

# 境界線と等輝度線のステレオ視による 三次元復元

4R-9

河井 良浩<sup>†</sup> 石山 豊<sup>†</sup> 植芝 俊夫<sup>†</sup> 富田 文明<sup>†</sup><sup>†</sup>電子技術総合研究所 <sup>†</sup>スタンレー電気(株)技術研究所

## 1. はじめに

我々は受動的方法の代表的な両眼視に基づくステレオ法で、等輝度線を対応の単位として曲面を含む物体の三次元復元を行ってきた。エッジ部分に関して、等輝度線ベースステレオでも復元は可能だが、その近辺では等輝度線が密集しているため複数の対応が求まり、エッジ部分に太さが生じる。境界線は1つの線として抽出する方が望ましい。そこでエッジ部分は従来の境界線ベースステレオで、それ以外の部分を等輝度線ベースステレオで行ない、それぞれの方法の特徴を生かして統合し、復元を精度良く行なう方法について述べる。

## 2. 境界線ベースステレオと

### 等輝度線ベースステレオ

境界線ベースステレオと等輝度線ベースステレオの特徴は以下の通りである。

境界線ベースステレオは、エッジを境界表現B-REPに変換し<sup>[1]</sup>、セグメント単位で対応を求めるものである。この対応問題を解決する方法として、セグメントの拘束伝播を用いた方法を採用している<sup>[2]</sup>。しかしながら、エッジ同士の間に対応を求めることができても、エッジの間部分の対応を求めることができない。この部分は内挿するなどして面を定めるしかないが、偽の面を生成する可能性や、曲面部分の復元が不可能であるといった問題点がある。

また、等輝度線ベースステレオ<sup>[3]</sup>は、平面の部分は同じ輝度であり、曲面部分は連続的に輝度に変化していることを利用している。これは対象物体上の同じ位置の輝度が同一であることが前提条件である。しかし、多くの物体は完全な乱反射面ではなく、正反射成分を含んでいる。この正反射部分はステレオでは誤対応を起し問題となるが、この正反射部分は視点が移動すると変化することから、視点を複数設けることで解決することができる<sup>[4]</sup>。また、等輝度線ベースステレオは、輝度線の包含関係を強

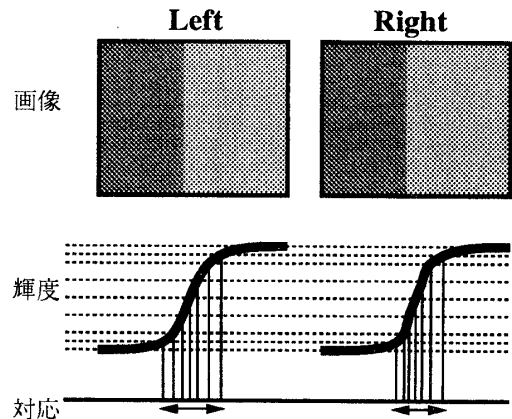


図1: エッジ近辺での等輝度線の対応。

力な拘束条件として利用できるため、探索が容易になる利点がある。

しかし、エッジ近辺では等輝度線が密集しているため複数の対応が求まり、エッジに太さが生じる。図1はこれを示したもので、各輝度レベル間で対応が求まるため、エッジ部分に太さが生じることを表している。境界線に太さがあると後の処理が複雑になるので、エッジ部分は境界線ベースステレオで求まるような太さの境界線である方が望ましい。

以上のことを考慮すると、それぞれのステレオの欠点である部分がもう一方の長所であると言える。そこでエッジ部分は境界線ベースステレオで復元し、それ以外の部分を等輝度線ベースステレオで復元して、それぞれの結果を統合することで、三次元物体の復元を行えば良い。

## 3. 処理手順

処理手順を図2に示す。入力画像に対して、境界線ベースステレオと等輝度線ベースステレオをそれぞれ並列に実行する。

境界線ベースステレオでは、まずエッジ画像を求め、B-REPに変換し、セグメント単位で対応を求め、視差マップを生成する。

一方、等輝度線ベースステレオでは、エッジ画像を基にして等輝度線画像から、エッジ近傍ではなく、等輝度線の密度が高い部分、すなわち曲面部分と考えられる部分を抽出する。これに対して低輝度レベルから順に、包含関係の拘束条件を用いて対応を求め、同様に視差マップ

Reconstruction 3D Objects from Stereo of Edges and Isoluminance Contours.

Yoshihiro Kawai<sup>†</sup>, Yutaka Ishiyama<sup>‡</sup>, Toshio Ueshiba<sup>†</sup>, and Fumiaki Tomita<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Electrotechnical Laboratory

<sup>‡</sup> Stanley Electric. Co., Ltd. R&D

<sup>†</sup> 1-1-4 Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

を作る。

そして、境界線ベースステレオで求めた結果と等輝度線ベースステレオの結果を統合し、物体の三次元構造を復元する。

#### 4. 実験結果

今回は二眼のステレオカメラシステムで実験を行なった。正二十面体と球を対象とした実験例を図2に示す。一番下の図が復元した三次元構造を真上、前方の左上から見たもので、球面部などよく形状が復元されているのがわかる。誤対応に関しては、境界線ベースステレオでは、まだ多重対応の除去が完全でないため誤対応が生じているが、現在改良中である。一方、等輝度線ベースステレオでは、正二十面体の面上の点群が誤対応によるものである。これは二眼ステレオの結果のためで、三眼にすることでほぼ取り除くことができる。

測定精度を調べるため、等輝度線ベースステレオで得られた図2の球面部分に球を当てはめた。その結果は、

球	測定	実測
半径	71.5mm	71.0mm
位置(横)	9.7mm	11.0mm
位置(奥)	361.0mm	362.0mm
位置(高)	-217.8mm	-217.0mm

カメラ間距離: 617.9mm

対象までの距離: 1466.9mm

あてはめ誤差: 2.58mm

であった。

また、円柱を測定したデータの結果は、カメラ間距離: 636.1mm、対象までの距離: 1295.6mmという条件下で、実際の半径: 47.75mmに対して測定値は、46.75mm (あてはめ誤差: 1.17mm)であった。

これら実測値と測定値のずれは2mm以下であり、等輝度線によるステレオで曲面部分は十分な精度で復元されていると言える。

#### 5. おわりに

境界線ベースステレオと等輝度線ベースステレオの特徴を生かして、曲面物体を含む三次元物体の復元を行なう方法を述べた。これにより得られる結果は十分な精度であることを示した。今回は二眼ステレオで行なったため、境界線、等輝度線の両ステレオで誤対応が生じているが、今後三眼ステレオで行なうことで誤対応を減少させる予定である。

また、現在、等輝度線ベースステレオはピクセル単位で対応を求めているが、境界線と同様にセグメント対応にすることでサブピクセル単位の対応ができるようにし、復元精度を向上させることも課題である。

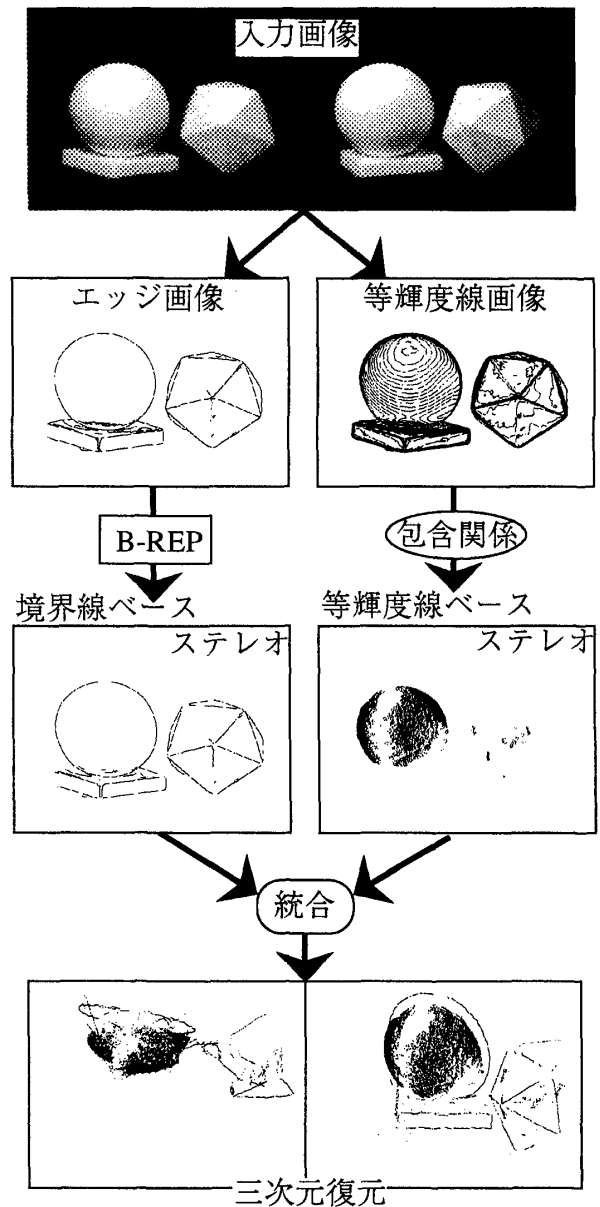


図2: 処理手順.

#### 参考文献

- (1) 角, 石山, 植芝, 河井, 杉本, 富田: "画像の境界表現のデータ構造とインタフェース", 第49回情報処全国大会発表予定, 1994.
- (2) 植芝, 河井, 角, 杉本, 富田: "境界線セグメントの拘束伝播によるステレオ対応", 第49回情報処全国大会発表予定, 1994.
- (3) 石山, 富田: "等輝度線のステレオ視による曲面の復元", 情報処学会研報, CV72-4, 1991.
- (4) 石山, 富田: "3眼による物体の正反射部分の検出", 第43回情報処全国大会, 2, pp.333-334, 1991.