

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†

難波康晴^{††} 平井章博^{††} 絹川博之^{††}

自然語インタフェース (IF) においては、(1) 従来のデータベース検索に限定されていた自然語 IF を多種分野に適用するために、検索操作に加え多種の操作を自然語で指示可能、(2) 種々のシステム上に自然語 IF を簡易に構築可能、(3) 使い勝手の向上のために会話文に近い自然語文が解析可能な三要件を同時に満たす方式の開発が課題となっている。本論文では、この課題の解決を目的に、対象分野や対象操作コマンド特有の情報を定義するだけで種々のシステム上に自然語 IF を簡易に構築できる新しい方式を提案し、評価している。すなわち、本研究では (A) 自然語で表された操作指示の意味を表現する機能連鎖構造と、(B) 適用対象に非依存な意味構造変換方式と、(C) 操作対象の動的変化の逐次監視に基づく実行コマンド生成方式とを提案し、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。また、本研究の方式を具体的な意思決定支援システムに適用し、評価している。この結果、(i) データ検索に必要な質問応答文に加え、データの加工や表示形態の変更に必要な操作指示文の解析ができること、(ii) 対象分野や対象操作コマンドの意味を適用対象に非依存の形式で定義するだけで自然語 IF が構築できること、(iii) 照応表現の同定や省略表現の補填と解析ができることを確認し、上記の目的を実現できる見通しを得た。

1. はじめに

情報提供サービスなどのコンピュータサービス事業が発展し、様々なアプリケーションソフトウェアが普及し始めているが、これらを使いこなすのは容易ではない。さらに、これらの普及を図るためにも、計算機に精通していないエンドユーザが、これらの情報サービスやアプリケーションソフトウェアを簡易に利用できることが求められている。この要請に応える方策として、計算機に対する質問応答や操作指示を自然語で行える自然語インタフェース (IF) が注目されている。この自然語 IF においては、(1) 従来のデータベース検索に限定されていた自然語 IF を多種分野に適用するために、検索操作に加え多種の操作を自然語で指示し、種々のコマンド列を生成可能、(2) 種々のシステム上に自然語 IF を簡易に構築可能、(3) 使い勝手の向上のために会話文に近い自然語文が解析可能。すなわち、豊富な語彙・文型・文種による自由度 (flexibility) の高い表現や、文法から少々逸脱した文や断片的な言い回しも受理可能な三要件を同時に満たす方式の開発が課題となっている。

ところが、積木の世界で自然語により操作指示する SHRDLU¹⁾、データベースを自然語で照会する QUEST²⁾、操作方法を案内する UC³⁾ などの従来の質問応答システムには、下記の制約があり、上記(1)

(2)、(3)の三要件を同時に満たすものではない。すなわち、

- 多種の対象分野やアプリケーションソフトウェアを簡便に利用するための考慮が払われていない。
- 文中で表現している操作の対象が、その文を入力した時点には存在していない場合、適切な解釈ができない。
- 文中で初めて出現する操作対象であるにもかかわらず、その操作対象を照応詞で表現している場合、適切な解釈ができない。
- 自然語インタフェースそのものを構築したり、必要となる知識を保守するための支援環境が提供されていない。

本論文では、上記三要件を同時に満たす自然語インタフェース構築ツールの開発を目的として、対象分野や対象操作コマンド特有の情報を定義するだけで種々のシステム上に自然語 IF を簡易に構築できる新しい方式を提案し、評価している。すなわち、本研究では (A) 自然語で表された操作指示の意味を表現する機能連鎖構造と、(B) 適用対象に非依存な意味構造変換方式と、(C) 操作対象の動的変化の逐次監視に基づく実行コマンド生成方式とを提案し、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。また、本研究の方式を具体的な意思決定支援システムに適用し、評価している。

以下、第2章では機能連鎖構造と意味構造変換と実行コマンド生成からなる自然語文解析方式を、第3章では第2章の自然語文解析方式に基づく照応表現の解釈方法と省略表現の解釈方法を、第4章では自然語イ

† Natural Language User Interface Builder Based on Chained Functions Structure by YASUHARU NAMBA, AKIHIRO HIRAI and HIROSHI KINUKAWA (Systems Development Laboratory, Hitachi Ltd.).

†† (株)日立製作所システム開発研究所

インタフェース構築ツールの構成を、第5章では評価と考察を述べる。

2. 自然語文解析方式

入力自然語文が表す操作指示内容を正確に理解し、的確なコマンドを生成する自然語文解析方式は、第1章の具備要件を満たすことが必要である。このためには、次の2つが適用対象や操作内容に依存しない汎用形式であることが要諦である。

- (1) 入力自然語文の表す意味内容を定式化する意味表現形式
- (2) 様々の条件や形式を有するコマンドを汎用的に定義できるコマンドテンプレート

これらの形式を介し、以下の3つのステップで構成される自然語文解析方式を提案する。

- 第1ステップ：自然語文から(1)の意味表現形式を生成する意味理解
- 第2ステップ：(1)の意味表現形式から(2)のコマンドテンプレートに変換する意味構造変換
- 第3ステップ：(2)のコマンドテンプレートから実行コマンドの生成

2.1 操作指示自然語文の意味理解方式

2.1.1 従来の意味表現形式の問題点

自然語文の意味表現は、第一階述語論理のほかにも従来から数多く提案^{1)~4)}されてきた。これらの意味表現は機械翻訳のようにある自然語を別の自然語に変換(翻訳)する処理では有効な中間表現である。しかし、自然語インタフェースのように自然語を計算機等のコマンド(具体的には、実行システムに操作指示を与えるためのコマンドなど)に変換する処理では必ずしも有効な中間表現ではない。例えば、R. C. Schank が提案した概念依存構造⁴⁾には、以下の問題点がある。

- 概念依存構造をコマンドに直接的に変換することができない。例えば、「売上はどれくらいであるか？」という文に対する概念依存構造から、本来計算機が動作するために必要である「売上実績のデータをデータベースの売上マスタから検索する」に相当するコマンドへ変換することは、データベース検索などの適用対象に関する知識がないので困難である。
- 一般的常識とは異なるアプリケーションに依存した概念を記述することが困難である。例えば、例文「この図をもう少し右に移動しろ。」における「移動」は、一般的常識である物理的なものの移動や抽象的なもの

の移動という動作ではなく、「この図」を削除して「もう少し右」の位置に再表示するという複数の動作からなる処理のことであり、概念依存構造はこの種の処理を記述するのに向いていない。

これに対して、自然語インタフェースにおける意味表現形式は、

- 計算機が動作する操作指示ごとに必要な条件と結果とを構造的に明確に表現できる
- アプリケーションを操作指示した結果、新しく生成する対象を後で参照できる
- アプリケーションや談話に依存する知識を利用することができる

が必要である。

2.1.2 機能連鎖構造の導入

意味内容を定式化するためには、対象や条件や機能そのものを表象する「概念」と、対象や条件や機能の関わりあいを表象する「概念関係」とを表現する形式が必要である。いま、多種の操作を表現した自然語文において「概念」は、自然語表記上の用言に概ね対応する「機能を表す概念」と、自然語表記上の体言に概ね対応する「操作対象や条件などを表す概念」とに大別することができる。そして、「概念関係」は、「機能を表す概念」を基点とした「入出力関係」であると捉えることができる。この観点に立つと、ある「機能を表す概念」に対して、入力となる「操作対象や条件などを表す概念」と、出力(結果)となる「操作対象や条件などを表す概念」を結合することで意味を表現することができる。この意味表現形式を、以下では機能基本構造と呼ぶことにする。こ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」をリンクする意味ネットワーク表現を用いることにする。

以下では、「機能を表す概念」を表現するノードを、特に「操作指示ノード」と称し、「機能を表す概念」の個々の概念名称を「機能ラベル」と称することにする。「操作対象や条件などを表す概念」を表現するノードを、特に「操作対象・条件ノード」と称し、「操作対象や条件などを表す概念」の個々の概念名称を「対象意味ラベル」と称することにする。

「入出力関係」を表現するリンクは、操作対象・条件ノードから操作指示ノードへの有向リンクで入力関係を、操作指示ノードから操作対象・条件ノードへの有向リンクで出力関係を表現することにする。したがって、機能基本構造は、操作指示ノードを中心とし

て、その子ノードをその機能への入力ノードとし、親ノードをその機能からの出力ノードとした構造で表現できる (図1参照)。

ある操作の結果が別の操作の操作対象 (または、条件) となるということは、ある操作指示ノードの出力 (親ノード) を別の操作指示ノードの入力 (子ノード) と同一視することによって表現できる。これは、2つの機能基本構造を操作対象・条件ノードを介して、連結することに相当する。機能基本構造の連結により作られる構造を、操作指示自然語の意味表現形式として提案し、機能連鎖構造と呼ぶものとする。

機能連鎖構造の概念を自然語文「売上を棒グラフにしてこれを (画面の) 右上に移動せよ。」を例として図2に示す。この例では、「グラフ化」は「検索」の出力ノードを入力ノードとし、「移動」は「グラフ化」の出力ノードを入力ノードとする。このようにして、楕円で括った3つの機能基本構造が、連鎖的につながっている。

2.1.3 機能連鎖構造の構成方法

機能連鎖構造の構成方法は、まず、自然語文を辞書を用いて形態素に分割し、表階層モデル⁵⁾などの対象世界モデルや構文解析を用いて形態素の多義性を解消する。次に、「機能を表す概念」に相当する言葉の近傍から、それに対して入出力関係となる「操作対象や条件などを表す概念」に相当する言葉を探し出し、こ

れらの言葉を結合することによって機能基本構造を構成し、自然語文の前方から順次、機能連鎖構造を構成していく。

例えば、入力文「これを右上に移動せよ。」に対し、形態素解析、多義解消、構文解析を行う。この結果、意味のまとまりとして得られた各概念 (すなわち、「これ」、「右上」、「移動」) をそれぞれノードで表現しておく。そして、機能を表しているノード「移動」に着目し、表記上の位置関係や係り受け関係から、この「移動」に対する操作対象や条件を表している「これ」と「右上」を見つける。これら3つの概念を結合し、機能基本構造を構成する。

入力文が「売上を棒グラフにしてこれを右上に移動せよ。」の場合は、「売上」、「棒グラフ」、「これ」、「右上」、「移動」が概念として直接的に得られる。さらに、省略を補填する処理 (3.2節参照) によって、「(売上)検索」、「(検索結果の) 売上」、「グラフ化」、「(移動後の) グラフ」などの概念を補う。これらの概念から、3つの機能基本構造が構成される。すなわち、(1)入力ノードが「売上」、操作指示ノードが「(売上) 検索」、出力ノードが「(検索結果の) 売上」である機能基本構造、(2)入力ノードが「(検索結果の) 売上」と「棒グラフ」、操作指示ノードが「グラフ化」、出力ノードが「これ」である機能基本構造、(3)入力ノードが「これ」と「右上」、操作指示ノードが「移動」、出力ノードが「(移動後の) グラフ」である機能基本構造。この例文のように複数の「機能を表す概念」を含む場合は、前方の機能基本構造にとって出力となる概念を、後方の機能基本構造の入力となる概念として利用する。このようにして機能基本構造を結合し、機能連鎖構造を構成する。

2.2 意味構造変換方式

機能連鎖構造からコマンドテンプレートへの変換方式として、意味構造変換規則を適合度評価に基づいて選択し、適用する方式を提案する。

2.2.1 意味構造変換規則

意味構造変換規則は、機能基本構造からコマンドのテンプレートへの変換ルールであり、自然語とコマンドとの対応関係を示したものであり、条件部と帰結部

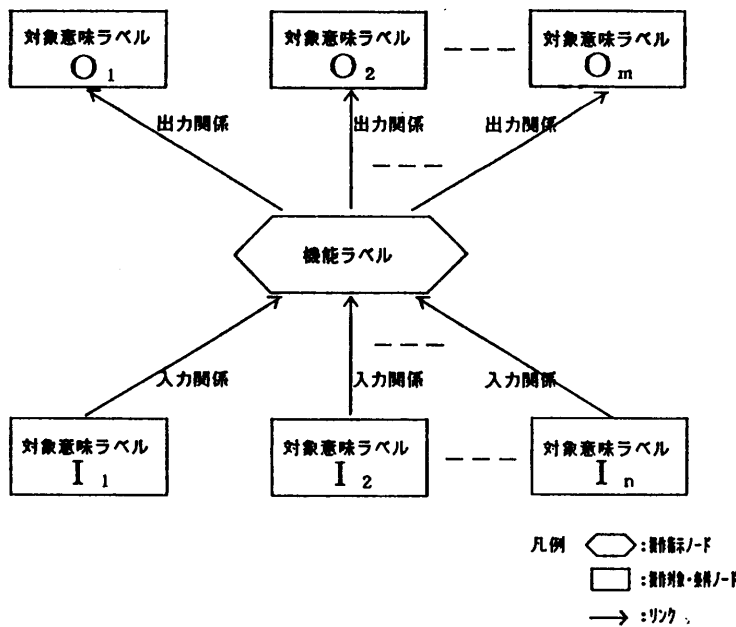


図1 機能基本構造の概念図

Fig. 1 The concept of basic structure for function.

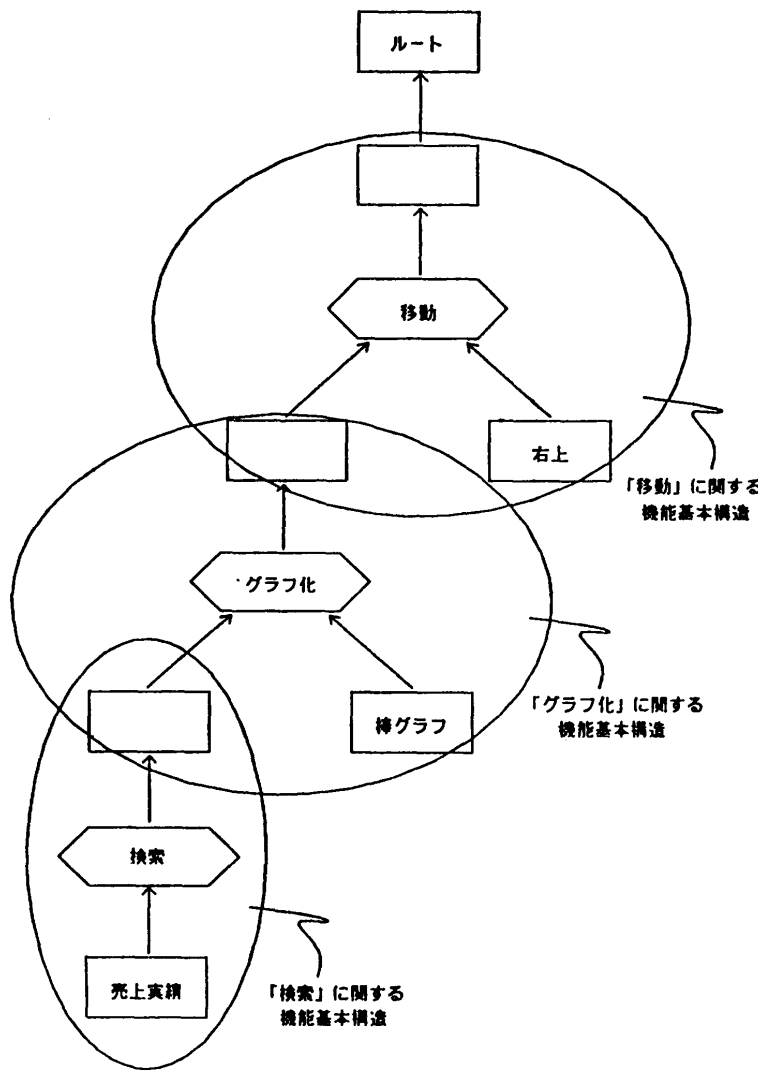


図 2 機能連鎖構造の概念とその例示
Fig. 2 The concept of chained functions structure and its example.

代名詞タイプ、指示する位置に存在する対象や絶対位置や相対位置を表現するプレスタイプ、を設ける。

(e) 操作対象・条件ノードを表す自然語表記に対する付属語の付接の必須/任意の区別とその表記

(c)~(e)の三つ組は、(a)の操作指示ノードが結合する操作対象・条件ノードと同数、記述する。

(2) 帰結部は、コマンドテンプレートに記述する。

(a) 実行コマンドの名称

(b) 実行コマンドの引数の与え方を指定する表現形式で、オペランドと同数、記述する。

コマンドの引数の与え方には、(i)直接的に文字列として与える定数型、(ii)参照位置などを間接的に与える変数型、(iii)(i)と(ii)との組み合わせ型や、さらにそれらの値を再加工する関数型、などがある。

本自然語文解析方式では、アプリケーションシステムに特有な知識を意味構造変換規則だけに記述し、この意味構造変換規則を外部定義ファイル化するとともに、この意味構造変換規則のための専用エディタを提供し、ユーザによる編集や登録を可能としている。したがって、当該システムに依存しない自然語文解析処理を当該システム

に対して簡易に適用することができる。

意味構造変換規則の定義の仕方に関して、「(テーブルの表示位置の)移動」操作を例に概説する(図3参照)。すなわち、意味構造変換規則の条件部は、(1)操作指示ノードが「移動」であり、(2)「移動」ノードの子ノードには、テーブルタイプのデータで助詞が「を」であるノード (Obj 1) と、プレスタイプのデータで助詞が「に」であるノード (Obj 2) があり、(3)「移動」の親ノードはテーブルタイプのデータであるという機能基本構造への条件が記述されている。帰結部は、(1)コマンドの名称が「Move」であり、(2)第1引数が (Obj 1) であり、(3)第2引数が (Obj 2) であるというコマンドのテンプレートが記

からなっている。

(1) 条件部は、2.1 節で得られた機能連鎖構造から照合選択する機能基本構造に対する条件を表す。

- (a) 操作指示ノードの機能ラベル
- (b) (a)の機能ラベルが同一の意味構造変換規則の適用優先度
- (c) 操作対象・条件ノードの対象意味ラベル
- (d) 操作対象・条件ノードのデータタイプ

データタイプとして、例えば、数値や文字列を表すセルデータタイプ、セルデータの属性を表現するフィールドタイプ、フィールドとセルデータの間を集合的に扱うテーブルタイプ、ある文字列の引用を表す引用語句タイプ、前記4つのいずれかを代用指示する

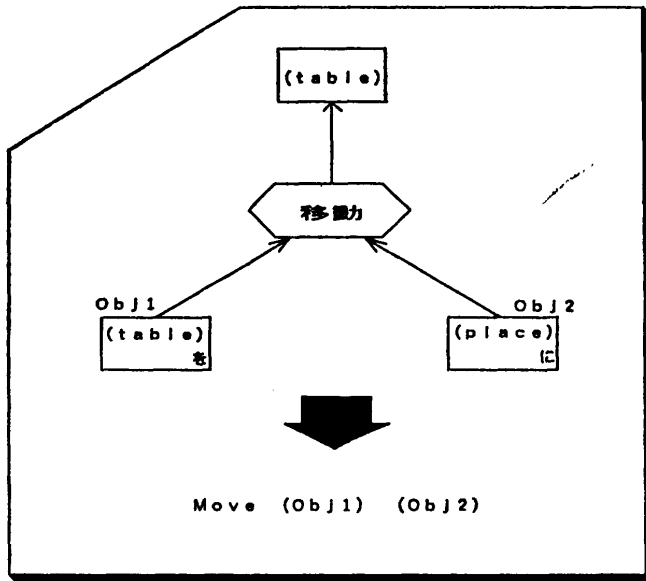


図 3 意味構造変換規則の概念図

Fig. 3 The concept of rule for changing basic structure for function into command templates and its example.

述されている。

2.2.2 意味構造変換規則の選択方法

自然語文から得られた機能連鎖構造の部分構造である機能基本構造と意味構造変換規則の条件部とを照合し、最も適合した意味構造変換規則を選択する方式を提案する。すなわち、

(1) 意味構造変換規則の条件部にあらかじめ記述された各条件に対し、その条件を機能基本構造が満たしたときの得点、満たさなかったときの得点、不明であるときの得点をそれぞれ割り当てておく。例えば、この得点の値には、次のような制約を付加しておく。

- (a) 多くの条件が一致する意味構造変換規則が、より高得点となる。
- (b) 自然語の表記、操作対象・条件ノードのデータタイプ、付属語の有無、付属語の適・不適、代名詞・準代名詞の有無、意味構造変換規則の優先順位などを一致条件の対象として用いる。一致条件を満たすものは、それぞれ適切な得点を得る。
- (c) 「機能を表す概念」、自然語の表記、操作対象・条件ノードのデータタイプなどに関する一致条件が不一致のときは、得点を無効にする。

- (2) 機能連鎖構造から、機能基本構造を取り出す。
- (3) 取り出した機能基本構造に対し、ある1つの意味構造変換規則の条件部の各条件と照合し、条件部の操作対象・条件ノードへの条件ごとに得点を累計する。

(4) すべての累計得点が最低基準得点を越える意味構造変換規則のうち、さらに優先順位を考慮して意味構造変換規則を選択する。累計得点が1つでも最低基準得点を越えない場合、その意味構造変換規則は解釈不可能として選択されない。したがって、自然語文中の省略の度合いに応じて最適な意味構造変換規則が選択されるため、場合に応じた適切な応答ができる。例えば、

- (i) 省略がなく一意で明瞭な自然語文のときは、コマンドテンプレートだけを生成し、
- (ii) 省略が少量のときは、適切に補ったコマンドテンプレートと、操作指示内容を確認するためのメッセージ用テンプレートとを生成し、
- (iii) 省略が多量のときは、入力操作ガイダンス・ヘルプメッセージ用テンプレートを生成し、
- (iv) 省略が多すぎたため解釈が不可能のときは、エラーメッセージを生成する。

一般に省略が多量になると意味の曖昧性が大きくなるので正しいコマンドを生成することが難しくなるが、本方式では、正しいコマンドを生成できないときでも、適合度に応じて適切な応答を返すことができる。

なお、自然語文の解析に失敗して、必要な情報が部分的に得られなかった場合も、システムはこれのある種の省略とみなし、上記(ii)~(iv)の方法を利用する。

2.3 実行コマンド生成方式

2.3.1 具体化用データの参照による実行コマンド生成方式

意味構造変換規則の選択によって選択された意味構造変換規則の帰結部のコマンドテンプレートを実行コマンドに変換する。コマンドテンプレート中の変数型と関数型の引数は、対象意味ラベルと実際のデータの所在との対応関係を示す具体化用データを参照して、具体的な値に変換する。本システムでは、具体化用データを表形式で表現することになっている。例えば、「これ」「右上」「販売単価」などの対象意味ラベルを縦の項目に割り当て、「その対象意味ラベルの存在するテーブル」「画面上の表示位置」などのデータの所在を横の項目に割り当てる。各項目の交差欄には、当該時点に所在する実データの値が入る。

入力自然語文からは一般に複数のコマンドが生成で

きる。後方のコマンドを生成するには、前方のコマンドの結果情報を利用しなければならないことが多い。そこで、対象意味ラベルの評価は、後方の実行コマンドを実際に生成するまで遅延しておくことにする。したがって、実行コマンドの生成に最新の更新を受けた具体化用データを用いることができるので、ユーザが与えた時点では一意には解釈のできない照応対象を正しく解釈することができるようになる。

2.3.2 具体化用データを取得する方式

対象意味ラベルの指す実際の操作対象は動的に変化していることが多い。したがって、システムは第三者的にシステムの状態を管理し把握する必要がある。システムの状態をチェックするいくつかの別プロセス(デーモンなど)は、具体化用データ内のそれぞれ担当した対象意味ラベルまたはデータの所在に関し最新のデータに更新する。これによって動的に変化する対応関係を管理することができる。

例えば、画面に表示している対象の情報を管理する処理では、ユーザが見ている対象の色や大きさや表示位置などを管理することで、照応表現や省略表現を適切に解釈することができる。

3. 照応表現と省略表現の解釈方法

3.1 照応表現の解釈方法

3.1.1 処理の対象とした照応表現

本研究では、操作指示文としてよく使われる次のタイプの照応表現を解析対象とした。

- (1) 自然語文の前方に明示的に表現された概念に対する照応表現

「好成績な営業所は？ その売上は？」

- (2) 自然語文の意味する操作指示の結果によって生成される概念に対する照応表現

「文書を印刷し、それを送付せよ。」

- (3) 照応対象は文中に表記されないが、聞き手が同一の対象を知覚している場合の照応表現

「(ある本を指差して) この題名は？」

3.1.2 照応対象の同定方法

自然語インタフェース処理における体言(代名詞を含む)は、構文的には勿論、システムの処理上具体的な対象に同定しなければならない。ところが、一般にこの体言が表している対象は動的に変化している。

例えば、ある談話の対象とする対象意味ラベル「売上」は、(1)ある時点における計算機主メモリ上のワーク処理用テーブル上のデータであるかもしれない

し、(2)画面上の左下に先程まで表示されていたデータであるかもしれないし、(3)現在赤の破線で表現されている折線グラフであるかもしれない。(1)~(3)は皆、対象意味ラベル「売上」として適合する選択候補であり、これらの具体的な対象の選択候補の中からその文脈にとって適切な「売上」に同定しなければならない。

また、代名詞や名詞や固有名詞などの従来の名詞の区別は、直接的あるいは間接的に表現する度合いの主観的な分類である。例えば、文法的には代名詞ではないが、ある特定の名詞的概念を代表するために、「右上」「赤」「さっきの」「1つ」などが使われている。

本研究では、「売上」や「右上」の照応対象を同定するために、代名詞に限らず広く名詞に関する内包性の意味表現方法として「対象意味ラベル」を導入し、これによって体言を統一的に扱うことにした。

具体例(図4参照)を用いて、照応表現の解析方法を説明する。今、例文として「これを右上に移動せよ。」を用いる。この与えられた自然語文から操作指示ノードの「移動」を中心に、対象意味ラベル「これ」と「右上」とが子ノードとなる機能連鎖構造を構成する。この機能連鎖構造から、最適な意味構造変換規則を選択する。選択すると同時に、対象意味ラベル「これ」にはテーブルタイプ、対象意味ラベル「右上」にはプレイスタイプ、とする変数型の引数の与え方が付加されたコマンドテンプレートが生成される。この具体化方法に則り具体化用データを参照し、対象意味ラベルを実際の照応対象に変換する。今の例では、対象意味ラベル「これ」は、「ワークテーブル 1」に、対象意味ラベル「右上」は、「Top-Right」に変換される。ここで「ワークテーブル 1」、および、「Top-Right」は、アプリケーションシステムが直接使用している識別子である。

3.2 省略表現の解釈方法

質問応答や操作指示を表現する自然語文によく出現する省略表現と、それらの対処方法を述べる。

- (1) 操作指示を表す語彙の省略

(a) 表現上の反復を避けるために起こる用言の省略は、意味構造変換規則を援用して補填する。

(b) 「表示せよ」や「検索せよ」などのようにシステムにとって基本操作であるが故にユーザが省略しがちな用言は、当該用言を補填する。

- (2) 必須なオペランドに対応する語彙の省略

(a) 各コマンドの必須オペランドに相当する自然

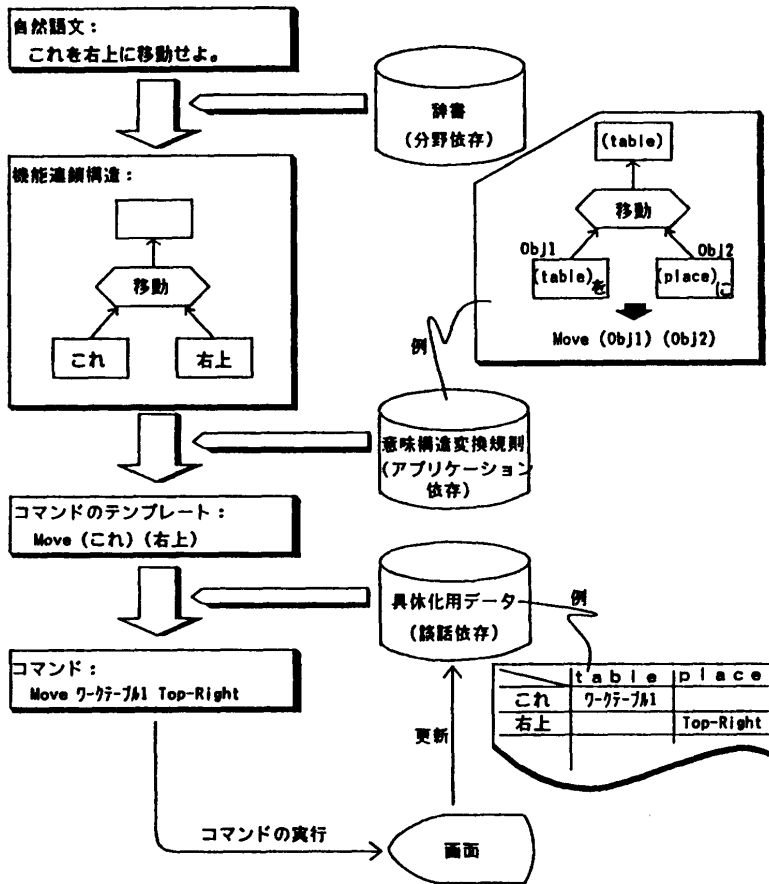


図 4 照応表現を含む文を解析する処理の概略図
Fig. 4 Flowchart of parsing sentences contained anaphoric descriptions.

語表現が省略されている場合、デフォルト値を使用したり、曖昧な箇所の意味の決定をユーザに聞き返したりする意味構造変換規則を用意する。

- (b) 前の操作指示によって導出された概念が明示的には陳述されていない場合、機能連鎖構造が、前の操作指示の結果を次の操作指示の操作対象と解釈することを可能としている。
- (3) 助詞などの格関係を指示する自然語表現が省略された場合は、意味構造変換規則の選択に適合度評価を利用する。ただし、省略が多くなると、適切な意味構造変換規則の選択は難しくなる。
- (4) 助動詞や、操作指示のために使われている用言の活用語尾は無視する。

省略表現の解析方法を具体例(図5参照)「棒グラフ、表示。」を用いて説明する。この例文を「これを棒グラフでグラフ化し、それを表示しろ。」と解釈する方法を述べる。まず、例文から、「表示」と「棒グ

ラフ」とを結合した機能連鎖構造の原型を構成する。

- ① 冗長な表現となるために省略されている用言「グラフ化せよ」のために、例文中の「棒グラフ」をキーにし、意味構造変換規則を参照して操作指示ノード「グラフ化」を補填する。
- ② 「グラフ化」の操作結果を代入する親ノードを生成し、次の「表示」の操作対象(「それを」に相当する)を補填する。
- ③ 例文中で省略されている「グラフ化」の操作指示対象は、意味構造変換規則の帰結部のデフォルト値によって、「これを」を補填する。
- ④ 「グラフ化」に対する「棒グラフ」は、「で」のような格助詞が省略されているので、意味構造変換規則における適合度が低くなる。他に高得点となる意味構造変換規則がなければ、「で」の意味付けとして解釈する意味構造変換規則が適用される。

- ⑤ 活用語尾の省略に対する解釈。操作指示「表示」は、サ変型名詞であり、用言としても使えることが分かるので、命令形のある形「表示しろ」と同義に扱うことができる。

4. 自然語インタフェース構築ツールの構成

自然語インタフェース構築ツールのシステム構成(図6参照)は、以下のようにした。

- (1) 自然語文解析 & コマンド生成部
 - (a) 自然語文の意味理解処理

自然語文を形態素に分割し、各形態素の意味の多義性を解消し、機能連鎖構造を構成する。
 - (b) 意味構造変換処理
 - (c) 実行コマンド生成処理
- (2) 対象世界記述表現部
 - (a) 辞書：自然語の文法的な知識や、アプリケーションシステムの適用対象業務に関する知識⁶⁾
 - (b) 意味構造変換規則
 - (c) 具体化用データ

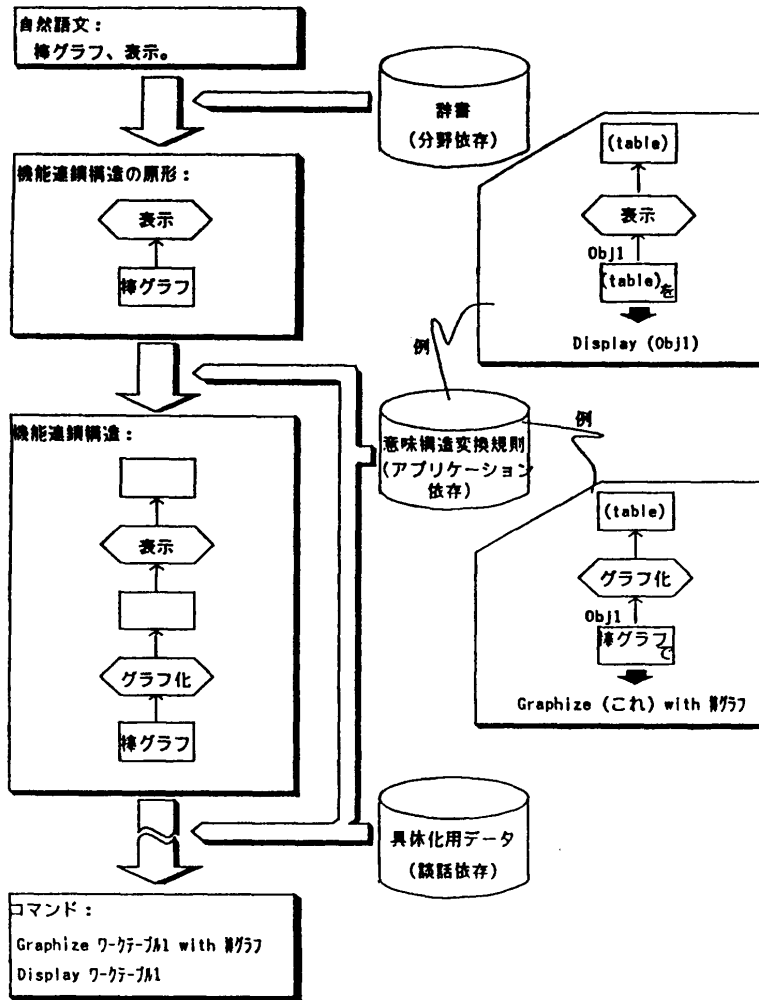


図 5 省略表現を含む文を解析する処理の概略図

Fig. 5 Flowchart of parsing sentences contained elliptical descriptions.

(3) 対象世界記述保守部

(2)の各種知識表現を保守するエディタなど。

意味構造変換規則の専用エディタの具体例を図7に示す。図7は、「(グラフの表示位置の)移動」という機能に関する1つの意味構造変換規則(2.2.1項参照)の保守場面である。図7は、意思決定支援システムのコマンドテンプレートを記述しているが、そこを他のアプリケーションシステムのコマンドテンプレート、例えば、オペレーティングシステムのコマンドテンプレートで書き換えれば、「(ファイルのディレクトリ間の)移動」という機能に関する意味構造変換規則が登録できる。

(4) システム情報管理部

画面情報に基づいて具体化用データを更新する処理など。

- (5) アプリケーション入力部
- (6) アプリケーション実行部

データベース検索システム、意思決定支援システム、オペレーティングシステム、スケジュール管理システム、エキスパートシステム、知的ガイダンスシステム等、アプリケーションシステムの実行部

(7) アプリケーション出力部

C言語で、(6)を除いて約20キロステップである。

5. 評価と考察

本研究の方式に基づいて開発した自然語インタフェース構築ツールを、具体的な意思決定支援システムに適用し、評価した。

(1) 多種分野への適用性 (transportability)

機能連鎖構造は、操作指示用言とその入出力条件を基本に、複数操作の連鎖を表現できる形式であり、その表現形式から多種の操作指示の意味を表現できる。このことは、データベース検索を含む多種分野に適用可能であることを意味している。

アプリケーション依存知識を、汎用的な規則である意味構造変換規則

によって自然言語処理から分離して外部に専用データとして記述し、部品化している。したがって、アプリケーション依存知識を変更するだけで多種多様なアプリケーションシステムに対応することが可能である。

(2) インタフェース構築支援

分野依存知識や、アプリケーション依存知識や、談話依存知識などの対象世界の知識が自然言語処理から分離し、部品化している。このため、エディタによる対象世界の知識の保守が可能である。

また、本方式は、形態素解析処理、構文解析処理等も部品化しているので、これらの部品を結合してシステムに応じた自然語インタフェースを簡易に構築できるプログラムモジュール群や、データベースから辞書等を自動または半自動的に生成するプログラムなどの支援プログラム群の提供を可能としている。

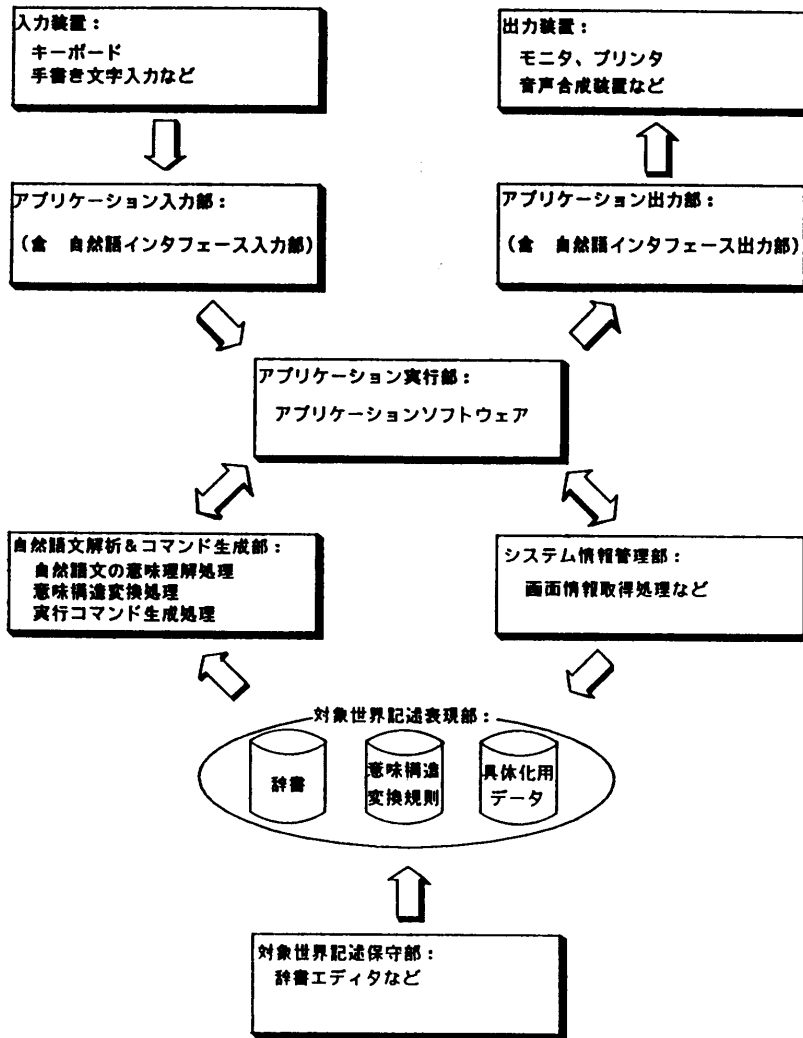


図 6 自然語インタフェース構築ツールのシステム構成図

Fig. 6 System configuration of the natural language user interface builder.

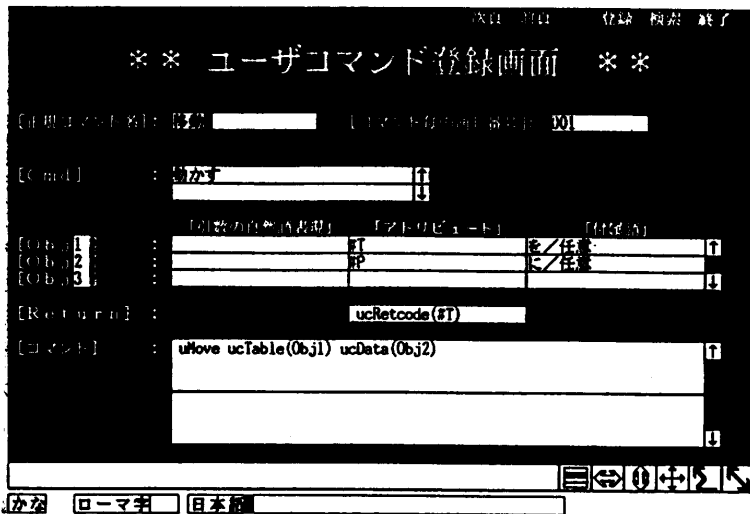


図 7 意味構造変換規則の登録画面

Fig. 7 The editor for rules (cf. Fig. 3).

日本語の文法に依存する知識は自然言語処理プロシージャの中に含まれている。今後はこの種の文法依存知識も処理から分離し、多言語に対応していく必要がある。

(3) 入力表現の自由度 (flexibility)

(a) 2.1.3 項で述べた機能連鎖構造の構成方法によって、連用修飾語句の語順や省略表現とは無関係に機能連鎖構造を構成することができる。また、操作指示に不要な語句への解釈を行わない。したがって、自由度の高い自然語文の意味理解が可能である。

(b) 2.3.1 項で述べた方式は、自然語文の後方の語彙の意味の確定を実際にそれが必要になるまで遅延させているので、ユーザが与えた時点では一意に解釈できない自然語文を解釈することができる。

(c) 本システムでは、全文否定を解釈しない。ただし、簡単な禁止命令はその表現全体を登録すれば、解釈可能である。

(d) 3.1 節で述べた方法によって、「これ」、「右上」などの照応表現で対象を指示することができる。

(e) 3.2 節で述べた方法によって、付属語の省略、直前の操作結果の表記上の省略、用言の省略などが解釈可能であり、省略の度合いに応じてシステムが応答することができる。

(f) コマンドの coverage

操作指示を表現する自然語文は、操作指示の用言と、対象や条件を表す連用修飾語句（あるいは、「～が～で」、「～を～として」というパラメータ値を特定する表現）との組み合わせで表現できる。一方、本システムは、コマン

ドに対応する自然語表現を、1つの用言と、それを修飾する連用修飾語句の組み合わせという形で登録できる。したがって、各種システムのコマンドをカバーすることができる。

(4) 本研究に残された課題として、辞書の自動生成方法、操作対象とその属性の汎用定義方法、量子子のスコーピング解析方法、談話の認識による自然語解析方法、推論や学習との連携、意味構造変換規則を選択する基準の検証と評価と改良、意味構造変換規則の精緻化などがある。

6. おわりに

対象分野や対象操作コマンド特有の情報を定義するだけで種々のシステム上に自然語インタフェースを簡単に構築できるようにすべく、自然語インタフェース構築ツールを実現した。これは、(A)自然語で表された操作指示の意味を表現する機能連鎖構造と、(B)適用対象に非依存な意味構造変換方式と、(C)操作対象の動的変化の逐次監視に基づく実行コマンド生成方式、が基本技術である。また、自然語インタフェースを構成する処理や知識を部品化することで支援プログラム群の提供を可能とした。さらに、本研究の方式を具体的な意思決定支援システムに適用し、評価した。この結果、(i)データ検索に必要な質問応答文に加え、データの加工や表示形態の変更に必要な操作指示文の解析ができること、(ii)対象分野や対象操作コマンドの意味を適用対象に非依存の形式で定義するだけで自然語 IF が構築できること、(iii)照応表現の同定や省略表現の補填と解析ができることを確認し、上記の目的を実現できる見通しを得た。今後の課題としては、操作対象とその属性の汎用定義方法、談話の認識による自然語解析方法、推論や学習との連携、などが残っている。

謝辞 終わりに、本研究の機会を与えていただいた(株)日立製作所システム開発研究所 堂免信義所長、森文彦第5部部长、本研究を進めるにあたりご討論とご協力をいただ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) Winograd, T.: *Understanding Natural Language*, Academic Press (1972).

- 2) 中川 優, 加藤恒昭: 日本語データベース検索システムにおける意味理解方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 27, No. 11, pp. 1069-1076 (1986).
- 3) Wilensky, R., Arens, Y. and Chin, D.: Talking to UNIX in English: An Overview of UC, *Comm. ACM*, Vol. 27, No. 6, pp. 574-593 (1984).
- 4) 田中穂積, 辻井潤一(共編): 自然言語理解, pp. 109-119, オーム社 (1988).
- 5) 絹川博之: 表階層モデルに基づく自然語インタフェース処理方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 27, No. 5, pp. 499-509 (1986).

(平成3年1月14日受付)

(平成3年5月7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。



平井 章博 (正会員)

昭和32年生。昭和54年早稲田大学電子通信学科卒業。昭和56年同大学院修士課程修了。同年(株)日立製作所入社。以来平成3年まで、同社システム開発研究所に所属。昭和63年～平成元年、カーネギー・メロン大学客員研究員。自然言語処理、ニューラルネットワークの研究に従事。ACM 会員。



絹川 博之 (正会員)

昭和22年生。昭和45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。昭和61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。