を全体集合とするファジイ集合で表す。ところで、人間が量的な属性を知覚し認識するとき、通常、その感覚の強度は物理的な量の対数的な尺度で行われると言われている。たとえば、いくつかの積木の大きさの比較認識においては、大きさの差ではなくその比を大小の感覚として認識すると考えられる。

各属性の物理的な空間（「物理空間」、任意の非負の実数をとる集合）に対し、任意の実数を取り得る集合の空間を考え、それを「認識空間」と呼ぶ。物理空間の要素を  $x$ 、認識空間の要素を  $y$  とするとき、2つの空間は、 $y = \log(x)$  で互いに変換する。物理空間は実際の量を表す空間で、認識空間はその認識強度を表す空間である。ファジイ集合は後者の認識空間内で表わす。

一般に、量的な形容詞、たとえば、「大きさ」の属性の認識を表す「大きい」あるいは「小さい」という形容詞は、その言葉自身が相対的な形容である。形容詞は認識空間上のファジイ集合で表わすが、それぞれの属性の認識空間に表現の基準点  $y_0$  をとり、量的なあいまい表現は基準点をもとにしたファジイ集合で表現する。この基準点は動的に変化し得る。デフォルトの初期値としては、 $y_0 = 5$  とする。

### 3.2. 〈形容表現〉

形容詞が否定された場合はそれに対応するファジイ集合の補集合とする。教示文の場合、表現された属性の認識の有限性を考慮して、その台集合は有限なものとする。

修飾詞により修飾された形容句は、その形容句に対応するファジイ集合に対して、修飾詞に対応するシフト（移動）の演算を行ったファジイ集合で表す。

### 3.3. 〈絶対表現〉と〈相対表現〉

積木のそれぞれの属性の特徴は、認識空間上のファジイ集合で表す。絶対表現された積木の特徴は、そのままファジイ集合に変換される。

相対表現において与えられる積木の相対的な特徴は、ファジイ関係として表現する。具体的な特徴は、比較対象の積木の特徴とファジイ関係から、マックス・ミニ演算の合成規則を用いて推論する。このファジイ推論はファジイ集合に対しシフト型の演算を与える。

相対表現における形容詞に対する修飾詞は、絶対表現におけると同様に、ファジイ関係に対するシフト演算で表す。このようにすることにより、絶対表現と相対表現を共通の言葉と意味で表現することが可能になる。

ファジイ集合は認識空間中のメンバシップ関数で表されるが、形容詞に対応するメンバシップ関数は三角型あるいは

はその巾型（三角型のメンバシップ関数の巾乗）とする。修飾詞は、シフト型のファジイ演算であるから、やはり同じタイプのメンバシップ関数が得られる。また、相対表現においてもシフト型の演算を考えている限りは同様である。

## 4. システムの応答

教示文により与えられた積木の特徴は獲得知識として蓄積される。獲得した各積木の特徴に関する知識は、その各属性のファジイ集合を修飾詞による演算や推論等を用いて求め、積木ごとにフレームの形で蓄積する。知識として与えられていない属性に関しては、デフォルトが推論できる場合以外は未定義とする。

質問に対する応答は、与えられた質問文の特徴と獲得知識における積木の特徴との一致度に対応した応答を行なう。2つのファジイ集合の間の一致度は、マックス・ミニ演算によって得られる可能性測度とする。応答は質問文の型によって次のようになる。

### 1型：質問文の条件の正否を問う

可能性測度がある基準(0.5)以上かどうかを応答する。

複数の節の表現についても、それぞれに応答する。

### 2型：〈属性名〉がどんな〈形容表現〉で表現できるか問う

〈属性名〉に対応する〈形容表現〉のファジイ集合との可能性測度が最大の〈形容表現〉を採用して、応答する。

### 3型：獲得知識として持っている積木のうちでどの積木が最も条件に適合するかを問う

獲得知識のそれぞれの積木に対して評価し、最大の可能性測度の積木あるいはある基準以上のものを応答する。

## 5. まとめ

前回の報告では、可能性理論による応答ではマックス・ミニ演算によって可能性測度を求めるため、内容の異なるファジイ集合に対して同じ可能性測度が得られることがあったが、きめの細かい応答が可能となった。

今後の課題としては、システムで扱える日本語の構文と単語を拡張しより自然な文章が処理できるように改善する必要がある。また、質問に対する応答の生成は極めて簡単な機構によって形式的な応答しかできていないので、日本語翻訳のための規則を知識ベースとして拡充していく必要がある。ところで、獲得知識は互に独立な知識として蓄積されるが、一般には互に無関係ではないし、大量の知識が蓄積されたときには何らかの組織化が必要である。

## 参考文献

- 小倉久和, ファジイ論理によるあいまいな言葉の処理, 第42回情報処理学会全国大会講演論文集3, 63-64(1991)
- 小倉久和, ファジイ論理によるあいまいな言葉の理解, 平成2年度電気関係学会北陸支部連合大会論文集, 128(1990)
- 馬野元秀, ファジイ集合の概念を用いた日本語質問応答システムの拡張, 情報処理学会第37回全国大会予稿集(1988)
- 銀林純・藤井則夫, 「三才児」の日本語知的インタフェース, 情報処理学会第37回全国大会予稿集(1988)