

画像検索におけるインタフェースの提案

饗場潔 永田尚 松本陽一郎 横山光男 松下温
慶應義塾大学

一枚の絵の中で、オブジェクト間の相対的な空間関係は、よく覚えている。一枚の絵は、その関係に対応するグラフで表現できる。ユーザが検索要求を表現するためには、柔軟で使いやすいインタフェースが必要である。そこで、略画作成ツールと呼ぶインタフェースを提案する。それは、ユーザがオブジェクトの象徴的なイメージのいくつかのアイコンを用い、簡単な位置操作で、容易に略画を作成することができるものである。さらに、試作システムについて述べる。

A Study on Sketch Drawing Tool for Image Retrieval

Kiyoshi AIBA Hisashi NAGATA Youichirou MATSUMOTO
Teruo YOKOYAMA Yutaka MATSUSHITA

Department of Instrumentation, Faculty of Science and Technology Keio University
3-14-1 Hiyoshi Kohoku Yokohama 223, JAPAN

Abstract

We well remember relative spatial relationships among objects in an image. Then an image can be represented by graph corresponding to the relationships. And a flexible, easy-to-use interface is required for users to represent their request. Therefore we provide an interface so called sketch drawing tool, in which users can easily draw a sketch by using several icons which are symbolic images of an object and by easy manipulating pointing device. Moreover, we discuss the implementation of an experimental system.

1. はじめに

現在、画像データベースは、対象を特定の画像に限定して作成されている。例えば、地図⁽¹⁾、鳥(鳥類図鑑)⁽²⁾、植物(植物図鑑)、胸部X線画像⁽³⁾、商標・意匠⁽⁴⁾、顔画像⁽⁵⁾などである。それらの特定の画像を対象にしたデータベースはよく研究されているため、よくできているが、検索の方法は対象画像に大きく依存すると考えられるので、それぞれに独特な検索方法を取っている。そのため、汎用な画像検索システムを考えた場合、統一した検索方法で検索しようとしても無理が生じる。そこで、より汎用的なシステムを目指し、絵画を題材として検索する手法を示し、検索要求を容易に出せるツールを提案する。

2. 基本概念

(1) 人間の画像の記憶の仕方

まず、画像の内容とはなにかを考えてみよう。例えば、Fig. 1のような絵を考えてみよう。「この絵はどんな絵ですか」と質問されたらしよう。これに対する答としては「机の向こうに男性と女性が座っている。」というのをもっとも自然な答であろう。また、「もっと詳しく述べてください。」と質問されれば、「その女性は若く、赤いドレスを着ている。机はかなり古いようだ。」といったように画像を構成する個々の構成要素の特徴について述べるであろう。ただし、画像の内容の優先順位はユーザの着目点によって変わるため、必ずしもこの順にはならない。



Fig. 1 例画

机に興味のある人は最初の質問で机について述べるといふこともあり得る。しかし、ここで重要なのは、どちらにしても人間の捉えた画像の内容がその絵の中に含まれる物体の構成要素の位置関係とその物体の詳細で表すことができるということである。このように人間が画像を捉えているということは当然検索要求もこれに近い形で起こると考えられ、物体の位置関係、個々の物体の特徴での検索とそれらを統合した検索を可能としておかなければならないということになる。特に、物体の配置や各々の物体の姿勢、さらには物体の相対的位置関係といったものはユーザの興味のいかんにかかわらずよく覚えているもので、これは十分活用しなければならない。

以上のように人間の記憶と画像の内容という観点から、画像中に存在する物体のレイアウトとそれらの物体個々の性質を用いた検索を可能とすれば、様々な画像に対して、人間の記憶に適した有効な検索が可能となると考えられる。

(2) ユーザの検索要求を容易に表現できるインタフェース

人間の記憶に適した検索を可能にするためには、ユーザの持っている画像に対する印象を的確に表現し、システムに伝えられなければならない。従来の画像データベースでは画像に付随した情報をキーワードとしていたため、ユーザの記憶を的確に検索に反映することは不可能であった。また、画像のスケッチを用いて検索をする手法もあるが、これはユーザのスケッチの能力差やそれにとりもなう特徴抽出の問題などがある。また、自然言語による問い合わせの研究もあるが、言語では人間の持っている画像に対する印象を必ずしも的確に表現できるとは限らない。そこで、試作システムでは、予め用意された物体ごとのアイコンを用いてユーザが自分の記憶に合った簡略画を簡単に作成できるようなインタフェースを提供する。これを略画作成ツールと呼ぶ。このツールは全ての操作をマウスで行うことができるものとし、一般ユ

一ザにも十分操作できるものとする。これによって、ユーザは検索要求を容易に表現できると同時に、スケッチ検索の際に問題となる、スケッチ能力の差やそれにともなう特徴抽出の問題などがないため、システム側も容易にユーザの検索要求を知ることができる。また、言語によるものよりも表現力は高い。

3. 検索モデル

(1) レイアウトの記述方法

ここでは、画像のレイアウトの記述方法と、それを用いた検索について述べる。ここで言うレイアウトとは、物体間の相対的位置関係、個々の物体の姿勢、大きさ、種類である。画像中に含まれる各物体を節点とし、物体間の位置関係を枝としたグラフで表現する。ただし、物体間の位置関係は各物体の最小外接長方形の重心を参照点とし常に左側の物体を視点として5方向とする。

物体の姿勢、大きさは、物体の種類によって適宜数段階に定める。例えば人間の場合であれば、'立っている'、'座っている'、'右を向いている'、...などの姿勢が考えられる。ここで、大きさ、姿勢を数段階に定める意義は、数段階の内から選択をすればいいだけなので、記憶が曖昧な場合でも検索要求を与え易いということである。

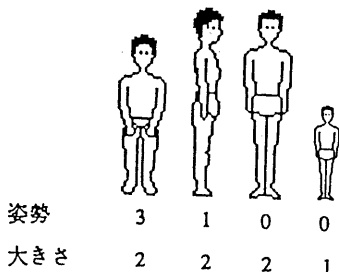


Fig. 2 姿勢と大きさの例

(2) 検索方法

① レイアウトによる検索

レイアウトの検索では、データベース中の画像データのレイアウトのグラフ表現と略画作成ツールで作成された検索要求から抽出されるグラフの共通な最大部分グラフの大きさを類似尺度として検索し、適合する画像のIDを返す。

② オブジェクトの特徴による検索

物体の特徴での検索手法は、一意に決定することはできないことは既に述べた。したがって、本手法では物体毎の検索手法は限定せず、各物体の特徴に基づいた検索については、結果として画像のIDを返すという制限をもうけるだけとする。ただし、試作システムにおいては、物体の特徴による検索は属性の選択形式の検索とする。

③ レイアウト検索とオブジェクトの特徴による検索の統合

レイアウト検索とオブジェクトの特徴による検索が両方できるためには、レイアウト情報を管理する画像レイアウト管理部とオブジェクトの特徴検索ができるようなデータ管理部が必要である。

ユーザから出される検索要求の形態により検索方法が変わる。まず、自分の記憶をもとに画像を検索したい場合は、レイアウト検索を先に行う。その結果、検索要求と合ったレイアウトの記述（グラフ表現）が得られる。レイアウトの記述部分には、その画像に含まれるオブジェクトが管理されているデータベースのIDと、データベース中でのそのオブジェクトのIDが記述されているので、それを用いてそのオブジェクトの属性の参照を行う。検索要求で設定されたオブジェクトの属性とのマッチングを計り、マッチすれば検索結果として出力する。

次に、ユーザの検索要求が「あるものが含まれ

ている画像」という場合は、レイアウト検索は必要なく、オブジェクトごとの属性を設定し、検索する。オブジェクトごとのデータベースでは、オブジェクトがその画像に含まれているかどうか管理しているので、属性マッチングを計ることで、検索結果としてそのオブジェクトを含む画像のID番号を得ることができる。

4. 試作システム

4.1 システムの構成

試作システムでのハードウェア構成をFig. 3に示す。このシステムはサンスパークステーション上でXlibとToolkitを用いて実装されている。ここでは、他の目的にも柔軟に対応できるように、絵画を対象としたシステムにしている。また、画像データの取り込みには、NEC製のパーソナルコンピュータPC-9801VXと日本ボードコンピュータ株式会社のカラービデオ画像高速取り込みメモリボードを用いている。

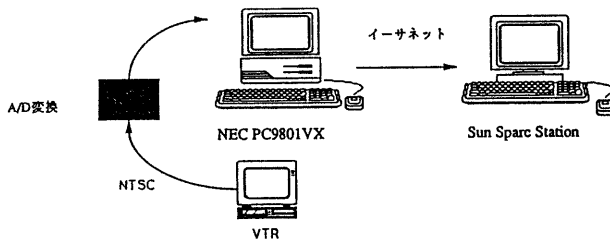


Fig. 3 システムのハードウェア構成

Fig. 4に試作システムの実行画面を示す。本システムは、大きく分けて3つのウィンドウからなる。左上のウィンドウは、検索の結果の画像を表示する。これを検索結果表示ウィンドウと呼ぶ。また、右上のウィンドウは、検索要求作成に用いる。これを略画作成ウィンドウと呼ぶ。システム下部のウィンドウは、検索結果の画像に付随するテキスト情報の表示と各種メッセージの表示に使用され

る。これをテキスト入出力ウィンドウと呼ぶ。

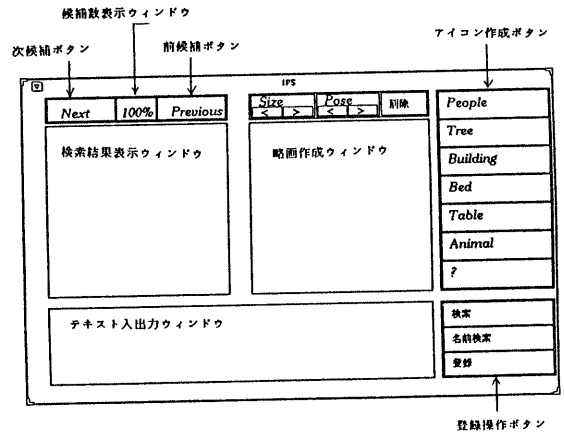


Fig. 4 システムの全容

4.2 ユーザの検索要求の出し方

ここでは、ユーザの検索要求の具体的な出し方を説明し、略画作成ツールの使い方を述べる。

まず、画面のメニューボタンを押すと、略画作成ウィンドウにアイコンが生成される。さらに、そのアイコンをクリックすると、そのアイコンを注目しているということを示す赤い長方形の枠が現れる。この様子をFig. 5に示す。

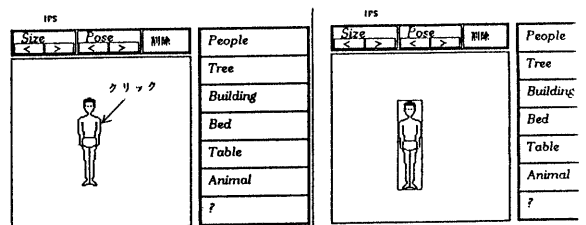


Fig. 5 アイコンの選択

これがないと、アイコンを複数個生成させた場合、どのアイコンを見ているのか分からなくなってしまふ可能性がある。アイコンを操作する際には、必ず赤い長方形の枠が出ている状態で行う。

そのとき、さらに、画面左上にそのアイコンの

属性を指定するためのボタンが現れ、そのアイコンに関して自由に属性を指定できるようになる。もちろん、その属性ボタンはアイコン一つに対して一個作成され、画面には選択されているアイコンの属性ボタンのみを表示している。選択するアイコンを変えれば、そのアイコン用の属性ボタンが現れる。この様子を、Fig. 6に示す。

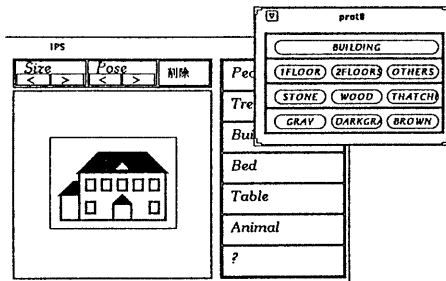


Fig. 6 アイコンの作成と属性指定ウィンドウの連動

また、選択されたアイコンは、大きさと姿勢がポーズボタンで指定できる。そのようなアイコンは最大10個まで出すことができる。アイコンの位置を移動したいときは、マウスをドラッグすることによって行うことができる。さらに、アイコンの削除は、赤い枠が出ている状態で削除ボタンをクリックすることで行われる。Fig. 7に姿勢の操作例を、Fig. 8に大きさの操作例を、Fig. 9に移動の操作例を示す。

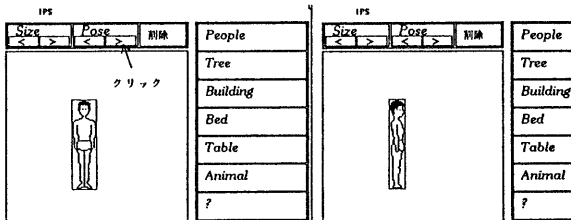


Fig. 7 姿勢の操作例

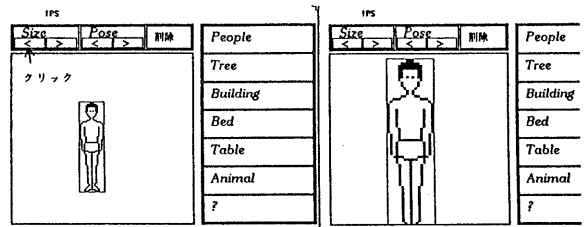


Fig. 8 大きさの操作例

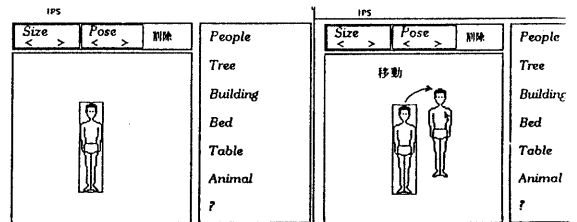


Fig. 9 移動の操作例

ユーザはいくつかのアイコンを用いて、自分の記憶と照らし合わせながら、検索要求を表現した略画を作成する。ユーザの操作をできるだけ簡単にするために、略画作成は全て、マウス操作によって行うことにしている。また、略画作成の操作性を上げるために、よく使いそうなボタンを検索要求画面のできるだけ近くに配置している。

4. 3 システムにおける諸機能

(1) 画像の登録

画像データベースシステムを構築する場合、当然画像の登録が必要になることが考えられる。そのときに、いちいち初めからデータを登録し直すようなシステムでは、情報が刻一刻と変わっていく現在の状況下で使うのに、大変な労力の浪費となってしまう。

そこで、本システムでは、画像の登録は略画作成ツールと属性指定ウィンドウを用いて簡単に行うことができるようにしてある。Fig. 4. 10にその

流れを示す。Fig. 4.10の手順で、画像データの画像記述とレイアウトのグラフ表現がレイアウトデータベースに、各オブジェクトの属性情報が各オブジェクトごとのデータベースに自動的に格納される。

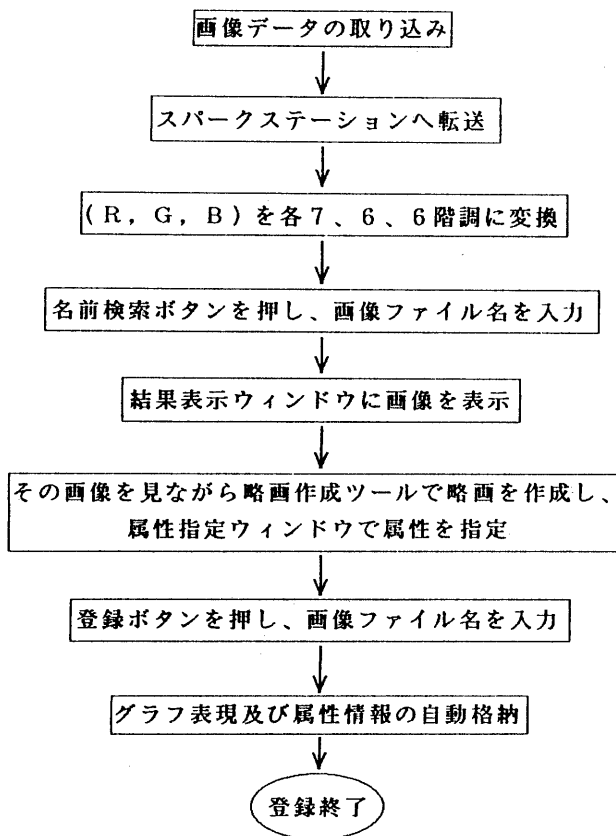


Fig. 4.10 画像登録の流れ

この登録では、実際に画像を隣に表示して、略画作成ツールで画面を作るので、かなり正確に画像を表現することができる。また、それをデータとして登録するのは自動なので、それほど大変な操作ではない。

(2) テキスト入出力ウィンドウ

テキストの入出力時に利用するウィンドウである。以下のような機能がある。

- ① 検索結果画像の付随情報表示
- ② 画像の名前による検索の時の名前入力
- ③ 画像登録の時の登録名入力
- ④ 検索途中でのメッセージ出力
- ⑤ 検索の途中での検索中止入力
- ⑥ その他システムエラー等のメッセージ出力

ただし、①の付随情報には、日本語バージョンと英語バージョンがある。

この使用例をFig. 11に示す。

数冊子と数アソシ 完成年 1510-11頃 作者 レオナルド・ダ・ヴィンチ 生 没 1452. 4. 15-1519. 5. 2 イタリア、ルネッサンス期の画家、科学者。	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">検索</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">名前検索</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">登録</td></tr> </table>	検索	名前検索	登録
検索				
名前検索				
登録				
Please wait for a moment. If you want to quit retrieving, please press here [quit]	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">検索</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">名前検索</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">登録</td></tr> </table>	検索	名前検索	登録
検索				
名前検索				
登録				

Fig. 11 テキスト入出力ウィンドウの使用例

(3) ボタンの機能説明

検索結果表示ウィンドウの上にある前候補ボタン (Previous) と次候補ボタン (Next) について説明する。

このシステムにおいて、検索要求を出し、画像の検索結果を得る。そのとき、検索要求に合った絵が何枚か得られる。そこで、前候補ボタンは、一つ前の検索候補を見るためのボタンであり、次候補ボタンは、一つ次の検索候補を見るためのボタンである。

どちらも、画像の切り替わりと同時に、テキスト入出力ウィンドウの付随情報も切り替わる。

(4) ウィンドウの機能説明

候補数表示ウィンドウは2つの役割を持っている。一つは、検索中に検索がどこまで進んだかを「%」表示で示すことであり、もう一つは、検索終了時に検索結果がいくつあるか、また、現在表

示している画像が何番目の候補かを示すことである。その様子をそれぞれFig. 12、Fig. 13に示す。

また、検索の途中で自分の欲しい画像を得た場合、検索をその時点で中止したいときがある。本システムでは、この機能もサポートしている。これは、検索実行中にテキスト入出力ウィンドウをクリックすることで実行できる。

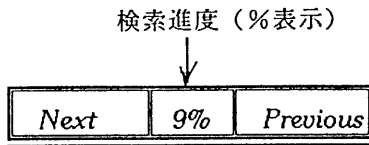


Fig. 12 候補数表示ウィンドウの役割 (1)

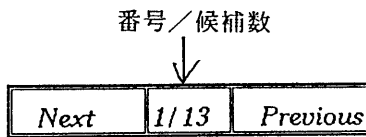


Fig. 13 候補数表示ウィンドウの役割 (2)

(5) 検索結果の複製

このシステムを使って画像の検索をしたとき、候補画像が何枚か出てくる。それらを見比べたい場合もでてくるかもしれない。そのようなとき、検索結果表示ウィンドウ内でマウスボタンをクリックすると、検索結果表示ウィンドウと同じ大きさのウィンドウが生成され、マウスをクリックした時点で検索結果表示ウィンドウに表示されていた絵が表示される。それを使って、画像を何枚も一度に表示することもできる。その例をFig. 14に示す。

4. 4 検索結果例

次に、実際に検索を行った例をFig. 15に示す。

5. まとめと問題点

これからの画像データベースを考えるに当たり、

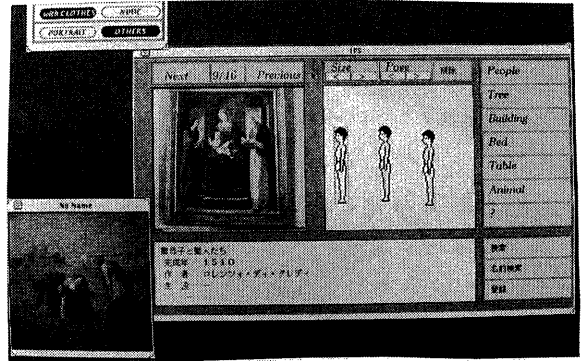


Fig. 14 検索結果の複製機能

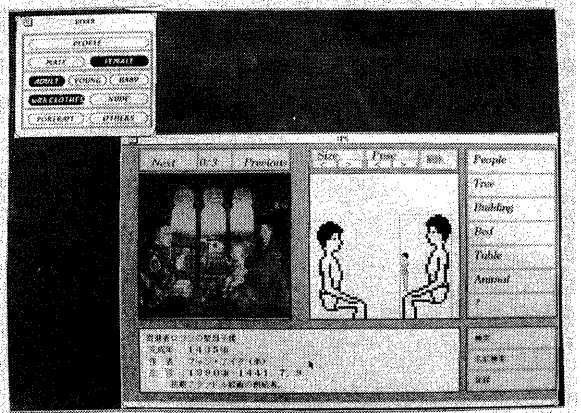


Fig. 15 検索結果例

誰でも、自由に、簡単に操作できるデータベースが不可欠である。なぜなら、コンピュータをはじめとする情報処理関連機器がめざましく発展し、画像データベースシステムを構築するハードウェアの面が充実してきたからである。それに、データベースに画像情報を盛り込むことができれば、画像が人間に与える計り知れないほど多くの価値を利用できることになる。さらに、マルチメディア化が研究されている現在を考えると、近い将来、画像データベースが身近なものになることだろう。そこで、コンピュータと人間を結ぶインタフェースの部分がさらに重要になる。そのことをふまえた上で、汎用的に使えるシステムとして絵画を対象を選び、人間の曖昧な記憶を検索要求として、システムに伝えることができるインタフ

ユースを提案した。

実際に使ってもらったところ、約8割の人に利用価値があると認められたが、問題点もいくつか残った。それらを挙げると、まず、検索時間の問題である。これは、今の検索手法がグラフマッチングを総当たりの行っているため、提示したアイコンの数が増えると検索時間も極端に増えてしまうからである。これを解決するためには、何のアイコンをいくつかだしたかで、それにマッチしそうな画像を絞りこむようにし、できるだけグラフマッチングをしないで済むようにするとか、グラフマッチング以外の手法を検討することが必要である。ただ、絵画において、人間の記憶に残っている部分はせいぜい2、3カ所ぐらいである。それを考えると、改良の余地は、まだあるかもしれない。

次に、アイコンの種類の問題がある。これは、たくさんの絵を見て、多く出てきそうなものをアイコンとして選んだので（人、木、建物、ベッド、テーブル、動物、そして、それ以外の7種類）、足りないものはまだまだたくさんありそうである。現に、必要そうなものが、山、川、畑、椅子、花、壁、乗り物などが更に考えられる。また、検索の際、人の姿勢の判断に困っている人が何人かいた。これは、姿勢の種類（後ろ向き、うつ伏せ等）が、完全になかったことがかなり影響している。とはいっても、座っているのと立っているのとの中間の姿勢という具合にアイコンを作っているときりがないので、姿勢の類似性も考慮にいれれば、より満足のいく検索ができるのではないだろうか。

このような問題点を残してはいるが、人間の記憶と画像内容を活かした検索において、略画作成ツールを用いることは使い勝手もよく、画像検索のインタフェースという面で、効果があったと思われる。今後は、上記の問題点を克服し、絵画だけでなく、他の画像データベースにも適用していきたいと考えている。

<参考文献>

- (1)林浩一他：“画像データベースの意味検索の試み -道路地図データベースの略地図による検索-”，情処研資，知識工学と人工知能 44-2, 1986
- (2)藤沢正幸他：“鳥類図鑑Hyperbookシステムにおける対話検索について”，情処研資，データベース・システム 74-5, 1989
- (3)長谷川純一他：“胸部X線写真データベースのためのスケッチ画像の作成と利用”，信学論，Vol. 65 No. 9, 1982
- (4)加藤俊一他：“マルチメディア商標・意匠データベース TRADE MARK”，信学技報，PRU 88-9, 1988
- (5)坂口武他：“顔画像を用いた人物同定に関する一検討”，平成元年度画像電子学会全国大会予稿