

平均法線を利用したポリゴンメッシュ接続法

3P-4

田中幹大 丸家誠

NEC 情報メディア研究所

E-mail: mikio@JOKE.CL.nec.co.jp

1 はじめに

数方向から物体を立体計測し、その結果得られた複数の形状データ（部分形状）をつなぎあわせて対象物体の3次元形状を構築する場合、従来の接続方式では、変形や削除といった接続処理の対象となる重なり部分（接続領域）を求める際に頂点間の距離や頂点の法線といったローカルな指標を用いることが多い([1],[2])。しかし、これらはノイズがあった場合に信頼度が低く、部分形状を接続する際に、穴やポリゴンの重なりを生じることがあった。

そこでこれらの問題点を解決する方式として、ポリゴンメッシュの平均法線を使って接続領域を決定するポリゴンメッシュ接続法を提案する。

2 提案方式の概要

部分形状を接続する際にはまず部分形状同士の対応付けを求めるが、ノイズ等の影響でこの対応付けの方向が不定になると、穴やポリゴンの重なりが生じる可能性が高い。そこで対応付けの方向を一定にし、穴やポリゴンの重なりを抑制する。

ここで、部分形状の各ポリゴンの法線の平均（平均法線）を求め、これを対応付けの方向とする。平均法線による対応付けは、部分形状の各部分における最適な対応付けの方向とは必ずしも一致しないが、ある一方向からの計測で得られる部分形状は、全体形状と比較すると平面に近い単純な形状となっている場合が多い。従って、最適な対応付けの方向の代わりに平均法線の方向に対応付けを行なっても、得られる結果が大きく異なることは無いと考えられる。

また、平均法線は部分形状全体の形状から求めるので、局所的なノイズの影響を抑制する効果も期待できる。なお以下では、一方向からの計測で得られた部分形状をAとし、複数の部分形状を接続して得られた形状をBとする。またAの平均法線方向から見てAとBの重なりがあるものとする。

3 提案方式の処理手順

本方式でポリゴンメッシュAとBを接続する場合の処理手順は次のようになる。なお、ポリゴンの形状は三角形とする。

1. Aの平均法線ベクトル算出

Aの各ポリゴンに対し、物体の内側方向の単位法線ベクトルを求め、その全てのベクトルを合成して平均法線ベクトル \bar{n} を算出する。ただし合成する際にはポリゴンの面積に応じて重み付けをするものとする。

2. Aの端点の交叉判定と交点への移動

Aの各頂点に対し、ポリゴンメッシュの端点であるかを判定する。さらにAの各端点に対し、その端点から $\pm \bar{n}$ 方向に伸ばした直線がポリゴンメッシュBのポリゴンと交叉するかを判定し、交叉する場合には交点に移動する。ただし、接続に無関係な遠く離れた部分への移動を避けるため、予めしきい値を定めておき、交点までの距離がしきい値以上の場合には、移動しないものとする(図1)。このとき生じる隙間は未計測とみなされ、さらに隙間部分の形状計測を行なう必要がある。

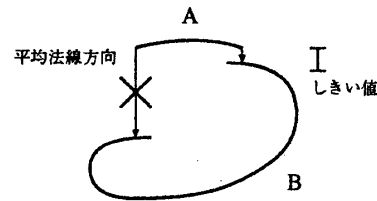


図1: 端点の交叉判定 (横から見た図)

3. Aの全頂点の移動

端点だけを移動したのでは段差が目立ってしまう。そこで、移動したAの端点からの距離に近いほど、移動距離を大きくするようにして、全頂点の移動を行なうことで接続部を滑らかにする(図2)。

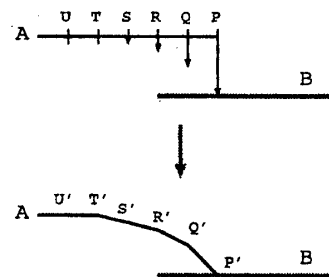


図2: 移動端点Pからの距離に応じた頂点の移動

4. Aのポリゴン分割

ポリゴンメッシュAの輪郭を構成するエッジEFに対し、EとFの移動先E', F'が異なるポリゴン

上にある場合、E'F'とE'が乗っているBのポリゴンのエッジとの最短距離を求め、最短距離をとるようなBのエッジ上の点を新たなAの頂点Hとして生成し、さらにE'とF'の共通の隣接点G'によりポリゴンG'E'HおよびG'F'Hを生成する。以下同様に新たな頂点Kを生成し、ポリゴン分割を行なうことで隙間を塞いでいく。以上の操作をE'F'とポリゴンメッシュBの間の隙間がなくなるまで繰り返す。その後、ポリゴンE'F'G'を削除しポリゴン分割を完了する(図3)。

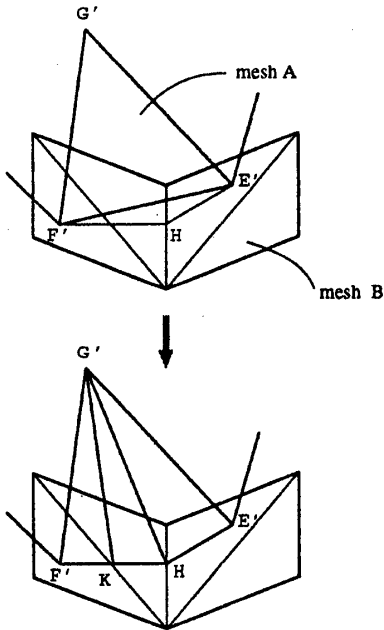


図3: ポリゴンメッシュAのポリゴン分割

5. Bのポリゴン分割と交叉判定

移動してきたAのエッジに沿って、Bのポリゴンを分割する。この結果、Aの投影された輪郭とBの接続領域の境界が隙間なく接続できたことになる。その後Bの各頂点に対し、その頂点から± ν 方向に伸ばした直線がポリゴンメッシュAのポリゴンと交叉するかを判定する。ただしAの端点の交叉判定と同様に、交点までの距離がしきい値以下である必要がある。

6. Bのポリゴン削除

Bの各ポリゴンに対しその頂点の交叉判定の結果を調べ、もし3頂点すべてが交叉する場合には、そのポリゴンを削除する。以上でBの重なり部分のポリゴンは全て削除されるので、ポリゴンの重なりが生じることはないし、3頂点すべてが交叉しなければポリゴン削除されないの、重なり部分以外で穴が生じることもない。

4 実験結果

本方式を円筒形の物体に対して適用し、部分形状A(中心角 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の部分、1200ポリゴン、白色)

と、部分形状B(中心角 $75^{\circ} \sim 300^{\circ}$ の部分、3300ポリゴン、黒色)とのポリゴンメッシュ接続実験を行なった。なお、部分形状AとBの位置のずれを円筒の半径の1/50とし、Bはノイズとして1つの突起を持つものとした。

ノイズがある場合、従来方式、例えば最短頂点に対応付ける方式では接続部分でノイズが誤対応を起こし、ポリゴンの重なりを生じることがある(図4)が、本方式では、ノイズの影響を受けていないことがわかる(図5)。

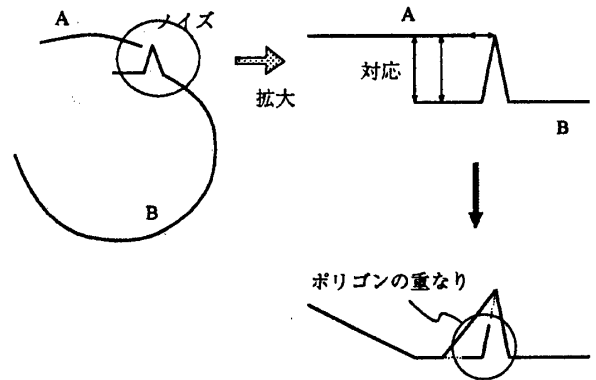


図4: 従来方式(最短頂点对应付け)の問題点

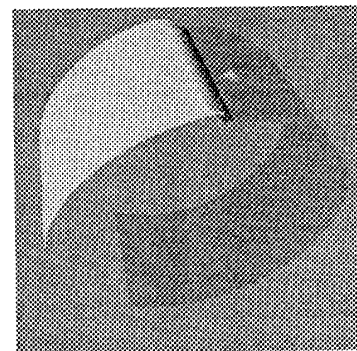


図5: 本方式で部分円筒形状を接続した結果

5 まとめ

グローバルな指標である平均法線を用いることでノイズの影響を軽減したポリゴンメッシュ接続方式について述べた。さらに移動端点からの距離に応じて接続部分を変形することで、接続部の段差を目立たなくすることが出来た。

参考文献

[1] 藤原ほか：“3次元形状計測システム VIVIDにおけるデータ処理”, 3D映像 Vol.10 No.1, pp.24-31 (1996)
 [2] 田中：“ポリゴンメッシュの滑らかな接続法”, 情報第51回全国大会論文集(2) pp.279-280 (1995)