

コンピュータのための自然語インタフェース

Natural Language Interface for Computer Systems

絹川博之* Hiroshi Kinukawa

OA機器の普及や知識工学応用システムの実用化に向けて、計算機を簡易に操作できることが望まれてきている。これにこたえるためには、「何をしたいか」を日常会話に近い日本語文表現で使用者が入力すれば、計算機がそれを理解し、操作言語に変換する自然語インタフェースが必要である。自然語インタフェースの具備要件は、(1)断片的な言い回しや語の省略を含む自由な日本語文表現が受け付けられることと、(2)分野特有の言葉や意味関係を定義するだけで、多種の分野に適用できること、である。データベース検索用の自然語インタフェースについて、これらの要件を満たすものとして、表階層モデルに基づく方式HITNICE-Qを提案した。この方式は、各種問い合わせ応答システムに広く応用できる。

1 緒言

パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサなどのOA(オフィスオートメーション)機器の普及に伴い、これらの機器は不特定ユーザーにとっても簡易に扱えることが必要となってきた。不特定ユーザーは、「何‘What’をしたいか」は分かっているが、「どう‘How’すればよいか」が分からないことが多い。このような場合にも機器が使えるためには、OA機器ユーザーが、「何‘What’をしたいか」を機器に指示すれば、所望の仕事を行うことができる必要がある。不特定ユーザーにとって、‘What’の簡易な表わし方の一つに、日常会話に近い自然な日本語文を用いることがある。また、知識工学応用のエキスパートシステムでも、簡易に操作できることが望まれており、その一つとして自然語の使用がある。これらを実現するためには、自然な日本語文で表された作業指示文を受け付け、‘What’を認識し、システムの理解できる‘How’、すなわち操作指示言語形式に変換する自然語インタフェース機能が必要である。自然語インタフェース機能の適用分野としては、情報案内サービス、データベース検索、問題向き言語(例えば、第4世代言語)のユーザーインタフェース部があり、パーソナルコンピュータネットワークを介したVAN(Value Added Network)サービスや、流通、金融関係の窓口ユーザーサービスなどが考えられる。米国では、自然な英語文によるデータベース検索¹⁾が実用化されている。

本稿では、データベース検索用の自然語インタフェースHITNICE-Q(Hitachi Natural Language In Computer Environment-Query)を具体例に、その具備要件とシステム構成及び処理方式について述べる。

2 自然語インタフェースの構成と具備要件

自然語インタフェースの基本構成は、次の三つである。

(1) 日本語辞書

操作指示日本文中の用語に関し、品詞分類、意味分類を定義する。

(2) 適用対象情報辞書

適用対象に特有な意味関係や適用システム固有の情報を定義する。

(3) 日本語解析部

上記(1)、(2)を参照し、‘What’を表す自然な日本語指示文を解析し、‘How’を表す計算機操作言語形式に変換する。

自然語インタフェースは、この‘How’を表す計算機操作言語形式を介して、対象システムに操作指示内容を伝えるものである。以上の構成を図1に示す。

自然語インタフェースは、基本的には(1)Robustness(頑強性)、Flexibility²⁾(柔軟性)と、(2)Transportability³⁾(可搬性)との2点を具備している必要がある。これら2点の定義と具体的内容を以下に示す。

(1) Robustness(頑強性)、Flexibility(柔軟性)

(a) 受容可能な構文の範囲が広く、自由な表現ができること。

(i) 問い合わせの表現形式として、

What形疑問文：疑問詞(何、だれ、どこ、など)の明示、省略いずれも可

Yes-No形疑問文、How-much形疑問文の許容

(ii) 文体：依頼調「……してくれ」、命令調「……せよ」、ていねい調「……して下さい」など、種々の表現許容

(iii) 指示代名詞・限定詞の使用可(下例のアンダーライン)
(例) 「私のファイル」, 「そのファイル」

(iv) 否定表現可

* 日立製作所システム開発研究所

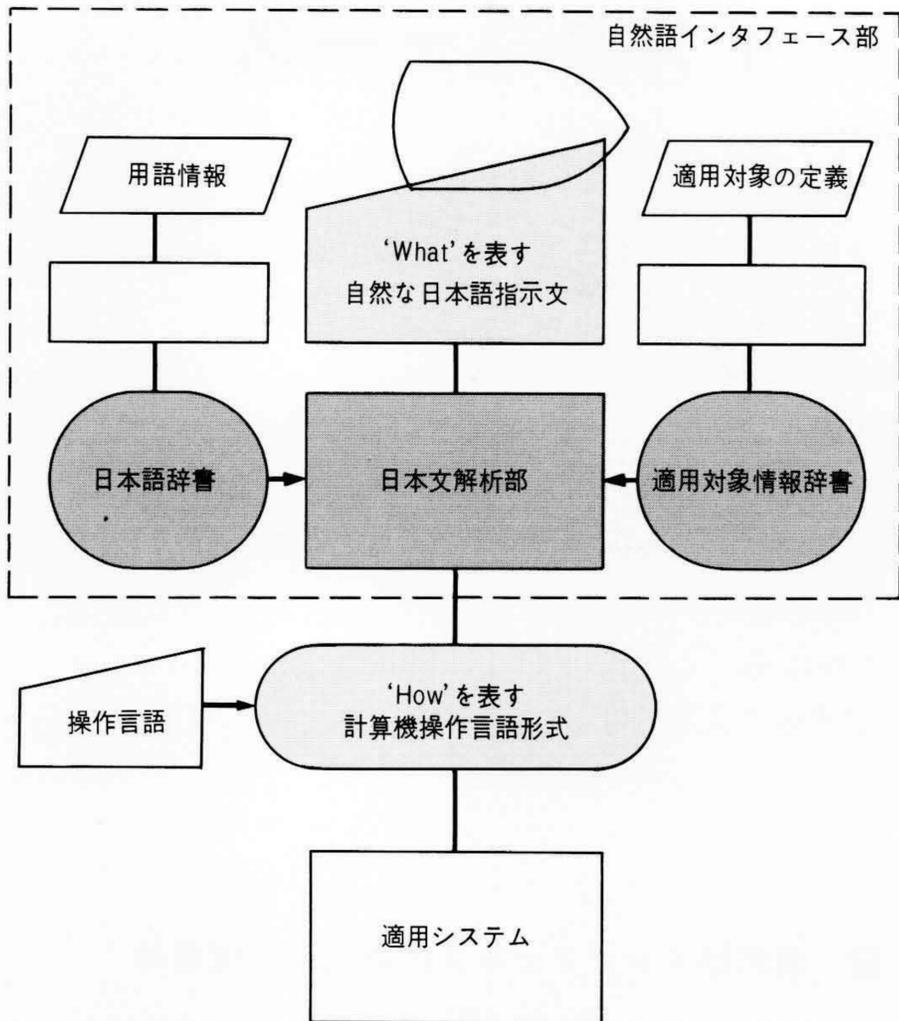
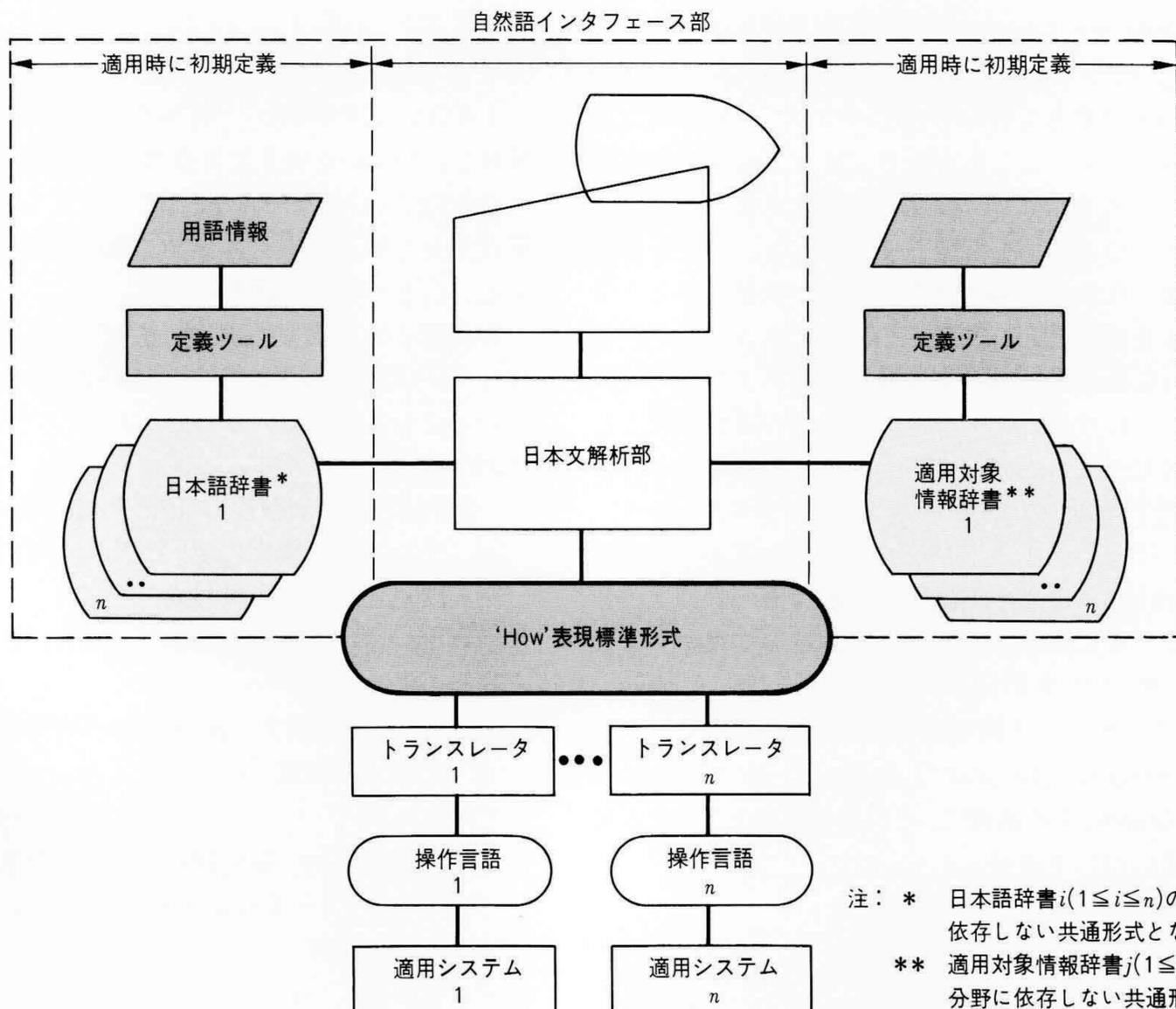


図1 自然語インタフェース機能構成と対象システムへのつながり方 用語を定義する日本語テーブルウェア、適用対象を定義する情報部及び日本語解析部から成る自然語インタフェースの機能構成と、対象システムへのつながり方を示す。

- (例) 「A部品を供給していない。」
 - (v) 体言句・並列句の含有可
 - (例) 「AかつBであるC」
 - (vi) 比較表現可
 - (例) 「Aより大きいB」
 - (vii) 限量表現可
 - (例) 「～を満たすすべてのC」
 - (viii) 意味あいまい(曖昧)文の識別・理解
 - (例) 「日本語の解説」: 「日本語を解説」か, 「日本語で解説」かの識別
 - (b) 非文法的表現の混入の許容
 - (i) 省略表現: 助詞の省略, つなぎの言葉の省略
 - (ii) 「テニヲハ」の言い誤りの許容
 - (iii) 断片的な言い回しの許容
 - (c) 問い合わせに無関係な表現の混入の許容
 - (例) 間投詞, 副詞などの混入
 - (d) 使用者の習熟度に応じた表現の許容
 - (i) 略表現の登録と使用
 - (ii) 適用システム固有の操作言語による指示の許容
- (2) Transportability (可搬性)

可搬性とは、主として下記2項目を満たすことを意味している。これらを満たすために、ユーザーをシステム提供ユーザーと窓口エンドユーザーとに二分して考える必要がある。

(a) 構成プログラムシステムに関する可搬性



注: * 日本語辞書 $i(1 \leq i \leq n)$ の構造形式は、分野に依存しない共通形式となっている。
 ** 適用対象情報辞書 $j(1 \leq j \leq n)$ の構造形式は、分野に依存しない共通形式となっている。

図2 自然語インタフェースのDBMS及び多種適用対象に関する可搬性 自然語インタフェースは、'How'表現標準形式により、DBMSに関する可搬性、適用対象固有情報の初期定義可とすることによる多種適用対象に関する可搬性を具備可能となる。

検索システムを構成するDBMS(データベース管理システム)は種々存在するが、それぞれの検索言語は一般には異なる。実際、日立製作所のDBMS製品、XDM(Extensible Data Manager), RDB 1 (Relational Database Manager 1), あるいは情報検索用DBMSであるORION(Online Retriever of Information)などでは、検索言語形式は異なっている。多種のDBMSに搭載できる構造となっていることが、構成プログラムシステムに関する可搬性である。これを実現するためには、図1の‘HOW’を表す計算機操作言語形式を特定の適用システムに依存しない標準形式とし、個々の適用システムへのトランスレータを介する構造とする必要がある(図2参照)。

(b) 適用対象に関する可搬性

適用対象に関する可搬性とは、種々の分野のデータ・情報の検索システムを対象分野固有情報だけの定義で構成できることである。対象分野固有情報は、当該分野で使用する言葉、それらの意味関係情報、及び構成DBMS固有定義情報である。これら分野固有情報を、分野に依存しない共通の構造形式の辞書に定義できるシステム構成とすることにより、多種対象に適用可能となる(図2参照)。

3 データベース検索用自然語インタフェース方式

データベースを自然語で検索するインタフェース方式を開発した。

3.1 適用対象の意味関係のモデル化

データベース中のレコードは、属性項目の値が定められた順序、形式で配列されたものである。例えば、「会社名」という属性項目に応じて、「日立製作所」がその値となる。属性項目そのものを表す言葉、属性項目の値を表す言葉にも一般には種々の同義語、上位・下位語表現が存在する。自然語指示文中に出現するこれらの語の修飾関係を認定するためには、

単なる構文的修飾関係だけでなく意味的な関係も認定する必要がある。この意味的な関係を認定するためには、適用対象とする世界がマクロに見てどういう意味関係にあるかを、定義しておく(これを対象世界のモデル化という。)必要がある。モデル化の一つの方法として、データレコードが属性項目の値の羅列である点に注目して以下の方法を考えた。

- (1) 一定の関係にある属性項目を一つの関係表にまとめる。
- (2) ある属性項目に関する構成要素を示す項目群や詳細属性を示す項目群などを、上位-下位の階層関係として定義する。

この方法は、データの関係モデル⁴⁾に基づく複数の関係表に関し、複数表間の意味的階層関係の定義を可能としたものといふことができ、これを表階層モデル^{5),6)}と呼んでいる。新製品開発情報提供システムでの表階層モデルを図3に例示する。属性項目を表す語の同義語としては、新製品開発記事文中では、メーカーの「販売」は、「開発」に相当するというような、適用対象特有の同義関係もある。

3.2 自然語問い合わせ文の特性と‘How’表現標準形式

データベース検索での自然語問い合わせの具体的な文例を分析し、2章に述べた具備要件を満たすように特性抽出を行い、‘How’表現標準形式を設定した。抽出した問い合わせ表現の主な特性を⁹⁾以下に示す。抽出例では属性項目を英文字で表す。ここで、英大文字は属性項目名を、英小文字は属性項目データ表現語を表す。

- (1) 検索条件の表現は、以下に示す特性を持つ。
 - (a) 属性項目名と属性データ表現語とが、等号関係指示語、又は大小関係指示語で結ばれている。
 - (b) 属性項目名は、属性項目データ表現語と隣接して表されているか、省略されている。
 - (c) 「等しい」関係表現は、明示されないことが多いが、ときには「等しい」、「同じ」などの言葉が明示されている。
 - (d) 数値表現の大小関係を表す語として、「から」、「まで」

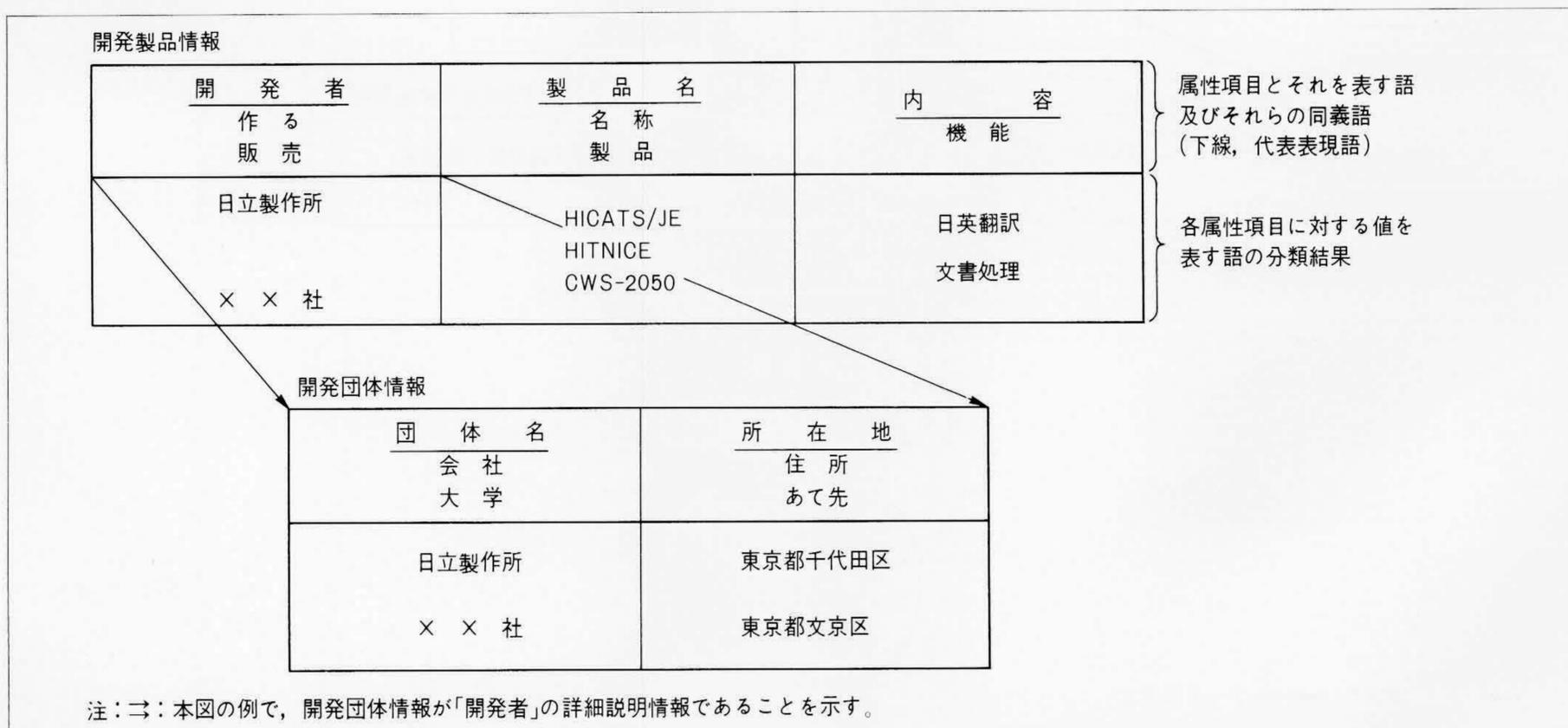


図3 表階層モデル例 新製品開発情報の提供を例に、データレコードを構成する属性項目群間の関係と各属性項目を表す語の関係を例示する。

の付属語に加えて、「以上」、「以下」、「大きい」、「早い」などの自立語がある。

(e) 「数値表現の大小関係を示す語が、数値を取り得ない属性項目表現に付接することがある。

(例1) aより速い計算機(M-680より速い計算機)

——線：大小表現部

これは数値を取る属性項目表現が、省略されることにより発生する。

(f) 等号・大小関係の否定を表す付属語は、属性項目名、属性項目データ表現語のいずれにも付接できる。以下の(例2)、(例3)は同意である。

(例2) AがaでないBは?

(開発者が日立でない製品は?)

(例3) aがAしないBは?

(日立が作っていない製品は?)

——線：属性項目名

——線：属性項目データ表現語

~~~~線：否定表現部

(2) 検索結果の提示法を指示する表現は、以下に示す特性を持っている。

(a) 未知の内容を知るためのWhat形文は、疑問指示語又は属性項目名で指示する。後者については、対になる属性項目データが表されておらず、ほとんどの場合、文末に近いところに現れる。

(b) 既知の又はあいまいな事実を確認する。Yes-No形文は、検索条件を表す表現の羅列で示されることが多い。

(3) 並列句は、接続詞又は並立助詞で表される。論理和を示す語がないときは、論理積を表すことが多い。

(4) 数値データに関して「最大・最小値」、「平均値」を求める指示や、問い合わせ結果に関して条件に合う「個数」を求める指示などがある。

(5) 属性項目名、属性項目データ表現語は、名詞とは限らない[(例3)参照]。

(6) あいまいな条件を示す語[(例)超大形]が使用される。

(7) 文末は、疑問指示助詞が付接するとは限らず、願望・依頼を表す言い回しや、命令表現となることがある。3.1節に述べた表階層モデルと以上の特性分析に基づき、属性項目名と属性項目データ表現語との組み合わせを基本単位項とする論理演算形の表現形式を定めた。この形式を属性項目単位形表現形式<sup>6)</sup>と呼んでいる。

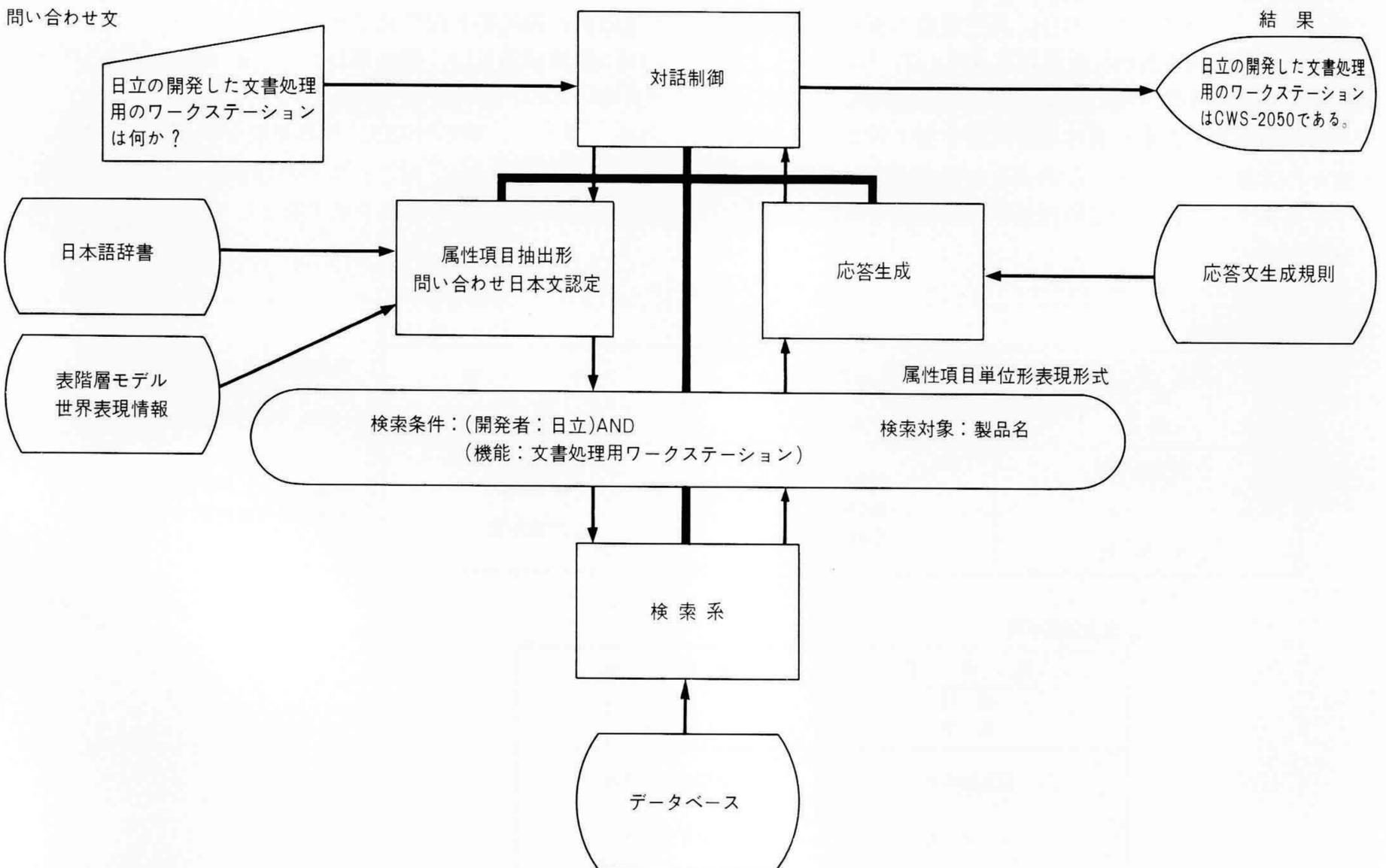
### 3.3 自然語インタフェースHITNICE-Qの構成

データベース検索用の自然語インタフェースとして、表階層モデル(3.1節)に基づき、入力日本語文を解析し、属性項目単位形表現形式(3.2節)に変換する方式HITNICE<sup>6)</sup>-Qを提案している。このHITNICE-Qの構成を以下に示す(図4参照)。

(1) 自然語インタフェース系

(a) 対話制御：以下の(b)、(c)及び(2)の制御

(b) 属性項目抽出形問い合わせ日本文認定：日本語辞書、



注：—— 制御の流れ，——> データの流れ

図4 データベース検索用自然語インタフェースHITNICE-Qの構成の構成を示す。

表階層モデルに基づくデータベース検索用自然語インタフェースHITNICE-Q

表階層モデル世界表現情報を参照し、入力問い合わせ日本文を解析し、属性項目単位形表現形式に変換する。

(i) 日本語辞書

問い合わせ日本文中に現れ得る自立語、付属語に関し、属性項目分類情報、品詞分類情報を付与して登録する機械辞書である。適用対象分野固有の言葉は、あらかじめまとめて収録する。疑問指示語、指示代名詞、接続指示語も同様にあらかじめ収録する。

(ii) 表階層モデル世界表現情報

適用対象データの意味関係を定義する(3.1節)。

(c) 応答系

検索結果を評価し、表示する。

(2) 検索系

属性項目単位形表現形式をデータベースシステムの検索言語表現に変換し、検索処理を実行し、結果を返す。

HITNICE-Qの処理の流れを実例で示す(図4参照)。

(1) 入力問い合わせ文例

「日立の開発した文書処理用のワークステーションは何か?」とする。

(2) 属性項目単位抽出形問い合わせ日本文認定で、日本語辞書と照合し、各語の分類情報(例えば、「文書処理」が「機能」に分類されること)を知るとともに、修飾関係(例えば、「文書処理用」が「ワークステーション」を修飾する。)を認定する。これにより、検索条件として、「開発者が日立」かつ「機能が文書処理用ワークステーション」と認定する。また、「何」が「製品名」を検索することを意味しているものとして、図4に示す属性項目単位形表現形式に変換する。

(3) (2)で得た条件で検索し、「CWS-2050」を得る。

(4) 応答生成部で、応答文生成規則に基づき入力問い合わせ文から「何か?」を削除した上で、「<結果>です。」を付加する。(1)の文例に対しては、「日立の開発した文書処理用のワークステーションは、CWS-2050です。」という結果を表示する。

## 4 結 言

人間～計算機間の高度な対話性実現の方法として、日常会話に近い自然な日本語文中に表現された「Whatをしたいか」を認識し、計算機の理解できるHow形式に変換する自然語インタフェースがある。自然語インタフェースは、計算機になじみの少ない不特定ユーザーにも簡易に使用できるように、操作指示内容を表す日本語文の表現の柔軟性と、それらを受容する計算機システムとしての頑強性、及び多種の対象に適用できるように対象分野に特有な情報の定義だけで稼動できる可搬性を具備する必要がある。本稿で、これら具備要件の具体的内容を明らかにするとともに、データベース検索用の表階層モデルに基づく自然語インタフェースHITNICE-Qのシステム構成を提案した。これらの成果は、次期ワークステーション、各種OA機器、エキスパートシステム、データベースシステム、ニューメディア利用問い合わせシステムなど応用範囲が広い。

### 参考文献

- 1) L.R.Harris: User Oriented Data Base Query with the ROBOT Natural Language Query System, Proceedings of 3rd Conf. VLDB pp.303~311(1977)
- 2) 河崎, 外: ワークステーションにおける知的インタフェース技術, 日立評論, 67, 3, 257~260(昭60-3)
- 3) B.J.Grosz: TEAM: A Transportable Natural-Language Interface System, Proceedings of the Conf. on Applied Natural Language Processing pp.39~45(1983-2)
- 4) E.F.Codd: A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks, Comm. of ACM Vol.13, No.6, pp.377~387(1970)
- 5) 絹川: 日本語インタフェースにおける自然語問合せ文解析の一考察, 情報処理学会第29回全国大会, IJ-2, pp.1395~1396(昭59-9)
- 6) 絹川: 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(昭61-5)



## 音声認識におけるアルゴリズム

日立製作所 畑岡 信夫・市川 熹

電子通信学会誌 69—4, 306~311 (昭61-4)

### 1. はじめに

本稿では、音声認識手法の中からDP (Dynamic Programming) マッチング法、又はDTW (Dynamic Time Warping) 法と、最近話題になっているHMM (Hidden Markov Model: マルコフモデル) を使った手法を中心に、アルゴリズムの解説を行なう。

音声認識は、物理現象である音声に含まれる特徴を抽出し、言語レベルの表示に変換する処理である。現在の認識手法はDPマッチングを使ったパターンマッチング方式が主流となっている。

音声認識の難しさは、音声パターンが発声の仕方、発声者、前後の音韻環境などによって、さまざまに変化するところにある。同じ音韻でも時間的構造の伸縮は非線形であり、スペクトルの形状も複雑に変動する。DPマッチング法は主に、時間構造変動への対処策であり、標準パターンと入力パター

ンとの最適照合が非線形な伸縮により効率良く求められる。しかし、認識語い数を拡張した場合や音声の細部構造を見ようとした場合、パターンマッチングでは限界がある。音声の細部構造を反映させたHMM法はこの限界に対処しようとするものである。

### 2. DPマッチング法

音声の継続時間長はかなりの幅で非線形に伸縮する。パターンマッチングで、標準パターンと入力パターンの非線形伸縮の組合せをすべて探索しようとした場合、計算量は膨大なものとなる。これに対処する方法として、1960年代後半に動的計画法(DP法)を利用した時間正規化マッチング法(DPマッチング法)が提案された。その後、性能向上、処理量低減のための各種変形や連続音声への適用など多様な改良が検討されている。技術の流れは、(1) 単語を対象とした改良、(2) 連続単語、文章音声を対象とした拡張、の二つに大別できる。

### 3. HMM法

音声を単語などのパターンとしてとらえるのではなく、時間的にもっと小さな構成単位(例えば、音節など)の系列としてとらえる方向がある。それに適した手法であるHMMは、音声をシンボル(音響的特徴から分類された記号)の系列としてとらえ、その系列の生成される可能性を統計的なマルコフモデルを用いて評価するものである。シンボルの脱落や付加を許すことで発声による変動などに対処している。

### 4. むすび

認識対象が大語い単語、連続音声へと拡大するに伴って、パターンマッチングを主流としてきた流れに新しい認識手法の導入などの変化がみられる。ここで述べたHMMによる手法もそのひとつである。今後、DPマッチングとHMMとの技術的關係が明確になり、より高度な認識手法の構築がなされよう。

## 文字認識と協調した表形式文書の理解

日立製作所 中野 康明

電子通信学会論文誌 J69—D, 400~409 (昭61-3)

従来のOCR(光学的文字読取り装置)では、ドロップアウトカラー(OCRで感知できない色)のインクで印刷された専用帳票を用いる必要があった。更に、帳票上のどの領域にどのようなデータが記入されるかを指定するための書式情報を与えてやる必要があるが、書式情報の作成が複雑であった。しかし、OCRの普及を図るためには少量多品種の一般伝票を容易に読み取るようにする必要があった。

筆者らは、ワードプロセッサなどで作成した黒色の表形式帳票を対象とし、文書理解手法と文字認識とを併用して、帳票の構造を理解して書式情報を自動的に生成する技術を開発し、試作した手書き漢字OCRの中に組み込んだ。

本手法で対象とする帳票は、帯状の記入枠から成る非行列形式の表とした。帯状記入枠の中では、特に文字ごとの枠は設けず自由な記入を許し、制限としては枠内の記入行数は1行であること、文字の記入の際

して「ていねいに、文字の間は十分離す」という指示を与えることの二つとした。表形式の中で、枠は項目名称枠とデータ枠に分かれる。前者は、例えば「申請者氏名」のように、他のデータ枠の属性(この例では氏名)を支配する項目名称が印刷されているもので、後者は実際のデータを記入する枠である。「昭和 年 月」のように、单位名称などがあらかじめ印刷されているデータ枠と、空白データ枠とが含まれる。

本システムの動作は、登録モードと認識モードに分かれる。登録モードではデータの記入していない帳票を入力する。この帳票の画像から、線抽出処理及び枠抽出処理により、枠を抽出する。次に、枠の間の空間関係を求める。空間関係としては、直上・直下・直左・直右、上方・下方・左方・右方を定義している。

次に、枠の中の文字を認識する。この認識結果の文字列を単語辞書と照合し、項目名称あるいは单位名称を識別する。この項

目名称などと枠間の空間関係とを知識ベースと照合して、帳票の構造を理解する。知識ベースは、データ枠の満たすべき条件をif~then形規則で記述したものである。構造を理解した結果は、それぞれの枠の種類とその属性であり、これらから帳票の書式情報を生成できる。

認識モードでは、データ枠に文字を記入した帳票が与えられる。登録モードと同様にして枠を抽出したのち、データ枠についてだけ枠内部の画像を文字認識部に送る。文字認識に際しては、枠の属性により定まる字種に応じた認識辞書を用い、認識結果の後処理として行なわれる単語照合でも、各属性に対応した単語辞書を選択できる。

従来の文書理解手法では、画像処理的アプローチだけを用いていたが、本研究は文字認識と画像処理とを融合したものととしてユニークなものである。