

## 2 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。本研究室では、画像情報に注目し、ビデオカメラで撮影された動画像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、動画像における物体の追跡、自律走行ロボットにおける視覚システムの自動校正について報告する。

### 2 未校正なステレオカメラにおける画像間の対応付け

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において必要不可欠な要素技術である。静止したシーンに対する動画像の場合は、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、視点の異なるステレオカメラで撮影された画像においては、見え方の変化が極めて大きいため、対応づけが難しくなる。

このような対応付けは出来る限り正確に行わなければならない。もし誤った対応があれば、その後の処理となる対応から3次元形状を復元する場合に、形状の歪みの原因となる。そこで我々は、まず、シーン内の平面に着目し、その平面上の点を効率良く対応づける方法を提案し、その有効性を確認した [6]。

更に、もし2つのカメラ間の移動が大きい場合には、一般に見え方に不変な量(不変量)を用いた方法が必要となる。そこで、我々は、三つ組ベクトル記述子と呼ぶ対応付けの基準を提案し、それを用いた対応付け法を提案した [7]。この三つ組ベクトル記述子は、同じ画像内の特徴点のペアから定義され、二つの特徴点の共分散行列に基づく標準領域における濃淡と、特徴点間の線分の濃淡により定義される。これらはアフィン不変量であり、画像がアフィン変換である場合に不変な量である。実際の画像はアフィン変換ではないが、局所的な領域を見ればアフィン変換で近似でき

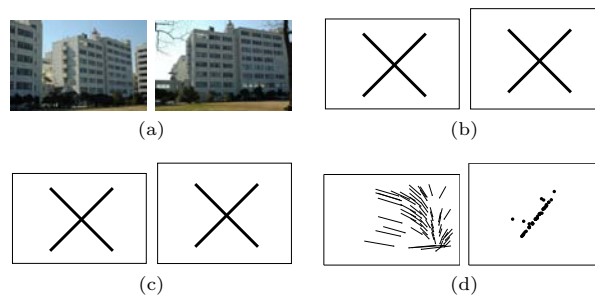


Fig. 1 (a) Stereo image pair. (b) Kanazawa and Kanatani's method [5]. (c) Lowe's method [4]. (d) Proposed method (topview).

る。その結果、従来の方法 [4, 5] に比べ、基線長の変化に対してロバストな対応付けが可能なることを示した (図 1)。

### 3 画像の特徴点対応の判別に基づく3次元復元の高精度化

自由に2箇所から撮影した2画像から3次元復元する場合、まず前述の方法などを用いて画像間で対応する点の組を見つけ、それを元に基礎行列と呼ぶ行列を計算する。そして、得られた基礎行列を分解することにより、カメラのパラメータを求め、それを使って対応する点の組の3次元位置を求めればよい。ただし、スケールは求めることができない。

このような未校正な2台のカメラの画像からの3次元復元は、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。このような場合に、高精度に復元するための方法として、(1) 基礎行列を精度良く求める、(2) 対応を出来る限り正確に決定する、などが考えられる。しかし、基礎行列を求める方法は最適と考えられる方法が既に提案されており [3]、また視差に対して完全な不変量は見付かっていないため、全く誤対応を含まない対応付けは困難である。しかし、その一方で、ほんの少数の対応を除去するだけで、復元精度が向上することも多い。

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た。ここでは、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た。この方法により、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 [8] (図 2)。

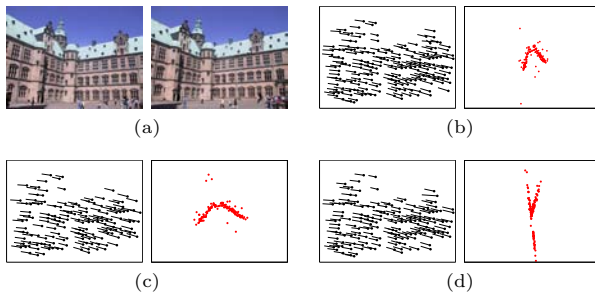


Fig. 2 (a) Original images. (b) Initial correspondences and their 3-D reconstructions. (c) Results by one-class SVM with the proposed kernel ( $\nu = 0.15$ ). (d) Results by one-class SVM the normalized Gaussian kernel ( $\nu = 0.15$ ).

#### 4 偵察による粒子フィルタを用いた頑健な物体追跡

動画像内で移動する物体を追跡することは、監視やITCなど様々な分野に応用可能である。近年、粒子フィルタを用いた物体追跡が提案され [1]、この粒子フィルタを用いた物体追跡は、従来の決定論的な追跡に比べ、頑健で安定な追跡が行えるという利点を持つ。この粒子フィルタにおいて、移動速度の速い対象に対応させるためには、粒子を広く分散させる必要があり、このとき十分な数の粒子を用いないと、追跡の精度が低下してしまう。

そこで我々は、粒子を分散させる処理において、偵察粒子によって大まかな移動量を推定し、それをバイアスとして残りの粒子を分散させることにより、従来では追跡に失敗していた移動量の大きな対象に対しても追跡することが可能となった [9]。

#### 5 自律移動ロボットのためのステレオカメラの自動校正

ステレオカメラは、人間の視覚と同様に、距離計測だけでなく、シーン内の様々な視覚情報を取得できることから、ロボットへの応用が期待されている。このとき、ステレオカメラとしては予め工場などで校正されたものが利用されるが、衝撃や経年変化などによって変わってしまうこともある。そのような場合、校正用の器具などを用いて、改めて校正し直す必要がある。

そこで我々は、そのような校正器具を必要とせず、撮影した画像のみから変化したパラメータを校正することを考える。まず、パラメータの変化をモデル化して、幾何学的 AIC [2] によるモデル判定を行うことにより、変化したパラメータを検出する。次にその変化したパラメータ空間での最適化を行い、変化量を推定する。このようなアプローチを取ることにより、自動的な校正が可能であることを示した [10]。

## 6 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を精度良く抽出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、いずれも、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。

## 参考文献

- [1] M. Isard and A. Blake, CONDENSATION—Conditional density propagation for visual tracking, *Int. J. of Comput. Vision*, Vol.29, No.1 pp.5–28, 1998.
- [2] 金谷健一, 情報量基準による幾何学的モデルの選択, 情処論, vol. 37, no. 6, pp. 1073–1080, June 1996.
- [3] 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.
- [4] D.G. Lowe, Distinctive image features from scale-invariant keypoint, *Int. J. Comput. Vision*, Vol.60, No.2, pp.91–110, 2004.
- [5] 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.

## 発表論文

- [6] 伊藤 吉弘, 金澤 靖, 画像から求めた複数のゆう度分布による重みを用いた RANSAC による画像間の対応付け, 信学論 D, Vol.J89-D, No.12, pp. 2710-2720, Dec. 2006.
- [7] 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.
- [8] 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, to appear.
- [9] 鈴川 慶一, 金澤 靖, 偵察による移動量推定に基づく粒子フィルタを用いた物体の追跡, 信学技報, PRMU2006-242, pp.43–48, March 2007.
- [10] 中野 裕介, 金澤 靖, 校正済みステレオカメラのパラメータの自動補正, 情処研報, 2007-CVIM-158, pp.1–9, March 2007.