

中間言語による自然言語理解の試み[†]

横田将生

吉武春光

田町常夫

(九州大学)

1. まえがき

筆者らはここ数年、中間言語の開発及びそれに基づく自然言語の体系的な意味理解の研究を行い、自然言語理解システムIMAGES-Iを作成した。このシステムは、英語入力文を中間言語で意味解釈し、その解釈結果より入力文に対する言い換え文を出力するという機能を有している。今回、IMAGES-Iを基盤に、英語談話の意味内容を短期記憶 (STM: Short-Term Memory) とし、“外界の知識”を長期記憶 (LTM: Long-Term Memory) として持つ質問応答システムIMAGES-IIを作成した。本稿ではこの二つのシステムの基本構成と実験結果について報告する。

2. IMAGES-IおよびIIの概要^{1) 2)}

図1は、IMAGES-Iを概念的に示したものである。英語入力文は、まず構文解析過程で単語分割、語群形成処理を受け、表層依存構造に変換される。つづいて意味構造生成過程で意味辞書を参照することにより、意味構造 (中間言語表現) に変換され、意味解析過程に渡される。この一連の処理において、構文解析過程では、未知語を含む文、語群形成規則または依存構造規則を満たさない文はすべて棄却される。また意味構造への変換が不可能な表層依存構造や、意味解析の結果、無意味と判定された意味構造も棄却される。

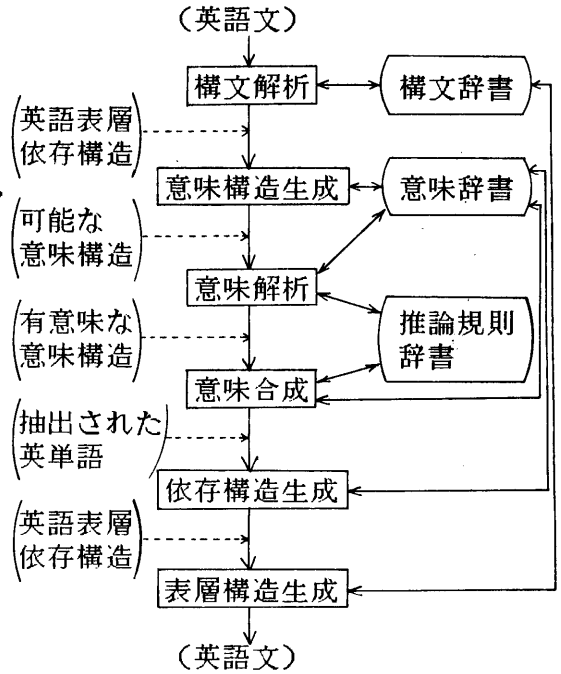


図1 IMAGES-Iの概念図

意味合成過程では、入力文の意味構造及び推論規則の適用により生じた意味構造が、意味辞書に従って単語化され、依存構造生成過程において表層依存構造に変換される。そして最終的に構文辞書により、英語表層構造が生成される。その際、入力文の構造に関する情報は全く参照されないで、一般には paraphrase 関係にある複数個の文が生成される。ここでの過程と入力文を意味構造に変換する過程は全く可逆的であり、構文及び意味辞書は、意味解釈に用いるものを逆に解釈することによりそのまま使用する。

図2はIMAGES-IIの概念図である。このシステムは、大きく、談話解析部及び質問応答部より成り、更に、前者は構文

[†]An experiment of natural language understanding based on an interlingua by Masao YOKOTA (Kyushu University Hospital), Harumitsu YOSHITAKE and Tuneo TAMATI (Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University).

解析、意味構造生成、意味解析、談話意味構造生成、談話意味解析の諸過程より、後者は、構文解析、意味構造生成、意味解析、解答作成の諸過程より成っている。構文解析から意味解析に至る過程は、IMAGES-Iのものと同じであり、両処理部で共有している。IMAGES-IIの詳細については4.以下で述べる。

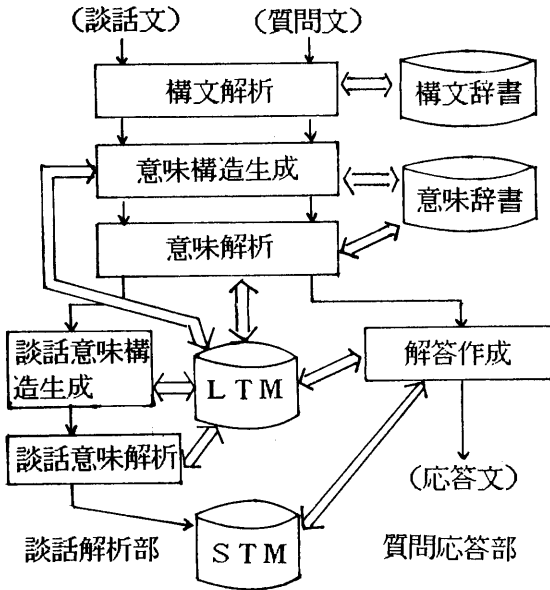


図2 IMAGES-IIの概念図

3. 自然語意味記述の概要³⁾

表層依存構造および意味構造は各単語の意味辞書に従って相互に変換される。各単語の意味は概念部と結合操作部により表現され、前者は論理式、後者は依存関係にある単語の概念部同志を結合させる操作手順（逆に解釈すれば概念構造から依存構造を生成させる操作手順）により成っている。ここでは、この両者に関して簡単に説明する。

3.1 概念部の構成

概念部は原子軌跡式(σ)を同時的連言(Π)、継時的連言(\cdot)および記号論理における結合子(連言(\wedge)、選言(\vee)など)で結合したものとして表現される。ここで σ は式(1)に示す述語式、またはそれを略記した形式(2),(3)で与えられる。この式は、図3に示すような属性空間

(\mathcal{A})における線分的な軌跡を指示して

いる。この軌跡は事物 x の作用により事物 y の属性が時間的または空間的に変化あるいは持続($a_{t_i}, a_{t_j}, P_i, P_j$ で表示)することを意味する。

$$\sigma \triangleq f(x, y, a_{t_i}, a_{t_j}, A, P_i, P_j) \quad (1)$$

$$\triangleq (x, y, a_{t_i}, a_{t_j}, \mathcal{A}) \quad (2)$$

$$\triangleq \begin{bmatrix} x \\ y \\ a_{t_i} \\ a_{t_j} \end{bmatrix} \mathcal{A} \quad (3)$$

ここで $\mathcal{A} \triangleq (A, P_i, P_j)$, $t_i < t_j$ である。また同時的連言および継時的連言は次の式(4),(5)で定義される。

$$\sigma_1 \Pi \sigma_2 \triangleq \sigma_1 \wedge \sigma_2 \wedge (t_1 = t_3 \wedge t_2 = t_4) \quad (4)$$

$$\sigma_1 \cdot \sigma_2 \triangleq \sigma_1 \wedge \sigma_2 \wedge (t_2 = t_3) \quad (5)$$

但し

$$\sigma_1 \equiv (x_1, y_1, a_{t_1}, a_{t_2}, \mathcal{A}_1) \quad (6)$$

$$\sigma_2 \equiv (x_2, y_2, a_{t_3}, a_{t_4}, \mathcal{A}_2) \quad (7)$$

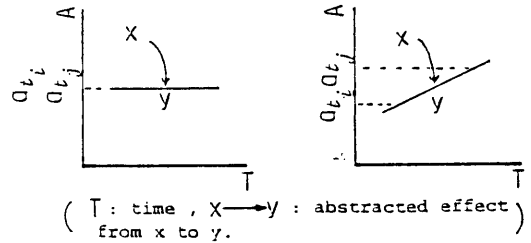


図3 属性空間における原子軌跡

3.2 結合操作部の構成

依存関係にある単語の概念部同志を結合させる手続は当該単語の意味辞書の結合操作部に記述してある操作コマンドおよび条件コマンドで指示する。

操作コマンドには次の3種類がある。

(1) ARG(Γ_1, Γ_2)

当該単語の概念部の変項 Γ_2 に、その単語と依存関係にある単語の概念部 Γ_1 の変項を代入する。 $\Gamma_1 \Rightarrow \Gamma_2$ と略記する。

(2) PAT($\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$)

事象パターン Γ_2 を Γ_1, Γ_3 の両者が共に含む時に限り、 Γ_2 を共有するように Γ_1, Γ_3 を結合する。但し、 Γ_2 が単に \cdot または Π の時は、それを結合子として Γ_1, Γ_3 を結合する。このコマンドが実行された場合、 Γ_1 が左、 Γ_3 が右に来るように結合される。 $\Gamma_1 \Gamma_2 \Gamma_3$ と略記するが、一般には Γ_1, Γ_3 の一方は当該単語の概念部なので”\$”

と略記する。また一方がその単語が所属するブロックの main governor の時は対応する箇所には何も記さない。

(3) LOG ($\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$)

式 Γ_2 で表わされる概念を Γ_1, Γ_3 の両者が共に含む時に限り、 Γ_2 を共有するように Γ_1, Γ_3 を結合する。但し、 Γ_2 が単なる純粹論理結合子 (\wedge など) の時は、それを結合子として Γ_1, Γ_3 を結合する。 $\Gamma_1 \Gamma_2 \Gamma_3$ と略記するが、一般に Γ_1, Γ_3 のどちらか一方は当該単語の所属するブロックの main governor なので省略する。

以上の操作コマンドは次の条件コマンドとの組合せにより、一つの結合操作を形成する。

(4) COND (Γ_1, Γ_2)

Γ_1 の品詞が Γ_2 であるという条件を表わし $\text{COND}(\Gamma_1, \Gamma_2) \rightarrow O_1, O_2, \dots, O_n$; という形式で用いられる。 O_1, O_2, \dots, O_n は操作コマンドの列であり、条件コマンドが真か存在しない時に限り実行される。 $[\Gamma_1] = \Gamma_2, O_1, O_2, \dots, O_n$; と略記する。

3.3 意味記述の実際

自然語概念のうち最も基本的なものは、'物' および '事' の概念であり、我々は、それぞれ式(8), (9)に示すような定式化を行っている。これらの式の右辺は全て原子軌跡式の結合列で記述することができる。表1に具体的な単語の意味記述例を示している。

$$O(x_0) \triangleq O^+(x_0) \wedge O^+(x_0, x_1, \dots, x_n) \quad (8)$$

$$E(y_0) \triangleq E^+(y_0, y_1, \dots, y_n) \wedge E^+(y_0) \wedge C_1(y_1) \wedge \dots \wedge C_n(y_n) \quad (9)$$

K_p : 外界の知識

O_p : 外界物に関する知識

O_p^+ : 外界物自身の性質に関する知識

O_p^{**} : 外界物間の関係に関する知識

E_p : 外界事象に関する知識

E_p^+ : 外界事象自身の性質に関する知識

E_p^{**} : 外界事象を構成する外界物間の関係に関する知識

R_{Op} : 外界物概念間の関係に関する知識

R_{Ep} : 外界事象概念間の関係に関する知識

L_p : 外界法則に関する知識

図4 外界の知識

表1 英単語の意味記述例

Word	Meaning	
	Concept part	Connection part
have (VB,1)	$\begin{pmatrix} x \\ y \\ x \\ x \end{pmatrix}_{12}$	$\text{Dep.1} \Rightarrow x, \text{Dep.2} \Rightarrow y, \wedge \text{Dep.1}, \wedge \text{Dep.2};$
be (VB,7)	$\begin{pmatrix} \phi \\ x \\ p \\ p \end{pmatrix}_{\text{Q}}$	$\text{Dep.1} \Rightarrow x, \wedge \text{Dep.1}, \text{Dep.2} \Rightarrow p;$
slowly (AD)	$\begin{pmatrix} \phi \\ x \\ p \\ p \end{pmatrix}_{12} \square \begin{pmatrix} \phi \\ x \\ \alpha \\ \alpha \end{pmatrix}_{16}$	$(\phi, x, p, q, A_1) \$;$
with (PR)	$\begin{pmatrix} x \\ y \\ x \\ x \end{pmatrix}_{12}$	$[\text{Gov.}] = \text{VB}, \text{GDep.1} \Rightarrow x, \square \$, \text{Dep.} \Rightarrow y, \wedge \text{Dep.};$ $[\text{Gov.}] = \text{NU}, \text{Gov.} \Rightarrow x, \square \$, \text{Dep.} \Rightarrow y, \wedge \text{Dep.};$
carry (VB,1)	$\begin{pmatrix} \phi \\ x \\ p \\ q \end{pmatrix}_{12} \square \begin{pmatrix} x \\ y \\ p \\ q \end{pmatrix}_{12}$	$\text{Dep.1} \Rightarrow x, \wedge \text{Dep.1}, \text{Dep.2} \Rightarrow y, \wedge \text{Dep.2};$
proceed (VB,6)	$\begin{pmatrix} \phi \\ x \\ p \\ q \end{pmatrix}_{12}$	$\text{Dep.1} \Rightarrow x, \wedge \text{Dep.1};$
paint (NU)	$\begin{pmatrix} \phi \\ x \\ / \\ / \end{pmatrix}_{02} \wedge \begin{pmatrix} \phi \\ x \\ / \\ / \end{pmatrix}_{05} \wedge \begin{pmatrix} \phi \\ x \\ / \\ / \end{pmatrix}_{09} \wedge \begin{pmatrix} \phi \\ x \\ / \\ / \end{pmatrix}_{13} \wedge \begin{pmatrix} y \\ x \\ p \\ z \end{pmatrix}_{12} \cdot \begin{pmatrix} x \\ z \\ q \\ x \end{pmatrix}_{32}$	

Dep.i:i-th dependant of the word, Gov.:the governor of the word, GDep.i:i-th dependant of the governor, @:no specification of attributes.

但し、 O^+ :物自身の性質; O^{**} :他の事物との関係; E^+ :事物間の関係; E^* :事自身の性質; C :事を構成する事物概念

4. 知識構造

図4はIMAGES-IIが対象としている外界の知識の構成図である。この図に示す知識項目のうち、 O_p^* , E_p^{**} は意味辞書(3.参照)に、 O_p^{**} , R_{Op} , L_p はLTMに軌跡式表現で登録されている。 E_p^* , R_{Ep} は現在登録していないがそれぞれ O_p^* , R_{Op} と同様な構造になる。

以下では O_p^* , O_p^{**} , R_{Op} , L_p について説明する。

4.1 O_p^*

これは意味解析過程において言葉の使い方が異常なものを棄却するために参照される。

例) $\begin{pmatrix} \phi \\ \text{p a i n t} \\ / \\ / \end{pmatrix}_{0.2}$ ペンキは長さの属性を持たない。
 0.2: 属性空間 物の長さ

4.2 O_p^{**}

これは次の2つの知識から成る。

(1) 外界物間に存在する関係に関する知識

これは、意味構造生成過程及び解答作成過程において参照する。前者では不完全な意味構造を完全な意味構造にする為に、後者では解答作成の為に用いる。

例) $\begin{pmatrix} \text{b i r d} \\ \text{b i l l} \\ \text{b i r d} \\ \text{b i r d} \end{pmatrix}_{1.2}$ 鳥はくちばしを持っている。
 1.2: 属性空間 物の物理空間での位置

(2) 外界物間にありえない関係に関する知識

これは、談話意味解析過程及び解答作成過程において参照する。前者では入力談話が有意味かを調べる為に、後者では解答作成の為に用いている。前者において、この知識に矛盾する入力談話があった場合は入力者に問い合わせ、この入力談話で良いならば(本知識が間違っている場合)、本知識の当該部分を一次的にブロックしている。

現段階では否定文を意味構造で表現していないので、この知識を否定したものを意味構造で表現する。そしてこの意味構造にパターンマッチする入力談話が本

知識に矛盾したことになる。

例) $\begin{pmatrix} \text{b i r d} \\ \text{b i l l} \\ \text{b i r d} \\ \text{b i r d} \end{pmatrix}_{1.2}$ "鳥はくちばしを持たない。" の否定、つまり、 "鳥はくちばしを持つ。" (但し、鳥は外界物全てを全体集合とする鳥の補集合)

4.3 R_{Op}

これは、"外界物Aは外界物Bの概念を含む"という関係に関する知識であり、外界物概念間包含関係判定処理で参照する。また、この知識全体は階層構造を成している。

例) $\begin{pmatrix} \phi \\ \text{h u m a n} \\ \text{m a m m a l} \\ \text{m a m m a l} \end{pmatrix}_{4.2}$ 人間は哺乳類の概念を含む。
 4.2: 属性空間 概念

4.4 L_p

これは更に次の様に分類される。

(1) 外界に存在する事象を表す法則に関する知識

これは、解答作成過程において、質問意味構造変形の為に参照する。

例) 事物定項, 変項が属性値として代用される場合、それらはその事物がその時点で有している属性値を意味する。

$\begin{pmatrix} \phi \\ \text{x} \\ \text{p} \\ \text{q} \end{pmatrix}_{12} \begin{pmatrix} \text{x} \\ \text{y} \\ \text{p} \\ \text{q} \end{pmatrix}_{12} \leftrightarrow \begin{pmatrix} \phi \\ \text{x} \\ \text{p} \\ \text{q} \end{pmatrix}_{12} \begin{pmatrix} \text{x} \\ \text{y} \\ \text{x} \\ \text{x} \end{pmatrix}_{12}$ x, y: 事物定項, 事物変項
 p, q: 属性変項, 属性定項

(2) 外界にありえない事象を表す法則に関する知識

これは、談話意味解析過程において、無意味な談話意味構造を棄却する為に参照する。

例) 同一の事物が同一の時刻に異なる2つの事物から所有されることはない。

$\begin{pmatrix} \text{x} \\ \text{z} \\ \text{x} \\ \text{x} \end{pmatrix}_{1.2} \cap \begin{pmatrix} \text{y} \\ \text{z} \\ \text{y} \\ \text{y} \end{pmatrix}_{1.2}$ この意味構造にパターンマッチすると棄却する。

5. 談話解析部

談話解析部ではまず入力談話文を構文解析過程で表層依存構造に変換し、更に意味構造生成過程でそれを可能な意味構造に変換する。そして意味解析過程で言葉の使い方が異常なものを棄却する。棄却しなかった意味構造は談話意味構造生成過程で、それまでに生成されている談話意味構造と結合し、照応表現処理を施して可能な談話意味構造を生成する。その後、談話意味解析過程で外界の知識と矛盾するものの処理を行い、最終的に有意な談話意味構造を生成する。この一連の処理の概略を図5に示す。なお、各過程で生じた曖昧さ(多義)は全て次の過程に渡している。以下それぞれの過程について説明する。

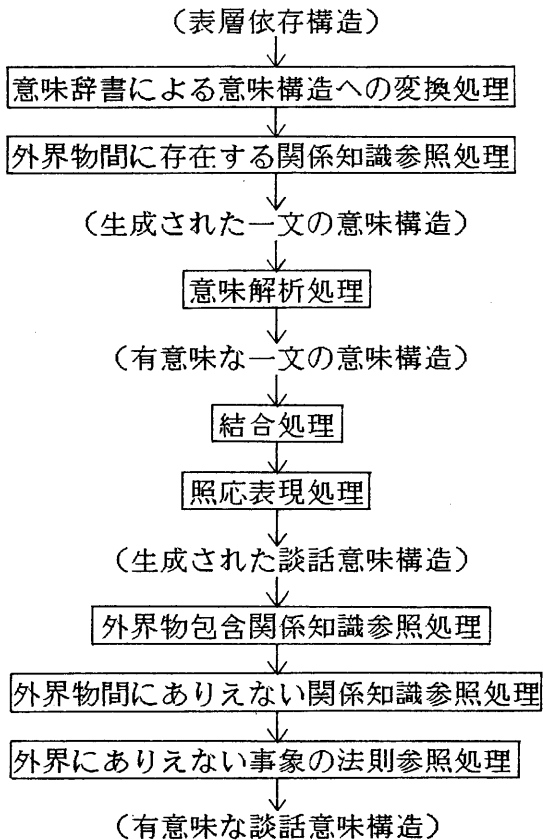
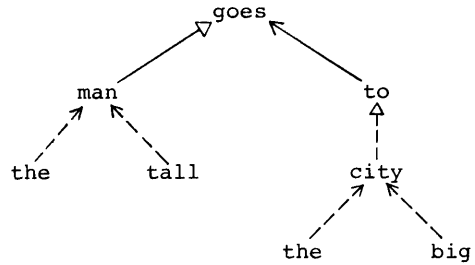


図5 談話解析部

5.1 構文解析過程

この過程では、入力談話文を構文辞書を参照することにより表層依存構造に変換し、また変換不可能なものは棄却する処理を行う。

例) The tall man goes to the big city.



- > 語群内任意依存関係
- .-.-> 語群内必須依存関係
- > 語群間任意依存関係
- > 語群間必須依存関係

5.2 意味構造生成過程

この過程では表層依存構造を意味構造に変換し、また変換不可能なものは棄却する。

(1) 意味辞書による意味構造への変換処理

ここでは、表層依存構造を意味辞書を参照することによって意味構造へ変換する処理を行う。なお、外界物概念の包含関係の判定が必要になった時、外界物概念間包含関係判定処理を呼び出し、その判定結果に従って処理を行う。

例)

Tom melts the ice.

```

    {
      Tom
      Object(x) Inf
      ice
      Liquid(x) Inf
    }41
  
```

41: 属性空間 質

但し、Object(x) Inf: "Inf"は"外界物間に存在する関係知識"の中の外界物を示し、これがObjectの概念を含んでいる時に限り結合が可能であることを示す。

(2) 外界物概念間包含関係判定処理

ある外界物が他の外界物の概念を包含するか否かを判定する処理であり、システムの各処理過程において必要に応じて呼び出される。これは、入力談話がない

場合、外界物の概念ツリー (R_{OP}) を探索し、対応する概念が存在すれば "YES" を返し、そうでなければ "NO" を返す。入力談話がある場合、システムの知識とパターンマッチしなければ "UNKNOWN" を返す。

(3) 外界物間に存在する関係知識参照処理

ここでは、意味辞書による変換処理後の意味構造が A (x) I n f という項を含んでいる場合、" 外界物間に存在する関係知識" をパターンマッチによって参照し (必要に応じて外界物包含判定処理を使う)、A (x) I n f をパターンマッチした知識の対応する外界物で置き換える。これは入力文中で陰に表現されている事柄を意味構造に付加して意味構造を完成させる処理である。

例) He melts the ice.

$\begin{matrix} \phi \\ \text{Object}(x)\text{Inf} \\ \text{ice} \\ \text{Liquid}(x)\text{Inf} \end{matrix}$	\sqcap	$\begin{matrix} x \\ \text{H}_2\text{O} \\ \text{ice} \\ \text{water} \end{matrix}$	\rightarrow	$\begin{matrix} \phi \\ \text{H}_2\text{O} \\ \text{ice} \\ \text{water} \end{matrix}$
(a)		(b)		(c)

- Ⓐ: 本処理直前の意味構造
- Ⓑ: 外界物間に存在する関係知識
- Ⓒ: 本処理の結果

5.3 意味解析過程

この過程では " 外界物自身の性質の知識" を参照して、言葉の使い方が異常なものを棄却する。

例) $\begin{matrix} \phi \\ \text{p a i n t} \\ \text{l o n g} \\ \text{l o n g} \end{matrix}$ この意味構造は "ペンキは長さの属性を持たないという知識より棄却される。

5.4 談話意味構造生成過程

この過程は結合処理と照応表現処理より成っている。以下それぞれの処理について説明する。

(1) 結合処理

入力意味構造をそれまでに生成されている談話意味構造に結合する処理を行なう。第2文以後の入力文が "t h e n" で始まっている場合には継時的連言 "・" で

入力文の先頭が "t h e n" 以外の場合には同時的連言 "∩" で結合する。

(2) 照応表現処理

ここでは談話中の照応表現処理として、言い換え表現処理と代名詞処理を行っている。

1) 言い換え表現処理

入力文に定冠詞のついた名詞 A があり、その A の概念を含む名詞 B が談話意味構造中にあった時 A を B で置き換える。

例) 入力談話

D 1 : Tom goes to Tokyo.

D 2 : The city is big.

$\begin{matrix} \phi \\ \text{Tom} \\ \text{p} \\ \text{Tokyo} \end{matrix}$	\sqcap	$\begin{matrix} \phi \\ \text{city} \\ \text{big} \\ \text{big} \end{matrix}$	\rightarrow	$\begin{matrix} \phi \\ \text{Tom} \\ \text{p} \\ \text{Tokyo} \end{matrix}$	\sqcap	$\begin{matrix} \phi \\ \text{Tokyo} \\ \text{big} \\ \text{big} \end{matrix}$
12		09		12		09

09 : 属性空間 物の面積

2) 代名詞処理

談話意味構造中に代名詞 A があり、その A の概念を含む B が談話意味構造中にあった時 A を B で置き換える。

例) D 3 : Tom melts the ice.

D 4 : He drinks it.

$\begin{matrix} \text{Tom} \\ \text{H}_2\text{O} \\ \text{ice} \\ \text{water} \end{matrix}$	\sqcap	$\begin{matrix} \text{he} \\ \text{liquid} \\ \text{p} \\ \text{he} \end{matrix}$	\rightarrow	$\begin{matrix} \text{Tom} \\ \text{H}_2\text{O} \\ \text{ice} \\ \text{water} \end{matrix}$	\sqcap	$\begin{matrix} \text{Tom} \\ \text{water} \\ \text{p} \\ \text{Tom} \end{matrix}$
41		12		41		12

5.5 談話意味解析過程

この過程では外界の知識に矛盾する談話意味構造の処理を行う。

(1) 外界物間包含関係知識参照処理

外界物包含関係知識に矛盾する談話意味構造がある場合、入力者に問い合わせる。"YES" が返されたらこの談話意味構造を採用する。"NO" が返されたらこれを棄却する。

(2) 外界物間にありえない関係知識参照処理

外界物間にありえない関係知識にパターンマッチする談話意味構造がある場合、入力者に問い合わせる。"YES" が返されたらこの談話意味構造を一時的に採用する。"NO" が返されたらこれを棄却する。

(3) 外界にありえない事象の法則参照

処理

外界にありえない事象の法則は常に真であるという立場を取る。従って本法則にパターンマッチする談話意味構造がある場合、入力者に問い合わせることなく棄却する。

6. 質問応答部

図6にこの質問応答部の処理概要を示す。

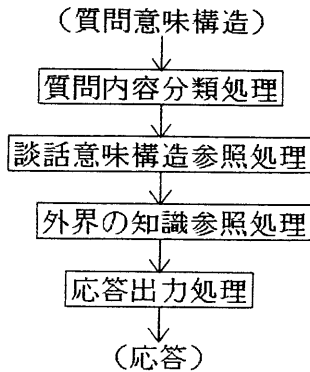


図6 質問応答部

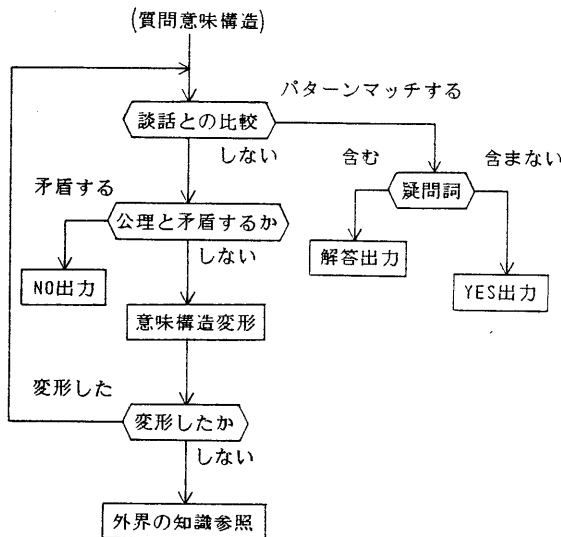


図7 知識参照処理

6.1 質問内容分類処理

本来は質問意味構造を知識とパターンマッチさせることで処理が行われるが効率を上げるため、質問意味構造の属性に依って質問を分類している。

6.2 知識参照処理

本処理ではSTMやLTMを参照することによって質問に回答する。この処理の概要を図7に示す。下記はここで用いた公理である。

公理(1): "同一の事物が同一の時刻に同一の属性に関して異なる属性値をとらない"

公理(2): "原子軌跡式 σ_1 , σ_2 の間に継時的関係 $\sigma_1 \cdot \sigma_2$ が存在する時、同一時間帯で継時的関係 $\sigma_2 \cdot \sigma_1$ は存在しない"

(1) パターンマッチ

談話意味構造と質問意味構造とのパターンマッチを例によって説明する。次の談話Dと質問Q1, Q2, Q3の場合を考えてみる。

D : Tom goes with a black bag.

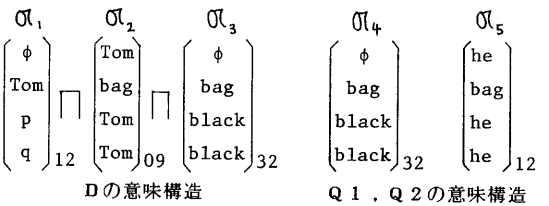
Q1 : Is the bag black?

Q2 : Does he have a bag?

Q3 : What does he carry?

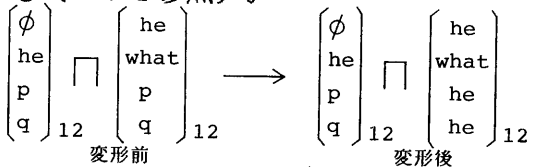
Q1の意味構造は σ_4 であり談話意味構造 σ_3 と完全に一致する。

Q2の意味構造は σ_5 となり、Tomとheは同じ対象であるので $\sigma_2 = \sigma_5$ となる。



32 : 属性空間 色

Q3の場合、質問意味構造変形処理(次の(2))後では $\sigma_1 \sqcap \sigma_2$ と一致する(4.4参照)。



Q3の意味構造

(2) 質問意味構造変形処理

これはパターンが一致しない質問意味構造を外界の知識（外界法則に関する知識）を用いて変形し対象とする知識を抽出するために用いられる。

(3) 外界の知識参照処理

知識として”外界物間の関係に関する知識”等を用いて、同様にパターンマッチによって解答を作成する。

7. むすび

中間言語を使用する自然言語理解システム IMAGES- I, II について述べた。これらのシステムは取り扱う概念の範囲を外界に関するものに限っているが、軌跡式で正規化した意味及び知識表現によってかなり深い文章理解のシミュレーションが実現できた。

今回実現できた事柄は次のようである。

- ・ 基本的意味理解。⁴⁾
- ・ 照応表現理解。
- ・ 外界の知識による応答。
- ・ 入力で陽に表現していないことの意味。
- また今後の課題として以下のようなものがある。

- ・ 意味表現の精密化。
- ・ 応答文生成の高度化。
- ・ WHY QUESTION の処理。
- ・ 否定文の処理。

最後に付録として両システムの入出力結果を呈示している。

参考文献

- (1) 吉野利明: "自然言語理解システム IMAGES- I の拡張", 九大修士論文(1982)
- (2) 野上宏康: "自然言語理解システム IMAGES- II について", 九大修士論文(1983).
- (3) 横田, 田町: "視覚化された概念モデルに基づく自然語の意味解釈について", 信学論(D), 63-D, 5(1980).
- (4) Katz, J.J. and Fodor, J.A. : "The structure of a semantic theory", Language, Vol.39, No.2, p.170 (1963).

付 録

(1) IMAGES- I の入出力例

*** INPUT SENTENCE ***

With the long red stick Tom precedes Jim.

*** OUTPUT SENTENCES ***

THERE IS JIM. THERE IS TOM. THERE IS A STICK. THE STICK IS LONG. TOM HAS THE STICK. JIM GOES. TOM GOES. JIM FOLLOWS TOM. JIM MOVES. TOM MOVES. TOM PRECEDES JIM. THE RED STICK IS LONG. THE LONG STICK IS RED. TOM HAS THE LONG RED STICK. WITH THE LONG RED STICK TOM GOES. WITH THE LONG RED STICK TOM MOVES. WITH THE LONG RED STICK TOM PRECEDES JIM. THE STICK MOVES. TOM CARRIES THE LONG RED STICK.

(2) IMAGES- II の入出力例

Dは入力談話, Qは質問文, Aはシステムの応答を示す。

D: Tom goes with a big black bag.
 Q1: Is the bag big? A: YES
 Q2: What is black? A: BAG
 Q3: Does the bag move? A: YES
 Q4: Does he move the big black bag? A: YES
 Q5: What does he carry? A: BAG
 Q6: Does he have a white bag? A: UNKNOWN
 Q7: Is the bag white? A: NO

D1: Tom goes to Tokyo.
 D2: The city is big.
 Q: What is big? A: TOKYO

D1: Tom melts the ice.
 D2: He drinks it.
 Q1: Who drinks? A: TOM
 Q2: What does he drink? A: WATER
 Q3: Is there a mammal? A: YES

D: /
 Q1: Is Tom a man? A: YES
 Q2: Is Tom a woman? A: NO
 Q3: Is a man a creature? A: YES
 Q4: Is a man a book? A: NO

D1: Jane is a parrot.
 Q1: Is Jane a mammal? A: UNKNOWN
 D2: A parrot is a bird.
 Q2: Is Jane a mammal? A: NO
 Q3: Does Jane have a bill? A: YES

D1: /
 Q1: Does a horse eat a grass? A: YES
 Q2: Does a horse eat a stone? A: NO
 D2: A stone is a grass.
 Q3: Does a horse eat a stone? A: YES

D1: /
 Q1: Does Tom follow Jerry? A: UNKNOWN
 D2: Tom is a cat.
 D3: Jerry is a mouse.
 Q2: Does Tom follow Jerry? A: YES

D1: Tom follows Jim with a book.
 Q1: Who carries the book? A: (1) TOM (2) JIM
 D2: Tom has the book.
 Q2: Who carries the book? A: TOM