

自然言語で指示された対象物の同定方法†

伯田 晃^{††} 高橋 友一^{†††} 小林 幸雄^{†††}

本論文では、自然言語で指示された対象物を同定する方法について述べる。指示に用いられる言葉を、対象物の名前に言及し、対象物ごとに異なった述べ方がされる言葉と、対象物の位置・形状・色などの視覚的な側面に言及し、対象物の内容に依存しない性質を持つ言葉に分類して考える。そして、後者の言葉に基づく同定処理は、言葉の意味を、対象物から独立したものとして定義することで、汎用的な処理として実現できることを示す。具体的には、対象物の位置に言及する言葉（「右」・「真ん中」など）を、同じ位置関係を示す基本的なカテゴリに分類し、意味付けを行った。また、それらの言葉による指示には、指示対象物をその言葉で表現する際の適当さを示す情報（「一番」・「かなり」など）が含まれていると定式化して考え、これら2種類の情報を用いた同定処理アルゴリズムの提案を行っている。この処理を、実験システム IMAGE (Illustrated Map Guidance System) にインプリメントし、対象物を指示する実際の文章を用いて実験したところ、概ね良好な結果が得られ、提案する同定処理の有効性が確認できた。

1. はじめに

テキスト情報と画像情報をうまく結び付けることにより、言葉で画像を操作したり、逆に、画像を言葉で説明できるなど、使い勝手のよいインタフェースを実現することが可能となる¹⁾。

1980年、MITとボルトが提案した“PUT-THAT-THERE”システムは、「青い三角形を緑の四角形の右に移動」などと、スクリーン上の対象物を自然言語で操作できるシステムとして有名である²⁾。そのシステムでは、自然言語で指示された対象物の同定は、例えば、対象物の色を表す「青」・「緑」、形状を表す「四角形」・「三角形」などの情報を、あらかじめ定義しておき、述べられた言葉と、この情報との照合を取ることによって実現していた。しかし、世の中に存在するすべての画像について、あらかじめ適当な情報を付与することは不可能であり、この方法では、適用できる画像の範囲は自ずと限定される。

本論文では、自然言語で指示された対象物の同定に関して、汎用的な処理の枠組みを提案する。

以下では、指示に用いられる言葉を分析することで、対象物の位置、形状などの視覚的な側面に言及された場合の同定処理は、汎用的なものとして実現しうることを示す。次に、位置情報で対象物が指示される場合を取り上げ、指示で用いられる言葉の分類、ならびに、具体的な同定処理の提案を行う。最後に、実験

システム IMAGE (Illustrated Map Guidance System) (図1)を用いて行った、同定処理の性能評価実験に関して述べる。

2. 指示語彙の分析

図2は、IMAGEで取り扱っている画像の一例である。この画像の中の対象物の名前を、

- ① 一番右のビルの名前を教えてください。〔(a)を指示〕
- ② ツイン 21 の近くの丸いビルの名前を教えてください。〔(b)を指示〕
- ③ 三つの駅の間の白いビルの名前を教えてください。〔(c)を指示〕

などと、問い合わせる場合がある。これら三つの質問中の下線部分は、問い合わせている各対象物を表している部分（以降、「指示文章」と呼ぶ）である。我々は、指示文章を構成する主要な語彙を、実世界での対象物の名前（「ビル」・「ツイン 21」・「駅」など）に該当し、対象物に依存する性質を持つものと、対象物の位置・形状・色などの視覚的な側面（「一番右」・「近く」・「間」・「丸い」・「白い」など）に言及し、対象物の内容の如何によらず共通して用いることのできるものに大きく分類した。前者を「実世界情報」、後者を「視覚情報」と本論文では呼ぶ。「実世界情報」の言葉で対象物が指示された場合には、対象物ごとにその呼び名が異なるため、“PUT-THAT-THERE”システムで採られたような方法に基づく同定処理が必要と思われる。

一方、「視覚情報」の言葉で指示された場合には、「視覚情報」の言葉の意味を対象物から独立したもの

† Object Identification by Natural Language by AKIRA HAKATA (Fujitsu Laboratories Ltd.), TOMOICHI TAKAHASHI and YUKIO KOBAYASHI (Human Interface Laboratories of Nippon Telegraph and Telephone Corporation).

†† (株)富士通研究所

††† NTT ヒューマンインタフェース研究所

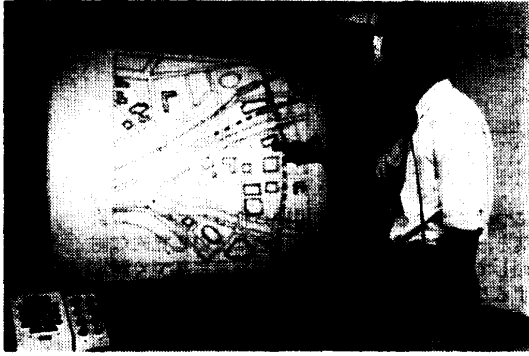


図 1 実験システム IMAGE

Fig. 1 IMAGE (Illustrated map guidance system).

として表現しておくことにより、同定処理を汎用的に扱える可能性がある。

次章では、「視覚情報」の一つである、対象物の位置に言及する言葉（「位置指示語彙」と呼ぶ）を取り上げ、汎用的な同定処理の枠組みを提案する。

3. 「位置指示語彙」に基づく対象物同定について

3.1 「位置指示語彙」の分類

市販の辞書³⁾に記載されている約 32,000 語の中から、「位置指示語彙」を収集し、表 1 のように分類した。

空間内部の対象物の存在する領域に言及する語彙を、「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に言及する語彙を、「相対指示語彙」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。

さらに、「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、「相対指示語彙」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、また、「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分類した。

我々は、日常用いている「位置指示語彙」のすべては、これらのいずれかのサブグループに分類可能であると考えられる。

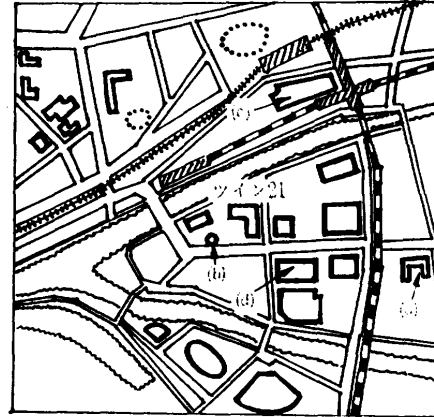


図 2 地図画像の一例

Fig. 2 An example of image information.

3.2 同定処理⁴⁾

3.1 節で分類した、「領域指示語彙」グループの単語を用いた指示方法を「領域指示」と、また、「相対指示語彙」グループの単語を用いた指示方法を「相対指示」と名付ける。本節では、各指示方法を分析し、その結果を反映させた同定処理について述べる。

(1) 「領域指示」に対する同定処理

「領域指示」では、指示対象物を含むような空間が認識され、注目されている。空間の認識には、以下の二つの要因が関連していると思われる⁴⁾。

表 1 「位置指示語彙」の分類結果

Table 1 A lexicon of object location indicator word.

分類		該当する語彙	語数	
領域指示語彙	範囲	上(upper), 下(lower), 右(right), 左(left), 真ん中(center) など	36	
	はし	端, 縁 (edge, brim) など	13	
	かど	角, 隅 (corner) など	7	
相対指示語彙	方向	上(up), 下(down), 右(right), 左(left) など	35	
	距離	接触	接する, 触れている(touching) など	7
		遠近	近い(near), 側, 傍(close), 沿う(along) など	16
		遠い, 彼方の(far) など	7	
	方向+距離	上(on, above, over), 下(under, below) など	82	
	対立	向かい側(across), 反対側(opposite) など	10	
修飾語彙	あいだ	間, 真ん中(among, between), はさまれた, 囲まれた(surrounded) など	9	
	順位	一番(first), 二番(second) など	—	
	程度	かなり, 随分(very), 少し(little) など	20	

- ①指示対象物と同じクラス（例えば、「ビル」・「公園」など）に属する対象物ばかりを集めて空間を認識する。
- ②指示対象物と同じ外観（色・形状など）を持つ対象物ばかりを集めて空間を認識する。

図3で、(1)は同じクラスに属する対象物で形成される空間を、(2)は同じ形状をした対象物で形成される空間の一例を示す。

対象物の位置への言及は、この認識された空間中での対象物の存在する領域を表す「領域指示語彙」グループの中の言葉を選択することで行われる。しかし、「領域指示語彙」グループの言葉の数は有限であり、選択された言葉はあくまでも近似に過ぎないため、近似の度合いを表す「修飾語彙」グループの言葉が、それに付加されて述べられる場合がある。

「領域指示」された対象物に対する、同定処理を

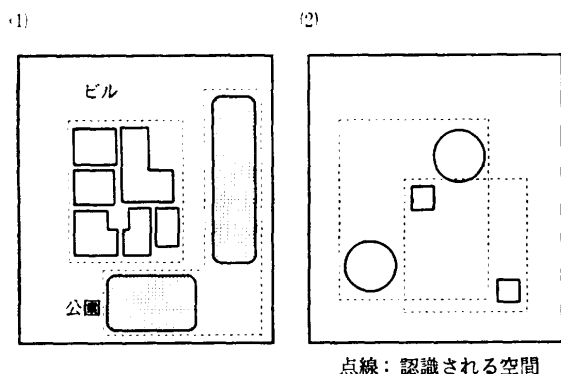
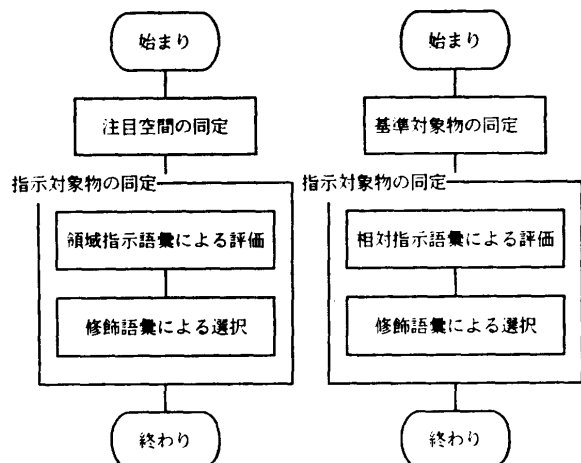


図3 認識される空間の一例
Fig. 3 Examples of recognized space.



(1) 「領域指示」 (2) 「相対指示」
図4 「位置指示語彙」に基づく対象物同定処理
Fig. 4 Object identification process.

図4(1)に示す。

(a) 注目空間の同定

同じクラスに属する対象物で構成される空間は、そのクラスの名前で指示される。したがって、例えば、ある対象物が「右上のビル」と指示された時には、「ビル」だけが集まって構成される空間を選択する。また、共通した外観を持った対象物で構成される空間の指示は、「右上の白いビル」のように、同じクラスの対象物（この例では「ビル」）で構成される空間をさらに限定する形で行われる。

したがって、上述の同じクラスの対象物からなる空間の中から、さら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。

(b) 指示対象物の同定

指示対象物の同定処理を、次の二つのステップで構成した。

①評価処理：(a)で同定された空間内のすべ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」の度合いを調べる。

②選択処理：我々は、「領域指示語彙」・「修飾語彙」グループの言葉は、必ず「対」で用いられると定式化して考える。①で得られた「適当さ」の度合いと、「修飾語彙」グループの言葉から、同定結果とすべき対象物の選択を行う。もし、「修飾語彙」グループの言葉が欠けている場合は、「一番」という意味の言葉が省略されていると考えてそれを補う。

(2) 「相対指示」に対する同定処理

「相対指示」では、指示対象物とは別の対象物（基準対象物と呼ぶ）が選ばれている。基準対象物への言及は、指示対象物への言及と同様、「領域指示」・「相対指示」の方法が用いられるほか、それが、過去の会話で述べられたものであれば、「それ」・「あれ」などの代名詞で述べられることがある。

指示対象物の位置に関する言及は、例えば基準対象物から見た「方向」の観点で指示しようなどの指示者の意図に従って、「相対指示語彙」グループの中の適当な言葉を選択することで行われる。

「領域指示」の場合と同じく、選択された「相対指示語彙」グループの言葉も、あくまでも近似に過ぎないため、「修飾語彙」グループの言葉が、それに付加されて述べられることがある。

「相対指示」された対象物に対する同定処理を、図4(2)に示す。

(a) 基準対象物の同定

基準対象物が、「領域指示」の方法で指示されている場合には前 3.1 節で述べられた処理を適用することで、一方、それ自身が「相対指示」で指示されている場合には、本 3.2 節で述べる処理を再帰的に適用することで同定可能である。

また、「それ」・「あれ」などの代名詞で指示されている場合には、文脈情報を参考にして具体化することが必要である。

(b) 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。

①評価処理：すべ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ものと仮定した場合の「適当さ」の度合いを調べる。

②選択処理：「相対指示語彙」・「修飾語彙」グループの言葉が「対」で用いられると考え、①で得られる「適当さ」の度合いと、「修飾語彙」グループの言葉から、同定結果とすべき対象物を選択する。「修飾語彙」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。

4. 同定処理の性能評価実験

4.1 実験システム IMAGE

4.1.1 システム構成

図 5 に IMAGE のシステム構成を示す。ワークステーション上に、Common Lisp, KEE, C 言語を用いてインプリメントした。プログラムは、以下に示す「PARSER」・「IDENTIFICATION」の二つのモジュールで構成した。

「PARSER」：テキストで記された指示文章を内部表現に変換し、「実世界情報」・「視覚情報」を抽出する。

「IDENTIFICATION」：「視覚情報」のうち、「位置」の情報に基づく同定処理は、3 章で述べた方式に基づく。表 1 の「位置指示語彙」の 29 個の位置関係を数学関数で定義し、位置指示語彙データベースに蓄えた。評価ステップでは、「適当さ」の度合いを、用いられた言葉に対応する関数を計算することで求める。

図 6 に、定義した関数の一例を示す⁹⁾。「形状」・「大きさ」・「輪郭」を示す「視覚情報」と「実世界情報」に関しては、PUT-THAT-THERE 同様、対象物ごとに定義した呼び方（記号）と入力指示文章で用いられた呼び方を比較し、合致したものを同定結果とする方式を採用した。図 7 に、IMAGE における画像データ

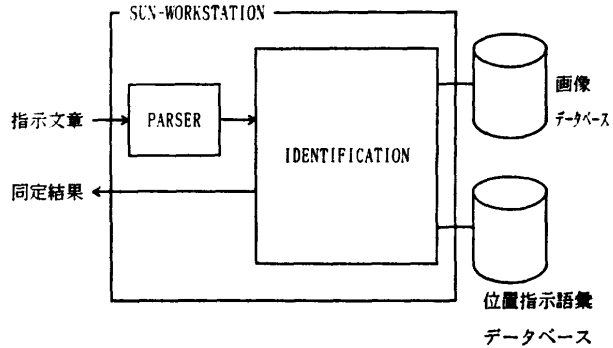


図 5 実験システム IMAGE のシステム構成
Fig. 5 System configuration of IMAGE.

「領域指示」語彙の「右下」を表す関数 $P(x, y) = 1/2(-0.9x + 0.9y + 1.1)$

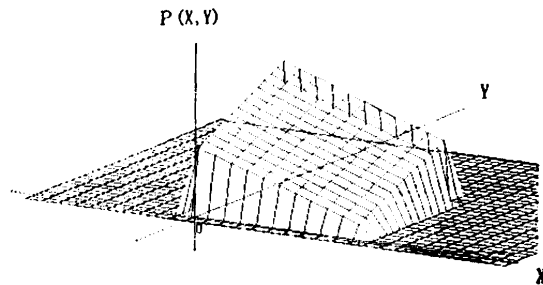


図 6 「位置指示語彙」を意味付ける関数の一例
Fig. 6 An example of a function defined for the location indicator words.

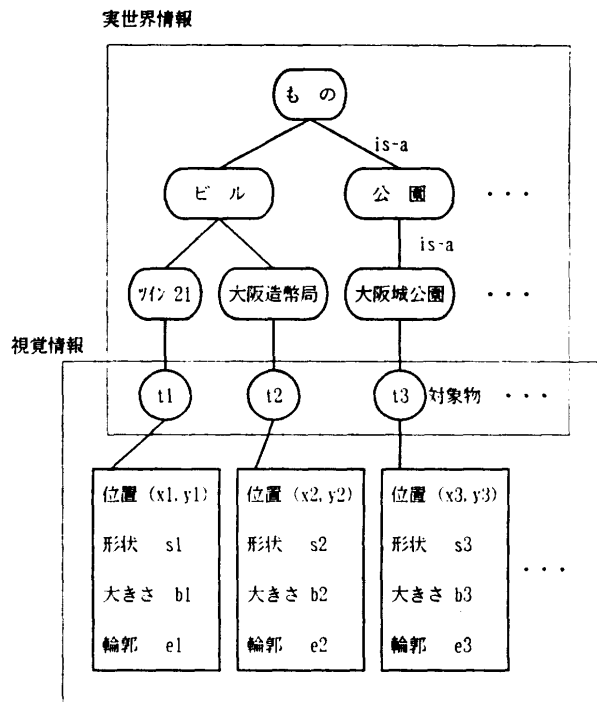


図 7 画像データベースの一例
Fig. 7 An example of image database.

ベースの構造を示す。

4.1.2 指示文章の解析

(1) 単語辞書

一つの単語を、(表記 品詞 意味) の形で表現した。品詞は、「実世界情報」である実世界名詞(ビルなど)、「視覚情報」である視覚名詞(右・丸 など)・視覚形容詞(近い・大きい など)、「視覚情報」の意味を限定する修飾詞(一番・かなり など)を取り扱

った。実世界名詞の意味は、他の実世界名詞との関係(上位/下位概念)を用いて定義した(図7参照)。視覚名詞・視覚形容詞の意味は、表1の分類に従って定義した。例えば、視覚名詞「上」には、upper/up/on/above/over の五つの意味を定義した。また、修飾詞の中で、順位に分類されるものはその順位(「一番」には「1」)、程度に分類されるものは、程度の度合いを大・中・小の三つに分類し、該当する度合い(「かなり」には「大」)を記述した。

(2) 内部表現への変換

同定実験で用いる指示文書とは別のサンプルを用い、指示文章を表2のようにパターン化した。そして、各パターンに対して、生成すべき内部表現を対応付けた。解析は、入力指示文章がいずれのパターンに該当するかを判断することで行う。図8に、内部表現の例を示す。

4.2 同定実験

(1) 指示文章の収集

6人の被験者に、図2の地図中にある、「ビル」・「公園」など合計20個の対象物を言葉で述べさせ、145個の指示文章を得た。収集に当たり、使用可能な単語、ならびに言い回しなど、用語上の制約は課さなかった。その結果、収集された145個の文章には、否定語を含むものなど、「PARSER」の仕様を越えるものが28個あったため、それらを除外した117個を実験の対象にした(表3参照)。

め、それらを除外した117個を実験の対象にした(表3参照)。

(2) 実験内容

IMAGEの持つ同定処理の性能を、人間のそれと比較するために、以下の二種類の実験を行った。

①実験I(対:人間)

上記6人以外の3人の被験者に、テキストで記した、上記117個の指示文章と図2の地図を与え、各文章が述べられている対象物を回答させた。回答は、「適当な対象物が同定できない場合はその旨を報告」・「複数の対象物が候補に上がった場合はそれらすべてを回答」の条件の下で行った。

②実験II(対:IMAGE)

図2の地図に、103個の対象物を設定した。すべての対象物は、重心座標を代表とする質点とし

表2 指示文章パターン
Table 2 Patterns of object indication sentence.

分類	文型パターン
領域指示型	空間 のち (位置) の (大きさ) の (形状) の (輪郭) の 対象
相対指示型	空間 のち 基準物 の (位置) の (大きさ) の (形状) の (輪郭) の 対象
複数領域指示型	空間 のち (位置) の (位置) の (大きさ) の (形状) の (輪郭) の 対象
複数相対指示型	空間 のち 基準物 の (位置) の 基準物 の (位置) の (大きさ) の (形状) の (輪郭) の 対象
領域指示+相対指示型	空間 のち (位置) の 基準物 の (位置) の (大きさ) の (形状) の (輪郭) の 対象

- (注) ①アンダーラインは再帰構造となり得る。
- ②[] 内の情報はすべてあるとは限らない。また順番も規定されない。
- ③網掛け部は複数個。
- ④空間については非言及の場合がある。

(1) 領域指示の場合

(実世界名詞 (視覚情報修飾
(位置 (位置指示語彙 修飾詞)
(大きさ (大きさ指示語彙 修飾詞)
(形状 (形状指示語彙 修飾詞)
)
)

(2) 相対指示の場合

(実世界名詞 (視覚情報修飾
(位置 (基準対象 位置指示語彙 修飾詞)
(大きさ (大きさ指示語彙 修飾詞)
(形状 (形状指示語彙 修飾詞)
)
)

図8 内部表現の一例

Fig. 8 Internal standard representation of object indication sentence.

表 3 実験に用いた指示文章の例
Table 3 Examples of object indication sentence.

分類	実験に用いた指示文章の例
領域指示	<ul style="list-style-type: none"> ・下の丸いもの ・下の方にあるだ円形 ・一番右の凹形の建物 ・南の方にあるだ円形 ・下の方にある楕円形のもの ・真中のカギ形のもの ・まん中にあるかぎ形 ・下の丸いもの ・中央にあるし字形 ・真中あたりのカギ形の建物 ・真中のカギ形のもの ・左上のカギ形のもの ・左上の四角 ・上の丸いもの ・真中上にある点線で囲まれただ円形 ・北にある点線で囲まれただ円形 ・一番東にある建物 ・一番東にある建物 ・一番東にある建物 ・右はしのコの字形のたてもの ・東にあるコ字形のたてもの ・右端の凹形の建物 ・右はしのコの字形のもの ・右端にあるコ字形のもの ・中央にある一番小さい正方形 ・真中にある小さな正方形 ・北西側にある長方形のたてもの ・左端の四角の小さな建物 ・左上の小さな正方形のもの ・下の方にあるだ円形のもの ・下の方にあるだ円形 ・南の方にあるだ円形 ・左端の斜めの四角 ・右端の凹字形の建物 ・右端のコの字形の建物
相対指示	<ul style="list-style-type: none"> ・南側の川の南にあるだ円 ・ツイン21の西に隣接する四角の建物 ・一番下にある扇形の隣のだ円 ・ツイン21の左側にある四角い建物 ・中央にある円形(のもの)の隣のし字形 ・線路の間のもの ・北側の川の南のカギ形のもの ・私鉄の駅の北側の点線のだ円 ・私鉄の駅の北に隣接する点線で囲まれた部分 ・太閤園の左上の建物 ・川の上にある建物 ・私鉄の駅とJRの駅の間のもの ・私鉄の駅の北側のもの ・国鉄の線路の北側の建もの ・真中の十字路からみて東南のもの ・駅と駅の間にあるもの ・中央にあるし字形のもの右隣りの正方形のたてもの下にある長方形のたてもの ・ツイン21と道をへだてて東向いのもの ・JRの駅と私鉄の駅の間のもの ・真中の十字路の右上のもの ・中央付近の東西の通りの北側の小さな正方形のもの ・真中の交差点の右下のもの ・一番下の扇形の対岸のもの ・右上のJRの駅の近くにあるたてもの ・川の下にある丸いもの ・真中のカギ形の建物と交差点の対角にある四角の建物 ・Hotel ニューオータニの斜め向かいにあるだ円の建物 ・ツイン21の西側の四角 ・南側の川の北に面したもの ・私鉄の駅と隣接しているJRの駅の近くにあるたてもの ・川にかかっている橋のたもとにある建物 ・京阪京橋駅の北側の公園
領域指示 + 相対指示	<ul style="list-style-type: none"> ・右のへりにあってJRの東側の建物 ・JRと川ではさまれたブロックの中の右上のブロックでまん中の交差点に面している建物 ・川の中洲でカギ形の建物の右に隣接する建物

表 4 同定実験の結果
Table 4 Experimental results.

実験結果	比率(文章数)
3人の被験者全員が指示対象物を同定した (集合Aと呼ぶ)	82% (96個)
IMAGEも指示対象物を同定した	79% (76個)
IMAGEは指示対象物を同定できなかった	21% (20個)
異なる対象物を同定した	11% (10個)
複数の対象物を同定した	8% (8個)
同定できなかった	2% (2個)
異なる対象物・複数の対象物を同定するか、対象物を同定できなかった人が、少なくとも一人以上いた	18% (21個)

て扱った。実験I同様、117個の指示文章をテキスト情報で入力して同定結果を得た。

(3) 実験結果

実験結果を表4に示す。実験Iでは、117個の指示文章の82% (96個) に関して、3人の被験者全員が指示対象物と同一の対象物を回答し、残り18% (21個) に対しては、3人の被験者の少なくとも1人が、指示対象物とは異なる対象物を同定結果としたり、複数の対象物を候補に上げたり、あるいは、適当な対象物が見つからないと回答した。

本稿では、前者、96個の指示文章より成る集合を、「集合A」と名付ける。

また、実験IIから、上記「集合A」の79% (76個) の指示文章に対してIMAGEは、3人の被験者と同様、指示対象物を同定できることがわかった。しかし、残り21% (20個) の指示文章については、人間に対する場合と異なる結果となった。

その内訳は、指示対象物以外の対象物を同定結果にしたものが11% (10個)、複数の対象物を同定結果としたものが8% (8個)、対象物を同定できないと回答したものが2% (2個) であった。

4.3 考察

指示文章の収集において、用語上の特別な制約を課していないため、集まった文章の中には、人間でさえも解決不可能な曖昧さを含んだものや、適切に対象物に言及していないものが存在する。実験Iで、被験者3人の同定結果が異なった21個の文章は、このような種類の文章に該当すると考えられる。これらの文章を適切に処理する前に、それ以外の文章(つまり「集合A」)については、IMAGEも、人間と同様の結果を出すことが望ましい。

IMAGEが、人間と異なる対象物を同定結果とした「集合A」の21%の文章を解析して、以下に示す二つの問題点を明らかにし

た。

(1) 指示対象物以外の対象物を同定結果にした、あるいは、対象物を同定できなかった原因：2次元画像である対象物を、質点に置き換えて扱っていることによる。凹多角形や、道路・川などのように、ある特別の方向に引き延ばされた形状の対象物に関しては、この影響が重大である。

(2) 複数の対象物が同定結果になる原因：日本語の指示文章には、以下の曖昧さが含まれている。

(a) 修飾語が被修飾語の直前に置かれるとは限らず、それらの間に複数の解釈が生じることがある。例えば、収集された文章「真ん中の十字路の東南のもの(図2の対象物(d)を指示)」では、「領域指示語彙」グループの言葉「真ん中」は、「十字路」・「もの」のいずれをも修飾する可能性がある。

(b) 位置指示語彙には、同音意義語が多く存在する。例えば、「相対指示語彙」グループの言葉「上」には、英語における「UP」・「ON」・「ABOVE」・「OVER」の四つの意味がある。

PARSER において、これらの曖昧性を解消することは本質的に不可能であるため、可能な解釈を IDENTIFICATION に引き継ぎ、すべての場合について同定処理を試みる。

しかし、本来の指示者の意図は一意であると考えられるため、複数行う同定処理の結果から、最終的な同定結果にすべき対象物を判断することが必要である。複数の同定結果が出力されるに至った原因は、この判断機能の不適當さによるものと考えられる。

性能をさらに向上させるには、(1)の問題点に対しては、対象物を2(3)次元のデータとして取り扱うことが根本的に必要である。また、(2)の問題点に対しては、文章の解釈に依存せず、最終判断の際に有効となる統一的な同定結果の「らしさ」を与える機能と、最終判断のための適切な基準の設定が必要であると考える。

5. おわりに

本論文では、自然言語で指示された対象物の同定に関して、対象物の内容に依存しない汎用的な処理の枠組みを提案した。具体的には、対象物の位置情報に言及して指示された場合を取り上げて、議論を進めてきた。地図画像を題材として検討を行ってきたが、3章で示した「位置指示語彙」の分類結果、ならびに、提案した同定処理は、いずれも汎用性の高いものである

と考えている。また、「色」・「形状」など、他の「視覚情報」の言葉からの同定処理についても、本論文で述べた方法論が有効であると考えている。

今後、評価実験を通して明らかになった問題点を解決するとともに、他の「視覚情報」の言葉についても、研究範囲を広げていく予定である。

なお、本研究は、著者が、ATR 通信システム研究所在動中に行ったものである。

謝辞 日頃御指導いただき ATR 通信システム研究所葉原耕平会長、山下紘一社長、岸野文郎知能処理研究室長に深謝いたします。

参考文献

- 1) Hakata, A., Takahashi, T. and Kobayashi, Y.: Object Identification by Language in a User Interface Using Language and Image Information, *ACM/SIGCHI Bulletin*, October Issue, pp. 33-36 (1989).
- 2) Bolt, R. A.: Put-that-there—Voice and Gesture at the Graphic Interface—, *Comput. Gr.*, Vol. 14, No. 3, pp. 262-270 (1980).
- 3) 国立国語研究所編：分類語彙表，秀英出版(1964)。
- 4) Wertheimer, M.: *Readings in Perception*, Van Nostland, Princeton, N. J. (1958).
- 5) 山田，西田，堂下：2次元平面におけるポテンシャルモデルを用いた位置関係の推定，情報処理学会論文誌，Vol. 29, No. 9, pp. 824-834 (1988).
- 6) 伯田，高橋，小林：概念情報と視覚情報に基づく画像同定の一考察，電子情報通信学会人工知能と知識処理研究会資料，AI 88-30 (1988).

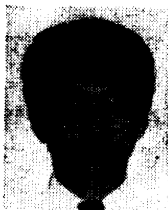
(平成元年8月31日受付)

(平成2年9月11日採録)



伯田 晃 (正会員)

昭和 52 年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業，昭和 54 年同大学院計測工学専攻修士課程修了。同年富士通研究所入社。交換ソフトウェア構造，知的交換システムの研究に従事。昭和 61 年から平成 1 年まで ATR に出向。現在，富士通研究所統合通信網研究部に勤務。電子情報通信学会会員。

**高橋 友一 (正会員)**

昭和 49 年名古屋大学理学部物理学
学科卒業, 昭和 51 年同大学院情報
工学科修士課程修了. 同年日本電信
電話公社入社. 数値計算, データ
ベースサービスの開発に従事. 昭和
62 年から平成 2 年まで ATR に出向. 知識処理の研究に従事. 現在, NTT ヒューマンインタフェース研
究所主幹研究員. 電子情報通信学会, 人工知能学会各
会員.

**小林 幸雄**

昭和 43 年東北大学理学部物理学
科卒業, 昭和 45 年同大学院電子工
学科修士課程修了. 同年日本電信電
話公社入社. テレビジョン画像品質,
画像通信の研究に従事. 昭和 61 年
から平成 1 年まで ATR に出向. 現在, NTT ヒュー
マンインタフェース研究所視覚情報研究部部長. 工学
博士. 電子情報通信学会, 人工知能学会各会員.