

位置情報を手がかりとする画像検索法†

高橋 友一** 島 則之*** 岸野 文郎**

図表, 写真を含むマルチメディアデータベースの検索には, テキスト情報による検索に加え画像の内容に言及した内容検索が必要になる。著者名といったテキスト情報のほかに「誰々の絵で, 富士山が真ん中にある絵」のように画像のイメージに関する内容検索を行うには, 画像データのインデックス情報と言語による問い合わせ内容を照合することが必要である。本論文では, 二次元の図形画を対象に, 画像に含まれる特徴的な対象の近似多角形の頂点座標を画像インデックスとし, 言語による問い合わせに含まれる位置関係を検索キーとする内容検索法を提案する。まず, 定性的な関係である位置関係の持つ漠然さの表現方法について述べる。次に, 頂点座標を用いた位置関係のルール表現とルールを用いた頂点座標と問い合わせに含まれる位置関係の照合方法について述べる。最後に, 言語による問い合わせに含まれる位置関係を検索キーとして画像の内容検索を行う画像データベース検索システム SPADE, および浮世絵画像と文書画像データベースの検索結果について述べる。

1. はじめに

データベースの問い合わせに自然言語を用い, 専用の問い合わせ言語を用いなくてもデータベース検索を可能にする研究や, 対話処理により利用者の検索意図の曖昧さを解消し検索効率を高める研究が多くある¹⁾。図表, 写真を含むマルチメディアデータベースの検索には, 「誰々の絵で, 富士山が真ん中にある絵」のように著者名といったテキスト情報による検索に加え富士山が真ん中にあるといった画像イメージに言及した内容検索が必要になる。利用者がイメージした内容に基づき画像データベースを検索する方法として,

- (1) 画像内容を反映した検索キーワードを, あらかじめ画像に付与し, キーワード検索で画像を検索する。
- (2) 画像の構造を表現しているアブストラクト画像を検索キーとし, 同じ構造または類似した構造を持つ画像を検索する。
- (3) 画像の画素ラン数等の特徴パラメータで, 対象画像を分類する。
- (4) 定性的な言葉や感性を定式化, 数量化して人間の抽象過程により作成される情報をキーとし検索する。

† An Image Retrieval Method Using Inquiries on Spatial Relationships by TOMOICHI TAKAHASHI (ATR Communication Systems Research Laboratories), NORIYUKI SHIMA (Information & Electronics Technology Laboratories, SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) and FUMIO KISHINO (ATR Communication Systems Research Laboratories).

** (株)ATR 通信システム研究所

*** 住友電気工業(株)情報電子研究所

等の各種の検索方法が提案されている^{2),3)}。これらの内容検索を実現するには, 利用者の問い合わせに対応できるような画像データのインデックス作成や問い合わせ内容の理解を含んだインタフェースの実現が必要である。

我々は, 画像に含まれる対象の属性のほかに問い合わせに含まれる対象の空間的位置, 相対的位置関係も検索キーとする画像データベース検索システム SPADE (SPATIAL relationships based feature image retrieval/DEscription system) を検討している。対象間の位置関係を用いた検索システムとしては, 対象を対象領域に含まれている領域の集合 (point-set) で表現し, point-set に対する演算を基に対象間の位置関係を求める PROBE⁴⁾, 対象の外接四角形間の相対位置関係を 2-D string で表現し検索キーに用いる IIB⁵⁾ がある。これらのシステムでは, 位置関係を幾何的な関係に対応させている。

言語情報と画像情報を対応させ, 画像データと高次の記号の統合を目的とした研究においても位置関係がとりあげられている^{6),7)}。画像情報を定型的な処理で自然言語と共通した特徴テーブルを用いて表現し, 画像データから自然言語の文書を作成する, お互いを突き合わせて理解する研究も画像からの内容インデックスの抽出といえる⁸⁾。位置関係を検索キーとし適切な画像を検索するには, 位置関係の持つ漠然さを考慮した位置関係の表現方法, 画像インデックス情報と問い合わせに含まれる位置関係との間の照合方法が必要となる。

本論文では, 画像に付与されたテキスト情報のほかに問い合わせに含まれる対象の位置関係を検索手がかり

りとする内容検索法を提案する。この方法は、何らかの画像処理技術により対象領域が抽出されることを前提に、画像インデックス情報として検索とは独立に入力される対象の近似多角形の頂点座標を用いる。自然言語で表現された問い合わせに含まれる位置関係は漠然さを持っている。位置関係の成立条件と漠然さを表現したルールを用い、頂点座標から対象間で成立する位置関係を推論し、問い合わせに含まれる位置関係と照合することで画像検索を行う。その結果、画像インデックス情報としてデータベースに含まれている対象の位置情報以外の対象間の位置関係に関する問い合わせに対処できることに特徴がある。

以下では定性的な位置関係の持つ漠然さ、位置関係の表現方法の問題について述べる。次に、対象の位置情報を用い、位置関係の漠然さを考慮して位置関係をルールで表現した位置関係辞書について述べる。最後に、SPADEを用いた風景画を中心とする32枚の浮世絵画像データベースと66件の科学論文の第1頁の文書画像データベースを検索した結果について述べる。

2. 位置関係表現の諸問題

一般に、辞書では「右」を「南を向いた時、西にあたる方（広辞苑）」と他の関係を用いて説明してある。位置関係を計算機内で基本的な量・関係で表現することは難しく、常識の定式化の1つの問題になっている⁹⁾。

位置関係の解釈には、以下の項目が問題になる。

(1) 定量的な画像情報と定性的な言語情報の対応である位置関係には、漠然性が伴う。

1. AがBの右にある場合、以下の関係を満たしている。

- a) Bの中心からみて右半面にAがある。
- b) AとBは、お互いに離れている。

条件a), b)を満たしていても「右」より「上」といった他の位置関係で参照される時もある¹⁰⁾(図1)。

2. 包含関係については、凹のある図形に対しては幾何学的に外側にあっても心理的には内側と参照される時もある¹¹⁾。

(2) 自然言語と位置関係は、一対一対応ではない。

1. 同じ言葉「右」にも、「Aが右にある。」と画像全体における対象の空間的位置を意味する時と「AがBの右にある。」と対象間の相対的位置関係を意味する時がある。

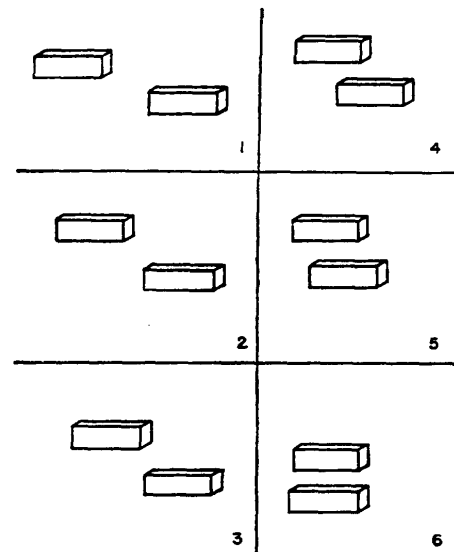


図1 位置関係の持つ漠然性（“コンピュータビジョンの心理”¹⁰⁾ p. 186より）

Fig. 1 Vagueness in spatial relationships (ref. 10).

2. 日本語の「上」が英語の「on, over, above」に対応するように、自然言語により意味する位置関係は異なる。

(3) 対象間の位置関係は対象の位置だけではなく状況に依存して参照される。

1. 観測者の定める向き、画像全体の定める向き、対象自体の定める向きにより同じ位置にある対象に対しても、参照される位置関係は異なる⁶⁾。

2. 2つの対象の位置が同じであっても、2対象の時と他の対象が存在する3対象の時の参照方法が異なることもある。

3. 二次元世界における「下」という位置関係は、地図画像に対しては「南」になったり、三次元世界が投影された世界では「手前」と参照されるように言語表現は画像の表現世界に依存している。

以下では、以上の問題のうち二次元図形画の位置関係を利用した検索で、特に問題となる(1)-1の位置関係の漠然さ、(2)の自然言語との対応について述べる。

3. ルールによる位置関係の表現

対象の空間的位置、相対的位置関係には、近似多角形の頂点座標から計算される対象の中心位置、対象間の距離、角度や包含関係等の物理的な量・関係と、上下左右といった定性的な位置関係がある。物理的な量・関係および漠然さや自然言語との対応を持つ定性

的な位置関係と対象の近似多角形の頂点座標を関連づける位置関係辞書を考える。辞書では、位置関係の持つ漠然さを物理的な量を指数とするメンバシップ関数で表現し、位置関係が成立する必要条件を他の位置関係や物理的な量を用いたルールで表現する。

3.1 漠然さの表現

位置関係を含む内容検索に対し適切な画像を選択するには、位置関係の漠然さを表現することが必要である。

(1) 位置関係の持つ漠然さ

複数の被験者に対し、相対的な位置関係「右」の持つ漠然さの主観実験を行った。「右」に対する漠然さには個人差があるものの、対象の中心を結ぶ直線が水平なほど、またお互いに近いほど右らしさが増すといった共通の性質がある¹²⁾。

(2) 位置関係間の排他性

「左」と「上」のように異なる位置関係でも、図形によってはどちらの位置関係が適当であるか識別しにくい。図1の例では、1から6に移るにつれ、「左」から「上」への度合が強くなる。中間の3、4では両方の関係も成立していると思われる。

このような位置関係の持つ漠然さの度合を、物理的な量を指数とするヒューリスティックな関数で表現する。図2に、「空間的な右」に対するルール表現の例と、画面の左下を(0, 0)、右上を(1, 1)とし、関数値が1に近いほど空間的に右らしいことを示すヒューリスティックな関数の例を示す。

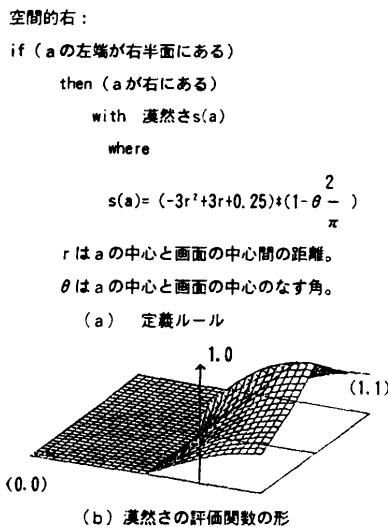


図2 位置関係「右」の表現例
 Fig. 2 Representation of spatial "Right."

3.2 自然言語との関連

「上」と「on, over, above」のように、自然言語間でも意味する位置関係の概念は一対一に対応しない。言語とは独立した位置関係を考え、この位置関係を基本関係として物理的な関係と複数の自然言語における位置関係との対応をルールで表現する。

「Aの上にBがある。」といった対象間の相対的位置関係「上(A, B)」は、onとupに対応しAとBが離れていること、接触していることが条件になるr-ue1とr-ue2の2つの相対的な基本関係間のOr関係で定義する。「右上」のように他の位置関係「右」と「上」の合成で定義される位置関係もある。関係の合成規則として位置関係間のAnd, Or関係と結合(combination)関係の3種類を考え、対象の頂点座標から自然言語レベルの位置関係までの階層を表現した例を図3に示す。

3.3 漠然さの合成

他の位置関係から合成された位置関係の漠然さは、定義に用いられた関係の漠然さを反映している。And, Or関係の定義に対してはMYCIN¹³⁾のCF(certain factor)値の計算にないMin, Maxで関係の漠然さを評価する。Comb関係に関しては、証拠の独立性を仮定したMYCINの結合関数では、どちらかの証拠のCF値が1の時、結合結果のCF値は1になる。

一方、位置関係においてはその漠然さのため、位置関係「右」と「上」は必ずしも排他的な関係とはいえない。「右」または「上」らしさが増えれば「右上」ら

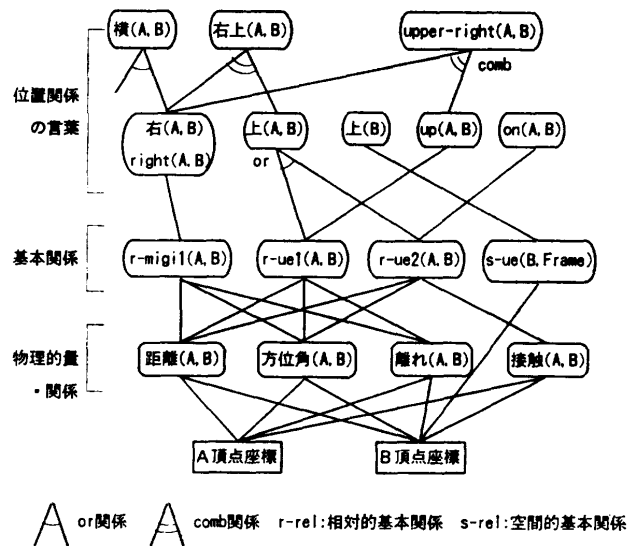


図3 位置関係のレベル
 Fig. 3 Hierarchy of spatial relationships.

しきは増すが、「右」らしさが1でも必ずしも「右上」らしさは1とは限らない。

SPADE では Comb 関係で定義される位置関係の漠然さの結合関数として、

1. 結合する関係の漠然さが両方とも1の時、合成される関係の漠然さは1になる。
 2. 合成された関係の漠然さは、結合する関係の漠然さに応じて単調に変化する。
 3. 合成された関係の漠然さは、結合する関係の漠然さよりも小さい。
- といった性質を持つ。

$$s(\text{comb}(x, y)) = \frac{s(x) + s(y) - \lambda \cdot s(x) \cdot s(y)}{2 - \lambda}$$

を用いる。

ここで、 $s(\text{rel})$ は関係 rel が持つ漠然さ、 $\text{comb}(x, y)$ は関係 x と y により合成された関係である。 λ は、 $0 < \lambda < 1$ の範囲でヒューリスティックに設定する。

4. 画像データベース検索システム (SPADE)

4.1 システムの概要

SPADE システムを SUN 3 上に LISP を用いてインプリメントした。システム構成を図4に示す。画像データベースは、以下のテキスト情報、インデックス情報、画像イメージデータの3種類のデータから構成されている。

1. テキスト情報：画像が絵画であれば作家、タイトルや内容に関連し付与されたキーワード等のレレーショナルデータベースに格納されている情報。
2. 画像インデックス情報：画像に含まれる対象の近似多角形の頂点座標 (position 対象識別子 (頂点座標)) と属性情報 (attribute 対象識別子 属性)。
3. 画像イメージデータ：検索結果の表示に使用する。

ここで、テキスト情報、画像インデックス情報は、キーボードやマウスを用いた人手入力を前提としているが、対象とする画像の種類によっては自動抽出が可能である¹⁴⁾。

構文解析プログラムは、書誌情報といったテキスト情報と対象間の位置関係に関する画像イメージ情報を含む問い合わせを、SQL の副問い合わせ的に

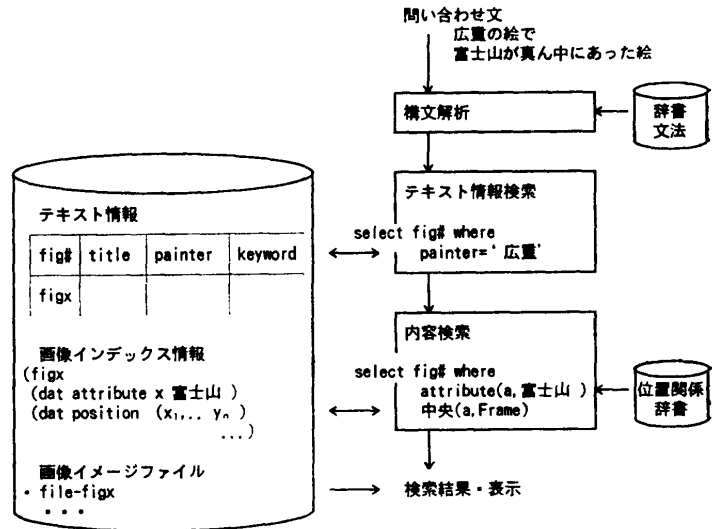


図4 SPADE システム構成
Fig. 4 SPADE system configuration.

```
(defrel コメント
 (definition (rel <レベル> 定義する関係名 (対象リスト))
 <= (成立条件の記述)
 (漠然さの評価式)))
 成立条件の記述 ::=
 (and {<位置関係> | <属性情報> | <test型> } ) |
 (or {<位置関係> | <属性情報> | <test型> } ) |
 (not <位置関係> | <属性情報> ) |
 <位置関係> | <属性情報> | <test型> | <bind型> ) |
 位置関係 ::= (rel <レベル> 関係名 (対象リスト) ((値)))
 属性情報 ::= (dat attribute 対象名 属性値)
 test型 ::= (test S式)
 bind型 ::= (bind 変数 S式)
```

(a) 位置関係の表現規則

```
(defrel 空間的右の定義
 (definition (rel 2 sright (?A))
 <= (and (rel 1 disatnce1 (Frame ?A) (?Distance))
 (rel 1 azimuth1 (Frame ?A) (?Azimuth1))
 (rel 1 azimuth3 (Frame ?A) (?Azimuth3))
 (test (and (<=?Azimuth3 half-pi)
 (<= minus(half-pi) ?Azimuth3))))))
 (cf-calc (+ (+ -3 ?Distance (- ?Distance 1)) / 4)
 (- 1 / (abs ?Azimuth1) half-pi))))
```

(b) 空間的右の定義例

```
(defrel 右上の定義
 (definition (rel 3 右上(?A ?B))
 <= (rel 3 右(?A ?B))))
 (defrel 右上の定義
 (definition (rel 3 右上(?A ?B))
 <= (rel 3 上(?A ?B))))
 (defrel ふもとの定義例
 (definition (rel 4 ふもと(?A ?B))
 <= (and (rel 3 下 (?A ?B))
 (dat attribute ?B 山))))
```

```
(defrel 三段組の定義例
 (definition (rel 4 三段組( ))
 <= (and (dat attribute ?A text)
 (dat attribute ?B text)
 (dat attribute ?C text)
 (rel 2 間 (?C (?A ?B))))))
```

(c) 他の位置関係の定義例

図5 位置関係の定義例

Fig. 5 Examples of spatial relationship definitions.

select イメージ条件部 from
where 文献 (select テキスト条件部)

の形式に解析する。検索部では、検索条件に漠然さが含まれない人名等のテキスト情報によるリレーショナル DB の検索を行う。次に、テキスト情報による DB 検索結果に対して、位置関係辞書を用い、対象間の位置関係を手がかりとする内容検索を行う。

4.2 位置関係辞書

内容検索時に参照する位置関係は、画像のインデックス情報(多角形の頂点座標)をもとに3章で述べた漠然さも考慮して定義されている。図5(a)に関係の表現規則、図5(b)に図2の「空間的右」の定義例を示す。図5(c)に「右」と「上」の結合関係で定義された「右上」や対象の意味を含む「ふもと」、「三段組」の定義例を示す。風景画固有の位置関係「ふもと」や文書レイアウトに関する「三段組」は、対象の属性が「山」、「テキスト」である条件と位置関係で定義した。

表1に、今回の評価実験に用いた位置関係の一覧を示す。対象を質点ではなく、その大きさを考慮して扱うため近似多角形の左端の頂点座標や頂点間の角度、幾何学的に決定できる包含関係など21個の物理的関係を定義した。漠然さを持つ定性的な位置関係としては、空間的な上下左右と中央・端・隅、相対的な上下左右と遠近と間等の25個の基本関係を定義した。問い合わせに使用できる位置関係としては基本関係で定義される関係や画像の持つ奥行き感を反映した「手前」や対象の属性に依存した「ふもと」、「三段組」等の26個の関係を定義した。

4.3 位置関係を検索キーとする照合手順

タイトル、作家等のテキスト情報による検索結果に対して、言葉で表現された位置関係を手がかりとする検索を行う。以下に、検索手順を示す。

(手順1) 属性条件の検索:

検索条件に含まれている属性(タイトル、作者名等)を持つ画像を選択する。

(手順2) 位置条件の検索:

属性条件を満たす画像に対し、問い合わせに含まれている位置関係と画像管理情報である対象位置座標との照合を行う。照合は位置関係定義ルールを後ろ向きに実行し、位置関係を満たす対象を含む画像を選択する。

表1 SPADEにおける位置関係一覧
Table 1 Spatial relationships defined in SPADE.

レベル	分類*	定義した対象のもつ量と対象間の関係
物理的な量・関係	対象の量(10)	頂点座標リスト, 辺リスト, 面積, 中心, 近似多角形の外接円の半径, 最左(右, 上, 下)点の頂点, 縦横比率
	対象間の量・関係(11)	対象中心間の距離(distance)**, 対象間の最短距離, 対象Aの中心と対象Bの中心, 右, 左, 上, 下端との角度(azimuth1~azimuth5)**, 離れている, 重なっている, 接している, 含まれている
基本関係	空間的関係(8)	上[s-ue]***, 下, 左, 右, 中央, 右端, 左端, 隅
	相対的関係(17)	上[r-ue1, r-ue2, r-ue3]****, 下, 左, 右, 遠, 近, 沿う, 間, 囲まれて
位置関係	空間的関係(11)	上, 下, 左, 右, 右上, 右下, 左上, 左下, 右端, 左端, 横
	相対的関係(15)	上, 下, 右, 左, 重なり, 隣接している, 接触, 遠, 近, 上に載っている, 遙か上にある, 手前, ふもと, 二段組, 三段組

*: ()括弧内は定義した量・関係の数。

** : ()括弧内は図5における表記。

*** : □括弧内は図3における表記。

**** : 下, 左, 右に対しても同様に3種類の関係が定義されている。

(手順3) 検索結果の出力:

問い合わせに含まれる位置関係を満たす画像の番号と計算された漠然さの値を出力する。

「山のふもとに川のある絵」といった内容検索条件は、構文解析部により

attribute (X, 山)

attribute (Y, 川)

ふもと (X, Y)

の3個の検索条件の積集合として表現される。位置関係「ふもと」は、辞書により位置関係「下」と対象の属性情報に展開され画像の検索に用いられる(図6)。

今回作成した SPADE の構文解析部は、簡単な解析機能しかなく「家のふもとに川のある絵」といった意味のおかしい問い合わせに対して解析部では対処していない。問い合わせ文を展開し、「山」と「家」の属性を同時に持つ対象を含む画像が検索されなかったことで処理している。

4.4 検索例と考察

SPADE の検索画面を図7(a)に示す。右のウィンドウがメインウィンドウで検索要求等を入力する。左下のウィンドウが検索結果表示ウィンドウで、問い合わせ条件を満たす画像番号と画像に対する位置関係の漠然さの度合が表示される。左上のウィンドウが表示ウィンドウで、表示コマンドにより検索された画像が

「山のふもとに川のある・・・」

構文解析による解釈

```
→ (attribute ?x 山)
   (attribute ?y 川)
   (ふもと ( ?x ?y ))
```

位置関係辞書を用いた解釈

```
(ふもと ( ?x ?y ))
→ (and ( 下 ( ?x ?y ))
        (attribute ?y 山))

(下 ( ?x ?y ))
→ (and (離れ ( ?x ?y ))
        (test (and ( < minus(pi) azimuth(?x ?y))
                   (< azimuth(?x ?y) pi))))

→ (attribute ?x 山)
   (attribute ?y 川)
   (and (離れ ( ?x ?y ))
        (test (and ( < minus(pi) azimuth(?x ?y))
                   (< azimuth(?x ?y) pi))))
```

図 6 位置関係の後ろ向き推論

Fig. 6 Examples of spatial relationship backward reasoning.

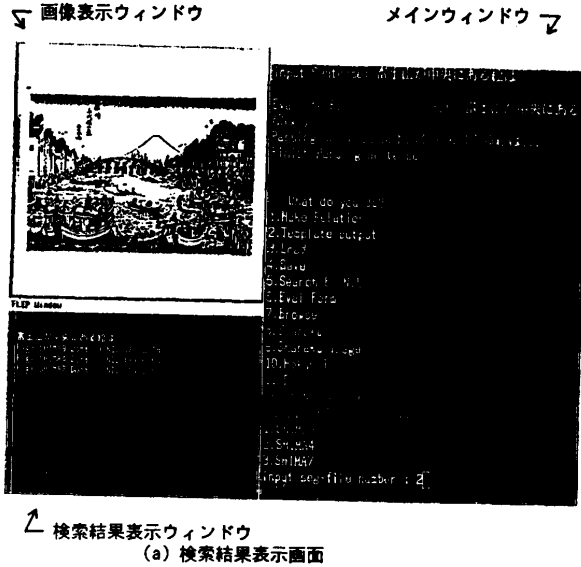


図 7 SPADE 浮世絵検索画面
(a) 検索結果表示画面

表示される。

位置関係辞書に従い、問い合わせに含まれている位置関係を後ろ向きに検索する過程において、関連した位置関係が作成される。SPADE には、作成された位置関係を画像のインデックス情報として登録するコマンド、ブラウズするコマンドがメインウィンドウに用意されている。画像を絞り込んでいく過程で、それまでに作成された位置関係データを画像インデックス情報として利用することができる。

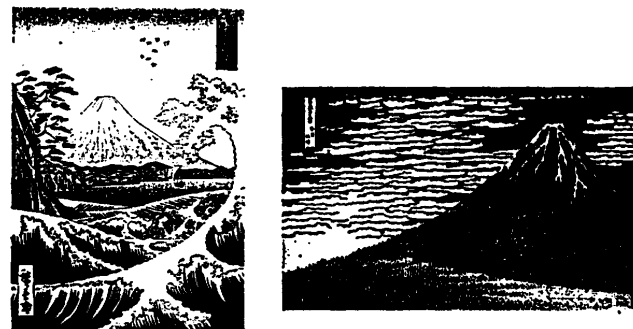
(1) 浮世絵画像検索の例

風景画を中心とする浮世絵 32 枚の画像に対し、SPADE で検索を行った。浮世絵に対する画像インデックス情報は、入力者が特徴的と思った対象を近似する多角形の頂点をマウスクリックすることで入力した。

【例 1】「富士山が中央にある絵」といった空間的な位置関係に着目した問い合わせに対し、選ばれた 3 枚の浮世絵のうち 1 枚を図 7 (a) の SPADE の表示ウィンドウに、他の 2 枚を図 7 (b) に示す。

【例 2】「広重の絵で、橋が富士山の手前にある絵」と作者名と対象間の相対的な位置関係を含む問い合わせに対し検索された 2 枚を図 8 に示す。

上記の 2 例とも、検索者の意図に合った浮世絵が検索されている。図 8 (b) の浮世絵は「富士山が中央にある絵」では検索されなかった。こ



(b) 検索された他の画像

図 7 SPADE 浮世絵検索画面

Fig. 7 Ukiyoe image database retrieval by SPADE.



(a)

(b)

図 8 検索された浮世絵画像

Fig. 8 Examples of Ukiyoe images retrieved by SPADE.

の浮世絵が検索要求に該当するかどうかは、位置関係といった漠然さを持つ検索キーによる内容検索の再現率・適合率の評価といった問題を含んでいる。

(2) 文書画像検索の例

科学論文の第1頁の文書画像に含まれる論文タイトル、著者名、キーワード等の領域抽出は、論文レイアウトの知識により抽出することができる^{14),15)}。

[例3] 66枚の文書画像に対し、「著者がタイトルの右にある文献」というレイアウト条件で検索した結果を図9に示す。

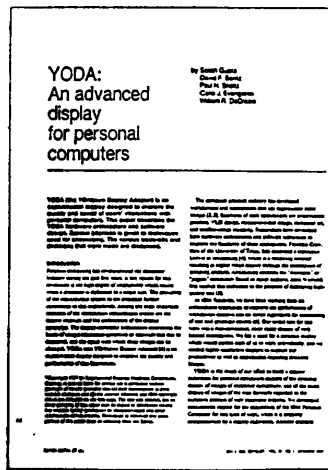
検索された3件のうち2件は、検索者のイメージしたレイアウトの文献である。図9(c)の複数著者からなる文献については、「著者がタイトルの下にある文献」の方が適当と思われる。これは、検索の再現率を適合率より優先させ、著者属性を持つ領域を独立した領域としタイトル属性を持つ領域との間の位置関係「右」で検索するSPADEと、同一属性を持つ領域をまとめて著者全体を1個の領域とする人間との違いによる。

5. おわりに

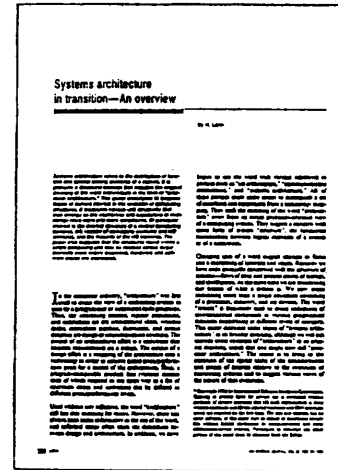
本論文では、画像に含まれる対象の近似多角形の頂点座標をもとに二次元図形画における位置関係の表現方法、およびテキスト情報と位置関係に関するイメージ情報を検索キーとする画像検索法について述べた。ここでは、画像に含まれる対象の頂点座標と位置関係の持つ漠然さをヒューリスティックに表現したルールから作成される位置関係集合で画像内容を表現し、言語による問い合わせに含まれる位置関係と照合する方法を示した。実際に浮世絵画像や文書画像を用いたプロトタイプシステムを試作し、対象の属性情報を含んだ位置関係に関する検索ができる等の有効性を確認した。

今後の課題として、問い合わせに含まれる位置関係の状況依存性を考慮した内容検索、曖昧さを含む内容検索に対する適合率・再現率の検討等がある。

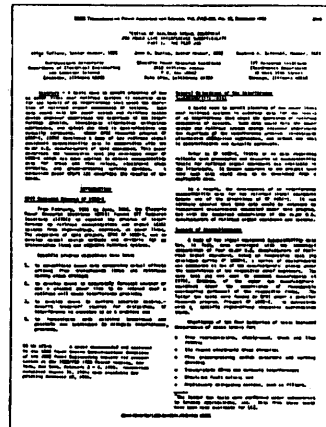
謝辞 日頃ご指導頂く ATR 通信システム研究所 葉原耕平会長、山下統一社長、ならびに討論して頂いた富士通研究所伯田見氏に感謝します。



(a)



(b)



(c)

図9 検索された文書画像

Fig. 9 Examples of document images retrieved by SPADE.

参考文献

- 1) 拝原：日本語文献データベースへの知的アクセス，電子情報通信学会誌，Vol. 72, No. 7, pp. 797-806 (1989)。
- 2) 坂内：画像検索技術，電子情報通信学会誌，Vol. 71, No. 9, pp. 911-914 (1988)。
- 3) 木戸川，恒川：画像情報処理におけるマルチメディアデータベース，情報処理，Vol. 28, No. 6, pp. 756-764 (1987)。
- 4) Orenstein, J. A. and Manola, F. A.: PROBE Spatial Data Modeling and Query Processing in an Image Database Application, *IEEE Trans. Softw. Eng.*, Vol. SE-14, No. 5, pp. 611-629 (1988)。
- 5) Chang, S. K., Yan, C. W., Dimitroff, D. C. and Arndt, T.: An Intelligent Image Database System, *IEEE Trans. Softw. Eng.*, Vol. SE-14,

- No. 5, pp. 681-688 (1988).
- 6) 岡田, 田町: 動画像の意味解釈とその自然語記述—意味分析—, 電子通信学会論文誌, Vol. J59-D, No. 5, pp. 331-338 (1976).
 - 7) 松原, 坂上, 横矢, 山本: 概念学習を題材とした画像理解と記号処理の統合の試み, 人工知能学会誌, Vol. 3, No. 5, pp. 572-579 (1988).
 - 8) 高木, 伊東, 六沢, 北岡, 清水, 小原: 二次元図形世界における視覚情報からの日本語文の生成, 電子通信学会論文誌, Vol. J67-D, No. 2, pp. 216-233 (1984).
 - 9) 中島: 知識表現の基礎 (I), 人工知能学会誌, Vol. 4, No. 4, pp. 383-388 (1989).
 - 10) ウィンストン, P. H. (編): コンピュータビジョンの心理 (白井, 杉原(訳)), 産業図書 (1979).
 - 11) Herskovits, A.: *Language and Spatial Cognition*, Cambridge University Press (1986).
 - 12) 島, 高橋, 小林: ヒューマンインタフェースにおける位置指示言語の評価実験, TV 学会技術報告, Vol. 12, No. 58, pp. 19-24 (1988).
 - 13) 田中(編): 知識工学, 朝倉書店 (1985).
 - 14) 西村, 高橋, 小林: 木構造モデルによる文書画像からの検索情報抽出, 電子情報通信学会研究会, PRU 89-34 (1988).
 - 15) 高橋, 島, 岸野: 位置関係を利用した画像データベース検索システム, 電子情報通信学会研究会, PRU 89-80 (1989).

(平成2年2月5日受付)

(平成2年9月11日採録)



高橋 友一 (正会員)

昭和49年名古屋大学理学部物理学卒業。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。



島 則之 (正会員)

昭和58年京都大学工学部数理工学科卒業。昭和60年同大学院修士課程修了。同年住友電気工業(株)に入社。LANのソフトウェア開発に従事。昭和62年から平成2年までATRに出向。画像と言語の統合化に関する研究に従事。現在, 住友電気(株)情報電子研究所研究員。



岸野 文郎

昭和46年名古屋工業大学電子工学科大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社入社。以来, 画像処理, 画像通信システムの研究, 実用化に従事。現在, (株)ATR 通信システム研究所知能処理研究室室長, 電子情報通信学会, TV 学会各会員。