

北海道大学工学部 ○三宅雄一郎、楯原弘之、近藤司、金子一郎、金子俊一、五十嵐悟

要旨

本研究は、3次元形状をスライスして得られた輪郭点群データをもとにし、それらを矛盾なく結ぶことを目的とする。わずかな違いが見られる2つのスライス断面で、点を互いに結ぶときに起きる矛盾について、その原因を考慮した。また、隣り合う輪郭と輪郭の新たな接続法を提案し、計算機上でその方法を利用してスライス点群データの接続を行なった。

1 はじめに

3次元形状のデータを計算機内に入力する場合には、X線CTスキャナのように、形状のスライス断層像を多数用意するという方法がある。そして、それらの断層像からもとの形状へと復元する場合には、輪郭上にある点群を幾層にも渡って順に結んでいく必要がある。これは外科手術計画の支援や人工臓器のデザインにも応用できる。

形状をスライスし、その中のごく一部にノイズ的な点群データ(本研究ではこれを急変部と呼ぶことにする)が輪郭上に現れたとすると、従来の手法(Christiansen らによる)では、輪郭点群データの対応を踏まえず、点と点を実際にありえない形状に結んでしまうことがあるので、そのような矛盾のある接続をしないようにする必要がある。

2 断面輪郭の接続方法

2.1 従来の接続方法

本研究で用いている Christiansen の方法について説明する。まず図1のように

- (a) 一方の輪郭のある点からもう一方の輪郭の最も近い点を結ぶ。(線分AB)
- (b) 結ばれた両端の点から見て対角線上にある点の距離をそれぞれ計測する。(線分ACとBD)
- (c) (b)で計測された2つの対角線のうち、短い方に沿って点を結ぶ。(線分BD)
- (d) 残りは(b)-(c)のプロセスを単純に繰り返す。

この手法の利点はアルゴリズムが非常に簡潔な形であり、それゆえ点群データの接続が高速に実行できるということである。逆に、その欠点は輪郭上にノイズ的な点が発生すると、その箇所から点と点の対応が正しくとれなくなることである。

2.2 急変部における矛盾の要因

図1に示す図形の一部を面の法線方向から見たところを図2(a)に示す。図2(a)は上下の隣り合う任意の輪郭を

結ぶ手順を一般化している。図2(a)の円の半径は線分BDの長さと同じ。ここで仮に点A、B、Dを固定させて考える。従来の方法では点Cの位置によって接続される点の組み合わせが以下の規則で決定される。

点Cが円の内側にあるとき・・・線分AC

点Cが円の外側にあるとき・・・線分BD

図2(b)のように、点Cが線分BD、線分BEと接続されるような遠い位置にある場合、そこが本研究で扱う急変部となる。逆に円の内側にあり続けても同様である。

そのため以上のような矛盾を引き起こす箇所の点群データは1つのまとまりとして扱い、これまでとは別の接続手法をそこに適用させると良いと思われる。

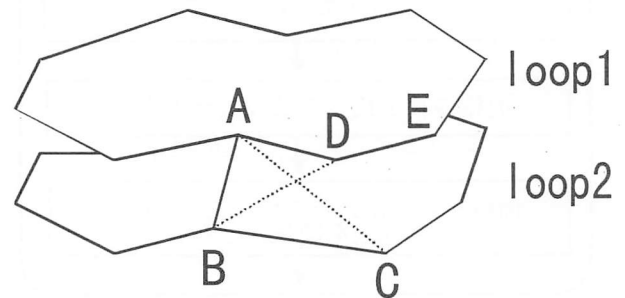
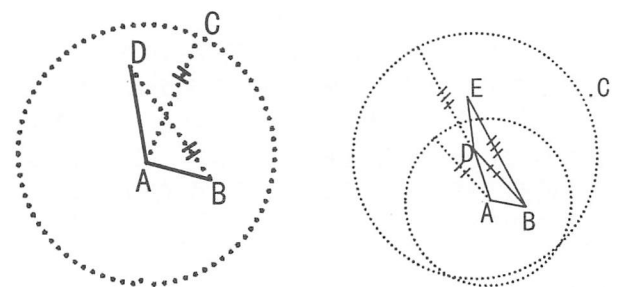


図1 基本的な輪郭間の接続



(a) 基本的接続手法

(b) 矛盾の起こる要因

図2 Christiansen の接続手法

2.3 急変部接続手法

本研究で提案する急変部の接続法は以下に示す通りである。

*** 急変部の認識**

まず、図3のような輪郭の一部が現れたとするとABのように接続した後、エッジADとエッジBCのなす角 θ を求める。

$$\theta = \cos^{-1} \frac{(\vec{P}_D - \vec{P}_A) \cdot (\vec{P}_C - \vec{P}_B)}{|\vec{P}_D - \vec{P}_A| \cdot |\vec{P}_C - \vec{P}_B|}$$

この θ がある一定の値を超えてしまったときに、図3にあるエッジADから見て、それと似た方向を持つエッジ（この場合はエッジEF）が何番目にくるかを測定する。ここの「似た方向」については対象とする2つのエッジのなす角が θ よりも小さい値をとるときによるものとしている。そして、エッジBCについても上と同様の作業を繰り返し計測する。（この場合はloop1を一周した後のエッジGHになる）

今までに計測した2つの値を基に、この場合はloop2に急変部を持つと判断する。

*** 急変部の接続**

急変部を持つと、以前に述べた矛盾のある接続をしてしまう可能性があるため、急変部を持つと判断された場合には、急変部の先端にあたる部分から相手の輪郭に向けて連続して接続を行う。

なお急変部を持たないと判断された箇所については2.1の基本的な接続の手順に従って進められるものとする。

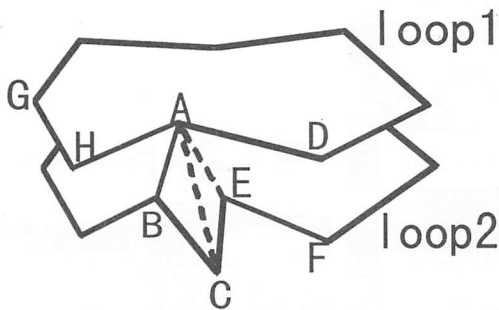


図3 急変部の接続

3 計算結果

急変部を持つ輪郭データを作成し、本研究の手法を用いた上で計算機上で接続を行った(図4)。また2.1で説明した基本的な手法のみによる接続も行った(図5)。これを見てわかるように、本研究による手法は急変部を持つ箇所のみならず、上下2つの輪郭が同時に急変部を持つ場合でも矛盾なく接続できた。

さらに実データでも図6、7のような結果を得た。

4 おわりに

わずかな違いが見られる2つのスライス断面で、点を

互いに結ぶときに起きる矛盾について、急変部接続手法を提案し、計算機上で実現した。

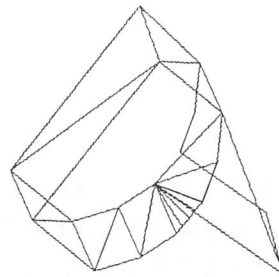


図4 従来の手法のみ計算結果 (人工のデータ)

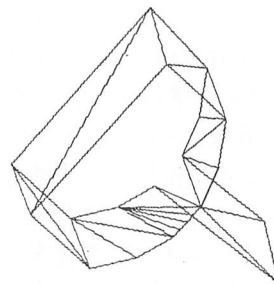


図5 急変部接続手法を用いた結果 (人工のデータ)



図6 従来の手法のみ計算結果 (実データ)



図7 急変部接続手法を用いた結果 (実データ)

<参考文献>

[1]H.N.Christiansen and T.W.Sederberg :CONVERSION OF COMPLEX CONTOUR LINE DEFINITIONS INTO POLYGONAL ELEMENT MOSAICS, Proc.ACM SIGGRAPH'78,pp.187-192(1978).