

論文の内容の要旨

論文題目 Construction, Compression and Recognition of 3D Shapes
Using Topological Analysis by Enhanced Homotopy Model

(拡張ホモトピーモデルによる位相解析を用いた 3 次元形状の
生成、圧縮および認識の手法)

氏名 平賀 督基

近年、3次元形状を取り扱う事は様々な分野に広がっており、今後ますます重要な役割を果たすことが予想される。そうした3次元データの普及にともない、データはより複雑化し巨大化することになり、それらを効率的に処理する手法の開発が望まれている。本論文ではそうした効率的な処理を実現するために、拡張ホモトピーモデルを中心とした位相解析の新しい枠組を提案する。拡張ホモトピーモデルとは、ある連続関数によって定義される形状の位相情報を表し、連続関数の等値線、等値線の接続関係であるレーブグラフ、および等値線によって分割されるサーフェスパッチによって構成され、適切な連続関数を選択する事で、その形状の様々な性質を統一的かつ効率的に取り扱うことが可能となる。

3次元形状の取り扱い、まず形状をモデリングする事からはじまる。本論文では、その単純で直感的な分かりやすさから、拡張高さ関数に基づいた拡張ホモトピーモデルによるモデリングについて述べる。これはCTなどの断面図群からの形状定義に相当する。拡張ホモトピーモデルでは、閉曲面の制約を課すことより、そのサーフェス要素と等値線およびレーブグラフに関するルールを定義する事ができ、それによってあらゆる特異点の縮退を扱うことが可能になり、閉曲面としての正当性をチェックすることができる。

モデリングされた形状を効率良く格納するために、またインターネットを通じた転送のためにも、その形状を圧縮する技術は必須となってくるが、従来方ではメッシュの非正則性はその圧縮の妨げになるという問題があった。ここで、メッシュのグラフ距離の拡張ホモトピーモデルを使用すると、その非正則性の原因となる点が、特異点として検出される。本論文はこの拡張ホモトピーモデルを用いて、サーフェス全体を準正則な要素に分解することで、任意のトポロジーをもつメッシュの効率的なメッシュの圧縮を実現する。

3次元形状が効率良く蓄積することが可能になると、それをデータベース化し、その形状を検索する需要がでてくる。このためには、形状の特徴を不変量として抽出し、それによる類似度評価が必要となるが、ユーザーの要求に基づいた評価を行なうのは難しいことであった。本論文は測地線距離に基づいたレーブグラフを抽出し、そのノードに様々な特徴量を割り当てることでこの問題を解決する。高速検索を実現するために、多重解像度構造を導入し、レーブグラフは粗いものから次第に細かいものへと比較されていく。このマッチング手法は、形状のどの部分がどの部分に対応するかという情報を計算し、人間の感覚にそった類似度評価を可能にするものである。