

市町村章データに対する類似画像検索アルゴリズムの性能評価

2008MI099 河原 吉統 2008MI118 久野 真矢

指導教員 河野 浩之

1 はじめに

近年、デジタルカメラや携帯電話の急激な増加と、容量の増加により、インターネット上にある画像が急増しており、インターネット上のすべての画像の中からユーザの目的の画像を見つけ出すことが困難である。そのため、大量の静止画や動画の中からユーザの希望に添うものを検索する技術も望まれ、画像検索技術の研究が進められており、画像内容の検索方法の研究が盛んに行われている。現在の特許庁の特許電子図書館 (IPDL) では、ウィーン分類を利用した図形商標検索を行っている。この手法により図形商標をある程度絞り込んだ検索をすることができるが、類似するかどうかの判断ができない。近年では画像自体を検索キーとして入力し、それに類似した画像を検索する方法が注目されている [3]。

そこで本研究では、これらを改善するための類似画像検索システムの実装を行う。具体的には、市町村章は色が白と黒の二色のモノクロで表現され、その多くが白色で地を表し、黒色で市町村マーク表現して、色彩からの判別は困難であり、視覚的パターンが少ないことから、本研究では市町村のメタデータを TBIR の手法を使い画像を分類することで、類似画像検索をするシステムと、CBIR の手法を使いエッジ検出による特徴量抽出をすることで類似画像検索システムを実装する。CBIR には OpenCV を用いて Canny 法を使い特徴量を抽出する。また、画像管理を行うために CMS を使用する。CMS は Drupal を使用することにした。そして性能評価をする。

2 図形商標検索の先行研究

2.1 ウィーン分類

ウィーン分類は図形を含む商標の図柄についての国際分類であり、すべての図形要素を大分類、中分類、小分類に分けて、一般から特殊へ細分化を進める階層構成となっている。また、ウィーン分類は 29 の大分類、144 の中分類、1887 の小分類から成り立っている [1]。小分類には二種類のものがある。正小分類と補助小分類である。補助小分類とは正小分類には既に包含されているが、特別な観点からグループ分けすることが調査、検索を容易にするために有用であると考えられる小分類のことである。

2.2 TBIR

TBIR (Text - Based Image Retrieval) は、画像データにタイトルや製作者、内容のキーワードをメタデータとし、画像に付加させることでそれを基盤としてユーザの求めるキーワードとのマッチングにより検索を行う方法である。検索範囲がタイトルや製作者といった様に統一された分類内容の検索に適しており、静止画像検索に限らず、動画検索においても主流である。しかし、画像を言葉で表現しようとする場合に、人と人の個人差が発生するといった問題点もある。また、言葉では表現しづらい画像を検索することも難しいといった問題もある。

2.3 CBIR

CBIR (Content - Based Image Retrieval) は、画像特徴である形状特徴や色特徴を基に類似する画像を自動で分類し検索を行う。TBIR では手作業によってあらかじめ全ての画像データにキーワードを付加する必要があったが、CBIR では検索キーワードを画像に付加する必要がなくなり、個人ごとの検索キーワードの相違がなくなる。また、画像をキーワードで表す必要がなくなるので言葉で表現しづらい画像を検索することができる。CBIR には、2 種類の手法があり、ユーザが作成したクエリとデータベース内にある画像の類似度を比較して検索を行う手法と、ユーザが直接クエリとなる画像を用意してその画像と類似する画像の検索を行う手法がある。

現在様々な類似画像検索システムが存在するが、ここでは類似画像検索システムの先行研究として、GazoPa, VisualSEEK, MARS, QBIC, WebSEEK, 電子美術館の 6 つについて少しここで示してみる。表 1 は 6 つの類似画像検索システムにおける検索方法と特徴量の分析方法を比較した結果である。

表 1 類似画像検索システム

検索システム	分析手法	検索手法
GazoPa	Canny 法	CBIR
VisualSEEK	Wavelet 変換	CBIR
MARS	Relevance feedback	CBIR
QBIC	Wavelet 変換	CBIR
WebSEEK	Canny 法	CBIR, TBIR
特許電子図書館	ウィーン分類	TBIR

3 類似画像検索システムの提案

3.1 市町村データの特徴

画像特徴量にはカラーヒストグラム、テキストチャ、エッジなどが存在することから、扱う画像の種類によって抽出方法を選択する必要がある。そこで市町村章データの特徴として、白と黒の二色のモノクロで表現されている。色などの他要因がないため色彩がなくカラーヒストグラムは必要ない。雲、森、模様などの視覚的パターンが少ないため、テキストチャは必要ないと判断した。そこで本研究では市町村データの特徴よりエッジを用いて特徴量を抽出することにした。

3.2 エッジ検出

エッジ [2] は物体の輪郭を示す場合が多く、物体認識において重要な要素と言える。エッジの検出は、物体の外縁を現す線であり、人が画像の特徴を判断するための重要な要素である。エッジ検出とは、画像の明るさの変化により物体の輪郭部分の抽出を行うことであり、すべての画像をモノクロに直してから輪郭部分を抽出するので画像がカラーであるかどうかといった判断基準がない。エッジの抽出方法として、Wavelet 変換、Canny 法、Sobel 法、Laplacian といった方法が用いられている。

Canny 法は、ガウシアンフィルタと Sobel フィルタを組み合わせることで細線化されたエッジ検出を行うフィルタを用いる手法である。Canny 法のアルゴリズムは、画像の平滑化、エッジ強度と方向の算出、画像の細線化、ヒステリシス閾処理の順に処理を行う。

3.3 市町村章に用いるエッジ検出

図 2 を見てわかるように、Sobel 法と Laplacian と比べ、Canny 法で行った画像は輪郭まで鮮明に表示されており中央の「進」もよくわかる。これは、Canny 法のガウシアンフィルタや閾値を適応的に設定することによって、強い雑音に対しても極めて効果的に輪郭を抽出することができ、曲線形状のエッジ抽出において効果が大きいといった特徴があるからである。また、その他の画像でも同様の特徴がみられた。よって今回の市町村章には Canny 法を用いることにした。



図 1 元画像 (日進市)

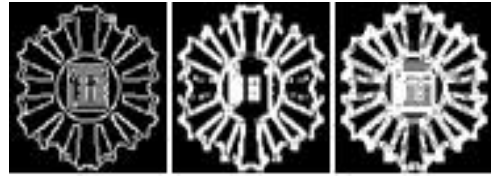


図 2 Canny 法 Sobel 法 Laplacian の適応 (日進市)

3.4 CMS の種類

本研究では汎用 CMS [3] を適用するため、Joomla!、XOOPS、Drupal、Geeklog の 4 つの汎用 CMS に対して比較を行う。表 2 はこれら 4 つの CMS の機能である各々のデータベース、Views との連携性、拡張機能、の 4 項目の比較結果である。

表 2 汎用 CMS の特徴・機能

CMS	DB	Views	拡張	自由度
Joomla	MySQL			高
XOOPS	MySQL			低
Drupal	MySQL PostgreSQL			高
Geeklog	MySQL			高

3.5 システムの構造

図 3 は、実装する類似画像検索システムの構造と、データとページの流れを説明したものである。まず Drupal 上に画像とメタデータを格納する際に、MySQL へ画像の他画像に対する類似度と、付加されたメタデータを格納しておく。次に類似画像検索ページから類似画像表示ページに移動する間に、MySQL に類似画像検索ページで入力されたメタデータが含まれているのか問い合わせを行いメタデータが含まれているものを選択しさらに、エッジ検出を行うことで類似度を求め表示するページを作成する。ページの流れについては 4.5、4.3、4.6.3 で説明する。

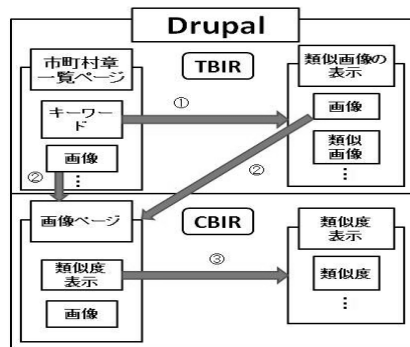


図 3 システムアーキテクチャ

4 類似画像検索システムの実装

4.1 実装環境

システムの実装環境は以下のような環境で行う。

- ・PC のスペック : Ubuntu 8.04
- ・メモリ : 2GB
- ・CPU のスペック : Intel(R) Core(TM) i3 , CPU 530 @ 2.93GHz 2.93GHz
- ・使用するソフト : Drupal 7.8 , OpenCV 2.2.

4.2 使用するデータ

本研究で使用する市町村章データは、インターネット上の「ちきページ」から引用した、愛知県（54）岐阜県（42）三重県（29）のデータを使用することにする。また、それぞれのデータにメタデータを保存する。各市町村章マークには様々な由来や特徴が存在し、これらの特徴からメタデータを考えていく。

4.3 Feeds を用いた画像ページ

市町村章画像とメタデータを組み合わせたページを作成するため Feeds モジュールを使用した。まず、「サイトの構築」から「コンテンツタイプ」を選択し「コンテンツタイプの追加」をクリックすることで新たなコンテンツタイプを追加する。名前は「市町村ページ」とした。そして、「フィールドの管理」で「市町村」、「イメージ」、「県」、「地区」、「由来」を追加した。この「イメージ」は画像を格納するためのフィールドである。次に画像とメタデータの取り込みを行う際に、一斉にすべてのデータを取り込む方法を用いた。メタデータはこのまま取り込んでも資料データしかとこまれず、画像は取り込むことができない。そこで新たなフィールドの「画像」を作成し、メタデータと組み合わせることができるようにした、またメタデータの形式を xls 形式から csv 形式にして取り込んだ。後は Drupal のサイドバーのナビゲーションにある「インポート」から「import 市町村データ」ページへ移動し、メタデータが格納されている csv ファイルをインポートすることで、メタデータを格納した画像ページが作成される。

4.4 Views を用いた画像一覧ページ

Feeds を用いて作成した画像ページを Views を用いて一覧に表示させる。「サイト構築」の「Views」から「Add new views」を選んで新しいページを作成する。ページを「市町村画像」とし、コンテンツタイプを「市町村ページ」とした。

4.5 TBIR を用いた画像検索システム

ここで、TBIR を用いて画像検索システムを実装する。このシステムが「メタデータの類似から判断するシステム」となる。まず、画像一覧ページの実装に用いた Views を利用して画像検索システムを実装することに

した。Views にはページを一覧表示させるだけでなく、その他にも条件を指定し追加することができる。この機能を利用し、キーワードを入力することで市町村画像内の検索ができるようなページを作成する。まず、4.4 で作成した画像一覧ページを複製し新たに「キーワード検索」という名前に変更する。次に「詳細設定ページ」から「FILTER CRITERIA」を選択し、「コンテンツ：ポジラベル」などの形式を選択していく。そしてそれぞれ「Expose this」を選択することでキーワードを打ち込むことで画像一覧ページから対応する画像ページが表示される。キーワードとして「地区」、「市町村」、「県」、「由来」から検索できるようにした。また画像の下の「もっと読む」をクリックすることで画像ページに飛ぶことができる。



図 4 キーワード検索ページ

4.6 CBIR を用いた画像検索システム

TBIR を用いた検索システムのほかに CBIR を用いた検索システムを実装することにする。エッジ検出した画像同士の類似度を測る為、マッチングを用いることにした。マッチングは 124 × 124 個の画像の類似度を一度に出せないのそのため、シェルスクリプトを利用しプログラムを作成する。124 個の市町村画像を自動で Canny 法を用いたエッジ検出をするプログラム、124 × 124 の計 15376 通りの類似度を自動で算出するプログラムを作成し、データベースに格納する。そしてその結果を Drupal 上で検索することができるシステムを作成することにする。

4.6.1 エッジ検出画像ファイルの作成

Drupal 内の「sichoson」というファイルにある 124 個の市町村画像をすべてエッジ検出し、新たな「sichoson-canny」というファイルを自動で作成し、保存されるようなプログラム「base」を作成した。

4.6.2 類似度の算出と DB 格納

124 個の市町村画像の 15376 通りの類似度を自動で算出するプログラム「bash」を作成した。そしてその結果

を「similarity.sql」に表示されるようにし、実行することでデータベース(DB)に格納するようにした。

4.6.3 Drupal上の類似度検索画面実装

ここで、Drupal上に類似度を表示するページを作成した。ページの実装にはPHP filter モジュールを有効にしPHPコードが使用できるようにした。すべての画像ページに類似度表示ページへリンクできるようなボタン(画像に対する類似度を表示する)を作成しbodyにテンプレートとして付け加えた。

5 類似画像検索システムの評価

5.1 本システムの評価方法

本研究ではTBIRとCBIRを用いたシステムなので、TBIRを用いることで画像を分類する。またCBIRを用いることでマッチングを行い類似度を算出した結果を比較して行う。マッチングとは、ユーザによって与えられた検索キーとデータベースに蓄積されたインデックスとの間で距離(類似度)を次々と計算し、距離が小さい(類似度が大きい)順に蓄積画像を出力する処理である。

5.2 評価比較

評価比較は、まず探したい画像をTBIRにより画像を分類し、分類した画像の中から探している画像を選択する。この選択した画像を画像Aとする。次に画像Aと市町村画像124枚に対してマッチングを行い、類似度を算出する。これをCanny法の手法でエッジ抽出した画像でそれぞれ行う。図6に算出した類似度の結果を示した。類似度の値は0に近いほど類似性が高い。

5.3 評価結果

まず、TBIRを用いることで、「丸」というキーワードで入力することで、124個の画像から14個に絞り込めることができた。図5で示すような画像Aに類似した画像図6の類似度を算出した。同じ関市の画像では0が表示され、類似していない画像では0.05から0.1の値が算出され、類似している画像と類似していない画像の区別が出た算出結果となり、エッジ検出が上手く出来ていることが分かる。また、ウィーン分類を使い「丸」というキーワードを使い調べてみたところ、25556件も出てきても絞り込むことが難しい。ウィーン分類は検索するのが容易でなく、効率が良いとは言えない。しかし本システムでは「地区」、「市町村」、「県」、「由来」の中から検索でき、画像も絞り込みやすい。また類似度を表示することができ、どれくらい類似しているかわかり、比較しやすい。そういった点からも本システムは類似画像検索システムとして優れていると言える。



図5 関市



図6 類似度:関市 0.000000 大治町 0.028959
玉城町 0.05124 飛鳥村 0.055935

6 まとめ

本研究では、Drupal上にTBIRを用いたメタデータをキーとした検索システムとCBIRを用いた類似度をキーとした検索システム、その両方を組み合わせた検索システムを実装した。その結果、既存の特許電子図書館(IPDL)のようにウィーン分類による検索では事前に分類コードを把握する必要があり検索方法が複雑であったが、本研究のシステムではTBIRによりある程度画像を絞り込み、さらにCBIRで類似度をはかることにより、容易で正確な検索が可能になった。このシステムを応用すれば、膨大な量のデータにも対応でき、今後の商標検索が容易になると考える。反省点としては、キーとなるメタデータの項目が少なく、膨大な量の画像を扱うには項目を増やさなければならないと感じた。さらに商標のなかには企業のロゴといった色特徴も存在するものも多く、今回使用したエッジ検出以外のアルゴリズムも必要になり、今後の課題として別のアプローチからのアルゴリズムの改善も必要であると考えた。

参考文献

- [1] 工業所有権情報・研修館,
“特許電子図書館 - 商標検索,” <http://www.ipdl.inpit.go.jp/Syouhyou/syouhyou.htm> (accessed 2011. 9)
- [2] 鈴江直人, 吉田真一, “モノクロ画像検索のための形状特徴,” 高知工科大学情報システム工学科学士学位論文, 2010.
- [3] 山田和彦, “図形商標検索技術の現状と課題,” <http://www.japio.or.jp/00yearbook/files/2008book/08-3-08.pdfsearch=図形商標検索>, (accessed 2011. 9)