

SIFT 特等量の類似性を用いた繰り返しパターン検出 Detection of Periodically Repeated Pattern Based on the Similarity of SIFT Feature

藤原 佳大[†] 岡本 拓也[†] 近藤 克哉[†]
Yoshihiro Fujiwara Takuya Okamoto Katsuya Kondo

1. はじめに

SIFT や SURF 等の局所特徴量を用いて対象の認識を行う[2]とき、学習画像と入力画像の特徴点を用いて、その照合によって認識を行う。しかし対象物体が必ずしも学習画像と同じ向きを向いているとは限らないため、認識したい物体を様々な向きから撮影した画像を用意して認識処理することで、認識したい物体がどの方向を向いても認識ができる[1]。ところが、認識したい物体にチェック模様や水玉模様などの繰り返しパターンが含まれている場合、繰り返しパターンの特徴量が似ているため、特徴点同士のマッチングに誤りが生じ、物体の向きや物体自体を誤認識する問題があった。

そこで本報告では、SIFT 特徴量の類似性に基づいて繰り返しパターンの検出手法を提案する。SIFT のオリエンテーションを用いて繰り返しパターンの特徴点の検出を行うとき、繰り返しパターン以外の特徴点も多く検出される。そこでコサイン類似度を用いて、特徴点同士の類似度を測定し、特定の類似度を示した特徴点を繰り返しパターンの特徴点と判断し検出する手法を提案する。特に、類似度は画像によって異なることに着目し、各画像に対して最適な類似度を調べ、繰り返しパターンの特徴点のみを検出する。

2. 提案法

繰り返しパターンのオリエンテーション値や特徴量は類似しているため、それらに着目して繰り返しパターンの特徴点検出を行う。

まずオリエンテーション値を用いて、繰り返しパターンの特徴点の検出を考える。処理の流れを図 1 に示す。学習画像から抽出した特徴点のうち、任意の特徴点を基準点として、その他の特徴点のオリエンテーション値を比較する。比較している特徴点のオリエンテーション値が、基準点のオリエンテーション値の $\pm 0.05[\text{rad}]$ 以内の場合、その特徴点にラベルを付け、ラベルの付いた点が 5 個以上見つかった場合にそれらの点を繰り返しパターンの特徴点と判断し、全ての特徴点が基準点になるように処理する。この処理では繰り返しパターンの特徴点だけでなく、繰り返しパターン以外の特徴点まで多く検出される。これは繰り返しパターンとそれ以外の部分の特徴点の間に、近いオリエンテーション値を持つ点が存在することによる。そのため、画像から抽出される特徴点の総数が多い場合は、繰り返しパターン以外の特徴点まで多く検出されてしまう。そこで、特徴量に着目して特徴点同士の類似性をコサイン類似度により測定することで繰り返しパターンを検出する。

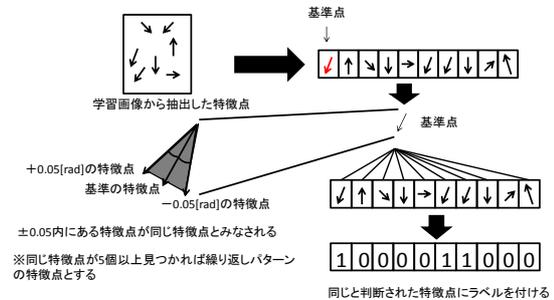


図 1 処理の流れ

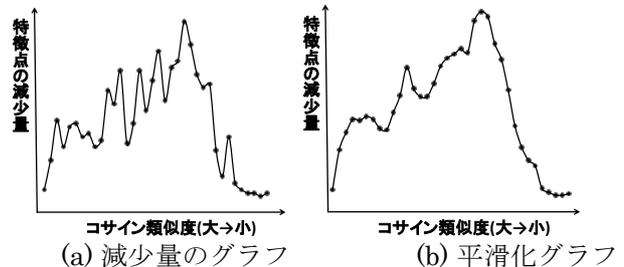


図 2 特徴量の変化量のグラフ

2.1 コサイン類似度を用いた特定類似度をもつ特徴点検出

特徴量同士の類似性をコサイン類似度を用いて算出し、繰り返しパターンの特徴点の検出を行う。

コサイン類似度は、ベクトル間の類似度を測るときに用いられる手法である。SIFT 特徴量の対応付けにユークリッド距離を用いるとき、類似性の範囲を定めにくい。コサイン類似度では式(1)に示すように類似度を 0~1 の値で表わすことができる。

$$\text{sim} = \frac{a \cdot b}{|a||b|} \quad (1)$$

ここに a, b はそれぞれの特徴点の特徴量、 $|a|, |b|$ はそれぞれの特徴点のノルムを表す。繰り返しパターン同士のコサイン類似度は高い類似性を示すため、特定の値(閾値)以上の特徴点を検出する。しかし固定の閾値では画像によって繰り返しパターンの特徴点が入手く検出されない。これは、繰り返しパターンによって類似度の大きさが異なるためであり、画像によってコサイン類似度の閾値を変える必要がある。次節で最適な類似度を求める手法を述べる。

2.2 最適類似度をもつ特徴点検出

コサイン類似度の特定の値を閾値とし、全ての画像の繰り返しパターンを検出するとき、画像ごとに閾値が異なる

[†] 鳥取大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Tottori University

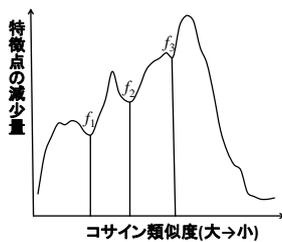


図3 最適類似度の選別

る為、繰り返しパターン以外の特徴点も多く検出される場合がある。そこでまず、画像ごとに類似度を 0.01 ずつ減らしたときの特徴点の減少量に基づき特徴を分類する。このようすを図 2(a)に示す。繰り返しパターンの特徴点は、類似度を 0.01 下げただけでも多くの特徴点が消える。また、繰り返しパターンの特徴点は類似度が高いため、閾値とする類似度がある程度小さいと繰り返し部分の特徴点は消える。このことから、各画像において、(i)類似度が高く、(ii)特徴点の数が大きく減少した後の類似度を最適な閾値として決定する。類似度が小さいときにも減少量が多い場合があるため、3 次のローパスフィルタを用いて局所的変化の影響を除去する(図 2(b))。繰り返しパターンの特徴点は類似度が高く、一度に多く減少することから、グラフの極大位置を閾値として検出を行った。しかし、極大を閾値にすると繰り返しパターンを検出しきれない場合や、繰り返しパターン以外も検出される場合があった。そこで極小部分を閾値として検出を行う。ローパス処理した特性を用いて類似度の高い方から順にグラフの極小位置を探し、最適な閾値候補(図 3 における $f_1 \sim f_3$)とする。極小位置を選ぶ際は、 f_1 の左側にある極小部分は左右にある極大部分との差が小さいため、最適な閾値候補からは外す。繰り返しパターンの特徴点は類似度が高く、一度に多く減少することから、各極小位置の中でも類似度が高く、減少量が小さい極小位置の類似度を閾値として選ぶ。図 3 の例では、最適な閾値は f_1 となる。

3. 実験

提案法の有効性を確認するため、背景や物体に繰り返しパターンを含む画像や、カリフォルニア工科大学のデータベース[3]内の繰り返しパターンを含む、計 8 枚の画像で実験を行った。実験結果を図 4 に示す。図 4(a), (d), (g)は入力画像、同図(b), (e), (h)は SIFT 特徴の抽出画像、同図(c), (f), (i)は提案法の結果を示す。

図 4(a)の画像では、クローバー模様の部分が繰り返しパターンである。同図(b)と(c)を比べてみると、(c)から、繰り返しパターンを抽出していることがわかる。

図 4(d)の画像では、星マークと横線部分が繰り返しパターンである。同図(e)と(f)を比べてみると、(f)では、自由の女神や旗のシワ部分といった繰り返しパターン以外の特徴点はあまり検出せず、繰り返しパターンの特徴点を多く検出している。これも、繰り返しパターンが規則的に並んでいたために上手く検出することができた。

図 4(g)の画像では、背景の障子枠が繰り返しパターンとなる。同図(h)と(i)を比べてみると、(i)では、障子部分の特徴点が検出され、盆栽にはあまり特徴点が出ていないことが確認できる。

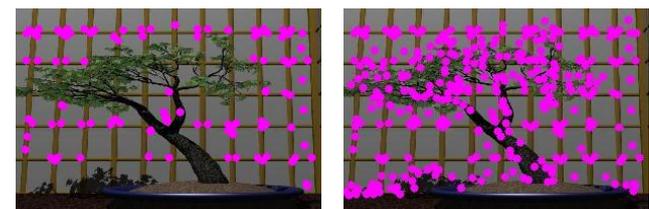


図4 提案法の結果

その他の画像においても、提案法により繰り返しパターンの特徴点を精度よく検出されることを確認した。

4. おわりに

様々な角度から撮影された学習画像を用いて物体認識を行う場合、物体に繰り返しパターンが含まれているとき誤認識を起こす問題があった。そこで本報告では、コサイン類似度を用いて繰り返しパターンの特徴点同士の類似度を測定し、特徴点の変化量を調べることで、画像ごとに異なる繰り返しパターンの特徴点を検出するときの最適な閾値を求める手法を提案した。実験の結果、提案法により繰り返しパターンの特徴点を抽出できることを確かめた。しかし、すべての特徴点を評価して最適な閾値を決定するため、処理時間がかかる。今後の課題として、処理時間の短縮などが挙げられる。

参考文献

- [1]Edward Hsiao, Alvaro Collet, Martial Hebert, "Making specific features less discriminative to improve point-based 3D object recognition," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp.2653-2660, June 2010.
- [2]David G. Lowe: "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints" Int'l Journal of Computer Vision, Vol.60, pp.91-110, Nov. 2004.
- [3]Caltech101([http://www.vision.caltech.edu/Image_Datasets/Caltech1/Caltech1.html](http://www.vision.caltech.edu/Image_Datasets/Caltech101/Caltech1.html))