目 次

1 序論 **1**

1.1 本研究の背景と経緯 1
1.2 本研究の目的 2
1.3 本論文の構成 2

2 画像データベース **3**

2.1 画像データベースシステムの内容 3
2.2 画像データベース構築上の重要な課題 4
2.2.1 画像データの構造化 4
2.2.2 画像データの検索 7
2.2.3 データベースシステムの管理 8
2.3 画像データベースの実際例 9
2.3.1 地図データベース 10
2.3.2 オフィスにおける画像データベース 10
2.3.3 放送や教育分野での応用 10

3 商標・意匠データベース TRADEMARK **12**

3.1 商標・意匠図形データの類似画検索 12
3.1.1 類似画検索の必要性 13
3.1.2 商標・意匠図形の構成と特徴 13
3.1.3 商標・意匠図形の検索を機械で行なう上の問題点 14
3.1.4 商標・意匠図形管理の現状 15
3.2 TRADEMARK の機能 15
3.3 TRADEMARK システムの構成 16
3.4 TRADEMARK システムにおける類似画検索 18
3.4.1 図形特徴空間 18
3.4.2 検索アルゴリズム 18
3.5 TRADEMARK システムの現状 19
3.5.1 失った機能 19

4 類似性を測る視覚心理実験 **21**

4.1 実験内容と環境 21

4.2 実験結果 . . . 21
4.3 従来の TRADEMARK で対象としている類似画検索 . . . 25
4.3.1 従来の手法では回転不変な類似画検索できない理由 . . . 25
4.3.2 従来の TRADEMARK で部分画検索できない理由 . . . 25

5 設計方針 27
5.1 データ登録 . . . 27
5.1.1 商標 ・意匠の図形データの正規化 . . . 27
5.1.2 図形データのノイズの削除 . . . 28
5.1.3 特徴パラメータの抽出 . . . 28
5.2 検索範囲の広大 . . . 30
5.2.1 回転不変な類似度 . . . 30
5.2.2 部分的な類似度 . . . 30

6 実現した機能 31
6.1 データ登録インタフェース . . . 31
6.1.1 データ切り出し部 . . . 31
6.1.2 ノイズ削除部 . . . 33
6.1.3 パラメータ抽出部 . . . 34
6.1.4 データ登録インタフェースの実現 . . . 35
6.2 回転不変な例示画検索 . . . 36
6.2.1 同心円記述法 . . . 36
6.2.2 同心円記述法を回転不変な類似画検索に導入 . . . 36
6.2.3 回転不変な類似画の実現 . . . 37
6.3 部分画検索 . . . 38
6.3.1 本研究における部分的な類似画の定義 . . . 39
6.3.2 新たなアルゴリズムの提案 . . . 39
6.3.3 部分画検索の実現 . . . 40

7 検索実験と考察 41
7.1 実験目的 . . . 41
7.2 実験環境 . . . 41
7.3 実験結果 . . . 42
7.3.1 データ登録インタフェースの有用性 . . . 42
7.3.2 同心円特徴を用いた回転不変な類似画検索の実験 . . . 42
7.3.3 部分画検索手法を用いた類似画検索 . . . 43
7.4 考察 . . . 43

8 結論 45

謝辞 46

参考文献 47

Chapter 1

序論

1.1 本研究の背景と経緯

情報化社会の進展に従って、画像情報の処理解析を機械に実行させてみようという試みが、近年盛んに行なわれるようになってきた [1]。その理由としては、画像あるいは図形は、人間にとって最も基本的な情報の伝達そして理解の手段であるということが言える。目を通して受け取る画像情報は、人間が五感 (視覚、聴覚、触覚、臭覚、味覚) を通じて得る情報の約 8 割を占め、重要な伝達手段であるばかりではなく、文字や数字・記号だけでは説明しにくい基本的な表現形態となっている。社会的なニーズにも支えられ、ここ数年の画像情報処理技術の進歩は目をみはるものがある。例えば、病気診断におけるいろいろな画像情報機器の登場、航空機や人工衛星から撮影した地球表面の画像データからの解析技術、工場の生産で目を持ったロボット開発などに、社会的要求と技術発展の調和をとりながら急速に進歩している。これらの画像情報処理技術を背景に、最も重要だと思われる画像データベースの構想および具体化が行なわれつつある。

画像データベースというのは、大量の画像情報を効率良く、入力・蓄積・編集・管理でき、どの画像情報に対してもどのような形でも利用者が検索また出力できるようなデータベースある。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で開発された TRADEMARK (Trademark and Design Database with Multimedia Abstracted Pattern Representation on Knowledge Base) システムは商標・意匠図形を対象としたこのような画像データベースシステムの一つである。町で商品のシンボルとして良く見られる商標・意匠には、一種の知的所有権が認められている。図形を新たに商標として登録する場合には、類似した図形が既に商標として登録されていないかどうかを調べる必要がある。現在、日本の特許庁には数十万件の膨大な数の商標図形のデータが登録されており、それらは年間数万件ずつ増加している。現在、このような類似性の判定を含めた検索作業は、目視検査により行なっているが、データ量が多くまた、審査基準がはっきりしてないため類似性を判断することが難しい。商標・意匠図形の類似画検索を計算機上でできるようなシステムが非常に重要である。以上のような背景に、商標・意匠データベース TRADEMARK が開発された。

1.2　本研究の目的

１９８８年に開発された以降に、外部I/O 機器、システムの入れ換えやソフトウェア上の問題があり、現在のTRADEMARK (登録されていたデータ数１６００件) データベースシステムでは新たな商標図形の登録ができない。また、従来のTRADEMARK システムの類似画検索の手法では、図形の全体の濃淡や概略形状以外のものは尺度としてあまり考慮されてないため全体画像の回転不変な類似性と部分的な類似性を測ることが難しい。回転不変な類似性とは、二つの図形が全く同じ内容を持つが、傾きが違っているものである。また部分的な類似性とは、二つの商標 ・意匠図形が同じ部分構成要素が持っていてその部分要素はそれぞれの図形中に同じ位置に配置されているものである。実際に二つの図形の間に類似性を感じる理由を調べるために本卒業研究では、被験者により視覚心理実験を行った。その結果から商標 ・意匠図形のユニーク性を審査するためにはこのような検索尺度も非常に重要であると考えられる。本卒業研究では、TRADEMARK データベースシステムをユーザに使いやすくすると共にシステムの検索対象の範囲を広げることを目的とし、システムに簡単にデータ登録ができるようなデータ登録インタフェースの実現、また検索尺度として回転不変な類似度や部分的な類似度を測れるような機能の実現し、それらを従来のTRADEMARK システムに付加することを試みた。

1.3　本論文の構成

本論文の第 2 章では、画像データベースの概念や効率の良い画像データベースシステム構築する上の基本的な考え方について述べる。また、現在社会でどのような分野において画像データベースが多く用いられているかその実際例について述べる。第 3 章では、TRADEMARK データベースシステムについて述べる。第 4 章では図形間で類似度感じる理由を調べるために行なった、視覚心理実験の内容とその結果について述べる。第 5 章では、本卒業研究の目的、第 6 章では本研究で実現した機能、データ登録インタフェース、回転不変な類似画の検索、部分的な類似画検索について述べる。第 7 章では、第 6 章で述べた機能を用いて、商標 ・意匠図形の類似度測定を行なった実験結果を示す。最後に、実験結果を踏まえて本研究の検索手法についてまとめる。

Chapter 2

画像データベース

情報化社会の進展に従い、効率の良い画像データベースシステムの社会的な強い要求がますます高まってきている。本章では、画像データベースの概念 、効率の良い画像データベースを構築する際注意すべき点、具体的には、画像データベースの構造化、検索手法 、システムの管理、現在社会におけ画像データベースの要求とその発展上の問題点、現在画像データベースがどのような分野で使われているかその実際例について述べる。

2.1 画像データベースシステムの内容

画像データベースとは、大量の画像情報を効率良く、入力 ・蓄積 ・編集 ・管理でき、ユーザがデータベース中のどのデータに対してもそれらの機能を使えまた、どのような形に対しても検索ができるデータベースである。効率の良い画像データベースを構築する際、その有用性は以下の六つの項目にある。

1. 膨大なかつどのような画像データにも適応できる
2. 多くの人が利用できる
3. 必要なときに必要なデータが得られる
4. 得られたデータに対して、処理でき、価値を高ることができる
5. データの整理整頓などを簡単に管理できる
6. データの検索に柔軟性即時性がある

また、画像データベースを構築する上で必要となる要素としては、高解像度なカラー画像表示装置、大容量な光ディスクファイル、高速 ・大容量の光ケーブルネットワーク、LSI 化された高速イメージプロセッサ、イメージスキャナー、操作しやすいタッチパネル、コンソール機器、パターン認識 ・画像処理や画像理解に関する技術などがある。これらの技術の発展あたって、より良い画像データベースの構築も発展して行くのではないかと思われる。

現状では、画像データベースの実用システムはまだ少ない。技術的に大量の画像データを入力し、蓄積し、管理するところが未成熟である。また、システム構築およびシステム利用のコストがまだまだ高いことも実用システムの少ない理由の一つである。安くて大容量な、かつ高速アクセス可能な画像ファイルの必要性がまず重要である。図２。１のグラフは、現在の画像データベースの使用されている実態を表す。

画像入力・作成技術
画像蓄積・管理技術
画像検索技術
画像伝送技術
画像表示技術
システム価格・使用コスト
画像処理技術への過大期待
著作権の問題
高度なシステムの要求
その他

図２．１　実用システムの現状

2.2　画像データベース構築上の重要な課題

画像データベースシステムでは、画像データの構造化、検索方法と全体のデータベースシステムをどう管理するかが重要な課題である。すなわち、二次元的な情報を持つ大量の画像データをどのように蓄えるか、データベースへの変更、追加、修正といった編集処理、また検索の際ユーザの要求にどれぐらい適用できるかが従来の文字・数字データベースのメカニズムと大きく異なる。現在の画像データベースシステムでは、以上の三点についてどのような手法が用いられているかを次節で述べる。

2.2.1　画像データの構造化

多くの画像データの場合、データは二次元に配列され、またそのデータ量はかなり膨大なものである。そのために、画像データベースを構築する際、従来の文字・数値データで使われていたアクセスメカニズムでは足りない。それ以上効率の良い圧縮技術とアクセスメカニズムが必要となる。画像データの表現方法について次に説明する。

線画表現

線画とは、地図・回路図・機械図・スケッチなど直線や曲線であらわされているものである。ディジタル画像として２値情報（線分-“１”、背景-“０”）で表すとデータ量が多いので、一般には線分だけの表現で圧縮する。例えば、図２．２に示すようにフリーマンチェイン符号で表現する [2]。この手法では、線分を構成する画素の連結性

(リンク) を 8 つの方向コードで表現したものと、始点の座標のペアで 1 つのストロークを記述する。これによる圧縮率は 3 bit/リンクである。また、線分の微小な変化にこだわらない場合はもっとデータ量を少なくすることができる。

図 2．2　線分のチェイン符号表現

2 値画像表現

線画と異なり、領域を持った 2 値画像表現の例を、図 2．3 に示す。境界線だけによる線画表現がとりにくく、また 2 値画像のままではデータ量が多いときなどでは、ランレングスによる圧縮が用いられる。ランとは、図 2．3 に示すように、走査方向に沿って連続して存在している領域上の連続点列である。ランは両端の座標か、片端の座標とその長さで表現され、領域の大きい画像に対しては数分の一から数十分の一程度のデータ量の圧縮になる。

図 2．3 ランレングスによる 2 値画像表現

濃淡画像表現

階調をもった画像のディジタル表現の基本は図２．４に示すようなものである。基本的な考え方は、ある点の濃淡値はその近傍のものに似ており、相関が高いという性質を利用することである。例えば、ある点の濃淡値をこれまで走査してきた近傍の値で予測し（x′ = a+(c-d)/2), 実際の濃淡値（x）との差を符号化するものである。x′-x の値は一般に小さな値になるので、少ないビット数ですむことになる。この方式で数分の一程度に圧縮できる。

図２．４ 濃淡画像表現

構造化

画像データベースの構築においては、データの圧縮だけではなく、検索や編集するためには柔軟な構造にすることも重要である。例えば、ある画像を粗く見て全体を把握できるが、部分的に微細に調べて見たいとすると、図２．５に示すピラミッド構造による画像表現する必要がある。これは最も高い階像度の画像を最下層にして、順に２ x ２の画素領域の平均値を上の画素値として積み重ねていくものである。必要に応じてある層の画像を取り出すことができる。しかし、この場合データ量がかなり増加さ

れる。

図２．５ ピラミッド構造による画像表現

2.2.2 画像データの検索

従来の文字・数字データベースと比べて画像データベースの検索項目の入力法や出力結果の表示法は難しい。検索入力と画像そのものを対象とした場合、あらかじめ画像データの持っている特徴やそれらの位置関係の情報を持つファイルを作成する必要がある。どのような特徴を利用するかは、検索の方法や画像の内容によって変わる。出力結果はほとんどの場合画像そのものを表示することになる。その媒体としてはモニタや写真としてハードコピーが用いられている。検索内容としては現在次のものが良く使われている。

付属情報による画像検索

画像データを二次ファイルとして扱い、検索そのものは従来のデータベースと同様に行なわれる。この場合、付属情報は検索用キーワードで表されることのみならず、関係データベース形式のように表されることも少なくない。リモートセンシング画像データや医用画像データなどにこのような例が多く見られる。

ガイド画像による画像検索

目的とする画像データそのものを扱うと記憶容量やアクセス速度の観点から実用的でない場合、簡単化された画像 (スケッチや地図のような抽象化された画像) をガイドにして検索を行なう。ガイド画像を用いてユーザに見せながら、目的とする画像を会話的に検索していくわけである。例えば、細胞のスケッチから顕微鏡細胞画像や肋骨線・肺のスケッチから胸部 X 線画像などを検索して表示する。

スクロール表示による画像検索

空間的に広がった大きな画像から、部分的な画像を探していく。例えば、日本全土をカバーするような衛星写真フィルムから、１００ km 四方の画像データを検索していく場合、その１００ km 四方の窓をファイル上を動かして表示画像を見ながら探す。これらの作業は、トラックボール、マウスなどのマンマシンインタフェース機器によって会話的に行なう。

内容記述による画像検索

付属情報には直接記述されていない、画像データの内容を言葉で示すことにより、対応する画像を検索する。例えば、あるマークと別のマークを横につないだマークを検索したい。この場合、付属情報にその画像に関する全ての記述を前もって作っておくことは難しく、また検索内容が画像ファイル内の部分的なこともあり、画像内容をチェックしながら検索する必要がある。

例示画像呈示による画像検索

このような検索では、画像の内容を言葉で記述するより、欲しい画像のスケッチ画などを示して検索を行なう。どのように類似画を決定するかが重要な課題である。一般的には、ぴったりマッチしたものを探す方法（テンプレートマッチング）、また画像データから予め特徴パラメータを抽出しておいて、そのパラメータの距離によって検索する方法が用いられている。本卒業研究は、このような検索例の一つである。

2.2.3 データベースシステムの管理

画像データベースシステムを管理するためには、画像データ構造に合ったように画像を入力し、編集する管理機能と、マンマシンインタフェースを備えた検索機能そして、システムそのものを運営するための管理機能を必要とする。効率の良いシステム管理は画像データベースシステムを構築する上で非常に重要な課題である。

データ管理

従来の文字・数字データベースと同様に画像データベースでも画像データの入力から編集までの効率が良くないとデータベースとあまり高く評価されない。入力側は、どのような形や量でも入力でき、前もって設定したデータ構造に変換しながらファイル化すると同時に必要な付属情報もキー入力なり他のデータファイルからの転送で入力する。編集側では、初期入力時に起こる誤りの訂正や初期入力後のデータの変更・追加などのために、画像および付属情報に対する編集が行なわれる。古い画像から新しい内容の画像への置き買えや修正、次々と生じる新しい画像の追加、不必要となった画像の削除などを効率良く実現される必要がある。

検索管理

マンマシンインタフェース機器、特にディスプレイと画像用会話機器を使いながらの検索入力を解釈し、画像データベース管理機器に要求を出す。付属情報に関する検索、画像処理を必要とする検索、会話機器制御だけが主となる検索など、いろいろな形が行なわれる画像検索の指示を判断し必要な処理を実行し、システムの方で管理する。検索の方では、ユーザの要求に応じて、いろいろな尺度から検索ができ、また、それらの尺度の join 演算ができることも重要である。そして、画像検索の結果として生じる画像表示の制御も行なう。

システム管理

画像データをユーザが統一的に取り扱えるシステムとしての管理機能が効率の良い画像データベースでは必要となる。画像入出力装置、画像処理装置、画像ファイル装置そして会話用機器を有機的に動かし、画像データベース管理および画像データ解析を実現すると共にこれらの機器をうまく制御し、管理する。これらによって、画像データベースの価値を高められる。図の 2。 6 に、画像データのトータル利用システムの概念構成を示す。

図 2．6 画像データベースのトータル利用の構成概念

2.3 画像データベースの実際例

画像データベースは既にいくつか存在し、一部の分野においてよく使われているが、まだまだ社会の要求に対してまだ不十分だといえる。その理由として、画像装置の値段の高さ、大容量かつ高速アクセス可能な画像ファイルの普及があげられる。しかし、コンピュータを利用する全ての人々にとっては、画像は一覧性があり情報理解のスピードは速く、画像データベースの効用は非常に高い。このことより、画像データベース

や画像処理のメカニズムの進展は現在の情報科学にとって重要な課題である。現在どのような画像データベースが利用されているかを次に述べる。

2.3.1 地図データベース

目的の場所までの距離、また途中のサービス情報などを地図から知りたい場合にこのようなデータベースが必要とする。主に使われているところは次の通りである。

1. 観光案内
2. 犯罪 ・災害対応
3. リモートセンシング
4. 医用画像データベース

病院や治療所では、患者のレントゲン、アルタソノグラフィなどのような画像情報は医者や検査技師がよく見ている。手術する時にもこのような情報が非常に重要である。また、医用の研究分野でも画像情報が頻繁に利用されている。主に使われているところは次の通りである。

1. 病気診断
2. 治療への利用
3. 医用や薬剤の研究

2.3.2 オフィスにおける画像データベース

設計、事務管理、経理事業などの現場で用いられている図形や画像情報は、文字 ・数値データと共にますます増加している。図形画像データの方が直観的であり、一覧性であるため人間にとって親しみやすい。会社や研究所において画像データベースの要求がますます高まっている。主に使われているところは次の通りである。

1. 設計事務所
2. デザイン事務所
3. 銀行や秘書事務所

2.3.3 放送や教育分野での応用

テレビの放送や学校教育において、画像情報の生成編集そして利用の過程で画像データベースは有効に使われている。主に次のような媒体として使われている。

1. 放送映像作製

2. 教育資材作製支援への応用

3. 天気情報での画像データの利用

Chapter 3

商標・意匠データベース TRADEMARK

本卒業研究の対象となっている TRADEMARK (Trademark and Design Database with Multimedia Abstracted Pattern Representation on Knowledge Base) は第２章で説明したような画像データベースシステムの一つである。商標・意匠図形を対象とした、例示画から類似画検索ができる機能を持つこのデータベースシステムは１９８８年に電子技術総合研究所の知能システム部対話システム研究室で開発された。本章では、TRADEMARK システムの構成、システムの機能、商標・意匠図形の構造的特徴、用いられている検索手法 [3]、TRADEMARK の現在の状況について述べる。

3.1 商標・意匠図形データの類似画検索

商標・意匠は企業やその商品のシンボルとして良く見られる二次元的図形である。現在、日本の特許庁にこのようなデータが約数十万件が登録されており、これらは年間数万件づつ増加している。図の３．１に商標・意匠図形の一例を示す。

図３．１商標図形の例

3.1.1 類似画検索の必要性

日本では、商標・意匠図形には商標権・意匠権と呼ばれている一種の知的所有権が認められている。その表現は法的に保護されている。そのために、企業や商品に新たな商標図形を付けるときには特許庁の許可が必要となる。特許庁が許可を与える前にその図形がユニークであるかを調べる。ユニーク性は今まで許可出された商標・意匠の図形と類似度によって調べる。新たに出されたその図形のユニーク性が認められれば特許庁ではその使用許可を出し、登録する。

3.1.2 商標・意匠図形の構成と特徴

商標・意匠図形は製作者の個性や感覚によりさまざまな形態やデザインをとる [4]。商標・意匠図形は一般的に次のような特徴を持つ。

1. 線要素と面要素

   二次元的情報を持つ画像データとして、文字や回路図形が挙げられるが、これらのほとんどは線要素のみから構成されている。一方、商標・意匠図形はこれらと違って、線要素以外にも面要素も内容として持っている。これらの面要素は商標・意匠図形にとって重要な情報を持っている。このことより、従来の文字や回路のパターン認識ではこのような図形の認識や検索が不可能である。

2. 図と地の関係

   図というのはある図形の中で人間が良く注目する情報。例えば、図 3.1 では黒くベタ塗りされている部分が図である。一方、地というのは、人間が無視する情報。例えば、図 3。3 においてベタ塗りされている黒い面の間の白い部分。従来の文字や回路図形の認識の場合これらの情報は必要ではなかったが、商標・意匠図形においてはこれらも重要な情報である。

3. 意味的な解釈

   日本語の漢字文字と同様に商標・意匠図形も意味的な情報を持っている。人間の目で見てこのような意味的な分類は簡単であるが、このような作業を計算機上で行なうのは困難である。例えば、図 3．4 に示している商標図形は全てローマジの H (大文字) を意味している。

図３．４ 意味的に類似している商標図形の例

3.1.3 商標 ・意匠図形の検索を機械で行なう上の問題点

前節述べたように、商標 ・意匠の図形は線要素や面要素の二つの要素が混在していることや図と地の関係またそれらが持っている重要な情報、これらの全てを考慮して機械上で検索することが従来の文字パターンや回路パターンと同様にはできない。そのため新たな検索手法と共にパラメータの設定を考える必要がある。このアルゴリズム上の問題以外にもこのような図形を検索する際、次のような問題が生じる。

1. データ入力上の問題

   図形データは一般的に画像入力装置、例えばカメラやイメージスキャナなどによって入力される。入力行なう時、その装置の調子や環境設定の違いによって同じ商標 ・意匠のデータでも異なった形で入力される。また、入力するときデータが多少傾いたりすることもあり得る。このような場合、人間によって類似度を測ると問題が生じないが、機械で行なう時、座標ごとの濃淡が変わってくるために類似している図形でも違うように検索される。

2. 類似度の尺度

   類似度の尺度というのが人によって異なる。人間は様々なレベルで類似度を感じるがそれらを全て機械検索にインプリメントすることは困難である。そのために、ある一定の基準に基づいて機械検索を行おうとすると、その結果を全ての人々に納得させることが難しい。また、意味的に類似していることが商標 ・意匠の図形にはよくある。人間の目ではこのことがすぐに分かるが、機械にこのような類似性を理解させることは難しい。このようなことはニュロコンピュータの分野での重要な課題であると思われる。

3.1.4 商標・意匠図形管理の現状

現在、特許庁ではこのような審査を、主として目視検査によって行なっている。過去に登録されている商標・意匠図形の膨大なデータベースとつき合わせて検索作業が行なわれる。この作業をスムーズに行なうために、商標・意匠図形においては、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を割り当てている [5]。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。この方法は、分類方法が専門家の好みによって左右されやすく、膨大なデータベースを目で検査するため労力が大きい。このような現状により、商標・意匠図形の類似画検索を計算機上で行なう必要性が高まり、商標・意匠データベース TRADEMARK が開発された。

3.2 TRADEMARK の機能

従来の TRADEMARK システムでは、効率の良い画像データベースとして必要となる以下の五つの機能が実現された。

1. 知的文章入力

   画像データと文章データが混在するデータファイルより文章と画像を識別し、別々に登録手法が TRADEMARK システムで実現できた。文章データと画像データが混在するデータを一枚の画像データとして取り込み、自動的に文章データの領域と画像データの領域を取り出す。入力の際、画像データから検索の時に必要とするパラメータを抽出し、それの正規して、各々のファイルに登録する。また、これらより索引を作成する。

2. 構造化蓄積

   TRADEMARK では、一つの画像データより作成される正規化された画像データ、図形の説明用のテキストデータ、画像データから抽出された特徴パラメータデータ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

   TRADEMARK では、図 3.2 に示す登録された図形データを見られるようなブラウザーだけではなく、ユーザからの手書きスケッチなどをシステムに提供するとそのデータをもとにしてデータベース中に例示画検索を行なう。また、類似画検索の際、ユーザが自分の主観に近い尺度を自由に選べることができるように

した。

図３．２ ブラウザー上で見られる商標図形

4. 知的文章出力

   TRADEMARK システムでは、検索された結果をテキスト ・図形や関連コード (文字コード) など混在したマルチメディア文章としたものが Viewer 上で見られるように実現された。

5. マルチメディア通信

   ネットワーク上の利用者のことを考慮し、図形データ、テキストデータを混在したマルチメディア通信できるように実現された。

3.3 TRADEMARK システムの構成

TRADEMARK データベースシステムは （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 [3]。図

３．３は機能面から見たシステムの構成図である。

図３．３ TRADEMARK の機能構成

1. 構造化入力部

   図形とテキストを混在する入力画像から図形データ領域とテキストデータ領域を識別し、図形は各図形パターン毎に、また、テキストは記事ごとにデータベースに別々に蓄積される。入力画像は、商標・意匠図形等が記載された文献の各ページで、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２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、修正できる。また、商標・意匠図形に対して各特徴パラメータ（3．4.1 参照）を抽出し、それをマルチメディア概略索引へ追加する。

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種類に分類されている。（1）入力画像や構造化された画像データ、（2）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、（3）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。現在のシステムでは、各特徴パラメータごとに独立に類似画検索ができる。また、利用者が複数のパラメータを組み合わせた検索をしたいとき、複数のパラメータを定義し、それを用いて類似画検索を行なう。

3. 再構成出力部

   TRADEMARK では画像データベースの高度利用が考慮されている。検索された画像の結果をユーザが二つの方法で Viewer によって見ることができる。一つ目は、類似度の距離によって値の小さい順に並べ換えた図形データの一覧表（30個）。また、それらの各データに対して詳しい情報を知りたい時、別の Viewer で画像データ、その説明用のテキストデータ、コード情報を合成させたマルチメディア文章が見られるようになっている。

3.4 TRADEMARK システムにおける類似画検索

TRADEMARK データベースシステムでは、商標・意匠図形の全体的な印象を濃淡信号や空間周波数で、また、図形構造の階層性やレイアウト上の特徴は局所的な信号の相関などで表現し、それらを人間の視覚系の自然なモデル化と定義した。また、これらに基づいた図形の表現法を図形特徴空間（GF 空間 :Graphical Feature space）と呼んだ。

3.4.1 図形特徴空間

TRADEMARK データベースシステムでは、画像データから GF 空間特徴を抽出し、その特徴を用いて図形間の距離を測定し、それによって類似画検索を実現した。以下に各々の特徴パラメータについて述べる。

1. 濃度分布 ：対象図形を 8× 8 または 4× 4 のメッシュに分割して、各メッシュ内の黒画素数 m_i で濃淡信号を表現する。対象図形のエッジ部分に対して同じくパラメータを抽出する。8× 8 と 4× 4 の場合それぞれ 64 次元ベクトルと 16 次元ベクトルとなる。

2. 周波数分布 ：対象図形を縦または横に四つの短冊型のメッシュに分割し、メッシュ毎に黒と白画素のランの長さ、平均と度数分布をで周波数分布を表現する。ランの長さが 16 次元、ランの平均が 16 次元とランの分布が 256 次元ベクトルとなる。

3. 局所相関 : 対象図形を 4× 4 個のメッシュに分割し、隣接するメッシュでの黒画素数の相関 を m_i ・m_j で表現する。これも 16 次元ベクトルとなる。

4. 局所コントラスト ：局所コントラスト同じように分割し、$(m_i - m_j)/(m_i + m_j)$ で表現する。これは 16 次元ベクトルとなる。

3.4.2 検索アルゴリズム

商標・意匠の図形が似ている場合それらは GF 空間上でかなりの近いところになる。これを利用して TRADEMARK システムで類似画検索には以下のようなアルゴリズムを利用した。

1. 各図形 k に対して、GF ベクトル p_ik を求める。
2. 検索対象となる図形を、GF 空間上の点 q_i 写像する。
3. 対象図形と商標図形 k との図形的距離 d_k を

$$d_k = \sum w_i * (q_i - p_ik)^2$$

により定義する（w_i は適当な重み付け）。これは複数の画像メディア上での、結合演算に必要とする。

4. 小さい d_k から順に、候補画像をし、小さい順に３０個を画面に表示する。

3.5 TRADEMARK システムの現状

１９８８年に開発された以降に、外部 I/O 機器、システムの入れ換えやソフトウェア更新上の問題があり、いくつかの機能の整備を必要とする。現在このようなシステムの実用化の要求が高まっていることより、当時の機能を再構築する必要が出てきた。当時（１９８８年）に、登録されたデータ数は１６００件であったが、データ数が増加することによって、システムの検索能力や検索速度がどう変化するかを実験する必要がある。また、データ数が増加すると、いろいろな内容を持つ商標・意匠の図形が増えてくるため、現在の検索対象の範囲にそれらの類似性を測ることができるかどうかも実験する必要がある。また、それが全てできない場合、新たな検索技術の提案が必要である。以下に失ったそれぞれの機能について述べる。

3.5.1 失った機能

第３．１節で開発された当時に TRADEMARK システムが持っていた以下の五つの機能について述べた。

1. 知的文書入力
2. 構造化蓄積
3. 例示画・類似画検索
4. 知的文書出力
5. マルチメディア通信

開発以来、外部 I/O 機器、システムの入れ換えやソフトウェア上の問題があり、現在の TRADEMARK は機能３以外全てが失われている。つまり、当時登録されたデータに対して、例示画・類似画検索ができるのみとなっている。新たにデータ登録ができないため、そのデータに対して検索、出力ができない。特に実用化に向けた大量デー

タを対象に実験を行なうため、これらの機能の整備が必要である。具体的には、新たなデータを登録するためデータ登録インタフェースの開発とその正規化とデータファイルより特徴パラメータを抽出する機能を作成する必要がある。

Chapter 4

類似性を測る視覚心理実験

本卒業研究では、二つの図形間の類似性を感じる理由を調べるために、視覚心理実験を試みた。本章では、その実験の内容、得られた基準と、従来の TRADEMARK システムの適用性について述べる。

4.1 実験内容と環境

大学性５人の被験者に２００個の商標・意匠図形を与え、似ていると思われるものの集合を作ってもらう実験を行なった。集合を作ること基準は被験者が自由に決めることにした。だた、商標・意匠図形の内部構成が意味的な情報が持っている場合が多いため、意味的な集合の作成をできないという条件を与えた。意味的な類似度も商標・意匠図形にとって非常に重要であるが、その類似度を測ることが難しいため (基準がはっきりしてない) 今回の実験の対象にしなかった。第３章の図の３．４に意味的に類似している図形例を示した。

4.2 実験結果

全節で述べたような環境に基づいて商標・意匠図形の類似度を測るために視覚心理実験を行ない、その結果として次のような基準が得られた。

1. 全体的図形の類似性 ：
   全体的に図形が類似している図形群がこのような集合に含まれた。これらには、全く同じ図形や全体の濃淡が似ている商標図形が多かった。被験者の全員ともこのような集合を作った。その内容は多少異なっていてもだいだいは同じ図形が集

合に含まれていた。図４．１にこのような図形群の一例を示す。

図４．１全体的図形の類似性の例

2. 部分構成要素の類似性 ：
ほとんどの商標図形が幾つかの部分要素から構成されている。その部分要素が似ている商標図形の群がこの集合に含まれていた。図形中にその部分要素の配置に関係なく、似ている部分要素があった図形同士がこの集合に多かった。被験者の５人の中で４人ともこのような集合を作った。残りの一人は、後ほど説明する部分要素の配置の類似性の集合とこのような集合をまとめて、部分構成要素の配置の類似性と名称した。図４．２にこのような図形群の一例を示す。

図４．２部分構成要素の類似性の例

3. 概略形状の類似性 ：
商標図形の中身に関係なく、外側の形状が似ていることよりこの集合ができた。外側が円の形をしている図形同士また、三角、四角や多角の形状の図形がこの集合に含まれていた。被験者の全員がこの集合を作った。図の４．３にこのような

図形群の一例を示す。

図４．３概略形状の類似性の例

4. 回転不変な類似性　：
被験者の５人の中で４人ともこのような集合を作った。４人中で１人の被験者このような類似性を方向性不変な類似性と名称したが、内容は他の二人とほば同じであった。全く同じ内容を持つ図形同士の角度が違う、部分的に傾きが違っているまた、矢印を内容として持つ商標図形群で矢印の形が同じだが、方向が違っている、このような図形群がこの集合に含まれていた。図の４．４にこのような図形群の一例を示す。

図４．４ 回転不変な類似性の例

5. 部分構成要素の配置の類似性
被験者の中で３人がこのような集合を作った。部分構成要素が内容的に違っているが、図形中の部分構成要素の配置が同じである商標図形群がこの集合に含まれ

ていた。図の４．５にこのような図形群の一例を示す。

図４．５ 部分構成要素の配置の類似性

6. 模様の類似性
被験者の全員がこの集合を作った。概略形状に関係なく、図形中の模様が類似している商標図形群がこのような集合に含まれていた。被験者によって、この集合の名称は、コントラストの類似性、パターンの類似性また、内部模様の類似性と異なっていたが、内容はほとんど同じであった。このような図形群の一例を図４．６に示す。

図４．６ 模様の類似性の例

これら以外にデザインの規則性、連続性、位相幾付字的に似ているこのような被験者によって異なった類似性も得られた。また、どの集合にも含まれなかった商標図形が２７個あった。

4.3 従来の TRADEMARK で対象としている類似画検索

従来の TRADEMARK システムでの検索手法は、主に図形データの全体濃淡と概略形状に注目し、類似画検索を行なっている。第３章で述べたように、個々のパラメータ空間上で検索対象となる図形とデータベース中の図形のベクトルごとの距離を測りそれらの和が図形間の距離としている。そのために結果的に、全体濃淡が一様である図形同士、概略形状が似ている図形同士、構造的な類似性が検索結果の候補として優先されやすい。これらのパラメータや図形間の距離測るアルゴリズムでは、回転不変な類似性や、部分的な類似性が検索できない。しかし、心理実験の結果から商標・意匠図形のユニーク性を調べるためこれらの検索尺度も重要であるといえる。従来システムでそれらの実現できなかった具体的な理由を次に述べる。

4.3.1 従来の手法では回転不変な類似画検索できない理由

従来のパラメータ抽出手法では、商標図形データを幾つかのメッシュに分割し、その分割された部分のなかでの３．４．１に述べたようなパラメータの抽出を行なった。ここで、図形が多少回転されると、各メッシュ内の情報量に変化が生じる。つまり、同じ図形でも多少回転されると、全てのメッシュ内のベクトル値が違ってしまい、図形間の距離を測る時、それらの和を取るため、そのパラメータ空間上で図形同士の距離がもっと離れてしまう。これが、従来のシステムで回転不変な類似画検索ができない主な理由である。図の４．７にこれの実際例を示す。

図４．７ 従来のシステムで回転不変な類似画検索ができない理由

4.3.2 従来の TRADEMARK で部分画検索できない理由

従来の TRADEMARK システムでは、類似画検索する際、主に全体図形の濃淡や概略形状が尺度として用いられている。そのために、部分的に類似している図形が検

索結果の候補として現れにくい。システムのパラメータ空間での距離の計算には以下の式を用いられていた。

$$d_{xy} = \sum_{i=1}^{k}(x_i - y_i)^2 \quad \cdots\cdots\cdots (1\ )$$

ここで、 d_{xy} はある一つのパラメータ空間での x と y 二つの図形の距離、i はベクトル、x_i と y_i は x と y の i 番目のベクトルの量を示す。従来の TRADEMARK システムでのパラメータ抽出は、図形データをある幾つかのメッシュに分けてそのメッシュ内で計算された。式 1 では、二つの図形での距離を各メッシュことの距離を全て加えた値として表している。

この計算式だと、部分的に類似しているあるいくつかのメッシュではかなり距離が近くても、その他のメッシュでの距離がかなり離れてしまい、全体距離が遠くなり、検索されなくなる。つまり、ある部分的 (メッシュ内) に類似度が高くてもその他部分で (メッシュ内) の類似度が低いと検索されない。それより、全体的の濃淡や周波数がある一定の距離以内であえば検索される確率が高い。このような計算式だと、部分的な類似度を測ることが不可能である。

Chapter 5

設計方針

5章では、本卒業研究で目標としている機能について述べる。5.1ではデータ登録インタフェースについて、5.2では目標としている検索機能、つまり回転不変な類似度と部分的な類似度について述べる。

5.1 データ登録

データ登録インタフェースの部分では、スキャナから取り込まれた商標・意匠の図形データ正規化し、それをシステムに適応することを目標としている。また、登録の際、図形データより各種の特徴パラメータの抽出も自動化することを考えている。この作業にあたって必要となるものは次に述べる。

5.1.1 商標・意匠の図形データの正規化

商標・意匠の図形データがどのような形式でスキャナから取り込まれるかまた、そのデータをどのようにシステムに適応させるかが重要である。本研究ではこの作業を次の基準で行なうことにする。

1. スキャナからの取り込み形式 (図形データのフォマット) は一定にする。
2. 取り込まれるデータの大きさは任意にする。

このような基準でユーザがスキャナからデータを取り込みそのデータファイルをシステムに与えるとシステムでは、そのデータファイルより、図形データのみ取り出し、図形データのノイズを削除し、その正規化を行なう。正規化された商標・意匠図形を画面に表示し図形、データの確認をユーザが行なう。確認後、TRADEMARKシステムでその登録を行ない、登録後検索システムでその検索とその検索結果が見られるようにすることを目標としているデータ登録インタフェースである。

5.1.2　図形データのノイズの削除

ユーザがなんらかの画像取り込み装置を用いて商標・意匠の図形を取り込む際、その図形データにノイズが入ってしまう可能性が考えられる。取り込まれたデータをビュアーで見てもし、ノイズが入っていて奇麗に図形データを切取り処理が行なわれてない場合、新たに取り込むことが考えられるが、一々この作業を繰り返すことがユーザにとって面倒であるため、本研究では図形データの正規化を行なうとき図形データのノイズ処理を行なうようにする。研究の対象となる商標・意匠の図形には以下のようなノイズが現れる可能性があると考えられる。

1. 図形データ中に含まれているノイズ

   商標図形の中にもしノイズがあるとしたら、それを取り出す処理は難しい。何故ならば、商標・意匠の図形には幾つかの点の重なりも場合によって、一つの部分となっていることもある。図5.1にはこのような図形例を示す。これらはノイズであるか、実際のデータであるかを判断することが難しい。これをノイズとして扱うと図形データ実際の情報量が減少されてしまい、特徴パラメータを抽出際、問題となる。このことより、商標・意匠図形内のノイズを削除することは不可能であると言える。

図5.1 図形中に含まれているノイズ

2. 図形データの回りのノイズ

   これは図形データの回り（外側の）に散らばっている黒画素を示している。本研究では、このようなものをノイズとして扱い、削除処理を行う。これらを削除しないと図形データを正規化する際、これらも図形データと見てしまい、実際のデータが小さくなってしまう。これらはパラメータ抽出際、また検索の際にも問題となる。

5.1.3　特徴パラメータの抽出

図形データの登録の際、商標・意匠の検索に必要となるパラメータデータを抽出をする必要がある。本研究では、データ登録の際、図形データより各種のパラメータデー

タを抽出しそれらをパラメータデータファイルに自動的に付加する。今回の実験には主に 2 種類のパラメータを用いることとする。

1. GF パラメータ
2. 同心円上のパラメータ

1 の GF パラメータには、第 3．4．1 に述べたようなものがある。本卒業研究では、その中の特に必要かつ効率が良いと思われる、濃淡分布と周波数分布を用いることにした。図の 5．2 にそれらを示す。

図 5．2 本研究で用いる特徴パラメータ

濃淡分布として次のものを計算する、

1. 図形データを 4× 4 または 8× 8 のメッシュに分割した場合の各メッシュ内の黒画素の数。
2. エッジ図形に対しても 1 の計算を行なう。

また、周波数分布としては次のものを計算する、

1. 図形データを縦と横に同じ大きさで四つの冊に分けた場合、各部分の中の黒と白のランの数、平均とその分布を計算する。
2. エッジ図形に対しても 1 の計算を行なう。

同心円上のパラメータについては次節に詳しく述べることにする。

5.2 検索範囲の広大

従来の TRADEMARK システムでは、主に全体濃淡と概略形状が検索の尺度となっているため、図の４．２と図の４．４に示したような類似画検索ができない。具体的には、次に説明する二つの機能が従来の TRADEMARK システムでは、検索対象となっていない。しかし、前章で述べた視覚心理実験の結果から、商標・意匠図形のユニーク性を調べるためにはこれらの類似画が検索結果の候補として現れるのが望ましい。本研究では、これらの検索機能を実現するために、新たな検索手法を提案し、実装する。

5.2.1 回転不変な類似度

回転不変な類似度というのは、二つの商標・意匠の図形データが全く同じ内容を持っているが、どちらかが少し回転されている。このような検索機能も商標・意匠図形の類似度を測るために非常に重要である。従来の TRADEMARK では、パラメータ設定上の問題によるこのような類似画検索が実現されなかったが、本研究では回転不変な類似画の実現するために、新たなパラメータを設定する必要があると提案した。６章でその具体的説明を行なう。

5.2.2 部分的な類似度

商標・意匠の図形はいろいろな部分要素によって構成されていることがよく見られる。検索対象となる商標・意匠図形のある部分要素がデータベース中の他の商標図形に全く同じ位置に配置されていることがあるとすると、これが商標・意匠図形のユニーク性を調べるときに客観的に類似していると思われる可能性がある。従来の TRADEMARK では、パラメータ空間の全体の距離を測って、一番近いものを選んでいるために、部分的に強く類似しているデータが場合によって検索結果に現れないことがある。このような図形を候補として表示するためには、従来の TRADEMARK システムのパラメータの距離測るアルゴリズムを新たに考える必要がある。

Chapter 6

実現した機能

本章では、再構築したデータ登録インタフェースの構成や機能と、同心円記述法 を用いて実現した回転不変な類似画検索、部分的に良く類似しているものも検索の候補として取り上げる手法を用いて実現した部分画検索について述べる。

6.1 データ登録インタフェース

データ登録インタフェースでは、ユーザから提供された商標 ･意匠図形のデータファイルからノイズを削除し、図形データを取り出してその正規化を行なう。正規化された図形をウィンドウ上で表示し、図形ファイルのデータベースへの登録を行なう。データ登録インタフェースは、 (1) データ切り出し部、 (2) ノイズ削除部、 (3) パラメータ抽出部の三つのサブシステムから構成されている。

6.1.1 データ切り出し部

データ切り出し部では、ユーザから与えられたデータファイルからヘッダ部分を切り出し、残りの部分より図形データを取り出し、その正規化を行なう。正規化された結果をウィンドウ上に表示する。

ヘッダの切り出し

本卒業研究では、図形データをスキャナで取り込む際、ファイル形式を X WINDOW DUMP(XWD) で 2 値画として保存したものをシステムに登録できるようにした。このフォーマット形式は X ウィンドウを使用しているマシンの全てにインストールされているので、一般的によく使われている。XWD のデータファイルのフォマット形式を表の 6 . 1 に示す [7]。ここで、各項目は 4 バイト整数型である。

ヘッダの切り出し処理は、ヘッダ部分から実際の図形データファイルの大きさ (縦と横の大きさが書かれているところ、表の 2 と 4 を掛けたもの) を取り出し、全体のファイルの大きさからその領域を引くと、スキャナーから取り込まれた図形データ (ヘッダなし) が得られる。

表６.1 X WINDOW DUMP ファイルのフォーマット形式

オフセット	ヘッダ名	内容の説明
0	header_size	Size of the file header
4	file_version	7
8	pixmap_format	Image format
12	pixmap_depth	Image depth
16	pixmap_width	Image width
20	pixmap_height	Image height
24	xoffset	Image x offset
28	byte_order	MSBFirst = 1,LSBFirst = 0
32	bitmap_unit	Bit map unit,8,16,or 32
36	bitmap_bit_order	MSBFirst = 1,LSBFirst = 0
40	bitmap_pad	Bit map scanline pad,8,16, or 32
44	bits_per_pixel	Bits per pixel
48	bytes_per_line	Bytes per scanline
52	visula_class	Class of color map
56	red_mask	Z red mask
60	green_mask	Z green mask
64	blue_mask	Z blue mask
68	bits_per_rgb	Bits per logical pixel
72	colormap_entries	Number of entries in color map
76	ncolors	Number of color structures
80	window_width	Window width
84	window_height	Window height
88	window_x	Window upper left X coordinate
92	window_y	Window upper left Y coordinate
96	window_bdrwidth	Window border width
100	name	Image name,null terminated text
(以下実際のイメージファイルとなる)		

図形の切り出しとその正規化

スキャナーから取り込まれた図形データファイルには図形データ以外にも回りに余計なデータが含まれている可能性がある。この部分ではそれらを削除し、図形データのみ切り出す処理が行なう。実際の処理は以下の順番で行なう (図形データの横方向の座標 x と縦方向の座標を y とする)。

1. 図形ファイルを左上から走査し、横方向の最初の黒画素が見つかったところの x と y の座標 (x_t, y_t) を求める。

2. その点がノイズであるかどうかを調べ、ノイズであった場合その画素の値を 0 とし、１を繰り返す。ノイズの判断について５．１．２で述べる。

3. y_{t+1} の行の左からの横方向の操作をし、最初の黒画素の x 座標 x_iを求める。これがノイズであるかどうかをチェックする。ノイズだったらそれの値を 0 とし次の画素を見る。x_i が x_t より小さい場合、 x_i を x_t に代入し、$y_(t+2)$ を左から走査する。

4. １から３までの走査を図形データの最後まで行ない、これによって求めた x_t と y_t は実際の図形の一番左上の座標となる。

5. 図形データの右下から１から４の走査を行ない、x_l と y_l を求める。これらは、実際図形の一番右下の座標となる。

6. 実際の図形の横方向と縦方向の大きさは以下の式によって求められる。

$$\text{横方向の大きさ} = \text{元の横方向の大きさ} - (x_t + x_l) \quad \cdots\cdots (1)$$
$$\text{縦方向の大きさ} = \text{元の縦方向の大きさ} - (y_t + y_l) \quad \cdots\cdots (2)$$

7. 縦と横の大きさに基づいて図形データのみ切り出し、ファイルに保存する。

図の 6.1 に切り出し処理の一例を示す。切り出された図形ファイルを、２５６ x ２５６にと１２８ x １２８に正規化しそれぞれファイル化しておく。切り出し処理を修了後、１２８ x １２８の図形ファイルをウィンドウ上に表示する。

図６．１ 図形データのみを切り出す処理

6.1.2 ノイズ削除部

商標・意匠図形には場合によって一つの点も内部情報として扱うことがあるため図形中のノイズの判断は難しい。そのことより、図形データの内部のノイズを本卒業研究では、ノイズとして扱わないようにした。今回ノイズ削除の対象となるものは、図形データの切り出した際、図形の外側にあると思われるノイズを削除する。ノイズの判断は以下の順番で行なう。

1. 7× 7の2次元の配列を用意し、全ての初期値を0とする。
2. 最初の黒画素が見つかったら配列の (4, 4) の値を1とする。
3. 見つかった黒画素の回りの8個の画素を黒かどうかをチェックする。
4. どちらかが黒であった場合、配列にそれに相当するところを1とし、その画素の回りの8個の画素を調べる。
5. 黒画素が見つかったらそれに対して、3と4の操作を繰り返す。見つからない場合、出発点に戻り、違う点について同じく調べる。
6. 黒画素が5個以上見つかった場合、処理を中断し、その点が実際のデータとして扱う。もし、5未満であたらノイズと判断し、それを反転する。

6.1.3 パラメータ抽出部

切り出し処理の修了後、正規化された図形がウィンドウ上に表示される。うまく図形が抽出されたとユーザに判断されたら (判断されたら別のコマンドを実行する必要ある) 図形データをデータベースにコピーし、また、図形データから抽出したパラメータをパラメータファイルに付加する。登録されたら、検索のウィンドウで登録されたデータに対して類似画検索が可能になる。ここで、パラメータ抽出は256× 256の図形データファイルから行ない、実際の表示には128× 128の図形ファイルを利用する。パラメータ抽出には、(1) GF パラメータ抽出と (2) 円形上のパラメータがある。パラメータを抽出の際、図形データのエッジ画像も作成され、それはエッジ用のデータベースに登録される。システムで用いられているパラメータファイル名とその内容は以下の通りである。全てのデータファイルの各商標図形のデータの前に文字型の16バイトのヘッダがついている。ヘッダ内容は、"trademark(number)" という形となる。ここで number は今まで登録されたデータ数 + 1である。エッジデータに対してパラメータ計算を行なう際、ヘッダは "edge(number)" となる。ここで、今まで登録されたデータ数 + 1である。これらなヘッダも検索の際、重要な情報として扱っている。次にパラメータ抽出後作成される各パラメータファイルとその内容について述べる。

1. GF パラメータ
   (a) gray: 商標図形を4× 4のメッシュに分割したとき、各メッシュ内の黒画素の数。16次元ベクトルとなる。
   (b) gray8: 商標図形を8× 8のメッシュに分割したとき、各メッシュ内の黒画素の数。64次元ベクトルとなる。
   (c) edgegray: エッジ図形を4× 4のメッシュに分割したとき、各メッシュ内の黒画素の数。16次元ベクトルとなる。

(d) edgegray8: エッジ図形を 8× 8 のメッシュに分割したとき、各メッシュ内の黒画素の数。６４次元ベクトルとなる。

(e) rev: 商標図形を縦・横各四つに短冊型のメッシュに分割したとき、各メッシュの黒と白画素のランの長さ。１６次元ベクトルとなる。

(f) lerev: e のように分割した場合、各メッシュ内の黒と白画素のランの平均。１６次元ベクトルとなる。

(g) rundist: e のように分割した場合、各メッシュ内の黒と白画素の度数分布ヒストグラムである。２５６次元ベクトルとなる。

(h) edrev: エッジ画像に対して e と同じくを計算する。１６次元ベクトルとなる。

(i) edlerev: エッジ画像に対して f と同じく計算する。６４次元ベクトルとなる。

(j) edrundist: エッジ画像に対して g と同じく計算する。１２８次元ベクトルとなる。

2. 円形上のパラメータ

(a) rotbp: 商標図形を１６個同心円の幾つかでマスクしたとき (6.2参照する) 各円形上の黒ランの数。１６次元ベクトルとなる。

(b) rotln: 円形上の黒と白画素のランの長さ。１６次元ベクトルとなる。

(c) rotav: 円形上の黒と白画素のランの平均。１６次元ベクトルとなる。

(d) rotdist: 円形上の黒と白画素のランの分布。１２８次元ベクトルとなる。

6.1.4 データ登録インタフェースの実現

図6.2に、実現したデータ登録システムの一例を示す。FN というコマンドラインにデータファイル名を記入し、ACCEPT コマンドを実行すると、6.1.1 から6.1.2で示したような処理を行ない、正規化された図形が画面に表示される。また、RECORD とコマンドを実行すると、6.1.3に述べた処理を行なう。

図6.2 本研究で実現したデータ登録インタフェース

6.2 回転不変な例示画検索

回転不変な類似例を図４．４に示したが、このような類似度を測ることは従来のTRADEMARK システムでは考慮していない。本卒業研究では、同心円特徴技術により、このような類似度を測ることを実現した。次に同心円記述法とそれによって実現した回転不変な類似度について説明する。

6.2.1 同心円記述法

対象図形の回転に対して不変な形状特徴を計測するために、この方法では、対象図形を包含する最小の円を基準とする。最小包含円の半径 r を均等に n 個に分割する同心円のセットの各円周 C_i 上において、次の二つの特徴量を求める。

1. 円周が対象領域を横切る回数 (交差数) k_i 。
2. この交差部分の長さ。

図６．３ 図形の同心円記述法

図形同士の距離は、このようなパラメータ空間上の距離によって求められる [6]。図の６．３にはこの記述法を示す。図形データから同心円特徴による記述を作成するには、まず対象領域を包含する最小円の中心および一番外側の円の半径を決定する。その半径を n 等分する同心円を発生させ、各円周と対象領域とが重畳した画素を交差画素として求める。また、交差の長さは、交差切片の始点、終点の座標から算出する。但し、円全体が領域に含まれる場合は交差数１で、交差長さは全円周長とする。

6.2.2 同心円記述法を回転不変な類似画検索に導入

本卒業研究では、商標・意匠図形の回転不変な類似度を前節で説明した同心円特徴記述法により、実現した。前節では、二つのパラメータについて説明したが、本研究ではそれ以外にも、円形上の黒画素と白画素のランの平均とその分布もパラメータとして用いることにした。以下に本研究では、円形上のパラメータをどのように抽出したかを述べる。対象とした図形データの大きさは２５６× ２５６である。

1. 同心円の中心を （１２８, １２８ ）、一番外側の円の半径を１２８とし、その半径を１６等分するように同心円を書く。

2. 次に見る画素を次の式によって決定する。

$$\mathrm{x} = x_o + \mathrm{r\ x\ cos(pi)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

$$\mathrm{y} = y_o \text{ - } \mathrm{r\ x\ sin(pi)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

   ここで、x_o と y_o は中心の座標である。r は各円周の半径。pi の値を０．５度づつ増加させたため、各円周の長さは７２０画素数であった。

3. ２と３の式を用いて、円周上の黒ランの数 （交差数）、その長さ （交差長）、長さの平均と分布を計算する。

4. このように１６個の円に対してそれぞれの計算を行なう。それぞれの円に対しての各特徴量をデータベース中のパラメータファイルに付加する。

本卒業研究では、これらの特徴パラメータを用いて、次節に述べるようなアルゴリズムによって、検索対象となる図形とデータベース中の各図形のデータとの特徴パラメータの距離を算出し、回転不変な類似画検索を実現した。

6.2.3 回転不変な類似画の実現

全く同じ図形であるが、多少傾いている図形群は、円形上のパラメータ空間で近い点となる。これを利用した回転不変な類似画検索のアルゴリズムは次のようになる。

1. 各商標・意匠図形 f に対して、円形上のベクトル v_{ir} を求める。

2. 検索対象となる図形を、円形上のパラメータ空間での点 p_i に写像する。

3. 検索対象の図形とデータベース中の図形 f と図形的距離 ed_k を

$$ed_k = \sum (p_i - v_{ir})^2$$

   により求める。

4. 小さい ed_k から順に３０個の商標・意匠の図形を候補図形とする。

同心円特徴技術により実現した回転不変な類似画検索の例を図の６．４に示す。

図６．４ 本研究で実現した回転不変な類似画検索の例

6.3 部分画検索

商標・意匠図形の多くは、いくつかの部分要素から構成されている。その部分要素のなかにも重要な情報を持つものがあり、それらも商標・意匠図形のユニーク性を調べるときよくチェックされる。全く同じ部分要素が同じ商標図形の同じ位置に配置されている場合、我々人間から見ると類似性を感じるが、この作業は、計算機上で行なうのが難しい。計算機上でこの作業を行なうために、一般的には、部分画を取り出す手法、部分要素を一個一個の図形に対してテンプレートマッチングする手法などが用いられている。これらは、実行速度がかなり遅い、効率がよくないといった欠点がある。

そこで、本卒業研究では、３．４．１で述べた GF パラメータを用いて、部分的によく類似している図形データも検索結果の候補として出力する手法によって、部分画検索の一つを実現した。６．３．２ではそのアルゴリズムを示す。

6.3.1 本研究における部分的な類似画の定義

本研究で対象としている部分的な類似画を次のように定義する。

1. 二つまたはその以上の商標・意匠の図形においてある部分構成要素がほぼ同じ内容を持つ。
2. その部分構成要素がそれらの図形中の全く同じ位置に配置されている。
3. 図形中の部分構成要素が他の部分構成要素と連結していない。

以上のように部分的な類似画を定義し、次節で提案するアルゴリズムによって実現した。

6.3.2 新たなアルゴリズムの提案

本卒業研究では、部分的によく類似している図形も検索できるようなことを考慮し、そのための新たなアルゴリズムを提案した。これを次に示す。

1. 部分的な類似を見るカウンタ pr をセットし、初期値を 0 とする
2. 各図形 k に対して、パラメータ空間のベクトル v_{ik} を求める
3. 例示画を、パラメータ空間上の点 q_i に写像する
4. ベクトル毎の距離 がある閾値以内であったら q_i - v_{ik} を求める。どちらかが真っ白また真っ黒であったら距離の計算しない
5. その距離が閾値以内であったら、pr に 1 を加える
6. そのメッシュが隣接しているその他のメッシュの距離 (対象データとの) も閾値以内であったら pr に重みとしてさらに 1 を加える
7. 例示画と商標図形 k との部分図形的距離 dis_k
   $dis_k = pr + \sum(q_i - v_{ik})/pr$
   を求める
8. dis_k の低い順に、候補図形とする

このアルゴリズムに基づいて現れる候補図形が、検索対象の図形と部分的に類似していることになる。従来の方法と比べて、本研究で提案したアルゴリズムでは、一個の部分 (メッシュ) の距離でも閾値範囲いないにいれば図形間の距離が近くなり、候補として現れてくる可能性が高くなる。

6.3.3　部分画検索の実現

前節で提案したアルゴリズムを用いて本卒業研究では、部分的な類似画の検索を実現した。この手法を用いて、部分的によく類似している図形も表示することにした。ここで、各メッシュ毎の特徴ベクトルの距離がある閾値（本研究では１０以内を用いている）以内にあったらその部分で図形同士が類似していると判断する。このように、全体の図形で何個の部分が類似しているかを計算し、数の多い図形が検索結果の候補とする。この手法によって、実現された部分的な類似画の結果を図の６．５に示す。

図６．５ 本研究で実現した部分画検索の例

Chapter 7

検索実験と考察

本卒業研究で実現したデータ登録インタフェース、回転不変な類似画検索や部分画検索などの機能を用いて、TRADEMARK システムでのデータ登録や商標図形の類似画検索の実験を行ない、本章の７．１では、その実験内容、７．２では実験環境、７．３では実験結果、７．４では実験結果を踏まえて本研究での検索手法について考察する。

7.1 実験目的

今回の実験の目的は主に次の三つである。

1. 本卒業実現したデータ登録システムを用いて、新たなデータからパラメータ抽出すると共に従来の TRADEMARK システムにその図形データを登録し、登録されるデータが従来のシステムに適応しているかを確認する。

2. 本卒業研究で実現した回転不変な類似画検索を用い、類似画検索実験を行なう。従来のシステムのパラメータを用いても同じく実験を行なう。両方の実験結果より、本卒業研究で実現した回転不変な類似画検索機能の回転不変なデータに対しての検索能力を評価する。

3. 本卒業研究で実現した部分画検索手法を用い、類似画検索を行なう。また、同じパラメータを用いて従来の TRADEMARK システムでの検索手法を用いても同じく類似画検索を行なう。両方の実験結果より、本卒業研究で実現した部分画検索のアルゴリズムの利点や欠点を調べる。

7.2 実験環境

今回の検索実験に用いた計算機やそのソフトウェア環境は次の通りである。

計算機　　SPARC STATION 2 の互換機。

OS	SUN OS 4.1.3
ウィンドウシステム	X11 R5
GUI ツール	X TOOLKIT
プログラミング言語	GNU C

7.3 実験結果

7.3.1 データ登録インタフェースの有用性

データ登録インタフェースを実現することによって、従来の TRADEMARK システムに新たに６８７７件の商標・意匠図形データの登録をし、それらに対して従来の手法を用いた類似画検索ができた。表の７．１に従来の TRADEMARK の機能の現状を示す。このインタフェースを用いて登録したデータの中で６８５３件が内容が異なる商標・意匠図形であり、残りのデータが回転不変な類似画実験のため別に作成したデータである。

表７．１従来の TRADEMARK の各々の機能の現状

機能やパラメータ名	現状
新たなデータの登録	0
濃淡分布のパラメータを用いた類似画検索	0
周波数分のパラメータを用いた類似画検索	0
局所相関のパラメータを用いた類似画検索	X
局所コントラストのパラメータを用いた類似画検索	X
クラスタリングによる実行時間の短縮	X
マルチメディア文章入力と出力	X

0 :復元された, X :復元されていない

7.3.2 同心円特徴を用いた回転不変な類似画検索の実験

回転不変な類似画検索の実験は、幾つかの商標・意匠図形のデータを回転プログラム (実験のために作成したもの) を用いていろいろな角度 (0 から９０度) で元の図形を回転させ、回転されたデータは別図形としてファイル化し、特徴パラメータを抽出して商標・意匠図形データベースに登録した。同心円形上のパラメータを用いての図形データを用いて類似画検索を行なう時、新たに作成した回転図形の何パーセントが検索結果の候補として現れるかを実験した。また、従来 TRADEMARK システムのパラメータを用いても同じ実験を行なった。それぞれの検索結果と検索時間を表７．２に示す。

表７．２回転不変な類似画検索の実験結果

利用したパラメータ	再現率 (%)	検索時間 (秒)
従来のパラメータ (1)	１０	5
従来のパラメータ (3)	３０	１０
同心円のパラメータ (1)	１００	5
同心円のパラメータ (3)	６０	１０

() 内はパラメータ数を表す

7.3.3 部分画検索手法を用いた類似画検索

部分画検索の実験では、部分的に似ていると思われる図形群を予め商標 ･意匠図形データベースから予想した。本研究で実現した部分画検索手法を用いてそれらの図形に対して類似画検索行なう際、予想データの何パーセントが検索結果の候補として現れるか実験した。また、従来の TRADEMARK の検索手法を用いて同じ実験を行い。それぞれの実行結果と検索時間を表７．３に示す。

表７．３ 部分画検索手法を用いた実験結果

利用したパラメータ	再現率 (%)	検索時間 (秒)
４ｘ４の黒画素の数 (従)	１０	5
８ｘ８の黒画素の数 (従)	４０	5
４ｘ４の黒画素の数 (新)	３０	１０
８ｘ８の黒画素の数 (新)	８０	１５

(従):従来の手法,(新):本研究で実現した手法

7.4 考察

本卒業研究で実現した機能を用いて、TRADEMARK データベースに新たな商標図形の登録を行ない、従来の TRADEMARK システムでそれらのデータがどれぐらい適応しているを確認するや新たな検索手法として実現した回転不変な類似画検索や部分画検索の検索能力を測ることが今回の実験の目的であった。

本卒業研究で実現した、データ登録インタフェースの目的はシステムの検索対象となるデータがいかに簡単に登録できるかであった。実現したデータ登録インタフェースはその目的を達成しているが、データ編集の部分がまだ未完成である。編集部分の設計する際、従来のシステムのファイルのフォーマットの変更が必要になる。現在のシステムで類似画検索を行なうとき一旦対象データをデータベースにそのデータの登録する必要がある。編集作業ができないため、一旦登録したデータの削除や更新することが難しい。そういった理由からデータ登録インタフェースがまだ未完成であるといえる。本研究はまだ実験の目的で行なわれているため、このような簡単なデータ登録インタフェースで登録作業を行なっているが、システムを実用化する際、データ編集パラメータデータのクラスタリングのような機能の実現が重要である。

本研究で付加した同心円特徴パラメータを用いると回転不変な類似画検索の効率上がる、表７．２の結果からこれは明らかである。従来のシステムでは、図形を幾つかの

メッシュに分けてメッシュ内の特徴をパラメータとしていた。そのためにデータが回転されるとメッシュ内の特徴が違ってしまい、検索結果の候補として回転不変なデータが出現されなかった。本研究では、同心円形上の特徴をパラメータとして用いているため、元の図形が回転しても円形上の特徴は変わらないため回転不変な類似画検索ができる。表７．２で、同心円のパラメータ１個を用いた場合の再現率が１００(%)であった。これは円形上の黒ランの数を用いた場合の結果である。表６．２より、この手法でパラメータを増やすと (黒ランの平均や分布を用いると) 再現率が低くなってしまうことが分かる。ランの平均や分布を求める際、黒画素のランの数だけではなくランの長さも計算されるため、黒ランの数が異なっていてもランの平均や分布が同じになる可能性があり、図形間の距離も近くなる。これは再現率が低くなるための一つの理由であると考えられる。

表７．３より、本研究で実現した部分画検索手法を用いた類似検索は従来の手法と比べて部分画出現する確率が高くなったといえる。今回の実験では、図形データを４× ４また８× ８のメッシュに分割した時、各メッシュ中の黒画素の数をパラメータとして用いているが、それ以外のパラメータを用いて結合演算を行なうと効率がもっと上がると考えられる。部分的な所の黒画素の数と共に部分的な所のランの数、その平均や分布をある閾値範囲に取ると、部分的に似ているもの同士の図形的距離がかなり近くなると考えられる。表７．３の実験結果より、８× ８のパラメータを用いる場合の再現率が４× ４のパラメータ用いた場合より高くなることが分かる (本研究の手法を用いた場合)。この理由としては、４× ４の場合データ領域の幅が広くなるため、近い値を持つメッシュの数が増えてしまうことがいえる。そのため、再現率が低くなると考えられる。このことより、図形データを１６× １６のメッシュに分割し、各メッシュ内のパラメータを用いると効率がもっと上がる確率が高いこともいえる。

Chapter 8

結論

企業や商品のマークとして町でよく見られる商標・意匠図形には一種の知的所有権があり、それは法的に保護されている。新たな図形を商標として登録する際、特許庁の許可が必要である。特許庁では、その図形のユニーク性を調べ特許を与えるが、データ量が多くまた審査基準がはっきりしてないため、その審査が難しい。このような背景で、電子技術総合研究所の対話システム研究室で商標図形の類似画検索ができるようなシステムとしてTRADEMARKが開発された。外部I/O機器、システムの入れ換えやソフトウェア上の問題があり、TRADEMARKシステムが開発された当時のほとんどの機能を失ってしまった。現在このようなシステムの要求がますます高くなってきたため、従来のシステムの復元作業を行なった。

本研究では、その復元作業の一部として、システムのデータ登録インタフェースの再構築を行なった。また、本研究では、図形間の類似性を感じる理由を調べるために被験者により視覚心理実験を行った。その実験結果から得られた基準のなかの、全体画像の回転不変な類似性や部分的な類似性が従来のTRADEMARKシステムで検索尺度として考慮されていなかった。視覚心理実験の結果からも商標・意匠図形の類似度を調べるためにこれらの尺度が重要だと思われ本研究ではそれらの尺度からも類似画検索ができるような機能を実現した。実現したそれらの機能を従来のTRADEMARKに付加することによって、その検索対象の幅を広げた。

謝辞

本研究に際し、ご指導およびご意見をいただいた杉本重雄助教授に深く感謝いたします。
本研究は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において行なわれ、本研究を進めるにあたり同研究室の加藤俊一主任研究官と曽田忠之研究官にご指導いただいた。両者に深く感謝いたします。また、対話システムの平井成興室長と並びに研究室のみなさまに感謝いたします。

参考文献

[1] 木戸出正継.:” 画像データベース”, オーム社, １９８６年.

[2] 喜多伸之, 川越正弘, 佐藤孝紀:“ 図面認識技術の現状とその展望 (第２部):形状の記述法” 画像電子学会誌, 第１６巻第２号, １９８７.

[3] 加藤俊一:“ 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-”, 情報管理,Vol.32,No.3, １９８９.

[4] 桑山弥三郎:“ 世界のマーク ・シンボル”, 柏書房,1972.

[5] 日本特許情報機構: “ PATOLIS:Patent On-Line Information System”, １９８５ (日本特許情報機構の関係資料).

[6] 喜多伸之:“ 同心円特徴技術に基づく形状の記述と類似度測定”, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J75-D-II, No.9, pp.1557-1564, １９９２.

[7] David C. Kay, John R. Levine:“ Graphics File Formats”,Windcrest Books,1992.