

ステレオマッチングと領域分割による正確な物体境界抽出

片山 保宏 奥富 正敏

東京工業大学 大学院情報理工学研究科

1 はじめに

画像を用いた距離計測手法は、近年注目を集めており、自律走行ロボット、ITS、映像合成等への幅広い応用が期待されている。画像距離計測手法で最も盛んに研究が行なわれているのはステレオ視である。ステレオ視は複数の画像間で対応点を求めることができれば、簡単な幾何学的関係から、対象までの奥行きを知ることができる。近年では、リアルタイム処理可能なハードウェア等が開発されている。しかしながら、未だ多くの問題を抱えているのが実情であり、特に、物体の境界部分は、オクルージョンやバウンダリオーバーラッチの影響で、正確に再現することが困難であることが知られている。そこで、本研究では、これらの問題を克服すべく、ステレオ視に色情報を用いた領域分割の概念を導入して、より物体の境界を正確に探索するための手法を提案する。実画像を用いた実験を通し、本手法の有効性を示す。

2 物体境界における領域ベースマッチング

画像間でウィンドウの類似度を比較し対応点探索を行なう領域ベースマッチングは、得られる視差情報が密であることから多くのステレオ視で利用されている。しかし、単純な領域ベースマッチングでは、得られる物体の境界が正確に得られないという問題がある。この問題を解決すべく提案された改善方法 [1, 2] について、実画像を用いた実験を通して説明する。

ここでは、図 1 に示すように×字状に配置された 5 台のカメラによって撮影された画像について実験を行なう。カメラ 0 によって撮影された画像を基準画像 (図 3 参照) とし、周りの 4 台のカメラによって撮影された画像を参照画像として探索を行なう。まず、多眼ステレオ法を用いて探索し得られた視差画像を図 4 に示す。この結果は、2 眼ステレオによって得られる結果に比べて、誤対応の少ない滑らかな結果を得ている。しかし、人物の境界が大きく乱れており正確に再現できていない。これは、主にオクルージョンの影響によるものである。SSSD¹ を計算する際にオクルージョンを

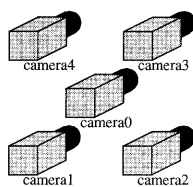


図 1. カメラ配置

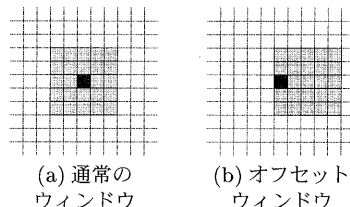


図 2. マッチングウィンドウ

起こしているカメラペアの SSD が足し合わされるためにこの様に結果が悪くなってしまう。

また、オクルージョンの問題を解決するために、カメラペアの選択を行なう方法が提案されている。5 台全てのカメラを使用するのではなく、例えば、カメラ (0,1,2), (0,2,3), (0,3,4), (0,4,1) の 4 つの 3 台の部分的なカメラペアから各 SSSD を計算し、最小値を与えるカメラペアの結果を使用する。このとき得られる視差画像を図 5 に示す。図 4 に比べて人物の境界がはっきりとしていることが分かる。しかし、基準画像 (図 3 参照) とよく見比べると、人物が一周り大きくなっていることがわかる。これは、バウンダリオーバーラッチと呼ばれる現象である [3]。ウィンドウが物体境界に掛かり、結果的に正しくローカルサポートが利用できないために発生する。

このバウンダリオーバーラッチを解消するために、オフセットウィンドウが提案されている。図 2 に示すようにオフセットウィンドウは、黒く示す注目点を中心に持たないウィンドウである。各方向にオフセットしたウィンドウを準備し、SSSD を最小にするウィンドウの結果を使用する。物体境界とずれたウィンドウが一致すると、バウンダリオーバーラッチが解消される。カメラペア選択にオフセットウィンドウを採用し得られた結果を図 6 に示す。この視差画像は、オクルージョンとバウンダリオーバーラッチの問題を同時に解決した結果となる。

3 領域分割を用いた境界の修正

オフセットウィンドウ (+カメラペア選択) の結果は、オクルージョンおよびバウンダリオーバーラッチの

Extracting Exact Boundary Using Stereo Matching and Color Segmentation. Yasuhiro KATAYAMA, Masatoshi OKUTOMI. Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology.

¹ Sum of SSD (Sum of Squared Difference) は、対応する画素の濃淡値の差の 2 乗和をウィンドウ内で足し合わせ、更にカメラペア毎に足し合わせた値

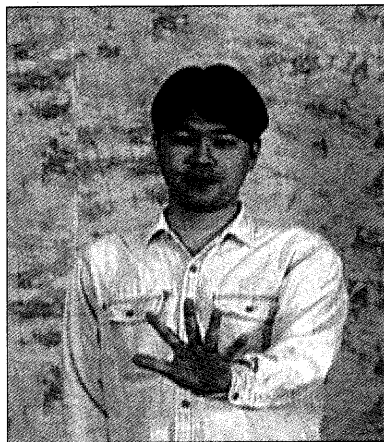


図 3. 基準画像

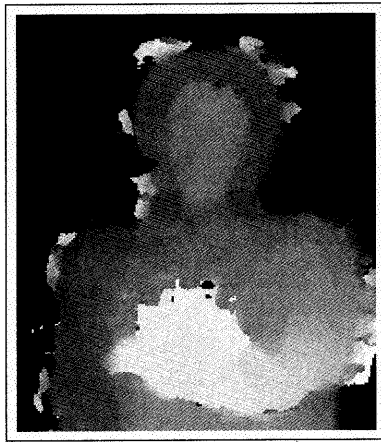


図 4. 多眼ステレオ法

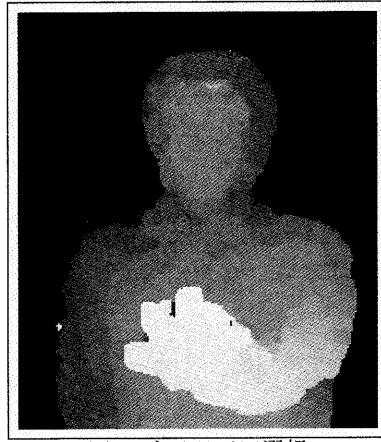


図 5. カメラペア選択

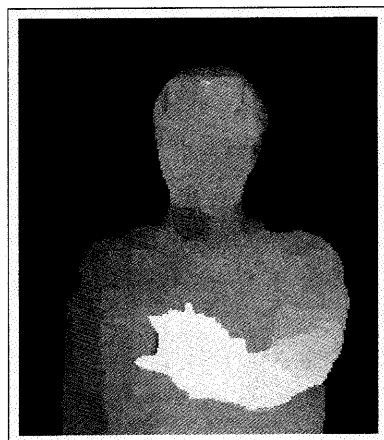


図 6. オフセットウィンドウ
(+カメラペア選択)

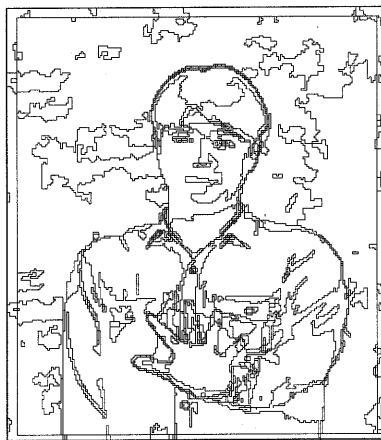


図 7. 領域分割
(ヒューリスティック法)

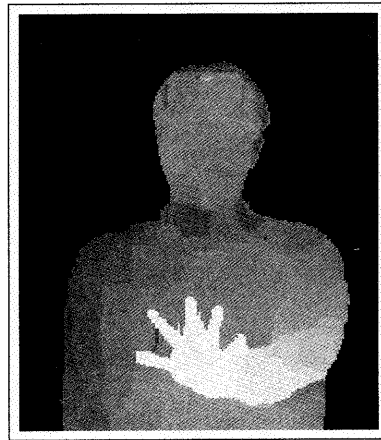


図 8. 提案手法

影響を解消しているとはいえ、まだ、正確に物体境界を再現しているとはいえない。手の部分等は特に顕著である。ウィンドウの大きさに比べ、境界形状が細かい部分の再現は困難だからである。

そこで、この結果に対し、色情報から領域分割を行ない、色の境界で視差の境界を修正する方法を提案する。得られた領域そのものをウィンドウと見立て、再探索を行なうことで、境界の修正を行なう。このとき、物体境界と同一の形状をしたウィンドウによって、ローカルサポートを最大限に活用することが期待できる。図 7 に基準画像に対し領域分割（ヒューリスティック法）を施した結果を示す。また、この領域分割を利用して境界の修正を行なった結果を図 8 に示す。この結果は、手の形をよく再現していることがわかる。

4 おわりに

本研究では、色情報を用いた領域分割の情報を考慮して、ステレオ視によって物体の境界をより正確に抽

出する方法を提案した。これにより、従来のステレオ視では再現することの困難であった物体境界の細部まで再現することが可能になった。実画像を用いた実験によって、従来手法との比較を行ない本手法の有効性を示した。

謝辞 ステレオ画像データの取得に際し御協力頂いた、ソニー(株)インフォメーション&ネットワーク研究所 横山敦氏、同 芦ヶ原隆之氏、(株)ソニー木原研究所 岩井嘉昭氏、そして、実験に協力して頂いた東京工業大学大学院情報理工学研究科 岡根子氏に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 奥富 正敏, “ステレオ視 (Stereo Vision),” コンピュータビジョン 技術評論と将来展望, 第 8 章, 新技術コミュニケーションズ, 1998.
- [2] 奥富 正敏, 片山 保宏, 横山 敦, “物体境界と滑らかな表面形状を共に復元するステレオビジョン”, 画像電子学会誌, vol.29, no.5, pp.445-451, (2000)
- [3] 片山 保宏, 岡 根子, 奥富 正敏, “領域ベースステレオマッチングにおけるバウンダリオーバーラップの解析” 信学論 D-II, vol.J84-D-II,no.3, (2001)