

相互探索法を用いた多眼ステレオ法の高信頼化

3 P - 5

山田英之† 大田 友一†
†筑波大学電子・情報工学系

1 はじめに

ステレオ法は、画像という2次元情報を基にシーンの3次元情報を得る有効な方法であり、3次元画像表示、移動ロボットの視覚センサーなど様々な分野において応用されている。しかし、ステレオ法における対応探索精度は環境や対象物体に大きく左右される。したがってシーンの構造や反射に影響され難いステレオ法の実現が必要とされている。

我々は、格子状に配置したカメラから得られる多視点画像からシーンの高精細な3次元情報を獲得する手法を提案している [1]。この方法では、多視点画像の持つ冗長性と物体の輪郭形状の持つ規則性から、隠れ境界付近での正確な視差推定を可能としている。

本研究では、カメラマトリクスを用いて撮影した多視点画像において、一对の画像間で対応点を相互に探索することにより対応の信頼性を判断し、全ての画像対から得られる視差情報を統合することで信頼性の良い視差情報を得る方法を手案する。これにより隠れ境界付近での正確な視差推定が可能になった。

2 相互探索法による多眼ステレオ法

図1に示すように $i \times j$ 台のカメラを格子状に配置したカメラマトリクスを用いて多眼ステレオを行う。中心画像 $I^{0,0}$ から周辺画像 $I^{m,n}$ へ対応探索を行うことで、 $(i \times j - 1)$ 組のステレオ画像対から中心画像の視差画像を獲得する。

2.1 相互探索法の基本原理

図2に示すように、視差を求めるために、まず、中心の画像 $I^{0,0}$ の点 $P^{0,0}$ から画像 $I^{m,n}$ へ対応探索を行う。ある視差 d を仮定したときの対応点を中心とした探索窓を用いて RGB のユークリッド距離の和によって与えられる $e(x, y, d)$ を最小とする点 $\hat{P}^{m,n}$ を探索する。そのとき得られた視差を $d_{Go}^{m,n}$ と定義する。

$$d_{Go}^{m,n} = \arg \min_d e_{0,0}^{m,n}(x, y, d) \quad (1)$$

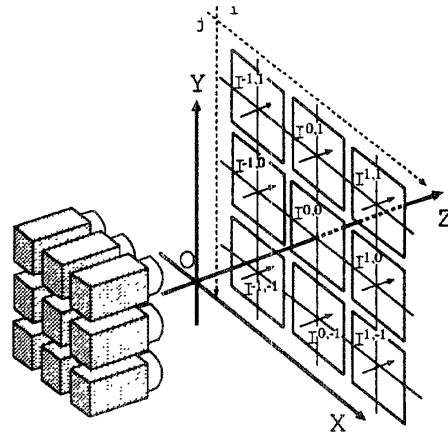


図 1: カメラマトリクスの幾何学的説明

逆にその対応点 $P^{\hat{m},n}$ から画像 $I^{0,0}$ へ対応探索を行う。その際得られた視差を $d_{Back}^{m,n}$ とする。

$$d_{Back}^{m,n} = \arg \min_d e_{m,n}^{0,0}(x, y, d) \quad (2)$$

ここで $d_{Go}^{m,n}$ 、 $d_{Back}^{m,n}$ の差の絶対値を各画像対について求め、これが最小となる $d_{Go}^{m,n}$ をその点の視差 $D(x, y)$ として採用する。

$$D(x, y) = \arg \min_{d_{Go}^{m,n}} |d_{Go}^{m,n} - d_{Back}^{m,n}| \quad (3)$$

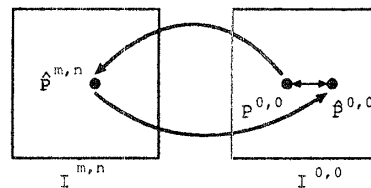


図 2: 基本アルゴリズム

正しい対応点が求められたと仮定すると、 $I^{0,0}$ 上の点 $P^{0,0}$ から $I^{m,n}$ へ対応探索して得られた点 $\hat{P}^{m,n}$ から、反対に $I^{0,0}$ に対応探索して得られた $\hat{P}^{0,0}$ 点は、 $P^{0,0}$ と同一の点となるはずである。しかし隠れや鏡面反射などにより対応探索誤りを起こす可能性がある。よって、視差を決定する際に個々の画像対で独立して相互に対応探索を行い、その画像対での視差の信頼性を判断し、さらにその信頼性の最も高いものを採用する。したがって、少数の画像対でも正しい対応が取れていれば正しい視差を得ることが可能となる。つまり、多視点画像における特徴点の隠れや反射の状態に影響されない対応探索が可能となる。

Camera Matrix Stereo Using Bidirectional Matching
Hideyuki YAMADA †, Yuichi OHTA †
†University of Tsukuba

3 実験

3節で述べたアルゴリズムを用いて視差画像を生成した。データとして格子状に配置されたカメラにより得られる 3×3 の多視点画像を用いた。本手法によって得られた視差画像と、比較のためにマスク法 [1] によって得られた視差画像を図3～6に示す。対応探索には 3×3 の探索窓を用いた。data1は研究室風景の多視点画像を利用しており、data2は隠れの多い複雑なシーンの例として植物の多視点画像を利用している。表1に、それぞれのデータでの各手法の正答率の結果を示した。ここでの正答率は手入力で作成した正解の視差画像と比較した結果である。本手法ではマスク法に比べて隠れ境界付近での正答率が著しく改善されている。これは、複雑な隠れの多いdata2で顕著であり、本手法がマスク法で採用している隠れマスクがカバーできないような隠れにも有効であることを示す。一方、隠れ以外の部分では、マスク法に比べて若干の正答率の低下が見られる。マスク法では、視差の評価を行う場合に全ての画像対のRGB距離の和を用いるため雑音除去効果があるが、本手法では個々の画像対を独立に利用しているので、その効果が得られないためである。

	画像全体	隠れ以外	隠れ境界
マスク法:data1	95.1%	98.4%	67.3%
相互探索法:data1	95.6%	97.4%	80.4%
マスク法:data2	76.1%	94.7%	44.3%
相互探索法:data2	83.1%	90.9%	69.7%

表 1: 正答率の比較

4 まとめ

本報告では、多視点画像を用いた新しいステレオアルゴリズムを提案し、従来我々の提案して来た方法と比較した。よりロバストな手法の実現のため、各手法を組み合わせることが必要である。

参考文献

- [1] Satoh, K, and Ohta, Y, "Occlusion Detectable Stereo Using A Camera Matrix", Proc. Second Asian Conf. on Computer Vision (ACCV), pp.II-331-335, (1995)
- [2] 松浦友彦, 中村裕一, 佐藤清秀, 大田友一, "多眼視ステレオにおける隠れパターンの解析と隠れマスクの設定", 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU'96) 講演論文集 I, pp265-270, (1996)
- [3] Dinkar. N. bhat, Shree. K. Nayar, "Stereo in the Presence of Specular Refraction", Proc. Computer Vision and Pattern Recognition, (CVPR), pp.1086-1092(1995)



図 3: マスク法による視差画像: data1



図 4: 相互探索法による視差画像: data1

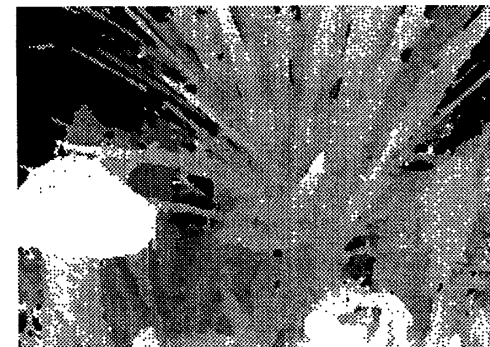


図 5: マスク法による視差画像: data2

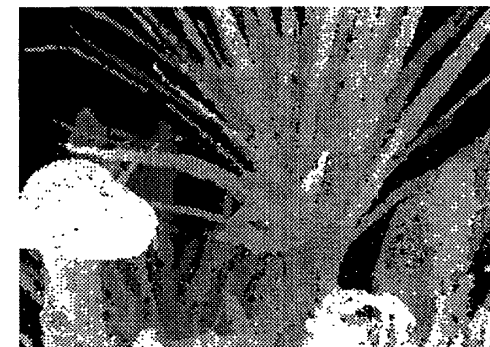


図 6: 相互探索法による視差画像: data2