

多視点レンジデータからの3次元形状再構成

4V-2

和田 隆 鈴木 薫
(株)東芝 関西研究所

1 はじめに

CG・CAD分野において形状データの作成は膨大な時間を要する作業であり、自動化が強く望まれている。形状を自動計測するシステムとしてレンジファインダを用いたものが数多く研究されている[1]。しかし、対象とする物体はオクルージョンが発生しないような顔などの比較的単純な形状の物体に限定されている[2]。また、実際にCG・CADの形状データとして利用するためには計測したレンジデータから面を生成しなければならない。従来では、物体を計測した際のサンプリング順序を用いてレンジデータ間を連結し面の生成を行っている[2],[3]。しかし、計測方法に制約があり、オクルージョン領域を別途観測するなどの自由な計測が困難である。[3]は、別途計測したオクルージョン領域がある平面に投影し、その投影平面内で欠落面を生成している。ところが複雑な形状物体に対しては平面内で多価となる点が存在する可能性が高いため欠落面の再構成が困難である。我々は、拘束の無い自由な観測から獲得したレンジデータをボクセル空間にボーティングすることにより、効率的に3次元形状を再構成する手法を提案する。

2 形状再構成手法

2.1 概略

3次元データを可視化する方法としてマーチングキューブ法(MC法)[4]がよく知られている。この方法は、点列間の位相関係を容易に求めることができるが、生成される三角パッチの連結が不安定でレンジデータからの形状再構成に適用するには不適當である。本手法は、複数視点から測定したレンジデータをもとにして発生した三角パッチをボクセル空間にボーティングし、隣接ボクセルのパターンに従って三角パッチを生成する。最後に物体表面以外のパッチを面の向きに関する同調性[5]に基づいてパッチ間の連結を行う。

2.2 測定及びボーティング

レンジデータの測定は2次元のスキャンにより行うのでスキャン順序から三角パッチが容易に求まる。このように生成した複数視点からの三角パッチと交差する

ボクセルに対しボーティングする。2次元のスキャンによるため、1視点でのオクルージョン領域が別の視点から観測される。ボーティングが行われたボクセルには属性値1を設定し、その他のボクセルには属性値0を与える。属性値1が与えられたボクセルはその重心座標値を新たな点列として与える。すなわち、測定された物体表面を属性値が1のボクセルに変換したことになる。

2.3 隣接ボクセル間のパターンによる三角パッチ生成

隣接8ボクセル間のパターンは図1に示すように23通りとなる。パターンの照合は単にボクセルの属性値をx,y,zの軸回りに90°の整数倍回転することにより行なえる。三角パッチの発生は各隣接8ボクセルのパターンに基づいて行う。図2は各パターンにおけるパッチの生成を示したものである。一つの隣接8ボクセルから生成される三角パッチは閉じた多面体を構成し、各面の法線ベクトルは多面体の外を向くように設定する。全体としては物体表面を複数個の多面体で表したことになる。また、パッチの頂点はボーティング時にボクセルに与えられた点列を用いる。ここで生成された三角パッチ群は物体表面以外の面を構成するパッチを含んでいるが、この余分なパッチは後の連結処理により削除する。

2.4 連結処理

連続な面を三角パッチで表すとき隣接するパッチ間においてその向きが同調していなければならない、また1辺を共有するパッチは最大で2個である。そこで、隣接するパッチ間の向きが同調する場合にだけパッチ間を連結し、それ以外のパッチは連結しない。この連結処理について以下説明する。まず、連結処理を行なうパッチを1個、連結元パッチとして決める。連結元の最初のパッチとして、レンジファインダからできるだけ近く、かつ物体上の滑らかな面上で生成されたものを選ぶ。この連結元パッチのある辺に複数のパッチが隣接するとき同調するものを選び、さらに同調するパッチが複数選択されたとき連結元パッチとのなす角度を面間の正領域で求める。その角度がより小さくなるようなパッチを連結する。同調するパッチが無い場合、その辺には何も連結しない。以上の処理を連結元パッチの3辺について繰り返す。そして、連結されてかつまだ連結処理が行なわれていないパッチを連結元パッチとし、連結処理をする。このような処理を連結されていて連結処理を行なっていないパッチが無くなるまで繰り返す。しかし、不十分な測定により物体上に未観測領域が存在するとき、連結は物体

内部のパッチにまで及ぶ。そこで、物体表面のパッチと内部のパッチが隣接する辺を境界線として指定することにより、境界線を越えて連結を行なわないようにする。最終的に連結が行なわれたパッチのみが形状データとなる。

2.5 実験結果

以上で述べた本手法を実際に多視点から測定したレンジデータに適用した。実験はオクルージョンの発生し易い腕のある人形を異なる6視点から観測して行なった。ここで、ボクセル空間の解像度を32x32x32と設定したが、解像度を低く設定したのは結果を分かりやすく示すためで実際は任意に設定できる。実験の結果を図3に示す。足の間がパッチで埋まっているのはボクセル空間の解像度が低いため、解像度を上げることにより分離できる。測定されたレンジデータは25540点で、最終的に得られた形状データは1919個のパッチから成る。

3 おわりに

以上、提案した手法が、オクルージョンの影響を低減するように物体全周の測定ができ、また測定結果をポータリングしたボクセルを用いることによって矛盾の無い形状データの作成が単純なアルゴリズムで実現できることを示した。今後は実用的な高解像度の形状データ作成に耐え得るようにアルゴリズムの検討を行なう。

参考文献

- [1] 吉見 隆、植芝 俊夫、大島 正毅, "複数光源によるレンジファインダシステム," 日本ロボット学会誌, Vol.7, pp803-812, (1991)
- [2] Y.Suenaga, Y.Watanabe, "A Method for the Synchronized Acquisition of Cylindrical Range and Color Data," IEICE Trans. on Information and Systems, Vol.E74, No.10, pp.3407-3416, (1991)
- [3] 西野 治彦, 秋山 健二, 小林 幸雄, "光切断法による3次元立体形状計測と形状再構成," 電子情報通信学会論文誌, Vol.J72-D-II, No.11, pp.1778-1787, (1989)
- [4] W.E.Lorensen, H.E.Cline, "Marching Cubes: A High Resolution 3D Surface Construction Algorithm," Computer Graphics, Vol.21, No.4, pp163-169, (1987)
- [5] 田村 一郎, "トポロジー," 岩波全書, (1972)

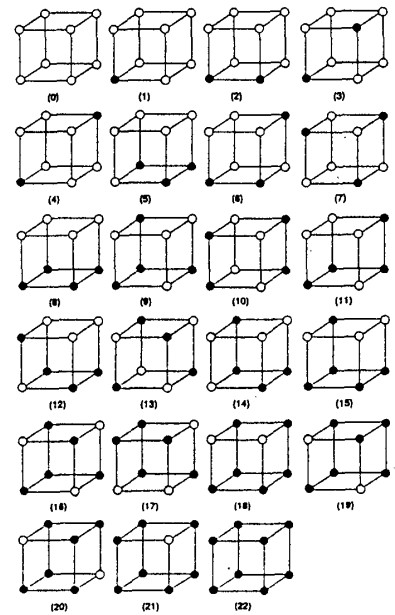


図1. 隣接ボクセル間の属性値パターン

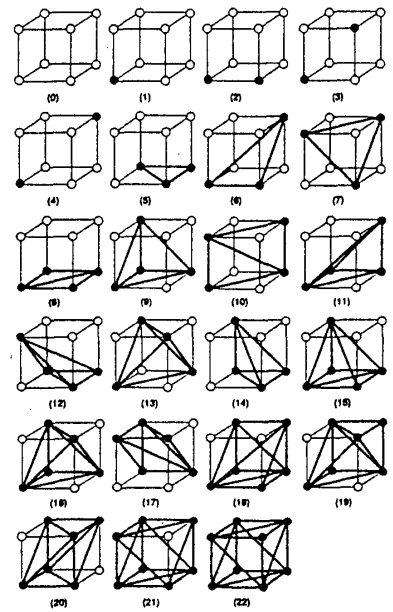


図2. 属性値パターンによる三角パッチ生成

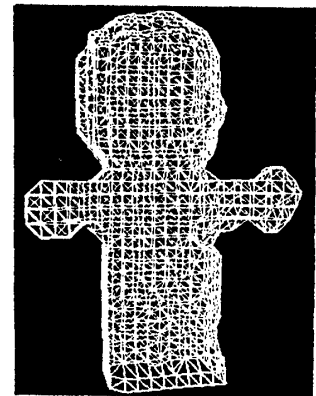


図3. 実験結果