

# ベクトルフローモデルに基づく 3U-5 二方向連続断層画像からの表面の再構成

河内谷幸子<sup>1</sup> 品川嘉久<sup>1</sup> 國井利泰<sup>2</sup> 国枝悦夫<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>東京大学理学部情報科学科 <sup>2</sup>会津大学 <sup>3</sup>慶応義塾大学

## 1. はじめに

CT画像などの連続断層画像では、スキャナの性能や被爆量のため、スライス間隔をある程度以上小さくすることができない。さらに高い精度を必要とする場合、二方向の連続断層画像を用いることがある(図1)。例えば頭部CT連続断層画像では、通常頭の上から下へと連続断層画像をとって診断を行うが、それと垂直なもう一方向(顔面と平行な方向)の連続断層画像をとり二方向のデータから診断を行うことがある。

二方向の連続断層画像を用いることによって高い精度を得られることは簡単に示すことができる。図2(a)のように、一方向の連続断層画像ではスライス間隔の最小限よりも小さい変化は検出することができないが、図2(b)のように二方向の連続断層画像を用いれば検出することができる。

連続断層画像からもとの3次元物体を再構成する方法はいくつか考案されている<sup>[1], [2], [3]</sup>が、これらは一方向連続断層画像を扱った研究である。本稿では二方向の連続断層画像から表面を再構成するためにベクトルフローモデルを提案する。

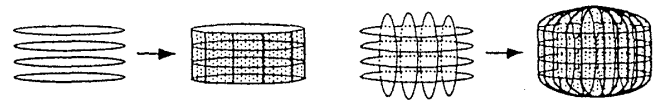
## 2. ベクトルフローモデル

ベクトルフローモデルは物体の表面上のベクトル場を特異点(sink, source, saddle)を用いて再構成するものである。物体の表面上にベクトルフローが流れており、各フローは物体のsource(湧き出し点)から流れ出し連続断層画像の輪郭上の点を経由してsink(陥没点)へ流れ込む。途中saddle(鞍点)で分岐する(図3)。各フローは互いに交わることはない。

Surface Reconstruction from  
 Cross-sectional Images in Two Directions  
 Based on the Vector Flow Model

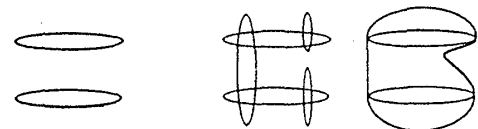
Sachiko KAWACHIYA<sup>1</sup>, Yoshihisa SHINAGAWA<sup>1</sup>,  
 Toshiyasu L. KUNII<sup>2</sup>, and Etsuo Kunieda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>The University of Tokyo  
 7-3-1 Hongo Bunkyo-ku Tokyo 113 Japan  
<sup>2</sup>The University of Aizu <sup>3</sup>Keio University



(a) 一方向連続断層画像 (b) 二方向連続断層画像

図1 連続断層画像からの表面の再構成



(a) 一方向 (b) 二方向

図2 一方向で検出できない微小変化

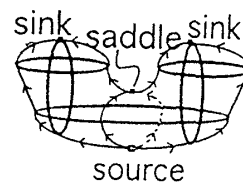


図3 ベクトルフローモデル

## 3. ベクトルフローモデルの利点

表面の再構成を行う問題で最も簡単なものは、与えられた四辺からなるワイヤ・フレームに曲面パッチを貼る問題である。曲面パッチについてはBスプライン曲面やCoonsパッチなどの接続性のよい曲面が知られているので、ワイヤ・フレームさえ決まれば表面は簡単に再構成できる。

一方向の連続断層画像から表面を再構成する場合、上下の面のどの点とどの点に対応するかが決まればワイヤ・フレームが求まる。従ってこの対応を決める方法が重要なポイントで、これについては多くの有効な研究がなされている<sup>[1], [2], [3]</sup>。

二方向の連続断層画像から再構成する場合には、上下左右の面の対応を考えなければならないため、

一方向の連続断層画像の場合を単純に拡張するだけでは解決できない問題がある。例えば図4(a)のような場合はすでにワイヤ・フレームができあがっているため、一方向の場合よりも簡単である。一方図4(b)のような場合、輪郭kは輪郭l, m, nと対応する可能性があるため、輪郭kを3分割する必要がある。ベクトルフローモデルはこのような場合を含めて種々の場合を統一的に扱うことができるという利点を持っている。

各フローがsourceから流れだし、saddleで分岐し、連続断層画像の輪郭上の点を経由して、sinkへ流れ込み、各フローが互いに交わるようにするにはフローの通る道筋すなわちフローパスを決める必要がある。

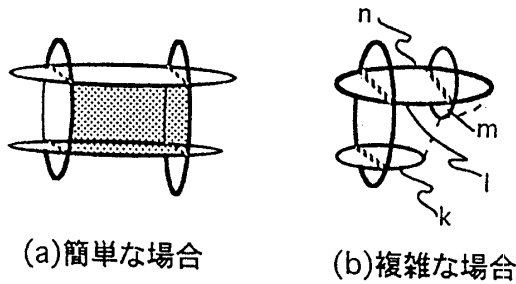


図4 二方向連続断層画像での問題

4. フローパスの決定

図5(a)のように上下左右4面に囲まれている部分ではフローは下から上へ流れる。sourceとsinkの周囲では図5(b)のように断層画像の一方向に平行な面に射影して放射状にパスをとる。saddleの周囲では図5(c)のように仮想面を考える。図5(d)のように上下左右の4面のうち互いに交差するものの数が4未満の場合はさらに図6のように上下左右の面の交差数によって(a)~(f)の6つに場合分けできる。図6の射影図欄に示すように、どの場合も図5(b)と同様の射影を行い、分割の必要な面の代表点(重心など)から放射状にパスをとる。

5. まとめ

二方向連続断層画像から表面を再構成する方法としてベクトルフローモデルに基づく方法を提案した。3次元物体の再構成の問題には、連続断層画像を対象とするものばかりでなく与えられた複数の点からの再構成や多方向断層画像からの再構成などもある。それらの問題にもベクトルフローモデルを適用する方法については今後の課題である。

参考文献

[1] Christiansen HN, Sederberg TW, "Conversion of complex contour line definitions into polygonal element mosaics", Comput Graph(SIGGRAPH Proc)12, pp.187-192(1978).  
 [2] Fuchs H, Kedem ZM, Uselton SP, "Optical surface reconstruction from planar contours", Commun ACM 20(10), pp.693-702 (1977).  
 [3] Shinagawa Y, Kunii TL, "The homotopy model:a generalized model for smooth surface generation from cross sectional data", The Visual Computer 7(2-3), pp.72-86(1991).

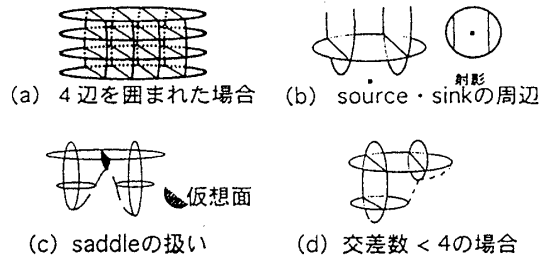


図5 フローパスの決定(1)

| 交差数 | 面の交差図 | 射影図 |
|-----|-------|-----|
| 3   |       |     |
| 2   |       |     |
|     |       |     |
|     |       |     |
| 1   |       |     |
|     |       |     |
| 0   |       |     |
|     |       |     |

図6 フローパスの決定(2)