次世代データベースとマルチメディア対話技術

—商標・意匠データベース TRADEMARK—

加藤 俊一*

Multimedia human interface of the advanced database system

—Trademark and design database system—

KATO Toshikazu

[著者抄録] 我々は、次世代データベースにおけるヒューマンインタフェースのあり方を実証的に研究するため、商標・意匠図形等の二次元図形を対象としたマルチメディア画像データベース「TRADEMARK」を開発している。本稿では、マルチメディア対話の概念を示し、TRADEMARKの基本構成と、そこでの画像対話の手法について述べる。TRADEMARKにおける画像対話では、画像の入力・蓄積・検索・出力等の基本的機能で、画像の構造化とその特徴記述を利用した操作を実現した。例えば例示画検索では、利用者が提示した手書きスケッチや部分図形から特徴パラメータを抽出し、概略画索引と照合する。ほぼ実用的な再現率、検索時間を実現した。

[著者付与キーワード] マルチメディアデータベース、画像データベース、ヒューマンインタフェース、例示画検索、類似画検索、画像対話、商標・意匠図形

[Author Abstract] Visual interaction is one of the key technology for the advanced database system and its human interface. We have been developing the multimedia database system TRADEMARK. It provides the intelligent visual interaction by the use of the image recognition. This paper describes the method and the evaluation of the visual interaction in the TRADEMARK system ; (a) automatic indexing facility, (b) similarity retrieval by visual example and (c) multimedia presentation of retrieved data.

[Keywords by Author] multimedia database system, image database system, human interface, query by visual example, similarity retrieval, visual interaction, trademark and design pattern

* 電子技術総合研究所，知能システム部，対話システム研究室 (〒305 茨城県つくば市梅園1-1-4)
Tel. 0298(58)5987

Electrotechnical Laboratory, Intelligent Systems Division, Interactive Interface Systems Section
(1-4, Umezono 1-chome, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305)

1. はじめに

高度情報化の進展に伴い、オフィス、生産、教育等の各分野で、計算機が利用される機会が飛躍的に増大している。このような状況の下で、利用者に計算機を用いた情報処理に精通することを要求する（いわば、人間が計算機に歩み寄る）従来の情報システムに対して、利用者に親しみやすく、しかも高度なマンマシンコミュニケーションを実現する（いわば、計算機が人間に歩み寄る）ような情報システムの必要性が高まってきた。

このような利用者指向のマンマシンコミュニケーションを実現するためには、従来の数値や文字コード等の計算機寄りの情報だけでなく、画像（映像）や音声等の人間寄りの情報も含めて統一的に扱えるようなマルチメディア情報処理が次世代の情報システムの重要な鍵となってきた。

これらの要求に対し、計算機のハードウェアの面では、光ディスク等の大容量記憶媒体、画像や音声の入出力装置、LAN (Local Area Network) 等の技術が進歩し、従来は大型計算機が必要であった画像処理や画像データベース等を、エンジニアリングワークステーション程度でも実現することが可能になってきた。

一方、ソフトウェアの面では、画像・音声等のパターン情報を含むマルチメディア情報システムを実現するために、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ともに、それらを統合するシステム化技術が21世紀に向けた重要な課題となっている¹⁾。

我々は、このようなマルチメディア情報システムの内、特に画像データベースを取り上げ、商標・意匠等に見られるような二次元的図形を対象として、類似画検索等の知的なマルチメディア情報処理を含む画像データベースシステム TRADE-MARK (Trademark and Design Database with Multimedia Abstracted Pattern Representation on Knowledge Base) を開発している^{2),3)}。

本研究は、新しいマンマシンコミュニケーション手段としてのマルチメディア対話、マルチメデ

ィア情報処理を含む次世代データベースの確立、そして、マルチメディア情報システムへの応用を目的としている。

本稿では、第2章で、画像を用いたマルチメディア対話の考え方を紹介する。第3章では、画像情報をデータベース化する上での問題点を考察し、続いて第4章で、TRADEMARKの基本構成と処理の概要を紹介する。第5章では、プロトタイプシステムの上で行った画像の内容検索（例示画検索、類似画検索）の実際例を示す。

2. 次世代データベースとマルチメディア対話 —画像対話を中心として—

2.1 マルチメディアデータベース

知識ベース、OA、CAD、画像理解システム等の種々の分野で、マルチメディア情報（特に画像情報）を扱う必要性が高まってきた。Chang は参考文献1)で、これらの要求を画像の入力・編集・処理・蓄積・検索・出力・通信の各側面から、表1のように整理している。

大量の画像を蓄積・管理しておき、利用者からの要求に応じて、所望の画像情報を検索し、所望の形態で提供するシステムを、画像データベースと呼ぶ⁴⁾。表1より、画像の入力・蓄積・検索・出力のデータベースとしての機能が、ほとんどの応用分野で必要とされていることがわかる。

「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と、さまざまな場面で用いられている。本稿では、パターン情報処理の観点から、画像の計算機内部での表現形式（符号化を含む）とそのデータ構造ととらえることにする。

図1に、マルチメディア情報処理の要素技術を、機能面と処理・記述・実行環境の側面から分類して示す。マルチメディアデータベースは、種々のメディア表現のパターン情報、および付随的な情報や、図1に示した種々の処理アルゴリズム等を互いに関連付けて統合したものと言える^{5),6)}。

表1 画像情報システムの必要性

応用分野	画 像 に 対 す る 機 能						
	入 力	編 集	処 理	蓄 積	検 索	出 力	通 信
知識ベース	?	—	△	○	○	○	?
OA	?	?	△	○	○	○	○
CAD	?	○	—	○	○	○	—
画像理解	○	—	○	?	?	○	—
CAM	?	—	△	○	○	○	○

○：必須 △：ある程度必要 ?：必要となりうる

図1 マルチメディア情報処理関連技術

(注)特に関連の深いものを矢印で示す。

2.2 データベース画像対話技術

高度なマルチメディア情報システムで利用者指向の環境を実現するためには、システムの側から利用者に視覚的な情報を提示するのみならず、利用者の側からもシステムに画像情報を容易に提示できることが、重要である。このように、利用者(マン)とシステム(マシン)とが対話するために画像情報を双方向のメディアとして用いることを、画像対話と呼ぶことにする。

システムの側から利用者へ情報を提示する主な形態は、①処理結果の視覚的表示(可視化)、②利用者の選択を補助するオプションの提示等である。このような視覚的提示を実現することは比較的容易である。

一方、利用者の側からシステムへ提示する情報には、③命令や手順、④判断基準や意図、⑤処理すべき画像情報等、に大別される。これらの情報を画像としてシステムが受け取り、その内容を理解するためには、高度な画像認識機構を必要とするため、実現が難しい。

システムから利用者に視覚的情報を提示する例として、アイコンを用いた視覚的言語や、データベースでのブロージング、ナビゲーション等、多数の試みがある^{7),8)}。

図2(p.201 参照)は、TRADEMARK システムでのブロージング過程の一例である。ある条件で選択された商標図形をブロージングするとともに、より詳しい情報を提示したり、それをアイコン化して一時保存する等の視覚的な対話機能が実現されている。ただしこの場合も、利用者は視覚的情報の受け手にとどまっておき、上述の画像対話という観点からは十分とは言えない。

一方、利用者からシステムに視覚的情報を提示する例には、画像データベースでは、入力画像(対象を文書、X線写真等に限定)の構造解析や特徴抽出を自動化する試み(上記の③、⑤)、画像処理エキスパートシステムでは、入力画像と望む処理結果のスケッチ画像を提示して、画像処理のプログラムを段階的に生成する試み(④、⑤)がある^{2),9)~12)}。

本研究では、商標・意匠等に見られる二次元的図形を対象に、マルチメディア画像対話型データベース TRADEMARK を開発し、次に示すような機能を実現した(これらは同時に、画像対話を実現する上での最も重要な要件でもある¹³⁾)。

(1) 知的文書入力

従来の画像ファイル(文書ファイル)システムのように、文字や図形等の混在する文書から人手でデータを分類・入力することは、大量のデータを集積し、データベース化する際の大きなネックとなる。また、デザイン的な画像の場合、索引を人間が客観的に与えることは難しい。

TRADEMARK では、文書中の各ページを画像として受け付け、各ページ画像からテキスト領域・商標図形領域を自動的に識別して抽出する。図2に見られる商標・意匠図形のブロージングウィンドウは、この機能を用いてデータベース化した図形の一部を示したものである。商標図形からその図形特徴を抽出し、これを客観的なマルチメディア索引とする。

(2) 構造化蓄積

一つの商標図形の画像に対して、関連する情報(説明のテキスト、図形特徴等)も同時に得られるので、テキスト・商標図形画像やマルチメディア索引・付加的な情報を記事(図形)単位で対応付けて蓄積・管理する。

(3) 例示画・類似画検索

従来の画像データベースは、大量の画像データと、それに付随する画像管理情報(書誌事項に相当)から構成されている。画像の内容による検索は、事前に書誌事項として与えたキーワード等の条件式検索に依存しており、利用者指向とは言い難い。

TRADEMARK では、図2に示したブロージングの他に、利用者が手書きでスケッチ等を描き、これを「画像キー」としてシステムに提示する例示画検索を実現した。また、図形の類似性を測る尺度は、各利用者の主観に合わせて容易に定義・修正できるようにしている。

(4) 知的文書出力

検索した画像データを、入力時と異なる形態に変換して利用できることが望ましい。これは画像データベースでの基本的なデータ独立性の要求と言える。

TRADEMARK システムでは、従来の文書ファイルシステムとは異なり、検索結果をテキスト・図形（画像）や関連情報（文字コード）が混在するマルチメディア文書に自動的にレイアウトして提供できる。図2の説明ウィンドウは、その一例である。

(5) マルチメディア通信

ネットワーク上での利用も考慮し、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。

以上に示したような画像対話機能を実現するために、マルチメディア画像データの性質を考察しよう。

2.3 マルチメディア画像データの性質

マルチメディア画像データベースを設計する場合、次に示すような画像データの特性を考慮する必要がある^{5),6)}。

①空間的データ依存性

画像の内容を記述するには、画像中に表現されている対象の形状・位置関係等の二次元的な情報の記述が必要となる。例えば、回転対称に配置された三つの菱形の図形等。

また、利用者の立場に立って、画像の内容的・意味的な同値関係も表現できることが望ましい。例えば、同じ図形を思い浮かべて描いた、清書、手書き、ラフスケッチ画像を同じものとして扱う場合等。

②メディア依存性

画像処理の過程では、画像データの参照は二次元的に行われる。一方、マトリックス形式で大きな画像をディスク等の一次的な記録装置に格納する場合、画像上で隣合う2点が、ディスク上では異なるブロックに格納される場合がある。これは高速処理を実現する上で妨げとなる。よって、画像向きの効率の良い物理的データ構造が要求さ

れる。例えば文書の場合は、文字行・図形／記事／ページのように、対象画像を階層的に分割・記述して、画像処理にも画像データ圧縮にも有効な構造化が必要である^{5),6),10)}。

また、マルチメディアの環境では、メディアの特性（適用可能な画像処理の組み合わせや、画像処理結果に含まれる誤差等）、画像のデータ構造間の導出関係等、複数のメディア間での意味的關係の管理も必要となる。

③応用依存性

2.1節、および、2.2節に示したように、画像データベースでは、入力・蓄積・検索・出力等、データ操作のすべての面で画像対話機能が実現されることが望ましい。そのためには、例えば画像の検索（類似画検索）では、利用者が定義した画像データ間の類似度判定手続きを組み込んで適用する必要がある。

また、画像対話機能を設計する場合には、人間の主観も含めた視覚特性を考慮する必要がある。

3. デザイン的画像のデータベース化

— 商標・意匠図形の場合 —

3.1 商標・意匠図形と知的所有権

商標・意匠のうち、TRADEMARK ではデザイン的な商標図形（図形商標ともいう）やサービスマーク等を対象とする。特許庁には現在約30万件の商標図形が登録されており、これらは年間数万件ずつ増加している。このような商標図形の例を図3に示す。

我が国では、商標・意匠には一種の知的所有権（商標権・意匠権）が認められており、その表現は法的な保護の対象となっている。一方、新たに商標・意匠を申請した場合、そのユニーク性が審査の基準となる。例えば図形の場合、それが既に登録された商標・意匠図形や著名なマーク等と類似しているかどうか審査される。

このような審査は、主として目視検査によって、過去の膨大なデータベース（電子的な媒体とは限らない）とつき合わせて行われている。特許庁等

図3 商標図形の例

ではこの過程を効率的に行うために、商標・意匠図形には、人間（専門家）が直接その図形を観察し、事前に用意された分類指標に従って図形分類コード（前述の文字・数値情報に相当）を割り当てている¹⁴⁾。審査時には、申請された図形から図形分類コードを想定し、これを条件式としてデータベースを検索して候補図形を得る。この方式は、分類する労力が大きい上に、分類方法が専門家や利用者の主観に左右され易い。実際、人間にとって客観的な記述が困難な幾何学的・抽象的な文字・図形が、全商標・意匠図形の50%程度にも及んでいるため¹⁴⁾、図形の内容をキーとした検索は難しい。

以上の考察から、利用者が提示した図形や画像自身をキーとして、類似した図形や画像を検索する方式（これを例示画検索と呼ぶ）の確立が、このような問題の解決に重要と言える。以下の節では、画像処理の観点から商標・意匠図形をとらえ、我々の開発した例示画検索の手法を紹介する。

3.2 商標・意匠図形

3.2.1 商標・意匠図形の構造的特徴

図3に示したようなデザイン的傾向の強い商標・意匠図形は、次のような特徴を持つ。

①線要素と面要素

文字パターンや回路図記号パターン等は、主に線要素（ストローク）から構成されている。これらは、文字認識や図面読み取り装置等で研究され、認識技術も進んでいる。

一方、商標・意匠図形は、これらのパターンと

は異なり、線要素の他にベタ塗り部分等の面要素を組み合わせて構成されている。このようなパターンの認識技術はまだ緒についたばかりである。

②図と地の関係

文字パターンや記号パターンでは、背景（例えば白地）に対して情報（例えば黒線）を分離することは容易である。

一方、商標・意匠図形等のパターンでは、視覚心理でいう所の「図と地」の区別が一樣でない。ここで、図とは人間が無意識の内に注目する情報、地とは無視する情報である。図3の例では、白地の背景に黒で図形が描かれているが、図形内部では、黒地の背景（面要素）に白線図形が描かれているようにも見える。このように、人間の視覚心理をも考慮する必要がある。

③意味的解釈

漢字パターンは、その部分構成要素（偏や旁）が意味的な情報を持っている。これは漢字の多くが象形文字に起源を持つことと関連する。

同様に商標・意匠図形等のパターンでも、その部分構成要素が記号化されていて、意味的な解釈を伴う場合も見られる。図3の例では、△は名勝を表わす地図記号である。

3.2.2 商標・意匠図形と例示画検索

次に、このような特徴を持つ商標・意匠図形を、利用者がシステムに提示した例示面をキーとして検索する場合の問題点を考えよう。

(1) 例示画パターンの変動

利用者が例示画を提示する場合、画像入力装置（テレビカメラ、イメージスキャナ等）の違いや、入力条件（照明、画像の大きさや傾き等）の違いにより、同じ例示画でもその都度、画像的には異なったデータがシステムに入力される。また、実際の試料（申請書類や印刷物に見られる、清書された図形等）が手元にない場合、ラフスケッチを描いて、その代用とすることも考えられる。

このような場合、人間の解釈としては同じ図形であっても、画像的には位置ずれや歪み等により図形パターンの形状に変動が生じている。さらに、

ベタ塗りの面要素をその輪郭のみで略記することもありうる。この場合には図形パターンの濃淡にも変動が生じる。

さらに、漠然とした検索要求で、利用者自身が目標を明確にできない場合が考えられる。これは図形デザインの過程に多い要求である。例えば、断片的スケッチの例示画から関連するパターンを検索し、利用者にブローイングさせることも必要となる。

利用者指向の柔軟な例示画検索を実現するためには、手書きスケッチ等も例示画として許すような認識技術が望まれる。そのためには、例示画とデータベース中の図形（標準パターン）とのズレを評価しなければならない。TRADEMARKでは、このような清書や、手書きスケッチ、ラフスケッチを用いた例示画検索機能とともに、部分スケッチからの例示画検索機能をも実現した。

(2) デザインの類似性

一方、商標・意匠図形等の審査の場合のように、人間が類似していると感じるデザインを検索（類似画検索）する場合には、図形の種々のレベルでの類似性を考慮する必要がある。例えば、図4の上段の図形は、互いに図形的特徴そのものが近いのに対し、下段の図形は、そのモチーフが共通していると考えられる。

このような類似性の解釈に関して、視覚心理実験を行った結果を表2に示す。人間は図形の全体的印象（画像では信号の特徴に相当）と共に、図形を作る部分的要素のレイアウトの規則性や接続関係（画像では構造的な特徴に相当）にも注目することがわかった。

人間の視覚心理を考慮した例示画・類似画検索を実現するため、以上の知見に基づいて画像処理的に商標・意匠図形をパラメータ化して記述する

図4 種々の類似デザイン

(注) 上段は信号レベルで類似している。

下段はモチーフが類似している。

表2 類似デザインに関する視覚心理実験

類似性を感じる基準		左記の基準を分類に使用したクラスタ数 ²⁾	
(a)	全体の濃淡	74 (個)	13.5 (%)
(b)	周期性： 平行 放射 同心円	20	3.7
		35	6.4
		79	14.4
(c)	概略形状： 外側形状 内部の文様	100	18.2
		15	2.7
(d)	部分構成要素：数 形状 サイズ 位置	17	3.1
		87	15.9
		23	4.2
		14	2.6
(e)	部分構成要素：レイアウト、接続関係	84	15.3
(f)	意味的解釈 ³⁾	0	0.0
		548	100.0

(注1) 227種の商標・意匠パターンを、パターンの図形的類似性に注目して階層的にクラスタリングした。(被験者 9名)

(注2) 類似度が最大、かつ、要素数が3種以上のクラスタ、延べ228個のそれぞれについて、(a)～(f)の分類基準のどれを採用しているかを分析した。

1クラスタ当たり、548/228=2.4種の基準を採用している。

(注3) (注1)により (f)意味的解釈は採用されなかった。

手法を次節で検討しよう。

3.3 概略画索引

商標・意匠図形の内容に基づく分類手法として、図形分類コードが利用されている¹⁴⁾。この手法は3.1節に述べたように、専門家や利用者の主観に左右され易く、利用者指向とは言い難い。

また、商標・意匠図形を、それを構成する部分要素に分割して、隣接関係をネットワーク的に記述する手法も研究されている¹⁵⁾。ただしこの手法は、部分要素を安定して抽出することが難しく、また、類似した図形を表現する能力の点でも問題がある。

TRADEMARKでは以上の考察から、商標・意匠図形を、(1)濃淡分布と概略形状、(2)文様の周期性、(3)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ている^{2),3)}。これを図形の抽象的特徴記述と考える。このパラメータを各商標・意

匠図形から画像処理によって自動的に抽出し、マルチメディア概略画索引に採用した。

(1)画像の濃淡・概略形状

対象図形を、8×8個、および、4×4個に階層的にメッシュ分割する(図5(a))。図形の濃淡分布や概略形状を各メッシュ内の黒画素数で近似的に表す。各々64次元と16次元ベクトルとなる。また、対象図形からエッジ画像(縁どりのみの画像)を導き出し、同様にメッシュ分割してパラメータを求める。

細かいメッシュ分割は局所的な特徴を表し、粗いメッシュ分割ほど大局的な傾向を反映する。また、エッジ画像のパラメータは、図形内部の細かい文様の形状をより反映すると考えられる。

(2)周波数特徴

対象図形を、縦方向に短冊型のメッシュに4分割する(図5(b))。横方向も同様に行う。図形の周波数分布を、各メッシュ内でのラン長分布のヒ

図2 TRADEMARK でのプログラミング過程

(a) 商標図形領域の抽出

ーダン(フランス)③試作④内は鉄筋を表わし、その囲りをコンクリートでかこい、力強さを表わしている	0
826 ①ホテル②リュエーディ・キューリング(スイス)③ジルパークゲル	1
827 ①質屋②ジョフリイ・ウーラード(イギリス)③クロード・ジョーンズ④伝統的な質屋のサインからつくったもの	2
828 ①バス・サービス②ブロールB. ゼッターボルク(フィンランド)③ラウタディーキルヤカウバ	3
829 ①公園サービス②チャメイエフ・アンド・ゲイスマー・アソシエーツ(アメリカ)③アメリカ国立公園サービス④山にかこまれた天然記念物や名勝を表わしている(三つの点は地図記号)	4
830 ①ショッピングセンター②エルンスト・ウント・ウルスラ・ヒースタンド(スイス)	5
831 ①アート・フェスティバル②大高猛(日本)③大阪アート・フェスティバル	6
832 ①酒造会社②大高猛(日本)③和源酒造	7
833 ②ヘレン・カッソン+デニス・ゴッダード(アメリカ)1970③メガ・グループ	8
834 ①民俗展②エルベルト・カルホーニ(イタリヤ)③イタリー民俗展	9

(b) テキスト領域の抽出 (記事単位)

図8 文書(ページ画像)からの知的入力

(a) 手書きスケッチからの例示画検索
図9 TRADEMARKでの例示画検索の実例

(b) ラフスケッチ検索とマルチメディア文書

図5 面要素向きの特徴パラメータ

ストグラムで近似的に表す。256次元のベクトルで表現される。エッジ画像に対しても同様にパラメータを求める。この場合は128次元ベクトルでよい。

周波数特徴は、図形中のある領域の文様の複雑さを表すと考えられる。

(3) 部分構成要素

部分スケッチからの例示画検索を実現するためには、データベース中の各図形を部分構成要素に分解し、各々の概略画索引を作成しておく必要がある。対象図形を部分図形に分割し、各部分図形毎に上記(1)、(2)と同様のパラメータを求める(図5(c))。これは部分構成要素の概略形状や全体的な位置関係を反映する。

4. 商標・意匠データベース TRADEMARK

4.1 システム構成と処理の概要

本章では、試作した TRADEMARK プロトタイプシステムの機能構成と処理の概要を紹介する。はじめに、機能面から見たシステムの構成図を図6に示す。システムは、(1)構造化入力部、(2)マルチメディアデータ管理部、(3)再構成出力部の三つのサブシステムから構成されている。

(1) 構造化入力部

入力画像から、商標・意匠図形やテキストの領域を抽出・分類し、図形は各図形パターンごとに、また、テキストは各記事ごとに、画像データとしてデータベースに蓄積する。入力画像は、商標・

図6 TRADEMARKの機能構成

意匠図形等が記載された文献¹⁶⁾の各ページで、テレビカメラ等から得られた濃淡画像である。前処理として、入力画像を二値化し、黒画素の大局的な分布状態を解析して、商標・意匠図形やテキス

ト領域を抽出する。また、各図形のサイズをデータベースで仮定した標準的な大きさに正規化する。領域抽出や二値化に不都合があれば、対話的に介入してこれを修正できる。

また、商標・意匠図形に対しては、3.3節で紹介した各特徴パラメータを算出し、これをマルチメディア概略画索引へ追加する。

例示画検索の場合も同様に、例示画領域の抽出、各特徴パラメータの算出等は、この構造化入力部で処理される。

(2) マルチメディアデータ管理部

TRADEMARKにおける画像情報は、以下の3種に分類される。①1次情報：入力画像や構造化された画像データ、②2次情報：書誌事項等の人手で入力されたコード情報からなる索引、また、③1.5次情報：算出された各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。

例示画検索の過程で、類似度の判定を行う必要がある。TRADEMARKでは、メディア（この場合は、各特徴パラメータ）ごとに類似度判定手続きが用意されている。また、利用者は一つあるいは複数の特徴パラメータを組み合わせ、マルチメディアの類似度判定手続きを定義できる。例示画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図形を選択する。

(3) 再構成出力部

画像データベースの高度利用を考え、検索した画像情報を利用者が指定した書式に自動的にレイアウトして出力する。候補画像と類似度の一覧表、また、個別の商標・意匠の紹介等の書式（カード形式）が用意されている。これは、画像（商標・意匠図形、テキスト）とコード情報（人手により入力した書誌事項等）を合成したマルチメディア文書となっている。

また、利用者インタフェースへの情報の転送は、画像（ビットパターン等）と文字・数値（コード）の混在する複合通信となっている。これはネットワーク上のトラフィックの軽減を実現する。

4.2 プロトタイプシステム

今回開発したプロトタイプシステムは、エンジニアリングワークステーションを主体にLAN上に構築した。プロトタイプ第1版は、画像ファイルサーバーにApollo DSP 80、画像処理・利用者

インタフェースにApollo DN 570とNEXUS 6800、高解像度画像入力サーバーにJCC G 5068とJX-450を持つ（図7）。現在、プロトタイプ第2版を開発中である。これはSun 3/60 FC、260 C、Alliant FX 8等から構成されている。本稿の写真は、主として第2版のものを使用した。

現時点では、標準サンプルとして、書籍から自動抽出した商標・意匠図形等の約2000件をデータベース化している。

4.3 検索の高速化

データベースへの登録件数の増加に比例して、検索時間も増加する。検索を高速に行うためには、類似度判定等の画像処理アルゴリズムを改善するとともに、データベースの記憶構造も工夫する必要がある。

TRADEMARKでは、検索を高速化を行うために、データベースに登録された商標・意匠図形を事前に類似度に基づいてクラスタリングしている。クラスタリング手法はk-mean法を用い、重複無しに大分類した¹⁷⁾。例示画検索では、最も類似したクラスタを初めに選択した後、そのクラスタ内の登録図形と例示画との照合を行う。このようなクラスタリングを階層的に行った場合、データの件数Nに対して、検索時間の期待値は $O(\log N)$ となる。

5. 画像対話の試みと評価

5.1 データベースへの知的入力

本章では、TRADEMARKでの実際の処理例を交えながら、TRADEMARKで実現した画像対話機能の評価を試みる。

TRADEMARKでは、デザイナー向けの文献¹⁶⁾から、商標・意匠図形、説明テキストを画像データとして抽出し構造化した。

図形やテキスト領域の抽出・識別や記事の分割は、二値画像上での黒画素の分布を解析して実現した（図8）（p.202参照）。処理時間は、入力画像からの領域抽出・登録に利用者がモニターする時

図7 TRADEMARKプロトタイプシステム(第1版)

間を含めて、1件あたり6秒程度である。

データ量では、図8(a)のような入力画像を領域解析して、複数個の商標・意匠図形を抽出するだけで、入力画像の平均40%程度に圧縮できた。さらに画像の圧縮符号化を適用することも可能である。また、マルチメディア概略画索引として各図形ごとに付加されるデータは、二値画像、エッジ画像、特徴パラメータ等で、これらのデータ量の合計は、各商標・意匠図形の濃淡画像の約10%程度に抑えられている。

5.2 手書きスケッチによる検索

3.3節で示した図形の各種の特徴パラメータを併用して、例示画検索を実現した。

例示画 P_j とデータベース中のパターン p_k との

距離を、各特徴空間上での正規化距離の線形和で定義する。

$$S_{jk} = \sum w_i \cdot \|P_{ij} - p_{ik}\| / \min \{ \|P_{ij} - p_{ik}\| \} \quad (\text{for specified } i)$$

上式で、 $\min \{ \|P_{ij} - p_{ik}\| \}$ は特徴パラメータ空間 i 上で最も類似した候補との距離、 w_i は特徴パラメータ選択の重み付けを示す。

種々の特徴パラメータを用いて検索した場合の、再現率・検索時間を表3に示す。表3の例示画の中で、手書きスケッチは実際に商標図形を見ながら、ラフスケッチはいったん商標図形を記憶した後に、フリーハンドで描いたものである。

例示画として印刷物等の清書が与えられた場合、再現率ほぼ100%で元の画像を検索することができる。また、極端に粗雑でないラフスケッチ

表3 TRADEMARK での例示画検索の再現率(%)

特徴パラメータ ¹⁾	標準 ～ 1	印刷画像 ²⁾			手書きスケッチ ²⁾			ラフスケッチ ²⁾			処理時間 ³⁾ (sec)
		～ 1	～ 3	～ 10	～ 1	～ 3	～ 10	～ 1	～ 3	～ 10	
(a)	100	99	100	100	64	80	89	51	65	78	5
(b)	100	100	100	100	80	90	95	72	82	86	10 (5) ⁴⁾
(c)	100	91	98	100	52	67	83	32	55	71	5
(d)	100	100	100	100	68	75	85	57	71	79	10 (5)
(e)	100	77	90	93	36	55	72	32	45	56	5
(f)	100	90	94	96	51	62	76	40	55	70	5
(g)	100	100	100	100	74	88	89	58	70	80	30
(h)	100	81	90	95	31	43	64	27	37	51	5
(i)	100	64	84	91	20	29	45	17	26	43	5
(j)	100	96	98	100	61	77	85	47	61	70	17
(a, d, g, h)	100	100	100	100	85	94	97	68	83	88	74 (11)
(b, d, g)	100	100	100	100	89	95	99	77	88	95	79 (17)
(b, g)	100	100	100	100	92	97	99	79	86	94	60 (8)
(d, g)	100	100	100	100	87	90	95	68	81	87	61 (8)
(b, d, j)	100	100	100	100	91	96	98	80	87	95	68 (14)

(注1) (a)二値画像の黒画素数 (4×4) (f)二値画像の平均ラン長
 (b)二値画像の黒画素数 (8×8) (g)二値画像のラン長分布
 (c)エッジ画像の黒画素数 (4×4) (h)エッジ画像のラン数
 (d)エッジ画像の黒画素数 (8×8) (i)エッジ画像の平均ラン長
 (e)二値画像のラン数 (j)エッジ画像のラン長分布

(注2) ～n: 第 n 候補までを検索した時に、その中に再現された率を示す。

(注3) 第 10 候補までを検索・表示するのに要する時間 (待ち時間を含む)。

(注4) 概略形状で事前に重複なしに大分類 (各クラス要素数は 50 個程度) した場合の検索時間を示す。

を例示画とした場合でも、複数の図形特徴パラメータを併用することにより、約 95% 程度の再現率を実現した。

図9(a) (p.203 参照)に、手書きスケッチを例示画として検索した結果を示す。検索ウィンドウ中の左上に例示画が、中段と下段に類似度の高い順に候補図形が色付けされて表示される (色付けは類似度に対応する)。第1候補に本来の図形が検索されている他、類似していると感じられる図形も同時に検索されている。

図9(b) (p.204 参照)は、縁どりだけを描いたラフスケッチを例示画として検索した結果を示している。ラフであるにも拘らず、手書きスケッチの

場合と同様に、第1候補に本来の図形が検索されている。同図ではさらに、第1候補の商標図形に関して、詳細情報が説明ウィンドウに図形、テキスト、書誌事項の混在するマルチメディア文書として表示されている。(説明ウィンドウ中の和文・英文のテキストは画像データであり、人手によってキーボードから入力したものではないことに注意されたい。)

濃淡・概略形状の特徴パラメータの方が、周波数特徴のものよりも再現率がよい。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。

検索時間は、クラスタリングによる高速化手法を用いた場合、実測上、十数秒程度であった。

5. 3 類似デザインの検索

商標・意匠図形の審査において、類似デザインの図形や、紛らわしい図形の存在の有無を調べる必要がある。

事前に視覚心理実験を行い、被験者が例示画と類似していると感じた図形を調べておく。類似画検索で第2候補となった図形が、その図形に該当するかどうかで適合率を評価した。現段階では、類似画検索の適合率は約60%にとどまった。

これは、部分図形のレイアウト規則やモチーフ等の高レベルの情報も、主観的な類似性の評価尺度に含まれているためであろう。個人によって異なる主観的な類似度を学習したり、それに合わせた類似画検索を実現するためには、図形特徴の記述能力の向上とともに、判別分析等の多変量解析による特徴パラメータの評価手法の高度化も必要である¹⁸⁾。

6. む す び

本稿では、次世代のデータベースシステムにおけるマルチメディア対話の概念を示し、特に画像データを対象として我々が開発した、マルチメディア画像データベース TRADEMARK の基本構

成と画像対話の実現法、およびその評価を紹介した。

TRADEMARK システムでは、画像の人力・蓄積・検索・出力・通信のすべての操作で画像対話機能を実現した。例えば検索では、従来型の書誌事項やキーボード操作によらず、画像の特徴パラメータを利用した例示画検索だけで、実用に近い程度の再現率、検索時間を達成した。

商標・意匠図形のより高度な構造的記述法や、視覚心理的特性を考慮した画像対話技術の開発、マルチメディアデータモデルの確立^{19),20)}等が、今後の課題である。

最後に、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棟上昭男部長、知能システム部弓場敏嗣部長、対話システム研究室藤村是明室長、また、共同研究者である情報数理研究部の栗田多喜夫氏に感謝の意を表す。また、システム開発では、共同印刷機の下垣弘行氏(1987年6月~1988年9月、電子技術総合研究所研修生)に大きく貢献して戴いたことをここに記し、謝辞にかえる。

なお、本研究は、コンピュータネットワークとデータベースの国際標準化、次世代データベースの基礎研究等を目的とした、通産省の大型プロジェクト「電子計算機相互運用データベースシステムの研究開発」の一環として行ったものである。

参 照 文 献

- 1) Chang, S.K. Image Database Systems. Handbook of Pattern Recognition and Image Processing. New York, Academic Press, 1986, p. 371-393
- 2) Kato, T., Shimogaki, H. and Fujimura, K. Architecture and User Interface of Intelligent Multimedia Database System TRADEMARK. Bulletin of ETL. 52(7)1019-1038(1988)
- 3) 加藤俊一, 下垣弘行, 藤村是明. 画像対話型商標・意匠データベース TRADEMARK. 電子情報通信学会論文誌. J 72-D-II(4)535-544(1989)
- 4) 若菜忠. 図形・画像データベース技術. 情報処理. 23(10)948-954(1982)
- 5) 加藤俊一, 藤村是明. 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. 51(4)26-44(1987)
- 6) 加藤俊一, 藤村是明. 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. 電子情

- 報通信学会技術研究報告, PRU87-22 p.39-50(1987)
- 7) Chang, S.K., Ichikawa, T. and Ligomenides, P. A. Visual Languages. New York, Plenum Press. 1986, 460 p.
- 8) 笠原久嗣, 岸本登美夫. 画像データベースナビゲーション. 電子通信学会技術研究報告, IE 88-46 p.71-78 (1988)
- 9) 坂内正夫. 画像検索技術. 電子情報通信学会誌, J 71 (9)911-914 (1988)
- 10) Inagaki, K., Kato, T., Hiroshima, T. and Sakai, T. MACSYM: A Hierarchical Parallel Image Processing System for Event-driven Pattern Understanding of Documents. Pattern Recognition. 17(1)85-108(1984)
- 11) 長谷川純一, 岡田憲武, 鳥脇純一郎. 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. 電子情報通信学会論文誌, J 71-D(3)549-560(1988)
- 12) 長谷川純一, 久保田浩明, 鳥脇純一郎. 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. 電子情報通信学会論文誌, J 70-D (11)2147-2153(1987)
- 13) 加藤俊一, 下垣弘行, 栗田多喜夫, 坂倉あゆみ, 水鳥哲也, 市川充. マルチメディア画像対話型データベース—TRADEMARKとART MUSEUM—. 情報処理学会研究会資料, DB-70-3 p.1-8(1989)
- 14) 日本特許情報機構. PATOLIS:Patent On-Line Information System. (1985)その他, 特許庁, 及び, 日本特許情報機構の関係資料.
- 15) 盛田栄, 長嶋祐二, 長嶋秀世. 商標図形の記述方法に関する検討. 電子情報通信学会技術研究報告, PRU 87-111 p. 15-22(1988)
- 16) 桑山弥三郎. マーク・シンボル 1, 2. 東京, 柏書房 1972, 228 p., 218 p.
- 17) Anderberg, M.R. Cluster Analysis for Applications. NewYork, Academic Press 1973, 359 p.
- 18) 栗田多喜夫, 下垣弘行, 加藤俊一, 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—. 情報処理学会研究会資料, CV-57-1(1988)
- 19) 加藤俊一, 水鳥哲也, 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. 電子情報通信学会技術研究報告, PRU 88-18 p.17-24(1988)
- 20) 加藤俊一, 水鳥哲也. 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. 電子情報通信学会技術研究報告, DE 88-32 p.17-24(1989)