人　工　知　能　80－10
記　号　処　理　63－10
（１９９2. 1. １７）

名辞論理体系に基づく自然言語文に対する推論法
－日本語質疑応答システムへの応用－

斎藤二三夫　西原典孝　森田憲一
山形大学工学部

名辞論理は、名辞（普通名辞に相当するもの）間の関係を述べた文の演繹関係を、名辞そのものの直接的な関係として取り扱える論理体系である。従って、すべての関係を個体間の関係にまで分解して扱う述語論理に比べ、名辞論理は自然言語を扱うのに適していると思われる。本論文では、連体修飾構造を扱える名辞論理体系 LVPM を土台に、用言文や連体修飾構造を含む日本語に対する意味表現及び推論を行う方法を提案する。そして、これを応用した日本語質疑応答システムについて述べる。

A Reasoning Method Based on a Term Logic System Which Can Deal with Natural Languages
– An Application to a Japanese Question-Answering System –

Fumio SAITO　Noritaka NISHIHARA　Kenichi MORITA
Faculty of Engineering, Yamagata University
Yonezawa-shi, 992 Japan

A term logic is a logic system that can represent relations among terms (common nouns) as direct relation among terms themselves. Thus a term logic is suitable for dealing with natural languages, while predicate logic which resolves all relations into relations among individuals. This paper proposes a method for expressing meanings of Japanese sentences which have general verbs and noun phrase modifiers, and a reasoning system. Furthermore, as an application, a Japanese question-answering system is constructed.

1 はじめに

名辞論理とは、名辞(普通名詞)間の関係を述べた文の間の演繹関係を、述語論理のように個体レベルの関係にまで分解することなく、名辞そのものの直接的な関係として取り扱おうとする論理体系である[1][4][5]。つまり述語論理が、文を構成する単語が表す概念の“外延”(それが指し示す個体)を土台とし、その外延同士の関係によって文の意味を記述する論理体系であるのに対して、名辞論理は文を構成する名辞そのものを直接的に用いて意味を表現しようとする論理体系である。

ところで、自然言語による意味表現は必ずしも個体集合が明確に想定されておらず、そこでは単語同士の(文法的な)係り受けのみで意味が表現されており、述語論理の個体変数のようなものは一切表面に現れていない。従って、名辞論理的な枠組みの方がより自然に文の意味を記述できるのではないかと考えられる。

我々は以上のような観点から名辞論理体系LVPMを提案した[5]。体系LVPMは、文(命題)から本来あるべき補語(名詞句+格助詞)が1つ欠けたものが“連体修飾句”であると捉え、意味的にはこれを通常の名辞と同じタイプのものとみなすことで、連体修飾構造を扱うことができる。また、動詞命題というもの導入することで、用言文を扱うこともできる。

本研究では名辞論理体系LVPMを用い、用言文と連体修飾構造を含む日本語文に対して意味表現および推論を行う方法を提案し、それを日本語質疑応答システムに応用した。

次章以下の構成は次のようになっている。2章では本研究の基礎となる名辞論理体系LVPMについて簡単に解説する。3章では体系LVPMの式の妥当性を判定するための判定手続きを示す。4章では3章の手続きをProlog上にインプリメントして作成した日本語質疑応答システムについて述べる。

2 連体修飾構造を取り扱える名辞論理体系LVPM

本章では、本研究で用いる名辞論理体系LVPMの命題の表現法およびその公理について説明する。

2.1 名辞論理における命題と修飾構造

述部が名詞から構成される文(日本語で言う名詞文)に対応する命題を“名詞命題”と呼ぶ。名詞命題は一般に次のような形をしている。

$A\alpha\beta$ …… すべてのαはβである

$A\alpha\overline{\beta}$ …… すべてのαはβでない

$P\rho\alpha$ …… ρはαである

$P\rho\overline{\alpha}$ …… ρはαでない

ここで、“$\overline{}$”は述部に対する否定記号であり、$\overline{\beta}$は「βでない」という意味を表す。

以下に、名詞命題の例を示す。

・すべての犬は動物である。
　A 犬 動物
・すべての猫は鳥でない。
　A 猫 $\overline{\text{鳥}}$
・太郎は学生である。
　P太郎 学生

述部が動詞や形容詞、形容動詞等の用言から構成されるような文(日本語で言う用言文)に対応する命題を“動詞命題”と呼ぶ。動詞命題は一般に次のような形をしている。ここで、S_iは$A\alpha$または$P\rho$の形の「項」(αは名辞、ρは固有名)、v^nはn項動詞記号である。

$(S_1, \cdots, S_n/v^n)$

$(S_1, \cdots, S_n/\overline{v^n})$

前者の命題は「S_1と…とS_nがv^nという関係にある」ことを表し、後者の命題は「S_1と…とS_nがv^nでないという関係にある」ことを表している。なお、v^nは動詞だけでなく、形容詞や形容動詞でもよく、日本語で言う用言に対応する。

以下に動詞命題の例を示す。

・太郎はすべての犬が好きである。
　(P太郎, A 犬/好き)

・花子はすべての猫が好きでない。

$(P$花子$, A$猫$/\overline{\text{好き}})$

いくつかの名辞から合成される複合名辞を次のように表す。

$$[\alpha \cdot \beta] \quad (\alpha, \beta \text{は名辞})$$

これは、「αでありかつβであるもの」という意味を表す。

また、連体修飾句を含む複合名辞を一般に次のように表す(αやβ自身が連体修飾句を含む複合名辞であってもよい)。ここで、$S_j = A\alpha$または$P\rho\ (j \neq i)$である。

$$[(S_1, \cdots, S_{i-1}, *, S_{i+1} \cdots, S_n/v^n) \cdot \beta]$$

これは、「$S_1, \cdots, S_{i-1}, *, S_{i+1}, \cdots, S_n$と$v^n$という関係にあるような$\beta$」という意味を表す。つまり、項の1つ欠けた動詞命題を連体修飾句に対応させている。

以下に複合名辞を用いた命題の例を示す。

・花子は太郎が飼っている白い猫がみんな好きである。

$(P$花子$, A[(P$太郎$, */$飼う$) \cdot [(*/$白い$) \cdot$ 猫$]]/$好き$)$

・次郎は太郎が好きなどんな女性も好きでない。

$(P$次郎$, A[(P$太郎$, */$好き$) \cdot$ 女性$]/\overline{\text{好き}})$

2.2 公理的体系 LVPM

以上のような名辞論理は公理的体系として厳密に定義されている[5]。以下、その定義を述べる。

定義 2.2.1 (公理的体系 LVPM の構文)

(a) **使用する記号**

素名辞記号 : $a,\ b,\ c,\ \cdots$

固有名記号 : $p,\ q,\ \cdots$

n 項動詞記号 : $v^n,\ w^n,\ \cdots$

名辞関手 : $A,\ P,\ M$

名辞演算子 : $\cdot$

述部否定記号 : $\overline{\quad}$

論理記号 : $\sim,\ \rightarrow$

補助記号 : $,\ ,\ (,\ ),\ [,\ ],\ *$

(b) **名辞および項**

(i) 素名辞記号は名辞である。

(ii) aを素名辞記号、γを名辞とするとき、$[a \cdot \gamma]$は名辞である。

(iii) αを名辞、ρを固有名記号とするとき、以下のものは項である(それぞれ、A項、P項)と呼ぶ。

$A\alpha, P\rho$

(iv) 各 $S_j (j \neq i, 1 \leq j \leq n)$ を項、v^nをn項動詞記号、γを名辞とするとき、

$[(S_1, \cdots, S_{i-1}, *, S_{i+1}, \cdots, S_n/v^n) \cdot \gamma]$

は名辞である。

特に、$(S_1, \cdots, S_{i-1}, *, S_{i+1}, \cdots, S_n/v^n)$ を連体修飾句、また素名辞以外の名辞を複合名辞と呼ぶ。

(c) **命題**

(i) α, βを名辞、ρを固有名記号とするとき、以下のものは名詞命題である。

$A\alpha\beta,\ A\alpha\overline{\beta},\ P\rho\alpha,\ P\rho\overline{\alpha}$

(ii) 各 S_jを項、v^nをn項動詞記号$(n \geq 1)$とするとき、以下のものは動詞命題である。

$(S_1, \cdots, S_n/v^n)$

$(S_1, \cdots, S_n/\overline{v^n})$

(iii) αを名辞とするとき、以下のものは補助命題である。

$M\alpha$

(d) **式**

命題をもとに論理記号を使って(命題論理におけるのと同様に)構成される表現を式と呼ぶ(論理記号$\vee, \wedge$等は、$\sim$と$\rightarrow$から定義できる)。

定義 2.2.2 (公理的体系 LVPM の定義)

(a) **公理**

体系 LVPM の公理系は、通常の名辞論理の公理と以下の図式によって定められる公理からなる。ここで、xは任意の素名辞記号、α, β, γは任意の名辞、ρは任意の固有記号、各S_iは任意の項、v^nは任意のn項動詞記号、

Vは任意の v^nまたは$\overline{v^n}$である。また、V^*は $V = v^n$のとき$\overline{v^n}$を表し、$V = \overline{v^n}$のとき v^nを表す。

[1] $M\alpha \rightarrow A\alpha\alpha$

[2] Mx

[3] $A\beta\alpha \wedge A\gamma\beta \rightarrow A\gamma\alpha$

[4] $A\beta\alpha \wedge P\rho\beta \rightarrow P\rho\alpha$

[5] $(S_1, \cdots, A\alpha, \cdots, S_n/V) \wedge A\beta\alpha$
$\rightarrow (S_1, \cdots, A\beta, \cdots, S_n/V)$

[6] $(S_1, \cdots, A\alpha, \cdots, S_n/V) \wedge A\beta\alpha$
$\rightarrow (S_1, \cdots, P\rho, \cdots, S_n/V)$

[7] $A\alpha\beta \wedge A\alpha\gamma \leftrightarrow A\alpha[\beta\cdot\gamma]$

[8] $P\rho\alpha \wedge Ppb \rightarrow P\rho[\alpha\cdot\gamma]$

[9] $(S_1, \cdots, A\alpha, \cdots, S_n/v^n) \wedge A\alpha\beta$
$\leftrightarrow A\alpha[(S_1, \cdots, *, \cdots, S_n/v^n)\cdot\beta]$

[10] $(S_1, \cdots, P\rho, \cdots, S_n/v^n) \wedge P\rho\alpha$
$\rightarrow P\rho[(S_1, \cdots, *, \cdots, S_n/v^n)\cdot\alpha]$

[11] $(S_1, \cdots, S_n/V) \rightarrow \sim (S_1, \cdots, S_n/V^*)$

[12] $\sim (P\rho_1, \cdots, P\rho_n/V^*) \rightarrow (P\rho_1, \cdots, P\rho_n/V)$

[13] $P\rho\overline{\alpha} \leftrightarrow \sim P\rho\alpha \wedge M\alpha$

[14] $A\alpha\beta \rightarrow M\alpha \wedge M\beta$

[15] $P\rho\alpha \rightarrow M\alpha$

[16] $(\cdots, A\alpha, \cdots/V) \rightarrow M\alpha$

[17] $A\alpha\overline{\beta} \leftrightarrow \sim M[\alpha\cdot\beta] \wedge M\alpha \wedge M\beta$

[18] $\sim M[(P\rho_1, \cdots, P\rho_{i-1}, *, P\rho_{i+1}, \cdots, P\rho_n/v^n)\cdot\alpha]$
$\wedge M\alpha \rightarrow (P\rho_1, \cdots, P\rho_{i-1}, A\alpha, P\rho_{i+1}, \cdots, P\rho_n/\overline{v^n})$

(b) **推論規則**

分離規則 (modus ponens)

(c) **定理**

上記の公理をもとに、推論規則を有限回適用して得られる式が体系 LVPM の定理である。

以下では、

$(S_1, \cdots, S_{i-1}, A\alpha, S_{i+1}, \cdots, S_n/v^n)$

等の表現を

$(S_1, \cdots,_{(i)} A\alpha, \cdots, S_n/v^n)$

等と略記する。

なお、本体系に関するより詳しい議論、およびその意味論については文献 [5] を参照のこと。

さらに、本体系は決定可能であることが分かっている。すなわち、任意の式に対して、それが定理であるか否かを有限の手続きで判定できる。ただし、その具体的な証明については別稿に譲る。

3 判定手続き

本研究で作成したシステム (詳しくは次章で述べる) で扱う知識は以下に定義するような命題に相当する文のみに限定している。

本章では、前章で述べた公理的体系 LVPM の式のうち、本研究で作成した日本語質疑応答システムで扱える式に対する妥当性判定手続きを示す。

定義 3.1

次のような形をした命題をタイプ 0 の命題と呼ぶ。ここで、α, βは任意の名辞、ρは任意の固有名記号、各S_iは任意の項、v^mは任意の m 項動詞記号とする。

$A\alpha\beta$, $P\rho\alpha$, $M\alpha$, $A\alpha\overline{\beta}$, $P\rho\overline{\alpha}$,

$(S_1, \cdots, S_m/v^m)$, $(S_1, \cdots, S_m/\overline{v^m})$

また、タイプ 0 の命題をそれぞれ、A 命題、P命題、M 命題、NA 命題、NP命題、V命題、NV命題と呼ぶ。

定義 3.2

次のような形をした命題を特にタイプ 0 の基本命題と呼ぶ。

$A\alpha x$, $P\rho x$, (x は素名辞記号)

M, V, NV, NA, NP命題

なお、任意の A, P命題はそれと等価な基本命題の論理積の形に分解できる。

定義 3.2

$\{P_1, \cdots, P_n\}$ ($n \geq 0$) をタイプ 0 の基本命題の集合、Qをタイプ 0 の命題 (基本命題とは限らない) とする。このとき、$\{P_1, \cdots, P_n\}$ から Q が導出可能であることを

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models Q$

のように書き、次のように定義する。

ここで、$P_1, \cdots, P_n$を前件、Q を後件と呼ぶ。

I $Q = A\alpha x$ と書ける場合 (x は素名辞記号) 、次の

いずれかが成り立つ。

[I-1] $\alpha = [\mathtt{MD}_1 \cdot \cdots \cdot \mathtt{MD}_m \cdot z]$ $(m \geq 0)$ とすると

(zは素名辞記号、$\mathtt{MD}_i$は素名辞記号または連体修飾句)、

$x \in \{\mathtt{MD}_1, \cdots, \mathtt{MD}_m, z\}$ かつ $\{P_1, \cdots, P_n\} \models M\alpha$

[I-2] ある $P_i = A\beta x$ が存在しかつ、

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models A\alpha\beta$

(前件中の A 命題の第二項は必ず素名辞記号であることに注意)

II　$Q = A\alpha[x \cdot \beta]$ と書ける場合 (x は素名辞記号)

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models A\alpha x$ かつ $\{P_1, \cdots, P_n\} \models A\alpha\beta$

III　$Q = A\alpha[(S_1, \cdots,_{(i)} *, \cdots, S_m/v^m) \cdot \beta]$ と書ける場合

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models A\alpha\beta$　かつ

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models (S_1, \cdots,_{(i)} A\alpha, \cdots, S_m/v^m)$

IV　$Q = P\rho x$ と書ける場合 (x は素名辞記号)、次のいずれかが成り立つ。

[IV-1] ある $P_i = P\rho x$ が存在する。

[IV-2] ある $P_i = A\alpha x$ が存在しかつ、

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models P\rho\alpha$

V　$Q = P\rho[x \cdot \alpha]$ と書ける場合 (x は素名辞記号)

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models P\rho x$ かつ $\{P_1, \cdots, P_n\} \models P\rho\alpha$

VI　$Q = P\rho[(S_1, \cdots, _{(i)} *, \cdots, S_m/v^m) \cdot \alpha]$ と書ける場合

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models P\rho\alpha$　かつ

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models (S_1, \cdots,_{(i)} P\rho, \cdots, S_m/v^m)$

VII　Q が V命題で、$Q = (S_1, \cdots, S_m/v^m)$ と書ける場合、次のいずれかが成り立つ。

[VII-1] ある $P_j = (R_1, \cdots, R_m/v^m)$ が存在しかつ、各 R_i, S_i $(1 \leq i \leq m)$ に対して、次の条件 CV1 が成り立つ。

《条件 CV1》

次のいずれかが成り立つ。

(a) $R_i = A\alpha,\ S_i = A\beta$の場合

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models A\beta\alpha$

(b) $R_i = Pp,\ S_i = Pq$の場合

$p = q$

(c) $R_i = A\alpha,\ S_i = Pq$の場合

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models Pq\alpha$

[VII-2] $Q = (S_1, \cdots,_{(i)} A[\mathtt{MD}_1 \cdot \cdots \cdot \mathtt{MD}_t \cdot x], \cdots, S_m/v^m)$ $(t \geq 1)$ と書け、かつ以下の各条件が成り立つ。

(i) ある $\mathtt{MD}_k = (R_1, \cdots,_{(j)} *, \cdots, R_m/v^m)(1 \leq k \leq t)$ であり、かつ各 R_i, S_i $(i \neq j, 1 \leq i \leq m)$ に対して、上記の条件 CV1 が成り立つ。

(ii) $\{P_1, \cdots, P_n\} \models M[\mathtt{MD}_1 \cdot \cdots \cdot \mathtt{MD}_t \cdot x]$

VIII　$Q = M\alpha$と書ける場合、次のいずれかが成り立つ。

[VIII-1] αが素名辞記号

[VIII-2] $\{P_1, \cdots, P_n, Q\}$ 中のある素名辞記号 x に対して、

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models Ax\alpha$

[VIII-3] $\{P_1, \cdots, P_n, Q\}$ 中のある固有名記号ρに対して、

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models P\rho\alpha$

[VIII-4] 前件の命題中に、ある複合名辞$\beta(\beta \neq \alpha)$ が存在し (ある名辞の部分名辞としてでもよい。以下同様)、

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models A\beta\alpha$

[VIII-5] 前件の命題にαが存在する。

IX　$Q = A\alpha\overline{\beta}$と書ける場合、次のいずれかが成り立つ。

[IX-1] 前件中に次の二つの動詞命題の組のいずれかが存在し、

(i) $(R_1, \cdots,_{(i)} A\gamma, \cdots, R_m/v^m)$ と

$(S_1, \cdots,_{(i)} A\delta, \cdots, S_m/\overline{v^m})$

(ii) $(R_1, \cdots,_{(i)} A\delta, \cdots, R_m/v^m)$ と

$(S_1, \cdots,_{(i)} A\gamma, \cdots, S_m/\overline{v^m})$

かつ、

$\{P_1, \cdots, P_n\} \models A\alpha\gamma$ かつ $\{P_1, \cdots, P_n\} \models A\beta\delta$

が成り立ちかつ、各 $R_j, S_j (j \neq i, 1 \leq j \leq m)$ に対して、次の条件 CV2 が成り立つ。

《条件 CV2》

次のいずれかが成り立つ。

《普通名詞》|[《連体修飾句》,《普通名詞句》]

《連体修飾句》→《文タプル》

《述語》→

《動詞》|《形容詞》|《形容動詞》|《普通名詞句》

文タプルの要素は次のような意味を持つ。

《文の型》

述語の種類により決まる。

(d：動詞文、ky：形容詞文、kd：形容動詞文、m：名詞文)

《符号》

肯定文なら"+"、否定文なら"−"をあてる。

《補語》

もし欠けているなら[−,−,《格助詞》]をあてる。すなわち、述語の用言が本来持つべき、この《格助詞》に相当する「格」の補語が欠けていることを表す（例えば、「太郎は食べない」の場合、欠けている補語は[−,−,を]となる)。

《限量詞》

もしかけているならば、固有名詞に対しては"p"、普通名詞句に対しては"−"をあてる。

《名詞句》

固有名詞と普通名詞句以外に、不定詞疑問文の場合"wh"が入る。

《述語》

名詞文なら普通名詞句が、それ以外はそれぞれの語幹が入る。

なお、《限量詞》や《補語》の欠けた文に関しては、次のように解釈する。

(1)　《補語》=[−,《名詞句》,《格助詞》]の場合

限量詞の"−"をPと解釈する。

(2)　《補語》=[−,−,《格助詞》]の場合

限量詞の"−"をA、"−"を「あらゆるもの」を表す名辞と解釈する。

例えば、「太郎は猫が好き」という文は「太郎はすべての猫が好き」という意味を表し、「太郎は食べない」という文は「太郎はあらゆるものを食べない」という意味を表すものと考える。

また、不定詞疑問文に関しては、文タプル中の"−,wh"に代入して、その文タプルを成り立たせる"《限量詞》,《名詞》"をすべて取り出して、解答生成部門に送ることを意味する。

以下に、日本語文から文タプルへの翻訳例を示す。

・太郎は学生です。

[m,+,[[p,太郎,が]],学生]

・太郎は日本に住む。

[d,+,[[p,太郎,が],[p,日本,に]],住]

・花子はすべての小さい虫を好きでない。

[kd,−,[[p,花子,が],[すべての,[[ky,+,[[*]],小さ],虫],を]],好き]

4.3　推論部門・解答生成部門

推論部門では、前章で与えた体系 LVPM の判定手続きに基づいて推論を行う。すなわち、与えられた文(基本式の後件に対応)が、既に知識として蓄えられている文の集合(基本式の前件に対応)から導けるかどうかを調べる。また、不定詞疑問文に対しては、知識から導ける論理的解をすべて解答生成部門に送る。

解答生成部門では、推論部門で得られた論理的解を日本語文に翻訳し、出力する。ここでは、論理的な解答から冗長な解答を省き、さらにこれを文に変換して適切な解答を作り出せるようにしている。

4.4　実行例

以下に本システムの実行例を示す。">"に続く文が入力文である。入力文の下の行は文タプルへの翻訳の結果であり、その下の行はシステムの応答である。

```
> 花子は学生です
k([m,+,[[p,花子,が]],学生])
```

承知しました。

> 太郎は学生です
k([m,+,[[p, 太郎, が]], 学生])
承知しました。

> 本を好きな学生は図書館に行きます
k([d,+,[[すべての,[[kd,+,[[*],[すべての, 本, を]], 好き], 学生], が],[すべての, 図書館, に]], 行])
承知しました。

> 太郎は図書館に行きません
k([d,-,[[p, 太郎, が],[すべての, 図書館, に]], 行])
承知しました。

> 太郎は本を好きですか
q([kd,+,[[p, 太郎, が],[すべての, 本, を]], 好き])
いいえ、違います。

> 花子は本を好きです
k([kd,+,[[p, 花子, が],[すべての, 本, を]], 好き])
承知しました。

> 花子は図書館に行きません
k([d,-,[[p, 花子, が],[すべての, 図書館, に]], 行])
それは、おかしい。

> 辞書は本です
k([m,+,[[すべての, 辞書, が]], 本])
承知しました。

> 花子は辞書を好きでないですか
q([kd,-,[[p, 花子, が],[すべての, 辞書, を]], 好き])
いいえ、違います。

> 誰が図書館に行きますか
whq([d,+,[[-,wh, が],[すべての, 図書館, に]], 行])
すべての、すべての本を好きな学生が、行きます。
花子が、行きます。

> 図書館に行く人間は勤勉です
k([kd,+,[[すべての,[[d,+,[[*],[すべての, 図書館, に]], 行], 人間], が]], 勤勉])
承知しました。

> すべての学生は人間です
k([m,+,[[すべての, 学生, が]], 人間])
承知しました。

> 誰が勤勉ですか
whq([kd,+,[[-,wh, が]], 勤勉])
すべての、すべての図書館に行く人間が、勤勉です。
すべての、すべての図書館に行く学生が、勤勉です。
花子が、勤勉です。

5 おわりに

本研究では、名辞論理体系の知識処理への応用として、日本語文に対する意味表現と推論の方法を与え、それをもとに日本語質疑応答システムを作成した。

名辞論理体系 LVPM は、連体修飾構造を含んだ複合名辞を名辞記号や動詞記号から構成される構造体として直接的に表現し、推論を行うことができるという特徴がある。そのため、不定詞疑問文に対する答として、単なる固有名だけでなく、名辞や複合名辞も容易に取り出すことができる。

一方、述語論理を土台にしたこの種のシステムにおいては、名辞は述語名となり、さらに複合名辞は論理式の形にまで展開されているため、この種のタイプのものを答として引き出すのは不可能に近い。

しかし、現在の体系 LVPM は「ある～」といった存在限量詞を含む文を扱うことができないため、表現力

という点から見ると述語論理に劣っている。名辞論理の特徴を生かすためにも、存在限量詞を含んだような名辞論理体系を構築する事が今後の課題である。

参考文献

[1] 森田, 西原, 江村 : "Syllogism(三段論法推論)の効率化と知識処理への応用", 信学論 (D),J70-D,2,pp.405-414(昭 62-02).

[2] 久保, 森田 : "Syllogism(三段論法推論) の拡張体系に基づく用言文に対する推論法", 信学技報,AI87-29(1987).

[3] 丹治, 森田, 西原 : "ボトムアップ型プッシュダウン・オートマトンに基づく構文解析法の Prolog によるインプリメントとその高速化", 電気関係学会東北支部連合大会論文集,pp.74 (1989).

[4] 岩田, 西原, 森田 : "動詞および固有名詞を導入した Syllogism の拡張体系とその完全性", 信学論 (D-II),J72-D-II,5,pp.760-771(平 1-05).

[5] 西原, 森田 : "Syllogism を土台にした連体修飾構造を取り扱える名辞論理体系の公理的体系 LVPM", 信学論 (D-II),J75-D-II(1992), 印刷中.