

## 解説



## 画像データベース

## 画像の内容検索

—電子美術館への応用†—

加藤俊一†† 栗田多喜夫††

## 1. はじめに

百聞は不如一見(漢書・趙充国伝)。われわれを取り巻く視覚的情報は、優れた記録のメディアであると同時に、優れたコミュニケーションのメディアである。この言葉は、われわれ人間が視覚的情報などのマルチメディア情報を非常に効果的かつ柔軟に処理していることを表したものとも言える。

マルチメディアデータベース上で、視覚的情報をマンマシン対話の主要なメディアとすることを視覚的対話と呼ぶ。視覚的対話を実現するためには、システムが、映像的な情報を利用者に提示するだけでなく、利用者が投げ掛けるさまざまな視覚的情報を高度に解釈する能力をもつことが、重要となる。

本稿では視覚的対話の考え方とその機能の実現法について紹介する。視覚的対話の具体的な手法とそのアルゴリズムの典型例として、われわれが開発しているフルカラー絵画データベース ART MUSEUM を題材に、画像・画像型の例示画像検索、文字・画像型の感性検索の概念と手法を紹介する。(さまざまな内容検索の手法の試みは、網羅的なサーベイ<sup>A), B)</sup>を参照されたい。)

## 2. 画像の内容検索

本章では初めに内容検索の枠組みを示し、その技術的課題を整理する。

## 2.1 内容検索の枠組み

利用者が提示したキーとなるデータ  $p_0$  とデータベース中のデータ  $p_i \in P$  との類似度  $s_i$  をなんらかの基準に従って評価して、評価値(類似度)

の高い  $p_i$  を候補とする操作を、類似検索と呼ぶ。(このとき、キー  $p_0$  はデータベース中に含まれていなくてもよい。) 候補の集合には、類似度による順位付けがなされているのがふつうである。例示画をキーとした内容検索は、類似検索の自然な応用である。また、不完全な情報しかキーとして提示できない場合でも、類似度を利用することで、曖昧検索も実現できる。

内容検索の形態は、キーとなるデータのデータ型と検索の対象とするメディアのデータ型、及び、類似度の判定基準の与え方に注目すると、表-1の6つのケースに分類できる。たとえば画像・画像型検索とは、利用者が「画像」をキーとして提示し、システムはそのキーに近い内容の「画像」を検索する。このうち、視覚的対話に関わるのは、次の場合である。(以下の説明で、「文字型」とは、文字コードなどのいわゆるシンボルの総称、「画像型」とは、画像などのいわゆるパターンの総称である。)

## (a) 画像・画像型、客観的基準

キーとなる画像と種々の物理的な画像特徴が近い画像を候補として検索する。類似度は、例示画とデータベース中の各画像との物理的画像特徴のズレで評価される。

ラフに描いた図形やスケッチを例示して、オリジナルのデザインの図形や、スケッチと同じ構図の写真を検索する場合に相当する。

表-1 類似検索の一般的枠組み

ドメイン	客観的基準	主観的基準
文字・文字型	文字列の 部分マッチング	シソーラスによる 検索
画像・画像型	例示画検索 (ラフスケッチ→ オリジナル)	例示画検索 (図形→類似図形)
文字・画像型	音声入力による キーワード検索	感性検索 (印象→絵画)

† Visual Interaction with Image Database Systems—Electronic Art Gallery ART MUSEUM—by Toshikazu KATO and Takio KURITA (Electrotechnical Laboratory).

†† 電子技術総合研究所

## (b) 画像・画像型, 主観的基準

ある画像を例示すると, 利用者によるその画像と似た印象を与える画像を候補として検索する. この場合, 類似度は, 利用者ごとに異なった基準で評価されるべきである. そのために, 各利用者の主観的な類似度空間を自動的に作成するメカニズムが必要である. 主観的類似度空間上で, キーとなる画像と, データベース中の各画像とのズレを評価すればよい.

## (c) 文字・画像型, 主観的基準

最も高度な内容検索の方式は, 利用者の主観的な解釈に沿って画像を検索する場合である. たとえば利用者は, 頭の中のイメージを自分の言葉で表現する. システムは, その表現とデータベース中の各画像の内容を比較して, ふさわしい内容の画像を候補とする. そのためには, 文字型データと画像型データとを結びつける主観的な類似度空間を, 利用者ごとに自動作成するメカニズムが必要である.

また, マルチメディアデータベースでの join 操作では, 条件式の両辺に異なるドメインのデータ(文字型と画像型)を記述する場合もありうる. このような操作を実現する上でも, 異なるドメインのデータを結びつけるメカニズムは重要である.

## 2.2 内容検索の課題

次に, 対象とする画像型データの性質と類似度基準の与え方に注目して, 内容検索を実現する上での課題を整理しよう.

## (a) 対象画像の自由度

デザインの図形(意匠)や自然画像(写真)のように対象画像のバリエーションが大きい場合, 画像や例示画を認識・シンボル化して記述することは, かなり難しい問題である. 内容検索で例示

される画像型データのバリエーションも非常に大きい. 種々の画像に対して同じ枠組みで, 類似検索システムを設計するためには, 人間の視覚系(特に初期視覚と呼ばれる網膜系などの反応)をうまくモデル化することが重要である.

## (b) 客観的/主観的な類似度基準

客観的な類似度は, 画像モデル上での距離やマッチングスコアとして自然に定義される<sup>1)</sup>. 一方, 主観的な類似度を与えるためには, 画像モデルに基づく物理的画像特徴の評価とともに, 各利用者の主観的な判断基準のモデル(利用者モデル)をも考慮しなければならない.

キーとなるパターンを事前に全て挙げて, 利用者が主観的類似度を定義することは実際上は不可能である. したがって, 利用者が比較的少数の画像集合をサンプルとして主観的な類似度規準を示して, システムが物理的画像特徴から主観的な類似度を学習(統計的学習)するというメカニズムが必要となる. 主観的な類似度は, この主観的特徴空間上での距離により評価すればよい<sup>1), 2)</sup>.

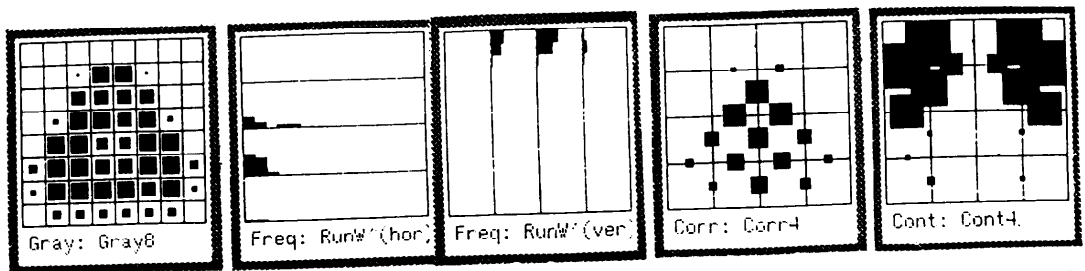
## 3. 客観的基準による画像・画像型類似検索

本章では, 画像・画像型の客観的類似検索を実現するための, 視覚モデルとアルゴリズムを紹介する.

## 3.1 パラメトリックな画像モデル

人間の初期視覚を模倣したパラメトリックな表現の例として, 画像の濃淡信号や空間周波数, コントラスト, 局所自己相関などによる物理的な画像特徴が考えられる.

たとえば, 意匠的な図形の概略形状, 物体のシルエット映像などは濃淡信号や空間周波数の分布で近似表現でき, また, 図形構造の階層性やレイアウト上の特徴は信号の局所的相関などで近似表



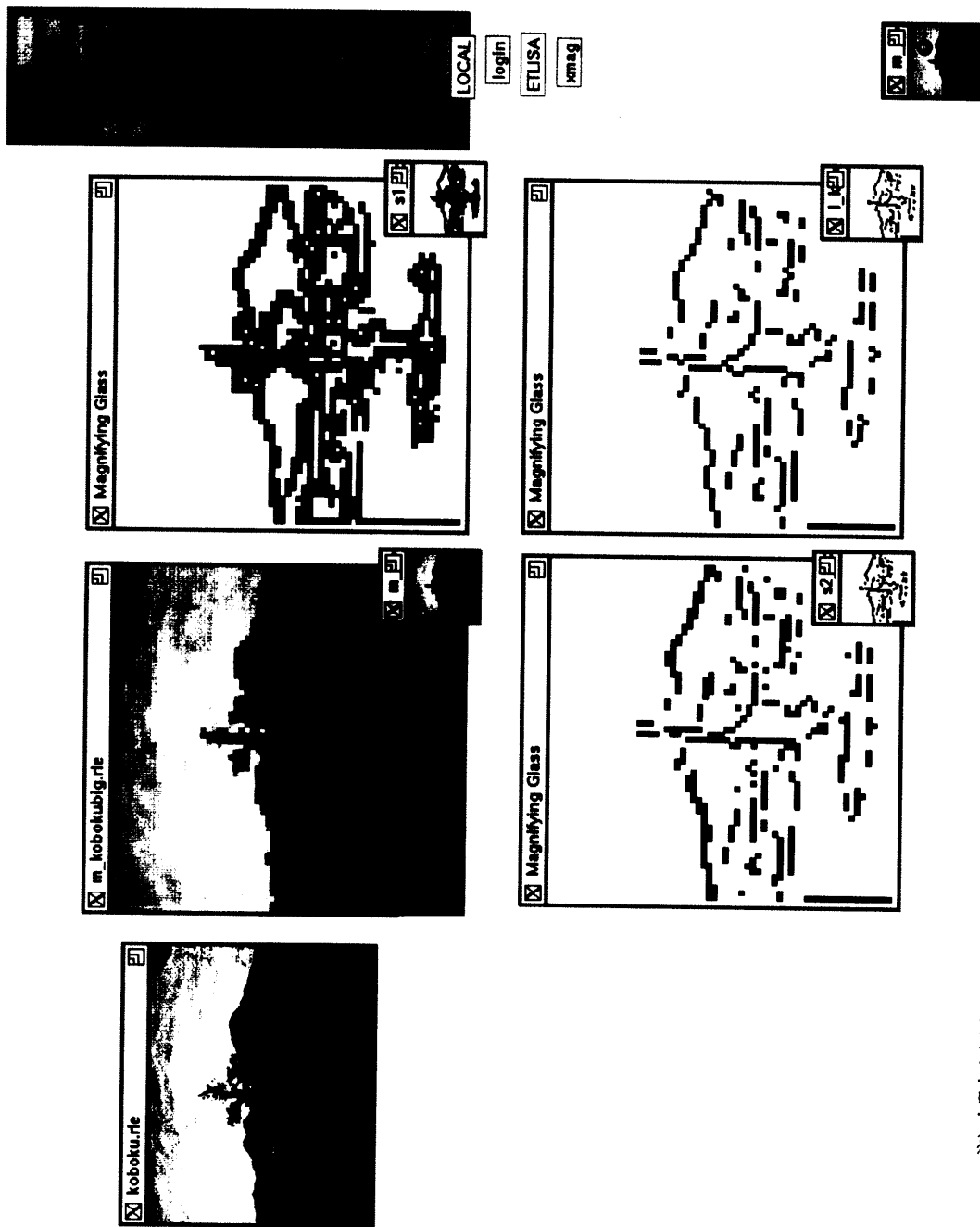
(a) 濃淡分布

(b) 周波数分布

(c) 局所相関

(d) 局所コントラスト

図-1 物理的画像特徴の例



注) 上段左より順に, (a)入力画像, (b)正規化画像, (c)大域のエッジ検出点, (d)エッジ検出点, (e)自動的に得られた概略画  
 図-2 フルカラー画像の概略画索引作成過程

現できる<sup>1),2),a),3),4),b)</sup>. これらは、初期視覚で用いられる画像特徴の近似表現となっている。このようなパラメータ空間を画像特徴空間 (GF 空間: graphical feature space) と呼ぶ (図-1)。

GF 空間は多次元ベクトルでパラメータ表現された物理的画像特徴空間と考えられる。各図形  $k$  に対して、GF ベクトル  $p_k$  を求める。GF ベクトルは、パラメータによる画像索引といえる。

このような図形の構造の信号的特徴に注目した画像モデルのほかに、図形の構造の位相的特徴に注目した画像モデルも試みられている<sup>d)</sup>。この場合、図形の構造は、構成要素を節点、隣接関係を枝としたグラフとして表現される。

### 3.2 パターン (概略画) による画像モデル

最も自由度の高い画像は、カラー写真や風景画などのフルカラー自然画像である。本節では、画像のマクロな構造「構図」に注目して画像の内容を抽象化する手法を考えよう。

たとえば、フルカラー自然画像の構図をそのエッジ画像で近似することを考える。われわれは、人間のカラーエッジへの視覚特性をモデル化して、フルカラー自然画像からエッジ画像を構成する手法を開発した<sup>5),6)</sup>。フルカラー自然画像から概略画索引を作成する過程を図-2 に示す。

#### 【概略画索引】

(1) フルカラー画像上の各画素  $(i, j)$  のエッジ強度  $\vartheta_{ij}$  を次式で求める。

$$\vartheta_{ij} = \Delta p_{ij} / I_{ij}$$

ここで  $p_{ij}$ : RGB の値 (輝度),

$I_{ij}$ : 近傍での輝度の平均パワー。

(2) 対象画像のエッジ強度の分布 (平均  $\mu$ , 標準偏差  $\sigma$ ) を求め、大域的エッジ候補点を求める。

$$\vartheta_{ij} \geq \mu + \sigma$$

(3) 各大域的エッジ候補点に関して、局所的なウィンドウ内でエッジ強度の分布 (平均  $\mu_{ij}$ , 標準偏差  $\sigma_{ij}$ ) を求める。次式に示す (局所的) エッジ候補点を、フルカラー画像のエッジ点とする。

$$\vartheta_{ij} \geq \mu_{ij} + \sigma_{ij}$$

(4) 得られたエッジ画像を細線化してフルカラー画像の概略画 (ぬり絵状の画像) 索引として参照する。

人間の視覚特性のモデルとして Weber-Fechner

則が知られている<sup>7)</sup>。上記の手順は、RGB 空間への自然な拡張であり、大域的/局所的いき値処理によって、適応的に概略画を構成している。

こうして得られた概略画は、フルカラーの自然画像の「構図」を近似表現した二値画像 (色の境界を表す線画) である。3.1 の場合は画像特徴をパラメータ化して索引としたが、この場合は、パラメータ化されていないパターン型の索引である。

### 3.3 客観的基準による画像・画像型類似検索 —パラメータ型索引の場合—

物理的特徴の類似した画像は、GF 空間上の近い点に写像される。たとえば、ある意匠のオリジナルの図形も、その手書きスケッチも、画像データ (ビットマップ) は大きく異なるが、GF 空間上では互いに近い点に写像される。

この性質を利用すると、利用者はラフな手書きスケッチを描いて、システムに提示するだけで、オリジナルの図形を検索できる。このような画像・画像型の類似検索を例示画検索 (QVE: query by visual example) と呼ぶ。

GF 空間を利用した例示画検索のアルゴリズムを次に示す (図-3 参照)<sup>6)</sup>。

#### 【パラメータ型索引上での例示検索】

(1) 例示画を、GF 空間上の点  $p_0$  に写像する。

(2) 例示画と図形  $k$  との GF 空間上での距離  $d_k$  を計算する。

$$d_k = \|p_0 - p_k\|$$

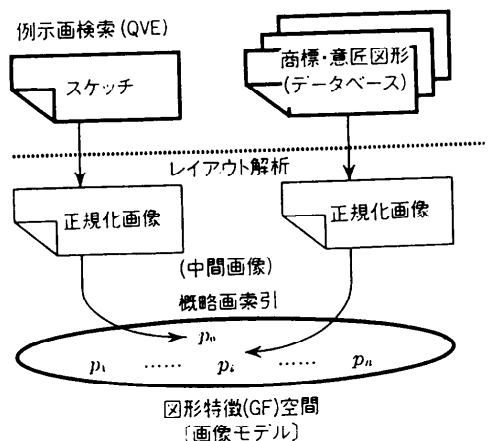


図-3 GF 空間上での例示画検索 (画像・画像型、客観的規準; パラメータ型索引)

(3) 小さい  $d_k$  の図形から順に、例示画に対する候補画像とする。

たとえば商標・意匠図形を対象としてパラメータ型索引上で、手書きスケッチによる例示画検索を行ったところ、95%以上の精度で、第10位以内の候補にオリジナルの図形を検索できた。

図形の構造の位相的特徴に注目した画像モデルでは、例示した図形のグラフ記述と、索引上のグラフ記述とのマッチングによって例示検索が行われる<sup>4)</sup>。

### 3.4 客観的基準による画像・画像型類似検索 —パターン型索引の場合—

対象とする画像がパラメータ化しにくい場合、パターン型の索引を作成すればよい。パターン型索引上で例示画検索を行うためには、利用者が描いたスケッチ（白黒の線画）と概略画索引とのマッチング操作が必要となり、検索時間がかかる。

マッチング操作では、利用者の記憶の曖昧さ（細部を覚えていない）と、描画の技能（スケッチの歪みなど）が問題となる。われわれは、細線化した手書きスケッチと概略画索引の柔らかなマッチング手法を開発した（図-4）<sup>5),6)</sup>。

#### 【パターン型索引上での例示画検索】

(1) 例示画  $q$ 、概略画索引  $p_k$  を、それぞれ局所的なウィンドウに分割する ( $q$  のウィンドウサイズのを大きく設定する)。

(2) 二つの対応するウィンドウ  $q_{i,j}$ 、 $p_m$  について、局所的相互相関を評価する。

$$C_m = \sum (\alpha p_{ij} q_{i',j'} + \beta (p_{ij})'(q_{i',j'})' + \gamma p_{ij} \oplus q_{i',j'})$$

ここで、 $p_{ij} \in p_m, q_{i',j'} \in q_{m'}$ ,

$\alpha, \beta, \gamma$  は適当な重み係数。

(3) 例示画  $q$ 、概略画索引  $p_k$  について、 $C_m$  を集計し大局的相互相関  $C_k$  を評価する。

$$C_k = \sum C_m$$

(4) 大きい  $C_k$  の画像から順に、例示画に対する候補画像とする。

このアルゴリズムで、 $\alpha, \beta, \gamma$  を調節すると、例示スケッチの空白部分は、物体が何もない場合、何が描かれていたかを覚えていない場合の、双方の解釈の比重を制御できる。絵画を対象として、パターン型索引上で例示画検索をした結果は、5. で紹介する。

## 4. 主観的基準による文字・画像型の類似検索

### 4.1 視覚的印象モデル

前章の類似検索の考え方は、類似度の規準が客観的に定義される世界を前提としている。本章では、より高度な検索へのアプローチとして、利用者一人一人によって規準が異なる可能性のある主観的類似度の世界での内容検索・類似検索の手法を紹介しよう。

最近、感性情報処理の応用として、概念語・印象語などの漠然とした記述を用いた画像検索が試みられ始めている<sup>8),9)</sup>。データベース中の画像に割り当てられた索引語（印象語）に対して、主成分分析や因子分析などの多変量解析を用いることにより、キーワード間の関係を分析して、キーワードに関する（主観的な）類似度空間を構成す

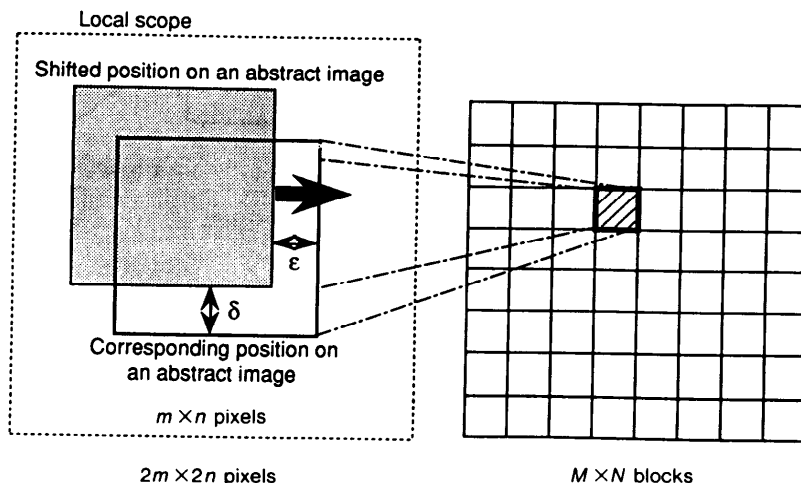



図-4 パターンマッチングによる例示画検索（画像・画像型、客観的規準；パターン型索引）



```

lsage:ph single_slide_mesh_no_image_file
et:isa-kato-50> ph 4 sample1.raw
color mode =1
X pixel =648
Y pixel =606
processing band 0 now
processing band 1 now
processing band 2 now
display specified mesh ->y/n or X window interface ->: y/n|w w
mesh(0,0) 0 0 0 0 0 3 112 384 258 861 461 130 3 0 0 0 0 0
mesh(0,0) 0 0 0 0 0 1 86 558 458 752 351 24 0 0 0 0 0
mesh(0,0) 0 0 0 0 0 53 208 472 342 888 253 13 0 0 0 0 0
    
```

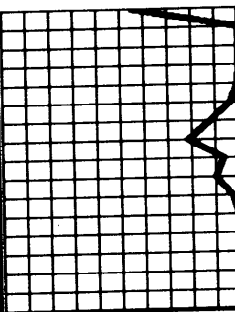
question

quit accept prev next

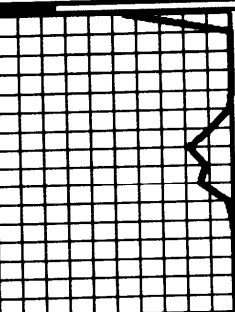
	sample1.raw	romantic
cheerful	-2 -1 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
clear	-2 -1 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
pristine/natural	-2 -1 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
cute/pretty	-2 -1 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
cheerful	-1 0 +1 +2	-1 0 +1 +2
tender	-2 -1 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
polished	-2 -1 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
chic	-2 -1 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
modern	-2 0 +1 +2	-1 0 +1 +2
formal/authentic	-2 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
dapper/dandy	-2 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
heavy and deep	-1 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
wild	-2 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
poignant	-2 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
dramatic	-1 0 +1 +2	-1 0 +1 +2
japanese/japanese	-2 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
cool	-2 0 +1 +2	-2 -1 0 +1 +2
hard	-1 0 +1 +2	-1 0 +1 +2

Untitled

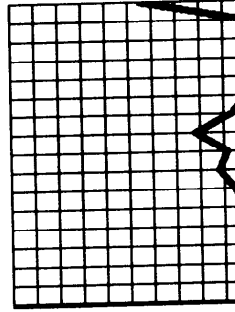
Red Band Histogram



Green Band Histogram



Blue Band Histogram



Three Band Histogram

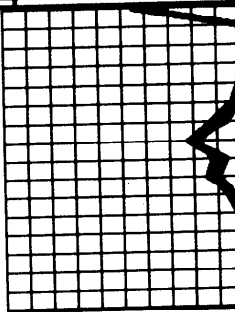


図-5 学習用フルカラー絵画の色彩特徴 (GF) と主観的な印象の回答 (SF)

471

るものである。もっとも、利用者は、事前に各画像に索引語（印象語）を割り当てておかなければならない。また、画像特徴とキーワードの対応関係を直接に分析する機構をもたないため、未知の画像に対して適用できないという問題点もある。

種々の視覚心理実験から、人間の視覚的印象は、画像の色彩（色の組合せと配色など）と構図に由来することが知られている<sup>10)</sup>。一方、好み、文化的背景などの違いにより、個人（あるいはグループ）ごとに、視覚的印象と色彩との対応関係に偏りがあることも知られている<sup>10)</sup>。

この関係に注目すると、キーワード・印象語・概念などの文字型データと画像の色彩的特徴などの画像型データとの間に相関関係があることが期待できる。この相関関係を、例示学習（統計的学習）により分析して、利用者の主観的な類似度空間のモデルとして参照すればよい。

【GF 空間】

画像の色彩的特徴（色の組合せと配色など）を、たとえば、画像を  $4 \times 4$  個のブロックに分割した各ブロック内での RGB の輝度分布で表現する（図-5 参照）。輝度（0~255）を適当に量子化して、色彩的特徴を表す GF ベクトルとする。これは、画像の色調、配色などの近似表現で、各画像に客観的に定義される量である。

【SF 空間】

利用者は、画像から受ける印象を、主観的解釈に基づいて言語で表現するものとする。ただし、個々の言葉にどのようなイメージをもたせるかは、利用者の解釈にまかす。イメージはこれらの印象語の重みベクトルとして表現される（図-5 参照）。

画像（画像型データ）と印象語（文字型データ）のような異なったドメインの情報を統合して、各利用者の主観を反映した索引空間を構成すれば、この索引空間上で文字・画像型の検索が可能となる。利用者は、学習用セットの各画像に印象語を与える。システムは、色彩特徴（GF 空間）と印象語（SF 空間：subjective feature space）との相関が最大となるような、統合特徴空間（UF 空間：unified feature space）空間への写像を、正準相関分析などの多変量解析で構成すればよい（図-6<sup>9)</sup>）。正準相関分析は、異なったドメインのデータ間（図-6 では、 $\{a_i\}$  と  $\{p_i\}$ ）の相関関係を分析し、相関を最大に際だたせる空間（ $\{f_i\}$  と  $\{g_i\}$ ）を構

成するとともに、二つの空間を結び付ける手立て（回帰  $\Lambda$ ）を与えるものである。したがって、「印象語」と「画像・絵画」に特化した手法ではなく、きわめて一般的な手法といえる。

【UF 空間】

(1) 利用者は、学習用セット  $P$  の各画像の主観的な印象を、印象語の重みベクトル  $a_k$  で表現する。

(2) 印象語  $a_k$  と色彩的特徴  $p_k$  とを、ある線形写像  $F, G$  で変換した像  $f_k, g_k$  の相関を最大になるように  $U, G$  を正準相関分析によって構成する。

$$f_k = 'F a_k,$$

$$g_k = 'G p_k.$$

(3) 各絵画の色彩的特徴を UF 空間上に写像する。

$$g_k = 'G p_k.$$

4.2 主観的基準による文字・画像型の類似検索—感性検索—

印象が類似した画像は、図-6 の UF 空間上で近い点に写像されていると考えて良い。同様に、類似したイメージを表す印象語  $a_0$  も、回帰  $\Lambda$  により  $g_0 = \Lambda' F a_0$  で、UF 空間上の近い点に写像されていると考えられる（図-7）。

この性質を利用すると、利用者は、イメージする印象を印象語として例示すると、利用者の主観に照らして類似したイメージの画像を検索できる。このような、文字・画像型の類似検索を、感性検索（QBD: query by subjective description）と呼ぶ。

UF 空間を利用した感性検索のアルゴリズムを次に示す（図-7 参照<sup>9)</sup>）。

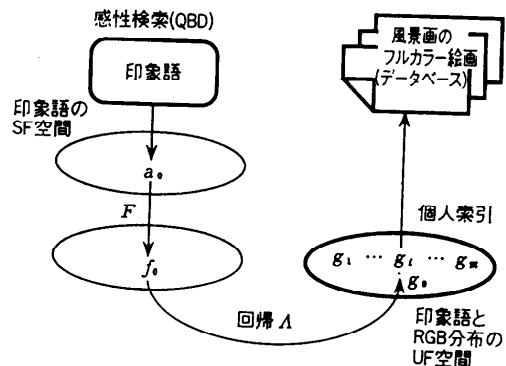


図-6 主観的な印象語表現による例示学習

【感性検索】

(1) 例示した印象語  $a_0$  を, 線形写像  $F, A$  により, UF 空間に写像する.

$$g_0 = A^t F a_0,$$

$A$ : 正準相関係数を対角要素とする行列,

$F$ :  $F$  の転置行列.

(2) 印象語  $a_0$  と絵画  $k$  の UF 空間上での距離  $d_k$  を求める.

$$d_k = \|g_0 - g_k\|.$$

(3) 小さい  $d_k$  から順に, 利用者が示したイメージに合致する絵画の候補とする.

このようなメカニズムを応用すると, 利用者がある画像を与えると, システムはそれに似た印象を与える画像を検索する. あるいは, 利用者が新規に画像を登録すると, システムはその印象を言葉で表現する (つまり, 自動的に索引語を割り当てる) などが可能となる. 大規模なデータベース上に利用者の主観的ビューのようなパーソナル環境を提供するのも応用できよう.

5. 電子美術館 ART MUSEUM

本章では, われわれが開発しているフルカラー絵画データベース ART MUSEUM (multimedia database with sense of color & composition upon the matter of art) を題材に, 3., 4. で示した内容検索の手法の適用例と評価を紹介する. ART MUSEUM は, 主として印象派の絵画数百枚 (風景画, 肖像画など) をデータとしてもち, 白黒スケッチによる例示画検索機能 (絵画の構図に注目) と主観的な印象語による感性検索機能 (絵画の色調と配色に注目) を提供している<sup>11), 12)</sup>.

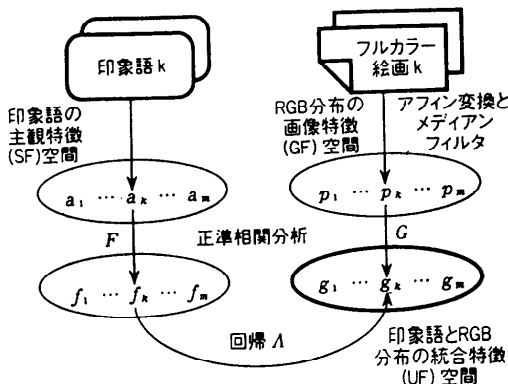


図-7 UF 空間上での感性検索 (文字・画像型, 主観的規準)

5.1 例示画検索の例

図-8 にスケッチを提示して, フルカラー絵画を検索した例を示す. 類似度順に 8 枚の候補が表示されている. 参考のため, 各絵画の概略画を併せて表示した. システムは「木」を認識しているわけではないが, いずれも画面右側に木々が描かれた構図となっている.

現段階では, 約 200 枚の絵画に対して, 図-8 の程度のスケッチを例示すると, 90% 以上の精度でオリジナルの絵画を第 5 候補以内に検索できる. また, 他の候補の構図もかなり似ている<sup>7)</sup>.

5.2 感性分析の例

利用者は, 自分の感性モデルをシステムに登録するために, 学習用絵画 20 枚に対して, 図-5 中の「question ウィンドウ」に示すようなアンケート (印象語 35 種, 5 段階評価) に回答する. これらの各人の回答 (あるいはグループの平均値) に主成分分析を適用すると, その利用者の (あるいはグループに共通の) 「印象語」間の関係を空間配置して視覚化できる (概念マップ).

図-9 は, 回答者 (女子学生 23 人) の平均主成分分析結果である. 「地味な, 落ち着いた」と「ゴージャス, 激しい」「可憐な, エレガントな, プリティな」と「ハード, ダイナミック, 重厚な」が回答者の解釈では対極する概念であると分かる.

5.3 感性検索の例

女子学生グループの回答とアンケートに用いた絵画の色彩特徴との相関関係を, 正準相関分析により統計学習させた. この視覚的印象のモデルは, 女子学生グループの平均的な判断基準となっていると期待できる.

図-10 に, 印象語「ロマンチック, ソフト, 暖かい」を満たすような色彩の絵画を検索した結果を示す. 視覚的印象のモデルは, 非常に単純な色彩特徴と印象語との相関分析で作成したが, 上位の候補の多くは, 例示された印象語にかなりよくマッチしているようである. われわれの予備的な実験では, 被験者らの主観的な事後評価ともほぼ一致する結果が得られている.

このような感性検索の検索精度の評価法には, 現在, 確立したものがない. 評価法そのものも今後の研究課題である.



kterm\_local\_24

The candidates for s\_toppu.raw are:

Rank	Score	Ct	Image-ID
1	4192	89 0	S-horse.raw
2	4068	80 8	toppu.raw
3	4008	77 0	carrot5.raw
4	3998	74 3	B-car1.raw
5	3878	68 4	B-church.raw
6	3872	68 2	carrot13.raw
7	3872	68 2	carrot15.raw
8	3872	68 2	gogh16.raw
9	3847	68 4	gogh17.raw
10	3822	64 8	carrot18.raw
11	3819	64 8	carrot1.raw
12	3810	64 0	M-velren.raw
13	3804	63 8	gogh17.raw
14	3800	63 3	carrot2.raw
15	3800	63 3	carrot60.raw
16	3768	63 2	carrot52.raw

図-8 ラフスケッチによるフルカラー絵画の検索

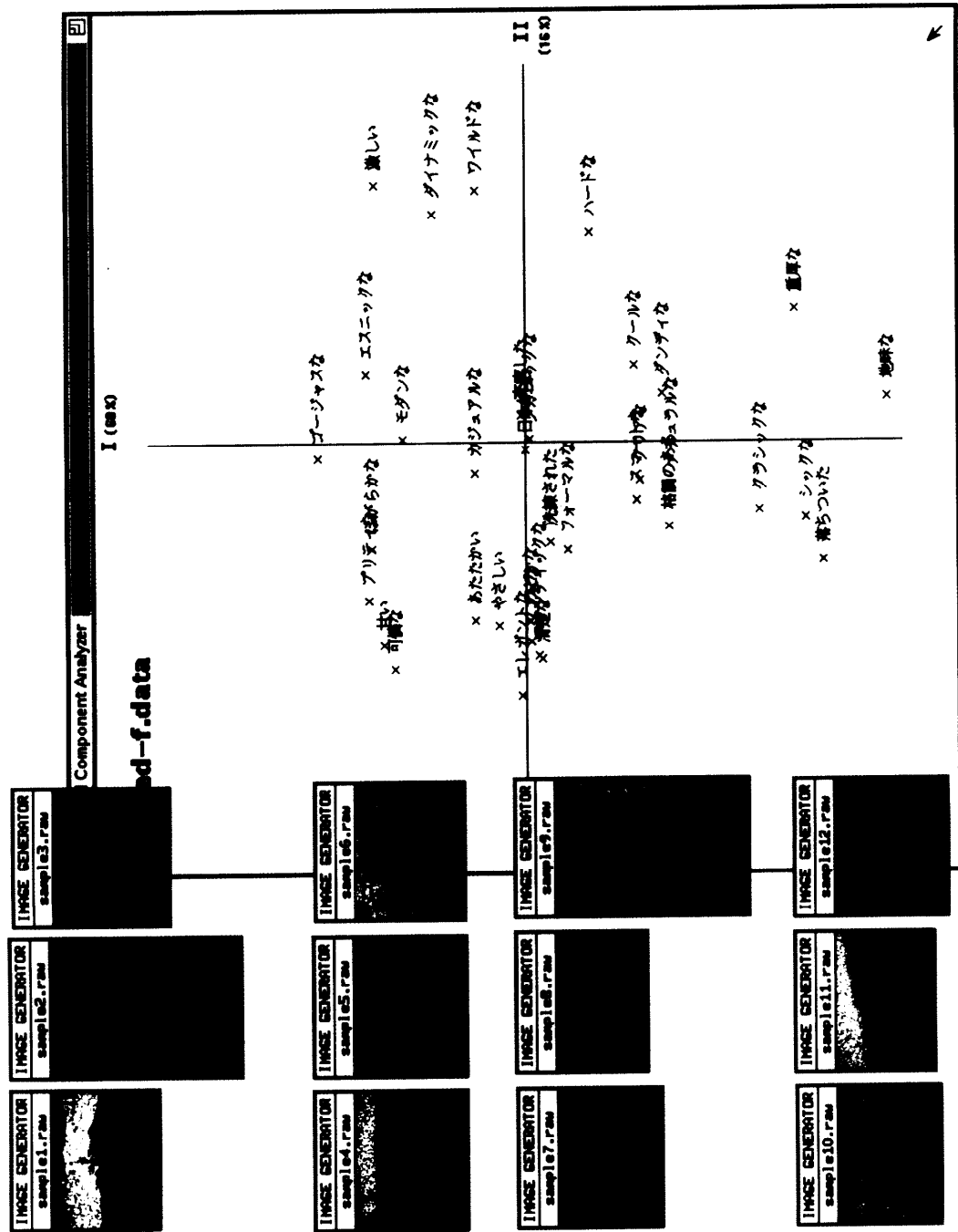


図-9 印象語の主観的的近さの分析結果 (概念マップ) 注) 学習用のフルカラー画像の例を示す.

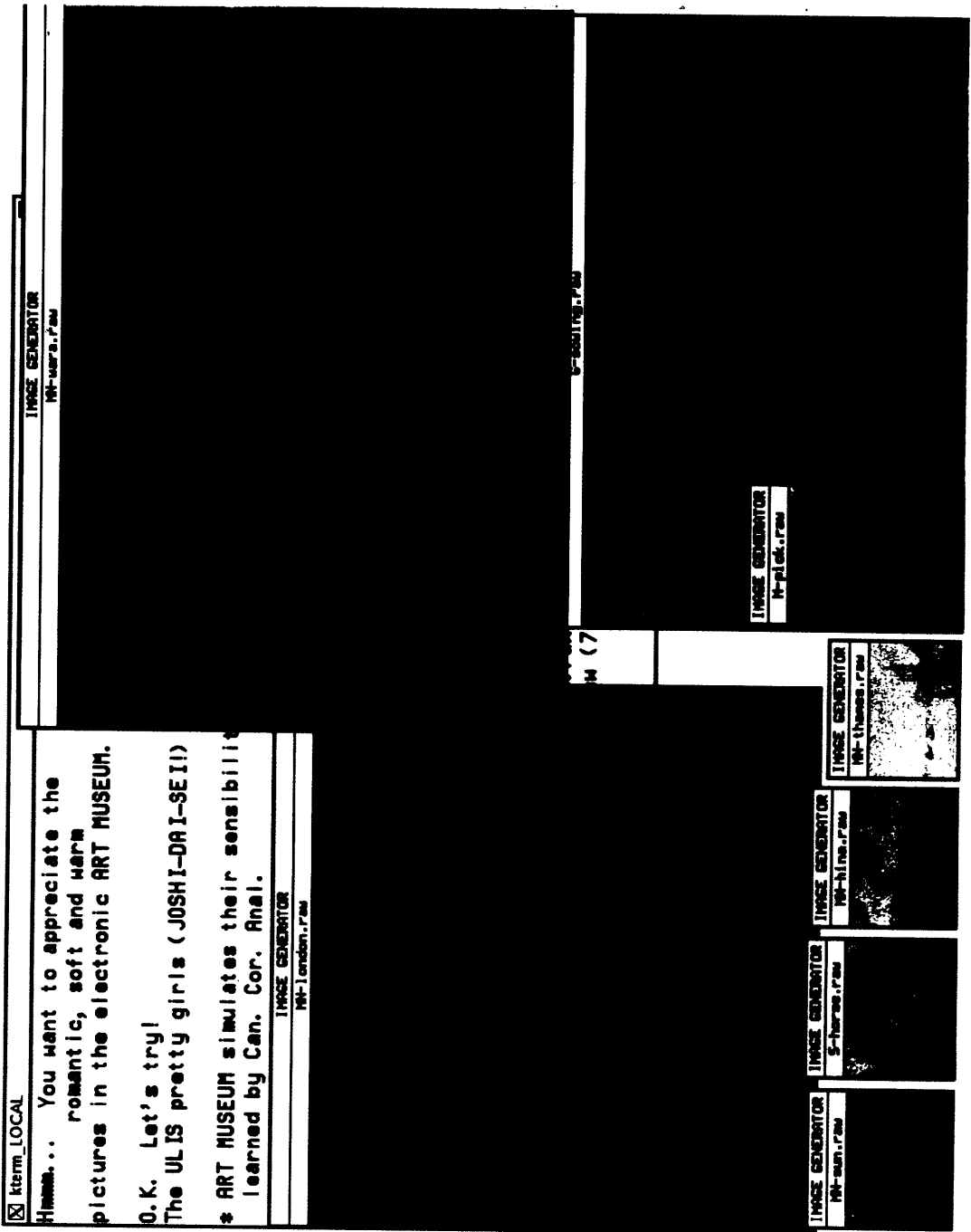


図-10 感性検索の例 (ロマンチック, ソフト, 暖かい).

## 6. むすび

本稿では、視覚的対話を実現する一般的な枠組みを示し、種々の画像・画像型の客観的類似検索(例示画検索)のアルゴリズム、文字・画像型の主観的類似検索(感性検索)のアルゴリズムを紹介した。また、これらのアルゴリズムを、フルカラー絵画データベース ART MUSEUM 上で評価した結果を示した。

本稿で紹介したこれらの手法は、次世代のマルチメディア情報システムにおいて、利用者指向のヒューマンインタフェースと、マルチメディア情報の意味解釈のメカニズムを実現する基礎となるものである。

## 参 考 文 献

- A) 坂内: 画像検索技術, 信学誌, Vol. 71, No. 9, pp. 911-914 (1988).
- B) 加藤: マルチメディアデータベースとヒューマンインタフェース, 信学技報, DE 90-31, pp. 1-10 (1991).
- 1) 加藤, 下垣, 藤村: 画像対話型商標・意匠データベース TRADEMARK, 信学論, Vol. J72-DII, No. 4, pp. 535-544 (1989年4月).
- 2) 栗田, 下垣, 加藤: 主観的類似度に対応した画像検索, 情報処理学会論文誌, Vol. 31, No. 2, pp. 227-236 (1990年2月).
- a) 田邊, 大谷: 形状類似画像検索における類似尺度の検討, 信学技報, PRU 88-68, pp. 65-72 (1988).
- 3) 関田, 栗田, 大津: 複素自己回帰モデルによる類似形状の検索, 信学技報, IE 89-7, pp. 17-24 (1989).
- 4) 喜多: 同心円特徴による類似形状検索, 信学技報, PRU 90-121, pp. 79-86 (1991年1月).
- b) 黒川, 洪: 形状情報を用いた画像の類似検索システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 32, No. 6, pp. 721-730 (1991).
- 5) Hirata, K. and Kato, T.: Query by Visual Example—Content based Image Retrieval—, Proc. of Int'l Conf. on Extending Database Technology EDBT '92, Mar. 1992 (to appear); ETL Tech. Rep., ETL TR-91-26 (Aug. 1991).
- d) Wakimoto, K., Shima, M., Tanaka, S., Shibayama, J. and Maeda, A.: Knowledge-based Multimedia Information Retrieval Applied to Plant Diagrams, Proc. of 1st Int'l Workshop of Interoperability in Multidatabase Systems, pp. 54-61 (1991).
- 6) 藤村, 加藤, 喜多, 青山, 河越: 視覚的対話機能を持つマルチメディアデータベース「電子計算機相互運用データベースシステムの研究開発」成果発表会, pp. 141-158 (1991年11月).
- 7) Boff, K.R., Kaufman, L. and Thomas, J.P.: Handbook of Perception and Human Performance I, II, John Wiley & Sons (1986).
- 8) 藤田, 古郡, 畑: 視覚心理空間を利用した画像検索法, 情報処理学会研究会資料 CV-51-4, pp. 1-8 (1987年11月).
- 9) 平林, 的場, 笠原: 感覚的・情緒的情報の蓄積と検索, 信学技報 DE 88-34, pp. 33-39 (1989年1月).
- 10) 千々岩: 色彩学, 福井出版 (1983年).
- 11) 加藤, 栗田, 坂倉: フルカラー絵画データベース ART MUSEUM, 信学技報 IE 88-118, pp. 31-38 (1989年3月).
- 12) Kato, T. and Kurita, T.: Visual Interaction with Electronic Art Gallery, Proc. of Database and Expert Systems Applications DEXA '90, pp. 234-240 (Aug. 1990).

(平成3年12月26日受付)



加藤 俊一 (正会員)

昭和55年京都大学工学部情報工学科卒業。昭和60年同大学院博士課程修了。同年同大学研究生。昭和61年より通産省電子技術総合研究所勤務。現在、同所知能システム部対話システム研究室主任研究官。画像理解、並列処理、マルチメディアデータベース、ヒューマンインタフェース等の研究に従事。工学博士。電子情報通信学会、人工知能学会各員。



栗田多喜夫 (正会員)

昭和56年名古屋工業大学電子工学科卒業。同年通産省電子技術総合研究所入所。平成2年～3年カナダNRC 招聘研究員。現在、同所情報科学部情報数理研究室主任研究官。多変量解析の理論と応用に関する研究に従事。電子情報通信学会、日本行動計量学会各会員。