

## 複数システムの制御を可能とする自然語インタフェース

難波 康晴<sup>†</sup> 辻 洋<sup>†</sup> 絹川 博之<sup>†</sup>

自然語インタフェース (IF) においては、従来の単一のシステム向けから複数のシステムを連携操作指示でできることが求められている。本論文では、このニーズに応えることを目的に、個々のシステムごとに定義された知識をインクリメンタルに結合するだけで複数のシステムの連携操作が可能となる自然語 IF 構築ツール方式を提案し、評価している。すなわち、(A)先に提案した操作指示の連鎖表現形式において談話世界の状況推移を明示化し、操作指示概念と操作対象概念と条件概念とを連鎖結合した複合機能連鎖構造、(B)連携操作の手順が表現可能なデータ構造「足跡」を用いて、操作指示実行時に動的に生成・消滅する知識を仮定する意味解析方式、(C)操作指示実行結果に基づいて、後方の非決定的要素を動的に変更・確定するコマンド生成方式とを提案している。そして、この提案方式に基づいて、自然語 IF 構築ツールを実現し、VTR を含む複数システムの制御を可能とする自然語 IF に適用している。この結果、(i)複合機能連鎖構造は、対象領域における知識を統一的に表現し、その組合せ構造によって連携操作指示の意味が表現できること、(ii)個々のシステムに固有な知識を定義するだけで、複数システムを連携操作するコマンド列が生成できること、(iii)ユーザによって意識されないがゆえに省略された連携操作指示手順を補填できることを確認している。

### Natural Language Interface for Multiple Systems Sequential Control

YASUHARU NAMBA,<sup>†</sup> HIROSHI TSUJI<sup>†</sup> and HIROYUKI KINUKAWA<sup>†</sup>

A parsing method of a natural language interface building kit should control multiple systems only by merging the knowledge incrementally according to the systems' configuration. The kit is designed based on the following characteristics: (1) a semantic network knowledge representation, named Complexed Chained Functions Structure, expresses explicitly situation transitions in discourse by the connections of concepts of conditions, objects, and operations. (2) By use of a data structure 'trace' which can describe control sequences a semantic network traversing method supposes the existence of objects to be operated. And, (3) command generation method confirms that these non-deterministic objects exist at the moment. The kit is applied to a system composed of a DBMS and a controllable VTR, and then it has turned out that (i) the Complexed Chained Functions Structure could express the control sequences of the multiple systems by merging each system's knowledge, (ii) the natural language interface constructed by the kit could parse input sentences or fragments which imply the control sequence, and (iii) the parser could interpret the ellipses of control sequence that are not in given sentences explicitly because of user's unconsciousness.

#### 1. はじめに

システムの操作指示のための環境として、従来、コマンド方式のインタフェースと、グラフィカル・ユーザインタフェースがある。しかし、これらのインタフェースには、以下の問題点があった。すなわち、

- 高機能、多機能となるに従い、コマンド表現やア

イコン操作が複雑になる。例えば、多数の入力引数を必要としたり、奥の深いメニュー階層の構造を熟知したりする必要がある。

- システムが複数になると、組み合わせによる操作方法は複雑になる。特に、ユーザは、自分の目的を分析し、必要なシステムを選択し、適切な操作手順を決定する必要がある。さらに、単一のシステムで目的が達成されない場合、複数のシステム間の実行順序や、データの引き渡し方法まで把握していなければならない。

自然語インタフェース (IF) は、これらの問題点を

<sup>†</sup> (株)日立製作所システム開発研究所関西システムラボラトリ  
Kansai Systems Laboratory, Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.

解決するものとして注目されている。すなわち、ユーザに代わり、必要なシステムを選択し、システムの実行手順を決定することが要求されている。そのため、まず、従来の単一システム向けのコマンド列ではなく、複数のシステムを連携操作指示する一連のコマンド列を生成できる自然語 IF 方式の開発が課題となっている。

これまでに、自然語 IF を簡易に構築可能とするために、各種データベース (DB) システム間の可搬性を考慮した自然語 IF<sup>21,2)</sup> および自然語 IF 構築ツール<sup>3)</sup>、あるいは、多種システム用の自然語 IF<sup>4)</sup> および自然語 IF 構築ツール<sup>5)</sup> などが提案されている。しかし、これはいずれも、複数システムの連携制御に関する配慮が十分ではなかった。

複数システムの制御を可能とする自然語 IF は、自然語 IF の満たすべき三つの具備要件<sup>6)</sup>；

- 多種分野への適用性、
- インタフェース構築の容易性、
- 受理可能な自然語表現の自由度

を同時に満たしつつ、さらに、以下の特長(1)~(4)を同時に有することが要諦である。すなわち、

#### (1) 各システムの操作体系に応じた意味解析

ユーザの入力表現が、システムに応じて捉え方 (例えば、操作対象であるのか、または、条件であるのか) が異なる概念であっても、それらの意味の可能性を同一レベルに内部表現形式で処理できること (第 2.2.2 項にて詳述 (以下同様))。すなわち、ある多義的な入力表現が、どのシステム (または、システムの組み合わせ) に対する操作指示であるのか、その解釈候補を同一レベルで評価できること (第 3 章)。

#### (2) 複数システムの構成に応じた意味解析

同一の入力表現であっても、任意に結合した複数システムの構成に応じて、適切な連携操作指示内容として解釈できること (第 3 章)。また、複数システムの構成を変更しても、簡易に自然語 IF が対応可能であること。

#### (3) 制御手順およびデータ引き渡し方法の解析

各システムの連続実行、あるいは、並列実行の制御手順の別を決定できること。例えば、システムの動作フェーズの推移が明示的に表現されていない自然語文から、意味解析によって制御手順を解析 (あるいは、必要に応じて補填) できること (第 2.3 節、および、第 3.1 節)。

#### (4) 実行時に決定される情報との整合

談話世界の推移に対する仮説と、各システムの実行

結果による実際のデータに基づく検証とにより、意味表現の動的な修正や、制御手順の再設計が可能であること (第 3.2 節)。

このような複合システムを制御可能とする自然語 IF 処理を実現するためには、意味表現が次の特長を備えるべきである。すなわち、上記(1)~(4)に応じて、

(i) 計算機が動作する操作指示ごとに、操作対象概念や条件概念を構造的に明確に表現できること。

(ii) シソーラス知識、アプリケーションシステムの操作体系やデータ構造に関する知識、対象分野に特有の知識、および、談話世界の推移に関する知識などを、統一的に記述できること。このようにして記述した個々のシステムに固有な知識のインクリメンタルな結合が、複数システムの連携操作指示内容の解釈に寄与していること (第 2.2 節、および、第 3.1 節)。

(iii) 複数システムの連携操作指示の制御手順 (すなわち、実行順序) や、使用データの引き渡し方法が明示的に表現できること。

(iv) システムの操作指示の実行結果と、談話世界の推移とが、動的に対応関係付けられること。

本論文では、自然語 IF 構築ツールの開発を目的として、以上の特長を具備する複数システム制御用自然語 IF の処理方式を提案し、評価している。すなわち、本研究では、

(A) 先に提案した操作指示の連鎖表現形式において談話世界の状況推移を明示化し、操作指示概念と操作対象概念と条件概念とを複合的に連鎖結合した複合機能連鎖構造、

(B) 連携操作の手順が表現可能なデータ構造「足跡」を用いて、操作指示実行時に動的に生成・消滅する知識を仮定する意味解析方式、

(C) 操作指示実行結果に基づいて、後方の非決定的要素を動的に変更・確定するコマンド生成方式、を提案し、所望操作を表す自然語文の意味を理解する方式を実現している。そして、この提案方式に基づいて、自然語 IF 構築ツールを実現し、具体的なデータベースシステム・VTR などを連携的に制御する自然語 IF を構築し、評価している。

以下、第 2 章では意味と知識を表現する複合機能連鎖構造を、第 3 章では第 2 章の複合機能連鎖構造によるネットワーク探索型意味解析方式、逐次実行型コマンド生成方式、および、自然語 IF 構築ツールの構成を、第 4 章では評価と考察を述べる。

## 2. 操作指示と関係指示の複合機能連鎖構造

### 2.1 従来の意味表現および知識表現

自然語文の意味表現は、従来から数多く提案<sup>6),7)</sup>されてきた。これらの意味表現は、時間に対して恒等な命題として自然語文の意味的な真偽を推論する分野や、自然語表現と実世界の対象物とが直接的には関係していない機械翻訳の分野では有効な中間表現である。しかし、自然語表現から現実のシステムを操作指示するコマンド列に変換し、該コマンドの実行に伴って談話の推移が生起する自然語 IF の分野では必ずしも好適な中間表現ではない。

例えば、Sowa, J. F. が提案した Conceptual Graph<sup>6)</sup>には、以下の問題点がある。

- 自然語表現に対して操作対象と条件とを区別していないので、従来の意味表現からの直接的なコマンドへの変換ができない。例えば、「赤い円を青い四角に変形しろ。」という文に対する Conceptual Graph は、個体「赤い円」を「material」で、個体「青い四角」を「result」で結ぶ動詞概念「変形する」によって表すことになる。このように、従来の意味表現形式では、「青い四角」を一つの個体として捉えており、「青い」や「四角」をそれぞれ独立した二つの条件として捉えることはできない。このため、色や形を変更するコマンドが別々に提供されたアプリケーションシステムを動作させるために必要となる二つのコマンド（すなわち、「色を青に変更する。」および「形を四角に変更する。」）へ直接的に変換することが困難である。
- Conceptual Graph は、時間的に恒真な命題を表現しているため、非決定的に談話世界内に動的に生成・消滅する操作対象が表現できない。例えば、先の例で、変形前の談話世界（時刻  $t$ ）では「赤い円」の存在が真で、「青い四角」の存在が偽であるが、逆に変形後の談話世界（時刻  $t+1$ ）では、「赤い円」の存在が偽であり、「青い四角」の存在が真である。談話の推移を考慮していなければ、続く文「それを右にも複写しろ。」において、「それ」の照応対象が「赤い円」であるのか「青い四角」であるのかを正しく同定することはできない。このように、Conceptual Graph は、時間的に変化する談話世界に関する知識を記述するのに向いていない。

また、状況意味論や時相論理や真理保持システムなどを用いて、時間的に真偽が変化する命題を取り扱う研究<sup>8)~12)</sup>が行われている。しかし、これらは、主に、時間概念を明示化した知識表現自体を、問題の記述の前提条件として与え、後の推論処理に注目している。このため、自然語 IF 処理へ適用するためには、下記の項目に対処する必要がある。すなわち、

- 時間（および時間推移）が必ずしも明示されていない入力自然語文から、時間（および時間推移）を明示する知識表現へ変換する方法。
- 自然語文の表現上の流れと、実際のシステムの制御の流れとの対応関係。
- 具体的システムを制御するための照応同定処理や、省略補填処理との連携<sup>5),13)</sup>。例えば、代名詞に加え普通名詞や副詞などの表現を実際に操作すべき対象の識別子へ同定<sup>5)</sup>したり、入力文において明示的には陳述されなくとも、コマンド実行結果の操作対象<sup>5)</sup>やシステムの制御手順を補填したりする必要がある。
- 時間の推移に依存する自然語表現と制御手順の決定の扱い。例えば、「売上げが見たい」の「売上げ」は、データベースからの検索結果であるのか、知識ベースによる推論結果なのかを、システムの制御手順の決定の際に同一レベルで考える必要がある。

以下では、複合システムを制御する自然語 IF 処理のために、第1章で掲げた特長を備える意味表現を提案する。

### 2.2 談話世界の状況

現実の複数のシステムを操作する自然語 IF の分野では、談話の推移は、一つの操作指示の駆動による時刻  $t$  の状況  $S_t$  から時刻  $t+1$  の状況  $S_{t+1}$  への変化として捉えることができる。すなわち、ある操作指示が駆動されてから次の操作指示が駆動されるまでの時間  $t \sim t+1$  内では状況  $S_t$  は推移しない。状況  $S_t$  内の知識を用いる意味解析とは、時刻  $t$  での談話における意味解析を意味している。このような前提のもとでは、談話の推移を定式化するために、談話世界の状況を表現する形式と、状況間の推移を表現する形式（第2.3節）とが必要である。そこで、状況  $S_t$  とは、時刻  $t$  で恒真な  $n$  個の知識  $k_{t,j}$  の集合であると定義する。ただし、 $1 \leq j \leq n$  とする。状況  $S_t$  の要素である知識には、

- (1) システムがオペランドとして捉える操作対

- 象,
  - (2) 概念間のシソーラス関係,
  - (3) 隣接する状況への推移関係
- などがある。

これら(1)~(3)の知識を体系的に定式化するためには、「概念」と「概念関係」とを表現する形式が要諦である。これに関する基本的な枠組は、我々は既に機能連鎖構造<sup>5)</sup>として提案した。しかし、この構造は、状況の推移関係を明示的には表現していなかった。そこで、この構造を拡張改良した複合機能連鎖構造を提案する。

2.2.1 複合機能連鎖構造の導入

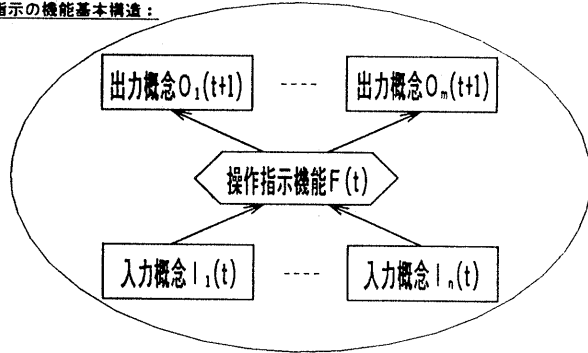
「概念」は、用言におおむね対応する「機能を表す概念」と、体言におおむね対応する「被機能を表す概念」とに大別することができる。先に提案した機能連鎖構造は、「機能を表す概念」である「操作指示機能」と、「被機能を表す概念」である「入力概念」および「出力概念」とを結合した構造である。この機能連鎖構造を基にし、「機能を表す概念」が状況推移を生起するか否かに応じて、明示的に二つに区別した構造を提案する。すなわち、「機能を表す概念」が、状況推移を生起する場合を「操作指示機能」として再定義し、状況推移を生起しない場合を「関係指示機能」と定義する。なお、「関係指示機能」に結合すべき「被機能を表す概念」は、特に、関係指示機能に対する「要素概念」と呼ぶ。

「概念関係」は、これらの「機能を表す概念」に応じて、「入出力概念関係」と「要素概念関係」とに区別される。すなわち、「入出力概念関係」は、「操作指示機能」を基点とし、状況  $S_t$  において真である「入力概念」と、状況  $S_t$  に隣接する状況  $S_{t+1}$  において真であるべき「出力概念」との概念関係である。したがって、この操作指示機能を中心とした構造は、隣接する状況への推移関係を示しており、特に、操作指示

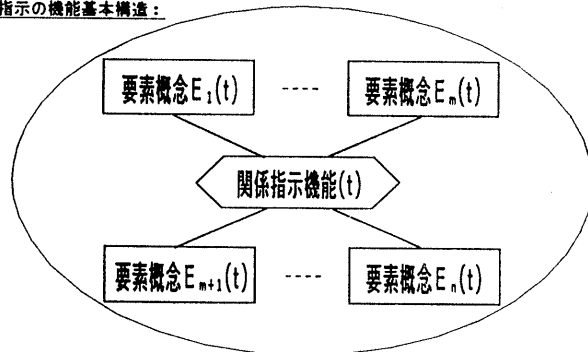
の機能基本構造と呼ぶことにする。また、「要素概念関係」は、「関係指示機能」を基点とし、状況  $S_t$  において真である複数の「要素概念」の概念関係である。この関係指示機能を中心とした構造は、同一状況  $S_t$  内で成立する概念間の関係を示しており、特に、関係指示の機能基本構造と呼ぶことにする。

以上の機能基本構造を表現する具体的な形式として、「概念」をノード、「概念関係」をリンクとする意味ネットワーク表現を用いることにする(図1参照)。特に、状況推移を明示化するために、操作指示機能の入出力概念関係に関して、その状況推移方向を有向リンクで表現する。このような2種類の機能基本構造を複合的にグラフ結合した構造を、特に、複合機能連鎖構造と呼ぶことにする。

操作指示の機能基本構造:



関係指示の機能基本構造:



- 凡例
- : 機能ノード
  - : 被機能ノード
  - : リンク

図1 操作指示と関係指示の機能基本構造  
Fig. 1 The concept of basic structures for operational and relational functions.

第2.2節の残りでは、各知識  $k_{i,j}$  をそれぞれ独立した複合機能連鎖構造で表現する方法を説明する。このように、知識  $k_{i,j}$  はネットワークであるが、それぞれ独立した宣言的知識として扱うことにより、必要な知識の動的な組み合わせ処理が容易になる。また、知識をシステムごとに、あるいは、分野ごとにパッケージ化できる。したがって、複数システムの構成や、複数の利用分野に応じて知識をマージすることにより、対応する状況  $S_i$  が表現できる。

### 2.2.2 操作対象と条件の表現

一般に、ユーザが認識している操作対象とシステムがオペランドとして捉える操作対象とは異なる。しかも、条件や操作対象を表す自然語の表現は、コマンドごと、あるいは、システムごとにその扱い方が異なる。例えば、

- 一文節の表現を条件としてそのまま扱う場合  
例：「棒グラフで表示せよ。」における「棒グラフ」は「表示」に対する条件の概念
- 一文節の表現を操作対象としてそのまま扱う場合  
例：「棒グラフを消去せよ。」における「棒グラフ」は「消去」に対する操作対象の概念
- 複数文節の表現を操作対象や条件として扱う場合  
例：「X軸を年月で、右上の棒グラフを書き直せ。」における「X軸が年月で」および「右上の棒グラフ」は、それぞれ「書き直す」に対する条件の概念と操作対象の概念

このような条件や操作対象を一般的で統一的に扱うために、関係指示の機能基本構造を用いた表現を提案する。すなわち、要素概念「属性名 S (Slot)」と要素概念「属性値 V (Value)」、および、それらの結合自体を意味する要素概念「条件 C (Condition)」とを結合する関係指示機能「isa (is a)」の機能基本構造によって一つの条件を定式化する。また、要素概念「条件 C1」, ..., 「条件 Cn」, および、それらの結合自体を意味する要素概念「操作対象 T (Thing)」とを結合する関係指示機能「hap (has a property)」の機能基本構造によって一つの操作対象を定式化する。ただし、簡単のため、操作対象は各条件の組み合わせを論理積に限るとする(図2)。このことは、直観的には、条件は「SがVである」(例：色(S)が赤(V)である、または、赤(V)は色(S)である)という素命題に相当し、操作対象はその属性を表す条件の論理積で表される複合命題に相当している。

具体的には、「グラフタイプが棒グラフ」という自

然語表現が条件であるときは、グラフタイプ(属性名ノード)と、棒グラフ(属性値ノード)と、条件ノードとを isa ノードで結合する関係指示の機能基本構造で表現できる。また、「グラフタイプが棒グラフ」という自然語表現が操作対象であるときは、先の機能基本構造の条件ノードと、操作対象ノードとを hap ノードで結合する機能連鎖構造で表現できる。この表現においては、操作対象が条件を含んでいるので、ある条件に対応する自然語表現を、その条件を含む操作対象の照応表現として扱うことができる。例えば、条件の表現「赤い」を、その条件を含む操作対象(例えば、赤で表示された6月の売上棒グラフ)の照応表現として解釈することが可能になる。また、条件が複合している場合も同様にして、それらの条件を同時に満たす操作対象として解釈することが可能となる。以上のように、条件と操作対象を構造的に同一の形式で記述することで、本項の冒頭で挙げたコマンドごとに解釈を異にしなければならないような自然語表現の取り扱いが単純になる。

### 2.2.3 具体的な知識表現例

適切に意味を解析するためには、状況内の各種知識を組み合わせて利用する必要がある。例えば、「売上」や「大関」や「番組」という自然語表現が、データベース(DB)のレコードファイル上のある特定のフィールドに対応したり、意思決定支援システム(DSS)の扱っているテーブル上のある特定のセルデータに対応したりする。このように、「小売業」や「大相撲」など分野に関する知識と、DBやDSSや具体的な「販売管理システム」や「VTR録画予約システム」などアプリケーションシステムの操作体系やデータ構造に関する知識との両方を参照して意味解析する必要がある。

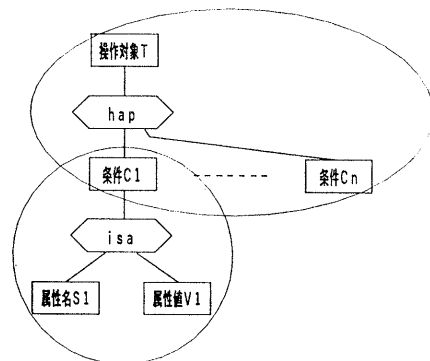


図2 操作対象と条件の表現  
Fig. 2 The representation of objects and conditions.

る。従来、それぞれの知識は異なった表現形式で表されていたために、2種以上にまたがる知識を適切に連携する意味解析が困難であった。以下では、複合機能連鎖構造を用いることで、第2.2節の初めに述べた(1)~(3)の知識を同一の形式で表現できることを示す。

(1) システムがオペランドとして捉える操作対象

システムの操作対象には、具体的には、小売業や医療や大相撲など分野に関するデータ知識、画面表示物や操作履歴など談話に関する知識などがある。これらの操作対象は、システムが実際に扱っているデータという観点から、簡単には、表形式で表現可能な構造(例えば、DBのテーブル、変数名称と値のペア、C言語の構造体など)として捉えることができる。

表形式で表現可能な構造は、表のカラム名を属性名(S)とし、表のセルデータを属性値(V)とする条件の組み合わせにより、1レコードを1操作対象として扱うことにする。このようにして、売上げ実績データや画面上の表示データを、複合機能連鎖構造で表現することができる。例えば、図3におけるVTR制御対象は、「力士名が“貴花田”であり、かつ、取組日が“千秋楽”であり、かつ、開始アドレス値が“305”であるレコード」として表現している。また、画面上の表示対象の場合も、識別子、表示位置、表示態様などを条件とする1操作対象で表現できる。

同様に、データベース中のレコードファイルの構造自体も、一つの操作対象と見なすことで、複合機能連鎖構造で表現できる(図4)。

(2) 概念間のシソーラス関係

システムで使用される概念の上下下位関係や、語彙のシソーラス関係などは、関係指示機能「isa」の機能基本構造を用いて表現できる。例えば、図5に示すように、「第1フィールドはフィールドの一種である」、「貴花田は力士名である」、「千秋楽は取組日である」などが表現できる。このように、各シソーラス関係は、各システムや各分野の観点から構築する。

(3) 隣接する状況への推移関係

この知識は、操作指示前後の状況関係とそれに関するアプリケーションシステムのコマンドの書式に関する知識である。

状況推移に関する知識は、操作指示前の状況と後の

状況とをそれぞれ複合機能連鎖構造で表現し、それらの状況と該操作指示機能とから機能基本構造を構成する。さらに、該操作指示機能に対応して、コマンドの書式に関する知識を所定の記憶領域に記述する。例えば、図6において、RDBの検索に関する知識は、操作指示機能「検索」に対し、「フィールドという条件」を入力概念とし、「検索結果テーブル(の生成)」を出力概念として表現している。さらに、「検索」のノ

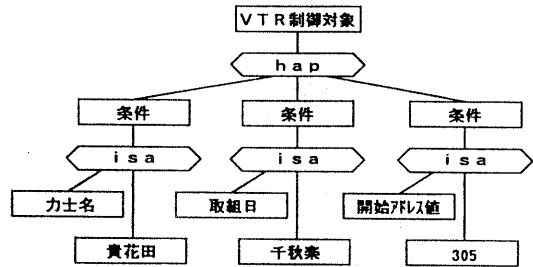


図3 操作対象の知識表現例  
Fig. 3 The knowledge representation of object to be operated as an example.

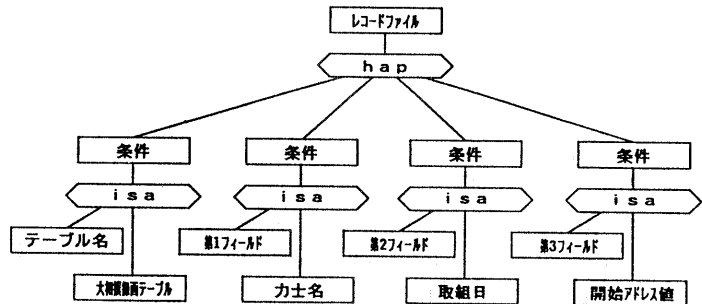


図4 データベース構造に関する知識の具体例  
Fig. 4 The knowledge representation for database structure as an example.

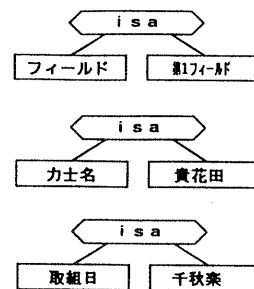


図5 概念間のシソーラス知識の具体例  
Fig. 5 The knowledge representation of parts of thesaurus as an example.

ドに対応して、コマンドテンプレート  
を記述する。なお、処理の都合上、入  
力概念と操作指示機能の間に、状況  
推移の原因を表現するためのノード  
「base」を挿入しておく。また、操作  
指示機能とコマンドテンプレート文字  
列の間に、操作指示機能に対応するコ  
マンドテンプレートの概念を表現す  
るためのノード「cmdtpl (command  
templates)」を挿入しておく。さらに、  
操作指示機能と出力概念の間に、状況  
推移に伴う生成または消滅の概念を  
表現するためのノード（それぞれ、「cre  
(creation)」ノード、「ext(extinction)」  
ノードと呼ぶ）を挿入しておく。（第  
2.3.2 項参照）

#### (4) 語彙や文法に関する知識

自然語文の意味を解析してコマンド  
を生成するためには、上記(1)～(3)  
の知識の他に、語彙や文法に関する知  
識が必要である。ただし、処理速度の効率を鑑み、語  
彙知識は B-tree 形式の辞書で、変更の少ない文法知  
識は処理プログラムで実装している。

### 2.3 談話世界の状況推移

状況の推移関係は、状況  $S_i$  と状況  $S_{i+1}$  との間の  
半順序関係であると定義する。第 2.2 節の(3)で述べ  
た状況の推移関係の知識  $k_{i,j}$  は、状況  $S_i$  から状況  
 $S_{i+1}$  への推移を意味している。この推移関係の知識が  
状況  $S_i$  内に複数存在する場合、状況  $S_i$  から推移可  
能な状況  $S_{i+1}$  の候補が複数存在していることに対応  
する。この場合、複数の推移関係の知識から、ある特  
定の知識  $k_{i,j}$  を選択利用することが、対応する状況  
 $S_{i+1}$  への推移を意味する。したがって、一連の談話の  
推移を表現するためには、各状況  $(\dots, S_i, S_{i+1}, \dots)$  ごと  
に選択利用した知識を半順序関係を保持しつつ列挙  
すればよい。

状況  $S_i$  における操作指示内容が次の複数の操作指  
示の前提操作となる場合、状況  $S_i$  から二つの状況  
 $S_{i+1}$ ,  $S'_{i+1}$  に推移する。また、複数の操作指示が次の  
操作指示の前提操作である場合、それぞれ状況  $S_i$  と  
状況  $S'_i$  とから単一の状況  $S_{i+1}$  に推移する。これらの  
推移は、複合機能連鎖構造による意味ネットワーク  
の表現上は「分岐」と「合流」に対応している。この  
ような意味ネットワークの接続形態は、ただちに、複

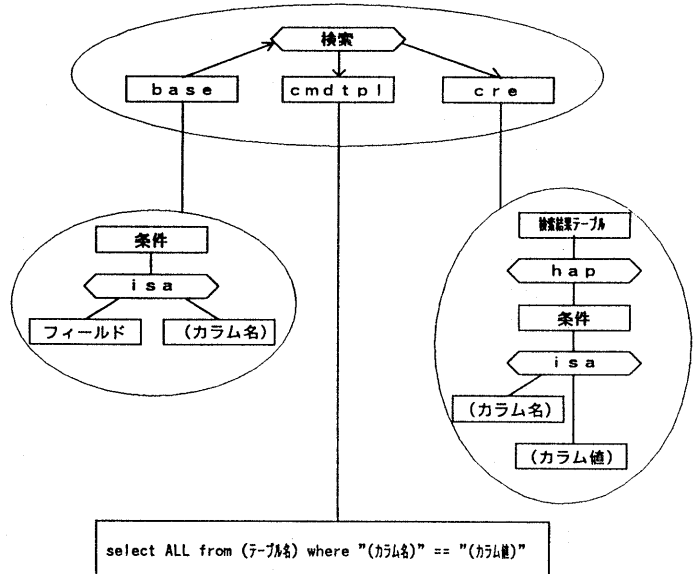


図 6 アプリケーションシステムに関する知識の具体例  
Fig. 6 The knowledge representation for application system  
as an example.

数システムの時間的実行手順と対応している。すなわ  
ち、

- 分岐や合流がない場合は、シーケンシャルな制御  
に対応している  
(例: JIS コードに変換した後に、「表示」する)
- 分岐は、並列的な制御が可能であることに対応し  
ている。  
(例: 検索結果を「画像出力」と「音声出力」す  
る)
- 合流は、合流する状況になるまで、それぞれのシ  
ステムの独立した制御が可能であることに対応し  
ている  
(例: 「資料作成」と「顧客リストの検索」の後  
に、「FAX 送信」する)

このように、複合機能連鎖構造を用いることで、状  
況推移と上記三種の制御方式とを簡易に対応付けるこ  
とができる。

なお、複合機能連鎖構造の定義から、実際の状況推  
移は操作指示に応じて駆動することを喚起しておく。

#### 2.3.1 データ構造「足跡」の導入

状況推移を定式化するためには、異なる状況に属す  
る複合機能連鎖構造を有向リンクで結合すれば可能で  
ある。ただし、実際の対話処理システムに適用する場  
合、該複合機能連鎖構造の直接的な加工による結合は

望ましくない。なぜならば、特定知識の多数回の繰返し適用や、動的な知識の修正を行うために、知識を適宜復元したり、個別に利用したりする必要があるからである。このような理由から、マーカパッシング方式<sup>14)</sup>では、各ノードにマーカを直接書き込むので2巡回以降、該ノード(すなわち、知識)が利用できないという問題がある。一方、並列的に複数の意味の候補(すなわち、状況推移)を解析する際に、状況推移の分岐や合流に応じて、各状況内の全知識を複写して利用すると、組み合わせ爆発的な記憶領域が必要となる。

そこで、複合機能連鎖構造の結合を効率的に処理するために、実際の推移に使用するノードに関し、それまでの状況推移との差分情報を記憶するデータ構造「足跡」を提案する。すなわち、

足跡  $T_i = \langle T_{i-1}, N_i, S_i \rangle$ .

ここで、 $T_{i-1}$ 、 $N_i$ 、および、 $S_i$  はそれぞれ、以下のように実現する。

$T_{i-1}$ : ノード  $N_{i-1}$  に対する足跡

1歩前の足跡  $T_{i-1}$  へのポインタとして実装する。ただし、複数の足跡の合流を記述するために、ポインタのリストで実現する。

$N_i$ :  $T_{i-1}$  からの差分となるノード

すなわち、足跡  $T_i$  の生成の時点で、ネットワーク上を探索(第3章参照)中のノードである。

$S_i$ : 時刻  $t$  で恒真な  $n$  個の知識  $k_{i,j}$  の集合

ただし、該当する複合機能連鎖構造による知識  $k_{i,j}$  は複数あるため、状況  $S_i$  は、各知識  $k_{i,j}$  へのポインタのリストとして実現する。また、 $S_{i-1}$  から  $S_i$  への状況推移で変化しない知識 ( $k_{i-1,j} \equiv k_{i,j}$ ) に関しては、同一の記憶領域内容を指すことにする。

なお、状況推移を開始するノード  $N_1$  に対応する足跡  $T_1$  は、空足跡  $T_0$  と該開始ノード  $N_1$  と初期状況  $S_1$  との組みからなるものとする。

このような「足跡」は、以下の特長を有する。

- 実際の状況推移に使用したノードに関して記憶し、使用しない知識に関する記憶領域を要しない。
- 足跡  $T_i$  は、推移元の足跡  $T_{i-1}$  から逆向きに辿ることができるので、一連の状況推移を復元できる。すなわち、各足跡は、それぞれ別の意味を表している。
- 状況推移が分岐や合流する場合や、複数の状況推移の可能性を同時に解析する場合も、推移元の足

跡  $T_{i-1}$  を共通に利用できるので、知識の重複記憶を軽減できる。

- 意味の再解析の際に、ある時点  $t$  まで状況を戻り、状況  $S_t$  を回復するということは、状況  $S_{t+1}$  以降に対応する足跡を削除(あるいは、無視)するという簡易な処理と等価である。

### 2.3.2 状況推移に伴う知識の追加と削除

談話の推移に応じて変化する知識は、第2.2.3項の(3)で述べた隣接する状況推移の知識における操作指示機能に対する出力概念を用いて表現する。すなわち、足跡の推移に伴い、「cre」ノードと接続する出力概念を状況  $S_t$  に追加し、また、「ext」ノードと接続する出力概念を状況  $S_t$  から削除する。このようにして追加または削除を受けた状況を、推移先の足跡  $T_{t+1}$  の状況  $S_{t+1}$  とする。この状況  $S_{t+1}$  が、さらに続く推移可能な状況を制限することになる。したがって、談話依存的に逐次変化している状況に基づく意味解析が可能である。

## 3. 自然語文の意味解析と連携操作コマンドの生成

### 3.1 ネットワーク探索による意味解析

意味解析処理は、入力文を構成する操作対象や操作指示機能、あるいは、談話において着目している操作対象などの各概念から、各状況内の知識を用いて、与概念を適切に結ぶ状況推移表現を得る処理である。具体的には、各概念に対応したノードを起点とし、複合機能連鎖構造によって表現された知識上を、足跡を用いて波及的に探索し、各概念を結ぶ探索経路である意味ネットワークを出力する処理である。

探索の波及が「隣接する状況への推移関係」の知識(第2.2.3項参照)へ及ぶと、状況推移 ( $S_t \rightarrow S_{t+1}$ ) が生起する。すなわち、探索の途中で、次に波及できる知識の集合が、 $S_t$  から  $S_{t+1}$  へと変化する。したがって、最終的に得られる探索経路は、異なる状況に属する知識を結合した意味ネットワーク表現となる。したがって、異なる状況に属すべき概念が、一文中に混在していても、各概念間の状況推移の関係を明示化できる。例えば、「赤い円を青い四角に変形しろ。」では、「赤い円」を状況  $S_t$  とし、「変形」によって推移した状況  $S_{t+1}$  において、「青い四角」から波及してきた足跡を合流することで、起点となった各概念の属する状況と推移関係が決まる(今の例では、「赤い円」が時刻  $t$  で真、「青い四角」が時刻  $t+1$  で真)。このようにし



て、足跡を用いた探索により、時刻や推移関係が明示的でない自然語文から、それらが明示的な意味表現へ変換することができる。

なお、操作指示機能の入力概念として、該操作指示機能に対する動作可能条件も与えておく。これにより、この動作可能条件を満たす状況を持つ足跡だけが、該操作指示機能上の波及を続けることになる。したがって、最終的に得られる探索経路は、各システムの制御の可能性を保証しつつ、複数システムの連携制御手順を表現することができる。

### 3.1.1 具体的な探索方式

状況推移の表現である足跡を探索経路としても使うために、各足跡  $T_i$  は、第 2.3.1 項で述べた情報  $\langle T_{i-1}, N_i, S_i \rangle$  の他に、さらに、探索経路を評価するための情報  $D_i$  と  $M_i$  を具備する。すなわち、

$D_i$ : 探索経路の総距離

ノードやリンクは、その種類や用途に応じて、あらかじめ適当に重みを与えておく。 $D_i$  は、この重みを探索経路に応じて累計した値である。すなわち、 $D_i$  は、前の足跡の総距離  $D_{i-1}$  と、推移したノード  $N_i$  やリンクに基づく重みとを、合計した値を持つ。ここでは、説明を簡単にするため、すべてのノードの重み付けを「0」とし、リンクを「1」とする。実際には、適当な重み付けにより、特定のノードやリンクに付加的な制限を課し、探索の優先順位を調節する。

$M_i$ : 自然語文と探索経路との適合性

自然語文中の自然語表記、付属語の有無、付属語の種類などの適合・不適合に応じて、使用した知識（したがって、探索経路）がどの程度満足しているかを数値化（または、ベクトル化）したものである。 $M_i$  は、前の足跡の適合度  $M_{i-1}$  と、推移したノード  $N_i$  の情報とから、適合性のチェック項目ごとに算出（例えば、論理和）した値である。

この足跡を用いて、具体的なネットワーク探索処理の手順を説明する。

(1) 複合機能連鎖構造による各種知識の表現

(2) 探索の初期化処理

意味解析処理までの前処理（形態素解析や構文解析など）で、自然語入力文を文節（相当）ごとにノードで表現し、ある機能を表すノードと、このノードに構文上関係する被機能を表すいくつかのノードとでペアを得る。特に、ある一つの操作指示内容でまとまりを

もつ個々の概念が文中では比較的近い位置に出現する場合、例えば、各詞で表された操作対象（被機能概念）が、ある動詞で表された操作指示（機能概念）に構文上支配されている場合、文全体を解析しなくても、着目した機能の近傍を解析するだけで、上記ペアを得ることができる。したがって、このようなフラグメントに対しても、探索処理（すなわち、意味解析）が適用可能である。なお、以下では、簡単のため、おおむね、被機能ノード（探索開始側）から機能ノード（探索終了側）へ向かう探索を説明する。探索を開始する各ノードごとに、探索経路の距離が「0」である足跡を用意する。

(3) 探索アルゴリズム

「探索経路の総距離」の小さい足跡から順に、以下の処理を行う。したがって、本アルゴリズムは幅優先探索に相当する。

(3-1) 着目している足跡  $T_i$  のノード  $N_i$  が被機能ノードである場合、そのラベルと、足跡  $T_i$  の状況  $S_i$  内の別知識に属するノードのラベルとが一致するノード  $N_{i+2}$  から、新たな足跡  $T_{i+2}$  を得る。これらのノードの推移を構造的に明示するため、「equ(equal)」ノード  $N_{i+1}$ （および、足跡  $T_{i+1}$ ）を挟む。

(3-2) 着目している足跡の  $T_i$  のノード  $N_i$  が直接的にリンクする同一知識内のノード  $N_{i+1}$  から、新たな足跡  $T_{i+1}$  を得る。ただし、探索の効率上、いくつかのリンクの所定の推移方向に対して、重み付けによる制限を課す場合がある。操作指示機能の出力概念として新たに複合機能連鎖構造を追加（または、削除）する場合、推移先の足跡  $T_{i+1}$  の状況  $S_{i+1}$  に対して、該複合機能連鎖構造を追加（または、削除）する。

(4) 探索の終了条件

探索経路の総距離  $D_i$  があらかじめ決められた値に達した場合、自然語文から得られた機能ノードを含む探索経路が存在する場合、あるいは、十分な適合性  $M_i$  を持つ探索経路が存在する場合、探索を終了する。あるいは、これらの組み合わせによって、探索を終了する。例えば、ある距離以下の探索の結果、最も適合性の良い探索経路を意味解析の第1候補とする。探索の距離の延長や、適合性のより低い探索経路の提示によって、意味解析の第2候補以下を得ることもできる。なお、総距離の延長に応じて、省略を補った解釈（例えば、入力表現「取組み」に対する解釈「千秋楽の取組

み)が存在する。このように、総距離による終了条件によって、省略補填の度合いを調節することができる。この探索終了条件によれば、入力自然語文を構成する概念のうち、矛盾なく説明できる概念のみを用いたネットワーク結合で、かつ、補うべき知識の量が少ないネットワーク結合から優先的に解の候補となる。

図7を用いて、データベースとVTRとに接続する自然語IFにおける意味解析の具体例を説明する。例文「貴花田が見たい。」の解析では、意味の第1候補として、「力士名が貴花田であるVTR制御対象に基づいてVTRを再生する。(探索経路の重み『9』)」を得る。第2候補としては、「貴花田が力士名であることに基づいて、第1フィールドが力士名である大相撲録画テーブルのレコードを検索し、その検索結果(すなわち、VTR制御対象)に基づいてVTRを再生する。『27』」を得る。ここで、VTR制御対象は、談話に応じて動的に生成・消滅する知識であるので、この例のような第1候補が常に得られるとは限らない。また、別の知識の提供のもとでは、同一の例文に対して、相撲がテレビ番組として放映中であれば、「テレビのスイッチをONにし、チャンネルをあわせる」といった意味の探索経路も得られるであろう。

### 3.2 逐次実行コマンド生成

第3.1節で得られた探索経路から、システムを制御するためのコマンドを生成する(第3.2.1項)。

ただし、前方のコマンドの実行に伴い、あらかじめ与えられた知識だけからでは予測しきれなかった状況が発生することがある。このような場合、適切なタイミングで知識の補完・補正を行うことにより、システムの実行手順の再計画ができることが要請される。これを実現するために、実行結果に基づく意味解析結果の修正方法(第3.2.2項)、および、外部知識の内部への動的な取り込みによる意味の再解析方法(第3.2.3項)を述べる。

#### 3.2.1 実行コマンドの生成手順

実行コマンド生成するためには、初期状況のノードから探索経路上をトレースし、初めて見つかる操作指示機能に対応するコマンドテンプレートを具体化し、コマンドを生成する。実行コマンドを生成するために、コマンドテンプレートのスロットに適切な値を与える。この値は、探索経路上を逆向きに探索して得られる知識を援用して決定する。

例えば、「貴花田が見たい。」の探索経路(図7の右側の経路)上の操作指示機能「検索」に対応して検索

コマンドを生成する場合、検索すべきレコードファイル名称を得るには、「検索」ノードから逆向きに探索し、探索経路に関連した複合機能連鎖構造の一つであるデータベース構造の知識から「大相撲録画テーブル」を得る。このようにして得られた文字列や値を図6のコマンドテンプレートのスロットに代入して、「select ALL from “大相撲録画テーブル” where “力士名” = “貴花田”」という検索コマンドを得る。

第2.2.2項の照応表現「赤い」の解釈と同様にして、例文「その人が見たい。」の場合、「その人」と「検索」を結ぶ探索経路上に存在する履歴データとデータベースのレコードデータを参照することで、照応表現「その人」に対応する具体的な値(例えば「貴花田」)を同定することができるであろう。

#### 3.2.2 コマンド実行結果による仮定知識の検証

意味解析の結果得られる探索経路は、状況推移に伴って生成または消滅する概念を仮定して、推移してきている。これらの仮定した概念は、コマンドの実行によって、実在の概念として確定する。例えば、検索に実行によって初めて、それ以降で扱われるべき具体的な検索結果データや検索件数などが決定する。したがって、この実行結果に応じて探索経路を解釈し直さなければならぬことがある。このため、実行結果が、探索経路上で「生成」を仮定した知識(すなわち、「cre」ノードと接続する出力概念)と合致するか否かを検証し、必要な対処を施す。すなわち、

(1) 仮定した知識が実行結果の知識の部分構造である場合、あるいは、仮定した知識内の未決定変数に具体的な値(識別子名など)を代入する場合、仮定した知識を取り込み知識で更新する。

(2) 一つの仮定した知識に対して、複数個の実行結果の知識が対応する場合、該操作指示機能以降の探索経路を各取込知識だけが異なる探索経路として複写生成し、該操作指示機能からそれらの探索経路を分岐する。ただし、次の操作指示機能が、複数の引数を引き渡せるコマンドである場合は、分岐した探索経路を再び合流してもよい。

(3) 仮定した知識が実行結果に矛盾する場合は、簡単には、状況 $S_{i+1}$ から該仮定知識へのポインタを取り除くことで対処する。

このようにして、実行結果の知識で探索経路を検証し、必要があれば探索経路を修正し、状況を補正した後、該探索経路のトレースを続け、次の操作指示機能についてもこれを行う。これを繰り返して、探索経路

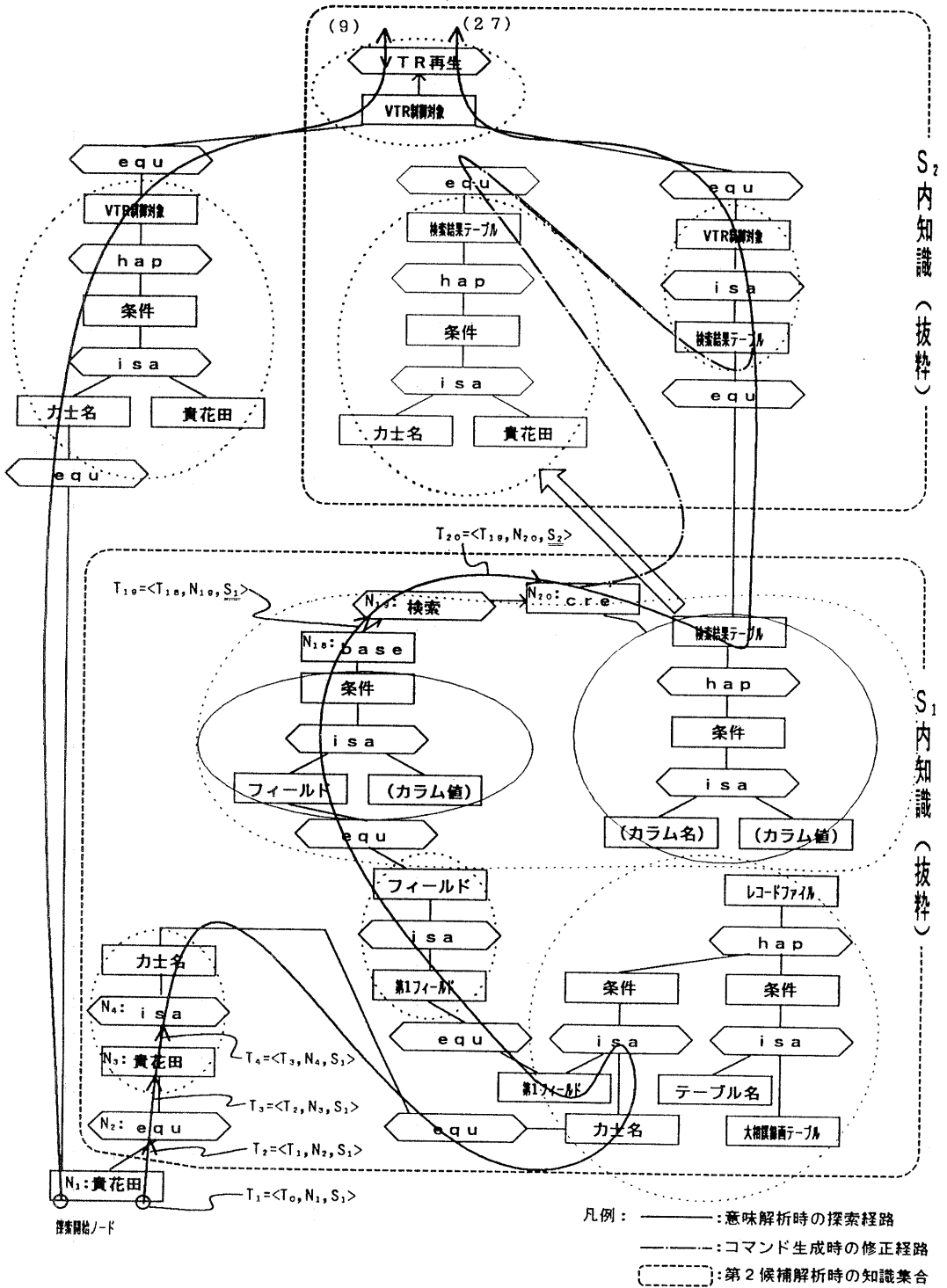


図7 探索経路の具体例  
 Fig. 7 The example of semantic network.

の最後までトレースを続ける。

**3.2.3 動的な知識変更と再解析**

第 3.2.2 項において、仮定知識が検証不可能のためトレースが続行できない場合、例えば、検索失敗などで仮定知識を確認・補完する情報を取り込めない場合、その時点でトレースを中断し、その時点での状況に関する知識を接続システムから取り込んだり、未使用の機能・被機能ノードを用いたりして、意味の再解析を行う。すなわち、すでに実行した状況  $S_t$  以外の状況（すなわち、仮説的な状況）を消去し、知識の補正と補完をした後、第 3.1 節で述べた意味解析と同一のアルゴリズムを用いて、状況  $S_{t+1}$  から解析を続ける。このように、自然語 IF 処理においては、すでに実行した事実（知識）以前に遡るバックトラックは不必要である。

知識を補完するためには、接続しているシステムから逐次的な情報のフィードバックが必要である。データベースの検索結果や、画面表示情報や、履歴情報などの談話依存知識は、通常表形式または簡易な構造体で表現しているので、複合機能連鎖構造に変換（第 2.2.3 項の(1)を参照）することが容易であり、既存知識とマージすることで、意味解析でただちに利用することができる。

**3.3 複数システム制御インタフェースの構成**

本研究の方式に基づいて自然語 IF 構築ツールを開発した（図 8）。なお、図 8 において、各モジュール間を結ぶ線は、処理と使用知識との依存関係である。例えば、形態素解析処理は、形態素解析用辞書を参照している。

構成の概略は、以下の通りである。

(1) 解析 & 実行系

(a) 自然語解析部

形態素解析・構文解析・意味解析（第 3.1

節参照）処理による、複合機能連鎖構造の探索

(b) 逐次実行コマンド生成部

探索経路のトレースによる実行コマンドの生成、知識の動的更新（第 3.2 節参照）

(c) 複数システム制御 IF 部

(2) 知識記述系

形態素解析用辞書、および、意味解析処理で使用する複合機能連鎖構造で記述した知識（第 2.2.3 項参照）

(3) 知識保守系<sup>15)</sup>

辞書の生成や保守を行うエディタなどのツール、仮定知識を検証（第 3.2 節参照）するために接続システムからの情報を取り込むシステム情報管理処理、複合機能連鎖構造による知識を保守するエディタ、および、入力例文を提示するカタログ例文生成ツール

**4. 評価と考察**

第 3.3 節の自然語 IF 構築ツールを用いて、複数システム上に自然語 IF を構築した。具体的には、音声認識装置を自然語解析部に接続し、複数システム制御 IF 部に三つのシステム（データベースシステム、VTR、音声合成装置）の入出力を接続し、複合システム制御 IF を構築し、評価した。

(1) 多種分野への適用性

(a) 複数システムの制御

本複合システム制御 IF は、入力文に応じて、データベースを検索し、その検索結果から非決定的な VTR 制御コマンドを生成した。すなわち、従来の単一システム向けのコマンド列だけでなく、複数のシステムを連携操作指示する一連のコマンド列を

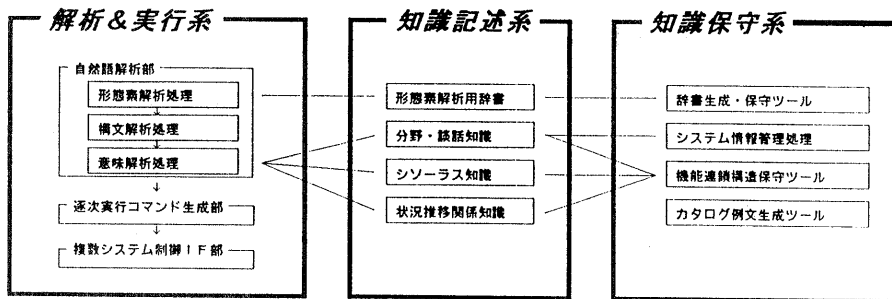


図 8 自然語インタフェース構築ツールのシステム構成図  
Fig. 8 System configuration of the natural language interface building kit.

生成することが確認できた。

- (b) システム間のデータ引渡し  
システム間でデータ変換が必要な場合、例えば、JIS コードからシフト JIS への変換や、非時系列型データから時系列データへ変換する場合も、これらの変換操作指示を他の操作指示と同様に知識定義することで、一連の適切なコマンド列を生成できた。

(2) インタフェース構築の容易性

- (a) システム構成の変化への対応  
複合機能連鎖構造は、個々のシステムに特有な知識を独立して定義可能である。一方、意味解析処理は、これらの部品化された知識を結合し、多種の操作指示の意味を解釈できる。したがって、システム構成に応じて、個々のシステムに特有な知識をインクリメンタルに結合するだけで、該複数システムへのコマンドを生成する汎用 IF を実現できる。例えば、ホームオートメーションにおいては、制御すべき複数の電化製品のシステム構成が各家庭ごとに多種多様であり、また、日常的にシステム構成が変更している。本方式では、このような場合でも、知識の再調整やプログラムの再コンパイルの必要がなく、ベンダーの提供する知識をマージするだけで、自然語 IF を構築できる。

(b) 知識表現の統一

各種の知識を複合機能連鎖構造で統一的に表現し、それらの組み合わせによって連携操作指示的内容が表現できた。また、知識表現の統一は、知識エディタの一本化による統一的な知識保守環境の実現、および、開発工数の低減にも貢献している。

語彙や文法に対しても統一的に知識表現することが、解析性能の向上に寄与するか否かについては今後の課題とする。

(3) 受理可能な入力表現の自由度

これまでに解析できた照応表現や省略表現<sup>9)</sup>に加え、本提案方式では、より会話文に近い自然語表現を解析することができた。すなわち、

(a) 状況推移における照応同定

第 2.2.2 項で述べた複合機能連鎖構造に

よる操作対象の表現方法によって、属性の表現から、その属性を有する操作対象を同定できる。例えば、VTR の制御においては、入力表現「貴花田」の照応対象を「(貴花田を含む) VTR 制御対象」に同定できる。したがって、談話に応じて、「貴花田」を具体的な識別子やデータ「例えば、貴花田を再生するための VTR テープ上の開始アドレス「305」」へ変換できる。また、第 3.2 節で述べた方法によって、談話に応じて動的に変化する実システム上の操作対象に対する照応表現も同定可能である。

(b) 状況推移の省略補填

第 3.1 節で述べた複合機能連鎖構造を用いた意味解析方法は、ある時点での存在が矛盾する二つの概念が、同一文内に表現されていても、時間推移を伴う操作指示概念を補填し、適切に両概念を連結する意味表現を構築することができる。したがって、連携操作指示手順、すなわち、複数システムの操作順序が、ユーザによって意識されないがゆえに省略されたとしても、これらを補填することができる。

(c) システム構成の変化に応じた意味解析

操作指示手順が明示されない表現（例えば、「大関は誰なのかを教えて。」）では、複数システムの構成に応じて、どのシステムからデータを得るか、どの装置で応答するか（例えば、音声出力か、モニタへの文字出力か）によって制御手順に選択肢が発生する。この場合も、複数システムの制御の可能性（第 3.1 節）を考慮しつつ、システム構成に応じて、複数の意味解析候補を提示できる。

(d) 焦点追従による解析精度の向上

状況推移に伴って生成・消滅する知識（第 2.2.3 項の (3)）は、意味解析処理上は、複合機能連鎖構造で表現可能な知識であればよい。したがって、新たな推移関係知識の追加や、自分自身の削除も定義可能である。このことは、談話の推移に応じて、次の推移関係知識が変更可能であることを意味している。例えば、操作指示「VTR の電源を ON (または、OFF) にす

る。」に於いて、VTR 制御に関する知識を、状況  $S_{t+1}$  (すなわち、時刻  $t+1$  の意味解析に使用する知識) に、追加 (または、削除) できる。このように、ユーザの話題の焦点 (focus) がある程度連続的に談話内で遷移する場合、使用する知識を増減させて追従させることが可能である。したがって、局所時間的には、常にドメインを制限した知識に基づく意味解析ができるので、意味解析精度や、処理速度が向上する。

#### (4) 本研究に残された課題

##### (a) ネットワーク探索の効率化

各知識表現は一種のネットワーク表現であるため、配列表現や木構造表現に比べて処理が重い。知識が多量になった場合に、実用的な速度性能であるよう探索処理を効率化する必要がある。

##### (b) 量子子のスコーピング解析

量子子のスコーピングの曖昧性のため、組合せ的な数量の意味候補が得られる。構文や意味に加え談話の知識から適切に意味候補を絞る必要がある。

##### (c) プランニングや機械学習との連携

初期状況と最終目的の状況との間が離れている場合でも、探索経路の総距離 (第 3.1.1 項) を延長するだけで、両状況間に介在する状況を補填した意味候補を得ることが可能である。その際の組み合わせ爆発的な数量の意味候補の発生を抑えるためには、プランニングや機械学習との適切な連携が必要であろう。

## 5. おわりに

複数のシステムの制御を可能とする自然語 IF を構築可能とするツールを実現した。この実現のために、(A) 談話世界の状況推移を考慮した意味と知識の表現形式である複合機能連鎖構造と、(B) 動的に生成・消滅する知識を仮定する意味解析方式、(C) 操作指示実行結果に基づいて、後方の意味を確定するコマンド生成方式、を新たに提案し、プログラムとしてツール化した。このツール化には、状況推移を明示的に表現可能にした複合機能連鎖構造と、効率的なネットワーク探索を可能とするデータ構造「足跡」が基本技術である。また、個々のシステムごとに定義された知識をイ

ンクリメンタルに結合するだけで、複数のシステムの連携操作を可能とした。さらに、本研究の方式を、具体的なデータベースシステム・音声合成装置・VTR に適用し、連携的に制御可能なインタフェースを実現し、評価した。この結果、(i) 複合機能連鎖構造は、対象領域における知識を統一的に表現し、その組み合わせ構造によって連携操作指示の意味が表現できること、(ii) 個々のシステムに固有な知識を定義するだけで、複数システムを連携操作するコマンド列が生成できること、(iii) ユーザによって意識されないがゆえに省略された連携操作指示手順を補填できることを確認した。今後の課題としては、量子子のスコーピング解析、プランニングや機械学習との連携、などが残っている。

謝辞 終わりに、本研究の機会を与えて頂いた (株) 日立製作所システム開発研究所前所長の堂免信義技師長、本研究を進めるにあたり御討論と御協力を頂いた著者の属する研究室の室員諸氏に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) Grosz, B. J.: TEAM: A Transportable Natural-Language Interface System, *Proceedings of the Conference on Applied Natural Language Processing*, pp. 25-30 (1983).
- 2) 牧之内, 吉野, 泉田: 移行性のあるデータベース自然言語インタフェース, *情報処理学会論文誌*, Vol. 29, No. 8, pp. 749-759 (1988).
- 3) 谷, 飯野, 山口, 市山: 自然言語インタフェース構築キット: IF-Kit, *信学技報*, NLC-91-62, Vol. 91, No. 534, pp. 25-32 (1992).
- 4) 渡辺, 丸山: 複数のアプリケーションと応答可能な自然言語インタフェース・システム, *情報処理学会自然言語処理研究会報告*, NL-65-3, pp. 1-8 (1988).
- 5) 難波, 平井, 絹川: 機能連鎖構造に基づく自然語インタフェース構築ツール, *情報処理学会論文誌*, Vol. 32, No. 9, pp. 1180-1189 (1991).
- 6) Sowa, J. F.: *Conceptual Structures*, Addison-Wesley (1984).
- 7) Schank, R. C.: *Conceptual Information Processing*, North-Holland (1975).
- 8) 中島: 状況を対象とした推論, *人工知能学会誌*, Vol. 5, No. 5, pp. 588-594 (1990).
- 9) McDermott, D.: A Temporal Logic for Reasoning about Process and Plans, *Cognitive Science*, Vol. 6, pp. 101-155 (1982).
- 10) 堂下, 西田, 三浦: 様相論理とその情報処理への応用, *情報処理*, Vol. 29, No. 1-3, pp. 2-10, 129-135, 232-239 (1988).

- 11) de Kleer, J.: An Assumption-based TMS, *Artif. Intell.*, Vol. 28, No. 2, pp. 127-162 (1986).
- 12) 寺野, 篠原: 仮説的な推論—TMS, ATMS とその応用, *オペレーションズ・リサーチ*, Vol. 32, No. 9, pp. 606-611 (1987).
- 13) 吉浦, 片山, 中西, 平沢: 日本語質問応答システムにおける質問のあいまい性を解消する意味解析方式, *情報処理学会論文誌*, Vol. 27, No. 3, pp. 321-329 (1986).
- 14) Charniak, E.: Passing Markers: A Theory of Contextual Influence in Language Comprehension, *Cognitive Science*, Vol. 7, No. 3, pp. 171-190 (1983).
- 15) 難波, 辻, 絹川: 次世代自然語インタフェース技術—汎用意味解析処理—, *日本ソフトウェア科学会ソフトウェア研究会資料*, SW-92-11-3, pp. 15-22 (1992).

(平成4年12月3日受付)

(平成5年10月28日採録)



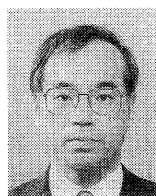
難波 康晴 (正会員)

昭和40年生。平成元年東京大学工学部計数工学科卒業。同年(株)日立製作所入社。以来、同社システム開発研究所において、自然言語処理の研究に従事。現在、同社システム開発研究所関西システムラボラトリに所属。人工知能学会, ACL 各会員。



辻 洋 (正会員)

1976年京都大学工学部数理工学科卒業。1978年同大学大学院修士課程修了。同年、(株)日立製作所システム開発研究所に入所。意思決定支援システム, オフィスオートメーション, エキスパートシステムの開発を経て、ヒューマンインタフェースの研究/開発に従事。1987年9月より1988年6月まで、Carnegie-Mellon 大学客員研究員。現在、関西システムラボラトリ主任研究員。工学博士。情報処理部門技術士。人工知能学会, AAAI, IEEE-CS などの会員。



絹川 博之 (正会員)

1947年生。1970年東京大学理学部数学科卒業。同年(株)日立製作所入社。以来、漢字・日本語情報処理システム, 仮名漢字変換, 自動インデクシング, 日本語文書処理, 自然言語処理などの研究開発に従事。1986年度情報処理学会論文賞受賞。理学博士。現在同社システム開発研究所関西システムラボラトリ長。電子情報通信学会, 計量国語学会, ACL 各会員。