

注視点固定の連続画像における対応点追従手法の提案

松崎和敏 小林剛 田村壽英 張曉林

東京工業大学

1. はじめに

現在、高性能なコンピュータや高速ネットワークの普及などを受けて、3次元の立体図表示技術が向上し、それらの需要は日々高まってきている。その結果、航空機などといった空撮写真からの立体地図作成という分野も徐々に発展し、さまざまな分野で研究されている[1]。

しかし、人の視点にたった道案内システムなどといった低い視点での立体地図の利用を考えた場合、航空機などの高高度空撮写真を利用した立体地図よりも詳細で高精度な立体地図が求められる。しかし、現状の立体地図は高高度空撮写真を利用した広域かつ低精度のものが多い。そこで我々は張らのヒトの眼球運動モデル[2]を利用したカメラ制御システムを用いることで、低高度空撮写真からの立体地図作成を目指している。具体的には立体地図作成の手法として飛行中にカメラは画像中心に1点を捉え続けるように制御し、連続画像を撮影する。その中からそれぞれ同一の地点を指す点（以下、対応点）を探し出し、ステレオ法によって3次元座標の復元を行う。

しかし、そこには対応点探索の難しさという問題がある。そこで、本研究では対応点を高い確率で追従することを目的として、領域分割を対応点探索時の探索範囲の決定に利用することで対応点探索の精度向上と探索時間の短縮を図った。

2. 画像撮影機構の説明と取得画像

本研究において利用するカメラシステム[3]を図1に示し、撮影方法については図2に示す。図のようにカメラは常に1点（以下、注視点）をカメラ中心に捉え続けるようになっている。そのため、得られる画像は1点が常に画像中心にくるような画像である。

このシステムは他にカメラ制御モータのエンコーダからのカメラ向き情報や、水平センサなどといったさまざまなパラメータが得られるが、

飛行体の空中での自己位置同定は非常に困難な問題であるので、対応点探索問題においては、これらのパラメータに依存しない対応点探索の実現を目指した。

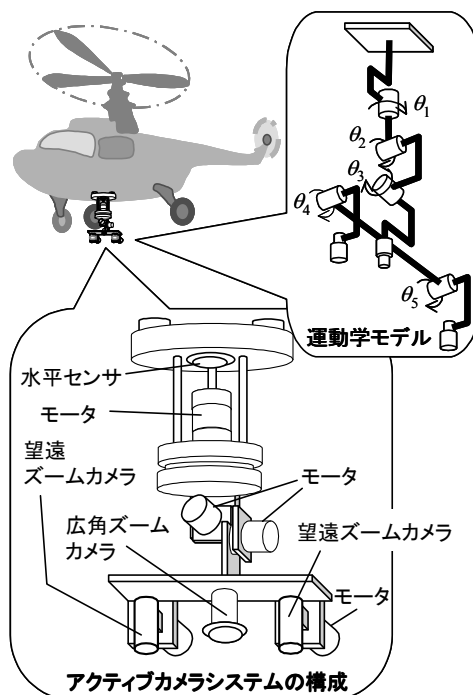


図1. アクティブカメラシステムの構成

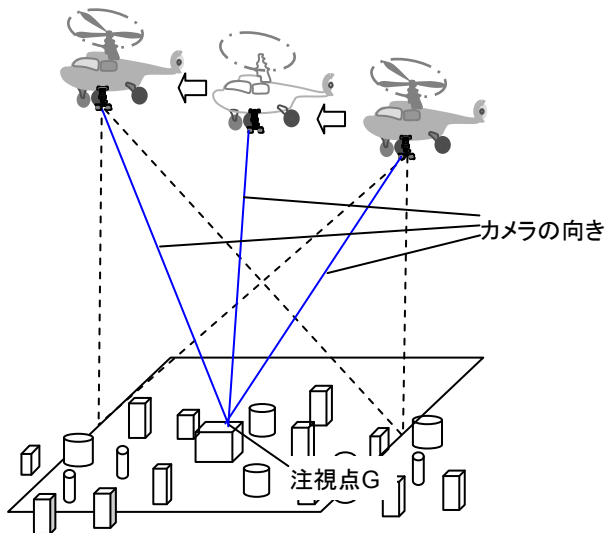


図2. 撮影方法

The corresponding point tracking method in gazed point fixed contiguous images.

K. MATSUZAKI · Tokyo Institute of Technology
 T.KOBAYASHI · Tokyo Institute of Technology
 T.TAMURA · Tokyo Institute of Technology
 X. ZHANG · Tokyo Institute of Technology

3. 手法説明

提案する手法のおおまかな流れは次のとおりである。

- I. 領域分割を行う。
- II. 領域間の対応付けを行う。
- III. 各領域にて対応点探索を行う。

まず領域分割に関してはクラスタリング[4]・領域成長法[5]・watershed 法[6]といったさまざまな方法が提案されている。その中で、我々は前処理として画像のぼかしを行い、4 近傍に対する領域成長法を利用した。領域成長法とは隣り合う画素同士の色情報の類似度が高ければ同じ領域であるとし、同じ特徴を持った小領域を結合していくことによって領域分割を行う方法である。

領域間の対応付けについては次節で説明する。

各領域での対応点探索については、カメラのパラメータを用いないため、エピポーラ幾何などというさまざまな従来法が利用できないという問題点を抱えている。そのため、領域内部のほぼすべての部分に対してブロックマッチングを利用している。

4. 各画像での領域間の対応付け

各画像でのクラスタ同士の対応付けは、2 つの画像でのクラスタ数を $c_k : k=1,2$ とし、それぞれの画像での $C_{ij}, S_{ij} : i=0, \dots, c_1, j=0, \dots, c_2$ をそれぞれクラスタごとの平均色の差、面積の差とする。また、 β を色情報と面積情報との重要度の度合いとすると、画像 1 でのクラスタ i に対応する画像 2 でのクラスタ j は次のように表せる。

$$A = \min_{j=0, \dots, c_2} (\beta C_{ij} + S_{ij})$$

この評価式の結果である A の値は対応としての妥当性を定量的に示しているので、 A をある閾値を下回っているか調べることで、対応として認めるか否かという評価を行える。

また、画像中心が常に 1 点を注視するように直線方向に移動し撮影するため、各対応領域での領域移動量の比は常に一定である。このことから、画像 t から画像 $t+1$ への領域 i, j の移動量をそれぞれ M_i^t, M_j^t と表すとすると、次のような評価式が導かれる。

$$M_i^t : M_j^t = M_i^{t+1} : M_j^{t+1}$$

この評価式を利用することで、領域間の誤対応を検出できる。

5. 実験

図 3 に示すような画像に対して、図 4 のようなぼかしをかけ、領域分割・対応付けを行ったところ、図 5 のような結果を得た。図 5 に示したのは対応付けされた十分に大きい領域のみである。

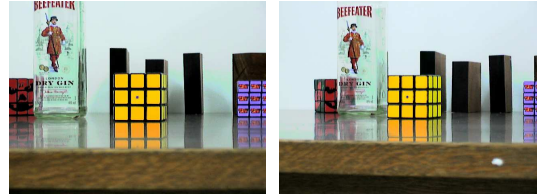


図 3 元画像

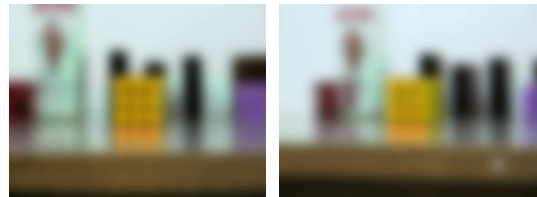


図 4 ぼかし加工後の画像

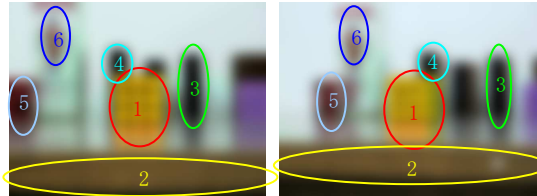


図 5 対応領域の情報

6. まとめ

今回提案した領域対応付けによって、分割された領域においての対応付けが高い確率で成功することがわかった。これにより、従来以上に対応点探索範囲を狭めることが見込めるので、対応点探索において精度向上・速度向上が見込める。

7. 参考文献

1. Yoshikawa, Y., Numata, Y., Daidou, N., Harada, M. 2001. Application of a laser profiler for road design business. Journal of association of precise survey and applied technology, No.79,67-74.
2. 張曉林, 若松秀俊: 両眼運動制御メカニズムの数学モデルと視軸制御システムの構築, 日本ロボット学会誌, Vol.20, No.1 89-97, (2002,1).
3. 張曉林, 松崎和敏, 加藤芳彦: ヘリコプタに装着した両眼アクティブカメラを用いた立体地図計測法, 情報処理学会第 6 8 回全国大会講演論文集 4 C-4
4. 宮本定明: クラスタ分析入門 ファジィクラスタリングの理論と応用, 森北出版 (1999)
5. 本: 安居院猛: 画像の処理と認識, 昭晃堂 (1992)
6. Image Segmentation and Analysis via Multiscale Gradient Watershed Hierarchies, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 8, NO. 1, JANUARY (1999)
7. R.N.Davé: Characterization and detection of noise in clustering, Pattern Recognition letters, vol.12, pp.657-664 (1991)