

## マルチメディアデータの自動入力機能を備えた地図データベースシステム

岡崎彰夫 堀 修 長尾真紀子 高橋一重 沼上英雄 恒川 尚

(株) 東芝 総合研究所

本報告では、地図データベースシステムにおける多様な用途に対応可能なマルチメディアデータの取扱方法を、特にデータ入力の問題を中心に議論する。実際の地図データベースシステムとするためには、大量の地図データを入力しなければならない。ここでは、(i) 対象領域を覆う複数枚の地図を画像データとして入力(つなぎ合わせて一枚のベース地図とする)、(ii) 画像データを基にラスターベクタ変換により必要なものをベクトル図形化、(iii) ベクトル図形の属性となる文字、数値データを入力、(iv) 属性データに対応するベクトル図形に関係づける、という手順で画像、ベクトル図形、属性情報からなるマルチメディアデータを効率的に入力する方法を提案する。本方法の特徴は、パターン認識技術を応用し、(i)、(ii)において大幅な自動化を図った点にある。その際、(iv)をやり易くする工夫も行っている。

### GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM WITH AUTOMATIC MULTI-MEDIA DATA INPUT FUNCTION

Akio Okazaki Osamu Hori Makiko Nagao  
Kazushige Takahashi Hideo Numagami Shou Tsunekawa

Research and Development Center, TOSHIBA Corporation  
1, Komukai Toshiba-Cho, Saiwai-Ku, Kawasaki 210, Japan

This paper discusses the management of multi-media data in geographic information system (GIS), focusing on the data input problem. Generally, data input into GIS takes so much cost that the data input problem is a bottleneck to realize GIS. An automatic approach to this problem which introduces the pattern recognition technique is proposed. The proposed method consists of four steps; (i) image data input of several maps (corresponding to a mesh) which are included in the target area (a base-map image is synthesized as neighboring images are smoothly connected along the border line), (ii) graphic data input which is performed by raster-to-vector conversion for the synthesized image data, (iii) input of characters or numerical values which are attributes for the graphic data, (iv) linking attribute data to graphic data. The advantage of the method is that most part of both (i) and (ii) is automatically performed and a special technique is designed to efficiently accomplish the step (iv).

## 1 はじめに

地図データベースシステムは、施設管理、都市計画など種々の応用が考えられ、大きくとらえれば、社会システムを構築する際の一つの要素となる[1]。従来システムは、対象とする地図領域すべての図形情報を一端、ベクトル図形化し、それらに対して文字/数値からなる属性情報を関係づけていた。しかしながら、このようなシステムにおいては、データ作成に費用がかかり過ぎるという問題があった。これを解決するために、画像処理/操作技術を用いて、色々な地図情報を入力しやすい画像データとして取り扱うシステムが考えられる。カラー写真などの画像データが取り扱えることは、検索におけるマンマシンの向上にも役立つ。このような考えから筆者等は、図形データや属性データの他に画像データを効率的に取り扱えるシステムMINDS-10 (Mapping Information Datamanagement System)を開発した[2]。図1に、MINDS-10の外観を示す。

本報告では、地図データベースシステムにおける、画像、ベクトル図形、文字/数値情報からなるマルチメディアデータの効率的な取り扱い方法を特に、データ入力の問題を中心に議論する。マルチメディアデータの効率的な入力の一方法として、パターン認識技術及びラスタベクタ変換技術を利用した自動化手法を紹介する。

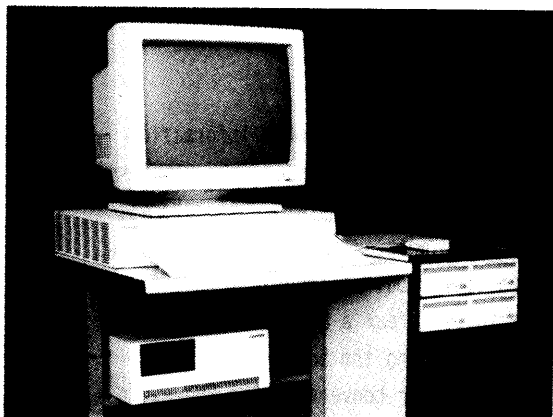


図1 MINDS-10の外観

## 2 地図データベースシステムにおけるマルチメディアデータ

一般的に地図データは、次のように抽象モデル化できる。地図上には、検索/管理対象となる多くの図形要素が存在するが、それらは点要素(建屋、電柱など)、線要素(水道管、鉄道など)、面要素(町丁目、土地利用など)の3つに分類することができる。また、図形要素は図2に示すように意味的にまとまりのあるものどうしを、ある一つの階層(レイヤと呼ばれる)として定義することが可能である。一つのレイヤには、点/線/面の図形要素が混在する場合も有り得る。この時、最下層のレイヤとしてベースとなる地図を定義しておくのが自然である。都市計画支援を行うようなシステムの場合、1/2500の都市計画基本図が用いられる。地図上の各図形要素には、その属性である数値/文字情報が関係づけられる。例えば、建屋には構造種別、階数など、水道管には管の種類、直径など、町丁目には世帯数、人口などの属性が付加される。地図の最も特徴的なことは、それが2次的に無限の広がり(実際には、球面を平面で記述するので精度的に範囲が限定される)をもったデータであることだが、データ管理上は、適当なメッシュに区切って管理されるのが通常である。

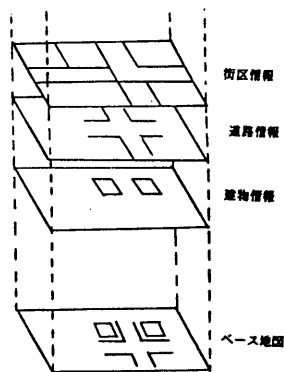


図2 地図データベースシステムにおけるレイヤ構造管理

MINDS-10では、ベース地図として画像データを用いており、スキャナより読み込まれた複数枚の図面をその境界において、つなぎ目を感じさせることなく接合する技術を開発した(3章で詳しく述べる)。大量のベース地図画像は、ピース画像と呼ばれる矩形の単位領域画像に分割されて複数枚の光ディスクに分散されて格納される。画像の更新は、基本的にはこのピース画像を単位として行うが、もとの図面との対応情報を保存することにより、図面単位の変更も可能である。複数の光ディスクに分散格納されている画像を検索する際には、どのピース画像がどの光ディスクに格納されているかといったファイル情報を管理しなければならないが、MINDS-10では専用の光ディスクファイルシステムを開発し、データベース管理部のサブシステムとして位置づけている。画像データと図形データとは、絶対座標系で対応づけられており、任意の場所で画像と図形を重ねて表示することが可能である。属性データについては、図形データに直接関連づけられている情報を主属性、主属性に関連づけられているさらに詳細な情報を副属性、複数の物件から参照される辞書的情報を一般属性と呼んで、それぞれ平坦な表形式で表し、階層的に管理している。画像データを属性データとして取り扱えることもMINDS-10の特徴となっている[3]。

### 3 データ入力自動化

この章では、ベース地図として画像データを用いるMINDS-10への効率的なデータ入力手法を紹介する。図3に、データ入力の流れを示す。メディアに着目すれば、(i)対象領域を覆う複数枚の地図を画像データとして入力(つなぎ合わせて一枚のベース地図とする)、(ii)画像データを基にラスタベクタ変換により必要なものをベクトル図形化、(iii)ベクトル図形の属性となる文字、数値データを入力、(iv)属性データを対応するベクトル図形に関係づける、という手順で画像、ベクトル図形、属性情報からなるマルチメディアデータを入力していく。データ入力を効率化するために、(i)ではつなぎ合わせのための自動対応点検出アルゴリズム、(ii)では、高速な自動ラスタベクタ変換アルゴリズムを開発した。(iii)は、実用的にはワープロ入力で充分であるが、自動化方法としては帳票のOCR入力が考えられる。(iv)は、現状では手作業に依らざるをえないが、ここでは(ii)と一連化してバッチ的な方法を考案した。以下、メディアごとに入力方法を詳細に説明する。

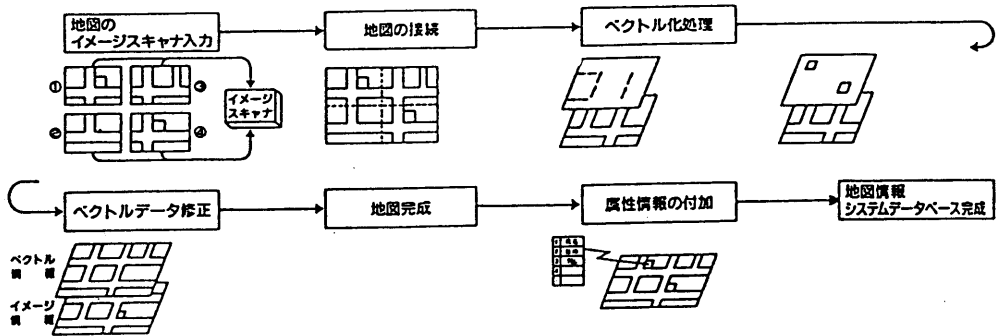


図3 地図データベースシステムへのマルチメディア入力の流れ

### 3. 1 画像データ入力

地図がスキャナより別々に入力される際に、以下のような原因により非線形な歪みを受けるのが通常である。

- a. 紙の伸縮による歪み
- b. 紙の搬送系による歪み  
(紙の傾き、送りローラの滑りなど)

従って、もともと境界線上において連続的につながっていた地図は、スキャナ入力後は、そのまま並べたのでは境界線上においてつながり感が感じられ不自然である。そこで、地図に対するつながり合わせ処理が必要になってくる。ここで提案する方法は、大きく3つの手順に分かれる。

(手順1) 紙の傾きの補正及び図郭の4頂点の座標を定められたメッシュの各頂点に対応づけるため、個々の地図に対してアフィン変換を施す。その際、処理精度および効率を高めるため図郭を自動的に抽出し4つの頂点をもとめるという処理を自動化した(図4)。

(手順2) 隣合う地図どうしを境目なく連続的につなぎ合わせる際の基準点として境界上の図形の端点を用いることにする。境界線上における端点の抽出およびそれらの対応づけを自動的に行う。なお、自動対応づけの誤りは対話的に修正するものとする。

(手順3) 地図に対し局所的な処理領域(図7)を定義し、基準点の対応づけ結果に基づいてすべての処理領域を幾何変換する。幾何変換は、隣接する画像との境目を感じさせないように局所的な線形変換を組み合わせて行う。ここでのポイントは、例えば地図Aを地図Bにつなぎ合わせた後、地図Bを地図Cにつなぎ合わせようとする場合、その結果が前段の処理結果である地図Aと地図Bの連続性に影響を与えないようにしなければならないことである。ここでは、台形変換という方法を用いてこの問題を解決している。

以下、(i) 図郭の自動抽出、(ii) 画像つなぎ合わせのための対応点の自動検出、(iii) 画像つなぎ合わせのための補正(台形変換)の各処理について具体的に説明する。

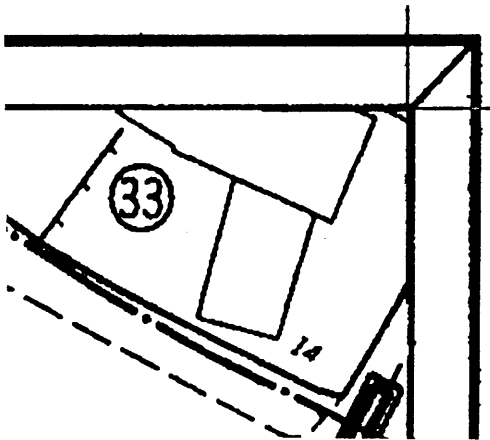


図4 アフィン変換のための基準点の自動抽出例

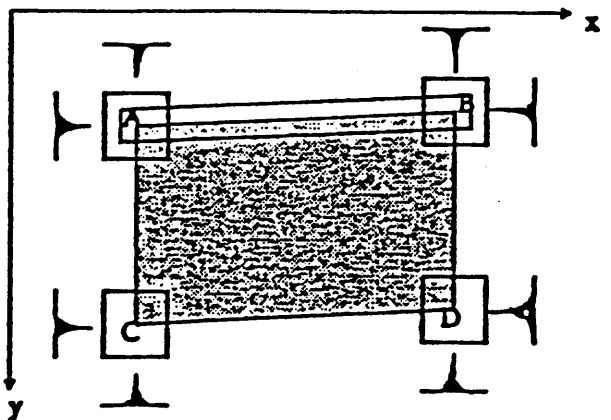


図5 図郭領域の決定

(i) 図郭の自動抽出

手順を簡単に述べる。

- a. 図郭の存在する領域をおおまかに設定する。図5に示すように、図郭の頂点が確実に存在する領域にウィンドウを設けX, Y方向に投影を取り、共にピークとなる点を頂点の候補とする。4つの候補点から図郭の各辺が充分含まれる4つの矩形領域を求める。
- b. 抽出領域に含まれる線の輪郭を追跡し、輪郭線を直線(ベクトル)近似する。
- c. ベクトルの長さにより重みづけされたベクトルの向きの分布を調べ雑音的なベクトルを取り除く。次に、最小2乗誤差近似法により一本の直線方程式を求める。さらに図郭の内側輪郭線の方程式を求めるためにb. で得られたベクトルのうち、方程式の直線の内側にあるものだけを取り出し、同じ処理を行う。
- d. 図郭の4つの辺に対応する4つの直線方程式より、それらの交点を求め図郭の頂点とする。

(ii) 画像つなぎ合わせのための対応点の自動検出

各境界線上において黒画素が連続している部分の中点を基準点とする。ここでは、隣接する図面からの2組の基準点列

$$\{p_i\} = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$$

$$\{q_i\} = \{q_1, q_2, \dots, q_m\}$$

を以下の条件の基で自動的に対応づける問題を考える。

- \* 対応づけは1対1である。
- \* 対応づけは順序関係を保存する(対応づけられる基準点どうしを枝で結んだ時、その枝は交差しない)。
- \* 対応づけられる基準点どうしの位置ずれはある限度内である。
- \* 対応づけられる基準点の近傍パターンの画像相関はある値以上である。

ここでの問題を、上記の条件を満たす最大個数の基準点ペアを求めることと定式化することにより自動化が行える。図7の中段に自動対応づけの例を示す。

(v) 画像つなぎ合わせのための補正(台形変換)

対応づけの結果に基づいて画像の幾何変換を行うことにより画像をつなぎ合わせる。例えば、図6に示すようにq1をp1の位置に、q2をp2の位置に補正したいとする。このとき、AをA'に、BをB'に、CをC'に変換する。この変換は、矩形を台形に変換するので台形変換と呼ぶことにする。台形変換は1ラインずつ縮小または拡大を行うことにより実現できる。台形変換の利点は、処理領域の境界線上においては隣合う画像が境目なく連続的につながり、その他の3辺については座標位置が変化しないので、それまでに行ったつなぎ合わせ処理には影響を与えないことである。この補正処理をすべての境界について行えば、一枚の連続した画像が得られたことになる。図7の下段に台形変換の結果を示す。

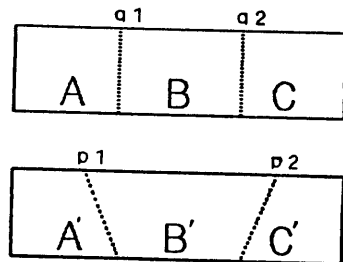


図6 画像つなぎ合わせのための補正(台形変換)例

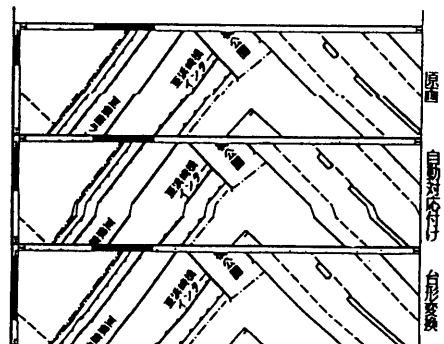


図7 画像つなぎ合わせの処理例

### 3. 2 ベクトル図形化

地図より、所望の図形要素のみを取り出しベクトル図形としてデータ化（以下、ベクトル図形化と呼ぶ）する最も単純な方法はデジタイザによる手入力である。しかしながら、地図中の建屋図形を例にとれば実用規模とするためには何万件も入力する必要があり、實際上困難と言わざるを得ない。そこで、画像データに対してラスタベクタ変換を行って自動化することが考えられるが、通常地図中には不必要な図形要素が含まれており、このことが自動化の適用範囲を限られたものにして

いる。一つの実用的な方法は、所望の図形要素のみをあらかじめトレースしておき、トレース図面に対してラスタベクタ変換を行う方法である。この方法で注意すべきことは、トレース図面と原図とが重ね合わせ表示されたときに位置ずれを生じないようにアフィン変換のための対応点をきちんと設定しておくことである（図郭の4つのコーナー点を選ぶのが自然である）。

他の方法としては、一端、地図上のすべての線要素をベクトル図形化し、後に何等かの方法で必要なもののみ抽出（レイヤ分け）する方法がある。さらに、このレイヤ分けには（a）対話的に行う

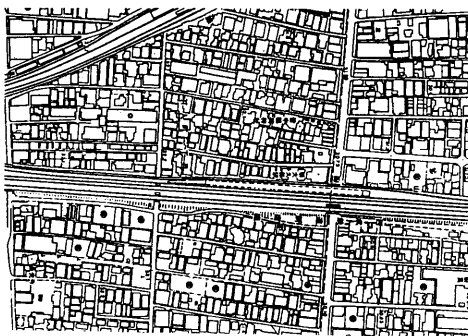
方法と、（b）パターン認識を行って自動的に行う方法が有り得る。（b）は必ずしもどんな対象図形にも適用できるとは限らず、例えば道路図形のように形状が不定であったりする場合は実用レベルに達してない。しかし、建屋図形に対しては、比較的、認識が容易で1/2500都市計画基本図については実用レベルにあるといえる。以下に、建屋に対するベクトル図形化の手順を示す。

（1）すべての線要素の境界追跡を行って周囲長がある範囲の内側閉図形を検出する。そして、内側から数画素削って、その境界図形を建屋図形の候補とする。

（2）検出された閉図形に対し、90度に近い角点を特徴点として検出する。少なくとも4つの特徴点をもつ閉図形のみを建屋図形の候補として残す。実際には、120度以下の角度をもつ点を特徴点としている。

（3）候補閉図形に対し、いくつかの特徴量を求め建屋であるかどうかを判断する。特徴量としては、外接長方形の大きさ、面積/(周囲長)<sup>2</sup>によって定義される形状の複雑度を用いる。

都市計画基本図の建屋に対しては、約90%の自動ベクトル図形化が可能である[4]。図8に、ベクトル図形化の自動処理例を示す。



(a) 画像



(b) ベクトル図形

図8 ベース地図画像に対するベクトル図形化の例

### 3. 3 属性データ入力

図9に建物に対する属性表の例を示す。地図データベースへの属性データの入力問題は、文字/数値データを扱う一般のデータベースへの入力問題と同じであり、キーボード入力が入力通常である。ただし、帳票のフォーマットが定型でその構造が単純である場合はOCR技術の活用による自動化も考えられる。キーボード入力の場合、漢字の入力にはワープロ機能が必要となるが、次のようにして入力の手間を軽減することができる。例えば、建物の構造種別を入力したい場合、耐火造はT、木造はMといったように略号を定義しておき、略号をキー入力することで簡便化できる。この場合後で変換プログラムにより、漢字に置き換える処理が必要になる（あるいは、データベースの中身はそのままにしておき、表示のときだけ変換する方法も考えられる）。

地図データベース的な点としては、図形データと関連する属性情報については図形幾何演算を行うことによって自動的に計算できる場合があるということである。例えば、閉図形間の包含関係を調べることによって行政区名がわかったり、閉図形内部の面積を求めることによって建物面積が求まったりする（ただし、その数値が法的に意味をもつかどうかは別である）。

	項目名	データタイプ
①	IDコード	文字
②	町丁目	文字
③	地番(街区番号)	文字
④	土地利用ID	文字
⑤	建物名称	文字
⑥	建物構造	文字
⑦	建物用途	文字
⑧	建物階数	数値
⑨	建物階数別用途	副属性
⑩	建物面積	数値
⑪	建物延べ床面積	数値

図9 建物に対する属性表の例

### 3. 4 図形データと属性データとの関係づけ

地図データベースシステムにおいては、属性データを図形データに関係づけて管理する必要がある。例えば、画面上の特定の図形を指示してその属性情報を表示させるといった検索がよく行われる。残念ながら、現在のところ図形データと属性データの関係づけ作業を自動化する方法は見あたらないが、ここでは大量の件数に対する関係づけ作業を効率化するための一つの方法を提案する。以下に、関係づけの手順を示す。

- (1) ある領域(メッシュあるいは行政区)の図形要素に対し、一定の順序で自動的にID番号を割り当てる。
- (2) 図形要素とそのID番号をわかりやすい形式で表示しそのハードコピーをとる。
- (3) ハードコピーを参照しながら、すでに入力されている属性表の項目番号と図形ID番号との対応表を作成する。
- (4) 対応表をデータ入力する。
- (5) 対応表に基づき自動的に図形データと属性データとの関係づけを行う。

図10に建屋図形に対する自動番号づけ結果の提示例を示す。



図10 建屋図形に対する自動番号づけの例

#### 4 マルチメディアデータの提示例

##### 一都市計画支援システム一

マルチメディアデータを関連づけてわかりやすく提示する技術は、都市計画支援システムなどのユーザの発想を支援するシステムにおいては重要である[5]。ベース地図画像と図形の関係は重ね合わせ表示を行えばよいが、図形と属性との対応関係をわかりやすく提示する方法としては色々考えられる。図11は、一つの方法として属性による閉図形の色塗り例を示したものである。図は、道に沿ったある範囲に含まれる建屋をその用途(商店あるいは住宅など)により色分類してわかりやすく表示したものである。右下には、用途分類の統計処理結果が表示されている。このような提示方法の場合、属性に対する色配分が重要となる。ユーザが自由に指定できるようにすることも必要であるが属性の種類が多いような場合には、自動的に決定してくれる機能が望まれる。また、データ入力の際の内容チェックにもこのような提示方法が利用できると思われる。

属性による図形の色分けの他に、マルチウィンドウ利用による属性表の同時提示も考えられる。写真や見取図などの画像を属性として付加した場合にはハイパーメディア的な検索インタフェースが考えられる[6]。

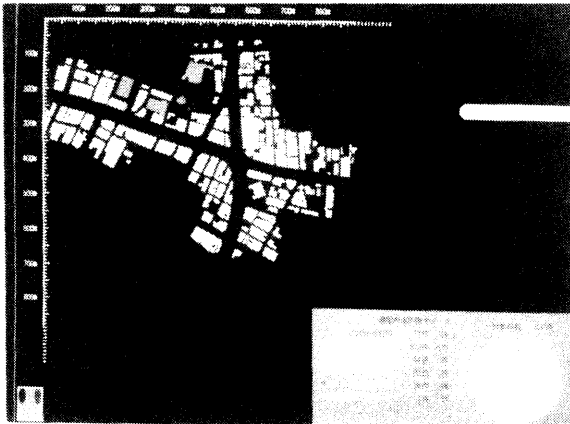


図11 都市計画支援における属性による建屋図形の色分類例

#### 5 むすび

本報告では、ベース地図として画像データを用いる地図データベースシステムMINDS-10を紹介し、画像、ベクトル図形、文字/数値からなるマルチメディアデータの入力における自動化手法を提案した。本手法は、新宿区を対象とした都市計画基本図に対して適用され、良好な結果を得ている。本文で述べたことは、主に初期のデータ入力に関することであるが、データの更新などの保守の問題も重要である。また、今後、入力すべき地図データ量が大規模化してくるに従い、データ内容の組織的な検証手法、データ破壊に対する防護手法が必要になってくると考えられる。

謝辞： 工学院大学大庭常良教授には、データの御提供と都市計画についての有益な御討論をいただいた。ここに感謝の意を表します。

#### 参考文献

- [1]松家他：“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]恒川他：地図情報管理システムMINDS-10の関連9件、第37回情報処理全国大会 1Q-6、7、8、9、10 4R-5、6、7 5V-4(1988)。
- [3]岡崎他：“地図データベースシステムにおけるつなぎめのない背景大画像の作成と利用について” 第4回 オートカルトジャパン論文集、E-2 (1988)。
- [4]Shimotiji et al.：“A high speed raster-to-vector conversion using special hardware for contour tracking”, Proc. of IAPR Workshop on CV, pp18-23(1988)。
- [5]大庭他：“都市計画策定のための現況実態把握支援システムの開発” 日本都市情報学会 第3回全国大会予稿集 pp.21-24(1988)。
- [6]岡崎他：“地図データベースシステムにおける検索インタフェースについて” 計測自動制御学会 ヒューマンインタフェース部会