

## 画像データベースにおけるパターン検索の一手法

1D-4

小林律子 佐竹哲夫 金子俊一 本多庸悟  
東京農工大学工学部電子情報工学科

### 1. はじめに

美術、医用、文書処理、地図情報処理などの分野における情報検索のための手段として、画像データベースが注目されて久しい[1]。補助記憶の大型化、分散システムの普及などにより、画像、音声などの大量データの扱いが容易になっている。画像を直接扱う検索機能を充実させることは、画像データベースにおけるより柔軟な利用にとって重要である。本研究の目的は、画像を直接検索するための基本機能について検討することである。ここでは、Geometric Hashing法[2][3][4] (以下、GH法)の枠組みに基づき、位置、姿勢、大きさ、歪みなどを定量的に制御可能な高速検索法について検討する。

### 2. 検索機能への要求

画像データベースに対しては通常のデータベースに加えて次のような要求がある。

- (1)大量データの高速ハンドリング
- (2)登録画像からの直接的な検索キーの抽出
- (3)部分画像あるいは部分パターンによる検索
- (4)検索時の類似性の制御

本研究では、2値画像を対象として、このような要求を満たすためのパターン検索法について検討する。

### 3. パターン検索アルゴリズム

#### 3.1 Geometric Hashing 法

GH法はハッシュ探索を画像認識に応用したモデル駆動型認識手法の一つであり、学習と認識の2段階から構成されている。

【学習】すべての登録画像に対して次の処理を行う。特徴点を抽出する。すべての2点順列(P1, P2) (以下、基底組)に対して次の処理を行う。選択した基底に関して、他特徴点を座標変換(相似変換不変特徴量を算出)する。変換座標値を適宜量子化(実験では、量子化幅: 0.02)する。その座標値( $\alpha, \beta$ )を登録キーとして、2次元表(ハッシュ表。以下、HT)に、{(P1, P2), 画像番号}を登録する。

このようにして出来上がったHTは、すべての登録画像(認識モデル)内の正規化されたパターンのプールと考えることができる。

【認識】認識の対象画像から、登録時と同様に特徴点を抽出する。任意の基底組を選択する。他特徴点の変換座標値を量子化する。その座標値が示

すHT内の位置に登録されている{基底組、画像番号}に投票する。最も多くの得票率を得た登録画像(モデル)が認識結果を与えることになる。

この手法は学習段階の計算の手間は大きい、認識段階は非常に高速である。さらに、投票による判定は、パターンの隠れやノイズに強い。

#### 3.2 GH法の修正

上記のGH法をパターン検索に応用する場合、幾つかの前提が必要である。まず、登録の実体は画像自体ではなく特徴点の配置情報であるので、特徴抽出アルゴリズムの性能は十分高い必要がある。また高速検索及びシステムの実現性を確保するためには、HTの容量を適当に保つ必要がある。部分画像による検索においては、各登録画像全体を登録対象とせず、局所的な部分パターンの集合として登録する方式が考えられる。

基底組の選定、基底によって変換される特徴点の選定は各設定領域内で行う。基底点の選定を行う領域をCゾーンと呼ぶ。Cゾーンによる基底選定の制御は登録時にのみ行う。変換される点の選定を行う領域をRゾーンと呼ぶ。Rゾーンによる制御は登録時、検索時共に行う。

得票率を次のように定義する。

$M$ : 一つの(画像番号, 基底2点組)の組の得票率

$V$ : 得票率

$m_R$ : Rゾーン内に含まれる検索用画像の特徴点の数(P1, P2を含む)

Rゾーンによる制御を適用した得票率は次式で表せる。

$$V = \frac{M}{m_R - 2}$$

#### 3.3 検索条件の制御

検索においては検索者が求める条件(以下、検索条件)に合うものだけを選ぶ必要がある。

##### (1) 回転角度の設定

検索パターンの角度を0度とし、検索対象の姿勢角度の許容範囲の設定を行う。

##### (2) 大きさの設定

検索パターンの大きさを1とし、検索対象の大きさの許容範囲の設定を行う。

##### (3) 位置の設定

検索パターンが1つの場合、登録画像内の相対位置の許容範囲を設定する。2つ以上の場合には一般的な相対位置の記述を検討する必要がある。

A Method of Pattern Search in Image Database System

Ritsuko Kobayashi, Tetsuo Satake, Shun'ichi Kaneko & Tsunenori Honda

Tokyo University of Agriculture and Technology

2-24-16, Nakacho, Koganei-shi, Tokyo 184, Japan

これらの制御を行うために、図1に示すように基底組をも含んだ特徴点の位置情報などを付加情報として登録することとする。これによって、対応する基底組の座標値を用いて許容範囲を判定する。例えば、回転角度に関しては次のようになる。キー画像における基底座標を{(X0, Y0), (X1, Y1)}、検索されたレコード画像における基底座標を{(x0, y0), (x1, y1)}とする。このとき、回転角度の差dθは次式で算出される。

$$d\theta = \arctan \left( \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} \right) - \arctan \left( \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \right)$$

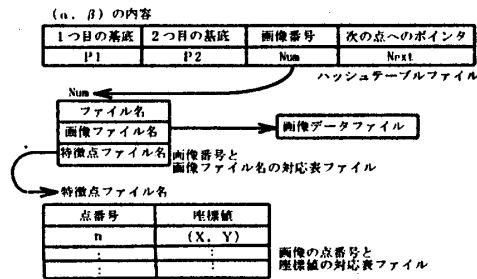


図1 ファイル間の情報の流れ

(4) ゆがみの設定

検索パタンの歪みの記述は複雑であるが、ここでは、特徴点の配置のずれの大きさを設定することとする。すなわち、投票においてある近傍範囲に一樣に投票する方式が用いられているが[2][4]、その近傍範囲の大きさを制御することとする。

4. システムの構成

図1から判るように、本データベースはGH法に基づいたHT、画像番号と特徴ファイル名の対応表、画像の点番号と座標値の対応表(特徴ファイル)、画像ファイル(物理レコード)の4種類のデータファイルから構成されている。図2に検索画面を示す。登録画像の例を含んでいる。

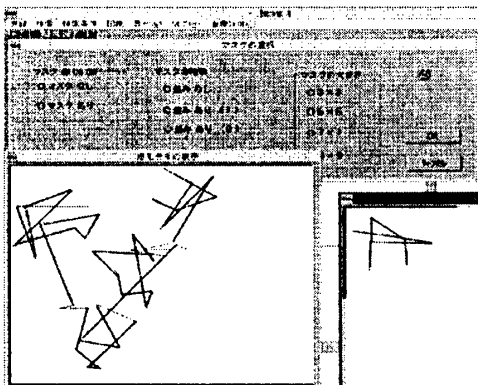


図2 検索画面の例(上:コマンド、右下:検索キー画像(A)、左下:検索されたレコード画像(ABCF))

5. 実験

実際の濃淡画像からの特徴抽出処理は行っていない。ここでは、特徴点ファイルを直接与えた。特徴点数:10~30、画像サイズ:50~100mmの画像の特徴点の座標値データを9種類(A~F)用意して実験を行った。まず、A~Fの中の異なる4種類を含むものを5枚作る。その5枚の画像を0~150度まで30度ごとに回転した画像を計25枚作る。これらを登録画像とする。Cゾーン、Rゾーンは正方形とし、一边をCゾーン:4mm~60mm、Rゾーン:0~3とした。図3は一樣投票の効果に関する実験結果である。検索時間は60ms~300ms(5×5近傍領域使用時)程度である。

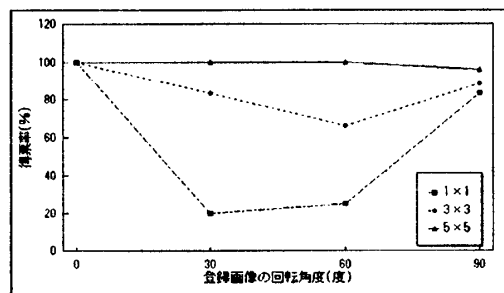


図3 近傍領域の大きさによる得票率の変化

6. おわりに

GH法に基づくパターン検索法について提示した。特徴点データの直接検索を実現した。今後の課題は、画像処理による特徴抽出を含めたシステムの実現、評価を行うことである。

参考文献

[1]特集:画像データベース、情報処理、Vol.33, NO.5, pp.441-511 (1992).  
 [2] W.E.L.Grimson: OBJECT RECOGNITION BY COMPUTER. The MIT Press, Chapter 3, pp.47-76 (1990) (book).  
 [3] Y.Lamdan, J.T.Schwartz and H.J.Wolfson: Affine Invariant Model-Based Object Recognition, IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, Vol.6, No. 5, pp.578-589 (1990).  
 [4] S.Kaneko, M.Shibata & T.Honda: Directional Voting with Geometric Hashing for Three Dimensional Object Recognition, Proc. of MVA'94(IAPR WS), pp.289-292 (1994).