

知的インタフェースと自然言語処理

鳴海 馨

泉田 義男

富士通(株)

(株)富士通研究所

計算機の利用技術の発達に伴い、利用者層も急速に拡大した。しかし同時に人間が考える現実の問題の表現と、計算機が受け付ける表現との違いが大きな問題となり、ソフトウェア危機とまで言われるようになった。これらを解決する方法として、最近実用化が著しい人工知能(AI)技術を応用し、自然言語、音声、図形といった複数のメディアを取り込んだ知的インタフェースの研究が注目されている。本論文は、知的インタフェースを実現する1要素である自然言語処理に注目し、自然言語によるデータベース検索の例を基に、自然言語処理に必要なとされる条件を整理する。加えて実用的な自然言語処理の方向についても整理し検討する。

INTELLIGENT INTERFACE AND NATURAL LANGUAGE PROCESSING

Kaoro NARUMI (Fujitsu Co. Kamikodanaka 1015, Kawasaki, Japan)

Yoshio IZUMIDA (Fujitsu Laboratory Co. Kamikodanaka 1015
Kawasaki, Japan)

With the development of utilization technique, user area increases rapidly. But the difference of the representative notation of models between real world and computer has caused problem, and is called software crisis. Against this, intelligent interface, which applies AI technology and is composed of multi media technology like as natural language, voice, and picture, is closed up. This paper describes natural language processing which is one of the component of intelligent interface, and indispensable conditions for that. More over, we consider practical natural language processing.

1. はじめに

計算機が我々の問題解決の道具として使われだしてから四半世紀が過ぎた。産業革命において蒸気機関が人間の肉体的な力を拡大したのと同様に、計算機が人間の精神的な力（頭脳）を拡大するだろうという期待に充ちていた。実際、機械語から高級言語へ、モニタからOSへと利用環境が改善されるに伴い適用分野は格段に広がり、同時に利用者層もプログラマからエンドユーザにまで広がった。しかし次第に計算機の強大な計算力の陰にかくれるていた本質的な問題点が表面化し、ソフトウェア危機とまで言われるようになった。その本質的な問題点とは、人間は現実の問題を非手続き的に表現するが計算機は基本的には手続き的表現しか受け付けず、その間には大きなギャップが存在し、その間の変換を人間が知識や経験を駆使して行わねばならないという点である¹⁾。（図1参照）

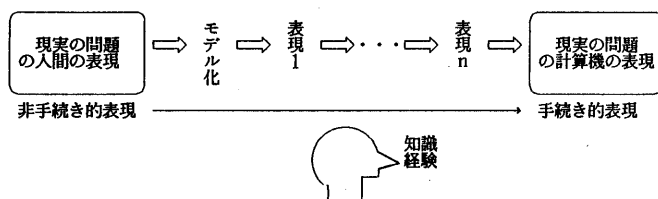


図1 計算機による現実の問題解決

したがって、この間のギャップを埋め人間の負担を減らすためには、最終的にはこの変換を計算機自身に行わせる必要がある。この問題の解決手段として注目をあびているのが人工知能（AI）技術であり、中でもAI技術を応用することにより人間とのスムーズな会話を実現しようとする知的インタフェースである。

2. 知的インタフェース

2.1 知的インタフェースとは

知的インタフェースの定義にも色々あると思うが、ここでは「自然言語、音声、図形を介して、人間と計算機との間に自然な対話の手段を提供するもの」と定義する²⁾。従来のインタフェースシステムも、メニュー、グラフ表示、アイコン入力、音声合成等、人間の五感に訴えることにより親しみやすさを増す努力を続けてきた。しかしそれらはあくまで表層的な親しみやすさであって、人間との自然な対話を提供してはくれなかった。これは従来のインタフェースシステムは、あくまでシステム側の都合で動き、対話の相手である人間の問いかけや応答を「理解」していないためである。逆に言うと、知的インタフェースシステムを実現するには、システムは人間からの入力や人間の応答を理解し、更にそこから人間の考えていることを推測する必要がある。

さて「理解する」とはどの様なことか。どの様に行うかについては未解決な問題が山積みしている。しかし人間と同程度の「理解」をシステムとして実現するためには、人間が自然言語、音声、画像情報をどの様に理解しているかを知ればよいという考えから、心理学、特に認知心理学が注目され、現在精力的な研究が続けられている。この様な研究の積み重ねの結果、「理解」には多量の「質の良い知識」と、その知識を「効率良く扱う手法」が必要不可欠であることがわかってきた。そしてこれらの知識については³⁾

(1) 知識の表現法：知識をいかに記述するか。

(2) 知識の利用法（推論機構）：知識をいかに組み合わせて利用し目的を達成するか。

(3) 知識の獲得管理法：知識の自動的，あるいは半自動的な取り込みをどうやって行うか。知識間の矛盾をいかにして除き一貫性を保つか。の問題があり，これらの問題を解決して初めて知的インタフェースシステムの実現が始まるのである。

以上のことから，知的インタフェースは現在エキスパートシステムで代表される知識工学と非常に深い結び付きがあること，そして知的インタフェースシステムとは，具体的には，自然言語理解システム，音声理解システム，画像理解システム，およびそれらが有機的に結び付いたものであることがわかれると思う。

2.2 知的インタフェースの構造

知的インタフェースの構造を図2，図3に示す。

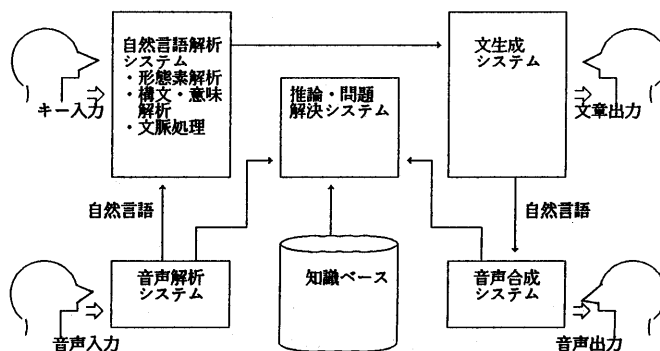


図2 自然言語／音声理解システムの構造

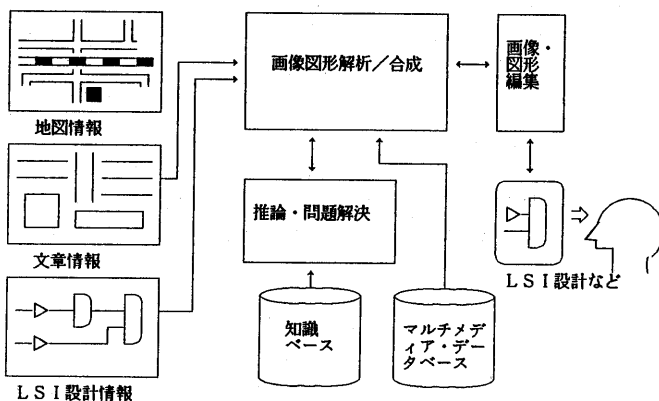


図3 図形理解システムの構造

知的インタフェースシステムは，自然言語，音声，画像の各理解が有機的に結び付いたものであると述べたが，現状では自然言語理解／音声理解と画像理解は分離して実現せざるえない。理由は，

- 1) 図形を理解するということが，自然言語／音声の理解ほど，よくわかっていない。そのため現時点では画像の解析・編集に主眼点が置かれている。

2) 画像情報は、数値・文字情報とは異質であり、かつ情報量は格段に多い。したがってこれらの情報を格納・管理する新しい技術が必要となる。などのためである。2)に関しては、今後のマルチメディアデータベース技術の発展が大いに期待される。

3. 自然言語インタフェース (自然言語によるデータベース検索)

本章では知的インタフェースの内、自然言語理解に焦点を絞る。そして、自然言語によるデータベース検索という実例を通して、実用的な自然言語インタフェースのあり方について考える。

3.1 概要

データベースの利用が普及するに従ってそのユーザの分野は広範かつ多様になってきている。特に計算機に対して素人のユーザが非定型的業務を行う場合が増加している。我々はこのような背景からデータベースのフロントエンドとしての日本語インタフェースKID (Knowledge-based Interface to Databases)を開発している。本システムは対象分野の知識を表現した世界モデルを中心としたシステムである。システムの詳細については既発表の論文⁴⁾を参照していただくとして、ここではシステム構成概要、世界モデル、ならびに試作システムの解析結果について説明する。

自然言語インタフェースの開発においては以下に述べる4点が重要である。

1) 文解析の頑強性と拡張容易性

システムは入力文として日常会話に近い文章を対象とするため、文法的な誤りを含んだ問い合わせ文でも理解できることが必要である。また自然言語の多様性は非常に大きく、1つの文法を構築しても必ずそれを変更・追加しなければならない。本システムでは対象とする分野と入力文に使用する言語とに関する知識を世界モデルという形で表現し、これを用いて意味解析を重視した頑強性の高い文解析を実現している。また文解析ルールは変更の局所化を可能とするためにモジュール化されており、ルールの拡張性に富んでいる。

2) 対象分野からの独立性

システムが利用する知識には特定の分野に依存するものと、分野によらず共通なものがあるが、分野に依存する知識が明確に分離され容易に入れ替えられるようになっていなければ異なる分野にシステムを適応させていくことはできない。本システムでは世界モデルという形でこれらを明確に分離して異なる分野への移行性を向上させている。

3) データベースシステムからの独立性

データベースシステムの違いや、スキーマ情報を意識せず問い合わせを行なえなければならない。本システムでは、世界モデルにスキーマ知識を持たせ、データベースシステムへの問い合わせコマンドを自動生成するため、問い合わせ時にはデータベースに関する知識を必要としない。

4) 知識編集の容易性

システムには各種の知識が格納され、これを編集するユーザもエンドユーザからその分野のエキスパートまで様々なレベルがある。本システムではユーザのレベルに合わせたインタフェースを備えたモデルエディタを用意し、システムの構築・拡張を容易に行えるようにしている。

3.2 システム構成

本システムの構成を図4に示す。インタラクタはユーザとの会話を行うためのモジュールである。ユーザが入力した質問文は、まず形態素解析に渡され、単語辞書を使って単語分割を行う。構文・意味解析(パーサ)では、構文解析を行うと同時に、世界モデルで表現された対象分野の知識を使って意味解析を行い解析木を作成する。世界モデルはモデリ

ングシステムREALM⁴⁾で管理されている。文脈処理では、前文との関係を世界モデルを利用しながら解決して、今回の入力文に対する意味構造を作成する。言い替え生成では、この意味構造から日本語の言い替えを生成してユーザにシステムが理解した内容を表示する。コマンド生成では、コマンド生成の知識を使って意味構造からREALMのコマンドを生成する。データ検索では、REALMのコマンドをコマンド変換の知識を使ってデータベースシステムの問い合わせ言語に変換し、これを実行する。応答生成では実行結果の表示の確認後、結果をディスプレイ画面上に表示する。

システムにはこの他にモデルエディタWED (World Model Editor)がある。WEDは世界モデルおよび単語辞書の編集を行うツールであり、単語の登録、知識の入力・編集に利用する。

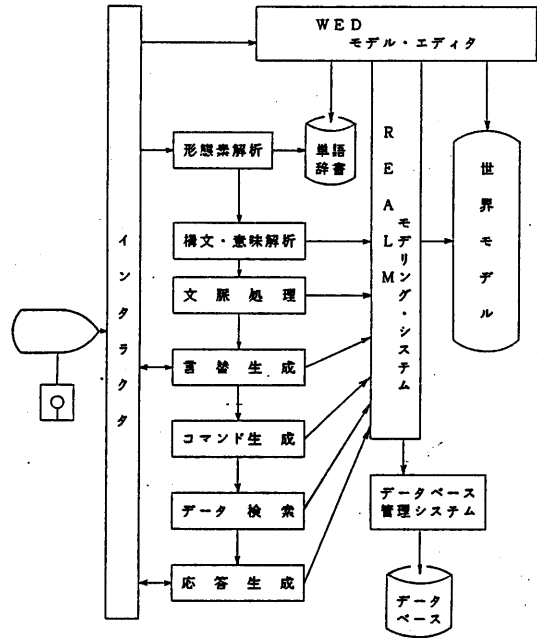


図4 システム構成図

3.3 世界モデル

人間同志が会話を行う場合には、お互いに共通な知識が多ければより円滑に意思の疏通を行うことができる。本システムが対象とする入力文はあいまいな表現や省略含む日常会話に近い文であり、このような文の意味理解を行うためにはユーザが持っている対象分野や言語に関する知識をシステム側に持たせる必要がある。このような知識を表現したものが世界モデルであり、これには以下に示す各種の知識が格納されている。

1) 対象分野に関する知識

これは対象世界の意味を表現したものであり、文解析における文節間の修飾関係のあいまいさの解決、文脈処理における照応関係の解析などに用いられる。この意味世界は対象分野における事物に対応するクラスと事物間の関係を示したアークとから構成されるネットワークとして表現されている。クラス間の関係は属性関係と上位・下位関係の2種類だけであり、モデル構築・編集が容易である。(図5)

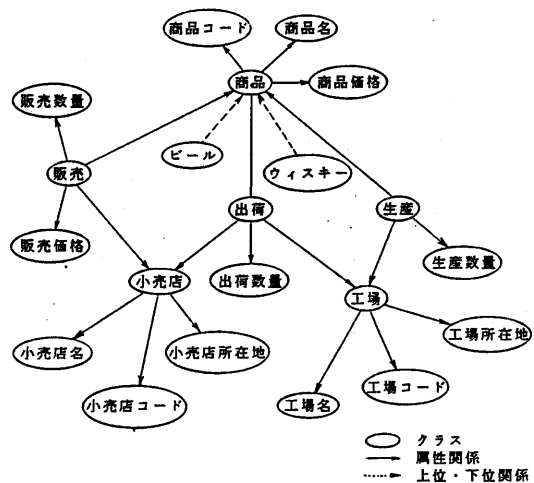


図5 販売世界モデルの一部

1) 問い合わせ文に用いられる単語に関する知識

これは各単語とクラスまたはアークとの対応を示したものであり、入力文の意味解析において利用される。

2) データベースへの写像の知識

写像は、クラスまたはアークがデータベースのどのような操作に対応するかを示したものであり、データベースシステムからの独立性を保つために必要である。データベースのスキーマが変更されてもクラスとアークで表現された意味世界の構造は変更する必要はなく、写像情報のみを修正すればよい。

3.4 適用と評価

我々は既に不動産情報、販売情報、薬剤試験データベースの3種類の分野にシステムを適用し、3.1で述べた自然言語インタフェースの要件について満足のいく結果を得ている。以下では薬剤試験の分野に対して行った評価の概要とその結果について述べる。

薬剤試験の世界モデルは約140個のクラスから構成され、そのデータベースは32個のテーブルから成る。評価に用いた問い合わせ文は400文であり、使用した単語数は約360語である。これらの知識の作成・登録に要した工数は世界モデル等の教育なども含めて約0.5人月の短期間であった。

システムの評価は400文を4回に分け、システムに修正を加えずに成功率をみるブライインド・テストの後に、不成功文を通すべく修正を行うフルケパビリティ・テストを繰り返す形で行った。その結果を図6に示す。

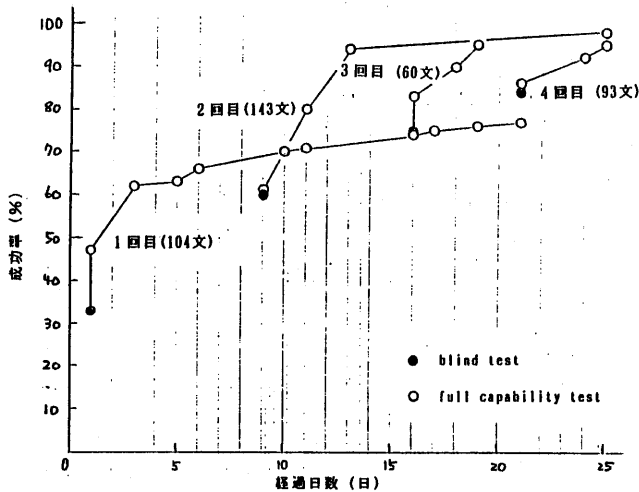


図6 K I Dの評価

400文全体の成功率は1ヶ月弱のテストで91%に達した。また、4回の各テストの初期成功率が毎回上昇し、特定の成功率に達するまでの時間が短縮していることは、システムの拡張容易性および実用性の点から見て非常に良い結果である。不成功文の多くは解析ルール、意味解釈および世界モデルの拡張によって対処できる見通しであるが、一部については解析ルールにおける視野の広域化などの文解析メカニズム上の拡張も必要となる見込みである。

3.5 考察

ここでは自然言語によるデータベース検索システムの成果をふまえて、実用的な自然言語インタフェースについて考えてみる。

K I Dを含め、これまで様々な自然言語インタフェースの研究・試作がなされてきた。

その中には自然言語解析のみならず問題解決まで含めたシステムの試作報告すらある。⁶⁾しかしながら、少なくとも日本語に関する本格的な自然言語インタフェースが実用化（製品化）されたという話は聞かない。これは本格的な自然言語処理の技術が確立していない、そして実現するために必要とされるコスト（計算機、人間）が、機能に比べ格段に大きいためである。これを図示すると図7のようになる。

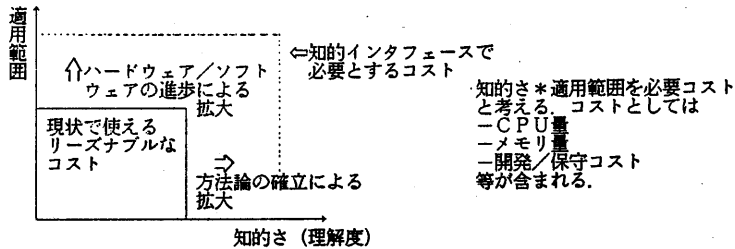


図7 自然言語インタフェースの理想と現実

使えるコストに限界がある以上、実用的な自然言語インタフェースを実現するには、一方の軸を伸ばし、他軸は縮める必要がある。他方、実際の自然言語インタフェースの応用から考えると、近未来の範囲では必ずしも完璧な知的インタフェースは必要はないと考える。これを表1に示す。

	知的さ重視の自然言語処理	適用範囲重視の自然言語処理
使用者 使用頻度	<ul style="list-style-type: none"> • 全くの素人 • たまにしか使用しない • あるいは • 頻繁に使用するが、とにかく使い方を気にしたくない人 	<ul style="list-style-type: none"> • セミプロ～プロ • 何度も使用する
適用分野	<ul style="list-style-type: none"> • 1つのシステムがカバーする範囲はせまい • 質問、応答（図書のリファレンス、キャプテン等の情報サービス） • エキスパートシステムのインタフェース • 一度作ったら多人数の人に長く使ってもらえる分野 	<ul style="list-style-type: none"> • 1つのシステムで広い範囲をカバーする • 生産（プログラミング等） • スクラップ&ビルトの分野
言明	• 複雑	• ワンパターン
目的	<ul style="list-style-type: none"> • なめらかさ、あいまいさ • 利用者は一切の知識が不要 	<ul style="list-style-type: none"> • 高生産性 • 高ドキュメント性 • 高保守性
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 事前に知識の登録が必要 • 狭く深い理解 • かなりのマシンパワーが必要 	<ul style="list-style-type: none"> • 特別の環境設定は不要 • 広く浅い知識 • 小さなマシンで十分

表1 必要とされる自然言語の種類

以上をまとめると、次のような現実的アプローチが生まれる。

- ① 知的さを極力伸し、適用範囲は絞る。以後はハードウェア／ソフトウェアの進歩と共に適用範囲を拡大していくアプローチ。これは知的さ重視の自然言語処理に対応するものである。
 - ② 知的さはあまり追及せず、適用範囲の拡大を目指す。以後は方法論の確立と共に、知的さも拡大していくアプローチ。これは適用範囲重視の自然言語に対応するものである。
- ①は今回のK I Dをはじめとする、各種研究会等で発表されているシステムがとる道であり、②は現在パソコンを中心に実用化され始めているシステム（擬似自然言語処理）がとる道である。ただし、システムの実現にあたって、①と②の接線をどこに設定するかは、今後の技術動向を見据えて十分に検討する必要がある。

4. おわりに

世界モデルを利用したデータベースの自然言語インタフェースについて述べた。我々は本システムの問い合わせ文の言い回しやあいまいさに対する頑強性と拡張性、異なる分野への移行性に関し、満足のいく結果を得ることができた。また実用的な自然言語インタフェースの方向性についても検討した。今後は、実用的な知的インタフェースの実現をめざし、知的さの追及そして適用範囲の拡大を進めていく予定である。

[参考文献]

- 1) (財)新世代コンピュータ技術開発機構：昭和60年度新世代コンピュータに関する技術開発動向及び適用分野等の調査研究報告。pp.12-13 (1985)
- 2) 田中：知的インタフェース、計測と制御。pp.78-79 (1986)
- 3) 大須賀：知識ベース入門。pp.14-15。オーム社 (1986)
- 4) 泉田：日本語によるデータベース検索システム、第25回プログラミングシンポジウム、pp.181-190 (1984)
- 5) 吉野、石川、泉田、星合、牧之内：K I Dによる日本語の構文・意味解析、情報処理学会第30回全国大会論文集。pp.1425-1426 (1985)
- 6) 島津：日本語の構文・意味解析（質問応答システムM S S S 7 8での試み）、信学技報 vol.78 No.233, pp.55-66 (1978)