

堀越浩司, 西原典孝, 小松香爾

(山形大学工学部)

1 はじめに

自然言語的な知識表現やそれに伴う推論を, 形式的な論理的枠組みの中で扱おうとする研究のほとんどは, 述語論理を土台に行われている. 述語論理は概念および概念間の関係を, 個体集合上の関係として表現する論理体系である. それ故, 単語間の文法的な係り受け関係のみによって文の意味を表現する自然言語の意味記述法とは大きく異なるといえる. 一方, 論理以外の知識表現法として, 意味ネットワークがある. 意味ネットワークは, 概念間の関係を直接的に表現でき, かつ柔軟な表現力を持つ知識表現法であるが, 意味論や推論手続きの厳密な定義がなく, 理論的な意味記述, 意味解析の枠組みとして用いるには適さない.

これらに対して, 形式的な意味論を持ちつつ構造的意味表現が可能な論理体系であるフレーム構造論理[1], [2]が提案されている. フレーム構造論理は, 束論を土台とした厳密な意味論を持ち, かつ名詞概念間の階層関係, 属性関係, および名詞句に相当する複合概念などを, 記号間の直接的関係として記述できるという特徴を持つ. いわばフレーム構造論理は, 自然言語や意味ネットワークのような“構造的意味表現”が可能な数学的論理体系である.

本研究では, 上記のような特徴を持つフレーム構造論理の記述能力を高めるため, 属性関係の表現能力をより強化した拡張体系を提案する. 具体的には, 従来のフレーム構造論理の属性関係において属性値となるものをオブジェクトとして扱えるようにし, また今まで特称の概念しか扱えなかった属性関係で全称の概念も扱えるようにした.

Frame-structure logic with extended attribute relations
Koji Horikoshi, Noritaka Nishihara, Koji Komatsu
Faculty of Engineering, Yamagata University, Yonezawa-shi,
992-8510 Japan

2 基本体系の表現法 [1], [2]

フレーム構造論理の基本的な意味記述法は, F-logic [4]等で提案された手法を土台としている. すなわち, オブジェクト間の階層関係や属性関係を中心に意味を記述する. 但し, 変数を一切用いない点が大きく異なる.

[オブジェクトの例]

- (a) 学生
- (b) (学生・男性)
- (c) 学生[年齢→20, 友人→{太郎, 花子}]

(a)は基本オブジェクトと呼ばれ, 「学生」を表す. (b), (c)は複合オブジェクトと呼ばれ, (b)は「男性かつ学生」すなわち男子学生を表し, (c)は「年齢が 20 で友人に太郎と花子がいる男性」を表す.

オブジェクト関係としては, 階層関係, および属性関係を扱うことが可能である.

[オブジェクト関係の例]

- (a) 太郎 \leq 学生
- (b) 太郎 \leq 男性[友人→{次郎, 花子}]
- (c) 太郎 / [ペット→{犬, 猫}]

(a), (b)はそれぞれ「太郎は学生である」, 「太郎は友人に次郎と花子がいる男性である」という階層関係を表し, (c)は「太郎はペットに犬と猫を持つ」という属性関係を表す.

3 フレーム構造論理の拡張

3.1 属性関係の強化

まず, 以下の2つの集合概念を考える.

- 例: (a) $\{x \mid x \leq \text{男性}, x / [\text{ペット} \rightarrow \text{犬}]\}$
(b) $\{x \mid x \leq \text{犬}, \text{男性} / [\text{ペット} \rightarrow x]\}$

(a)は主部に相当する概念の合成であり, 従来の基本体系でも“男性[ペット→犬]”と記述することは可能である. 一方(b)は属性の値に相当する概念の合成であり, 従来の基本体系では記述することが不可能である. そこで本研

究では、このような合成概念をフレーム構造論理で扱えるようにするために、まず属性関係の属性値となるものをオブジェクトとして扱えるようにした。例えば、

ペット(太郎)

は、「太郎のペットであるもの」というオブジェクトを表す。言い換えると、属性名を関係の表記と関数の表記の両方に用いることを可能にした。

男性[ペット→{犬}] … “ペット” は関係記述

ポチ \leq ペット(太郎) … “ペット” は関数記述

また従来の基本体系において、属性値は「ある」という特称概念として扱われ、全称概念として扱うことは不可能であった。これは、フレーム構造論理の意味論が、「限量」という概念自体が存在しない束上に定義されているためである。そこで今回の体系では、今まで束論上に定義されていた意味論を集合論上に定義し、全称の属性関係も扱えるようにした。なお全称の属性関係は、以下の例のように記述する。

例：太郎/[ペット←{犬}]

上の例は、「太郎はペットにすべての犬を飼っている」という関係を表す。

3.2 拡張体系の表現例

以上のような拡張体系は、集合論の意味論を土台とする公理体系として構築されている[3]。以下に、本体系の表現例と推論例を示す。

例：(a) ペット(太郎)

(b) (女性・友人(太郎))

(c) 太郎/[趣味←{スポーツ, ゲーム}]

(a)は「太郎のペットであるもの」を表し、(b)は「太郎の友人であるものかつ女性」すなわち「太郎の女性の友人」を表す。(c)は全称の属性関係であり、「太郎は趣味がすべてのスポーツとゲームである」という関係を表す。

3.3 フレーム構造論理での推論例

以下に、本体系の実際の推論例をいくつか挙げる。但し、スペースの関係上、その証明は略す。

(1) 太郎 \leq 学生, 太郎/[友人→{花子}],

学生[友人→{花子}] \leq 青年[背→高い]

┆ 太郎 \leq 学生[背→高い]

(2) ポチ \leq ペット(太郎), 太郎 \leq 学生

┆ ポチ \leq ペット(学生)

(3) 太郎/[ペット→黒いもの], ペット(太郎) \leq 犬

┆ 太郎/[ペット→(黒いもの・犬)]

(4) 太郎/[趣味←{スポーツ}], スキー \leq スポーツ,

テニス \leq スポーツ

┆ 太郎/[趣味←{スキー, テニス}]

4 むすび

本研究では、従来のフレーム構造論理では表現できなかった全称の属性関係を扱え、また属性値をオブジェクトとして扱える拡張体系を構築した。その結果、「太郎のペットである犬」というような一部の連体修飾表現を扱うことも可能になった。

表現能力を高めるための今後の課題として、例えば動詞文も扱えるようにし、「太郎が愛する女性」などのような連体修飾表現も可能となる体系に拡張することが挙げられる。

参考文献

- [1] 佐藤朋信, 西原典孝, 鎌田拓, 横山晶一. “フレーム構造論理を用いた名詞句「AのB」の意味解析”, 電子情報通信学会技術報告, pp17-24, NLC97-3, 1997.
- [2] 小松香爾, 西原典孝, 横山晶一. “3種のオブジェクト演算子とインスタンスを取り扱えるフレーム構造論理”, 電子情報通信学会技術報告, pp17-24, COMP98-53, 1998.
- [3] 小松香爾, 西原典孝, 堀越浩司. “多様な属性関係を表現できるフレーム構造論理の拡張体系”, 冬のLAシンポジウム, 2000.
- [4] M.Kiffer and G.Lausen. “F-logic: A Higher-Order Language for Reasoning about Objects, Inheritance, and Scheme” ACM SIGMOD, pp134-146, 1989.