

## 筒状物体の影絵からの立体形状の推定

3V-1

福島重広 岡下哲也

京都工芸繊維大学・電気工学科

## 1. まえおき

1枚の影絵を見てその輪郭線から物体の立体形状を推定するということが医用X線写真の認識上しばしば行われる。例えば胃X線写真の読影において医師は解剖学的知識を援用しながら胃の立体形状や他の臓器との位置関係を再構成する。この場合、解剖学的知識の援用は高度の知的活動と考えられる。一方、影絵だけ、つまり、物理的情報だけから推定される妥当な立体形状とはどのようなものであろうか。その推定の機構と可能性を明らかにしておくことは医学における知識情報についての洞察を深める上でも重要であろう。本稿ではこの問題を考え、計算幾何学におけるデローネー三角分割とポロノイ図にもとづく方法を提案する。

## 2. 仮定

影絵についてはつぎの仮定を置く。

a) 物体の形は筒状である。

b) 物体の中心軸は1平面内にあり、影絵はこの平面の法線方向への直交投影である。(すなわち、物体の中心軸は影絵の対称軸である。)

c) 影絵の輪郭線は所与である。

## 3. 方法

(1) 構造要素の抽出 まず、輪郭線を多角形で近似する。これを図形と呼ぶ。また、その頂点をドットと呼び、ドットの集合をドットパターンと呼ぶ。ドットパターンに対してデローネー三角分割とポロノイ図を求める。ドットパターンには接続順序が付帯情報とし

て存在している。(これを図形構造の解析に利用する。)図形のひとつひとつの辺を境界線分という。デローネー辺のうち、図形内部に含まれるものを内線分、図形外にあるものを外線分という。図形が等辺多角形に近く、かつ、1辺があまり長くなければ、デローネー三角分割とは内線分、外線分、境界線分による平面の分割である。ポロノイ図とデローネー三角分割は双対グラフであるから、境界線分に対応するポロノイ線分が識別でき、そのようなすべてのポロノイ線分でポロノイ図を切断すれば図形内部に含まれる木構造の部分だけを抽出することができる。これを図形の骨格線という。骨格線は図形の対称軸と考えることができるが、分岐した枝も含んでいる。骨格線を構成するポロノイ辺を骨格線分と呼ぶ。骨格線分の端点を骨格点と呼ぶ。

## (2) 中心軸と対称ドット対の抽出

骨格点には骨格線の端点、接続点、分岐点の3種類があり、これらはそれぞれ対応するデローネー三角形が境界線分を2本含む、または、1本だけ含む、もしくは、まったく含まない骨格線である。端点から分岐点へ至る経路を探索し、分岐点で合流する経路については短い方は削除するという操作を繰り返すことによって最長経路を抽出することができる。これを骨格線の幹といい、幹に含まれない骨格線分を枝という。幹の骨格線分をレベル0の枝ともいい、幹に近い側でレベルmの枝

に直結している枝のレベルは  $m + 1$  であるとする。幹は図形の対称軸であり、筒状物体の中心軸と見なすことができる。幹に含まれるひとつひとつの枝には内線分が1本ずつ対応しているから、その枝を対称軸とする2つのドットの組を識別することができる。このようなドット対を結ぶ線分は物体の幹に直交する切断面の投影と見なすことができる。ところで、連続した3本のポロノイ辺と双対なデローネー辺は **N** 型または **V** 型に連結する性質がある。このうち、**N** 型連結については中央の辺を取り除いても立体形状には余り影響しない。したがって、モデルの要素の数を少なくするためにはこの操作を加える。物体の両端は幹の端点に対応するデローネー三角形のもつ2本の境界線分が共有する頂点として識別される。物体の両端を除く全てのドットがおのの幹に対していずれの側にあるか識別することもレベル0の枝の左右を判定するだけでよいから容易である。

(3) 立体モデルの構成 上のような切断面を幹にそって並べていくことによって立体のモデルが構成される。切断面の形状は例えば円を仮定する。このとき、物体は歪んだ円筒を接続し

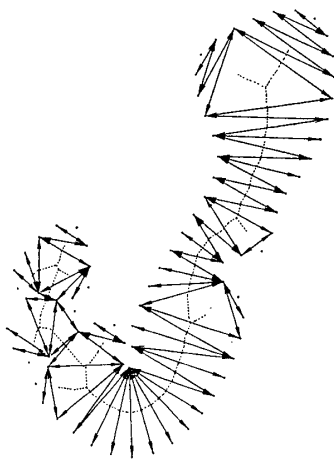
た小田原提灯のようになる。両端は歪んだ円錐で蓋をする。表示用モデルとしては円筒や円錐を例えば多面体で近似すればよい。幹だけでなく、レベル数の小さい枝に対しても同様の円筒を作成してこれらを合成することにより詳細を修正することも可能である。

#### 4. 補足

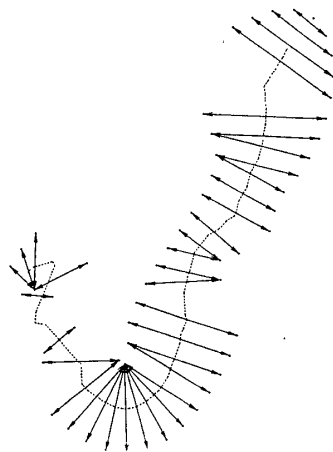
輪郭線を多角形近似するときの方針には一般に頂点の等間隔配置を目指す場合と疎密配置を目指す場合とがある。本稿のように骨格線を求める場合には等間隔配置がよい。また、立体モデルについては、立体表示だけを目的とする場合は、骨格線分のひとつひとつは筒状物体を構成するからそれぞれを対称軸とする筒状要素を集めるだけで構成することもできる。これらを相貫体として表示すればよい。ただし、この場合、物体の構造認識は十分には行われていない。

物体の中心軸が1平面内にあるという仮定はいくぶん不自然であるが、この奥行き理解の問題については今後検討したい。

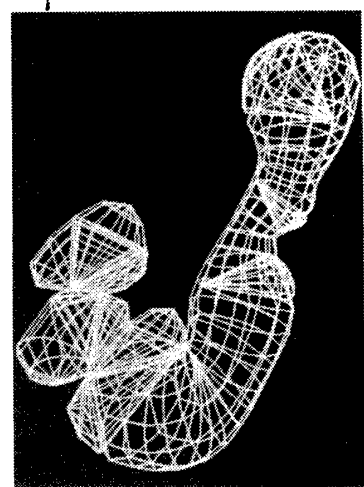
本研究の一部は厚生省がん研究助成金(62-42)によった。



幹と枝



幹 (**N**型削除)



幹とレベル1の枝 (**N**型削除)

対称ドット対とワイヤフレーム表示の例