1G-2

点群データを対象とする情報変換の一手法

西尾孝治† 中村徳裕† 手島裕詞‡ 金谷孝之§ 小堀研一†
大阪工業大学† 静岡理工科大学‡ 広島国際大学§

はじめに

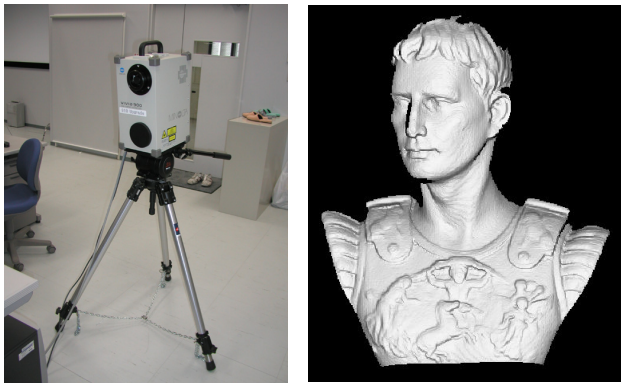
従来，コンピュータグラフィックスや CAD の分野では，形状の定義は，主に線や面といった位相情報を持つ幾何要素をモデリングツールで定義することで行っていた．幾何要素を用いた形状定義では，直線や面を数式によって表すため，数学的に正確な形状を定義することができる．

また，映像制作やアミューズメント施設などのエンターテインメント分野でもコンピュータグラフィックが広く使用されており，ここでも同様の形状モデルが利用されている．

加えて，対話的なアプリケーションでは高速な描画が必要とされるが，これらの幾何要素を効率よく描画する手法も，ほぼ確立されているため，さまざまな分野で利用されるようになって来ている．

一方で，実際にある物体の形状を計算機に入力して，さまざまなアプリケーションで利用したいという要求が高まっている．たとえば，実際に存在する家電製品の形状を CAD システムに取り込んだ後，その形状を修正して新しい形状をデザインすることで，設計の効率化を図ることが考えられる．また，自動車ボディの設計などスケールの大きなものについては，ディスプレイ上のコンピュータグラフィックスによる 2 次元的な表示だけではデザインの検討が十分に行えないため，クレイモデルを製作・修正が行われている．このとき，やはり実形状である修正が施されたクレイモデルを計算機に取り込むことが必要となる．

ところで，実形状を計算機に取り込む装置の開発が盛んに行われ，製品として登場してきている．これらの装置は，大きくは，接触式と非接触式の 2 通りに分類される．接触式では，形状入力に時間がかかるものの，形状表面の正確な座標を読み取ることができる．一方，非接触式は，レーザ光やスリット光を用いるため高速に読み取ることができ，大きなスケールの物体にも対応が可能である．図１に非接触式スキャナと，読み取り結果として得られた点群データの一例を示す．



（a） （b）
図１ 非接触式スキャナ

このように，従来から用いられているサーフェスモデルに加えて，これらの装置から得られる点群が形状表現に広く利用されることが予想される．

一般に，形状表現に用いる点群の数を増やせば，形状の表現精度を高くすることが可能であるが，同時にデータ量も増加するため，ファイルに保存やネットワークを介した転送で問題となる．同様のことがサーフェスモデルの多面体メッシュにもいえるが，サーフェスモデルについては，従来から符号化手法が研究されており，さまざまな手法が提案されている．

そこで，本稿では，今後広く利用されると予想される点群データを対象とした符号化手法を提案する．

"A Method of Information Transformation for Point Sampled Models"
† Osaka Institute of Technology
‡ Shizuoka Institute of Science and Technology
§ Hiroshima International University

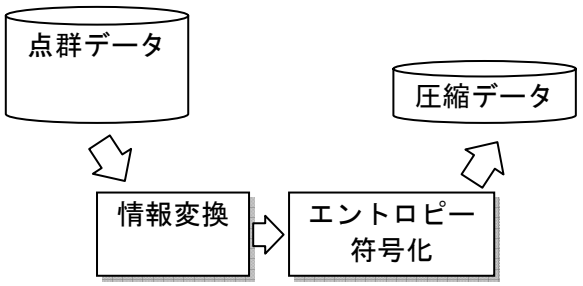


図３　符号化処理の流れ

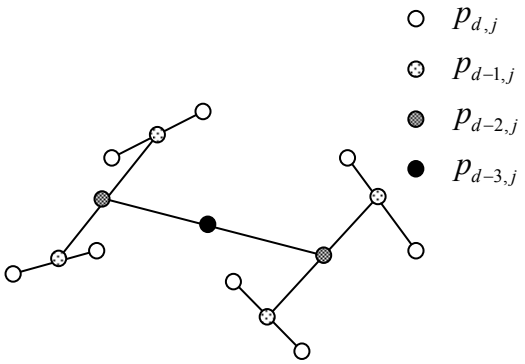


図５　点群の階層化

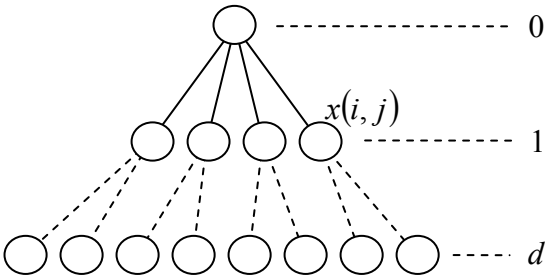


図４　二分木による管理

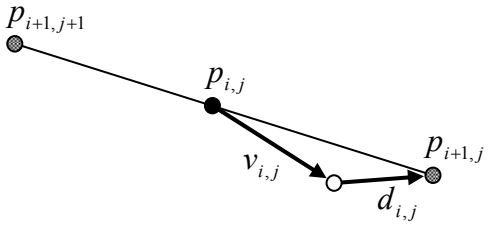


図６　予測点と予測誤差

提案手法

本手法では，点群データに対して情報変換を行う．実際には，情報変換によって得られた符号列をエントロピー符号化することによってデータサイズをコンパクトにする．この流れを図３に示す．

本手法では，図４に示すように点群データを階層構造で管理し，二分木で表現する．

2^d 個の点群 $x(d,j)$ を符号化対象とするとき深さ d の二分木を生成し，リーフノードに各点の３次元座標を保存する．これを３次元空間の座標をして模式的に表すと，図５のようになる．ここで，$p_{i,j}$ は，深さ i のノードに対応する３次元空間における点を表すものとする．

このように二分木を用いて階層的に点群データを管理することができる．

次に，生成した二分木をもちいて，各点の座標値を高効率に符号化できるように情報変換を行う．

まず，深さ i のノード $x(i,j)$ の２つの子ノード $x(i+1,j)$ と $x(i+1,j+1)$ が保持する点 $p_{i+1,j}$ と $p_{i+1,j+1}$ の補間点を $p_{i,j}$ としたとき，$p_{i+1,j+1}$ と $p_{i,j}$ から $p_{i+1,j}$ を予測する．このときの $p_{i,j}$ から予測点へ向かうベクトルを $v_{i,j}$，予測誤差を $d_{i,j}$ とし，各ノードについてこれらの値を保存する．

これにより，$p_{i,j}$ と $d_{i,j}$ から $p_{i+1,j+1}$ を復元することが可能になる．

この様子を図５に示す．

三次元形状の表面を表す点群にはコヒーレンスがあるため，これを考慮した点の予測を行うことで，予測誤差 $d_{i,j}$ の情報量を削減することができる．

三次元形状の表面に相当する点群は無造作に分布しているわけではなく，近隣点においてある程度の平面性を持って分布している．形状の特徴にもよるが，図１（ｂ）に示した点群データのように十分小さいサンプリング間隔で取り込まれたものを対象とする場合は，近隣点群から近似平面を求めることにより，その平面からの予測誤差を符号化することが考えられる．