

# マルチメディア画像対話型データベース - TRADEMARK と ART MUSEUM -

加藤 俊一<sup>1)</sup> 下垣 弘行<sup>2)</sup> 栗田多喜夫<sup>1)</sup>  
坂倉あゆみ<sup>3)</sup> 水鳥 哲也<sup>4)</sup> 市川 充<sup>3)</sup>

1) 電子技術総合研究所

2) 共同印刷

3) 図書館情報大学

4) 明電舎

高度な画像データベースシステムでは、利用者とシステムが双方向に視覚的な情報を提示できるような画像対話機能が、ヒューマンインタフェースで重要となる。本稿では、我々が提案している画像対話型データベースのためのマルチメディアデータモデルCHEMINの考え方と、プロトタイプとして開発している商標・意匠データベース TRADEMARK, フルカラー絵画データベースART MUSEUMの基本構成と画像対話機能を紹介する。

CHEMINモデルでは、対象世界を実体・メディア・手続き世界に分解し、これらの関係を知識ベース的に記述する。これにより画像処理をデータベース操作に容易に組み込める。TRADEMARK システムでは、図形的特徴をマルチメディア索引に採用して、手書きスケッチ等による例示画検索や、主観的な類似度を反映した検索を実現した。ART MUSEUMシステムでは、自然画像を対象に画像の色彩的特徴と構図に注目した視覚的な検索を実現した。

## MULTIMEDIA DATABASE SYSTEMS WITH VISUAL INTERACTION FACILITY - TRADEMARK AND ART MUSEUM -

Toshikazu KATO<sup>1)\*</sup> Hiroyuki SHIMOGAKI<sup>2)</sup> Takio KURITA<sup>1)</sup>  
Ayumi SAKAKURA<sup>3)</sup> Tetsuya MIZUTORI<sup>4)</sup> Mitsuru ICHIKAWA<sup>3)</sup>

1) Electrotechnical Laboratory

2) Kyodo Printing, Co.

3) Univ. of Library and Information Science

4) Meidensha Corp.

\*) Interactive Interface Systems Section

Electrotechnical Laboratory

1-1-4, Umezono, Tsukuba Science City, 305 Japan

Visual interaction is an important facility in the intelligent human interface of multimedia image database systems. This paper presents our design principle of multimedia database system, and introduces our prototype systems.

Our multimedia data model CHEMIN describes the real world from these aspects; entity, media and method, which enables the flexible image data operations. TRADEMARK system and ART MUSEUM system provide the "query by visual example" facility, using the graphical feature of symbolic patterns, and color / construction features of pictures, respectively.

## 1. はじめに

高度な画像情報システムでは、システムから利用者に視覚的な情報を提示すると共に、利用者がシステムへ視覚的な情報を提示できることが、ヒューマンインタフェースでの重要な機能である。本研究では、この様に画像を双方向のメディアとしてマンマシン対話に用いることを、画像対話と呼ぶことにする。画像対話機能を含むマルチメディア情報システムを実現するためには、パターン情報処理・人工知能・データベース等での要素技術と、それらを統合するシステム化技術が必要である<sup>(1-3,14)</sup>。

本稿では、画像対話型データベースを実現するためのマルチメディアデータモデルCHEMINを示す<sup>(4-6)</sup>。

また、プロトタイプとして我々が開発している商標・意匠データベース TRADEMARK、フルカラー絵画データベースART MUSEUMの画像対話機能を紹介する<sup>(7-12)</sup>。

## 2. マルチメディア画像対話型データベース

### 2.1 画像対話と画像データベース

システムが利用者に提示する視覚的情報を利用した例では、視覚的環境でのソフトウェア作成で、アイコンを用いた言語等が多数試みられている<sup>(15)</sup>。

一方、利用者からシステムに視覚的情報を提示する場合では、入力画像と望む処理結果のスケッチ画像を提示して画像処理を段階的に生成する画像処理エキスパートシステムの試み等がある<sup>(2,16-19)</sup>。ここでは画像の認識や利用者の意図の抽出が、重要な課題となっている。

画像データベースに高度な画像対話環境を実現するためには、以下に示す機能が必要となる。

(a) マルチメディア入力： 文書画像中の図形・写真領域等を識別し、データベースに自動入力する。また、画像特徴からマルチメディア索引を自動作成する。

(b) 構造化蓄積： 文書画像の領域解析結果を利用して、図形・写真画像やマルチメディア索引・付加的な情報を、それぞれ対応付けて蓄積・管理する。

(c) マルチメディア検索： 手書きスケッチ等をキーとして検索する例示画検索を行なう。この時、利用者毎に異なる主観的な類似性を考慮する必要がある。

(d) マルチメディア出力： 検索結果はマルチメディア文書に自動的にレイアウトして表示する。

(e) マルチメディア通信： ネットワーク環境での利用も考慮し、画像(ビット)と文字・数値(コード)の混在する複合通信とする。

### 2.2 マルチメディア画像データの性質

“メディア”は、光ファイバーや光ディスク等の通信・記録媒体、文字多重やCATV等の情報提供手段(ニューメディア)、そして画像・音声・文字等による情報表現形式等、様々の場面で用いられる。

本稿では特に画像の表現形式とその上での処理方式に注目し、メディアを“計算機の内部表現としての画像の記述(符号化)方式とそのデータ構造”と考える。マルチメディア画像データベースの設計に際しては、次の画像データの特性を考慮する必要がある<sup>(1,2,4)</sup>。

(a) 空間的実体依存性：

画像データの内容記述のためには、対象世界を構成する実体間の意味的關係の表現や、画像中に表現される対象の2次元的性質・位置関係等の記述(例：点対称に配置された3つの菱形)が必要である。

また、利用者の立場からは、内容的・意味的な同値関係(例：清書、手書き、ラフスケッチ画像の内容的な同一視)も表現できることが望ましい。

(b) メディア依存性：

抽象データ型が、新しくメディアを定義し追加するのに必要である。また、メディアの追加がデータベースのスキーマに影響しないことが望ましい。

画像データへのアクセスは2次元的に行われるため、効率の良い物理的データ構造が要求される。画像処理にもデータ圧縮にも有効な構造化が必要である<sup>(6)</sup>。

また、マルチメディアの環境では、メディアの特性(量子化誤差等)やデータの導出関係等、複数のメディア間での意味的關係の管理も必要となる。

(c) 応用依存性：

画像データベースでは、入力、蓄積、検索、出力等、データ操作の全ての面で画像処理が必要となりうる。例えば類似画検索では、利用者の主観を反映した画像データ間の類似度判定手続きを基準とする。

また、メディアと同様に、利用者が新しい画像処理手続きを定義し追加することも必要となる。手続きを利用する時には、個々の手続きの詳細を知らずに利用できるような、手続きの抽象化も必要である。

このような要求を実現するモデルとして、オブジェクト指向言語や演繹・推論機能をベースにしたデータモデルが考えられる<sup>(1,2,4,19)</sup>。

## 3. マルチメディアデータモデル<sup>(4-6)</sup>

### 3.1 モデルの枠組み

我々のマルチメディアデータモデル CHEMIN [ʃəmin]

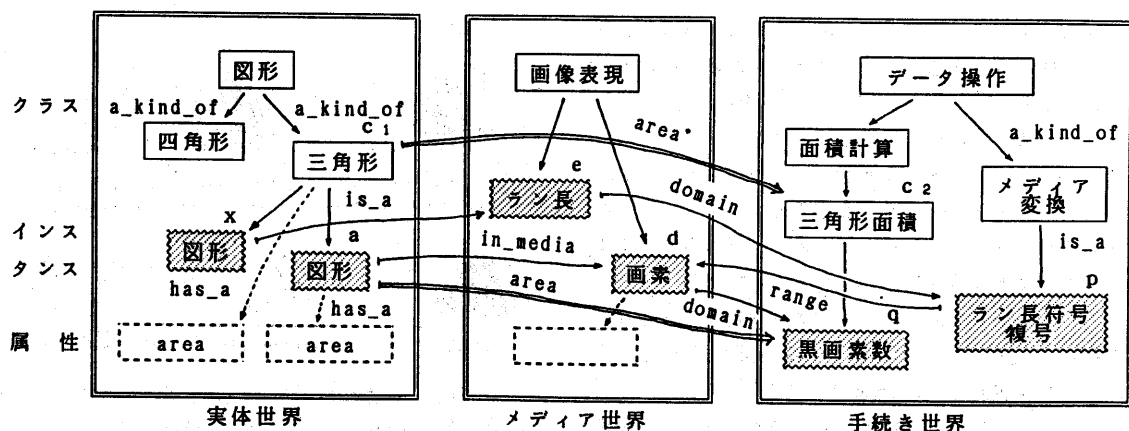


図1 マルチメディアデータモデル CHEMIN による世界の記述と動作

(Composition of Hyper-objects on Entity, Media, Method and Instructions)では、対象世界を実体世界(対象世界での実体間の関係記述)、メディア世界(画像の内部表現形式の分類)と手続き世界(データ操作や画像処理の概念的な分類)に分解し、これらの関係を抽象化して知識ベース的に記述する(図1)<sup>(4-6)</sup>。

カテゴリー論の圏と関手の概念を適用してモデルを表現すると、各世界の構成は圏により、また、世界間の関係は関手により表現できる<sup>(5,6,21,22)</sup>。本稿では、各世界の構成要素を“オブジェクト”と呼び、対象世界の概念的な構成要素は“概念的オブジェクト”として区別することにする。

#### (a) データベースの静的側面:

オブジェクト、及び、オブジェクト間の関係を制約する条件として射を持つ圏worldを、圏の公理を満たすように定義する。これにより、概念的オブジェクト間の意味制約の関係は、実体世界の射とそこに作用する手続き世界の要素との組で表現できる。

オブジェクトとして、クラス、インスタンス、属性の3種を考える。また、オブジェクトの型として、原子型、複合型、集合型を定義し、オブジェクトの種類と型の組合せで、射(継承関係)を定義する。例えば、

class → class: a\_kind\_of,

class → instance: is\_a,

原子型class → 原子型attribute: has\_a,

複合型instance → 原子型instance: part\_of,

集合型instance → 原子型instance: member\_of

等とする。これらの射を用いて、構成要素間の集約・汎化・分類等の基本的関係を表現する。例えば図1で、三角形aは図形クラスclのインスタンスであり、属性

として“面積を持つ has\_a(area)”ことを示す。

#### (b) データベースの動的側面:

ある概念オブジェクトにデータ操作を適用するためには、CHEMINモデルでは、実体インスタンスと手続きインスタンスを動的に対応付ける必要がある。

図1の三角形aには、その属性 has\_a(area)により実体世界と手続き世界の間で束縛関係がある。三角形aに面積計算を適用する場合、三角形aのメディアインスタンス“画素”を媒介として、面積計算のクラスで同じメディアを定義域とする“黒画素数法”と束縛し、実際に面積計算を適用する。

ここでメディアは、実体と手続きを束縛する役割を果たす。またこの過程は、各世界とその要素間に成立する図式で説明できる。

以上の枠組みからCHEMINモデルは、次のような特徴を持つといえる。

(i) 対象世界のモデル化と、メディアや画像処理アルゴリズムの設計を分離して、新たな実体のクラスやメディア、手続きの定義を容易にする。

(ii) 実体オブジェクトとそれに適用可能な手続きの対応付けを、推論機能を用いて実現する。

(iii) 手続き世界はアルゴリズムバンクに相当し、手続きが、データ管理と同様の枠組みで扱える。

### 3.2 画像データベースのデータ独立性

以上の枠組みに基づいて、データベースのデータ独立の概念を表現し、その実現法を示す。

#### 3.2.1 知的メディア管理(メディア独立)

あるメディアインスタンスで記述された実体インスタンスへのデータ操作要求に対して、指定された手続きの定義域のメディアが異なり、直接には適用できな

い場合がありうる。例えば、図1の図形xと面積計算法qの間には、共通のメディア表現が存在しないため（図形xのメディアはe、手続きqの定義域はd）、図形xに直接に手続きqを適用できない。

CHEMINモデルでは、論理型データベース上の推論機構が、このメディアの違いを埋めるようなメディア変換の手続きを探索し、そのメディア変換を施す。図1中のラン長表現の三角形xに対する面積計算qは、三角形xを画素表現に変換（この復号処理pの定義域・値域は各々メディアe、d）した後、適用される。

### 3.2.2 利用者ビュー(実体独立)

本稿では、利用者が実体間の関連を仮想化し、仮想的なクラスを作成することを利用者ビューと考える。利用者ビューによる仮想的なクラスの作成は、集合型オブジェクトに関する図式の可換性で解釈できる。

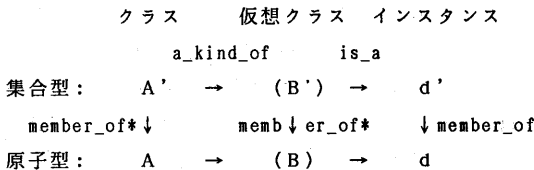


図2 図式による利用者ビューの解釈

あるクラスAのインスタンスdを含む仮想クラスBを作成する過程を、図2の図式により説明する。

インスタンスdに対して、dを含む適当な集合型インスタンスd'を射member\_ofを用いて作成する。このd'は、Aに対応する集合型クラスA'のインスタンスであるが、同時に仮想クラスB'のインスタンスと考えてよい（なぜなら、インスタンスd'に恒等なクラスB'を考えることは、一般性を失わない）。図式の可換性と射member\_of\*から、B'に対応する仮想クラスBの存在が示される。この時、クラスBは利用者ビューの実現と考えられる。

### 3.2.3 手続き独立

CHEMINモデルでは、メディア変換に情報損失がある場合や、ある程度の誤差が許容される場合には、手続きの探索過程でそれらを随時評価しつつ、マクロな手続き名から具体的な操作系列を合成することができる。これで手続き独立が実現される。

## 4. 商標・意匠データベース TRADEMARK<sup>(7-11)</sup>

### 4.1 商標・意匠図形と画像対話

商標・意匠図形等のデザイン的な図形には、線要素

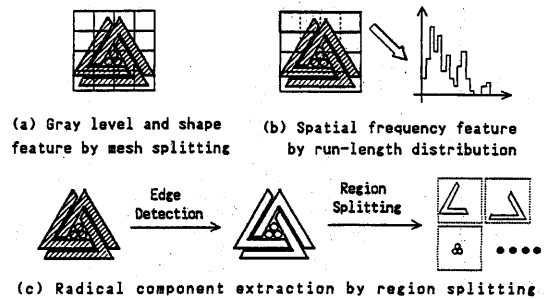


図3 面要素パターン向きの図形特徴

と面要素から構成され、図と地の分離が難しく、図形が記号化する等の、文字とは異なる性質がある。

これらのパターンを対象とした画像データベースでマルチメディア検索を実現するためには、(a) 手書きスケッチ等による例示画の歪みや、(b) 視覚心理に基づく主観的な類似性の判断が重要な課題である<sup>(7-11)</sup>。

例示画には、歪み等によるパターンの形状の変動や、面要素の輪郭のみの略記による濃淡分布の変動が生じうる。柔軟な例示画検索を実現するためには、これらの変動に強い図形的特徴の抽出と、その記述上で例示画と標準パターンとのズレを評価する必要がある。

一方、利用者の主観を類似デザイン検索に反映させるためには、利用者の主観の定量化と、図形的特徴との対応付けも必要となる。

### 4.2 概略画索引

現在、商標・意匠パターンの分類や記述の手法として、図形分類コードや部分構成要素のネットワーク的記述法が利用・検討されている<sup>(23,24)</sup>。

本研究では、類似デザインの主観的分类を行なった視覚心理実験の結果から信号の特徴と構造的な特徴に注目し、商標・意匠図形を、(a) 濃淡分布と概略形状、(b) 文様の周期性、(c) 部分構成要素の形状とその配置等のパラメータで記述した<sup>(7-10)</sup>。これらのパラメータを自動抽出し、マルチメディア概略画索引に利用した。

(a) 画像の濃淡・概略形状: 対象図形を、8×8及び4×4個に階層的にメッシュ分割し、濃淡分布を各メッシュ内の黒画素数で表わす(図3(a))。下位の階層は局所的な特徴を表わし、上位の階層は大局的な傾向を表わす。

(b) 周波数特徴: 対象図形を、縦・横に短冊型のメッシュ(16×64画素)に4分割し、各メッシュ内でのラン長分布のヒストグラムで表わす(256次元ベクトル)

(図3(b)). 空間的周波数は、図形中のある領域の構成の複雑さを表す。

(c) 部分構成要素: 対象図形を連結性の観点から部分図形に分割し、各部分図形毎に上記(a), (b)のパラメータを求める(図3(c)).

#### 4.3 システム構成

TRADEMARK (Trademark and Design Database with Multimedia Abstracted Pattern Representation on Knowledge Base) システムの機能構成を図4に示す。

(a) 構造化入力部:

入力(濃淡)画像から商標・意匠図形やテキストを自動抽出し、各領域の画像そのものを構造化して蓄積する。また、商標・意匠図形の図形特徴パラメータを算出し、マルチメディア概略画索引へ追加する。

(b) マルチメディアデータ管理部:

TRADEMARK システムにおける画像データは、以下の3種に分類される。(i) 1次情報: 入力画像や構造化された画像データ、(ii) 2次情報: 書誌事項等の入手で入力されたコード情報からなる索引、(iii) 1.5次情報: 算出された特徴パラメータによるマルチメディア概略画索引である。

データベース操作の基本機能として類似度の判定がある。TRADEMARK システムでは、利用者は、メディア毎に用意されている類似度判定手続きを一つあるいは複数組合せて、各個人の主観を反映した類似度判定手続きを定義できる。検索はこの基準に従い、特徴パラメータ集合間の距離で候補を選択する。

(c) 再構成出力部:

画像データベースの高度利用を考え、検索結果の画像データ等を利用者指定の書式に自動レイアウトして出力する。また、利用者インタフェースへの情報の転送は、画像と文字・数値の混在する複合通信とする。これによりネットワーク上のトラフィックの軽減をも実現した。

#### 4.4 例示画による画像対話

##### 4.4.1 手書きスケッチによる例示画検索

4.2 節に示した各種の信号的特徴と構造的特徴を併用して、手書き変動に強い検索を実現した。

例示画  $P_i$  とデータベース中のパターン  $p_k$  との距離を、各特徴空間  $i$  上の正規化距離の線形和で定義する。

$$S_{jk} = \sum w_i \cdot \|P_{ij} - p_{ik}\| / \min\{\|P_{ij} - p_{ik}\|\}$$

(for specified  $i$ )

上式で、 $\min\{\|P_{ij} - p_{ik}\|\}$  は特徴空間  $i$  上で最も類似した候補との距離、 $w_i$  は特徴量の重み付けを示す。

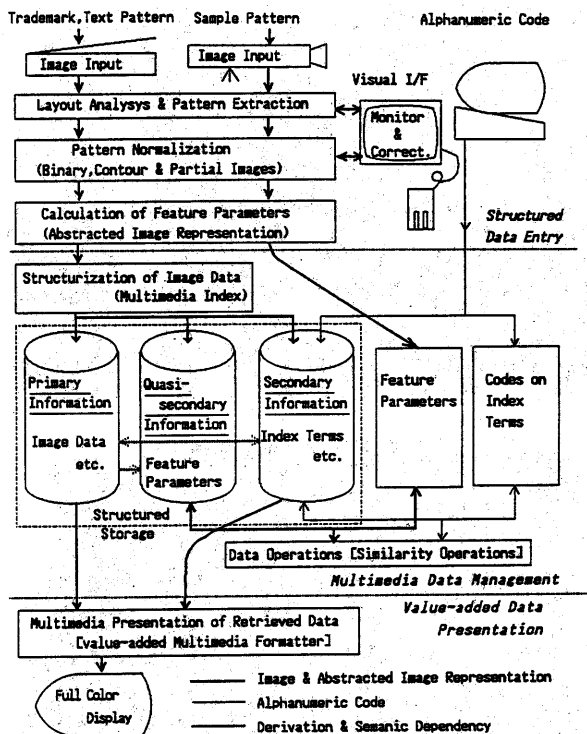


図4 TRADEMARK システムの機能構成

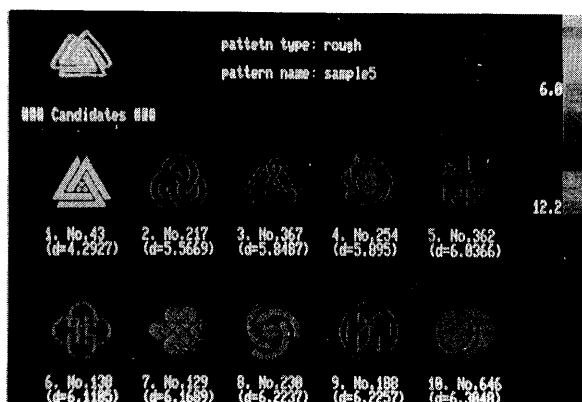
表1 例示画検索での再現率(候補10位迄)

|      | 消書     | 手書き | ラフスケッチ | 時間   |
|------|--------|-----|--------|------|
| 概略形状 | 100(%) | 95  | 86     | 5(s) |
| 周波数  | 100    | 89  | 80     | 30   |
| 組合せ  | 100    | 98  | 95     | 14   |

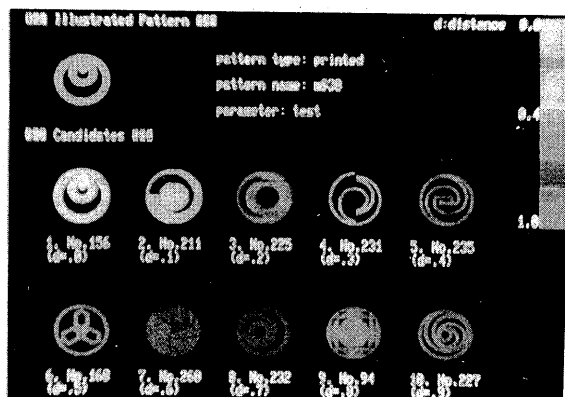
印刷物の消書、手書きスケッチ、ラフスケッチを用いた例示画検索での各再現率を、検索時間と共に表1に示す。ここで、手書きスケッチは商標を見ながら描き、ラフスケッチは一旦記憶した後に描いた。

例示画が印刷物等の消書画として示された場合、ほぼ100%で元の画像を呼び出しできる。極端に粗雑でないラフスケッチの場合でも、複数の図形特徴パラメータを併用して、約95%程度の再現率を実現した。濃淡・概略形状のパラメータの方が、周波数特徴のものより再現率がよい。これはランによる記述が周波数の粗い近似で、入力時の傾きや雑音に弱いためであろう。両方の特徴パラメータを併用すると、より高い再現率が得られた(表1)。縁どりだけを描いたラフスケッチを用いた例示画検索の結果を、図5(a)に示す。

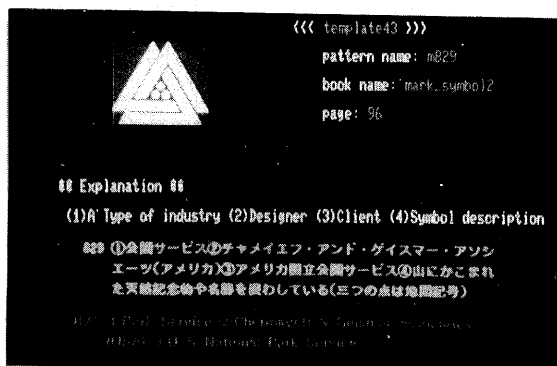
検索に要した時間は、クラスタリングによる高速化手法を用いた場合、実測上、十数秒程度である。商標・意匠パターン1600件に対し、クラスタ数約30個、各



(a) ラフスケッチによる例示画検索



(b) 類似デザインの検索



(c) マルチメディア文書表示

図5 TRADEMARKでのマルチメディア検索

クラスターの要素数は50個程度であった。

#### 4.4.2 主観的類似度と類似デザイン検索

商標・意匠図形の審査においては、類似デザインや紛らわしい図形の有無が審査の基準となる。この様な目的で例示画からその類似デザインを検索するためには、例示画とデータベース中の画像との類似度判定に利用者の主観を反映させる必要がある。

利用者の主観的類似度が、データベース中から任意

に選ばれた少数の商標・意匠図形を自由に分類（グループ分け）した結果として与えられたとする。この場合、判別分析手法を用いて、主観的類似度と前節の画像特徴とを関係付けることができる<sup>(11)</sup>。

線形判別分析は、各図形の画像特徴パラメータ  $x$  の線形変換

$$y = {}^t A x$$

により、同じグループの図形を近く、異なるグループは遠くに配置する空間  $Y$  を構成する。この固有値問題を解くことにより、線形変換行列  $A$  を決定する。例示画による類似画検索は、例示画の画像特徴  $x'$  に対して、判別空間  $Y$  上の表現  $y'$  を求め、データベース中の図形で  $y'$  に最も近い図形を候補とすればよい。類似デザインの検索例を図5(b)に示す。画像特徴はかなり異なるにも拘らず、結果は主観とよく一致している。

#### 4.4.3 マルチメディア文書への変換

TRADEMARK システムでは、検索結果のデータについてその説明等を、利用者の指定するカード形式で表示できる。これは、商標・意匠図形やテキスト画像（ビット）と人手で入力した書誌事項（コード）を合成した、マルチメディア文書となっている（図5(c)）。

### 5. 絵画データベース ART MUSEUM<sup>(12)</sup>

#### 5.1 絵画と視覚的印象

本章では、絵画等のフルカラー自然画像を対象とした画像対話の手法を示す。絵画に対する視覚的印象として、色彩、及び、構図を考える。

絵画の色彩に対して持つ主観的な印象は、形容詞等の印象語で表現できる。主観に基づく色彩的印象から絵画を検索するためには、これらの印象語と画像の色彩的特徴とを対応付けるとよい。

構図とは絵画中の対象物の配置をいう。絵画中の対象物のラフな配置と形状を、絵画（フルカラー画像）から求めた概略画により近似するものとする。

#### 5.2 印象語と色彩特徴による画像対話

データベース中の全画像に割り当てた印象語に、因子分析等の手法により種々の印象語を結び付け、色彩的印象からの検索が試みられている<sup>(25, 26)</sup>。ここでは、データベース中の大量の画像に対して主観的データを用意しなければならない点が問題となる。

ART MUSEUM (Multimedia Database with Sense of Color / Construction upon the Matter of Art) システムでの印象語からの検索の過程を図6に示す<sup>(12)</sup>。データベース中から任意に選ばれた少数の絵画に対し

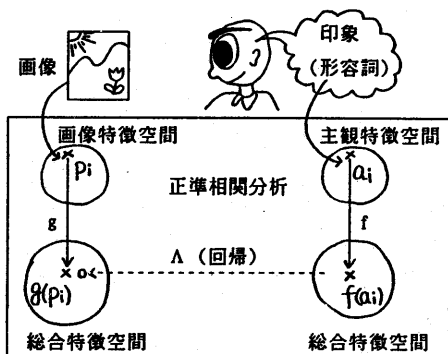


図6 ART MUSEUM での印象語からの検索過程



フルカラー画像 エッジ画像

概略画索引(線画)

図8 ART MUSUM での概略画索引

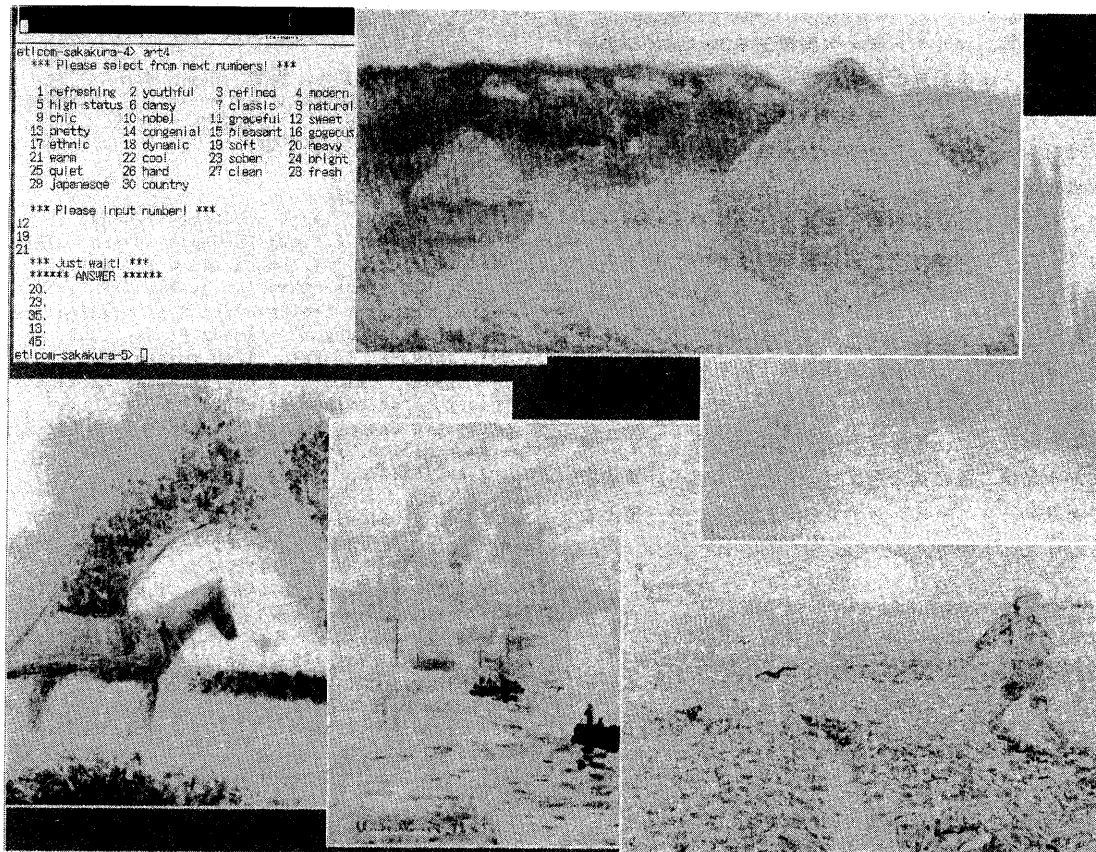


図7 印象語(「甘美な, 柔らかい, 暖かい」)からの検索例

て, 主観的に色彩感を表わす印象語  $a_i$  を与える. ここでは, 正準相関分析手法を用いて, 印象語  $a_i$  と画像の色彩的特徴  $p_i$  とを関係付ける. 正準相関分析は,

$$f(a_i) = \sum l_{sai}s$$

$$g(p_i) = \sum m_{pit}t$$

の相関を最大とするように, 変換  $f, g$  を定める.

印象語  $a'$  からの検索は,  $\Lambda f(a')$  により, 総合特徴空間  $g(P)$  上に回帰した像  $a'$  に最も近い画像  $g(p_i)$  を候

補とする ( $\Lambda$  は正準相関係数を対角要素とする行列). これは, 画像特徴と印象語という異質のデータが, 総合特徴空間で統合できたことによる.

図7に印象語「甘美な, 柔らかい, 暖かい」からの検索例を示す. 画像特徴には, 絵画を  $4 \times 4$  個に分割した各ブロックの  $R, G, B$  のヒストグラムを用いた.

この手法の枠組みの中には, 絵画の色彩に関する索引付けを自動化することや, 例示画と類似の色彩的印

象を持つ画像を検索することも含まれている。

### 5.3 略画・構図による画像対話

データベース中の各絵画について、エッジ検出された画像を更に細線化した線画を作成し、概略画索引とする。一方、利用者から与えられたスケッチも細線化を行い、線画を作成する。図8にフルカラー絵画、エッジ画像、細線化した線画(概略画索引)の例を示す。

線画特徴として、3×3画素のメッシュでの各方向線分の出現度数を線画特徴とする。例示画と概略画索引中の画像で、出現度数が近いものを候補とする。

## 6. まとめ

本稿では、マルチメディア画像データベースシステムにおける画像対話の概念を示し、その基礎となるマルチメディアデータモデルCHEMINと、我々が開発した画像対話型データベース TRADEMARK, ART MUSEUMの基本構成と画像対話の実現法を述べた。

より一般的な画像特徴の記述方式や、視覚心理的特性を考慮した画像対話技術の開発、また、マルチメディアデータモデルの詳細化等が今後の課題である。

**謝辞** 本研究の機会を与えて下さった電子技術総合研究所情報アーキテクチャ部長棟上昭男博士に感謝致します。また、ご討論下さる対話システム研究室、情報数理研究室、画像研究室の皆様へ深謝致します。

本研究は、通産省大型プロジェクト「電子計算機相互運用データベースシステムの研究開発」の一環として行なったものである。

### 参考文献

\* 本研究での主要発表論文:

- (1) 加藤、藤村: “パターン情報処理とマルチメディアデータベース —マルチメディア情報システムの研究動向—”, 電子技術総合研究所集報, Vol. 51, No. 4, pp. 26-44, 1987年4月.
- (2) 加藤、木戸出: “産業における画像処理 画像処理システム”, テレビジョン学会誌, Vol. 41, No. 10, pp. 872-880, 1987年10月.
- (3) 加藤、藤村: “パターン情報処理とマルチメディアデータベースシステムの研究課題”, 信学技報 PRU87-22, pp. 39-50, 1987年6月.
- (4) 加藤俊一: “パターン情報処理指向のマルチメディアデータベースシステム”, 信学技報 DE87-3, pp. 17-24, 1987年6月.
- (5) 加藤、水鳥: “拡張オブジェクト指向に基づくマルチメディアデータモデル”, 信学技報 PRU88-18, pp. 17-24, 1988年6月.
- (6) 加藤、水鳥: “マルチメディア画像情報システムのための統合的データモデル”, 信学技報 DE88-32, pp. 17-24, 1989年1月.
- (7) 加藤、下垣: “マルチメディア商標・意匠データベース TRADEMARK”, 信学技報 PRU88-9, pp. 31-38, 1988年5月.

- (8) T. Kato, H. Shimogaki and K. Fujimura: “Architecture and User Interface of Intelligent Multimedia Database System TRADEMARK”, Bull. of Electrotechnical Laboratory, Vol. 52, No. 7, pp. 1019-1038, July 1988.
- (9) T. Kato, H. Shimogaki, T. Mizutori and K. Fujimura: “TRADEMARK: Multimedia Database with Abstracted Representation on Knowledge Base”, Proc. of 2nd International Symposium on Interoperable Information Systems, pp. 245-252, Nov. 1988.
- (10) 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. D-II, 1989年.(掲載予定)
- (11) 栗田、下垣、加藤: “多変量解析による類似図形検索法 —判別分析と主座標分析を用いて—”, 情処研資 CV57-1, pp. 1-8, 1988年11月.
- (12) 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 PRU, 1989年3月.(発表予定)
- (13) 加藤、下垣、栗田、坂倉、水鳥、市川: “マルチメディア画像対話型データベース —TRADEMARKとART MUSEUM—”, 情処研資 DB70-3, pp. 1-8, 1989年3月.(発表予定)

\* その他の参考文献:

- (14) S. K. Chang: “Image Database Systems” in “Handbook of Pattern Recognition and Image Processing”, T. Y. Young and K. S. Fu (ed.), Academic Press, Chap. 16, pp. 371-393, 1986.
- (15) S. K. Chang, T. Ichikawa and P. A. Ligonides: “Visual Languages”, Plenum Press, 1986.
- (16) K. Inagaki, T. Kato, T. Hiroshima and T. Sakai: “MACSYM: A Hierarchical Parallel Image Processing System for Event-driven Pattern Understanding of Documents”, Pattern Recognition, Vol. 17, No. 1, pp. 85-108, Jan. 1984.
- (17) 坂内正夫: “画像検索技術”, 信学誌, Vol. 71, No. 9, pp. 911-914, 1988年9月.
- (18) 長谷川、岡田、鳥脇: “スケッチを利用した胸部X線像データベースの知的検索”, 信学論(D), Vol. J71-D, No. 3, pp. 549-560, 1988年3月.
- (19) 長谷川、久保田、鳥脇: “サンプル図形提示方式による画像処理エキスパートシステム IMPRESS”, 信学論(D), Vol. J70-D, No. 11, pp. 2147-2153, 1987年11月.
- (20) Y. Masunaga: “Multimedia Databases: A Formal Framework”, Proc. of the IEEE Symposium on Office Automation, pp. 36-45, Apr. 1987.
- (21) S. Mac Lane: “Categories for the Working Mathematician”, Chap. I-III, Springer-Verlag, 1971.
- (22) M. A. Arbib and E. G. Manes: “Arrows, Structures, and Functors”, Academic Press, 1975.
- (23) ----: “PATOLIS: Patent On-Line Information System”, 日本特許情報機構, 1985年.
- (24) 盛田、長嶋、長嶋: “商標図形の記述方法に関する検討”, 信学技報 PRU87-111, pp. 15-22, 1988年3月.
- (25) 藤田、古郡、畑: “視覚心理空間を利用した画像検索法”, 情処研資 CV51-4, pp. 1-8, 1987年.
- (26) 平林、笠原: “感覚的・情緒的情報の蓄積と検索”, 信学技報 DE88-34, 1989年1月.