

## シフト特徴量を用いた図形パターンの認識

小田慧介<sup>†</sup> 米元聡<sup>‡</sup>

九州産業大学大学院 情報科学研究科<sup>†‡</sup>

### 1. はじめに

本研究の目的は、ポスターなどの印刷物に埋め込まれた図形パターンを安定に認識する手法の開発およびその認識に適した図形パターンを設計することである。本研究では図形パターンのシフト特徴量[1]を計算しモデル画像と入力画像内の特徴間で対応点のマッチングを行うことにより認識を行う。シフト特徴量を用いることで位置、回転、大きさの影響を受けにくい認識が可能となる。本論文では、線画を対象として、どのような図形パターンがシフト特徴量を安定に検出できるか、他の図形パターンと識別しやすいか、撮影条件による変形に対し安定に抽出できるか調査した結果について述べる。

### 2. シフト特徴量

SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) 特徴量はキーポイントと呼ぶ特徴点を検出し、位置、回転・スケール変化などに不変な特徴量を記述することで得られる。具体的には、キーポイントのスケールに対応した領域を  $4 \times 4$  のブロックに分割し、ブロックごとに 8 方向の方向ヒストグラムを作成することで、1 ブロック当たり 128 次元の特徴量として記述することができる。キーポイント特徴点の検出では DoG 処理によりスケールとキーポイントを検出し、キーポイントのローカライズを行う。キーポイントのローカライズにより特徴点に向かない点を削除する。

### 3. 図形パターンのマッチング

#### 3.1 対象とする図形パターン

本研究では、簡単のため、ポスターなどの印刷物に埋め込まれた図形パターンとして線画を対象とする。具体例としてロゴマーク、イラスト、ピクトグラムなどを想定する。

### 3.2 図形パターンの認識

モデル画像の図形パターンを入力画像中から探索する方法として以下の対応点探索アルゴリズムを用いる。

#### 対応点探索アルゴリズム

あらかじめモデル画像のキーポイント特徴点の個数を求めておく。次に、あらかじめ抽出したモデル画像のキーポイント特徴点と入力画像(実画像)から抽出したキーポイント特徴点との類似度にもとづいてマッチングを行い、最も類似した特徴点を対応点とする。その対応点の個数を記録する。これら対応点の個数の割合を評価基準としたしきい値処理により画像中にその図形パターンが存在するかどうかを判断する。

### 4. 実験と考察

#### 4.1 実験条件

実験にはロゴマーク、イラスト、ピクトグラムなどの線画の描かれたモデル画像を約 400 枚用いた。なるべく異なるパターンとなるよう選定した。これらのモデル画像をいろいろな撮影条件で撮影した実画像を得る。図 1~3 にモデル画像および正面から撮影した実画像(一部を切り出したもの)の例を示す。(1) どのような図形パターンがシフト特徴量を安定に検出できるか、(2) 他の図形パターンと識別しやすいか、(3) 撮影条件による影響に対して安定に抽出できるかについて調査するため以下の 3 つの実験を行った。実験では特徴量の計算に[1]の作者のホームページで公開されているデモプログラムを利用した。

#### 4.2 実験 1: シフト特徴量の検出耐性

(1) の、シフト特徴量が安定な検出を行える図形パターンについて調査した。なお位置、回転、大きさの影響を受けにくいシフト特徴量を用いていることを想定し、位置、向きの異なる実画像も追加で用意した。まず、モデル画像のキーポイント特徴点を算出し、 $K$  個以上抽出可能なものみに絞り込む(今回の実験では  $K=100$  とし

Figure Recognition Using SIFT feature

<sup>†‡</sup> Keisuke Oda, Satoshi Yonemoto, Graduate School of Information Science, Kyushu Sangyo University

た)。次に、モデル画像を紙に印刷し、撮影した実画像に対するキーポイント特徴点の数を数える。この 2 つのキーポイント特徴点の比を評価基準 1 として用いる。

#### 4.3 実験 2: パターンの識別性能

(2) の、他の図形パターンとの識別のしやすさを調査した。図形パターン  $i$  とそれ以外の図形パターン  $j$  ( $i, j = 1, \dots, N$  ( $j \neq i$ )) について  $i$  のモデル画像と  $j$  の実画像に対するマッチング (対応点探索) を行い、誤って対応したキーポイント特徴点の総数を求め、評価基準 2 とする。その総数が少ないほど識別しやすい図形パターンと考える。

#### 4.4 実験 3: 撮影条件変動への頑健性

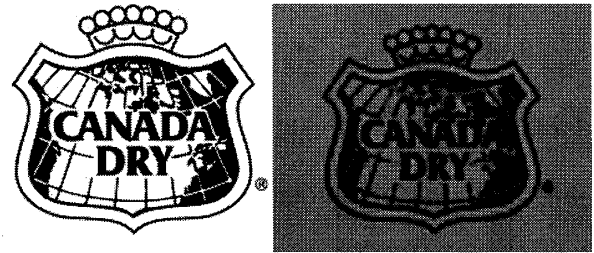
(1) の図形パターンの回転による影響の他に、(3) の、幾何学的変形などの撮影条件による影響に対して安定に抽出できるかについても調査を行った。具体的には、カメラの向きや照明条件を変えた場合の頑健性について調べた。

#### 4.5 実験結果と考察

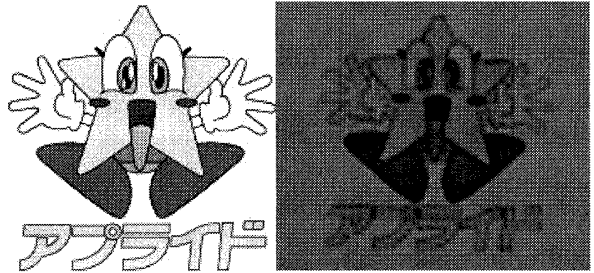
実験 1 において、評価基準 1 が上位の図形パターンの例を図 1 に示す。モデル画像のキーポイント特徴点 113 個のうち、右の実画像において 51 個が対応した。上位の図形パターンに共通する性質として、キーポイント特徴点が全体的に抽出できることがあげられる。実験 2 において、評価基準 2 が上位の図形パターンの例を図 2 に示す。この図形パターンは用意した他の図形パターンとほとんど誤対応するキーポイント特徴点がない例である。一方、図 3 は評価基準 2 が低い図形パターンの例であり、比較的シンプルなエッジのみで構成されている。このため同様のエッジが他の図形パターンにも多く存在することになる。実験 3 において、特に頑健性のある図形パターンというものは存在しなかった。

#### 5. まとめと今後の課題

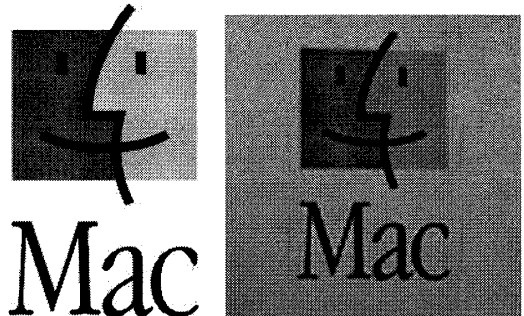
本研究では、ポスターなどの印刷物に埋め込まれた図形パターンを安定に認識する手法の開発およびその認識に向けた図形パターンを設計することを目指した。具体的には、線画を対象とした実験により、どのような図形パターンがシフト特徴量を安定に検出できるか、他の図形パターンと識別しやすいか、照明条件変動下での頑健性の 3 点について調査し、シフト特徴量を用いた場合に認識しやすい図形パターンがどのようなものであるかを知ることができた。



(左) モデル画像 (右) 印刷後に撮影した実画像  
図 1 図形パターンの例 1



(左) モデル画像 (右) 印刷後に撮影した実画像  
図 2 図形パターンの例 2



(左) モデル画像 (右) 印刷後に撮影した実画像  
図 3 図形パターンの例 3

今後の課題として、より大規模な図形パターン・データセットを用いた継続実験、図形パターン構成要素であるキーポイントレベルでの分析、認識しやすい図形パターンを自動生成するツールの開発、図形パターンを用いたビジュアルタグへの応用などがあげられる。

[1] D. Lowe, "Distinctive image features from scaleinvariant keypoints", *Proc. of International Journal of Computer Vision (IJCV)*, 60(2), pp. 91-110, 2004.