

DELTAVIEWER による連続断面画像からの立体構築

藤原左知子*1、和田昌昭*2

*1 奈良女子大学大学院人間文化研究科情報科学専攻 *2 奈良女子大学理学部情報科学科

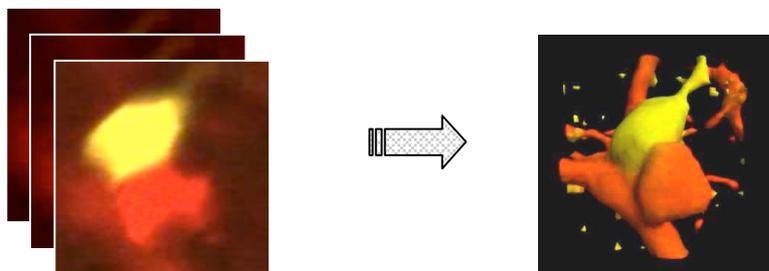
DeltaViewer は Apple Macintosh コンピュータ用に和田研究室で開発しているアプリケーションプログラムである。共焦点レーザー顕微鏡, CT, MRI, 光学顕微鏡, 電子顕微鏡等から得られる 2 次元連続断面画像から計算によって物体の表面を 3 次元構築し, それをコンピュータ画面に表示する。ここでは DeltaViewer における 3 次元画像の構築方法と, それを滑らかに表示するためのアルゴリズムを紹介する。

DELTAVIEWER : Stereo Reconstruction from Sequential Images

Sachiko Fujihara, Masaaki Wada

Nara Women's University Information and Computer Sciences

DeltaViewer is an application program for Apple Macintosh computers, developed by Wada Laboratory. From 2-dimensional pictures obtained by confocal laser microscopes, CT, MRI, optical and electron microscopes, etc., it produces and displays 3-dimensional images of the surface of the object. Here, we introduce algorithms for creating 3-dimensional data, and for smoothing the displayed image.



DeltaViewer [1] における処理の流れは以下のようにになっている。

まず連続する断面画像情報を読み込む。任意の枚数の画像における 1 ピクセルごとの情報(r,g,b)を読み込み記憶しておく。資料を実際に切って光学顕微鏡や電子顕微鏡から得た連続切片と呼ばれる断面画像の場合、読み込んだ画像は方向や位置がバラバラなので 1 枚ずつ位置合せを行う。DeltaViewer には位置合せウィンドウがあり、連続する断面画像が左右に並ぶ (図 1-a)。中央の少し小さな画面は左右の黄色い枠内の画像を合わせたもので、黒くなれば黒くなるほど位置合せできていることを示す。DeltaViewer は中央のウィンドウの黒い部分が多くなるように自動で位置合せすることができる (図 1-b)。またドラック操作によって手動でも位置合せが可能である。

この作業を任意の枚数分行う。

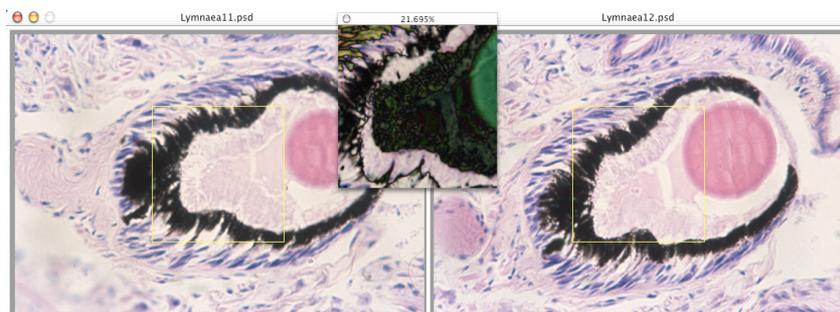


図 1-a:位置合せ前

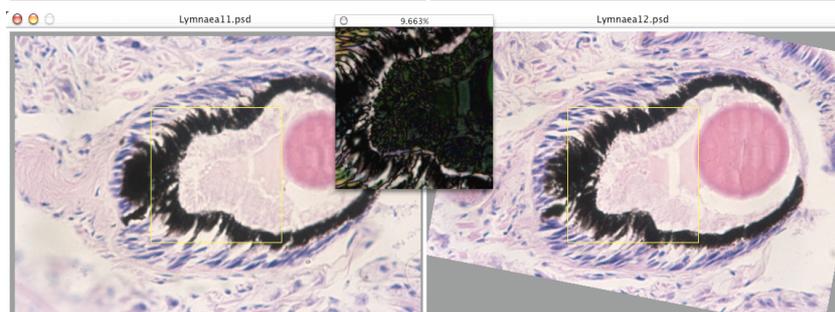


図 1-b:位置合せ後

位置合せが完了すると3次元画像データとなる(図 1-c)。図 1-c のウィンドウ上で、立体構築したい部分の内部・外部を2、3カ所クリックで指定すると、自動的に計算によって境界抽出(閾値設定)をすることができる。

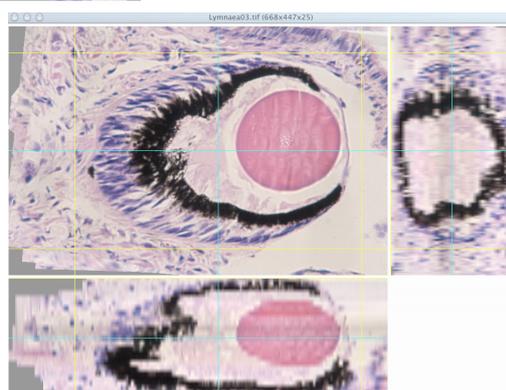


図 1-c

その境界値となった3次元(r,g,b)のピクセル値を基準として、全てのピクセルにおけるピクセル値を1次元の値に変換し、マーチングキューブズ法を用いて立体構築する物体の表面を三角形の面に変換する。そして立体構築したい範囲をマウスで指定し、三角面をOpenGLで描画する(図 1-d)。

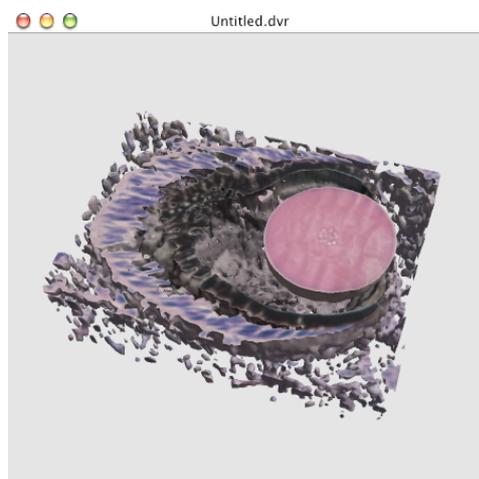


図 1-d:立体構築結果

この立体構築画像(図 1-d)はマウスで自由に回転可能で、そのまま保存も可能である。またセーブスクリーンショットで様々な形式のファイルにすることもできる。

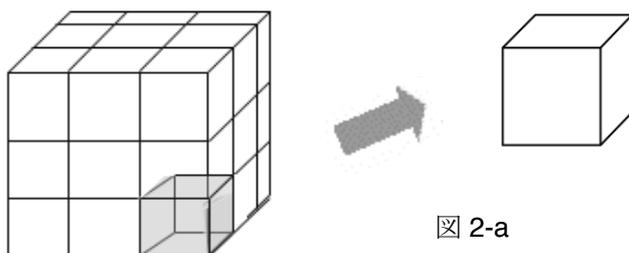
試料提供: 片桐展子女史(東京女史医科大学)

光学顕微鏡によるヨーロッパモノアラガイの眼の断面画像

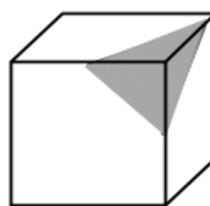
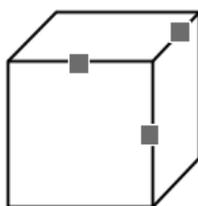
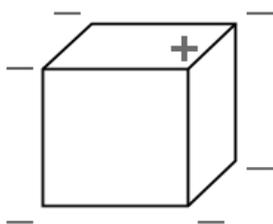
マーチングキューブズ法

マーチングキューブズ法とは、3次元データを小さな立方体に分割してボクセル値が等しい面（等値面）をポリゴンに変換し、変換されたポリゴンをレンダリングする手法である。私はこの手法を用いて立体構築する部分を研究対象としたので、以下にマーチングキューブズ法における3D構築方法を記述する。

1. 3次元データを小さな立方体に分割する。(図 2-a)



2. 1.で分割した立方体の8頂点についてピクセル値を調べていく。ピクセル値とはその頂点における三次元データの色の値である。**DeltaViewer** ではピクセル値は-1から+1までのスケールで **double** 型とし、境界となるピクセル値を「0」とする。ここでは図 2-b のように、頂点のピクセル値が境界となるピクセル値よりも大きければ「+」、小さければ「-」というように表現しておく。
3. 2.で求めた頂点のピクセル値から立方体の12個の辺上で境界を探す。境界値は「0」であり、辺の両端にある頂点のピクセル値が「+」と「-」の間に境界があるので境界点となる座標を求める。図 2-b のような場合なら境界点は図 2-c のように3つ存在することになる。**OpenGL** では面における頂点座標を指定する順番によってポリゴンの向きが異なる（描画したとき表面は見えるが裏面は見えない）ため、頂点座標を指定する順番を統一することが重要である。
4. 3.で求めた境界点を指定して **OpenGL** によってポリゴンを描画する。(図 2-d)
5. 2.~4.の作業を1.で分割した立方体すべてに行うと、ポリゴンとポリゴンが繋がって3D構築することができる。



法線ベクトルの平均化

本研究では、DeltaViewer における 3D 構築アルゴリズムをマーチングキューブズ法で行い、法線ベクトルの平均化を行って面と面の境界が滑らかに見える立体を描画できるようにした。

従来の DeltaViewer では 1 つのポリゴンにおけるすべての頂点の法線ベクトルは同じ向きであった(図3-a)ため照光処理をしたときに面に影ができてしまい、ポリゴンとポリゴンの境界線がはっきりと見えていた。ここで、注目することは 1 つの頂点に複数の法線ベクトルが指定されているということだ。本研究では 1 つの頂点に複数存在した法線ベクトルを平均し 1 つにした (図3-b)。よって描画して照光処理をすると面と面の境界線がはっきりと見えていた画像 (図3-c) が、この処理をすることによって面と面の境界線が滑らかに見えるようになった (図3-d)。

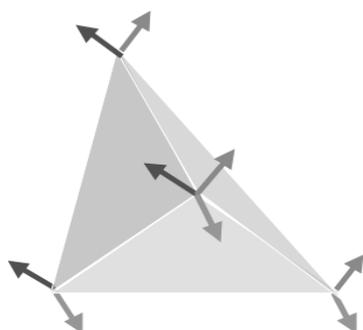


図 3-a:法線ベクトルの平均化処理前



図 3-c:法線ベクトルの平均化処理後

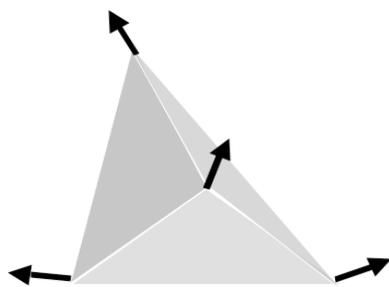


図 3-b:法線ベクトル平均化処理後

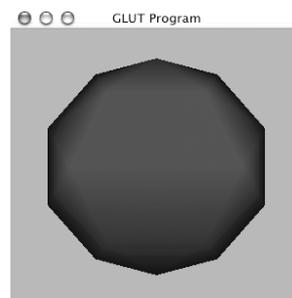


図 3-d:法線ベクトルの平均化処理後

[1] DeltaViewer. <http://vivaldi.ics.nara-wu.ac.jp/~wada/DeltaViewer/>