

主ベクトルと曲面の型によるレンジデータのセグメンテーション

3N-7

吉見 隆 河井 良浩 富田 文明

電子技術総合研究所 知能システム部 視覚情報研究室

1. はじめに

レンジデータは物体表面の形状を忠実に再現しているが、それを認識などに使用する場合にデータを構造化する必要がある。この際に、物体表面の幾何学的特性（形状）に依存した構造化をすることが重要である。形状にのみ依存することで、観測条件に依存しない構造化が実現でき、より汎用性の高い表現形式が可能となる。

多面体であれば法線や法線が急激に変化するエッジの情報で十分な場合もあるが、一般に曲面を含む物体の場合は不十分である。一般の曲面を対象にしたときには各点において曲率が極値を持つ一対の主ベクトルによって姿勢が一意に決定できる。従来、主ベクトルの計算は雑音に敏感であり実用的ではなかったが、我々はISL-主軸計算法⁽¹⁾により雑音を含む曲面のレンジデータにおいても実用的に主ベクトルが計算できることを示した。

本発表ではそれを応用し、曲面を含むレンジデータのセグメンテーションを行なう方法について述べる。

2. 法線、主ベクトル及び曲面の型

まず、各点に対してレンジデータから法線を求め、さらに主ベクトルを計算する。計算には文献1に述べられた手法を用いる。

その後、各点に対して主ベクトル方向の最大最小曲率を計算する。主ベクトルの一つ t_a と法線 n を含み対象点 P を通る平面と主ベクトルの計算時に得られた等傾斜ループISLとの交点 AA' を求め（図1）、 APA' が通る円の半径から曲率を求める。もうひとつの主ベクトル t_b に対しても同様に計算する。主ベクトルが決定できない場合（臍点）は任意の接線方向の曲率を使用する。このとき、同時に法線方向の円弧の凹凸によ

り曲率に符号をつける。

この結果、各点は法線、主ベクトルおよび曲率の属性を持つ。ただし、曲率の値そのものは雑音の影響を受けやすく不安定なので、以下では二つの曲率の符号によって決まる各点の曲面の型のみを使用する。曲面の型を決定する際には曲率の絶対値が0に近いものは閾値以下のものを0とみなす。

3. エッジの形成

法線、主ベクトル及び曲面の型の連続性を調べ、おのおのの属性ごとに不連続点にエッジを与える。一つの点に対して複数の属性で不連続な場合にはエッジの強度が最も強いものを優先する。ここで、エッジの強度は後で計算されるものほどレンジデータの雑音による影響や閾値による離散化で不安定と考え、法線が最も強く、主ベクトル、曲面の型の順に弱くなっている。図3-1に円錐、円柱及び造花からなるレンジデータにエッジを与えた結果を示す。この図では異なる濃度でエッジの種類を表している。

4. 領域のマージング

エッジによる分割をおこなっただけではノイズによ

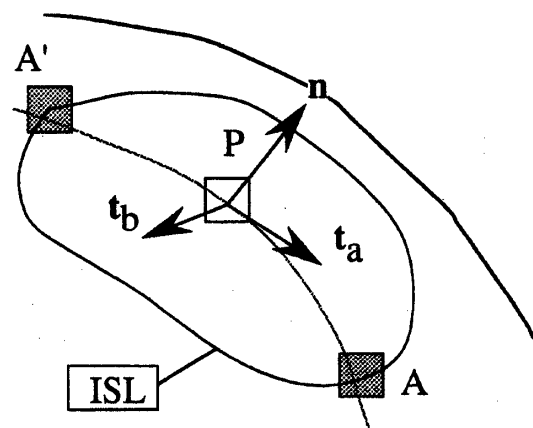


図1：ISLおよび主ベクトルを利用した曲率の計算

り実際の形状で連続である場所でも分割されてしまうことがあり、その場合にはそのようにしてできた微小領域を除去する必要がある。除去対象を決める要素は、領域の幅である。ここでは、各領域内のエッジから最も離れた点の距離の2倍を幅としている。

まず、エッジを分割される領域を幅によってソーティングし、微小なものから隣接する領域にマージしていく。このとき、以下のルールによってマージの対象となる隣接領域を決定する。いま、微小領域 R_s を周辺の領域 R_0, R_1, \dots のどれかにマージするとすると、(A) R_s の境界をなすエッジ点をエッジの種類および隣接領域ごとにカウントする。

(B) 集計結果をもとに、「最も弱いエッジが最も多い」領域 R_i とマージすることにする。

以上の処理により、最も弱い境界が消滅することになる。図2の例では、弱いエッジ点を最も多く持つ領域 R_1 がマージの対象となっている。このとき総点数は多いが強いエッジばかりの R_2 は選ばれない。

4. 実験結果

図3-2にマージの結果を示す。不要なエッジが除かれ、その結果、曲面の形状に従って分割された画像となっている。この例では、円柱の底面が法線の不連続点、円柱と円錐の接合部は主ベクトルの不連続点である。また、円錐の中央部にあった局所的には平面と見なされていた部分も消えている。

5. 結論

法線、主ベクトルと曲面の型の不連続性を利用してレンジデータのセグメンテーションをする手法について述べた。このように分割された曲面では、これらの

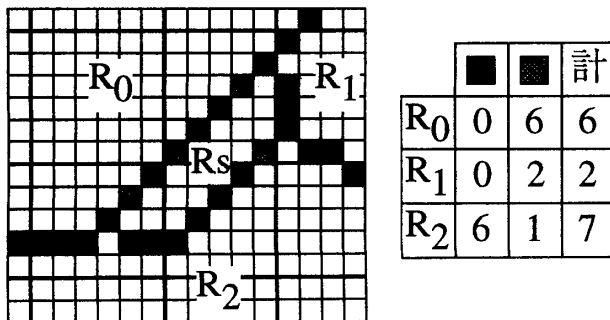


図2：エッジ除去の例

属性が連続であるためユニフォームな領域となる。紹介した方法は、初期状態では多くの微小領域を生成することがあるが、エッジの強弱を利用したマージングを施すことによって形状を反映したエッジのみを残すことができた。

今後は、分割されたレンジデータを利用してモデルビルディングの自動化を行なう予定である。

参考文献

- (1) Yoshimi, Tomita, "Robust Curvature Vectors Calculation from Range Data Using ISL Method", Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Applications, pp. 506-509, Dec. 1994

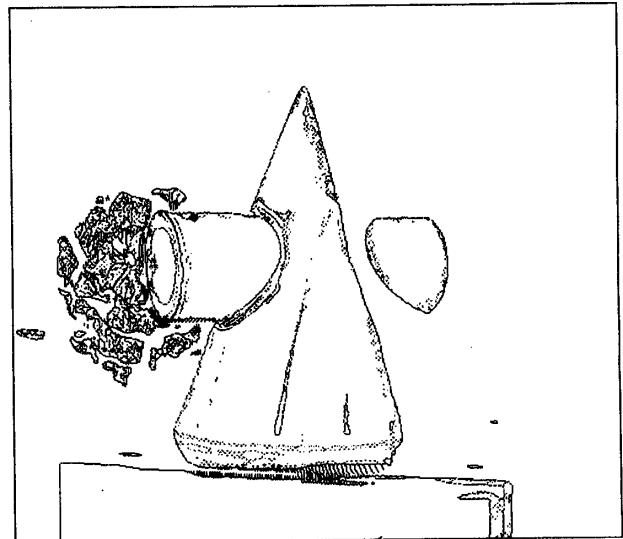


図3-1：エッジ画像

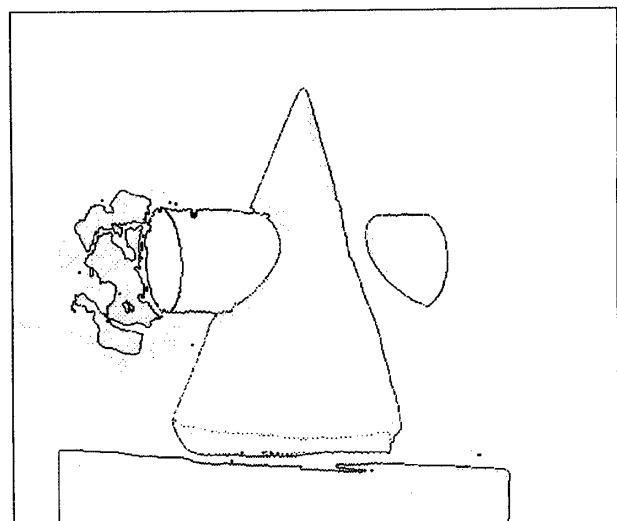


図3-2：マージ後の画像