

領域対応による三眼立体視

4 A B - 6

丹羽寛孝 桂井浩
千葉工業大学情報工学科

1 はじめに

ステレオ視では、画像から3次元空間中の同じ部分を表す点の対を求める、いわゆる対応探索の精度が問題であり、これまで様々な手法が提案されているが、最近では画像の領域情報を利用する方法が注目され、いくつかの手法が提案されている[1,2]。領域は点や線分等と比較し、情報量が相対的に大きいことや、ノイズなどに対する安定性から、画像の対応付けの信頼性は高いと考えられる。

また、3方向から対象を撮影する三眼立体視は、両眼立体視と比較し、その幾何学的な拘束条件はより強力である。これまでも三眼視を用い、隠れの対策や画像の対応付けの精度向上を目的とした手法が提案されている[3,4]。

本研究では、領域対応を用いる三眼ステレオ視のアルゴリズムを開発し、それを多面体の3次元対象に適用することでその有効性を検討する。

2 カメラの構成

本手法で用いるカメラモデルを図1に示す。水平または垂直方向に3台のカメラを設定すると、エピポラー線による水平、垂直方向のエッジ点の対応付けが難しくなる。したがって3台のカメラの視点を、一辺1の正三角形の各頂点に設定した。

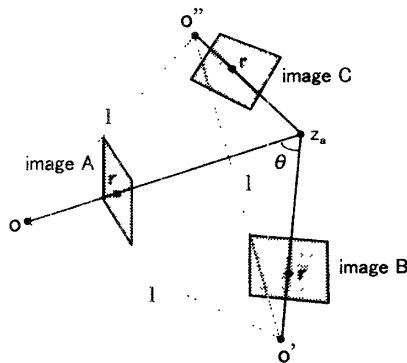


図1：カメラモデル

A Trinocular Stereo By Region Matching
Hiroataka Niwa, Hiroshi Katsulai
Dept. of Computer Science Chiba Institute of
Technology 2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba
275, Japan

3 画像の領域分割

3方向から撮影した画像の領域分割を行う。領域分割法としては様々な方法があるが、ここでは反復領域合併法を用い、3次元対象を構成する面ごとに画像を分割する。

4 対応探索

3枚の画像に含まれる領域の対応付けを行う。いま、画像Aの領域 $R_i^{(A)}$ に対応する画像B、画像Cの領域を求める原理を以下に述べる(図2参照)。

- (1) $R_i^{(A)}$ の対応候補を見つける。その条件として、 $R_i^{(A)}$ の重心に対する画像B及びCのエピポラー線と交わる領域を画像B、Cより選出する。
- (2) $R_i^{(A)}$ 内の点 $P_i^{(A)}$ の画像Aにおけるエピポラー線 $e_i^{(A)}$ と $R_i^{(A)}$ の境界の交点を2点求める。この交点の画像Cにおけるエピポラー線を $e_1^{(AC)}$ 、 $e_2^{(AC)}$ とする。また、 $P_i^{(A)}$ の画像Bにおけるエピポラー線 $e_i^{(B)}$ と画像Bの領域 $R_j^{(B)}$ の境界の交点を2点求め、この交点の画像Cにおけるエピポラー線をそれぞれ $e_1^{(BC)}$ 、 $e_2^{(BC)}$ とする。
- (3) $e_1^{(AC)}$ 、 $e_1^{(BC)}$ 及び $e_2^{(AC)}$ 、 $e_2^{(BC)}$ の交点を結ぶ線分Lを求める。 $R_i^{(A)}$ に対応する画像B、Cの領域は、線分Lを含む割合 p が最も大きいときの画像Cの領域 $R_k^{(C)}$ と $R_j^{(B)}$ とする。

以上の処理の終了後、 p の値が低い対応領域と、どの対応にも属さない領域は、隠れが生じている領域と考えられる。この各領域において、隣接領域で3枚の画像で対応付けされた領域の数及び対応の種類を求め、その関係が最も類似する領域を他の画像から探し対応付けを行う。

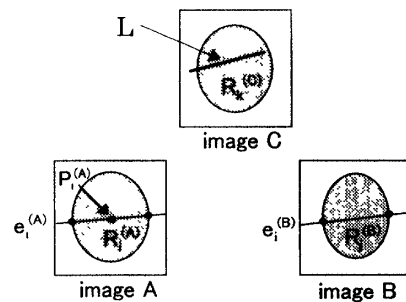


図2：対応探索

5 3次元平面の復元

前節で求めた領域の対応から、対象の3次元平面を復元する。ここで、1つの領域の対応から復元された3次元点は、全て同一平面上にあると考えられる。したがって、3次元平面の方程式を最小自乗法により求めるが、その手順を以下に述べる。

- (1) 対応領域において、領域の境界上の点の対応を、エピポラー線を利用し求める。3つの領域の対応が得られている場合は、その中で領域の方向とエピポラー線の勾配が最も異なる領域を2つ選択する。
- (2) (1)で求めた領域の境界上の対応点から、3次元点を復元する。
- (3) (2)で復元した3次元点から、最小自乗法を用いた平面の方程式を求める。

以上の操作を全ての対応領域で行い、対象の3次元平面の位置（同一平面上の3次元点の平均）と方向余弦を求める。

6 実験結果

コンピュータシミュレーションの結果の一例を以下に示す。図3は輻輳角10度、焦点距離50画素、座標軸の回転中心の奥行き350画素で、コンピュータにより作成した中心投影像(256×256画素、1画素8ビット)に対し、 $N(\mu = 0, \sigma = 20)$ のランダムノイズを加えたものである。表1は領域の対応付けの結果と、対応領域から復元した3次元平面の方向余弦及び位置の誤差 DC-error, L-error を示す。ここで表中の対応領域の番号において、nは隠れ領域を表す。

表1から、DC及びL-errorの平均は、それぞれ0.16, 15.6程度である。また、画像Bでは領域3が隠れとなっているが、他の2枚の画像中の領域により対応付けが行われている。

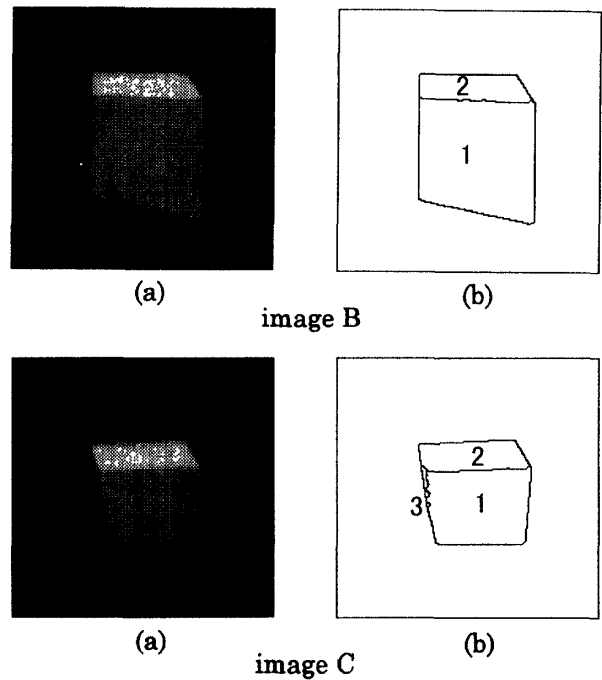
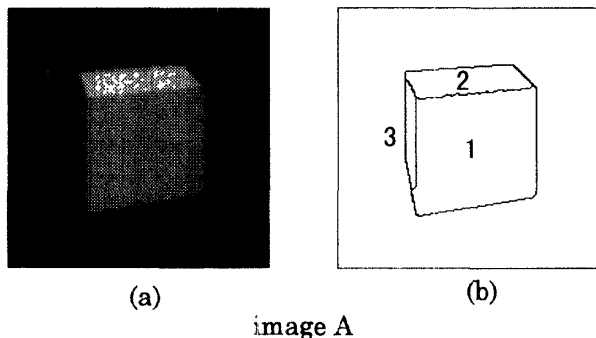


図3：中心投影像 ((a)：原画像, (b)：領域分割結果)

corresponded region nos.			DC-error (radian)	L-error (pixel)
A	B	C		
1	1	1	0.22	10.4
2	2	2	0.26	13.3
3	n	3	0.02	23.1
average			0.16	15.6

表1：復元した3次元平面の誤差

7 まとめ

本手法では、領域情報を利用する新しい3眼ステレオアルゴリズムを提案し、その有効性について検討した。その結果、コンピュータ作成の多面体に本手法を適用したところ、比較的良好な復元結果が得られた。

参考文献

- [1] Lee, H. j. and Lei, W. L. :Region Matching and Depth Finding for 3D Objects in Stereo Aerial Photographs, Pattern Recognition, Vol. 23, No. 1/2, pp. 81-94 (1990).
- [2] 丹羽 寛孝, 桂井 浩, "領域対応によるステレオ法", 情報処理学会第54回全国大会講演論文集(2), pp. 427-428 (1997).
- [3] 北村 善文, 来海 雅俊, 谷内田 正彦, "エッジの連続性と画面の局所的性質を利用した三眼視", 電子情報通信学会論文誌, Vol. J70-D, No. 9, pp. 1754-1764 (1987).
- [4] 山本 健彦, 大田 友一, 池田 克男, "水平配置3眼ステレオ視による隠れの改善", 情報処理学会論文誌, Vol. 29, No. 9, pp. 898-906 (1988).