

記号自由順序入力による DB問合せ言語と解釈方式

川越 恭二

日本電気(株) C & C システム研究所

自然言語を中心とした知的インターフェースの研究が知識処理技術の進歩とともに活発化すると同時にデータベースにおいても自然言語による問合せの研究や視覚インターフェースを用いたデータベースの研究などが行われている。本論文ではこれらの問題を解決するために記号の自由順序入力によるDB問合せ言語と言語解釈方式を提案する。本言語は、全てのデータ、用語、概念を記号という単位で扱い、利用者はこの記号列を自由な順序で指定することができる言語である。記号の自由順序入力の水準は、この言語の実現方法に依存するが、利用者が思う任意の順序を認め、利用者ごとに管理された利用パターンを蓄積し、蓄積されたパターン情報を用いて入力された記号列を適応解釈するものである。また、言語解釈における1)質問での曖昧さの存在と2)複雑な問合せの表現力を解決するために概念グラフと重み付き記号関連行列を用いた方法を提案する。本言語の記号をアイコンや図形に対応することで、従来の自然言語よりも自然な利用者インターフェースを実現できる。

A DB QUERY LANGUAGE WITH SEQUENCE-INDEPENDENT SYMBOL INPUT
AND THE LANGUAGE INTERPRETATION METHOD

Kyoji KAWAGOE

C&C Systems Research Laboratories, NEC Corporation
4-1-1, Miyazaki, Miyamae, Kawasaki, Kanagawa 213, Japan

This paper presents the concept of a term based query construction. The term based query language enables end-users to construct a query in any order. So they can individually select a term sequence from a set of terms which correspond with relation names, attribute names, value, operator names and any keywords. To interpret a term sequence representing a query, the authors also present here a query interpret mechanism using a clustering method and Sowa's Conceptual Graph. Moreover, to provide adaptability, the authors propose Weighted Relationship Matrix, which represents users past query patterns. It is hoped that this adaptable and sequence-independent database language will become one of intelligent human-computer interfaces.

1. まえがき

自然言語を中心とした知的インターフェースの研究が知識処理技術の進歩とともに活発化すると同時にデータベースにおいても自然言語による問合せの研究や視覚インターフェースを用いたデータベースの研究などが行われている。

これまでのDB問合せ言語は大きく次の4種に分類できる。

—キーワード形式：SQL⁽⁹⁾に代表される問合せ内容を専用言語のキーワードの組合せにより指定するもの。問い合わせ内容を言語で記述するため、言語の習得や構文や文法を厳密に記述する必要があり、初心者には使いづらいという問題がある。また、コマンド形式で記述する方法もこの範疇に入るが、対話能力に限界がある。

—表形式：QBE⁽⁷⁾に代表される表あるいは画面内の項目に問合せ内容を穴埋め的に指定する方式。表形式という人間に理解しやすい形式であるが、入力した記述内容を理解するのは容易ではない。また、複数の表を使用する問い合わせでは、表間の関連を陽に記述しなければならない。

—自然言語：日本語や英語の文章により問合せ内容を指定するもの。Intellect⁽⁸⁾やヤチマタ⁽¹¹⁾などがある。自然言語の入力方法が最大の問題であると共に、完全な日本語や英語という自然言語で記述する必要があり、日常会話で使用しているような自然な言語での記述はできない。

—図形言語：アイコンや図形の選択により問合せ内容を指定するもので、IBS⁽¹⁰⁾やGUIDE⁽⁶⁾などのシステムがある。先の自然言語とともに、盛んに研究されている方法である。完全に図形で操作可能であれば問題ないのであるが、図形を指定するためのコマンドや図形の表現を学習しなければならない。

これらの言語形式の問題をまとめると以下の2点が共通の問題である。

—効率：利用者のもつ問合せを記述するにはかなりの時間（言語学習時間と問合せ入力時間）を必要とする。

—適応性：利用者によって異なる過去の言語経験に依存せずに定められた言語文法を強制的に提供するとともに利用者の言語習熟にあわせた言語のパーソナル化がなされない。

即ち、初心者も熟練者も簡単に使える問い合わせ言語は、簡単な文法を持つとともに、複雑な問い合わせが簡単な指定でできることが要請される。この

2つの要件は相矛盾するものであるがために、使用するに従って徐々に複雑な問い合わせが簡単にできるようにする必要がある。

本報告ではこれらの問題を解決するために記号の自由順序入力によるDB問合せ言語（ole、Order-free Language for Endusers）と言語解釈方式を提案する。この言語を簡単に言えば、全てのデータ、用語、概念を記号という概念で扱い、利用者はこの記号を操作する。記号の指定方法は、この言語の実現方法に依存するが、記号の入力は利用者が思う任意の順序で行うことを許している。利用者ごとに管理された利用パターンを利用するに従って蓄積し、蓄積されたパターン情報を用いて入力された記号列を解釈するものである。

これまで、このようなアプローチで行われている研究としてMolroのトークン中心の方式⁽¹⁾がある。これは、関係名、属性名、属性値をトークンという概念でまとめ、このトークン列の入力によって問合せを指定する方式で、言語解釈の方式として依存ネットワークとそのネット内のスパニング木のサーチによる方式を提案している。

本報告で提案する問合せ言語とその言語解釈方式とは上の提案方式とは異なるものである。その違いを簡潔に言えば、問合せ可能な内容がより単純であると同時に利用者への適応力を考慮していないことである。

以降、本報告では提案する記号の自由順序入力による言語の考え方とその解釈方法を各々、2.と3.とで説明し、4.でその応用及び課題について述べる。

2. 記号の自由順序入力によるDB問合せ言語

本報告で提案する言語の概念とその言語解釈方式を以下で説明する。

2.1 基本コンセプトと動機

本言語の基本コンセプトは、記号中心の言語要素とその記号の自由な順序指定ができる点である。

[記号]：記号とは1) 関係名、属性名などのDB記述子、2) 属性値などの数値、文字、3) AND、OR、=、<や>などの演算子、4) SELECT、?などのキーワードをいう。

[記号の自由順序入力]：記号の順序付きの集合を記号シーケンスと呼ぶ。この記号シーケンスによって問合せを記述する。記号シーケンス内の記号の順序には制約はない。このことを記号の自由順序入力という。

このような記号の自由順序入力という概念のメリッ

トを以下に示す。

1) 初心者への対応: QBEやSQLなどのDB専門家向き言語は操作に関する知識の事前学習が必要である。しかし、DBをすぐに使用したいと願う初心者にとっては、学習なしに操作できる簡単な文法を持つ言語による方法が適している。自由順序入力による方法は、入力の方法と入力終了の方法のみを知られば操作可能であり、もっとも簡単な言語と考えることができる。

2) 視覚インターフェースへの対応: 視覚を使用した情報検索では、システムからの操作指示が難しく操作を極力簡便化しなければいけない。また、図形やアイコン、テキストなどの視覚情報を統一して操作するには、統一した言語が必要である。アイコンや図形、イメージなどの視覚情報内の構成情報をすべてこの記号という単位に変換することで、内部処理の統一化を図ることができる。さらに、自由順序とすることで、操作指示も不要となる。

2. 2 言語例

上の概念を持つ言語とその必要性を示す例を記述する。

仮に、検索対象のデータベースを社員データベースとし、そのデータベースは、社員情報とその所属部門情報を保持しているものとする。ひとつの検索例を以下に示す。

(例A) 社員の田中さんが所属する部の部長は？

この問い合わせを本言語で指定方法は一意でなく多数の方法がある。まず、日本人は、条件を指定した後、欲しい情報を指定することが通常であるため、“田中さんの所属する部の部長は誰ですか？”という内容を簡潔にした以下の記号指定順序を入力するのであろう。

記述例1 “田中” 所属 部長 ？

また、英語を母国語とする人は、動詞や欲しい情報を先に記述するため、以下の入力が自然である。

記述例2 ？ 部長 部 田中 所属

また、その他以下のような入力が考えられる。

記述例3 ？ 部長 田中

記述例4 社員 “田中” 所属 部 部長 ？

記述例5 “田中” 所属 部 部長 ？

すなわち、利用者は質問内容をその個人の思考方法と記述方法で自由に計算機に伝達することができる。また、計算機用の専用言語を覚えることなくしかも効率よく質問を伝達できる。

次に、別の問い合わせの記述例を示す。次の例は、

(例B) 山田が部長をしている部の社員は？

である。この問い合わせには、山田部長と部の社員という異なる社員のデータを扱う。つまり、この問い合わせの処理には、まず山田部長を検索しその部名から再び社員データの検索を行う必要がある。この問い合わせの記述例として以下の記述が考えられる。

記述例1 ？ 名前 社員 部 部長 “山田”

記述例2 “山田” 部長 部 社員 名前 ？

記述例3 “山田” 部長 社員 名前 ？

記述例4 社員 名前 ？ 部 “山田”

記述例5 “山田” 部長 社員 ？

以上の全ての記述例は、同じ問合せを示している。本言語oleは、1. で述べたようにこれまでの問い合わせ言語の問題である効率と適応性を解決するものである。すなわち、不必要な用語の入力をなくし質問に最低限の記号のみの入力を可能にすることに加えて利用者の思考、記述パターンへの適応能力を実現することができる言語である。なお、上の例ではキーワードや演算子を使用していないが、例えば“田中”の代わりに“田中” AND “鈴木”のように演算子なども同様にして記述することができる。

しかし、この言語を解釈するには大きな問題が残されている。それは、1) 質問でのあいまいさの存在と2) 複雑な問合せの表現可能性である。すなわち、言語解釈をどの程度できるかでこの言語の能力が規定されてしまう。このため、曖昧さを極力なくすとともに、複文などの複雑な質問も解釈可能な言語解釈方法を提案する。この方法は、第3章で説明する。以下では、この解釈方法における基本情報である概念グラフと重み付き記号関連行列を説明する。

2. 3 概念グラフと重み付き記号関連行列

概念グラフと重み付き記号関連行列について説明する。

[概念グラフ]: 概念グラフは、Sowaの提案した意味表現形式⁽³⁾で、意味ネットの一種である。基本要素は概念(名前と値)と概念間の関係である。概念グラフを用いた理由は、意味ネットと違ってノードに名前(TYPE)とともに値(REFERENT)も設定できるためである。これは関係DBや他のデータモデル共通の考え方でもあるため、DBとの整合性を考えたとき概念モデルのこの考え方は適しているといえる。概念グラフは、データベースごとにデータベース内容を記述するスキーマよりあらかじめ定義さ

れているものとする。

〔重み付き記号関連行列〕：概念モデルは意味表現形式であるが、入力された記号シーケンスの曖昧さと複雑な問合せ表現を解決するにはまだ充分でない。なぜなら、記号シーケンス内には同一の概念が対応する複数の記号が存在し、この記号間の関係が概念グラフだけでは解釈できないためである。このため、記号シーケンスを概念グラフと対応できるようにする情報が必要である。これが、重み付き記号関連行列(WRM)である。このWRMを以下のように定義する。

$$\text{WRM} = (\text{WR}_{ij})$$

WR_{ij} = 過去の間合せで記号*i*が記号*j*の前に入力され、記号*i*と記号*j*とが過去におこなわれた言語解釈で意味のあるペアとして構造化された回数の逆数。

このWRMの意味を簡単に言えば、WRMは過去に使用された問合せから記号間の関係を定量化したものである。WRMは、利用者ごとに管理されるとともに、利用者が利用するに従って更新される。

3. 言語解釈方法と解釈例

本章では、2. で定義した概念グラフとWRM使用した言語解釈方法とその例を示す。

3. 1 言語解釈方法

記号の自由順序入力による問合せ言語の解釈方法は、2. で示した概念グラフとWRMを用いて、記号解釈、意味解釈、問合せ生成、WRM更新の4つの処理から構成される。

〔ステップ1〕 記号解釈

入力された記号シーケンスから記号のグループ化をWRMを用いて行う。すなわち、記号シーケンス $T = \{S_1\}_{\text{ORDERED}}$ から記号のグループ $G = \{G_1\}$ (ただし、 $G_1 \subset \{S_1 \dots S_n, G_1 \dots G_{i-1}, G_{i+1} \dots G_m\}$) を求める。このグループ化には先のWRMとクラスタリングにより行う。すなわち、WRMと記号シーケンス内の記号の並びから記号間の距離を求め、その距離からクラスタリング法によって記号をクラスター階層化する。適当なしきい値により、記号グループが得られる。尚、距離の定義とクラスタリング法は実現におけるオプションとする。例えば、距離として $d(S_i, S_j) = w_1 * \text{WR}_{ij} * w_2 * f$ (記号 S_i と S_j との間にある記号シーケンス内の他の記号数) が考えられ、クラスタリング法として群平均法などが利用できる。

〔ステップ2〕 意味解釈

ステップ1で求めた記号グループよりあらかじめ設定された概念グラフを用いて問合せ内容を示す概念グラフを生成する。すなわち、記号グループごとにグループを構成する各記号に対応する概念をマークし、さらにマークされた概念を結合したのち、結合された概念から問合せを示す概念グラフを生成する。マークとは、DB記述子は概念の名前に印をつけ、属性値はその属性を概念の値として設定し、演算子はグループ内の他の記号を調べながら概念(記号)間の結合をおこなうことを言う。キーワードについては、個々のキーワードごとに決められたマーク付けを行う。例えば、?ではグループ内の他の記号やその記号に密接に関連した記号に対応した概念の値として?を設定したり、>や<は属性値の範囲を示すものとして属性値内にその記号を設定する。意味解釈で矛盾が発生したならば、ステップ1の記号解釈に戻り、しきい値の変更、クラスタリング法の変更などを行い、解釈を継続する。

〔ステップ3〕 問合せ生成

ステップ2で得られた問合せ概念グラフより既存のDB言語(例えばSQL, QUEL)を用いた問合せ文を生成する。概念グラフは自然言語文の記述に容易に変換可能である⁽³⁾。また、得られた問い合わせ概念グラフの内容を自然言語で利用者へ確認させる。もし、問い合わせグラフに矛盾が存在したり、利用者の望む問い合わせでなければ、言語解釈が十分でないことを意味しているため、ステップ1の記号解釈処理の変更(しきい値やクラスタリング法などの変更)を行う。

〔ステップ4〕 WRM更新

ステップ3の問合せ文よりDBを検索し検索結果を利用者へ提示して言語解釈処理を終える前に、利用者の問合せパターンを解釈に反映するためにWRMの更新を行う。すなわち、ステップ1で得られた記号グループより記号の順序対を抽出し、その記号順序列より該当するWRM要素の値を更新する。

3. 2 解釈例

上の解釈方法の例を次の問い合わせ内容を用いて説明する。

内容: "田中"部長の給料より多い"総務"の社員は?"

記号シーケンス: "田中" 部長 給料 < "総務" 社員 ?

尚、DBスキーマとして社員(名前、給料、所属部コード)、部(部コード、部名、部長)の関係を考え、図1に示すDB世界の概念グラフを仮定し、

"田中"は社員名を"総務"は部名を示すことが既に理解できているものとする。

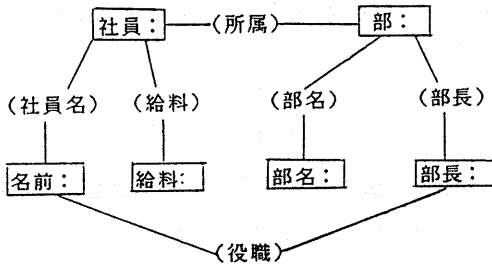
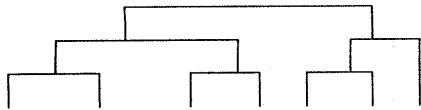


図1 概念グラフ

[ステップ1] 記号解釈

入力記号シーケンスである "田中"一部長-給料-<- "総務"-社員-? からクラスタリングに必要な記号間の距離を計算し、その距離を用いて階層クラスタの生成を行う。その結果得られた記号グループを以下に示す。尚、距離及びクラスタリング法は4-1)で述べたものを使用する。



部長 "田中" 給料 < 社員-? "総務"

[ステップ2] 意味解釈

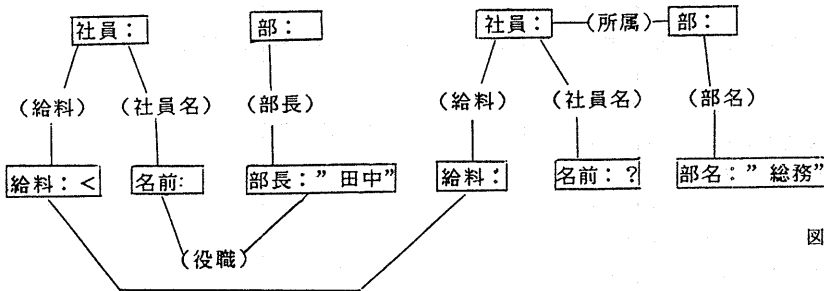


図2 問合せ概念グラフ(1)

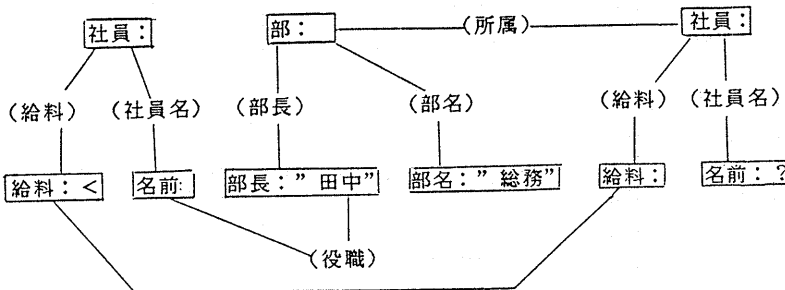
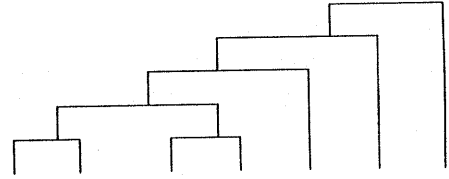


図3 問合せ概念グラフ(2)

記号グループより概念グラフをマークし 問合せ概念グラフを生成する。結果を図2に示す。

この意味解析では、1)クラスタリングでは?は社員に関係しているが、社員に密接に関係した社員の名の属性値として?を設定した。2)部長と給料を接続するアークとしてパスの短い役職経由としてグラフを生成した。もし、このグラフが利用者の意図と異なるときは別のパスが利用できる。3)2)と同様に社員と"総務"の関係も所属を経由したパスを用いた。4)もし、クラスタリングの結果が、



部長 "田中" 給料 < "総務" 社員 ?

となれば、その意味解析は上の結果と異なり、図3のグラフとなる。

すなわち、ステップ1のクラスタリングによって利用者ごとの過去の質問パターンを利用し、意味の解釈における曖昧さの発生を減らすと同時に、複雑な入れ子形式の問い合わせの解釈をある程度可能なものとしている。

[ステップ4] 問い合わせ文の生成

問合せ概念グラフから図4のSQL文の生成を行う。

```

SELECT 名前 FROM 社員 A
WHERE A.所属部コード =
SELECT 部コード FROM 部 B
WHERE B.部名 = "総務"
AND A.給料 <
SELECT 給料 FROM 社員 C
WHERE C.名前 = "田中"

```

図4 生成されたSQL文

[ステップ4] WRM更新

記号対(部長、名前)、(給料、<)、(社員、?)などを抜き出し、各記号列に対応するWRM要素の値を更新する。

4. 考察

本章では、本報告で提案した言語ole及び言語解釈に関し、他の方式との比較と応用並びに課題について説明する。

4.1 他の方式との比較評価

1. でも述べたように本報告の言語oleはMotroが提案した問い合わせ文作成方式⁽¹⁾と類似したものであるが、言語oleの基本要素を単に属性と属性値だけでなくキーワードや演算子も対象としたことと言語解釈に行列で表現した過去の利用パターンを利用したことによって、Motroの方法では不可能であった複文などの複雑な問合せの記述と解釈が可能となる。解釈が利用者の意図を反映するものか否かは、1)記号解釈におけるクラスタリング手法の選択と2)解釈結果を利用者に適すまで繰り返す処理方式に依存する。これは、実際面からの評価により具体的に決定する必要があるが、クラスタリングについては、3.の例や以下に示す例のような複雑さを持つ問い合わせについては、十分処理可能な段階にある。

例えば、表1に示すようなWRMを考えた簡単な場合に、従業員-従業員名-川越-部-管理者-従業員名-?が入力記号列であるとき、図5のようなクラスタリングが群平均法によって得ることができる。図5に示す結果では、管理者の名前と別の従業員(川越)の名前とがクラスタリングによって分離できることを意味している。これは、複雑な要求に対してもクラスタリングによる方法が有効に働く可能性を示している。ただし、クラスタリング方法や各記号間の距離算出方法によってクラスタリング結果に影響を与える。しかし、このクラスタリングはいわば解釈処理における前処理であり、概念

ラフ上での意味解釈によってある程度のクラスタリング誤差を吸収することができる。例えば、状況によっては、図6のようなクラスタリングが得られるかもしれないが、意味解釈では同一の概念グラフが生成される。

表1 WRMの例

| 従業員 | 従業員名 | 部 | 管理者 | テキスト | ? | 従業員番号 | ... |
|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| 従業員 | 0.2 | 0.05 | 0.125 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 従業員名 | 0.12 | 0.2 | 1.0 | 1.0 | 0.03 | 0.03 | 0.01 |
| 部 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.01 |
| 管理者 | 1.0 | 0.03 | 0.5 | 1.0 | 0.1 | 0.03 | 0.01 |
| テキスト | 0.2 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 1.0 | 1.0 |
| ? | 0.2 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1.0 |
| 従業員番号 | ... | | | | | | |

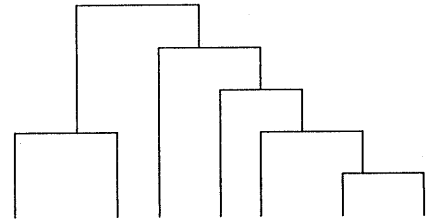


図5 クラスタリングの結果

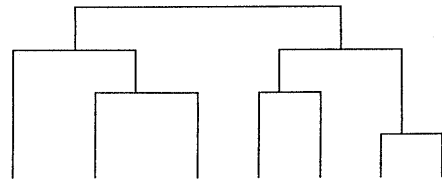
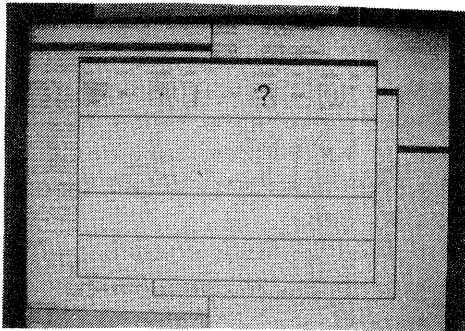


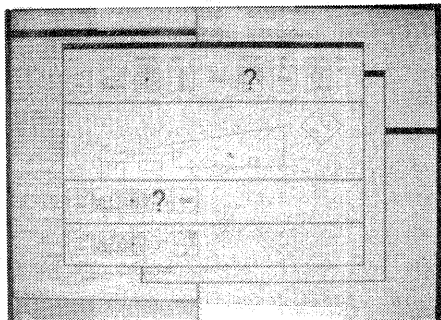
図6 他のクラスタリング結果

4. 2 応用

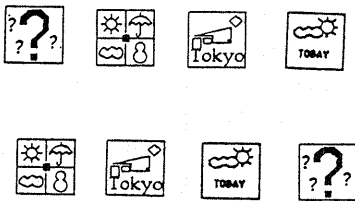
本言語oleのポイントは、言語をすべて記号として扱い、簡単な文法を持つということである。従って、本言語を直接利用者が使用する場合には加えて、2.で説明したように記号をアイコンなり図形要素に対応させ、利用者によるそのアイコンや図形の選択で記号が入力できる視覚インターフェースとしての利用が考えられる(図7、図8)。後者については、新しいタイプの知的インターフェースとして発展できるものである。



(a) 初期画面

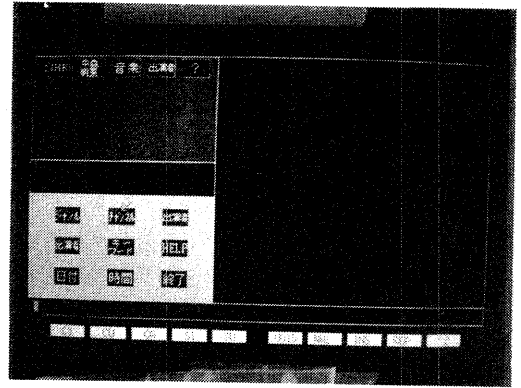


(b) 検索画面



(c) 問合せ例

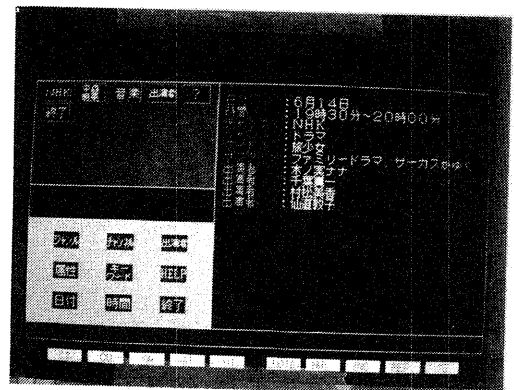
図7 応用(1)



(a) 検索画面



(b) 検索結果の表示画面



(c) 詳細情報の表示画面

図8 応用(2)

4. 3 課題

本言語oleに残された課題を以下に列挙する。

—アグリゲート：平均、合計などのアグリゲート関数をoleで扱う場合の記号解析、意味解析処理の拡張。特に、柔軟な解釈ができるためには、生成規則などの知識、ノウハウ記述が適している。例えば、クラスタリングののち平均などの記号が意味解釈で検出されたときには、あらかじめ定義された生成規則によってその引数を求め、また問合せ文生成時には平均に対応した文の生成を生成規則で行うことが可能である。

—質問内容文の生成：利用者に質問内容を確認するためには、記号列や解釈結果そのものよりは、日本語などの自然言語による質問内容を解釈した結果を提示が必要。このためには、問合せ概念グラフで表現された意味記述から日本語を生成する機能あるいは、SQLなどのDB言語で記述された問合せ文からの日本語生成機能が必要。後者については、上林の結果⁽¹²⁾が利用できる。

—記号提示手段：大規模なデータベースに対する質問時に膨大な記号を利用者に効果的に選択させる方法は、全ての記号をテキストで利用者が入力することは操作性に欠けるという問題があり、2や4、2の応用のようにアイコン、図形の選択で記号入力すること方法が有効であるが、その際あらかじめ記号集合をグループ化し、類似グループには1つのアイコンを画面に表示し、利用者がグループ内の他のアイコンを逐次選択しながら入力する方法が考えられる。しかし、あらかじめ全ての属性値をアイコンや図形として定義することは不可能なため、この面での検討が必要であろう。

—より高度な適応化：利用者が質問をする度に蓄積した質問パターンから、利用者に適した記号集合を抽出することで、利用者の使用する記号の数を減らすことができる。質問を頻繁に行う利用者に対しては質問パターンから、例えばWRMのクラスタリングから記号集合を取り出して新しい記号とする。この新しい記号はこの利用者の持つ概念、操作を反映したものと考えられる⁽¹³⁾。

5. むすび

本報告ではより自然な知的インターフェースの実現を目指して、記号の自由順序入力によるDB問合せ言語(ole, Order-free Language for End users)と言語解釈方式を提案した。この言語を簡単に言えば、全てのデータ、用語、概念を記号という

単位で扱い、利用者はこの記号を自由に操作する。記号の指定方法は、この言語の実現方法に依存するが、記号の入力は利用者が思う任意の順序で行うことを可能とする。また、利用者ごとに管理された利用パターンを利用するに従って蓄積し、蓄積されたパターン情報を用いて入力された記号列を解釈するものである。

計算機で解釈可能な自然言語インターフェースが発展するにつれて、本言語oleのようなより自然な言語インターフェースが計算機の末端利用者の増加とともに要求されると予想できる。完全な自然(な)言語の実現には、多くの困難な課題を解決する必要があるが、その基礎として本報告の言語oleとその解釈方法が活用できるものと思われる。

参考文献

- (1) A. Motro: Constructing Queries from Tokens, Proc. of ACM SIGMOD'86, (1986)
- (2) 横井、浜川、川越：視覚対話言語とその応用、情報学シンポ、(1987)
- (3) J. F. Sowa: Conceptual Structures, System Programming Series, Addison-Wesley Pub., (1984)
- (4) P. Reisner: Use of Psychological Experimentation as an aid to development of query language, IEEE Trans. on SE-3, 3, pp.218-229, (1977)
- (5) H. C. Romesburg: Clustering Analysis for Researchers, Lifetime Learning Pub., (1986)
- (6) H. K. T. Wong et. al.: GUIDE: Graphical User Interface for Database Exploration, Proc. of VLDB'82, pp.22-32, (1982)
- (7) M. M. Zloof: Query By Example, Proc. of AFIPS National Computer Conference, Anaheim, (1975)
- (8) Intellect Query System, Reference Manual, Artificial Intelligence Corp., (1982)
- (9) D. D. Chamberlin et. al.: SEQUEL 2 A unified Approach to Data Definition, Manipulation and Control, IBM Res. & Dev., pp.560-575, (1976)
- (10) Erradi et. al.: Interaction with IBS (An Icon Based System), Proc. of Computer Graphics Tokyo '85, pp.159-171, (1985)
- (11) 藤崎、間下、諸橋、渋谷、鷹尾：データベース照会システムヤチマタと名詞句データ模型、情報処理学会論文誌、20、No.1, pp.77-84 (1979)
- (12) 天野、上林：SQLから自然言語表現の生成、33回情報処全国大会、1986
- (13) 浜川、川越：知的ユーザインターフェースのためのユーザ概念、知識の獲得、情報処人工知能研究会52-12, 1987