

撮影条件の変化に頑強な高精度ピクトグラムマッチング方式

上西 くるみ[†] 青木 輝勝[‡]

東北大学工学部[†] 東北大学未来科学技術共同研究センター[‡]

1、はじめに

画像マッチングを行うにあたり、現在、スケール変化や回転、明るさに不変な SIFT[1]や SURF[2]などが広く用いられている。SIFT や SURF は局所領域の特徴量を記述する方式であるが、これらを単純な画像(ピクトグラムなど)に適用すると、著しくマッチング精度が劣化してしまう。

そこで、本稿では CN (Characteristic Number) [3]と呼ばれる形状記述子を基礎とした、撮影条件の変化(特にオクルージョン)に頑強なピクトグラムマッチングの新方式を提案する。

2、既存手法 (CN)

CN とは、Luo らによって提案された手法であり、対象の多くの構造情報が組み込まれるように、複比を拡張した幾何学不変量である。論文[3]では、従来手法である SC (shape context) や CRS (cross ratio spectrum) よりも射影変換に頑強で、実行時間も速いことが証明されている。

CN は、凸包上の等間隔の点を P_i 、線分 $P_i P_{i+1}$ と内部構造との交点を $Q_i^{(j)}$ として、

$$Q_i^{(j)} = a_i^{(j)} P_i + b_i^{(j)} P_{i+1} \quad (1)$$

$$\text{CN}(P_i, P_j, P_k) = \prod_{i=1}^3 \prod_{j=1}^n \left(\frac{a_i^{(j)}}{b_i^{(j)}} \right) \quad (2)$$

と定義される。ここで、 n は各線分上の交点の数のうち、一番少ない数である。また、CN による特徴量は次のように計算される。

- 1.対象の凸包上に等間隔のサンプル点 P_i を取る
- 2.三角形を形成するように点 P_i, P_j, P_k を選ぶ。
- 3.三角形の各辺が点 $Q_i^{(j)}$ で内部形状と交差、それらの点から CN 値を計算する。
- 4.形状記述子のベクトル、CN 値を連結する。

$$\text{Descriptor} = \left(\text{CN}(P_i, P_j, P_k) \right)_{1 \times C_n^3} \quad (3)$$

複比を用いることで射影不変を実現し、初めの三角形を決めれば他の三角形の順番も決定されるため、複雑な位置合わせの必要はなく実行時間も速くすることができる。

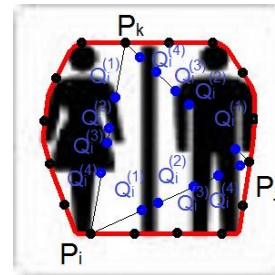


図1 CN 計算の例。

3、提案手法

実際の撮影画像では、対象がきれいに写っていることは少なく、また射影変換やオクルージョンを伴う。しかし、CN は内部の交点の位置を情報として用いるため、オクルージョンに弱い特性を持つ。そこで、ピクトグラムを対象とし、オクルージョンに頑強なマッチング方式を提案する。

オクルージョンに対する脆弱性は、対象内の正しい交点が取れず、誤った交点が取れてしまうことによって形状記述子の CN 値の一部が大きく異なってしまいうために発生する。提案手法では、既存手法のように全ての CN 値を用いて形状記述子を生成するのではなく、基準値から大きく異なっ

た CN 値を削除し、その上でヒストグラムインターセクションにより類似度を求めることとする。この手法によって正しい CN 値だけが残り、仮にオクルージョンが生じて形状記述子である特徴量が一致する。連続した正しい CN 値の次の誤った CN 値のみを削除するため、異なる画像同士を同じものと認識することはない。

4、提案方式の評価

実験には標準案内用図記号[4]からランダムに16枚のピクトグラムを選んだ。オクルージョンとして4通り（テスト画像のスケールに対して縦横1/2、1/4、1/6、1/8）の大きさの葉の画像をピクトグラムのランダムな場所に貼り付け、計64枚の画像をテスト画像とした（図2）。これは、野外看板や標識などに小さなゴミや葉が付いてしまった場合を想定している。これらとオクルージョンなしの参照画像16枚との類似度を求めることによって、提案手法と既存手法でマッチ率を算出した。この実験結果を表1に示す。



図2 オクルージョンを加えたピクトグラムの例。左からテスト画像に対して縦横スケール1/2、1/4、1/6、1/8のオクルージョン画像を貼り付けた。

マッチ率[%]	オクルージョン				全画像
	1/2	1/4	1/6	1/8	
提案手法	75	93.8	100	100	92.2
既存手法	56.3	81.3	93.8	100	82.8

表1 大きさ別オクルージョン画像のマッチ率実験結果

オクルージョン画像全てについて、提案手法ではマッチ率92.2%と、既存手法の82.8%を上回る結果となった。CNを求める交点を取る際、三角形の各辺上の一番少ない数を取るため、オクルー

ジョン1/8のような小さなオクルージョンについては既存手法でも対応できた。しかし、オクルージョン1/2のような大きな変化については既存手法では半数近くが認識できないという結果となった。一方、提案手法ではマッチ率75%と大きく上回った。この結果から、提案手法がピクトグラムのオクルージョンに有効であると言える。

5、まとめ

本稿では、誤った値のベクトルを削除してから特徴量を求めるピクトグラムマッチング方式を提案した。実験結果から、提案手法の有効性を示すことができた。この手法により、撮影条件の変化（特にオクルージョン）に対して既存手法より頑強なマッチングが実現できる。

今後は、オクルージョン画像のさらなるマッチ率の向上や、トリミングにより対象が大幅に欠けた際の対策を行い、標識やロゴなどの読み取り、携帯カメラとの連携アプリケーションへの応用が可能となるように、より実用的な技術にしていく予定である。

参考文献

- [1] D. G. Lowe, "Object recognition from local scale invariant features", The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision, 1999.
- [2] Herbert Bay, Tinne Tuytelaars, Luc Van Gool, "Speeded-Up Robust Features," Computer Vision and Image Understanding (CVIU), EECV, 2008.
- [3] Zhongxuan Luo, Daiyun Luo, Xin Fan, Xinchun Zhou, and Qi Jia, "A shape descriptor based on new projective invariants", Image Processing (ICIP), IEEE International Conference on, 2013

引用

- [4] 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団バリアフリー推進部
標準案内用図記号