

投影法と光切断法の両測定データからの サーフェスモデルの構築

4N-1

大原 広幸

山本 強

北海道大学工学部 北海道大学大型計算機センター

1 序論

物体を回転させて、360度全方向からの形状を測定する方法として光切断法がある。光切断法は変位が観測しやすいなどの理由から多用されている。しかし欠点として物体の頭頂部は反射光が少ないため測定が難しい事、物体表面上の点を離散的に得ているので穴などの空洞が存在する形状ではモデリングが困難である事があげられる。

そのような欠点を緩和するために投影法による測定を行い、そのデータも使うことによる形状の再生を提案する。本研究ではナイフエッジ光を用いて光切断法と投影法の測定を同時に行い、それによって得られたデータからサーフェスモデルによるモデリングを行い、物体形状の再生を行った。

2 測定方法

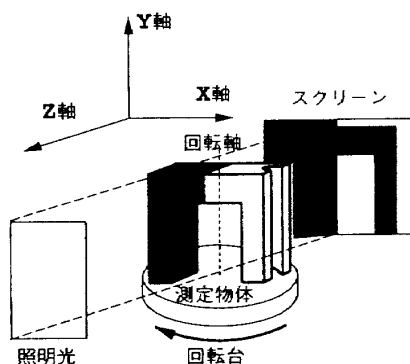


図 1: 光切断法と投影法の同時測定

光切断法と投影法を同時に行う方法だが、これは図1で示すように測定物体を載せる回転台の中心に対し片半分が明るくもう片半分が暗い光、ナイフエッジ光と呼ばれるものを測定物体に照射する。これによって光束の明部と暗部の境目を用いて光切断法に

よる測定を行うことができる。また測定物体の後ろのスクリーンを置くことによって、光束の明部で照らされた方に測定物体の影が表れ、これを用いて投影法による測定も同時に行える。

3 物体形状のモデリング

最初に物体の空洞がデータに表れる投影像を使ってモデリングを行う。しかしこれによって再現されたモデルには窪みが表れない。そこで光切断法からのデータを用いて、更にサーフェスモデルを変形することにより正確な形状を得る。

3.1 投影像からのデータによるサーフェスの削除と追加

投影像からのデータによるモデリングは、最初は直方体などの形状のサーフェスモデルを、影の形に合わせて削ることによって行われる。まず投影面上に原型モデルのサーフェスを投射する。投影面上に映る影から物体が存在する領域が得られるのでこの領域外に存在するサーフェスを2次元のクリッピング [1] を用いて削除する。この2次元上に投射され、クリッピングが行われたサーフェスを再び3次元空間に戻すことにより、物体が存在しない部分を削除したサーフェスが得られる。

このように不要な部分を削除していくと、サーフェスモデルに穴が空くのでこれを塞がなければならない。これはまずクリッピングを行ったことによりサーフェスに新しくできた線分を記憶しておく。この線分に対してZ座標値でソートを行い、奇数番目と偶数番目の線分で構成される面は穴を塞ぐサーフェスとなるからこれを追加する。この処理をサーフェスモデルを360度回転させ、回転角度に応じた投影像を用いて繰り返し行うことにより、投影像からのデータによるサーフェスモデルが構築される。

3.2 光切断法からのデータによるサーフェスの変形

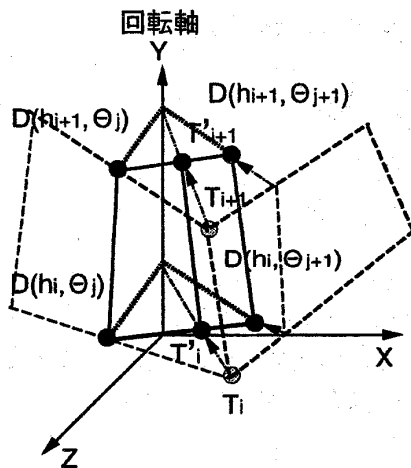


図 2: 光切断法によるサーフェスの変形

光切断法からのデータによるモデリングは投影像によるモデリングでは表れない、窪んだ部分を補完するかたちで用いる。投影像によるモデリングで、任意の高さ h_i から h_{i+1} 間のある部分に図 2 の長い点線で示したサーフェスが構築されたとする。光切断法によって図 2 の短い点線で示したある角度 θ_j におけるある高さ h_i での回転軸からの奥行き $D(h_i, \theta_j)$ が求まるが、これが投影像によるモデリングで構築されたサーフェスと交差するかを調べる。交差しない場合その部分は窪んでいる部分であると考えられるから、その部分のサーフェスの変形を行う。実際には一点だけではサーフェスの変形には不十分なので、隣接している他の三点についても同じように交差判定を行う。そして四点すべてが同じサーフェスと交差している場合以外に T_i, T_{i+1} などのような角度 θ_j と θ_{j+1} 、高さ h_i と h_{i+1} に挟まれた空間内に存在する点を、回転軸の方向に向けて T'_i, T'_{i+1} と移動する。このように投影像によるモデリングで生成されたサーフェスの頂点を、光切断法によって得られたデータにあわせて移動することにより窪みの部分のモデリングを行う。

4 物体形状の再生結果

図 3 に示す物体に対して本測定法により投影法と光切断法の同時測定を行い、サーフェスモデルによるモデリングを行ってみた。その結果を再生した物が図 4 である。光切断法のみでは測定物体の頭と右腕の間に存在する空間が塞がってモデルが再生される事になるが、本手法によりその部分が正常に再生されたサーフェスモデルが構築される。しかし画像の

下方に見える、左腕の内側に存在する空洞が実物とは異なり再生モデルでは塞がって再生されている。

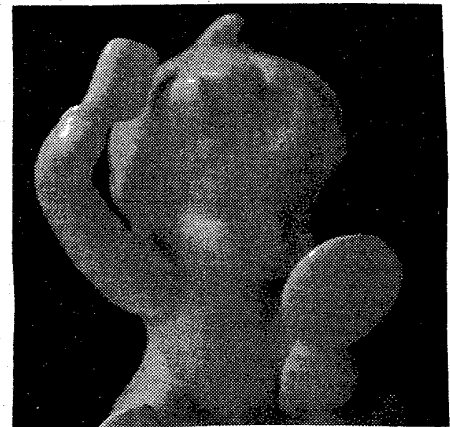


図 3: 測定物体

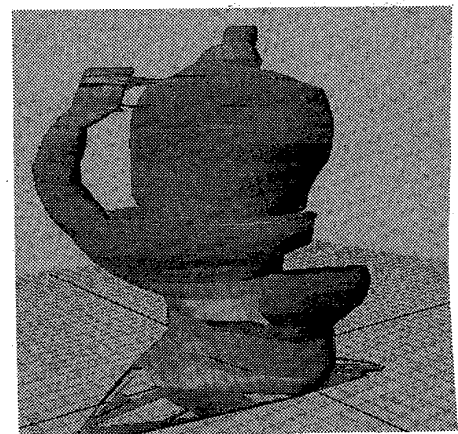


図 4: 形状再生結果

5 結論

形状の再生結果からわかるように、左腕の内側といった空洞の向きが照射光に対して直角に向いている場合は、その部分が塞がって再生されることになる。このように本測定法でも正常な再生ができないケースがあるが、空洞の向きが照射光の向きに近ければ空間が再現できるなど、従来からある物体の全周からの測定法に比べると、様々な形状をサーフェスモデルで再生することができると考えられる。

参考文献

- [1] Sutherland, Ivan, E., and Hodgman Gary, W., "Reentrant Polygon Clipping," CACM, Vol.17, pp.32-42 1974.