

日本語インタフェースを有する知識処理型マルチメディア 地図情報処理システム GENTLE†

嶋田 茂^{††} 江尻 正員^{††}

地方行政や公共事業体などにおける行政・設備計画策定などの支援を目指した地図情報処理システムが実用になりつつあるが、取扱い可能なメディア情報がまだ少ないという問題や、ユーザインタフェースが不十分であるなどの問題が残されている。今回知識ベースを活用することにより、図形や画像などのマルチメディアを効率的に管理でき、かつ従来のメニュー選択やコマンド入力ほかに自然語に近い日本語インタフェースを備えた地図情報処理システム GENTLE (GENeral Topographical Land-use Expert system) のプロトタイプを開発した。本論文では、このシステムの開発結果について述べ、とくに各メディア別に最適な管理システムを上位の知識ベースで統合管理するというマルチメディアデータベースの新しい構造と、図形の幾何的な関係処理を含む日本文から意味を自動抽出し、最適な検索手順を推論する日本語インタフェースの手法について詳述する。さらに、これらの手法に基づく地図情報についての各種の検索結果の実例を示す。

1. はじめに

市役所・県庁など地方自治体における地域計画策定や、電力・水道・電話などの公共事業体における設備計画策定の支援技術として、対話応答特性の良い地図情報処理システムの実用化が望まれている。最近、グラフィックス技術の進展などにより、このような要求に応え得る実用化システムの発表が多くなされるようになってきた^{1)~3)}。

一般にこのような図面情報に基づくシステムでは、地形図・設計図のような図形データのほかに、各図形データに関わる名称や属性値等の文字・数値データ、文書・書類等のテキストデータ、景色・航空写真・外観図等の画像データなど、いわゆるマルチメディア情報を効率的に統合管理することが求められる。これによって、例えばグラフィックス画面上に表示された地図中のある図形データをカーソルで指定すれば、その図形の名称や属性が直ちに表示されたり、あるいは地図上である地点を指定すれば、その景色が表示されるといった多様な検索が実行可能となる。またこのようなシステムでは、一般に大規模かつ複雑になる傾向にあるため、効率的で親しみやすいマンマシンインタフェースが重要になりつつある。

このような要求への対応として、我々は既に、図面情報処理システムの高度化に向けて研究を進めつつあるが⁴⁾、その一環として、このたび Lisp を用いた地図情報処理システムのプロトタイプ GENTLE (GEN-

eral Topographical Land-use Expert system)⁵⁾ を開発したので報告する。このシステムでは、知識ベースに基づき関係データベース管理機能を拡張し、これによりマルチメディア情報への対応を図っているほか、日本語インタフェースを実現して高度なマンマシン特性を得ている。本報告では、まず GENTLE における知識ベースとデータベースの構造を明らかにした後、システムの有する基本的な機能を説明し、最後に日本語インタフェースによる検索方式とその実行例を紹介する。

2. システムの構成

GENTLE は、図 1 に示すように、M シリーズ大型計算機の TSS 環境下で稼働するシステムとして構成されている⁶⁾。地図は、まず自動図面入力装置 (オートディジタイザ)^{4),7)} によってデジタル化され、地図中の各図形要素は座標値の集合として実現されていったんマルチメディアデータベースに登録される。ついで TSS 端末を用い、GENTLE の基本機能の一つである編集機能によって、この図形要素を建築物、道路経路、行政区画境界といった主題ごとに分離する。これを地図の階層化と言う。さらに同じく編集機能により、各階層での図形要素に対して、点・線・面などの性質を与える幾何的な構造化や、これらの図形要素と名称・属性・画像など関係のあるメディア相互間での対応付けのための統合化が行われる。この場合、図形要素としては既に編集されている市販の住宅地図データ (例えば日立-ゼンリン開発⁸⁾) を、また名称・属性要素としては既存のデータをそれぞれ利用することができる。

† GENTLE: Multi-media Topographical Expert System with Natural Language Interface by SHIGERU SHIMADA and MASAKAZU EJIRI (Central Research Laboratory, Hitachi Ltd.).

†† (株)日立製作所中央研究所

このようにして統合化されたマルチメディアデータベースは、図2に示すように、図形・名称・属性・画像など各メディア別に独立して管理されているそれぞれの要素が、互いに関係形式で結合された構成になっており、さらにその上に知識ベースが配置されている。そしてGENTLEを構成する各種のシステム部、すなわちマンマシンインタフェース部、グラフィックス部、基本システム部、応用システム部から効率的に参照される。このうちとくに基本システム部は、データベース管理・検索・探索・編集の四つの基本処理から構成される。

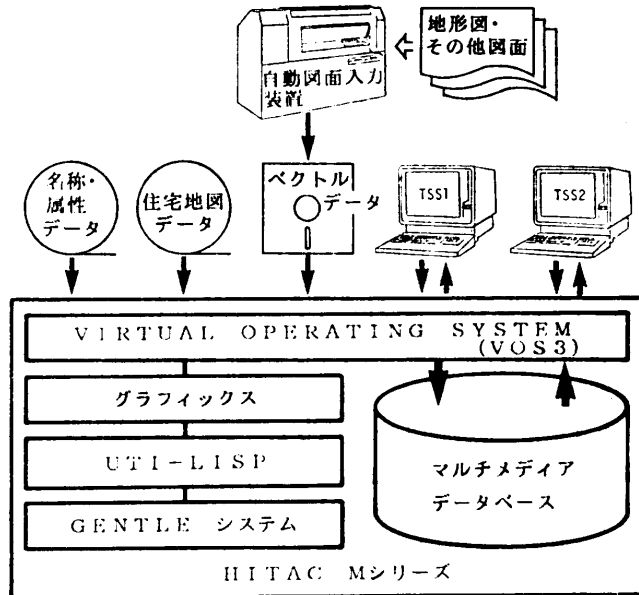
このような構成において、TSS端末から入力された要求から各種の処理が実行されるまでの流れを示すと次のようになる。まず、メニュー選択・コマンド入力・日本語入力による各種の要求は、マンマシンインタフェース部で分析される。そして必要に応じ、知識ベースを用いた意味抽出が行われ、その意味に基づく処理が自動的に推論され実行される。とくに応用システム部では、例えばある条件下で検索した地図上でいくつかの場所に対して、これらを巡る経路を探索するというような問題など、複数の基本処理を組み合わせた応用処理が計画・実行される構成となっている。そしてこれらのうち、グラフィックス出力の要求が求められる場合には、その結果はグラフィックス部に渡されラスタ画像としてTSS端末へ表示される。

3. マルチメディアデータベースの構造

3.1 知識ベースの役割

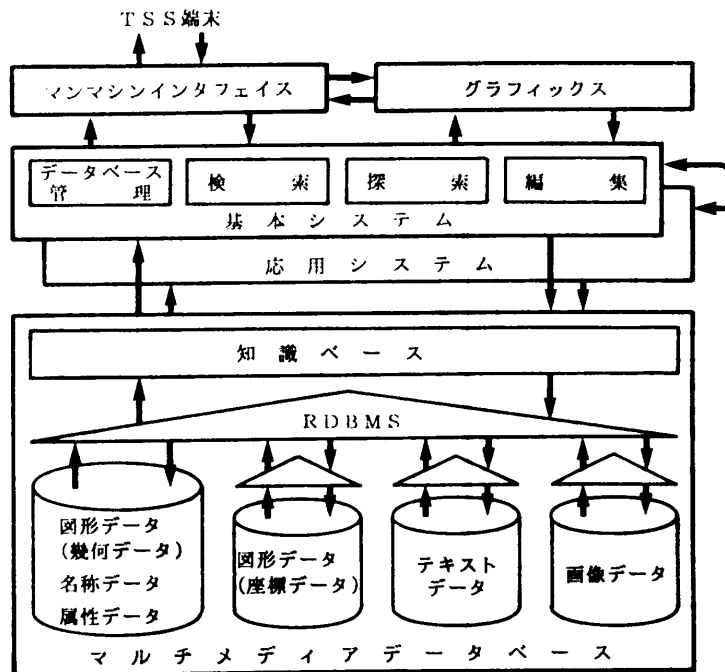
上述のごとくGENTLEのマルチメディアデータベースは、関係型データベースの上にフレームを基本にした知識ベースを配置した構成をとっている。まずこの知識ベースの役割について述べる。

一般に、官公庁などで使われるような地図情報処理システムでは、既に大規模なデータベースが存在している場合が多く、したがってそれらを活用できる構成とすることが望まれる。そのためGENTLEの知識の中では、既に存在するデー



UTI-LISP: University of Tokyo Interactive LISt Processor

図1 GENTLEのシステム構成
Fig. 1 System structure of GENTLE.



TSS: Time Sharing System

RDBMS: Relational Database Management System

図2 GENTLEのソフトウェア構成
Fig. 2 Software structure of GENTLE.

タベースの実体を事実(ファクト)として扱い、そのデータ構造と各種スキーマ情報をフレーム型知識として記憶する方式を実現した。すなわち、既存デー

データベースの概要と利用方法が要約された形で知識表現され、これを参照することで、多様なデータベースに対して適応できることになる。

さらに、図形・名称・属性・画像などのマルチメディア情報を効率よく扱え、しかも検索・編集などの諸機能が、一元的な操作手順により実行できることも要求される。そのため、既存の関係型データベース管理システムを直接適用する手法¹⁾も考えられているが、後述のように必ずしも満足のいくものではなかった。そこで、GENTLE では、各メディア別に最適な管理機能を用いることにより検索の高速化を図ると同時に、各メディア別の管理システムで扱うスキーマ情報を総括して知識ベースに記憶することにより、マルチメディアデータベース全体のスキーマを一元的に見通せるようにし、効率的な検索が可能となるようにした。

一方この GENTLE を、ワークステーションなどによる分散指向のシステム構成として実現する場合には、各ワークステーションに分散して存在するデータベースの構造を知識ベースに記憶させ、どのワークステーションに所望のデータがあるかを推論し判断させることにより、効率の良い分散システムを実現することも可能となる。

3.2 知識ベースの構造

GENTLE のマルチメディアデータベースの詳細構造は図3のようになっており、その知識ベースに記憶される知識には、次の4種類がある。

① 検索要求意味抽出フレーム……応用システム部を介した複合的な要求や、日本語による要求に含まれるあいまいさを明確にし、その中に含まれる意味構造を抽出するための知識。

例：要求日本文の主部内の固有名詞が地名と推定できない場合は、対象とする主題候補が得られるまでユーザへの確認手続きを行う。

② データベースの意味構造フレーム……データベースの構造と、メディア相互間の関係構造や各関係の有する意味情報に関する知識。

例：「建築物属性」の項目は「所在機関名・住所・電話番号・階数・高さ・面積」で、前の3項目は既存のスキーマ情報から抽出する。

③ 地図の主題フレーム……地図における建築物・道路などといった主題に関する知識で、検索要求の不足情報を推論する場合の根拠となる。

例：「首都高速道路」は「高速道路」の一つで、最高制限速度=80~40 km/h、平均車線幅=4で、首都高速道路公団により管理される。

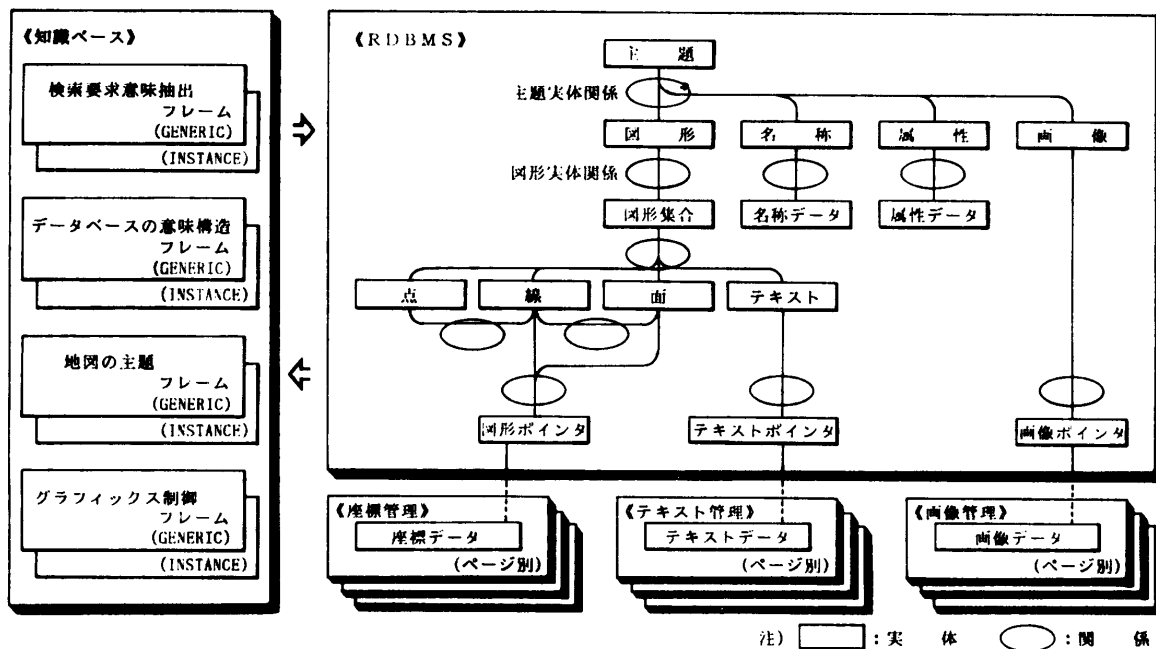


図3 マルチメディアデータベースの構造
Fig. 3 Structure of multi-media database.

④ グラフィックス制御フレーム……建物・道路経路など複数の主題を同時に表示する場合や、複数の検索結果を前の結果と区別して表示する場合などに必要な線の色・線種・塗り潰しパターン等のグラフィックスに関する知識。

例：表示対象図形が既に赤色・右斜線の表示様式ならば、次は青色・左斜線の表示様式を使う。

そして、これらの知識の表現形式としては、図4に示すような、手続きおよびルール型知識の記述の容易な拡張型フレームを用いている。とくに、データベースの意味構造に関する知識を用いる主な理由は、検索の効率化にある。すなわち、本システムでは、検索要求が与えられると、データベースの各関係テーブルを検索するための適切な検索手順を推論し、これにより無駄なデータベース検索回数を最小限に留めている。

3.3 データベースの構造

GENTLE のデータベースにおける図形・名称・属性・画像などのメディア情報は、図2、図3に示した

```
(FRAME
  (FRAME-NAME frame-name (arg-1...arg-n))
  (FRAME-TYPE frame-type)
  (IF-LIST if-part expression)
  (THEN-LIST then-part expression) )
;where
《arg-1,,arg-n》 are arguments of method,
《frame-type》 is one of
{DEFINITION,RULE,METHOD,DEMON},and
《if- or then-part expression》 is
(SLOT (FACET (VALUE))).
```

図4 拡張型フレームの記述方式
Fig. 4 Notational method of generalized-frame.

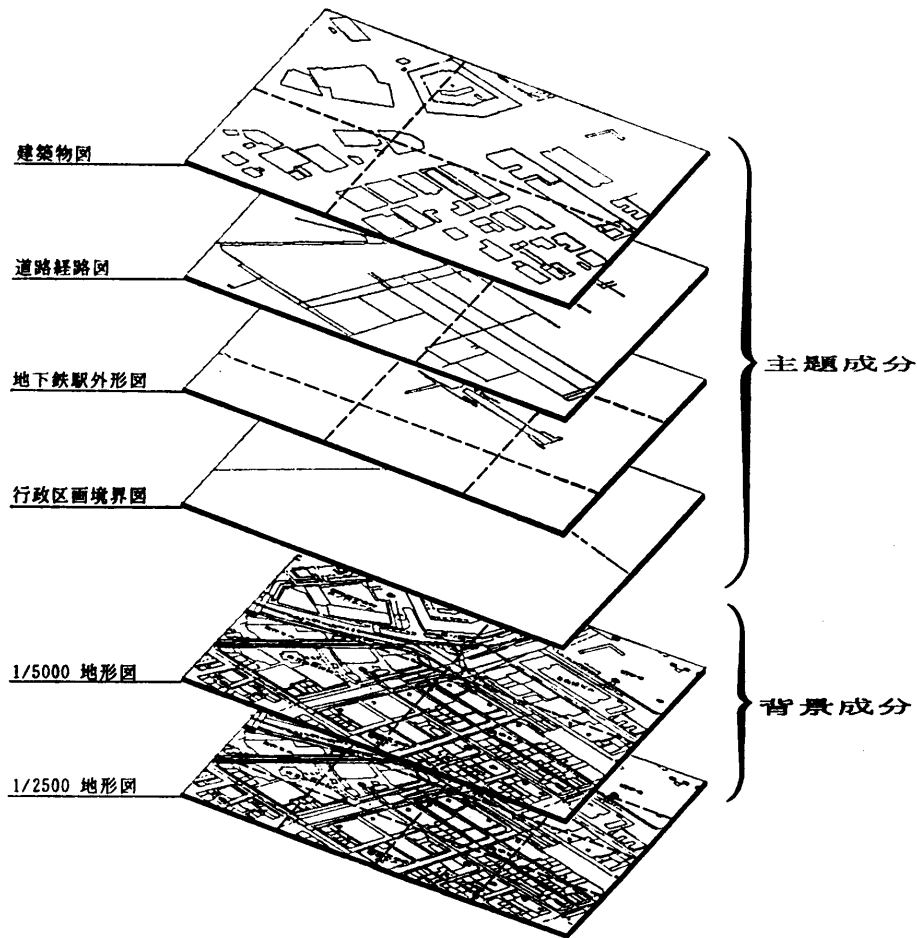


図5 階層化された図形成分
Fig. 5 Classified geometric element.

ように、各メディア別に最適な管理機能を用いて管理される。そのなかでとくに図形は主題成分と背景成分の二つに分類されており、その様子を図5に示す。主題成分は、使用目的に応じて建築物・道路経路・地下鉄駅といった特定の主題に関する記号を地図の中から取り出し、主題単位に階層化したものである。一方背景成分は、上記主題図を理解しやすくするための背景となる情報で、これには地図の図形全体を、図面自動入力装置(オートディジタイザ)によりベクトル化したものを用いている。これは、座標データを連ねたベクトルデータの形式をとっているが、画像形式のデータとも置換可能である⁹⁾。このような構成をとることにより構造化の不要な図形データはそのまま記憶でき、全体としては大幅なデータ容量の節約が可能となる。

またさらにこの主題成分に対しては、図3に示したように、座標管理システム下の座標データをポインタで代表させ、関係型式の管理システム(RDBMS)を使って構造化している。この構造化は、既に文献1)で述べられている方式と同様に、点を使った線、線を使った面などの幾何的な定義が可能となっているほか、図3における点・線・面・テキストなど異なった特性を有する要素を混合させた新たな図形集合(例えば法務省の複数の建築物と「法務省」と表示するテキストとを一つにまとめた集合)としても定義できるようにしている。ただしこの場合のテキストとは、専用のテキスト管理システム下のテキストデータをポインタで

代表させたものである。そして、図示したように、これらを図形の実体関係を用いて図形として統合化を図るとともに、他のメディア、すなわち名称・属性・画像との間を主題の実体関係を用いて主題として統合化を図っている。以上のような構造化と統合化により、例えば線を示す座標値から、それに関する属性や画像などが高速に検索可能となる。

3.4 効果

本方式によるマルチメディアデータベースとしての新しい構成をとることの効果は、図形処理の観点から一般的に評価する。まず従来の関係形式による一元的な管理方式では、点を基本的な図形の実体として定義し、線は点の集合、面は線の集合として構成している¹⁾。したがって幾何的な処理に関する自由度は大きい反面、線を構成する点や面を構成する線などの物理的な配置順序が失われるため、線や面を検索する場合には、各点に与えられたポインタをたどる大きな探索処理が必要となり、これが問題となっていた。一方本方式で提案している専用の座標管理方式では、この問題は解決される。しかし幾何的な処理に関する自由度が少し制限されるため、知識ベースによる関係情報の付加により補っている。その他テキスト・画像に関しても、図形の場合とほぼ同様な効果が得られる。

次に以上の評価を定量的に把握するため、東京都発行の1/2500の地形図を用いて名称から図形を検索する速度の比較を行った。検索対象とした範囲は霞ヶ関付近の1km四方(後述の図7、ただし同図では表示

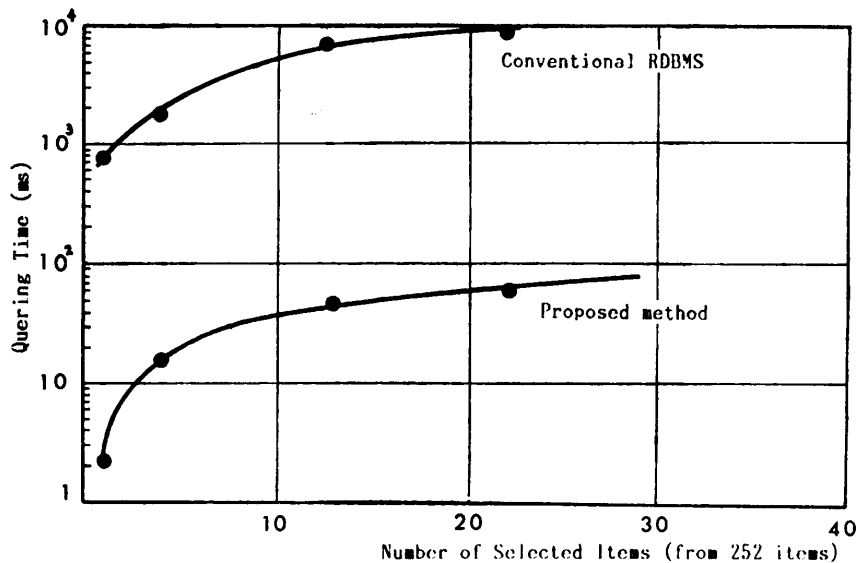


図6 名称から図形を検索する時間の比較
Fig. 6 Comparison of time required for name-to-geometry retrieval.

の関係で上部が省略されている)で、建築物 252 項目の中から特定の名称に該当する対象を検索するのに要する時間を、従来の関係形式による一元的な管理を行う場合¹⁾と、本提案による場合を比較した結果、図 6 のグラフのように 2 桁以上の高速化が図れることを確認した。

4. 基本処理

既に述べたように GENTLE では、データベース管理・検索・探索・編集の四つの基本処理を用意している。これらの各処理は、システムの構造を把握しデータベースを直接操作できる専門ユーザのために解放しており、メニュー選択やコマンド入力によって直接起動がかけられるように構成している。

4.1 データベース管理

(1) 確認機能

一般に大規模な地図情報処理システムでは、データの追加や修正が TSS 環境下で複数人員により常時行われることが多いと予想される。したがって、ユーザにとってデータがどの段階まで利用可能な状況になっているかが把握し難い。そこで、広域情報を表すインデックス地図を用意し、その上にデータベースの完備進展状況をマーク表示し、どこまで作業が完了したかを確認できる機能を作成した。

(2) 読出し・登録機能

これは、検索や編集などの処理対象となるデータをファイルから必要十分な量だけ切り出し、メインメモリに呼び出したり、逆にメインメモリの内容をファイルに再登録する機能である。既に図 3 で示したように、GENTLE のマルチメディアデータベースでは、図形・テキスト・画像を専用のシステム(座標管理・テキスト管理・画像管理の各システム)で管理しており、検索や編集などの処理の効率化を図っている。この場合各データは、銀座や虎の門といった各地域単位のページと称する小領域に分割して記憶しており、複数ページ貼り合せのためのオフセット量とともに記憶管理している。またこのページの管理では、図 5 の破線で示したように、尺度の異なる地形図や主題成分において、そのページ境界位置が変化することを許容している。そしてデータの読出し・登録機能として、各ユーザが、ページ境界位置を意識しないで必要範囲を指定すれば、必要なページデータが自動的にファイルから入出力できるようにしている。

4.2 検索

GENTLE では、名称から図形、図形から画像などメディア間にまたがる多くの検索機能を実現したが、本節ではこのうち代表的な名称から図形、図形から属性、図形から画像の三つの機能について説明する。

(1) 名称から図形の検索機能

名称からそれに対応する図形成分を検索し、それを指定した表示様式(色・線種・塗り潰しパターンなど)で表示する機能である。この場合名称はローマ字で入力することとし、登録された名称文字列との間で部分マッチングを可能とした。図 7 は、霞ヶ関を中心とした領域の検索結果であり、地図として東京都庁発行の 1/2500 地形図を用いている。図中の斜め線でハッチングされた建物群は、検索文字列「SHOU」とのマッチングがとれた図形要素を示しており、

「kensetsuSHOU」(建設省)、「gaimuSHOU」(外務省)、「SHOUbouchou」(消防庁)

など多数の要素が検索されている。この場合、図 3 の主題と名称の実体関係から幾何の実体を得、それに張られた図形ポインタから座標データを得るまでの手順が自動的に推論され実行される。さらに同図では、外務省を検索した結果も重畳して表示している。この場合は、マッチング用のキー入力文字を「GAIMU」とし、表示属性を「赤色の塗り潰し」と指定した。

(2) 図形から名称・属性の検索機能

表示中の図形の一部を指定すると、それに関係付けられている名称や属性を表形式で表示する機能である。この場合、例えば建築物の属性として、住所・電話番号・建物階数など、また道路の属性として交通量・渋滞度・騒音レベル等が考えられる。図形要素(点・線・面)の指定はカーソルにより行い、その位置から最も距離の近い図形が選択される。このとき、その図形に関係付けられた名称と属性の記憶されたテーブルが自動的に結合され、必要な項目が抽出された後表示される。例えば図 7 左下における縦縞で印をつけた図形が選択されると、その図形に関係付けられた名称として「合同庁舎 4 号館」が検索され、その建築物に存在する官公庁名や、電話番号・所在階床等が抽出され、表形式で表示される。

(3) 図形から画像の検索機能

図形要素(点・線・面)をグラフィック端末のカーソルを用いて指定することにより、それに関係した画像を表示する機能である。今回実現したのは、道路の交差点などの特徴的な地点からみた風景画像を検索す

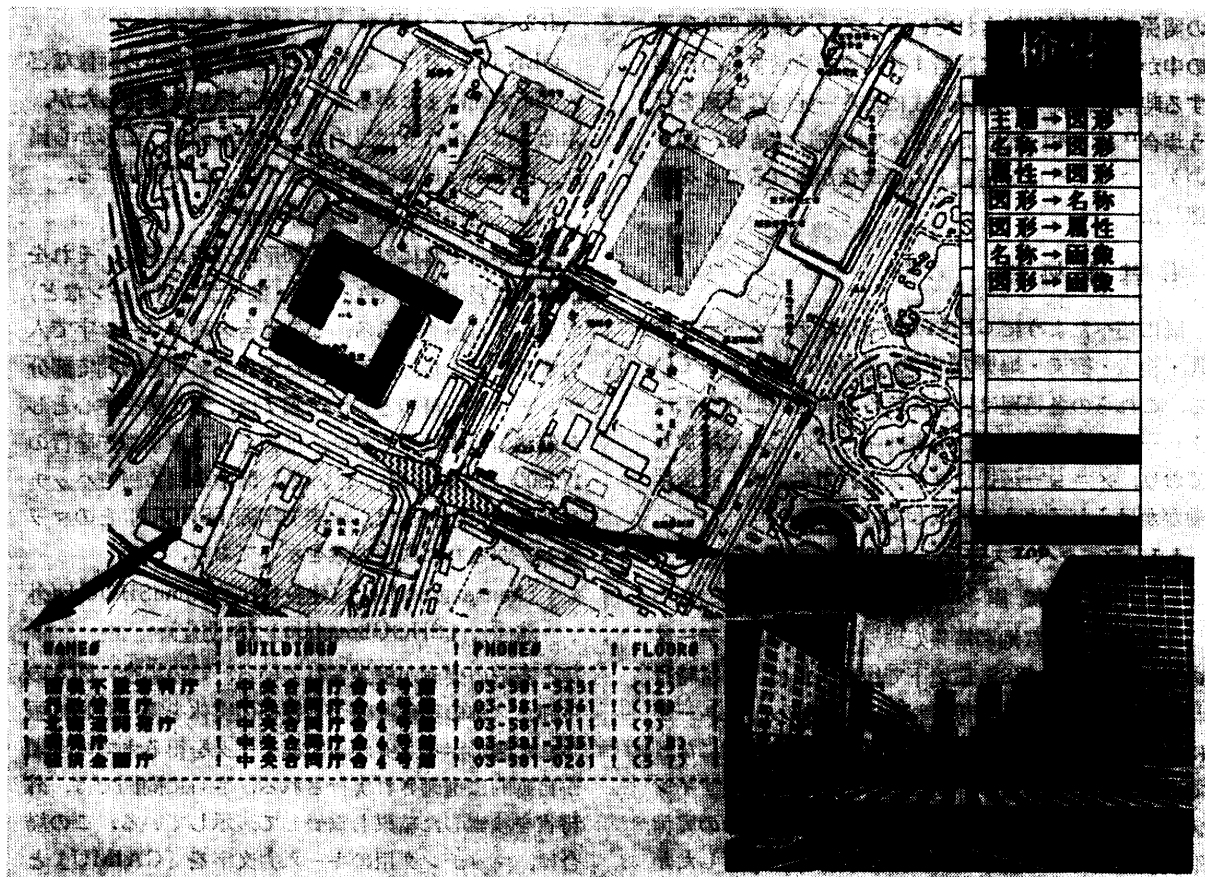


図7 各種の検索例 (霞ヶ関付近)

Fig. 7 Example of information retrieval (Kasumigaseki office area).

るもので、指定する図形は、風景画像が登録された地点を示すマークである。例えば、図7に示されているように、画像検索時に自動的に表示される三角形マークのうちの一つを選択すると、その三角形の矢印の方向にみた風景画像が、グラフィック端末上にディザ形式でカラー表示される。

4.3 探 索

地図のデータベースを単なる表示用のデータベースに留めないで、幾何的な構造化とそれに関係する名称や属性等を付加して統合化を行う理由の一つは、地域計画の策定時に必要となる各種のシミュレーションを可能とすることにある。その例として、例えば大気汚染拡散・災害時の延焼・上下水道網の解析・交通制御等が考えられる。我々はこのうち交通制御シミュレーションを例にとり、その一環として、都心の道路上を車両で走行することを想定した経路探索の問題を取り上げた。すなわち、各交差点や駐車場位置などをノードに、また道路を経路にそれぞれ割り当てた形で、〔ノード〕-〔経路〕-〔ノード〕形式の経路網を探索す

る問題とし、P. E. Hart らによる発見的探索手法⁹⁾を適用して、シミュレーションを行った。ここでは、2地点間の経路の全長を最小にする最小距離の問題として解く場合と、制限速度と交通渋滞度を評価した最短時間問題として解く場合とを用意した。この場合、東京都庁発行の1/2500地形図には経路の概念はないので、新たに経路図を作成し付加した。すなわち、地形図中に示された道路のなかで、一方通行制限のある道路には方向性を持った一本の経路を、それ以外の一般の道路には往復2本の経路を対応させた。図8は、1/2500地形図の虎の門付近を表示したもので、経路探索のための始点位置を「日立愛宕ビル」、目標位置を「ホテルオークラ」とした場合の探索結果を重ねて表示している。十字連鎖線部分は2地点間距離最小として探索した経路を、破線部分は時間最短として探索した経路を示している。

4.4 編 集

図形を中心にした対話編集機能であり、建築物・道路経路など地図の主題別階層化編集のほか、点・線・

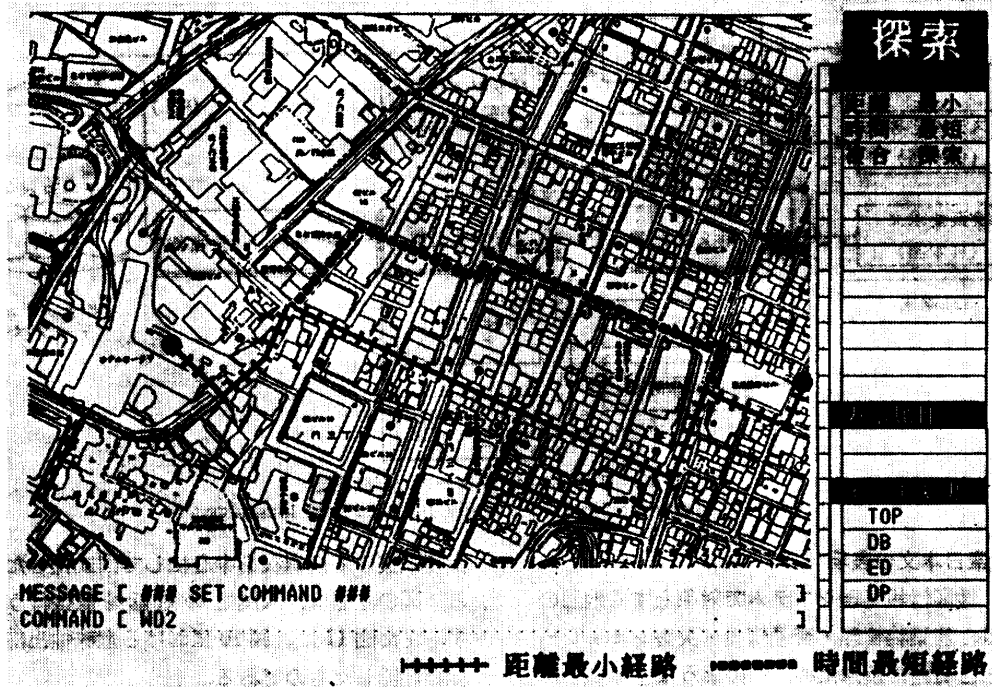


図 8 経路探索結果の表示例

Fig. 8 Example of path finding between two points.

面といったような幾何の位相構造に変化を与える2次元CAD的な構造化編集、および図形と名称、図形と属性、図形と画像といった異なるメディア間の対応付けを行う統合化編集など、多様な機能を備えている。この編集機能で特徴的な点は、画面上で図形を指示する際の豊富な図形選択の機能にある。すなわち、単に点・線・面といった図形の要素単位の選択のほかに、複数の線から構成される線や、複数の点・線・面およびテキストを使って構成された図形集合の単位で選択する機能を実現した。これによって、上記の構造化・統合化・階層化編集における効率を著しく向上させている。

5. 日本語インタフェース

従来から効率的なマンマシンインタフェースとして、メニュー選択やコマンドに工夫を凝らした各種の方式が検討されているが、地図情報処理システムでは、一般に次の理由で十分な対応が難しい。

- ① 地図上の地名などを示す固有名詞や、施設図などの特有な用語が多く使われる。
- ② 表示主題などを指定するためのパラ

メータ項目が多いため、メニューの量が多くなりすぎる。

- ③ データベース構造が複雑となるので、検索手順が複雑かつ長くなる。

そこで、メニュー選択やコマンドよりも表現の自由度の大きい日本語インタフェースの利用が重要となってくる。そのため GENTLE では、自然語に近い日本語で命令する方法を備え、メニュー選択・コマンド方式との並行利用を可能にした¹⁰⁾。

単文：

地名を含む主部	述部
---------	----

(例文) 「港区赤坂3丁目付近を表示せよ」

複文：

地名を含む副主部	連体修飾部	地名	述部
主		部	

(例文) 「国分寺市にある新町はどこか」

連用修飾部を持つ複文：

地名を含む副主部	連体修飾部	地名	連用修飾部	副述部
主		部	述	部

(例文) 「小平市上水本町に含まれる府中街道を赤色で示せ」

図 9 GENTLE で使用可能な日本文の文型

Fig. 9 Typical Japanese sentence for the natural language interface.

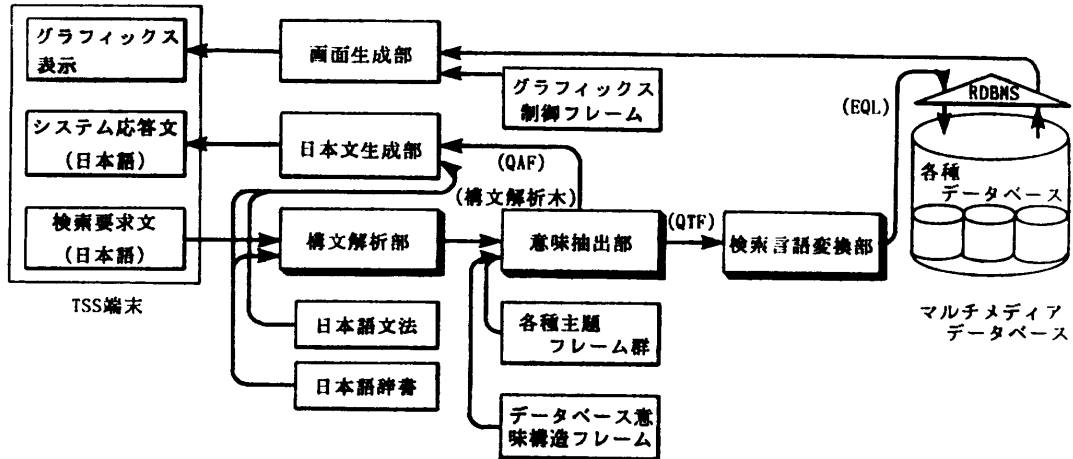


図 10 日本語インタフェースの方式概要
Fig. 10 Outline of interface method for natural language.

5.1 検索日本語の表現

一般に、地図情報処理システムで対象とする地図の適用範囲は、建築物管理・交通情報・災害シミュレーションなど広範囲に及ぶため、このようなすべての内容を包含する地図のモデルを考えることは不可能に近い。そこでとりあえず GENTLE では、地名を含む名称から図形の検索など簡単なメディア間検索を行うモデルで考えることにした。したがって検索日本語の内容も、このような地図のモデルの範囲内の内容に限定されるが、従来あまり検討されなかった図形の幾何関係を扱えるようにし、言語に含まれる幾何関係の意味抽出から、具体的な検索手続きを自動的に推論する方式とした。これによって、あらかじめデータベースに定義されていない関係も推論可能となるので、検索の適用範囲が広がる効果が得られた。この場合、GENTLE で使用可能な日本語の形式は図 9 に示す程度のものであり、図中の連体修飾部には、「～に含まれる」「～の通る」といった要素間の幾何的位相関係を記述する表現が扱えるようにした。

5.2 日本語インタフェースの構成

次に日本語による検索要求から、具体的なデータベース検索手続きを得るまでの日本語インタフェースの全体構成について概略を説明する。図 10 はその構成を検

索要求文の変換過程を中心にして図式化したものである。図の左側は、人間との対話を直接行う端末を示す。また図 11 は、図 10 における意味抽出部をさらに詳細展開したものである。

(1) 構文解析部

端末からある検索要求を日本語で与えると、システムは構文解析を起動させ、要求文を構文解析木に変換する。この構文解析では、固有名詞など辞書に無い単語が現れた場合には、「～都・道・府・県」「～市」「～町」「～街道」「東～」といった地名に関する語句を手掛かりに地名候補を推定し、さらに「*県←*市←*町」といった地名の順序に関するシンタックスを使っ

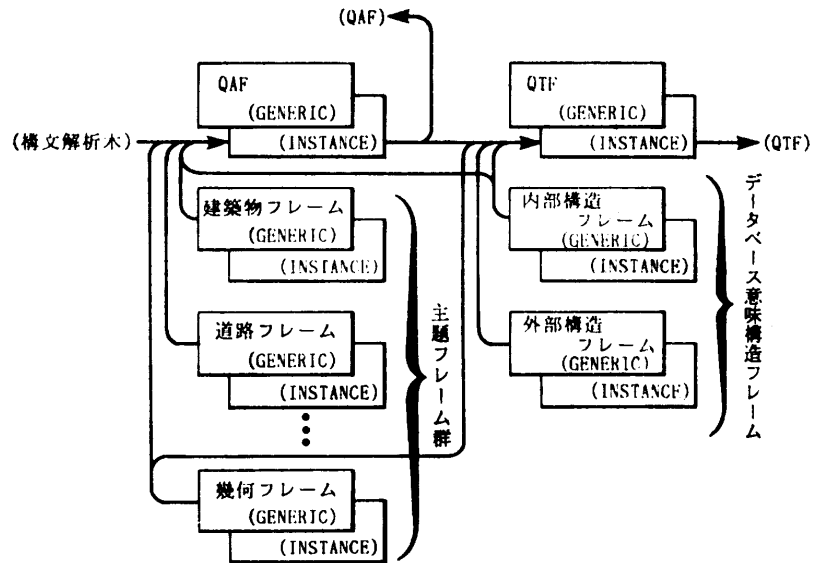


図 11 意味抽出部の詳細
Fig. 11 Details of notion analysis and extraction process.

て地名を確定させる手法を導入していることに特徴がある。これにより日本語辞書が大幅に節約され、構文解析の実行が高速になる効果を持つ。

(2) 意味抽出部

次に意味抽出フレームの起動により、検索要求の意味構造が解析され、構文解析木は要求分析フレーム QAF (Query Analysis Frame) に変換される。この QAF を具体化するのに使われる知識は、「建築物」「道路」などの主題に関する知識をフレームで記述した既述の主題フレームや、データベースの意味構造フレームである。ただし、データベースの意味構造フレームは、データベースの意味情報だけを記憶する内部データベースフレームと、データベースの実体を要約した外部データベースフレームとに分類されており、この場合は前者が参照される。この QAF として解析された意味構造は、構文解析木に準じた形式のままであり、まだ具体的なデータベースの検索手続きにはなっていない。

そしてこの段階で、システムが解釈した検索要求文が正しいものであるかどうかをユーザに確認するため、日本語の生成部は抽出した QAF を基に、確認用の応答日本語を作成し端末に表示する。とくに意味抽出が不十分な場合には、ユーザに対し検索要求文の追加や入れなおしを指示するとともに、再び要求された検索要求文の構文解析と意味抽出を行い、今までの意味抽出結果である QAF に、その新たな意味構造を追加する。

抽出された意味構造が正しいと判断された場合には、具体的なデータベース検索手続きとなる要求解釈フレーム QTF (Query Translation Frame) を推定する。この段階で行う推定とは、前述のデータベース意味構造フレームと、幾何的な構造などを解析する幾何フレームなどの知識を利用した検索手続きの推定にある。

一方 QTF が推定できない場合、すなわち QAF で抽出された内容が直接満足できない場合が存在する。その場合基本的には、ユーザに推定できない理由を述べるとともに、特に連体修飾部が幾何の関係を述べている場合には、地図の主題に関するフレームの一部である幾何フレームを用いて、求める要求がフレーム内に記憶されている幾何的な処理手続きの中の一つで解決可能かどうかを調べる。そしてその可能性がある場合には、代替となる検索プランを推定する。

(3) 検索言語変換部

QTF が推定された後には、検索言語変換部により、関係データベースの検索言語 EQL (Extended Query Language) への変換規則を用いて、データベースの検索を実行するための検索プラン (EQL で記述された具体的な検索手順) を作成する。一般に検索プランは、複数個考えられることが多い。そこでシステムは、推定された個々の検索プランを意味のある検索結果が得られるまで順に実行する。

そしてこのようにして得られた検索プランに基づき、実際にデータベースを検索し、得られた検索結果

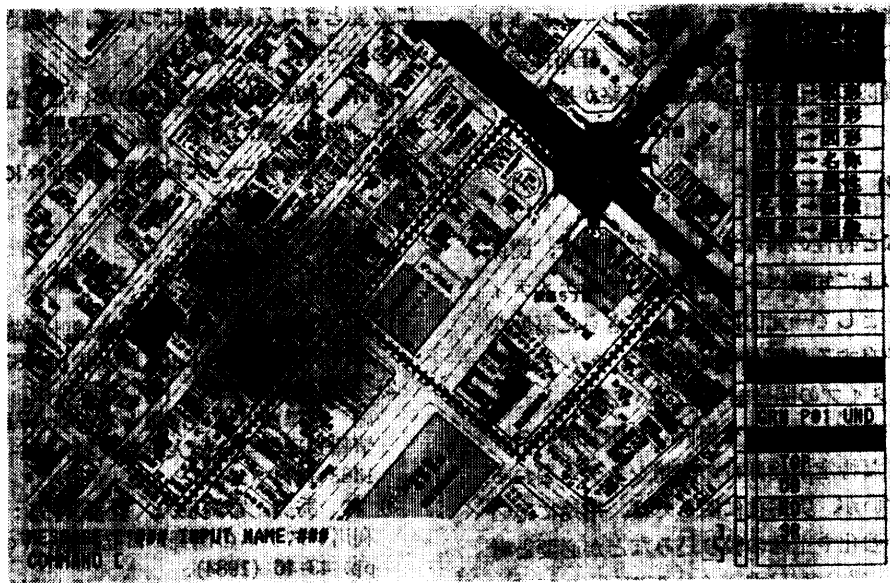


図 12 住宅地図を用いた各種検索例

Fig. 12 Examples of information retrieval using residential map of Ginza area.

を端末に表示する。このとき、検索結果をグラフィックスとして表示する要求の場合には、画面生成部がグラフィックス制御フレームを用いて所定の画面となるように構成する。

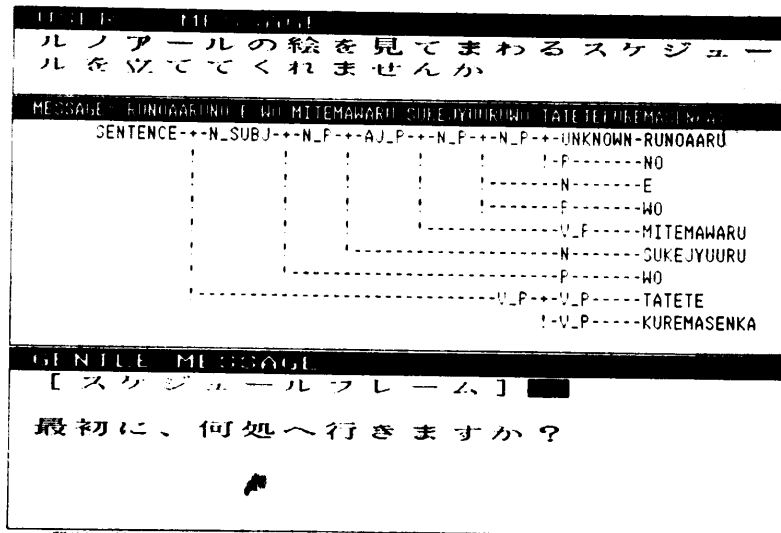
5.3 検索例

住宅地図³⁾を用いて、日本語文章の意味解析から、各種の検索を行った結果について示す。図12の例は、縮尺度1/1500の銀座5・6丁目付近の地図である。図中斜線部分は印象派の作品を有する画廊、塗り潰し部はルノアールの作品を展示している画廊を検索した結果を示す。また、十字連鎖線はルノアールの作品を展示している画廊を見て回るのに最適な経路の探索結果をそれぞれ示す。一方図13は、日本語インタフェースによるユーザとシステム間の対話の一部を、システムの用意したブラウザの形式で表示したものである。

この場合構文解析において、ルノアールといった日本語辞書に登録されていない固有名詞が使われた場合には、システムがユーザに自動的に問いあわせを行うほか、ユーザとの対話の履歴を用いることにより、あいまいな表現の補足推定を行っている。またこのような特定の画廊を見て回る経路は、あらかじめデータベースに登録されていないので、幾何フレームによりその幾何関係の計算の可能性を調べた後、経路探索プログラムが自動的に実行され、最適な経路が推定される。

6. おわりに

図形・画像など特性の異なるメディア情報を、関係データベースの上に知識ベースを配したマルチメディアデータベースとして一元的に管理し、さらに高度なマンマシン性を有する地図情報処理システム GENTLE のプロトタイプの開発結果について紹介した。本システムは、将来システムを指向した研究開発の一成果であり、まだ特定用途向けの实用システムをねらったものではないが、実用化に関しては、用途に応じて、特定機能の強化や主題の絞り込みなどが必要と考えられる。また試作した日本語インタフェースでは、マンマシン性の高度化には極めて効果的ではあった



■質問に答えてください。■

図13 GENTLE のシステムブラウザの例
Fig. 13 Example of system browser for GENTLE.

が、まだ簡単な日本語の意味抽出が確認できた段階であり、必ずしも実用であるとはいえない面がある。さらに、実際のシステムの運用上で問題となるのは、ユーザからの要求日本語に含まれる誤りを排除し、省略や不確定性を補うためのユーザとシステム間の対話である。この対話を円滑かつ効率よく行うためには、ユーザの要求する意味を負担にならない程度に聞きなおし、新たに明確になった意味を、それまでの意味抽出結果へさらに効率よく反映させる方式の研究が必要である。これらの課題を含め、将来のシステムに必要なとされる諸機能について、今後さらに研究を進めたいと考えている。

謝辞 本研究に御協力いただいた日立製作所中央研究所、松島 整、角本 繁、藤沢浩道、矢島章夫、宮武孝文、東野純一、大谷成子、の方々へ感謝いたします。

参考文献

- 1) 松家英雄, 杉本和敏: 地域計画策定支援システム, 情報処理, Vol. 23, No. 9, pp. 818-827 (1982).
- 2) 三枝博美, 三沢 博, 笠原 裕, 霧谷建之, 斎藤 誠ほか: 地理情報システム WING, 第26回情報処理学会全国大会論文集, 6M-2~6M-6, pp. 1463-1471 (1983).
- 3) 林 秀美, 宮崎敦夫, 近藤明充: 住宅地図情報利用システムの開発, 日立評論, Vol. 66, No. 12, pp. 43-46 (1984).
- 4) Ejiri, M., Kakumoto, S., Miyatake, T., Shimada, S. and Matushima, H.: Automatic Recogni-

tion of Design Drawings and Maps, *Proc. of IEEE 7th Int. Conf. on Pattern Recognition*, pp. 1296-1305 (1984).

- 5) 嶋田 茂, 江尻正員: 地図情報エキスパートシステム GENTLE, 情報処理学会アドバンスト・データベースシンポジウム, pp. 93-101 (1985).
- 6) 嶋田 茂, 宮武孝文, 上田博唯, 角本 繁, 柏岡誠治: 図形処理に基づく地図データベースの構成法, 第28回情報処理学会全国大会論文集, 5E-7, pp. 749-750 (1984).
- 7) 角本 繁, 宮武孝文, 嶋田 茂, 江尻正員: 実時間コード化技術を用いた多色図面の自動認識, 信学論 (D), Vol. J68-D, No. 4, pp. 829-836 (1985).
- 8) 嶋田 茂, 松澤成子, 東野純一, 宮武孝文: 地図情報処理システム GENTLE のデータベース構造と検索方式, 昭和 60 年度電子通信学会全国大会予稿集, pp. 6-52 (1985).
- 9) Hart, P. E., Nilsson, N. J. and Raphael, B.: A Formal Basis for Heuristic Determination of Minimum Cost Paths, *IEEE Trans. on SSC*, Vol. 4, No. 2, pp. 100-107 (1968).
- 10) 嶋田 茂: 地図情報処理システム GENTLE の知識処理構造, 第 32 回情報処理学会全国大会論文集, 2B-9, pp. 813-814 (1986).

(昭和 61 年 6 月 5 日受付)

(昭和 61 年 9 月 10 日採録)



嶋田 茂 (正会員)

昭和 50 年名古屋工業大学工学部生産機械工学科修士課程修了。同年(株)日立製作所入社。中央研究所にて画像処理・図面認識・地図情報処理システム・知識ベースなどの研究に従事。現在、同所研究員、電子通信学会会員。



江尻 正員 (正会員)

昭和 34 年大阪大学工学部機械工学科卒業。同年(株)日立製作所入社。中央研究所にて制御工学、ロボット工学、視覚情報処理、画像処理、人工知能などの研究に従事。この間、昭和 42~43 年イリノイ大学客員助教授、昭和 52~56 年日立中央研究所サンフランシスコ支所勤務。現在、同所主管研究員、工学博士。著書「ロボット工学とその応用」(監修執筆, 電子通信学会)。IEEE シニア会員、電気、機械、電子通信、計測制御、AAAI などの各学会会員。