

4X-05 超高精細 3 次元画像モデル形成における 3 次元形状のスムージングによる 入力データノイズの除去

山口裕子¹ 南郷脩史² 横田秀夫³ 中村佐紀子³ 牧野内昭武³ 樋口俊郎⁴ 藤井哲也⁵ 宮森恒⁵ 飯作俊一⁵

¹通信・放送機構 ²ラトックシステムエンジニアリング ³理化学研究所 素形材工学研究室

⁴東京大学大学院 工学系研究科 ⁵郵政省 通信総合研究所 情報通信部

1. はじめに

小動物や昆虫のような生物の映像を撮影し、高精細 3 次元画像モデルを形成する研究を行っている。生体を薄く切断した連続断層像から 3 次元形状を生成するが、このさい通常の投影像撮影時には表面テクスチャに隠れて無視しえた原画像入力時に取り込まれる異物、熱雑音などのノイズが形状作成時に問題となる。また、X・Y 解像度に比べ Z 間隔が粗い断層像から形状を生成するときは、断層間のデータ補間が必要となる。これらの課題を 3 次元形状のスムージングにより解決することを試みた。

2. 断層像からの 3 次元形状モデル形成

断層像の作成には、東京大学大学院工学系研究科の樋口教授のグループにより開発された 3 次元内部顕微鏡を用いた。図 1 に原理図を示す。生物の長手方向が上下方向になるように試料を凍結包埋し、試料ホルダーに固定する。回転ナイフで観察断面を削り出し、カメラで撮影した画像をレーザーディスクに記録する。試料を Z ステージで順次一定量送り出し、薄切と断面撮影を繰り返す。

試料には体長約 42mm のヒメオオクワガタを用い、30 μ m 間隔で 1400 枚の断層像を作成した。撮影は

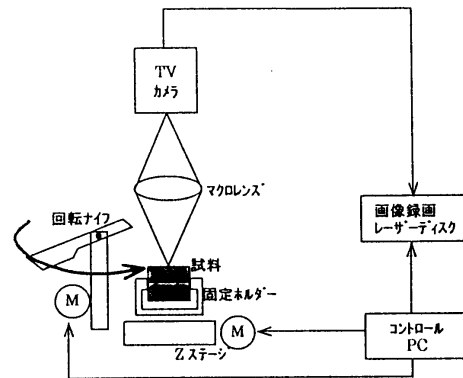


図 1 三次元内部構造顕微鏡

640 X 480 画素 NTSC 規格 RGB カラーカメラで行った。分解能は 1 画素 98 μ m である。図 2 に断層像の 1 枚を示す。胴体、内臓、足関節が写っている。断層像を 4 枚おきに使用して(合計 409 枚、断面間隔 120 μ m)、3 次元形状を構築した。図 3 は Voxel 画像表示で、原画像は 100 μ m の解像度をもっているためクワガタの足の関節形状まで明瞭に構築できている。図 4 は Voxel 値を用い等値面抽出した Surface 表示である。クワガタの背中に断層像作成時に入った針状の人為的ノイズやバックグラウンドとの境界の不鮮明さによる凸凹ノイズが見える。

Noise Reduction Method by Shape Smoothing in High Quality 3D Model Reconstruction

Yuko Yamaguchi¹ Nobuhito Nango² Hideo Yokota³ Sakiko Nakamura³ Akitake Makinouchi³

Toshiro Higuchi⁴ Tetsuya Fujii⁵ Hisashi Miyamori⁵ Shun-ichi Iisaku⁵

¹Telecommunications Advancement Organization of Japan, Banzai Bldg. 2-31-19 Shiba, Minato-ku, Tokyo 105-0014

²Ratoc System Engineering Co., Ltd, Kirin 1st Bldg. 540 Tsurumaki-cho, Waseda, Shinjuku-ku, Tokyo 162-0041

³The Institute of Physical and Chemical Research, 2-1 Hirosawa, Wako-shi, Saitama 351-0198

⁴Department of Precision Machinery Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656

⁵Communications Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications, 4-2-1 Nukui-Kitamachi, Koganei-shi, Tokyo 184-8795

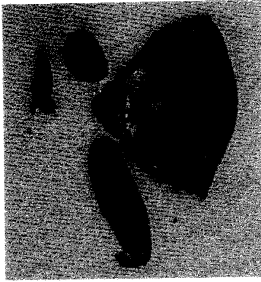


図2 断層像

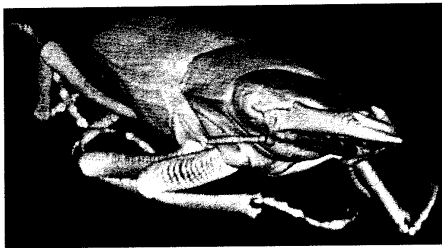


図3 Voxel 法表示

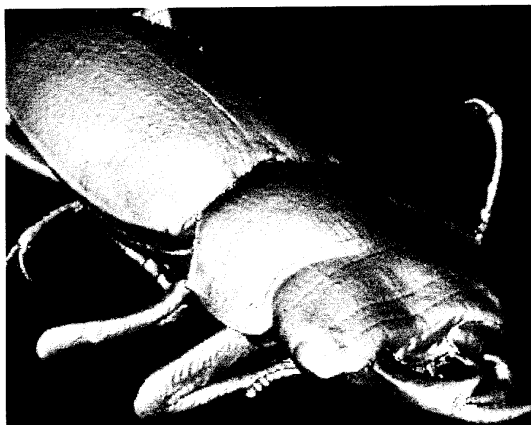


図4 Surface 法表示

3. 形状のスモーディング手法

昆虫の表面形状は滑らかな変化をする部分以外に突起や陥没、ひげ状の部分がある。生物輪郭を特徴づけるこれらの点をここでは特異点と呼ぶ。形状のスモーディングは特異点以外の凸凹をスムーズにする処理と、特異点位置を補正し、特異点と誤認したノイズを除去する2種類の方法を用いる。

3. 1. 輪郭線スモーディング

断層像から生成した3次元形状 Surface モデルを基に、座標軸 x, y, z に垂直な断面形状を作成し、各断面の輪郭線を次の方法によりスモーディングする。特異点を抽出し、特異点間をこれ以外の点を用いて最小二乗により多項式近似してスモーディングする。本手法では局所的に輪郭線接戦ベクトルの向きの変動が大きい点を抽出して特異点とする。

3. 2. 特異点位置補正によるスモーディング

特異点とノイズを区別して特異点は保持して輪郭線スモーディングを行う必要がある。特異点を位置決めするために、3次元面を構成する三角面の辺に張力を定義し面の張力エネルギーを計算する。次に特異点をオリジナル位置の回りに振らせ、張力エネルギー最小の点へ移動させる。ノイズでない特異点の回りは局所的に見ると滑らかであり特異点自身は張力エネルギー最小点となっている。一方、独立にかつ単独に発生しているノイズはエネルギー最小点とはならず、平衡位置へ移動する。

おわりに

本手法により、昆虫のような生物の連続断層像から、拡大しても形状がスムーズな高精細3次元形状モデルを構築できることを示す。

参考文献

- 1) 南郷脩史、竹内憲司：3次元画像処理技術、金属、Vol. 67, No. 8, pp.29-663 (1997)
- 2) 横田秀夫、工藤謙一、樋口俊郎、相良泰行、都甲洙：3次元内部構造顕微鏡による凍結生体試料の観察と計測、低温生物工学会誌、Vol.44, No.1, pp.1-9 (1998)
- 3) 樋口俊郎、横田秀夫：3次元内部顕微鏡を用いた生体の3次元ディジタイザ、理研シンポジウム生体力学シミュレーション研究、pp.1-9 (1999)