

図形要素に着目した類似図形商標検索システムの構築

Trademark image search system using partial image information

株式会社日立製作所 中央研究所 **渡邊 裕樹**

PROFILE: 平成18年、東北大学大学院情報科学研究科修士課程修了。平成21年、東北大学大学院博士課程修了。同年、(株)日立製作所入社。現在、中央研究所に所属し、類似画像検索に関する研究開発に従事。博士（情報科学）。

1 はじめに

類似画像検索とは、色や形状など画像そのものの持つ情報を用いて、クエリ画像と見た目の近い画像をデータベースから検索する技術である（図1）。類似画像検索の研究において、その応用先の一つとして図形商標検索が古くから取り上げられてきた^[1-2]。

図形商標検索は、主として、新規に図形商標が出願された際に、既存の類似商標が存在しないかの審査や、図形分類コードの付与作業の補助として、公的機関や一般企業の知財管理業務への適用が想定されている。

図形商標の出願件数は年々増加傾向であり、作業の効率化のために類似画像検索への関心が高まっている^[3]。また、図形商標は複数の文字や図形要素との組み合わせからなるため、図形要素に着目した検索（部分検索）が可能な類似画像検索が期待されている。

このようなニーズに対応するために、筆者らは、図形商標から要素を自動抽出し、その特徴量を用いて類似画像検索を行うシステムを開発した^[4]。

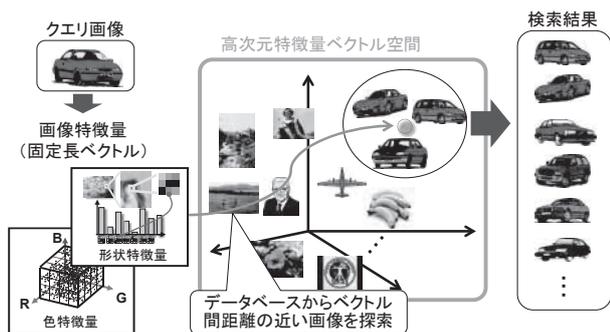


図1 類似画像検索

本稿では、まず、図形商標検索における課題を分析し、それを解決するための手段について述べる。次に、筆者らの開発したシステムの概要について述べ、基本的な幾何図形を用いた性能評価結果を示す。

2 図形商標検索における課題

図2は、図形の検索における課題を分類したものであり、上段が検索クエリ、下段が所望の検索結果の例である。

図形全体の特徴が一致または酷似する場合や、類似する場合は、従来の類似画像検索技術でも比較的容易に扱うことができる。例えば、図3に示すような(a)他の要素と結合や部分遮蔽、(b)細部の形状が異なる、(c)

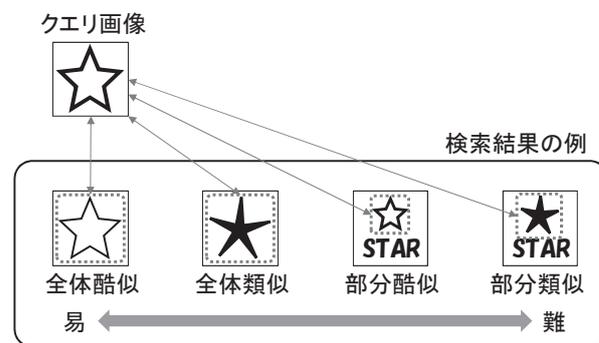


図2 図形検索における課題分類

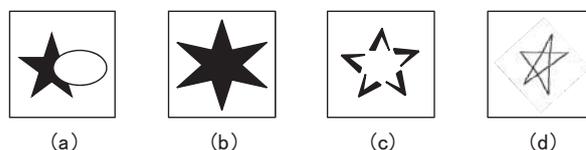


図3 類似図形の例

表 1 画像検索手法の分類

	全体酷似	全体類似	部分酷似	部分類似	備考
大域特徴量による類似画像検索	○	○	×	×	・レコード数=画像数 →高速、省メモリ
オブジェクト検出+類似画像検索	○	○	○	○	・レコード数=画像数×1枚あたりのオブジェクト数(1~数10) ・検出精度は辞書DBに依存 ・検出処理のコスト大
局所特徴量照合	○	×	○	×	・レコード数=画像数×1枚あたりの局所特徴点数(100~数1000) ・回転、スケール変化、遮蔽に対応可

複数の分離した要素から構成、(d) 手書き、などの図形を検索可能である。

一方で、部分的に酷似または類似する図形を検索するためには、画像全体の特徴ではなく、要部の特徴を比較可能な検索手法を用いる必要がある。

表 1 に画像検索手法の分類を示す。

表 1 の 1 行目の手法が従来の類似画像検索である。画像全体の概形を表す特徴(大域特徴量)を用いた方法であるため、部分酷似/類似する画像を検索することは困難である。

要部の特徴量を利用する手法は大きく分けて、オブジェクト検出を用いる手法(表 1 の 2 行目)と、局所特徴量を用いる手法(表 1 の 3 行目)がある。

オブジェクト検出を用いる方法では、図 4 に示すように、入力画像から要部の領域(オブジェクト)を抜き出し、その領域から従来の類似画像検索と同様に抽出した大域特徴量で比較を行う。検出が適切であれば、従来手法の特性を保ったまま部分領域に着目した検索ができるが、検出に失敗すると必然的に検索精度が落ちる。汎用のオブジェクト検出器^[5]は、オープンソースの画像処理ライブラリである OpenCV^[6]から利用できるが、図 3 のように検出対象の見た目のバリエーションが多彩である場合は、有効な検出器の作成が難しいことが知られている。

局所特徴量を用いる方法では、図 5 に示すように、コーナーなどの画像中の顕著な点(局所特徴点)を検出し、局所特徴点同士で照合処理を行う。局所特徴点は、OpenCV を用いて比較的容易に、安定して検出することができ、回転、スケール変化、部分遮蔽などの幾何変形にも対応することができる^[7]。しかし、本来は同一の物体を探索する際に適した手法であり、図 3 のように見た目の変化が多様な場合は照合に失敗する可能性が

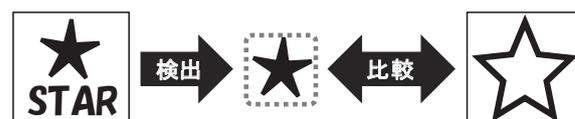


図 4 オブジェクト検出を用いた手法

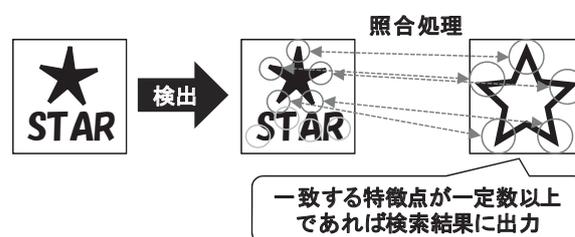


図 5 局所特徴量照合を用いた手法

高い。また、単純な図形の場合は、特徴点あまり検出されず、類似性の判定結果が不安定になるという問題もある。

本研究では、部分類似検索を実現するためにオブジェクト検出を用いる手法を採用した。また、多彩な図形要素を高精度に検出するために、独自に開発したオブジェクト検出技術^[8]を用いた。システム構成の詳細は次章にて説明する。

3 システム構成

図 6 に、開発した類似商標検索システムの構成を示す。図の上部が検索用データベースを構築するための処理フローであり、下部が検索実行時の処理フローである。

登録時には、図形商標のデータファイルから、画像全体の特徴量を抽出し、書誌情報と共に類似画像検索用のデータベースに登録する。データベースシステムには、筆者の属する研究グループで開発した EnraEnra^{®[9]}を用いた。また、画像特徴量として色ヒストグラム、エッ

ジパターンヒストグラムを用いた。

次に、商標画像に対してオブジェクト検出を行う。図7はオブジェクト検出処理の概要を表す図である。オブジェクト検出処理では、あらかじめ登録された事例画像と、入力画像内の部分領域とを特徴量ベースで照合することで、事例と類似した領域の座標を出力する。照合処理は、事例データベースに対する近似最近傍探索であり、複数の事例を登録しておくことで同時に複数のカテゴリのオブジェクトを検出可能である。オブジェクト検出について、詳細は^[8]を参考されたい。検出された各領域に対して画像特徴量を抽出し、先に登録された図形商標のIDと関連付けて、部分画像データベースに登録する。

検索時には、まず、クエリ画像から着目領域を指定する。指定方法は、ユーザによる手動操作でも良いし、オブジェクト検出によって領域候補を提示しても良い。選択された領域から登録時と同様の方法で特徴量が抽出され、図形商標データベースと部分画像データベースの双方に対して、類似画像検索が実行され、類似度の高い画像が検索結果として出力される。部分画像データベースから検索された画像については、切り出し元の図形商標の情報も出力する。

図8と図9は、検索画面の構成例である。図8は従

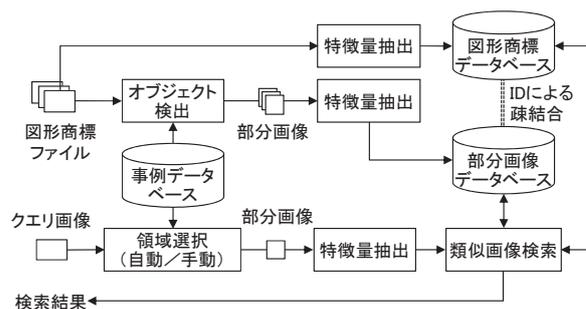


図6 図形商標検索システムの構成

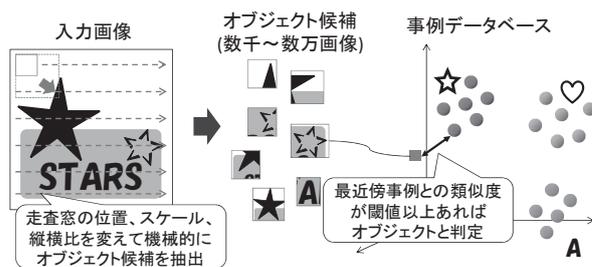


図7 事例ベース一般オブジェクト検出

来の類似画像検索であり、クエリに手書きの星を入力した場合は、画像全体が星の形状をした図形商標が表示される。これに対して、オブジェクト検出によって生成した部分画像データベースを検索対象に加えることで、図9のように、部分的に星を含む図形商標が検索できることがわかる。

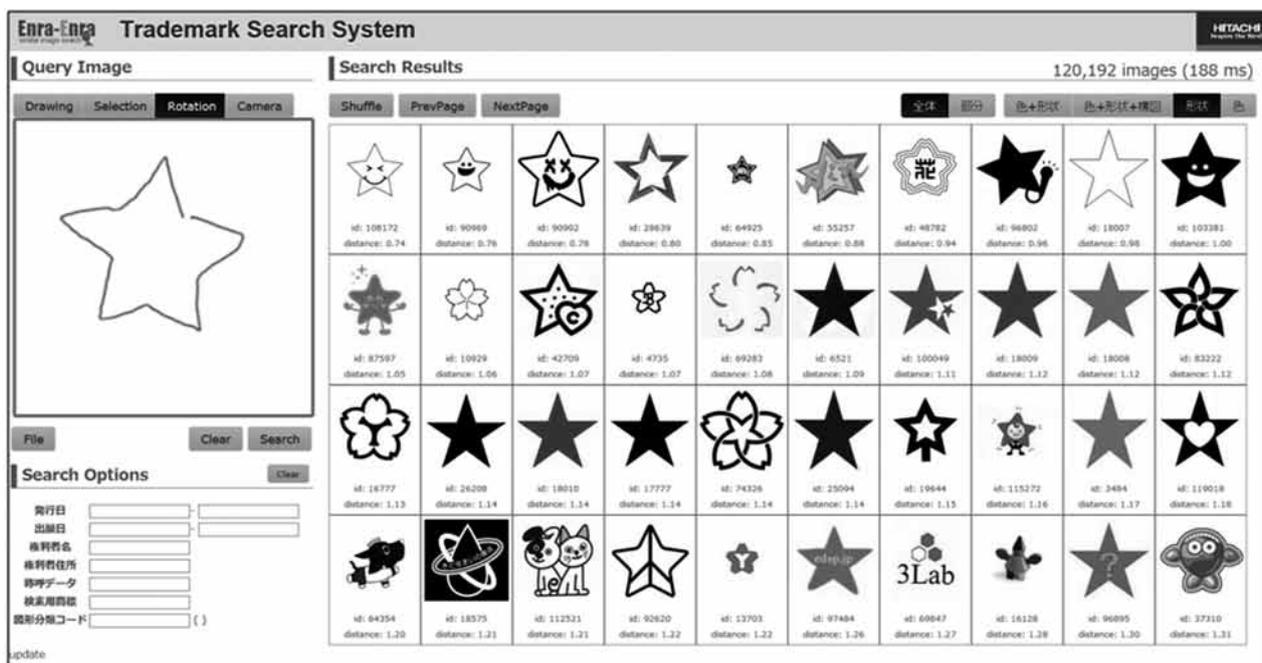


図8 検索結果の一例（従来の類似画像検索）
※検索結果の画像は、各社の登録商標である。

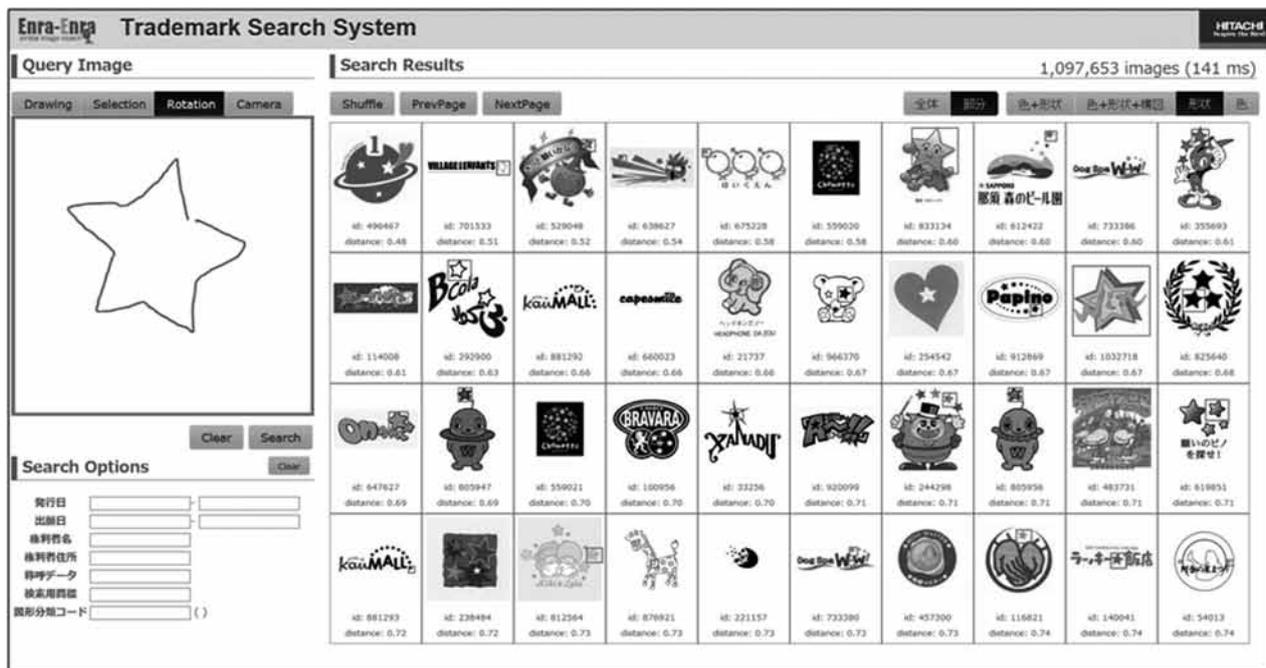


図 9 検索結果の一例 (部分類似検索)
 ※検索結果の画像は、各社の登録商標である。

4 性能評価

4.1 オブジェクト検出の精度評価

2章で述べたとおり、オブジェクト検出を用いた類似画像検索の精度は、データベース登録時に実施する検出処理の精度に依存する。そこで以下では、図形分類コード 1.1.2 (一つの星)、26.1.3 (円または楕円)、26.3.1 (三角形)、26.4.1 (正方形) に該当する図形要素の検出精度を評価する。公開されている図形商標には、図形要素の位置までは記録されていないため、人手による正解付けを行い、各カテゴリ 1000 枚以上のデータセットを作成した。

検出に必要な事例データベースとして、製図ツールで描画した図形 1 枚を用いた場合と、データセットから無作為に選択した 500 枚の図形を用いた場合で評価した。また、従来のオブジェクト検出手法として、OpenCV を用いて学習させた図形分類コード毎の専用検出器を用意した。各条件について、事例 (学習データ) として選択されなかったデータから 100 枚選び、検出処理をかけ、検出領域が正解領域と 80% 以上一致している場合を正解とし、適合率、再現率、F 値を求めた。

表 2 は、上記 3 種類の評価条件で、図形要素の検出

表 2 オブジェクト検出精度 (F 値)

	1.1.2	26.1.3	26.3.1	26.4.1
提案手法 (1 事例の場合)	0.433	0.579	0.415	0.185
提案手法 (500 事例の場合)	0.538	0.762	0.450	0.430
従来手法 (OpenCV を使用)	0.165	0.058	0.116	0.094

精度を F 値で比較したものである。OpenCV を用いた場合、数百枚規模のデータセットから多様性のあるカテゴリに有効な検出器を学習することは難しく、いずれのカテゴリも低い検出精度であった。これに対して、提案手法では、少数の事例であっても比較的良好的な検出精度が得られた。

図 10 は、500 件の事例データを登録したときの適合率と再現率である。部分画像の類似画像検索の前段としてオブジェクト検出を行うことを想定したとき、ユーザ指定の部分領域をクエリとすれば、誤検出オブジェクトが検索の上位に現れることはまれである。したがって、実運用上は誤検出が少ないよりも、正検出が多いことが重要になる。この観点から、適合率が 0.10 以上における再現率を求めると 0.65 ~ 0.92 となり、大部分の図形要素が類似画像検索の対象となることが確認できた。

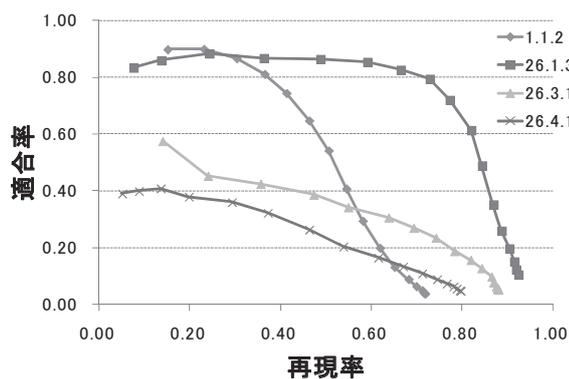


図 10 オブジェクト検出精度（再現率と適合率）

4.2 類似商標検索の精度評価

オブジェクト検出によって得られた部分画像データベースを用いて、検索精度の評価を行った。評価には図形分類コードを用い、クエリ画像のコードと検索結果のコードが一致する場合に正解とし、上位 N 件の適合率を算出した。検索手法としては表 2 に示した 3 種類を用い、それぞれの精度を求めた。なお、局所特徴量照合に用いた特徴量は、BRISK 特徴量^[10]である。

図 11 はクエリ画像として、図形分類 1.1.2（一つ星）に属する画像 500 枚を用いた時の検索結果 10 位の平均適合率である。オブジェクト検出を用いることで適合率は向上し、従来の類似画像検索では見つからなかった商標が検索結果に上がってくるのがわかる。また、局所特徴量照合は、星型図形のような単純な形状に対しては有効でないという結果が得られた。

図 12 は、検索結果上位 100 件に対して同様の評価を行った結果である。要部に着目した検索を行うことで、検索結果を多く取得した場合でも、ノイズが含まれる割合は少なくなることがわかる。

4.3 処理速度の評価

登録時のオブジェクト検出処理時間は、4 カテゴリ各 500 枚、計 2000 枚の事例を用いた場合、429ms/画像だった。また、図形商標 12 万件に対して最大 10 枚、計 97 万枚の部分画像をデータベース登録した場合、検索時間は 10ms 程度であり、過検出を許して大量に登録しても十分に実用可能な速度であった。測定環境は、Intel Core™ i7-3930K 2.93 GHz、メモリ 64GB である。

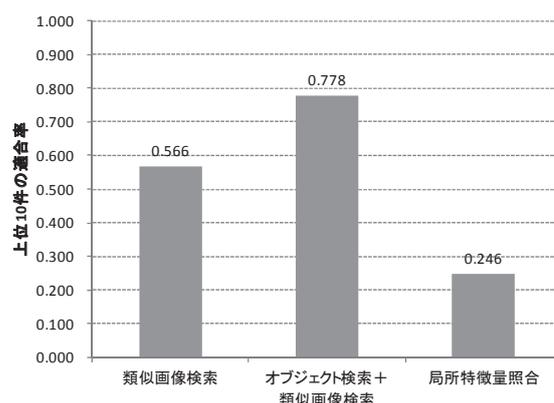


図 11 検索精度（図形分類 1.1.2 のクエリ画像による検索結果上位 10 件の適合率）

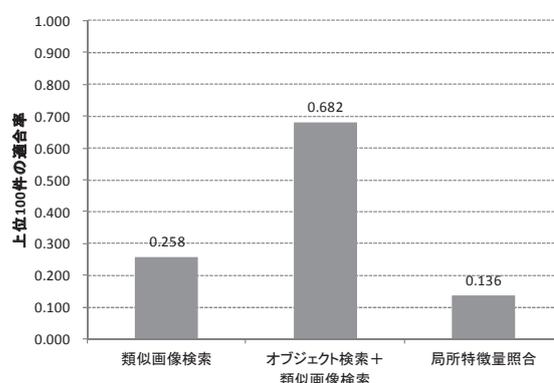


図 12 検索精度（図形分類 1.1.2 のクエリ画像による検索結果上位 100 件の適合率）

5 おわりに

本稿では、オブジェクト検出を用いた部分検索可能な図形商標検索システムについて述べた。

本システムを用いて、4 カテゴリの基本図形の検出精度を評価したところ、最大 F 値は 0.53 ~ 0.76、適合率が 0.10 以上における再現率は 0.65 ~ 0.92 となった。また、上位 100 位内の検索結果適合率は、従来の類似画像検索の 0.258 に対して、0.682 と大幅に改善された。

本稿では、比較的形状のはっきりした図形分類カテゴリを用いて評価したが、今後はその他のカテゴリに対しても有効であるかを評価する。また、図形分類コードは小分類で 1500 以上存在するが、これら全てのカテゴリに対して事例を収集することが困難なことから、事例データベースを自動構築する方法についても検討する。

参考文献

- [1] 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. 電子情報通信学会誌 D-II, Vol. J72-D-II, No. 4, pp. 535-544, 1989.
- [2] 長嶋秀世, 土方洋一. 人間の主観を重視した類似商標図形の検索の基礎検討. 電子情報通信学会誌 D-II, Vol. J74-D-II, No. 3, pp. 311-320, 1991.
- [3] 半田正人. 商標検索における商標解析の現状と課題. Japio YEAR BOOK 2009, pp. 216-219, 2009.
- [4] 渡邊裕樹, 栗原恒弥, 廣池敦. 事例ベース一般オブジェクト検出を用いた部分検索可能な類似商標検索システム. 第16回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 2013.
- [5] P. Viola and M. Jones. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 1. 2001.
- [6] OpenCV: Open Computer Vision Library.
<http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>
- [7] 藤吉弘巨, 安倍満. 局所勾配特徴抽出技術: SIFT以降のアプローチ(特集画像技術の最前線). 精密工学会誌, Vol. 77, No. 12, pp. 1109-1116, 2011.
- [8] 渡邊裕樹, 永吉洋登, 廣池敦. 類似画像検索に基づく事例ベース一般オブジェクト検出. 信学技報, Vol. 111, No. 353 (PRMU), pp. 101-106, 2011.
- [9] 廣池敦, 小林秀幹. 類似画像検索のこれまでとこれから~ Web 画像検索サービス「GazoPa」の経験を踏まえて~. 信学技報, Vol. 111, No. 222 (PRMU), pp. 21-23, 2011.
- [10] Stefan Leutenegger, Margarita Chli, and R.Y. Siegwart. BRISK: Binary robust invariant scalable keypoints. In Proceedings of IEEE International Conference on Computer Vision, pp. 2548-2555, 2011.

※本研究で使用したデータセットは、特許電子図書館 (<http://www.ipdl.inpit.go.jp/homepg.ipdl>) が一般公開している図形商標データを研究目的で入手したものである。