

〔非公開〕

TR-C-0037

地図案内システム I M A G E

伯田 晃            高橋 友一  
AKIRA HAKATA    TOMIITI TAKAHASHI

1989. 8. 29

ATR通信システム研究所

# 地図案内システム IMAGE

## 目次

1. まえがき
2. IMAGEの概要
  - 2.1 目的
  - 2.2 機能
  - 2.3 システム構成
    - 2.3.1 ハードウェア構成
    - 2.3.2 ソフトウェア構成
  - 2.4 対象物同定処理
    - 2.4.1 自然言語で指示された対象物の同定
      - 2.4.1.1 指示文章の構造
      - 2.4.1.2 「実世界情報」・「視覚情報」に基づく同定処理
    - 2.4.2 指差し動作で指示された対象物の同定
      - 2.4.2.1 タッチパネルの場合
      - 2.4.2.2 データグローブ+磁気センサーの場合
    - 2.4.3 自然言語・指差し動作の併用で指示された対象物の同定
3. あとがき
4. 参考文献

## 1. まえがき

我々は、画像中の対象物（地図の中のビル・公園 など）が、①自然言語で ②指差しなどの動作で ③自然言語と指差しなどの動作を併用して の何れの方法で指示されても、その対象物を正しく同定できるインタフェースの実現を目指している。

本報告書で述べる IMAGE (Illustrated Map Guidance System) [図1] は、地図画像を例題に取り上げ、上記3通りの方法で対象物を指示し、その対象物の名前などを問い合わせることのできるシステムである。

本報告書では、IMAGEの概要、ならびに、IMAGEで実現している、対象物の同定メカニズムを中心に報告する。

## 2. IMAGEの概要

### 2.1 構築の目的

IMAGEは、以下に述べる2つの目的を果たす為に構築された。

一つの目的は、実現しようとしているインタフェースの有効性を確認する為のツールとして用いることである。ヒューマン・インタフェースの研究では、新しいインタフェースを提案することが重要であるのと同じく、提案したインタフェースの有効性を評価することが重要である。評価を行う為には、提案したインタフェースを、実際のアプリケーションに適用し、様々に試用できる環境が必要となってくる。

もう1つの目的は、我々が目指しているインタフェースを実現する為には、「言語情報」と「画像情報」を結びつける必要があり、「人工知能」技術を導入することが不可欠であると思われる。開発の際、処理に必要な知識を整理し、知識ベースを構築することになる。しかし、知識の中には、整理の段階で、有効/無効などの区別を明確に付けることが難しく、適用して初めてその判断が下せるものも多数有ると言われている。

適用した知識の有効性を確かめられる、開発環境が是非とも必要である。

### 2.2 機能

図2に、IMAGEが取り扱う画像の一例を示す。表1は、この画像の中の対象物（ビル・公園 など）の名前を問い合わせる質問文の一例である。

IMAGEに対しては、これら、「・・・を教えて欲しい」で示される質問文を音声で入力することができる。IMAGEは、この質問文で述べられ（あるいは、指差し動作で）ている対象物を同定し、その対象物に関する問い合わせの内容をデータベース検索し

、音声で応答する。また、処理の途中で、同定した対象物には、印をつけることにより明示するようになっている。

## 2.3 システム構成

### 2.3.1 ハードウェア構成

図3にハードウェア構成を示す。音声質問文入出力用の音声認識装置〔DP-3000（NEC社）〕・合成装置〔VC11（NTT社）〕、指差し動作を行う為の、手形状/位置測定装置〔Data Glove（VPL社）〕、地図画像を表示する為の大型プロジクタ、及び、ワーク・ステーション〔Sun3/260-C（Sun Microsystems社）〕で構成した。

ワーク・ステーションと音声認識、合成装置、手形状/位置測定装置の間は、表2に示す通信規約に則り、RS-232Cでデータ転送を行っている。

### 2.3.2 ソフトウェア構成

図4にソフトウェア構成を示す。「理解制御」・「言語解析」・「ポイント認識」・「質問理解」・「データベース検索」・「文生成」・「画像表示」・「同定結果表示」・「応答文表示」の、9つのプログラムで構成した。

また、各々のプログラムは、独立プロセスとして構成した。プロセス間の関係は、「理解制御」プログラムを親プロセスとし、「応答文表示」以外の7つのプログラムが、「理解制御」プログラムによって起動される子プロセスとした。

また、プロセス間の通信は、共有メモリを介して親子プロセス間でのみ行うようにした。尚、プロセス間で通信する情報は、受信プログラムの動作種別を示す「メッセージ」と、その動作中で処理される「処理データ」の対で構成した。

表3に各プロセス間で通信される「メッセージ」・「処理データ」の一覧を示す。

## 2.4 対象物同定処理

### 2.4.1 自然言語で指示された対象物の同定

#### 2.4.1.1 指示文章の構造

表1に示すように、地図中の対象物は、「一番右のビル」・「ツイン21の近くの丸いビル」などの文章で述べられる。これらの文章は、実世界での対象物の名前に該当し、対象物に依存する性質を持つ言葉（下線部：「実世界情報」と呼ぶ）と、対象物の位置・形・色などに言及し、対象物の内容に依存せず、何れの対象物に関しても共通して用いる

ことのできる言葉（網掛け部：「視覚情報」と呼ぶ）から構成されている。

「実世界情報」の言葉は、これら何れの文章に於いても必ず述べられる中心的な情報である。また、「実世界情報」の言葉だけを用いたのでは指示が曖昧になるような場合〔例えば、単に「ビル」と指示したのでは、複数の対象物が候補になる〕には、その「実世界情報」の言葉を修飾するような形で「視覚情報」の言葉が付加される。

#### 2.4.1.2 「実世界情報」・「視覚情報」に基づく同定処理

指示文章が、上記の様な構造をしているので、同定処理も

- (1) 述べられた「実世界情報」の言葉に基づき、同定結果になる候補の絞り込みを行う。
- (2) 更に、「視覚情報」の言葉が述べられている場合には、(1)の候補から、「視覚情報」に基づいた同定処理を行い、最終的な結果を得る。

の2段階で構成する事が自然である。

例えば、対象物が、「ツイン21」と「実世界情報」の言葉だけで指示された場合には、画像の中から、「ツイン21」という名前の対象物を選ぶだけである。

また、「1番右のビル」と対象物が指示された時には、「ビル」という名前の対象物を同定結果の候補として選び、更にその候補の中から、「一番右」という対象物の位置情報を表す「視覚情報」の言葉を使って最終的な同定結果を選ぶ。

以下、上記(1)・(2)の処理の内容に関して述べる。図5は、「実世界情報」・「視覚情報」に分けて表現した図2の地図画像であり、各同定処理は、このデータを用いて実行される。

##### (1) 「実世界情報」の言葉からの同定

「地図中の四角い対象物はビルと呼ばれる」、「地図中の白と黒の縞模様の線状の対象物はJRの線路である」、更には、「表示されている地図が大阪の京橋付近のものであれば、その中の特別のビルの名前はツイン21である」など、対象物の名前は、対象物を理解する為の常識的な知識や、地図に関する専門知識、更には、地域に関する専門知識など、様々な非常に広範囲に渡る高度な知識によって規定されている。

それら多岐に渡る知識を全てシステムに持たせることは、現在の技術では困難である為、IMAGEでは、これらの情報を人手により構造化して定義しておくことにした。

そして同定処理は、この情報と述べられた言葉の照合をとることにより実現している。

## (2) 「視覚情報」の言葉からの同定

IMAGEでは、「視覚情報」として、対象物の「位置」・「形状」・「大きさ」・「輪郭線種別」を扱っている。

特に、「位置」情報に基づく同定処理では、「位置」に言及する言葉を、同じ位置関係を表すグループに分類し、更にその意味を対象物から独立したのものとして表現しておくことで、汎用的な処理を実現している。表4は、「位置に言及する言葉」の分類結果である。対象物の存在する空間内部の領域を表す語彙を、「領域指示語彙」グループに、また、別の対象物からの相対的な位置関係を表す語彙を、「対象指示語彙」グループに分類した。また、これら二つのグループに属する語彙を修飾する語彙を、「修飾語彙」グループに分類した。「領域指示語彙」グループの語彙については、「範囲」・「はし」・「かど」のサブグループに、「対象指示語彙」グループに属する語彙については、「方向」・「距離」・「方向+距離」・「対立」・「あいだ」のサブグループに、「修飾語彙」グループの語彙については「順位」・「程度」を表すサブグループに細かく分類して考えている。

「領域指示語彙」グループの言葉を用いた指示方法を「領域指示」と、また、「対象指示語彙」グループの言葉を用いた指示方法を「相対指示」と呼ぶ。

以下、「領域指示」・「相対指示」に対する同定処理を述べる。

### (a) 「領域指示」に対する同定処理

図6(1)に同定処理の流れを示す。

#### ①注目空間の同定

指示対象物と同じ外観（IMAGEの場合、「形」・「大きさ」・「輪郭線種別」が該当する）を持つ対象物で構成される空間が、認識され、注目され得る。また、その空間に対する言及は、共通の外観の情報に言及されて行なわれる為、前記(1)の「実世界情報」同定された候補の中から、更に、同じ外観情報を持つ対象物で構成される空間を選択する。

#### ②指示対象物の同定

指示対象物の同定処理を、次の2つのステップで構成した。

(7) 評価処理： ①で同定された空間内の全ての対象物について、用いられた「領域指示語彙」グループの言葉で指示されたと仮定した際の「適当さ」の度合いを評価する。この評価の為に、表4の「領域指示語彙」グループの言葉を、表5に示す数学関数などで定義した。評価処理は、この関数を計算することで行う。

- (イ) 選択処理： (ア)で得られた各対象物の「適当さ」の度合いと、「修飾語彙」グループの言葉から、同定結果の選択を行う。「修飾語彙」グループの言葉が「順位」の言葉であれば、評価値の大きさの順位をもとに選択を行う。また、「程度」を表す言葉であれば、例えば表6に示す評価値の範囲をそれぞれの「程度」を表す言葉に対応付け、該当するものを選択する。また、「修飾語」グループの言葉が欠けている場合は、「一番」という「順位」の言葉が省略されていると考えてそれを補う。

#### (b) 「相対指示」に対する同定処理

図6(2)に同定処理の流れを示す。

##### ①基準対象物の同定

基準対象物が、「領域指示」で指示されている場合には、前(a)で述べた処理を適用する。一方、それ自身が「相対指示」で指示されている場合には、本処理を再帰的に適用することで同定を行う。

##### ②指示対象物の同定

基本的には、「領域指示」での対象物の同定処理と同じ構成である。

- (ア) 評価処理： 全ての対象物について、用いられた「相対指示語彙」グループの言葉で指示されたと仮定した場合の「適当さ」の度合いを調べる。評価の為に準備した関数などを表5に示す。

- (イ) 選択処理： ①で得られる「適当さ」の度合いと、「修飾語」グループの言葉から、同定結果を選択する。「修飾語」グループの言葉が欠けている場合は、「領域指示」の場合同様、「一番」という意味の言葉を補完する。選択の基準も「領域指示」の場合と同様である。

尚、「領域指示」・「相対指示」の何れの同定処理も、同定結果には、その確からしさを表す評価値（0～1に正規化）を付加して出力している。

#### 2.4.2 指差し動作で指示された対象物の同定

IMAGEでは、タッチパネルを用いた接触型の指示、ならびに、米国VPL社製のデータグローブと磁気センサーを組み合わせた非接触型の指示の2通りを扱っている。そして、各々の場合とも、指示されている対象物は、指差し（ポインティングと呼ぶ）の中心が内部にあるものであると考えた。以下、タッチパネル・磁気センサー+データグロー

ープを用いた指示に対する同定処理を述べる。

#### 2.4.2.1 タッチパネルの場合

接触型の指示である為、ポインティングの中心に曖昧さはないと考えられる。従って、ポインティング中心が対象物の内部に在るか否かを判断し、内部にあれば、その対象物を同定結果とする。また、その対象物が同定結果である確からしさの値は 0.1 (100%正しい) として出力する。

#### 2.4.2.2 データグローブ+磁気センサーの場合

非接触である為、指示しようとする点を厳密には指し示すことはできない。入力装置から得られるポインティング中心と、指示者が指示しようと考えた点の間には、誤差  $r$  が存在すると考えた。従って、ポインティング中心から半径  $r$  の円を描き、その円と交わっている対象物は指示されている対象物であると考えことにした。

この誤差  $r$  は、指示者と指示対象との距離、ならびに、指示者の指差し動作の形態（体側指示・眼前指示・視線指示〔栄藤氏分類〕）に依存する値であり、具体的には次に示す数式で決定される。

$$r = s \times \tan(\theta / 2) \quad s : \text{指示者・対象物間の距離}$$
$$\theta : \text{誤差角度}$$

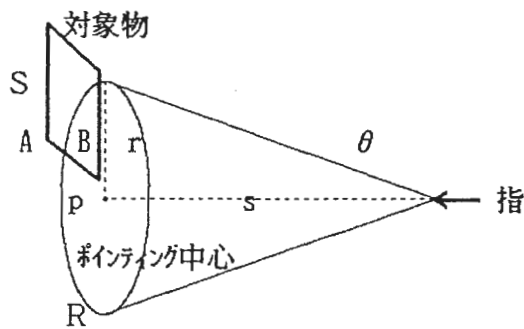
この場合には、複数の対象物が同定候補となることが考えられる。

ところが、指示者の指示している対象物は唯一である為、複数の同定候補の中から最終的な結果を選択する為には、優劣の基準を付加しておくことが必要である。

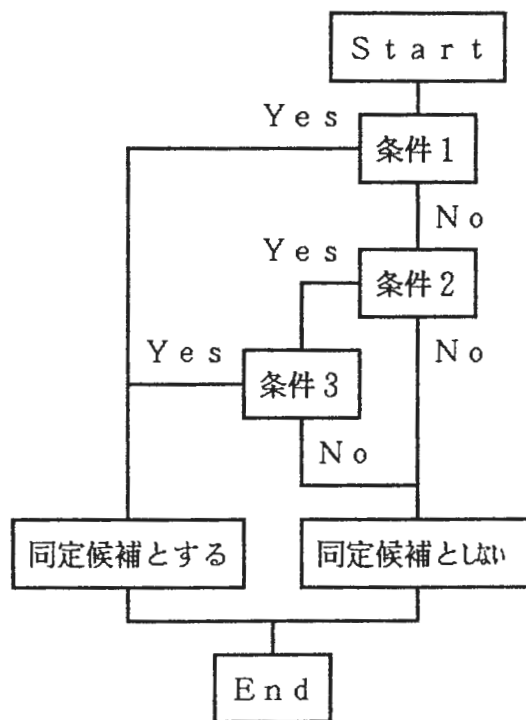
ここでは、対象物の重心とポインティング中心との距離に近いもの程指し示されている確度が高いと考え、その値を 0～1 の範囲に正規化した値を同定候補の優劣を示す基準とした。

処理アルゴリズムを次ページに示す。





指示による円R、円の中心p、円の半径r、対象S、対象の辺ABとする。



条件1 :

線分ABが円Rと交わっている、もしくは、円Rに含まれている。

円の中心p (x<sub>p</sub>, y<sub>p</sub>)、線分ABの一点a (x<sub>a</sub>, y<sub>a</sub>)

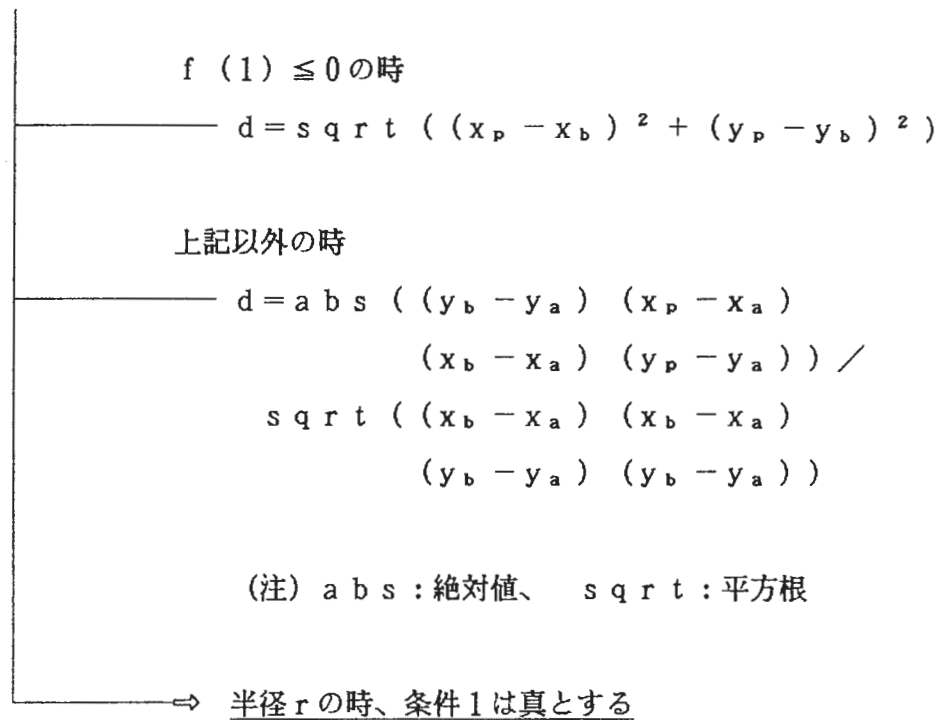
線分ABの一点b (x<sub>b</sub>, y<sub>b</sub>)、点pから線分ABまでの最短距離をdとする。

$$f(0) = (x_b - x_a)(x_a - x_p) + (y_b - y_a)(y_a - y_p)$$

$$f(1) = (x_b - x_a)(x_b - x_p) + (y_b - y_a)(y_b - y_p)$$

f(0) ≥ 0の時

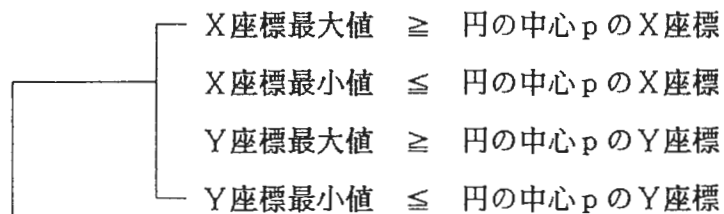
$$d = \text{sqrt}((x_p - x_a)^2 + (y_p - y_a)^2)$$



条件 2 :

対象 S の最大 X, Y 座標、最小 X, Y 座標の間に円 R の中心 p がある。

対象 S の全ての頂点に対し、

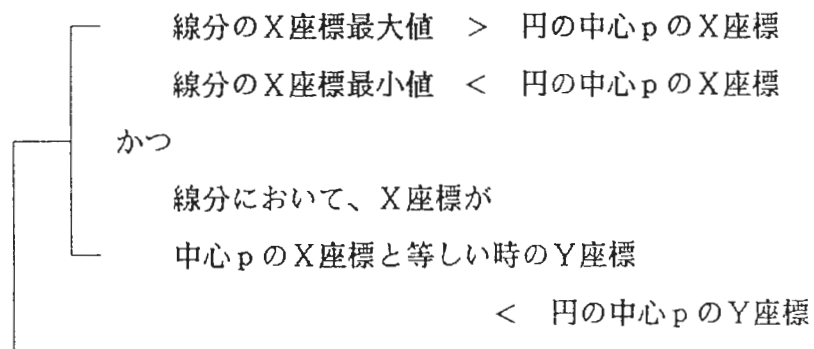


⇒ 以上の 4 条件を全て満たした時、条件 2 は真とする

条件 3 :

円 R の中心 p が、対象 S の内側にある。

対象 S の全ての線分について



↳ ⇒ この条件を満たした線分の個数が奇数の時、条件3は真とする

### 2.4.3 自然言語・指差し動作の併用で指示された対象物の同定

言葉の述べられ方により、以下の3通りが考えられる。

- (1) 言葉での指示が、「これ」、「この」・・・などのような、代名詞・連体詞のみで行なわれる。
- (2) 言葉での指示が、「この」、「その」などの連体詞と「実世界情報」を示す名詞で行なわれる。
- (3) 言葉のみでの指示の場合同様、「実世界情報」と「視覚情報」の双方が用いられる。

(1)の場合、述べられた言葉には対象物を特定するだけの意味は持たない為、同定結果は、指差し動作で得られた候補の中の最も確度の高かったものを採用している。

(2)・(3)の場合、最終的な同定結果は、言葉・指差し動作から得られる同定結果双方に共通で、尚且つ、評価値の総合得点（今回は、各々の平均点を採用した）が最も高い対象物を同定結果としている。

対象物が、指差し動作で指示される場合、その動作がいつ完了したかを感知する事は非常に大切である。現在、データグローブに予め適当な、指示動作が完了したことを知らせる手の形を記憶させておき、その形になった時点でのポインティング中心を採用しているが、本節のように言葉が併用される場合には、言葉が発せられるタイミングと、指示動作が完了するタイミングに何らかの規則性が存在すると期待され、その情報を有効利用できる可能性がある。

### 3. あとがき

本報告書では触れていないが、対象物同定実験を行った結果、まだ十分な性能を得るまでには至っていない。定義した関数の適/不適も性能に影響を及ぼす要因である。適当な関数の設定作業は、表5の関数を修正するなど比較的簡単に行え、その結果がすぐにフィードバックできる為に、効率的な開発が可能になっていると考える。

また現在、IMAGEシステムを構築し終えた段階であり、今後、実現したインタフェースの評価実験などにも、本システムが有効利用できるものと考えている。

#### 4. 参考文献

- (1) 伯田、小林、山下 「マンマシン・インタフェースに於ける言語・画像情報の統合化に関する一考察」、信学会総合全国大会 1445 (1987年)
- (2) 伯田、高橋 小林 「言語・画像情報を統合化するユーザインタフェースの一考察ーグループ化の考えを取り入れた言語・画像情報間のリンクー」、信学会AI研究会、AI87-28 (1987.10月)
- (3) 伯田、高橋 小林 「言語・画像情報を統合化するユーザインタフェースーグループ情報を含む言語・画像情報間のリンクー」、情報処理学会全国大会 6N-1(1988年)
- (4) 伯田、高橋 小林 「概念情報と視覚情報に基づく概念同定の一考察」、信学会AI研究会、AI88-30(1988.6月)
- (5) 伯田、高橋 小林 「視点情報を考慮した同定処理について」、電子情報通信学会春季全国大会 D-406 (1989年)
- (6) A.Hakata, T.Takahashi, Y.Kobayashi: "Object Identification by Language in a User Interface Using Language and Image Information", Interactive Posters Session, CHI '89
- (7) A.Hakata, T.Takahashi, Y.Kobayashi: "Object Identification by Language in a User Interface Using Language and Image Information", acm/SIGCHI Bulletin, October issue
- (8) 高橋、伯田、小林 「2次元世界の位置関係作成とシーンの記述について」、人工知能学会全国大会 9-1(1989年)
- (9) 高橋、伯田、小林、山下 「言語と画像を統合化した知識処理」、Computer World '89
- (10) 伯田、高橋 小林 「言語・画像情報統合理解の研究」、ATRテクニカルレポート (非公開)、TR-C-0007
- (11) Beardslee, D.C., and M. Wertheimer(Eds.), Readings in perception, N.J.: Van Nostland, (1958)
- (12) Winston.P.H. Learning structure description from examples in The Psychology of Computer Vision; 白井、杉原 (共訳) : コンピュータビジョンの心理 産業図書
- (13) 山田、西田、堂下 「連続ポテンシャル場を用いた位置関係の推定」、情処学会知識工学と人工知能研究会資、50-3 (1987.1月)
- (14) Bolt, Richard A, 'Put-that there'-voice and Gesture at the Graphic Interface. "Computer Graphics 14(3)262-270. (1980).

- (15) 国立国語研究所（編）：“分類語彙表”、p.362、秀英出版（昭和39）
- (16) 言語・画像情報統合理解実験プログラム機能操作説明書／システム説明書／プログラム仕様書
- (17) 対象同定評価実験プログラム機能操作説明書／システム説明書／プログラム仕様書
- (18) 伯田、高橋、小林 「自然言語で指示された対象物の同定方法」、情報処理学会論文誌〔投稿中〕

表1. IMAGEに対する問い合わせ

| 指示方法       | 実 例   |
|------------|---|
| ① 自然言語     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>1番右のビルの名前</u>を教えてください。</li> <li>・ <u>ツイン21の近くの丸いビル</u>の名前を教えてください。</li> </ul>             |
| ② 指差しなどの動作 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (指で指し示しながら) 名前を教えてください。</li> </ul>   |
| ③ ①・②の併用   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (指で指し示しながら) <u>この名前</u>を教えてください。</li> <li>・ (指で指し示しながら) <u>この白いビル</u>の名前を教えてください。</li> </ul> |

表2. 通信規約

|   | 通信速度    | キャラクタ長 | パリティ | ストップビット |
|---|---------|--------|------|---------|
| ① | 2400bps | 7 bits | 偶    | 1bit    |
| ② | 2400bps | 7 bits | 偶    | 1bit    |
| ③ | 2400bps | 7 bits | 偶    | 1bit    |

表3. プロセス間で通信される「メッセージ」・「処理データ」一覧

| 送信プロセス | 受信プロセス | メッセージ                         | 処理データ                                       |
|--------|--------|-------------------------------|---|
| 言語解析   | 理解制御   | 言語解析完了<br>WH同定形<br>"PARWSCH"  | ・格フレーム                                      |
|        |        | 言語解析完了<br>YN同定形<br>"PARYNSCH" | ・格フレーム                                      |
|        |        | 言語解析完了<br>WH選択形<br>"PARWHLT"  | ・格フレーム                                      |
|        |        | 言語解析完了<br>YN選択形<br>"PARYNSLT" | ・格フレーム                                      |
|        |        | 言語解析不可<br>"PARSENG"           | なし  |
| ポイント認識 | 理解制御   | ポイント認識<br>完了<br>"POINTOK"     | ・対象番号<br>・評価値                               |
|        |        | ポイント認識<br>不可<br>"POINTNG"     | なし  |
|        |        | ポイント認識<br>未入力<br>"POINTNONE"  | なし  |
| 理解制御   | ポイント認識 | ファイルロード<br>"FILELOAD"         | ・ポイント認識<br>ファイル名                            |
|        |        | 言語入力あり<br>"SPEAK"             | なし  |
| 理解制御   | 質問理解   | 質問理解起動<br>WH同定形<br>"WHSEARCH" | ・格フレーム<br>・対象番号<br>・評価値<br>ポイント認識<br>あった時のみ |
|        |        | 質問理解起動<br>YN同定形<br>"YNSEARCH" | 同上  |

【続く】

【続き】

| 送信プロセス | 受信プロセス | メッセージ                           | 処理データ   |
|--------|--------|---------------------------------|---|
| 理解制御   | 質問理解   | 質問理解起動<br>WH選択形<br>"WHSELECT"   | 同上  |
|        |        | 質問理解起動<br>YN選択形<br>"YNSEARCH"   | 同上  |
|        |        | ファイルロード<br>"FILELOAD"           | ・実世界情報<br>ファイル名<br>・視覚情報<br>ファイル名<br>(グループ, 対象) |
| 質問理解   | 理解制御   | 質問理解完了<br>WH同定形<br>"UNDWHSCH"   | ・対象番号<br>・属性                                    |
|        |        | 質問理解完了<br>YN同定形<br>"UNDYNSCH"   | ・対象番号<br>・属性<br>・属性値                            |
|        |        | 質問理解完了<br>YN同定形<br>"UNDYNSCH"   | ・対象番号<br>・属性<br>・属性値                            |
|        |        | 質問理解完了<br>WH選択形<br>"UNDWHSLT"   | ・指示語彙<br>・規定語                                   |
|        |        | 付随データなし<br>"NOELDT"             | なし  |
|        |        | ポイント画像,<br>言及画像不一致<br>"UNMTCPR" | なし  |
|        |        | 画像情報未入力<br>"NOIMGINF"           | なし  |
|        |        | 同定結果なし<br>"NOIDSCH"             | なし  |
|        |        | 選択結果なし<br>"NOIDSLT"             | なし  |
|        |        | 同定結果複数<br>"MULIDSCH"            | ・対象番号群  |

【続く】



【続き】

| 送信プロセス       | 受信プロセス       | メッセージ                             | 処理データ                                |
|--------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 質問理解         | 理解制御         | 選択結果複数<br>"MULIDSLT"              | なし                                   |
|              |              | 基準対象表示<br>"STANDISP"              | ・対象番号<br>(相対同定の時のみ)                  |
|              |              | 質問理解プロセス<br>準備完了<br>"FILELOADEND" | なし                                   |
| 理解制御         | データベース<br>検索 | 検索処理起動<br>"RETRIEVE"              | ・対象番号<br>・属性<br>・階数 (属性がフロアの時のみ)     |
|              |              | ファイルロード<br>"FILELOAD"             | ・ベースデータ<br>ファイル名<br>・フロアデータ<br>ファイル名 |
| データベース<br>検索 | 理解制御         | 検索完了<br>言語タイプ<br>"RTVOKLNG"       | ・検索結果<br>(属性値)                       |
|              |              | 検索完了<br>画像タイプ<br>"RTVOKIMG"       | ・検索結果<br>(画像ファイル名)                   |
|              |              | 検索不可<br>"RTRVENG"                 | なし                                   |
| 理解制御         | 文生成          | 自動応答<br>WH同定形<br>"ATELWHSCH"      | ・属性<br>・属性値                          |
|              |              | 自動応答<br>YES同定形<br>"ATELYESSCH"    | ・属性<br>・属性値                          |
|              |              | 自動応答<br>NO同定形<br>"ATELNOSCH"      | ・属性<br>・属性値                          |
|              |              | 自動応答<br>WH選択形<br>"ATELWHSLT"      | ・指示語彙<br>・規定語                        |
|              |              | 自動応答<br>YES選択形<br>"ATELYESSLT"    | ・指示語彙<br>・規定語                        |

【続く】

【続き】

| 送信プロセス | 受信プロセス | メッセージ                         | 処理データ         |
|--------|--------|-------------------------------|---------------|
| 理解制御   | 文生成    | 自動応答<br>NO選択形<br>"ATTELNOSLT" | ・指示語彙<br>・規定語 |
|        |        | 指定応答 1<br>"SPECTEL1"          | なし            |
|        |        | ⋮                             | ⋮             |
|        |        | 指定応答 n<br>"SPECTELn"          | なし            |
| 理解制御   | 画像表示   | 画像表示<br>"DISPLAY"             | ・画像ファイル名      |
| 理解制御   | 同定結果表示 | 同定対象結果<br>"OBJDISP"           | ・対象番号群        |
|        |        | 基準対象表示<br>"STANDISP"          | ・対象番号群        |

表 4. 対象物の位置に言及する言葉の分類

| 指示分類 |  | 該当する語彙   |   |   |  |
|------|--|--|---|---|--|
| 空間指示 |  | 中, 内部, 内側, . . . etc.  |   |   |  |
|      | 範囲   | 上, 上部, 北部, . . . , 下, 下部, 南部, . . . , 右, 東部, . . . , 左, 西部, . . . , 手前, こちら側, . . . , 奥, 向こう側, . . . , 中心部, 真ん中, . . . , 右上, 右下, 左上, 左下, . . . etc.                              |   |   |  |
|      | はし   | ふち, 縁(り), 周囲, 端, 突き当たり, 末端, . . . etc.   |   |   |  |
|      | かど   | 隅, 隅っこ, 角, 頂点, 先端, . . . etc.  |   |   |  |
| 相対指示 |  | 外, 外部, 外側, . . . etc.  |   |   |  |
|      | 方向   | 上, 上方, 北方, . . . , 下, 下方, 南方, . . . , 右, 右手, 東方, . . . , 左, 左手, 西方, . . . , 手前, 前方, こちら側, . . . , 後ろ, 向こう側, あちら, . . . , 右上, 右下, 左上, 左下, . . . etc.                              |   |   |  |
|      | 距離   | 接触   | 接した, 触れた, 取り付けられた, つながった, . . . etc.              |   |  |
|      |  | 離れ   |   | 離れている, 接していない, . . . etc.   |  |
|      |  |  | 近   | 近く, 元(と), 側(わ), 際(き), 端(は), 沿い, 周辺, 近傍, 傍ら, 付近, 近隣, 辺り(あたり), 集まった, 群がった, . . . etc. |  |
|      |  | 遠  | 遠い, 遠くの, 遠方の, 彼方の, 外(は)れ, 隔たっている, 遙かな, . . . etc. |   |  |
|      | 方向 + 距離  | 上, 重なった, 積まれた, 積もった, . . . etc. (上方向+接触)<br>隣合う, 隣接する, 面する, 臨む, もたれかかった, 立て掛けられた, . . . etc. (横方向+接触)<br>上, 下, . . . etc. (上/下方向+近)<br>右, 左, 横, 脇, 傍ら, 寄り添った, . . . etc. (横方向+近) |   |   |  |
| 対立   | 向かい, 向こう側, 隔てられた, 仕切られた, 介した, 挟(は)んだ, . . . etc. |  |   |   |  |
| あいだ  | 間にある, 中間の, 中程の, 狭間の, 包囲された, 取り囲まれた, . . . etc.   |  |   |   |  |
| 修飾語  | 順位   | 一番目, 二番目, 三番目, 最も, 以上, 以下, . . . etc.  |   |   |  |
|      | 程度   | かなり, 相当, 随分, けたはずれに, とても, 大変, 非常に, 甚だ, 特に, 格別, . . . , ほぼ, 概ね, およそ, まずまず, 普通に, . . . , 少し, 多少, 少々, あまり, 大して, . . . etc.  |   |   |  |

表5. 位置指示語彙の定義

| 指示分類 | 該当する語彙  |
|------|---|
| 領域指示 | <p>中：① 注目している空間または、対象の内部領域にあるものに対して一律に最大の評価値(0.1)を与える。</p> <p>② 空間または、対象を形成している頂点で示される領域の中に重心座標があるものを内部領域にあるとみなす。</p>   |
|      | <p>右： <math>P(X, Y) = -0.9X + 1.0</math></p> <p>左： <math>P(X, Y) = 0.9X + 0.1</math></p> <p>上： <math>P(X, Y) = -0.9Y + 1.0</math></p> <p>下： <math>P(X, Y) = 0.9Y + 0.1</math></p> <p>右上： <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (-0.9X + 1.0) + (-0.9Y + 1.0) )</math></p> <p>右下： <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (-0.9X + 1.0) + (0.9Y + 0.1) )</math></p> <p>左上： <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (0.9X + 0.1) + (-0.9Y + 1.0) )</math></p> <p>左下： <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (0.9X + 0.1) + (0.9Y + 0.1) )</math></p> <p>中央： <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (-1.8X + 1.0) + (-1.8Y + 1.0) )</math><br/> <math>(0 \leq X &lt; 0.5) \text{ かつ } (0 \leq Y &lt; 0.5)</math><br/> <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (-1.8X + 1.0) + (1.8Y - 0.8) )</math><br/> <math>(0 \leq X &lt; 0.5) \text{ かつ } (0.5 \leq Y \leq 1.0)</math><br/> <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (1.8X - 0.8) + (-1.8Y + 1.0) )</math><br/> <math>(0.5 \leq X \leq 1.0) \text{ かつ } (0 \leq Y &lt; 0.5)</math><br/> <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (1.8X - 0.8) + (1.8Y - 0.8) )</math><br/> <math>(0.5 \leq X \leq 1.0) \text{ かつ } (0.5 \leq Y \leq 1.0)</math></p> <p>真中上： <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (-1.8X + 1.0) + (-0.9Y + 1.0) )</math><br/> <math>(0 \leq X &lt; 0.5)</math><br/> <math>P(X, Y) = 0.5 \times</math><br/> <math>( (0.8X - 0.8) + (-0.9Y + 1.0) )</math><br/> <math>(0.5 \leq X \leq 1.0)</math></p> |

【続く】

【続き】

| 指示分類 |    | 該当する語彙   |
|------|----|--|
| 領域指示 | 範囲 | 真中下: $P(X, Y) = 0.5 \times$<br>$((-1.8X + 1.0) +$<br>$(0.9Y + 0.1))$<br>$(0 \leq X < 0.5)$<br>$P(X, Y) = 0.5 \times$<br>$((1.8X - 0.8) +$<br>$(0.9Y + 0.1))$<br>$(0.5 \leq X \leq 1.0)$  |
|      | はし | ① 既に求められている論理空間（正方形または、長方形の対角線を評価値算出の為の最大距離とする候補対象と論理空間を形成する4辺との距離の内最小のものを①で求めた最大距離で割った値を「端」関数の評価値とする。   |
|      | かど | ① 既に求められている論理空間（正方形または、長方形）の対角線を評価値算出の為の最大距離とする。<br>② 候補対象と論理空間を形成するn個の頂点との距離の内、最小のものを①で求めた最大距離で割った値を「角」関数の評価値とする。   |
| 相対指示 |    | 外: ① 注目している空間または、対象の外部領域にあるものに対して一律に最大の評価値(0.1)を与える。<br>② 空間または、対象を形成している頂点で示される領域の外に重心座標があるものを外部領域にあるとみなす。  |
|      | 方向 | 右: $P(\theta) = 1.8 / \pi \times \text{abs}(\theta) + 0.1$<br>$(-90 \leq \theta \leq 90)$<br>左: $P(\theta) = 1.8 / \pi \times \text{abs}(\theta - \pi) + 0.1$<br>$(90 \leq \theta \leq 180,$<br>$-180 \leq \theta \leq -90)$<br>上: $P(\theta) = 1.8 / \pi$<br>$\times \text{abs}(\theta - \pi/2) + 0.1$<br>$(0 \leq \theta \leq 180)$<br>下: $P(\theta) = 1.8 / \pi$<br>$\times \text{abs}(\theta + \pi/2) + 0.1$<br>$(-180 \leq \theta \leq 0)$<br>右上: $P(\theta) = 3.6 / \pi$<br>$\times \text{abs}(\theta - \pi/4) + 0.1$<br>$(0 \leq \theta \leq 90)$<br>右下: $P(\theta) = 3.6 / \pi$<br>$\times \text{abs}(\theta + \pi/4) + 0.1$<br>$(-90 \leq \theta \leq 0)$<br>左上: $P(\theta) = 3.6 / \pi$<br>$\times \text{abs}(\theta - 3\pi/4) + 0.1$<br>$(90 \leq \theta \leq 180)$<br>左下: $P(\theta) = 3.6 / \pi$<br>$\times \text{abs}(\theta + 3\pi/4) + 0.1$<br>$(-180 \leq \theta \leq -90)$ |

【続く】

| 指示分類 | 該当する語彙   |
|------|--|
| 方 向  | <p>横：① <math>-90 \leq \theta \leq 90</math> の時は「右」関数を用いて評価値を求める。<br/>         ② <math>90 &lt; \theta \leq 180</math>, <math>-180 \leq \theta &lt; -90</math> の時は「左」関数を用いて評価値を求める。</p> <p>斜め：① <math>0 \leq \theta \leq 90</math> の時は「右上」関数を用いて評価値を求める。<br/>         ② <math>90 &lt; \theta \leq 180</math> の時は「左上」関数を用いて評価値を求める。<br/>         ③ <math>-90 \leq \theta &lt; 0</math> の時は「右下」関数を用いて評価値を求める。<br/>         ④ <math>-180 \leq \theta &lt; -90</math> の時は「左下」関数を用いて評価値を求める。</p>  |
| 距 離  | <p>近い： <math>P(S) = 0.9S + 0.1</math><br/>         遠い： <math>P(S) = 1.0 - 0.9S</math></p>  |
| 対 立  | <p>① 2個の基準物をA, Bとする。<br/>         ② 「右」ポテンシャル関数をAとBを結ぶ線分が基準線となす角度だけ回転させて適用し、全対象を評価する。<br/>         ③ ②の結果を規定語「普通」で候補を選択する。その時、基準物Bは候補からはずす。<br/>         ④ A, B以外の対象について、Aとの距離を計算しその距離がAB間の距離よりも小さいものを候補とする。評価値は一律に0.1とする。<br/>         ⑤ Bを基準として「近い」ポテンシャル関数を適用し、全対象を評価する。<br/>         ⑥ ⑤の結果を規定語「普通」で候補を選択する。その時、基準物Aは候補からはずす。<br/>         ⑦ ③④⑥の共通解を同定結果とする。</p>  |
| あいだ  | <p>(a)基準物が2個の場合<br/>         ① 2個の基準物をA, Bとする。<br/>         ② 「右」ポテンシャル関数をAとBを結ぶ線分が基準線となす角度だけ回転させて適用し、全対象を評価する。<br/>         ③ ②の結果を規定語「普通」で候補を選択する。その時基準物Bは候補からはずす。<br/>         ④ 「右」ポテンシャル関数をBとAを結ぶ線分が基準線となす角度だけ回転させて適用し、全対象を評価する。<br/>         ⑤ ④の結果を規定語「普通」で候補を選択する。その時基準物Aは候補からはずす。<br/>         ⑥ A, B以外の対象について、Aとの距離を計算しその距離がAB間の距離よりも小さいものを候補とする。評価値は一律に0.1とする。<br/>         ⑦ A, B以外の対象について、Aとの距離を計算しその距離がAB間の距離よりも小さいものを候補とする。評価値は一律に0.1とする。<br/>         ⑧ ③⑤⑥⑦の共通解を同定結果とする。</p> <p>(b)基準物が3個以上の場合<br/>         ① 複数の基準物の重心座標によって、形成される多角形の内部に含まれる対象を同定結果とする。評価値は一律に0.1とする。</p> |

【続き】

| 指示分類             |            | 方向意味素 | 方向程度 | 距離意味素 | 距離程度 |     |
|------------------|------------|-------|------|-------|------|-----|
| 相<br>対<br>指<br>示 | 方向<br>+ 距離 | 右2    | 右    | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 右3    | 右    | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 左2    | 左    | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 左3    | 左    | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 上2    | 上    | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 上3    | 上    | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 下2    | 下    | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 下3    | 下    | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 右上2   | 右上   | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 右上3   | 右上   | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 右下2   | 右下   | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 右下3   | 右下   | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 左上2   | 左上   | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 左上3   | 左上   | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 左下2   | 左下   | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 左下3   | 左下   | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 横2    | 横    | 普通    | 近い   | 大きい |
|                  |            | 横3    | 横    | 普通    | 近い   | 極大  |
|                  |            | 斜め2   | 斜め   | 普通    | 近い   | 大きい |
| 斜め3              | 斜め         | 普通    | 近い   | 極大    |      |     |

表6. 修飾語彙に割り当てた閾値

| 規定語 | 閾値                           |
|-----|------------------------------|
| 極大  | $0 \leq \text{評価値} \leq 0.2$ |
| 大きい | $0.2 < \text{評価値} \leq 0.4$  |
| 普通  | $0.4 < \text{評価値} \leq 0.7$  |
| 小さい | $0.7 < \text{評価値} \leq 1.0$  |



図1. 地図案内システムIMAGE

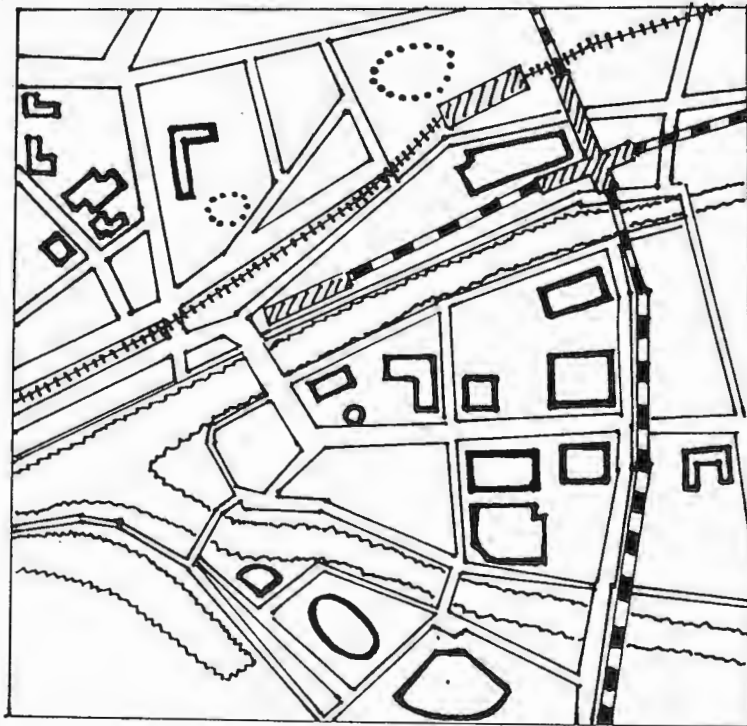


図2. 地図画像の一例



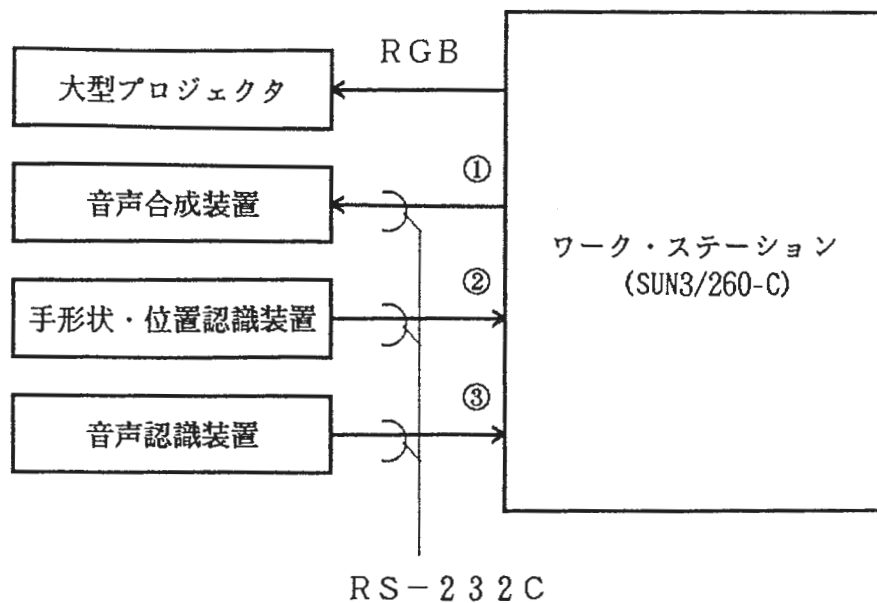
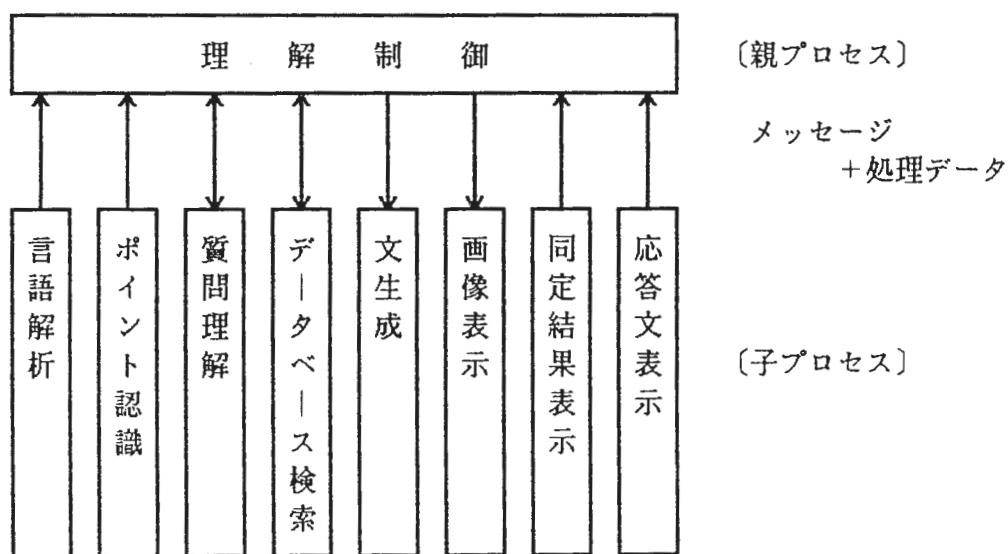


図3. ハードウェア構成



《記述言語》

- ・理解制御 : Lisp
- ・言語解析 : Lisp/PARSER
- ・ポイント認識 : C
- ・質問理解 : Lisp/KEE
- ・データベース検索 : C
- ・文生成 : Lisp
- ・画像表示 : C
- ・同定結果表示 : C
- ・応答文表示 : C

図4. ソフトウェア構成

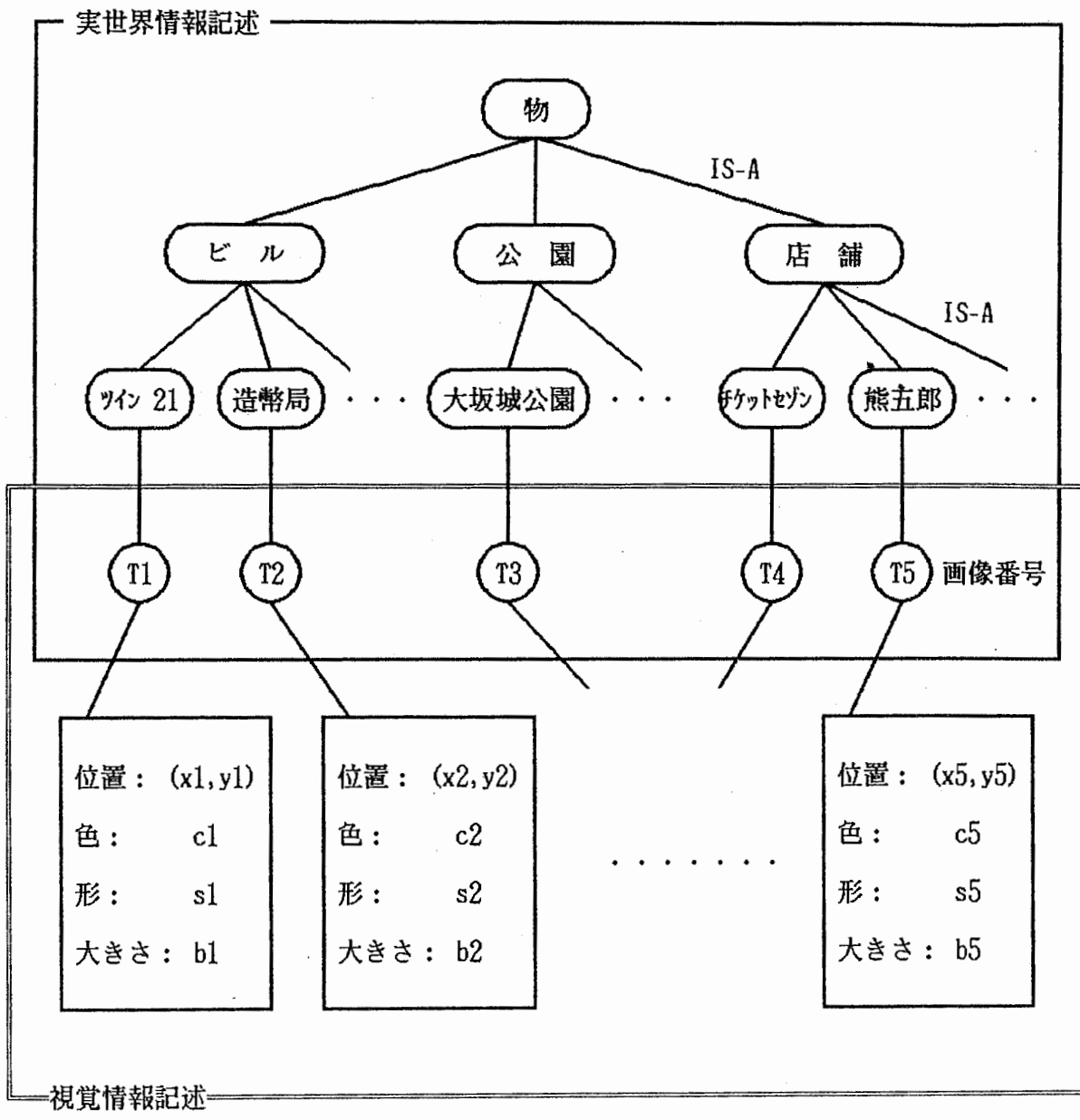
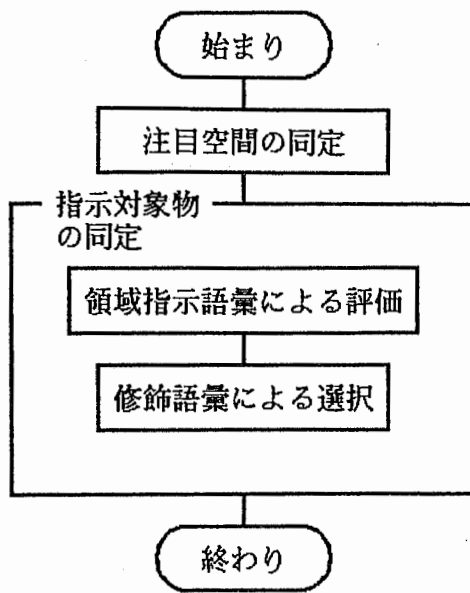
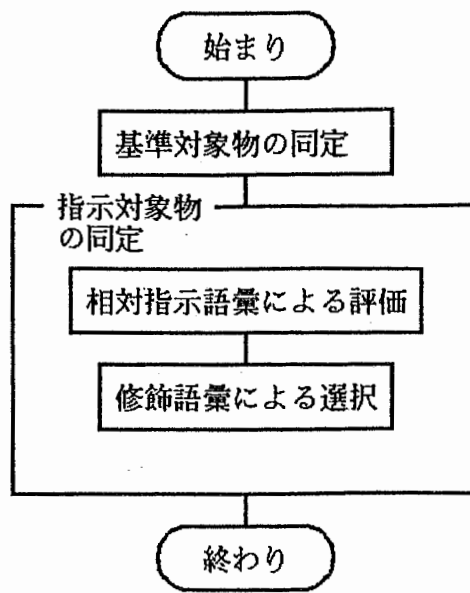


図5. 地図画像の内部表現



(1) 「領域指示」の場合



(1) 「相対指示」の場合

図6. 「位置指示語彙」に基づく同定処理