

自然言語理解システム IMAGES-I における意味処理について

横田, 将生
九州大学医学部附属病院医療情報室

続木, 健二
九州大学大学院総合理工学研究科情報工学専攻 | 日本電信電話公社

田町, 常夫
九州大学大学院総合理工学研究科情報システム学専攻

<https://doi.org/10.15017/17522>

出版情報 : 九州大学大学院総合理工学報告. 2 (2), pp.107-113, 1981-01-20. 九州大学大学院総合理工学研究科
バージョン :
権利関係 :



自然言語理解システム IMAGES-I における 意味処理について

横田 将生*・続木 健二**・田町 常夫***

(昭和 55 年 10 月 31 日 受理)

On Semantic Processing of Natural Language Understanding System, IMAGES-I

Masao YOKOTA, Kenji TSUZUKI
and Tuneo TAMATI

Abstract

The authors have recently constructed an experimental natural language understanding named IMAGES-I (Interlingual understanding Model Aiming at General purpose System—I). This system consists of a syntactic and a semantic processor which can work independently of each other unlike most of the conventional systems. The syntactic processor transforms surface structures into surface dependency structures and sends them to the semantic processor. This paper discusses especially the semantic processing of IMAGES-I.

IMAGES-I is equipped with a dictionary of individual word meanings (SED). Each word meaning consists of a pair of "concept part" and "connection part". The semantic processor of IMAGES-I translates surface dependency structures into semantic structures which are combined word-concepts (i. e. concept parts) and gradually constructed according to the connection parts of the words in some governor-dependent relation. If the processor fails in generating any semantic structure, it rejects the corresponding dependency structure. On the other hand, successfully generated semantic structures are analyzed according to SED, and semantic anomalies, ambiguities and paraphrase relations are detected.

1. 緒 言

近年、人工知能研究の中で計算機による自然言語解釈・理解システムの作製およびそのための基礎研究が盛んに行なわれている¹⁾。このような研究において、常に問題になるのは自然語の意味とは何で、それをどう表現するかということである。この問題は一般的に解決するのが非常に困難であり、計算機にさせる意味処理の内容や程度に応じた方策がとられて来ている。それらはほとんど Fillmore, C. J.²⁾ の提案した動詞の格構造を中心とする意味表現に基づいており限定

された適用分野においてかなりの成果を収めている³⁾⁴⁾。しかしながら、Katz, J. J. ら⁵⁾ が示した意味解釈システムが備えるべき最低限の機能(意味的異常性、意味的曖昧性および同義性を指摘する機能で、人間(fluent speaker)の実際の意味解釈行為の分析に基づいている)を体系立った形で実現しようとする試みは余りなされていないようである。今回、筆者らが試作した自然言語理解システム IMAGES-I (Interlingual understanding Model Aiming at General purpose System—I)⁶⁾ は格構造レベルよりも更に深層の心像現象(イメージ)レベルにおける人間の意味解釈過程をモデル化することにより、Katz, J. J. らが唱えた意味での自然言語解釈を一般的で拡張性のある形で実現したものである。本論文では IMA-

* 九州大学医学部附属病院医療情報室

** 情報工学専攻修士課程(現在電電公社)

*** 情報システム学専攻

GES-I の意味処理部について述べる。

Fig. 1 は IMAGES-I の意味処理部である。この部分は、前段の構文処理部⁷⁾ の出力結果である表層依存構造を意味辞書 (SED) を参照することにより意味構造に変換し意味的解析を施して最終的に意味ある意味構造を出力する。この過程の途中、意味構造に変換できない依存構造および意味的に異常な意味構造は棄却される。

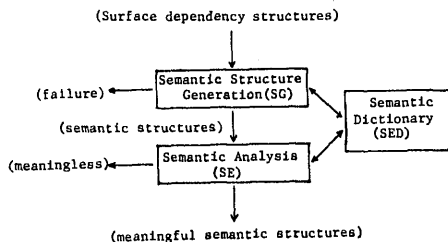


Fig. 1 Semantic processor of IMAGES-I.

2. 単語の意味記述⁸⁾⁹⁾

表層依存構造は各単語の意味辞書に従って意味構造に変換される。各単語の意味は概念部と結合操作部により表現され、前者は軌跡式的結合列、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によりなっている。ここでは、この両者に関して簡単に説明を行う。

2.1. 概念部の構成

概念部は理論的には、原子軌跡式 ($\mathcal{A}$) を同時的連言 ($\sqcap$)、継時的連言 ($\bullet$) および記号論理における結合子 (連言、選言など) で結合したものと表現される。ここで $\mathcal{A}$ 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、Fig. 2 に示すような対応する属性空間 (A) における単調 (直線的) な軌跡を指示している。この軌跡は事物 x により事物 y の属性 A (Table 1 参照) が時間的または空間的に変化あるいは持続 (a_1, a_2, P_I, P_{II} で表示) することを意味する。

$$\mathcal{A} \triangleq f(x, y, a_1, a_2, A, P_I, P_{II}) \quad (1)$$

$$\triangleq (x, y, a_1, a_2, A) \quad (2)$$

$$\triangleq \begin{pmatrix} x \\ y \\ a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} A \quad (3)$$

ここで $A = (A, P_I, P_{II})$

Table 1 Examples of attributes and their linguistic expressions.

Symbol	Attribute	Linguistic expression
A ₁	Length [S]	10 meters long; short
A ₂	Thickness [S]	2 inches thick; thin
A ₃	Area [S]	10 square miles; small
A ₄	Volume [S]	2 cubic meters; voluminous
A ₅	Shape [V]	square; deform
A ₆	Position [V]	move; stop
A ₇	Direction [V]	up; down
A ₈	Place [V]	in Tokyo
A ₉	Velocity [S]	slow; quickly
A ₁₀	Humidity [S]	wet; dry
A ₁₁	Color [V]	white; whiten; red
A ₁₂	Time [S]	7 o'clock; now
A ₁₃	Quality [V]	We make nylon from coal.
A ₁₄	Temperature [S]	cold; hot

*[S] and [V] represent respectively Scalar and Vector.

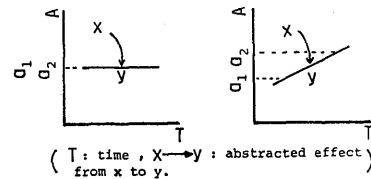


Fig. 2 Illustrated Atomic Loci.

2.2. 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き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 command および条件 command で指示する。操作 command には次の3種類がある。

(i) ARG (Γ_1, Γ_2)

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

(ii) 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_1 が単に $\bullet$ または $\sqcap$ の時はそれを結合子として Γ_1 と Γ_3 を結合する。この command が実行された場合、 Γ_1 が左、 Γ_2 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 $\$$ と略記し、また他方がその単語が所属するブロック⁷⁾ の main governor 概念 ($\#$ と表示) の時は省略する。

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

純粹論理結合子 Γ_2 (連言など) をもって、 Γ_1, Γ_3 の概念部をこの順序で結合する。 $\Gamma_1 \Gamma_2 \Gamma_3$ 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 概念 ($\#$ と表示) なので省略する。

以上の操作 command は次の条件 command との組合せにより、一つの結合操作を形成する。

(iv) 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 COND (Γ_1, Γ_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 command の列であり、条件 command が真か存在しない時に限り順に実行される。 $[\Gamma_1] = \Gamma_2, O_1, O_2, \dots, O_n$; と略記する。

2.3. 単語意味記述の簡略化

単語の持つ概念の種類には、事象、物、補足的事象概念などがあり、これらは品詞と密接な関係にある。それらのうち、動詞のもつ事象概念は、文全体の意味構造の骨格を決めるという重要な働きをする。理論的には、事象概念は、式 (4) で表わされる。

$$E(y_0) \triangleq E^{++}(y_0, y_1, \dots, y_n) \wedge \\ E^{++}(y_0) \wedge C_1(y_1) \wedge \dots \wedge C_n(y_n) \quad (4)$$

但し、

y : 個体変項で事物 (外延) を指す。

$\wedge$: 連言。

E : 事象概念 (内包)。

E^{++} : 事物 y_0 に事物 $y_1, \dots, y_n$ が出現することと、

それらの間の関係に関する概念。

E^{+} : E^{++} と同一時間帯における事物 y_0 自身の状態に関する概念。

C_i : 事物 y_0 に出現する事物 y_i の概念。

しかし、今回作製した IMAGES-I では、基本動作実現を目標としたので、式 (4) の $E^{+}(y_0)$ および $E^{++}(y_0)$ の一部である「 y_0 に $y_1, \dots, y_n$ が出現する」という事柄に対応する軌跡式 ($I(y_0, y_1, \dots, y_n)$) と表現し、式 (5) の右辺のように展開する) は簡単のため記述を省略した。これに伴う問題点については後述する。

$$I(y_0, y_1, \dots, y_n) \triangleq (\phi, y_1, y_0, y_0, A_1^t) \sqcap \dots \\ \sqcap (\phi, y_n, y_0, y_0, A_n^t) \quad (5)$$

但し、

ϕ : 作用する事物は不問であることを示す。

A_i^t : 場所 (A_0) に関する属性空間で、 t により時間的事象であることを示す。

$(\phi, y_i, y_0, y_0, A_i^t)$: y_i が y_0 中に存在していることを意味する。

以上を基に単語の意味記述を行った例を Table 2 に示している。

Table 2 Examples of synthesized word meanings.*

Word	Meaning (concept part connection part)
move, go [verb]	$\begin{matrix} x \\ y \\ p \\ q \\ A_1^t \end{matrix} \left \begin{matrix} \text{Dep1} \rightarrow x, A\text{Dep1}; \\ \{ \text{ARG}(\text{Dep1}, x), \text{LOG}(\phi, A, \text{Dep1}) \} \end{matrix} \right.$
have [verb]	$\begin{matrix} x \\ y \\ x \\ x \\ A_1^t \end{matrix} \left \begin{matrix} \text{Dep1} \rightarrow x, \text{Dep2} \rightarrow y, \\ A\text{Dep1}; \\ \{ \text{ARG}(\text{Dep1}, x), \text{ARG}(\text{Dep2}, y), \\ \text{LOG}(\phi, A, \text{Dep1}), \text{LOG}(\phi, A, \text{Dep2}) \} \end{matrix} \right.$
from [preposition]	$\begin{matrix} x \\ p \\ p \\ A_1^t \end{matrix} \left \begin{matrix} \begin{matrix} x \\ y \\ p \\ q \\ A_1^t \end{matrix} \left \begin{matrix} [\text{Gov}] = \text{verb}, \text{Dep} \rightarrow p, S(\phi, x, p, q, A_1^t), A\text{Dep}; \\ [\text{Gov}] = \text{noun}, \text{Dep} \rightarrow p, S\phi, A\text{Dep}; \\ \{ \text{COND}(\text{Gov}, \text{verb}) \rightarrow \text{ARG}(\text{Dep}, p), \text{PAT}(S, (\phi, x, p, q, A_1^t), \phi), \\ \text{LOG}(\phi, A, \text{Dep}), \text{COND}(\text{Gov}, \text{noun}) \rightarrow \text{ARG}(\text{Dep}, p), \text{PAT}(S, \phi, \phi), \\ \text{LOG}(\phi, A, \text{Dep}) \} \end{matrix} \right. \end{matrix}$
big [adjective]	$\begin{matrix} x \\ x \\ o \\ o \\ A_1^t \end{matrix} \left \begin{matrix} \text{Gov} \rightarrow x, S\phi; \\ \{ \text{ARG}(\text{Gov}, x), \text{PAT}(S, \phi, \phi) \} \end{matrix} \right.$
the [adjective]	$\emptyset \left \begin{matrix} x_A \rightarrow \text{Gov}; \end{matrix} \right.$
that [pronoun]	$x \left \begin{matrix} \text{Gov1} \rightarrow x; \end{matrix} \right.$

* $\emptyset$ means absence of the concept part, end x_A , anaphoric variable.

3. 文意味構造の生成

筆者らが意図する理解システムに入力される自然語文 (表層構造) は構文処理部⁷⁾において表層依存構造に変換される。ここでは、理解システムの意味処理部において、どのように表層依存構造から意味構造が生成されるかを Table 2 の単語意味辞書を参照することにより簡単に説明する。

表層依存構造から意味構造へは次の手順で変換が行われる。

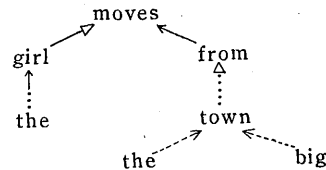
(i) 動詞等による必須的依存関係部分は、governor の意味辞書の結合操作部に従って意味構造に変換する。

(ii) 副詞等による任意的依存関係部分は, dependant の意味辞書の結合操作部に従って意味構造に変換する。

以上の過程を具体例を用いて説明する。

(例 1) The girl moves from the big town.

この例文の表層依存構造は下ようになる。但し、 $\rightarrow$ および $\dashrightarrow$ は、それぞれ語群内任意および必須依存関係を、 $\rightarrow$ および $\dashrightarrow$ は、語群間任意および必須依存関係を表わす。



この依存構造は以下のように意味構造に変換され、最終的に式 (6) になる。以下の意味表現では括弧を省

くため結合子間の結合優先順位を ‘•’ > ‘∩’ > ‘∧’
…としている。

(i) girl $\rightarrow$ moves

$$\begin{bmatrix} \phi \\ x \\ p \\ q \end{bmatrix}_{A_6^t} \wedge \text{girl}(x)$$

(ii) from $\leftarrow$ town

$$\begin{bmatrix} \phi \\ y \\ z \\ z \end{bmatrix}_{A_6^t} \bullet \begin{bmatrix} \phi \\ y \\ z \\ s \end{bmatrix}_{A_6^t} \wedge \text{town}(z)$$

(iii) (girl $\rightarrow$ moves $\leftarrow$) (from $\leftarrow$ town)

$$\begin{bmatrix} \phi \\ x \\ z \\ z \end{bmatrix}_{A_6^t} \bullet \begin{bmatrix} \phi \\ x \\ z \\ q \end{bmatrix}_{A_6^t} \wedge \text{girl}(x) \wedge \text{town}(z)$$

(iv) (girl $\rightarrow$ moves $\leftarrow$) (from $\leftarrow$ town) $\uparrow$ big

$$\begin{bmatrix} \phi \\ z \\ \alpha \\ \alpha \end{bmatrix}_{A_6^t} \cap \begin{bmatrix} \phi \\ x \\ z \\ z \end{bmatrix}_{A_6^t} \bullet \begin{bmatrix} \phi \\ x \\ z \\ q \end{bmatrix}_{A_6^t} \wedge \text{girl}(x) \wedge \text{town}(z)$$

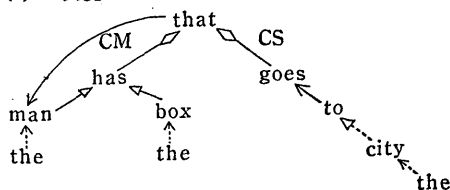
(v) (girl $\rightarrow$ moves $\leftarrow$) (from $\leftarrow$ town $\leftarrow$ big) $\uparrow$ the $\uparrow$ the

$$\begin{bmatrix} \phi \\ z_A \\ \alpha \\ \alpha \end{bmatrix}_{A_6^t} \cap \begin{bmatrix} \phi \\ x_A \\ z_A \\ z_A \end{bmatrix}_{A_6^t} \bullet \begin{bmatrix} \phi \\ x_A \\ z_A \\ q \end{bmatrix}_{A_6^t} \wedge \text{girl}(x_A) \wedge \text{town}(z_A) \quad (6)$$

次に関係代名詞 (that) を含む文の変換結果を示す。

(例2) The man that goes to the city has the box.

この例文の依存構造は次のようになり、意味構造は式 (7) で表現される。



$$\begin{bmatrix} x_A \\ y_A \\ x_A \\ x_A \end{bmatrix}_{A_6^t} \wedge \text{man}(x_A) \wedge \text{box}(y_A) \wedge \begin{bmatrix} \phi \\ x_A \\ p \\ z_A \end{bmatrix}_{A_6^t} \bullet \begin{bmatrix} \phi \\ x_A \\ z_A \\ z_A \end{bmatrix}_{A_6^t} \wedge \text{city}(z_A) \quad (7)$$

この意味構造は次の例3, 例4にも共通であり, 例2~例4は paraphrase 関係にある。

(例3) The man has the box and goes to the city.

(例4) The man that has the box goes to the city.

可能な意味構造をもつ文は, 以上のように意味構造に変換されるが, 事象パターン単位での結合 (PAT ($\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$)) が不可能であったり, アーギュメント処理 (ARG (Γ_1, Γ_2)) の段階で重複結合が生じたりすると意味的に異常なものとして検出される。また可能な意味構造を持っていたとしても, システムが持っている言葉の意味に関する知識 (これは議論世界によって異なりうる⁸⁾⁹⁾) に反するものであれば, やはり意味的に異常なものとして検出される⁸⁾⁹⁾。

4. IMAGES-I による意味処理

本章では, IMAGES-I における実際の意味処理内容について述べる。

4.1. 意味表現の簡略化

IMAGES-I は自然言語理解システムの第一段階として作製したものであり, その目的は, 表層構造から意味構造を生成し基本的意味処理 (意味的異常性, 曖昧性および同義性の指摘・検出) を実際に行わせることにある。したがって, システム内における意味表現は以下に述べるように, 理論的なものよりかなり簡単に行っている。しかし, 理論通りに拡張することは容易である。

簡略化の内容は次の1)~4)である。1), 2)に関してはすでに2.3で述べている。

- 1) 事象自身の属性に関する概念 (E^+) の省略。
- 2) 事物が事象に出現すること ($I(y_0, y_1, \dots, y_n)$) を示す軌跡式の省略。
- 3) 意味記述の式を構成する事物概念述語 (predicate) 自身を軌跡式の項 (term) としている。

- 4) 属性値は単語そのもので代用する.
- 5) 第1種パラメータ (P_I) の省略.
- 6) 第2種パラメータ (P_{II}) の省略.

以上の簡略化による例1の意味構造は式(8)のようになる.

$$\left[\begin{array}{c} \phi \\ \text{town} \\ \text{big} \\ \text{big} \end{array} \right]_{A_4} \sqcap \left[\begin{array}{c} \phi \\ \text{girl} \\ \text{town} \\ \text{town} \end{array} \right]_{A_6} \bullet \left[\begin{array}{c} \phi \\ \text{girl} \\ \text{town} \\ q \end{array} \right]_{A_6} \quad (8)$$

また, このような簡略化により入力文に対するシステムの意味処理は次の点で機能低下を起こす.

- I. 1) により動詞概念とそれを修飾する副詞概念間の意味的関係を取り扱えない. 例えば例5における意味的異常性は指摘できない.
(例5) They live there swiftly.
- II. 2) により事象とそれに出現する事物との関係が断たれ, 例えば例6, 例7間の意味的包含関係が言えなくなる.
(例6) Tom carried the box under the sea.
(例7) Tom and the box were under the sea.
- III. 3) により同名で異なる個体を扱えなくなる.
- IV. 理論的には単語の意味は全て属性空間およびそこでの現象と対応づけられ完全に language-free なものとして記述されるが, 4) により異種言語間の意味的関係が扱えなくなる.
- V. 5) により時間的事象と空間的事象の区別が行えなくなる. 例えば例8, 例9の“sink”の意味的差異は表現できない. IMAGES-I では時間的事象しか取扱わない.
(例8) The car sank in the river.
(例9) The road sinks to the river.
- VI. 6) により大小判断等の比較基準を明示できない. したがって例10, 例11のような現実世界に反する意味内容をもつ文の検出は行わない.
(例10) The tall man is 10 centimeters tall.
(例11) The short man is 10 meters tall.

以上のような意味記述の簡略化に伴う機能低下は次の4.2で述べるように J. J. Katz らの言う程度の意味処理を行うためには, 本質的な影響は余りないが, 将来予定している, より高度の意味処理のためには, 必ず修復すべきものである.

4.2. IMAGES-I の意味処理能力

前述の簡略化を施した意味記述でも J. J. Katz らの唱えた最低限の意味処理は以下に述べる範囲で可能である.

I. 意味的異常性に関しては次のような3種類の検出および説明が可能である.

(例12) Jack remains through Osaka.

(事象パターン単位での結合不能⁸⁾)

(例13) To Mary Tom gives Jim the box.

(アーギュメントの多重結合⁸⁾)

(例14) The paint is silent⁹⁾.

(事物が言及される属性を持たない⁸⁾)

II. 意味的曖昧性に関しては次の2種類の検出および説明が可能である⁸⁾.

(例15) The bill is large⁹⁾.

(単語概念の多義)

(例16) Tom precedes Jim with a stick.

(概念結合の多義)

III. 同義性に関しては以下のような検出が可能である.

(例17)

{ Tom accompanies Jim.
Jim accompanies Tom.

(例18)

{ Tom with the stick follows Jim.
With the stick Tom follows Jim.

(例19)

{ Tom moved when Jim stopped.
Jim stopped when Tom moved.

(例20)

{ Tom follows Jim.
Jim precedes Tom.

(例21)

{ Tom gives Jim the book.
Jim receives the book from Tom.

(例22)

{ Tom passes the tunnel.
Tom moves through the tunnel.

(例23)

{ The man that stopped the car ran away.
The man stopped the car and ran away.

(例24)

{ Tom reached Tokyo before Jim left Fuku-

oka.

Jim left Fukuoka after Tom reached
Tokyo.

以上述べた処理能力、特に、同義性の検出能力は、意味記述方法を設計・評価するための重要な指標になる。IMAGES-I においては、同一単語集合よりなり同一表層依存構造を持つ文は同一の意味構造に変換されるが、(例17)～(例19)のように同一単語集合でかつ異なる表層依存構造また(例20)～(例24)のように異なる単語集合の文同志でも同一の意味構造が生成可能である。すなわち、4.1で述べた意味表現レベルにおいて、属性空間での解釈が同じ(同一の軌跡式となる)ならばIMAGES-Iは同義と判定する。

5. 実験

IMAGES-I は PL/I で書かれており、プログラムの大きさは実行形式で約 260 KB、そのうち本論文で述べた意味処理部は約 65 KB を占有している。実験には、九州大学大型計算機センターの FACOM-M 200 を使用した。以下では、特に、機械意味辞書の構造および文の意味構造の内部表現に関する説明を行い、実際の入出力例を示す。

5.1. 機械意味辞書の構造

本実験に用いられる辞書には、単語辞書、熟語辞書、必須依存構造パターン辞書、語群辞書、語群内依存規則辞書、語群間依存規則辞書がある。単語(熟語)辞書は単語(熟語)の構文情報、意味情報をそれぞれ登録した構文辞書、意味辞書より成っている。ここでは意味辞書(機械辞書)について例を挙げて説明する。他の辞書については別稿⁷⁾を参照されたい。

Fig. 3 は機械意味辞書の一部である。一単語(熟語)分の情報は式(9)の { } 内に示す構造になっている。

$$\{H _ P _ (S _) (O _)' _ / (C _) _ = \} \quad (9)$$

但し、この式に現われる記号の意味は次の通りである。

H: 見出し語。

_: 空白。

P: 品詞。

S: 必須的依存構造パターンの番号。

O: 結合操作部

(): 任意要素であり ! は繰返しを意味する。

/: プログラムで利用する区切記号。

C: 概念部。

=: プログラムで利用する終了記号。

式(9)において、Cは逆ポーランド記法を用いて記述しており、例えば式(10)は式(11)のように変換する。

$$A \sqcap (B \bullet C) \wedge D \wedge E \quad (10)$$

$$\wedge E \wedge D \sqcap \bullet CBA \quad (11)$$

```
FOLLOWS VS 1 DEPI-XX,DEPI-YY, / . / *Y* *X* *Q* A06 /
*Y* *X* *P* *Q* A06 / =
WITH FR DEPI-YY, GDEPI-XX, $ GOV-XX, $ / *Y* *X* *X* A06 / =
STAYS VS 2 DEPI-XX, / *X* *X* *P* *Q* A06 / =
PAINT NU / 4 / . / PAINT SOLID *Q* PAINT ALL / PERSON PAINT *P*
SOLID A06 / . / PHI PAINT DRY DRY AIO / . / PHI PAINT WET DRY AIO /
PHI PAINT WET WET AIO / =
FROM FR DEPI-XX, GDEPI-XX, 0-PHI, *X*, *P*, *Q*, A06, GOV-XX, $, / . /
PHI *X* *P* *Q* A06 / PHI *X* *P* *Q* A06 / =
TO FR DEPI-XX, GDEPI-XX, C-PHI, *X*, *P*, *Q*, A06, GOV-XX, $, / . /
PHI *X* *P* *Q* A06 / PHI *X* *P* *Q* A06 / =
```

("Y*", "X*", "P", "Q", and "X" represent respectively variable V, ARG(A,B), Sequential connective(o), and Simultaneous connective(II).)

Fig. 3 A part of the machine dictionary of word meanings.

5.2. 文意味構造の内部表現

軌跡式の結合列を計算機内部でどう表現するかは、一つの重要な問題であり、いろいろな方法が考えられる。本実験では、結合子(•, □, ∧)の演算に関して優先順位(第3章参照)を設定することにより、逆ポーランド記法に変換し、PL/I のリスト構造として表現している。この方法では、infix 法で式(12)のように表現される意味構造は式(13)のような表現になり、Fig. 4 のようなリスト構造として内部表現される。

$$((A \sqcap B \bullet C) \bullet D \sqcap E) \wedge F \wedge G \quad (12)$$

$$ABC \bullet \sqcap D \bullet E \sqcap F \wedge G \wedge \quad (13)$$

なお式(11)と式(13)における表現法の違いはプログラムにおける処理の都合によっている。

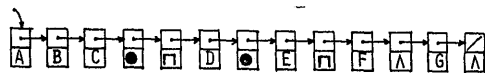


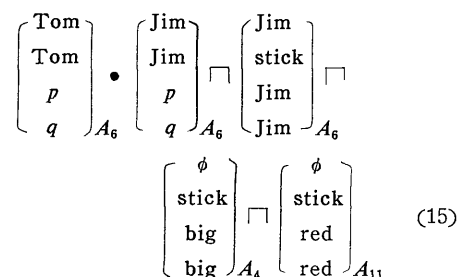
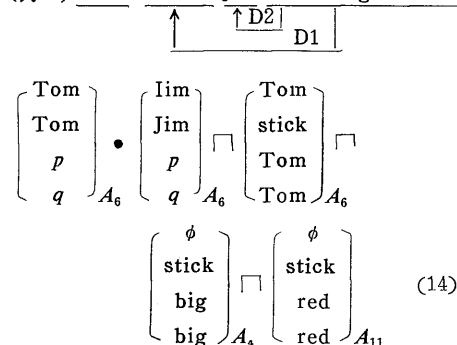
Fig. 4 List representation of sentence meaning.

5.3. IMAGES-I の意味処理例

Fig. 5 は例25に示す英語文を入力し、前置詞句“with a big red stick”によって生じる表層依存構造の多義(D1はRELDEP(1), D2はRELDEP(2)に対応)に対して、それぞれ意味解釈を行わせた結果を示している。Fig. 5の“RESULT OF SEMANTIC STRUCTURE GENERATION”の左半分

が式 (14), 右半分が式 (15) で表現される意味構造であり, それぞれ D1, D2 の場合に対応している。

(例25) Tom follows Jim with a big red stick.



```

INPUT SENTENCE= TOM FOLLOWS JIM WITH A BIG RED STICK
RESULT OF DEPENDENCY STRUCTURE GENERATION
RELDEP(1) = <(TOM)NUL>NUGP1:0 <(FOLLOWS)VBI>VNGP1:NUGP1A:PRGP1*:NUGP2A
<(JIM)NU2>NUGP2:0 <(WITH)PR1:NU3# (A)AJ1 (BIG)AJ2 (RED)AJ3 (STICK)NU3:AJ1
+AJ2+AJ3+>PRGP1:0 / ' ;
RELDEP(2) = <(TOM)NUL>NUGP1:0 <(FOLLOWS)VBI>VNGP1:NUGP1A:PRGP1*:NUGP2A <(JIM)NU2>
NUGP2:PRGP1*:0 <(WITH)PR1:NU3# (A)AJ1 (BIG)AJ2 (RED)AJ3 (STICK)NU2:AJ1+AJ2
+AJ3+>PRGP1:0 / ' ;

RESULT OF SEMANTIC STRUCTURE GENERATION
ATOM.ACTOR= TOM          ATOM.ACTOR= TOM          TOM
ATOM.AGENT= TOM          ATOM.AGENT= TOM          TOM
ATOM.VALT1= *P*          ATOM.VALT1= *P*          *P*
ATOM.VALT2= *Q*          ATOM.VALT2= *Q*          *Q*
ATOM.ATTR= A06           ATOM.ATTR= A06           A06
ATOM.ACTOR= JIM          ATOM.ACTOR= JIM          JIM
ATOM.AGENT= JIM          ATOM.AGENT= JIM          JIM
ATOM.VALT1= *P*          ATOM.VALT1= *P*          *P*
ATOM.VALT2= *Q*          ATOM.VALT2= *Q*          *Q*
ATOM.ATTR= A06           ATOM.ATTR= A06           A06
OPR.ACTOR= .             OPR.ACTOR= .             .
ATOM.ACTOR= TOM          ATOM.ACTOR= JIM          JIM
ATOM.AGENT= STICK        ATOM.AGENT= JIM          JIM
ATOM.VALT1= TOM          ATOM.VALT1= JIM          JIM
ATOM.VALT2= TOM          ATOM.VALT2= JIM          JIM
ATOM.ATTR= A06           ATOM.ATTR= A06           A06
OPR.ACTOR= +             OPR.ACTOR= +             +
ATOM.ACTOR= PHI          ATOM.ACTOR= PHI          PHI
ATOM.AGENT= STICK        ATOM.AGENT= STICK        STICK
ATOM.VALT1= BIG          ATOM.VALT1= BIG          BIG
ATOM.VALT2= BIG          ATOM.VALT2= BIG          BIG
ATOM.ATTR= A04           ATOM.ATTR= A04           A04
OPR.ACTOR= +             OPR.ACTOR= +             +
ATOM.ACTOR= PHI          ATOM.ACTOR= PHI          PHI
ATOM.AGENT= STICK        ATOM.AGENT= STICK        STICK
ATOM.VALT1= RED          ATOM.VALT1= RED          RED
ATOM.VALT2= RED          ATOM.VALT2= RED          RED
ATOM.ATTR= ALL           ATOM.ATTR= ALL          ALL
OPR.ACTOR= +             OPR.ACTOR= +             +
END OF SMSTGN OF RELDEP( 1 )      END OF SMSTGN OF RELDEP( 2 )

```

Fig. 5 Example of semantic processing of IMAGES-I.

6. 結 論

自然言語理解システム IMAGES-I の意味処理部について述べた。この処理部に適用している意味表現法は従来の深層格を用いた深層依存構造によるものと異り完全に言語に依存しない。また、別稿⁷⁾で述べた IMAGES-I の構文処理部の骨格をなす語群および依存構造処理も辞書を除いて各言語に共通である。従って、原理的には構文および意味辞書さえ取り替えれば IMAGES-I は異種言語への適用が可能である。

今回作成したシステムは、4章で述べたように理論的なものより、かなり簡単な意味表現に基づいているが、Katz, J. J. らが例を挙げて説明している程度の意味処理は十分体系的に実現し得たと考えている。

なお、本研究の一部は昭和54年度文部省科学研究費(奨励研究(A))によった。

参 考 文 献

- 1) Bobrow, D. G. and Collins, A. M. (eds.): "Representation and Understanding", Academic Press (1975).
- 2) Fillmore, C. J.: "The Case for Case", in Bach, E. and Harms, R. T. (eds.): "Universals in linguistic theory", p. 210, Holt, Rinehart & Winston (1968).
- 3) Winograd, T.: "Understanding natural language", Academic Press (1972).
- 4) Woods, W. A.: "Progress in natural language understanding: An application to lunar geology", AFIPS Conf. Proc., pp. 441-450 (1973).
- 5) Katz, J. J. and Fodor, J. A.: "The structure of a semantic theory", Language, 39, 2, pp. 170-210 (1963).
- 6) 続木健二: "自然語理解システムにおける構文および意味処理", 九大修士論文(1980).
- 7) 横田, 続木, 田町: "自然言語理解システム IMAGES-I における構文処理について", 九大総理工研究科報告, 2, 2, pp. 97-105 (1981).
- 8) 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, p. 424 (1980).
- 9) 横田, 田町: "言語・図形の対応構造に基づく気象通報の意味解釈について", 信学論(D), 63-D, 6, p. 530(1980).