

2V-03 複数画像による3次元物体形状復元システムの開発

定廣 眞一 門脇 聰一 梅田 幸蔵 辻村 直久

(株) システム テクノロジィ インスティテュート

岸浪 健史 田中 文基

北海道大学大学院工学研究科

1. はじめに

キャリブレーションされていない市販のカメラやビデオを用い、任意の位置より撮影して得られた複数枚の画像から、画像上の2点間の距離を指定するだけで、物体の3次元形状を復元できる[1,2,3]ことが報告されている。こうしたシステムを開発する上で必要となる構成要素のアルゴリズムについて精度評価は行われている[4]が、システム全体に関する検証はあまりなされていないようである。そこで、我々は、3次元復元システムを

開発し、どの程度の精度で復元が可能なのか、検証を試みた。本稿ではその概要を報告する。

2. 3次元形状復元の手順

図1に3次元形状復元の手順を示す。Step1~4にて、レンズ収差や画像中心、焦点距離などカメラの内部パラメータを計算する。Step5~Step8にて、カメラ内部パラメータと与えられた2点間の距離から、物体の3次元形状を算出する。

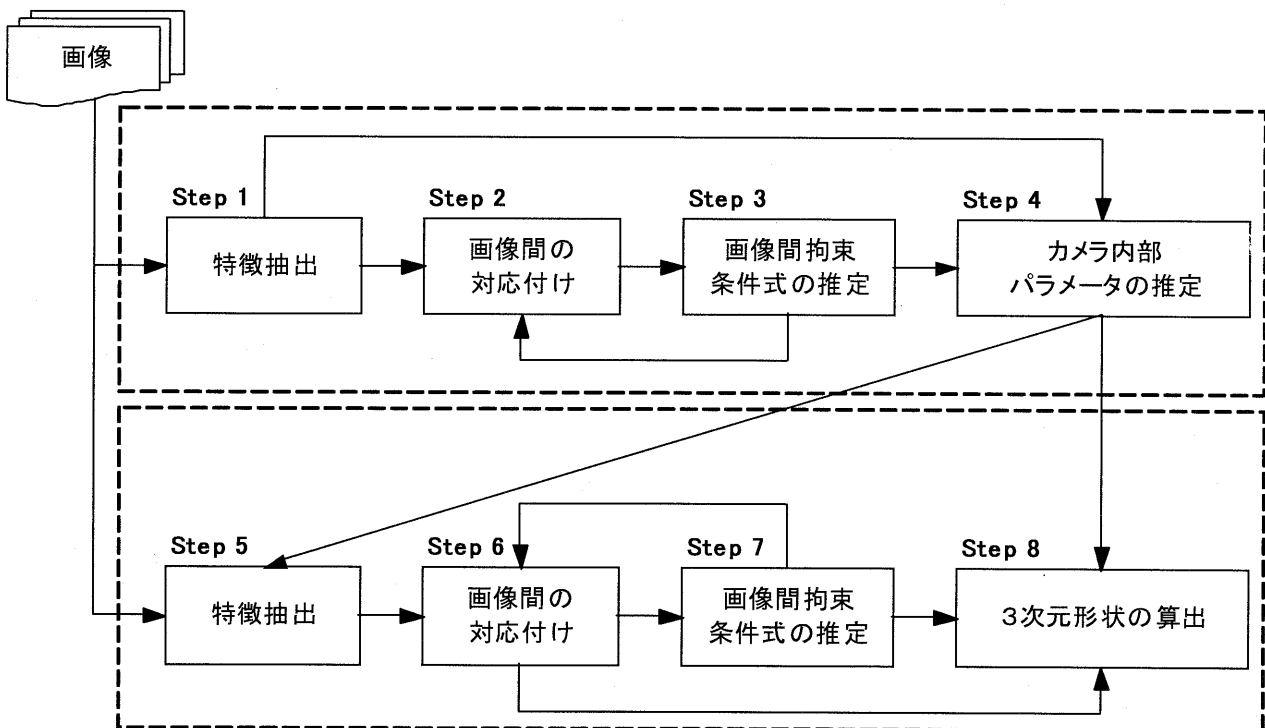


図1 3次元形状復元の手順

3. 精度向上のためのアプローチ

復元形状の精度は、3次元空間中の特徴の結像位置が満たすべき拘束を与える fundamental matrix あるいは trifocal tensors[5]をいかに精度良く推定するかにかかっている。問題となるのは次の3点であろう。

- ・ 特徴の抽出位置精度
- ・ 誤対応
- ・ 解法の安定性

3.1 特徴の抽出位置精度

量子化誤差や特徴抽出アルゴリズムの性能に依存するが、抽出位置ずれが復元したときには大きな誤差となって現れる。本システムでは、複数のアルゴリズムを競合させ、明瞭な特徴のみ取り出すことにし、サブピクセル精度でその位置を求めている。又、コーナあるいは交差のみでは、オクルージョン境界で見かけ上の特徴点を生ずることがあり、問題がある。そこで、線分を抽出しこの対応もあわせて用いることにした。

3.2 誤対応

誤対応は異常データとなって、fundamental matrix あるいは trifocal tensors の推定に悪影響を及ぼすため、なるべくこれを減らす必要がある。そこで、まず、特徴間の類似性[6,7]をもとに初期対応を求める。初期対応から、画像間の拘束を与える fundamental matrix あるいは trifocal tensors を推定し、この拘束をなるべく満たすような対応を求める。求まった対応より再度、fundamental matrix あるいは trifocal tensors を推定し、これをもとに対応を取り直す。安定した対応が求まるまで、これを繰り返し行っている。

3.3 解法の安定性

計算に用いるデータ中に抽出位置精度の悪い特徴や誤対応が混入してくる。又、解くべき問題の非線形性が強かったり、解くべき方程式がたちの悪いものであったりする。本システムでは点と線分の対応から、ロバスト推定法と非線形最小二乗法を併用して、fundamental matrix あるいは trifocal tensors を推定している。

4. おわりに

3次元復元システムを構築するにあたり、アルゴリズムの組み合わせと最適化を行う解法の実装が重要である。特徴抽出では、抽出もれより、誤った応答を示さない手法を選んだ。又、異なる情報を用いることで、その信頼性を高めるようにした。画像間の対応と拘束は、鶏と卵の関係にあるため、安定した結果が求まるまで、繰り返し計算を行った。同じ評価量に対し、それを最適化する解法によって、結果が大きく左右されることがある。これまで、実装上問題となる、この点の議論があまりなされていなかったように思われる。

本システムはまだ開発中の部分もあり、今後も検証を続けていく予定である。

参考文献

- [1] Q-T Luong and T. Viéville, Canonic Representation for the Geometries of Multiple Projective Views, Technical Report UCB/CSD 93/772, EECS, U.C. Berkeley, 1993
- [2] Q-T Luong and O. Faugeras, Self-Calibration of A Stereo Rig from Unknown Camera Motions and Point Correspondences, Rapport de Recherche 2014, INRIA Sophia Antipolis, 1993
- [3] B. Prescott and G.F. McLean, Line-Based Correction of Radial Lens Distortion, Graphical Models and Image Processing, Vol.59, No.1, pp.39-47, 1997
- [4] Q-T Luong, R. Deriche, O. Faugeras, and T. Papadopoulos, On Determining the Fundamental Matrix: Analysis of Different Methods and Experimental Results, Rapport de Recherche 1894, INRIA Sophia Antipolis, 1993
- [5] O. Faugeras and B. Mourrain, On the Geometry and Algebra of the Point and Line Correspondences between N Images, In Proc. International Conference on Computer Vision, pp.951-956, 1995
- [6] Q.X. Wu, A Correlation-Relaxation-Labeling Framework for Computing Optical Flow-Template Matching from a New Perspective, PAMI, Vol.17, No.9, pp.843-853, 1995
- [7] Y.L. Liu and T.S. Huang, Determining Straight Line Correspondences from Intensity Image, Pattern Recognition, Vol.24, No.6, pp.489-504, 1991