

形状特徴量を用いた類似画像検索

田中映理子[†] 上田和章[†] 中川祐治^{††}

[†]愛媛大学大学院理工学研究科 ^{††}愛媛大学総合情報メディアセンター

〒790-8577 愛媛県松山市文京町3

E-mail: [†]{s846006y, p861002y}@mails.cc.ehime-u.ac.jp ^{††}yuji@cite.ehime-u.ac.jp

あらまし 画像を検索キーとして問合せ画像に類似した画像を画像データベースから検索する場合、登録画像数が増加するに従って検索時間が長くなってしまふ。そこで、初めに計算量の少ない粗い検索を行い候補画像を絞り込み、続いて計算量の多い細かい検索を行うという二段階の絞り込みによる画像検索が考えられる。本論文では、候補画像から問合せ画像に類似した画像を細かく検索する一手法として、画像上の各種形状特徴量により類似度を求め、類似度検索を行う方法を述べる。

キーワード 画像データベース, 形状特徴量, 類似度, 類似度検索

Image Retrieval using Shape Features

Eriko TANAKA[†], Kazuaki UEDA[†], and Yuji NAKAGAWA^{††}

[†]Graduate school of Science and Engineering, Ehime University

^{††}Center for Information Technology, Ehime university

3 Bunkyou-cho, Matsuyama, Ehime, Japan 790-8577

Abstract Recently, the more we register lots of images in the database, the more it takes processing time to find the image similar to the query image in the database. As a solution, we perform the perform detail search. In the paper, we detail search method using shape features. Thus, we can calculate similarity of the query image and comparison image .

Keywords Image database, Shape Features, Similarity, image retrieval

1. はじめに

本研究は、政府が推進する新世紀重点研究創世プラン(RR2002: Research Revolution 2002)[1]の環境分野における「人・自然・地球共生プロジェクト」[2]の一分野である。このプロジェクトには温暖化予測ミッションと水循環変動予測ミッションがあり、後者の水循環変動予測ミッションの「インドシナ半島における水環境の化学汚染実態の解明と汚染

除去技術の開発」[3][4][5]におけるデータベース構築に関する研究の一部である。上記研究におけるアウトプットはデータベース化され、全世界に広く公開される。蓄積されるデータは数値データと画像データがあり、数値データについては Web 上で可視化を行い、画像データについては画像間検索を可能にするシステムを構築する。本研究は、蓄積された画像データから類似画像検索を行うための

基礎技術を提供するものである。

一般に画像の内容に依存した画像検索システムでは、対象画像群に対する検索の手がかり情報であるキーワードをあらかじめ作成しておき、キーワード検索によってユーザが要求する画像を提供するといった手法が主に用いられていた[6]。しかし、その手法では作成するキーワードの内容によって検索内容が変わってしまい、キーワードの内容によってはユーザが求める画像に対して、正しい結果が得られない。さらに、通常人手によりキーワードは付加されるが、大量の画像を処理する場合、その作業には非常に労力、時間、費用を必要とするという欠点をもっている。そこで、大量の画像を有する画像データベースから類似画像を検索する場合、画像自身を検索キーとして、それぞれの特徴量を求め、特徴量を元に画像を検索する手法が有効である。しかし、画像自身を検索キーとして検索する場合、細かい検索をすべての画像に対し行う

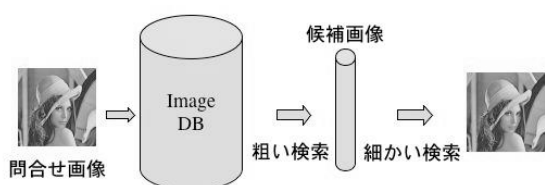


図1. 二段階の絞り込みによる画像検索

と画像データベース上の登録画像数が増加するに従って検索時間が膨大なものになってしまう。この解決案として図1のように初めに計算量の少ない粗い検索を行い、候補画像を絞り込み、さらに候補画像から細かい検索を行うことで対象となる問合せ画像に類似した画像を見つけるという二段階に分ける方法が

考えられる。

本研究では、候補画像から問合せ画像に類似した画像を求める細かい検索の一手法として、形状特徴量を用いた画像検索について述べる。その手法とは問い合わせ画像中に存在する対象物の各種形状特徴量を求め、比較画像の形状特徴量と比較し類似度による判定を行う。

2. 対象物の決定法

対象物の各種形状特徴量を求めるためには、予め対象物を決定しておく必要がある。一般に類似画像検索においては、検索前に対象物を決定する事は不可能である。しかし、二段階の画像検索を行う本方式では、細かい検索に動的計画法[7]を用いている。この結果を利用することで、対象物を確定することが可能である。すなわち、動的計画法による対応付けにおいて、探索空間内で直線と判定された部分を対象物と見なす事ができる。従って、動的計画法による検索結果の画像と、その画像上の直線領域に対して次に述べる各種特徴量を求める。

3. 特徴量について

3.1 フーリエ記述子

フーリエ記述子とは、対象物の輪郭線を抽出し正規化偏角関数を求め、それをフーリエ級数展開することによって得られる特徴量である[8]。偏角関数とは、対象物体の輪郭に沿ってある点から長さ α ごとに接線を引き、 x 軸とのなす角度を求める。この操作を輪郭に沿って移動し、最初の点に戻るまで繰り返し行

い得られる関数である。例えば、図2のように輪郭線の角度分布をグラフ化したものとなる。

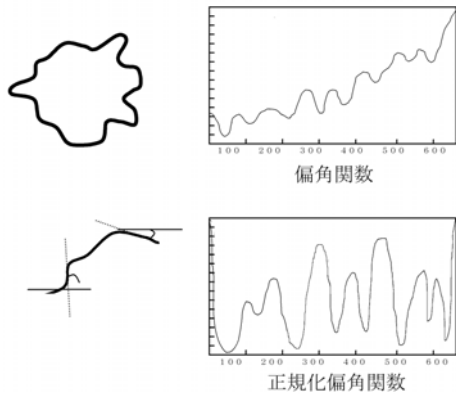


図2. 偏角関数と正規化偏角関数

さらに正規化偏角関数とは、対象物の回転に対して不変になるように、輪郭線の始点と終点の偏角が一致する周期関数である。その正規化偏角関数をフーリエ級数展開することによって得られる有限個のフーリエ係数をフーリエ記述子という。このフーリエ記述子を用いることで、物体形状を関数化することで類似検索を行うことができる。

3.2 面積

面積とは、物体形状によって作られる閉領域内部の総画素数をいう。ただし、閉領域内部に別の閉領域が存在する場合には領域の内外部判定が必要となり、内部の総画素数のみを面積とする。

3.3 周囲長

周囲長とは、対象物の外側輪郭線の総画素数をいう。ただし、総画素数を求める際に8近傍での4つの斜め方向(右上, 左上, 左下, 右下)に対しては $\sqrt{2}$ 倍をして補正し、それ以外は1とする。

3.4 主軸と短軸, 最大長の特徴量

主軸とは、対象物内を通る最も長い直線である。短軸とは、主軸に垂直な対象物内を通る最大の直線である[9]。最大長とは、輪郭線内の最大の長さを描ける直線のことである。

4. 各種特徴量による類似度の判定

4.1 フーリエ記述子による類似度

対象物の全体的な形状はフーリエ記述子の低周波成分に反映され、微細な構造は高周波成分に反映される。従って、形状の類似度は低周波成分における振幅 A と位相 P (式(1))に着目すればよい事が分かる。

$$A_k = \sqrt{(a_k^2 + b_k^2)},$$

$$P_k = \tan^{-1}\left(\frac{b_k}{a_k}\right) \quad (1)$$

ただし、 k は周波数、 a_k と b_k はフーリエ記述子を複素形式で表現した時の実部と虚部を表わす。

そこで二つの画像間での類似度を以下のように定義する。問い合わせ画像の振幅を A_1 、比較画像の振幅を A_2 とし、 A_1 と A_2 の大小比較を行い、 $A_1 > A_2$ ならば振幅による類似度 $A = A_2/A_1$ 、 $A_2 > A_1$ ならば $A = A_1/A_2$ とする。

さらに位相に対しても同様に、問い合わせ画像の位相を P_1 、比較画像の位相を P_2 とし、 P_1 と P_2 の大小比較を行い、 $P_1 > P_2$ ならば位相による類似度 $P = P_2/P_1$ 、 $P_2 > P_1$ ならば $P = P_1/P_2$ とする。

4.2 面積による類似度

問い合わせ画像の面積を E_1 、比較画像の面積を E_2 とし、 E_1 と E_2 の大小比較を行い、

$E_1 > E_2$ ならば面積による類似度 $E = E_2/E_1$,
 $E_2 > E_1$ ならば $E = E_1/E_2$ とする.

4.3 周囲長による類似度

問い合わせ画像の周囲長を L_1 , 比較画像の周囲長を L_2 とし, L_1 と L_2 の大小比較を行い $L_1 > L_2$ ならば周囲長による類似度 $L = L_2/L_1$, $L_2 > L_1$ ならば $L = L_1/L_2$ とする.

4.4 主軸と短軸, 最大長による類似度

問い合わせ画像の短軸を主軸の長さで割ったものを N_1 , 最大長を Q_1 とし, 比較画像の短軸を主軸の長さで割ったものを N_2 , 最大長を Q_2 とする. ここで, N_1 と N_2 の大小比較を行い, $N_1 > N_2$ ならば主軸短軸による類似度 $N = N_2/N_1$, $N_2 > N_1$ ならば $N = N_1/N_2$ とする. さらに, Q_1 , Q_2 に対しても同様に $Q_1 > Q_2$ ならば最大長による類似度 $Q = Q_2/Q_1$, $Q_2 > Q_1$ ならば $Q = Q_1/Q_2$ とする.

4.5 類似度判定

前述の各種類似度を統合して, 各種特徴量による類似度 S を以下のように定義する. すなわち,

$$S = E \times L \times A \times P \times N \times Q$$

ただし, E は面積による類似度, L は周囲長による類似度, A はフーリエ記述子の振幅による類似度, P はフーリエ記述子の位相による類似度, N は主軸短軸による類似度, Q は最大長による類似度である.

また, 類似度の判定は $S \geq \omega$ ($\omega \approx 1$) を満たすかどうかで行う. ただし, これらの類似度は初めからすべて求めるのではなく, 計算量の少ない E , L から始め A , P , N , Q の順に求めていくが, S の値が ω を下回った時点で終了することで無駄な計算を削減する.

5. まとめ

類似画像検索において, 高速化と検索精度の向上を目指して二段階の絞り込みによる検索手法を構築した. 特に, 二段階目の細かい検索において, 動的計画法を用いた類似画像検索に引き続き, その検索結果から対象物体の情報を得る事で, 物体形状同士の形状特徴量による類似度判定を行うことができる.

なお, 本研究の一部は文部科学省「人・自然・地球共生プロジェクト」の水循環予測ミッションによる.

参考文献

- [1] 新世紀重点研究創成プラン
<http://kyousei.aesto.or.jp/doc/plan.html>
- [2] 人・自然・地球共生プロジェクト
<http://kyousei.aesto.or.jp/index.html>
- [3] 鈴木聡他: インドシナ半島における水環境の化学汚染実態の解明と汚染除去技術の開発平成 15 年度研究成果報告書, 文部科学省研究開発局, pp.1-71, 2004
- [4] 鈴木聡他: インドシナ半島における水環境の化学汚染実態の解明と汚染除去技術の開発平成 16 年度研究成果報告書, 文部科学省研究開発局, pp.1-91, 2005
- [5] 鈴木聡他: インドシナ半島における水環境の化学汚染実態の解明と汚染除去技術の開発平成 17 年度研究成果報告書, 文部科学省研究開発局, pp.1-85, 2006
- [6] Image google
<http://images.google.com>
- [7] 濱岡圭, 上田和章, 中川祐治: 動的計画法を用いた類似画像検索, 平成 17 年度電子関係学会四国支部連合大会講演論文集, pp.208, Sep.2005
- [8] 田村秀行: コンピュータ画像処理, オーム社, 2002
- [9] 藤岡弘, 中前幸治: 画像処理の基礎, 照晃堂, 2002