

論文の内容の要旨

論文題目 自由曲面形状の生成と再利用に関する研究

氏 名 古川 慈之

近年、製造業では3次元CADを利用した製品設計が普及し、CADによって作成された形状データを利用した生産(CAM)や数値解析(CAE)が広く行われるようになった。CADで形状データを作成することによる利点は多いが、複雑な形状データを作成することには多くの労力を要し、データの共有と再利用に対する要求は強い。本研究では、自由曲面形状を対象として、データの作成(モデリング)、共有と再利用に関する支援を行うことを考え、以下の3つを研究対象とする。

- 曲面データ圧縮
- 自由形状のカットアンドペースト編集
- 曲面形状の生成とフェアリング

曲面データ圧縮では、CADで作成された曲面データをネットワーク経由で交換する際に重要となるデータ圧縮技術について述べる。データ交換する際の交換形式の標準化は進んでいるが、データ量が多い場合には標準化された中間ファイルのデータ量が膨大になってしまうという問題があるため、データの利用目的に応じた許容精度を設定してデータの軽減を実現する。本研究では、NURBS曲面を対象としたデータ圧縮手法を構築した。構築した圧縮手法によって、曲面データは境界曲線ネットワークと、曲線ネットワークから得られる補間曲面との差分データの組合せで表現される。差分データの形式は要求される精度と品質から3種類定義し、利用目的に応じて使い分ける。さらに、境界曲線と差分データはそれぞれ個別に圧縮操作を施される。伸長時間には、圧縮時に指定した許容誤差の範囲内で、NURBS曲面が復元される。これによって、利用目的に応じたデータ量と品質の指定が可能で、かつ既存のシステムで直接利用可能なデータ交換を実現する。

自由形状のカットアンドペースト編集では、自由形状のモデリングを支援する編集手法の研究を行う。この手法では、滑らかな曲面上に存在する詳細な形状を取り出し、ベースとなる形状と詳細な形状を独立に編集できるようにすることで、形状設計を直観的で容易にし、形状データの再利用を支援する。本研究では、3角形メッシュモデルを対象に、制約付きB-splineボリュームフィッティングに基づく自由形状の切り取りと貼り付け手法を構築した。構築した手法は、詳細な形状の切り取りと貼り付けによって形状の位相が変化

する編集を可能とし、かつ貼り付けによって生じる形状の自己交差を抑制することを可能とした。これによって、従来より複雑な形状の編集を可能とし、詳細な形状の部分的な再利用を促進する。

曲面形状の生成とフェアリングでは、CAD による形状設計の中でユーザへの負担が大きい曲面形状設計の支援を行う。複雑な曲面形状を一から設計する作業は、設計対象に関する知識とCAD によるモデリング操作に関する知識の両方が必要となる。これを既存形状の参照による曲面生成や、既存形状の特徴を利用した形状修正を取り入れることでコストの軽減を実現する。本研究では、船型設計における曲線群からの曲面パッチモデル生成を対象としたパッチ分割法を提案する。提案するパッチ分割法は、曲面生成における高品質の基準(フェアネス) を元に対象形状を再帰的に分割する。これによって、対象形状の品質を保つパラメータ化を実現し、曲面フェアリングによる品質と精度を保證する。

利用目的に応じたデータ圧縮、複雑な自由形状の再利用を可能とする切り取りと貼り付け操作、参照形状を利用した曲面形状の生成とフェアリングという3つの技術の各々について実装と評価を行い、それぞれの有効性を示した。