

# 画像からの高精度な3次元復元に関する研究

金澤 靖 (第7工学系, 視聴覚コア)

## 1 はじめに

近年のように、大量のマルチメディアデータ情報が氾濫している時代において、そのマルチメディアデータからの情報を自動的に抽出することが重要な課題となっている。本研究では、画像情報に注目し、ビデオカメラで撮影された動画やデジタルカメラなどで無作為に撮影された画像などから得られる情報、特にそのシーンの3次元情報や動きの情報をいかに精度よく抽出するか、という観点から研究を行っている。

本稿では、それらに対する基礎技術として、画像の特徴点間の対応づけ、画像間対応の判別による復元の高精度化、自己校正法を用いた物体の復元、正準化を用いた2次元形状の認識について報告する。

## 2 繰り返しパターンを含むシーンでのロバストな対応付け

複数の画像間で対応するものを見つける処理は、ほとんどのコンピュータビジョン技術の応用において、最初に行なわれる必要不可欠な要素技術である。そして、その対応づけの精度は後段の応用に大きく影響する。静止したシーンに対する動画の場合は、テンプレートマッチングなどを用いることにより、比較的容易に行うことができるが、カメラ間の光軸方向の回転やズーム変化が大きい場合やカメラ間の移動量が大きい場合は極めて難しい問題となる。これに対し、我々は三つ組ベクトル記述子と呼ぶアフィン不変量を用いた対応付け法を提案した [8]。一方で、カメラ間の移動量やカメラのパラメータ間の変化量が小さくても、シーン内に、繰り返しパターンが多い場合やテクスチャが少ない場合などのケースでは、極めて対応付けが難しい。

一般に画像間の対応付けにおいては

1. 対応づけの単位となる画像特徴を検出する。
2. 検出された画像特徴を記述する。
3. 記述 (子) 間の類似度を計算し、対応候補を決定する。
4. 類似度の高い対応候補から、幾何学的な対応関係を求め、それを用いて残りの対応を決定する。

を行う必要がある。このとき、繰り返しパターンを含むようなシーンでは、その繰り返しパターン内に画像特徴が数多く検出されるだけでなく、その記述はほ

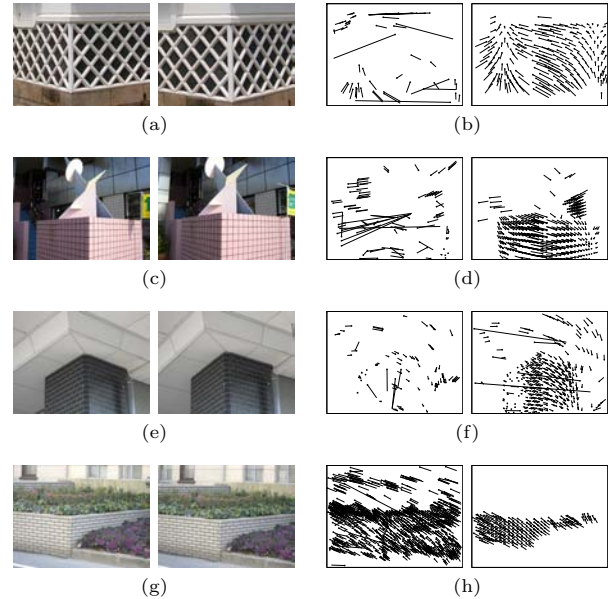


Fig. 1 (a), (c), (e), (g): Original images. (b), (d), (f), (h): Lowe's method (left), Our method (right).

とんど同じものとなる。加えて、繰り返しパターン内の多くの特徴の記述において、視点位置の移動は誤った対応での類似度を高くしてしまう原因となる。その結果、繰り返しパターン内での多くの誤った対応は、他の部分での正しい対応を逆に排除してしまう。このように、シーン内の繰り返しパターンは、対応づけ問題を難しくする要因であるが、一方で、極めて有力な情報でもあり、有効に利用すれば、対応づけの有力な情報となり得るはずである。

そこで、我々は繰り返しパターン内の特徴とそうでない部分の特徴を分離して、前者は繰り返しパターンに依存しない記述子を用いて対応付けを行い、後者はそれから得られた幾何学的関係を利用して、対応付けする方法を提案した [7]。これは、計算時間は掛かるものの、繰り返しパターン領域が大きく写っている画像間においては、従来法 [2, 3, 8] が失敗しているような画像間においても、精度良く対応づけが行えることが確認できた (図 1)。

## 3 画像の特徴点对応の判別に基づく3次元復元の高精度化

異なる2箇所から自由に撮影した画像から、そのシーンの3次元復元を行う場合、前節の通り、特徴点の位置の誤差が大きく復元形状に影響し、復元形状が歪んでしまうことも多い。しかし、この場合に、ほんの少数の対応を除去するだけで、復元精度が向

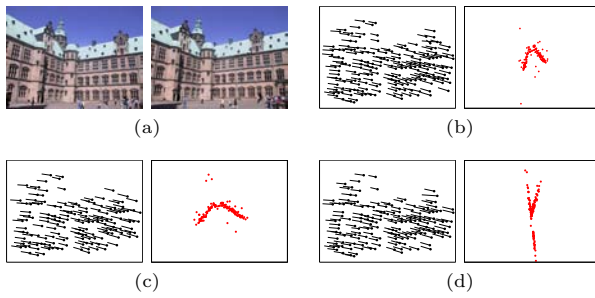


Fig. 2 (a) Original images. (b) Initial correspondences and their 3-D reconstructions. (c) Results by one-class SVM with the proposed kernel ( $\nu = 0.15$ ). (d) Results by one-class SVM the normalized Gaussian kernel ( $\nu = 0.15$ ).

上することも多い。

そこで我々は、対応に関する特徴量を定義し、その特徴空間で識別を行うことにより、復元に悪影響を与える対応を除去することを考える。ここでは、教師データを用意することは困難であることから、教師無し学習の一つである1クラスサポートベクターマシンを用い、用いた特徴量の特性を考慮した非対称なカーネルを提案し、画像間の対応を判別して精度の悪い対応を除去することで、復元精度が向上することを示した [9] (図2)。

#### 4 形状の正準化による2次元形状のマッチング

射影歪みが生じている2次元形状間においては、画像間の対応づけ同様に難しい問題である。このような射影歪みがアフィン変換と扇型変換の合成で表せること [4] を利用し、まず、我々は、扇型変換に対して一つの極値を持つような射影変換を求める。残る不定性はアフィン変換の不定性であり、アフィン不変な量(ここでは輪郭上の3点から構成される3角形の面積の比のヒストグラム)を用いることで、形状のマッチングを行うことができる。この形状の変形を「正準化」と呼ぶ。これにより、視点が移動してもロバストな形状間のマッチングが可能となった(図3)。

#### 5 まとめ

本報告では、マルチメディア情報における画像情報に注目し、その画像情報から、シーンの理解に必要な情報、3次元情報を精度良く抽出したり、形状間の一致性を精度良く判定することを目的として行っている研究について報告した。

しかし、まだ十分な精度が得られているとは言えないため、今後も更なる改良を続ける予定である。

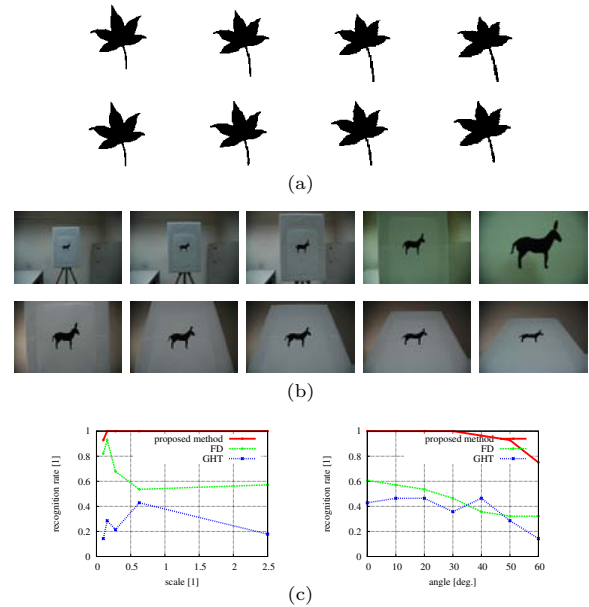


Fig. 3 (a) Canonicalization: before (upper) and after (lower). (b) Real images. (c) Recognition rate.

#### 参考文献

- [1] 金谷健一, 三島 等, 未校正カメラによる2画像からの3次元復元とその信頼性評価, 情処論: CIVM, vol.42, no.SIG 6(CVIM 2), pp.1-8, June 2001.
- [2] D.G. Lowe, Distinctive image features from scale-invariant keypoint, *Int. J. Comput. Vision*, Vol.60, No.2, pp.91-110, 2004.
- [3] 金澤 靖, 金谷健一, 大域的な整合性を保証するロバストな画像の対応づけ, 情処学論: CVIM, vol.44, no.Sig 17 (CVIM8), pp.70-77, Dec. 2003.
- [4] 佐藤 淳, “コンピュータビジョン — 視覚の幾何学 —”, コロナ社, 1999.

#### 発表論文

- [6] 神谷 直, 金澤 靖, 繰り返しパターンを含むシーンに対する画像間の対応づけ, 第10回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2007), 2007/7/30-8/1, 広島(広島市立大学).
- [7] S. Kamiya and Y. Kanazawa, Accurate Image Matching in Scenes Including Repetitive Patterns, 2nd Int'l Workshop RobVis 2008, pp.165-176, Auckland, New Zealand, February 18-20, 2008.
- [8] Y. Kanazawa and K. Uemura, Wide baseline matching using triplet vector descriptor, The 17th British Machine Vision Conf. (BMVC2006), Edinburgh, U.K., Sep. 4-7, 2006, pp.267-276.
- [9] Y. Takanashi, Y. Shibata, and Y. Kanazawa, Improving Accuracy of 3-D Reconstruction by Classifying Correspondences, IAPR Conf. Machine Vision Applications (MVA2007), Tokyo, Japan, May 16-18, 2007, pp.13-16.
- [10] 山西 聡, 金澤 靖, 形状の正準化による射影歪みにロバストな2次元形状の認識, 第11回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2008), 2008/7/29-7/31, 軽井沢(軽井沢プリンスホテル).