

メッシュデータに基づく設計変更と CAD データ構築に関する研究

Design Modification and CAD Data Reconstruction Based on Mesh Data

80816094 澤井裕太(Yuta Sawai)

Supervisor 青山英樹(Hideki Aoyama)

1. 緒言

製品の設計プロセスでは, CAD システムにより形状を定義し, CAE システムにより解析評価を行っている^[1]. 解析・評価の結果, 設計変更が必要と判断された場合には, CAD システムにより形状修正を行い, CAE システムにより解析・評価するプロセスが繰り返される. CAE システムでは, CAD データに基づいて FEM 解析用のメッシュデータを構築しなければならない. したがって, CAD システムにより形状修正が行われる毎にメッシュデータの再構築が必要になる. メッシュデータの品質は解析精度に大きく影響し, その構築は時間的・コスト的負荷が非常に大きい^[2].

本研究では, 設計と評価のプロセスの効率を向上するため, 高品質なメッシュデータを一度構築したならば, 同メッシュデータに基づいて設計変更を行い, 解析・評価を繰り返し, 解析・評価の結果, 設計承認が得られたならば, メッシュデータから CAD データを再構築する方法を提案するとともに, 基礎システムを開発してその有用性を確認することを目的としている.

2. 提案手法の概要

本研究では, メッシュデータによる設計変更と同データからの CAD データ再構築のために, CAD データからメッシュデータを生成する際に, CAD データの形状フィーチャ属性情報をメッシュデータの各要素に付加するという方法を提案する. 図 1 は提案する方法を実現するためのシステムの構成を示している. CAD システムより, CAD データは, 幾何情報と属性情報 (モデル構築履歴と各フィーチャのパラメータ) に分離され, 幾何情報は中間フォーマット (Parasolid, IGES など) として, 属性情報はテキストデータとして出力され, 本システムに入力される. 通常, CAD モデル幾何情報からメッシュデータの構築が可能であるが, メッシュデータから CAD データの自動再構築は困難である. そこで本研究では,

メッシュデータのそれぞれの要素に CAD データのフィーチャ属性情報を付与することにより, 従来困難であったメッシュデータによるパラメトリック形状操作およびメッシュデータから CAD データの自動再構築を可能とした.

例えば, リブ形状の場合, CAD データにおける形状フィーチャ属性情報として, 幅, 高さ, 奥行きの情報をもっている. リブを構成するメッシュデータの各要素にリブの属性情報を付加し, リブの形状パラメータ (幅, 高さ, 奥行き) を変更することにより, メッシュデータでパラメトリックな形状変形を可能にしている. また, 変更後の属性情報を認識させることにより, 設計変更後のメッシュデータからの CAD データ自動再構築が可能となる.

3. メッシュ形状操作法

3.1 メッシュ要素に対する属性情報付加の方法

本システムでは, CAD システムから入力した幾何情報 (ソリッドデータ) を基に, 全体形状をフォームフィーチャごとに分割し, それぞれに ID 番号を付与する. また, CAD システムから入力した属性情報を参照し, 各フォームフィーチャの属性情報 (形状フィーチャの種類と番号) を認識する. メッシュデータを生成し, 各フォームフィーチャに属する要素を抽出し, そのフォームフィーチャの ID 番号と属性情報を付与する.

3.2 メッシュの形状変形・コピー・削除方法

形状を修正するフォームフィーチャ ID 番号を指定する. システムは, 指定されたフォームフィーチャに属している要素に付加されている属性情報から, そのフォームフィーチャの形状パラメータを認識する. その形状パラメータを修正することにより修正形状を定義でき, その形状に適合するように指定したフォームフィーチャに属している要素のノード位置を修正する. コピー, 削除も形状変形と同様に処理することができる. コピー操作の場合には, 指定されたコピー位置に指定された ID 番号のメッシュ要素を属性情報が付帯された状態で配置する. 削除の場合には, 指定された ID 番号のメッシュ要素を削除する.

4. CAD データの再構築法

メッシュ形状を修正の後, 同データを用いて CAE 解析を行った結果, その形状が設計形状として承認されたならば, メッシュデータから CAD データを再構築する必要がある. 本システムでは, メッシュデータの各要素は, CAD システムから入力した属性情報をもっており, その情報は形状修正後の最新パラメータ値となっている. 同時に, 形状変形, コピー, 削除された部位情報を有しているため, CAD データの再構築は, 変形前の CAD データに対して, メッシュデータ上で修正のあった箇所のみを再構築することにより実現する. そのため, CAD データのモデリング履歴を維持した状態で,

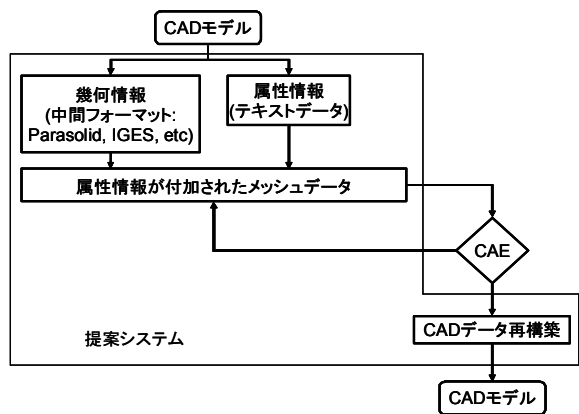
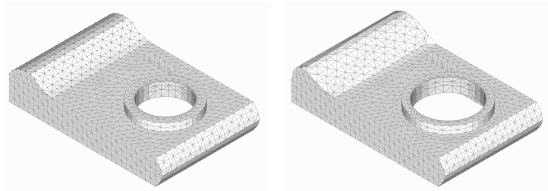


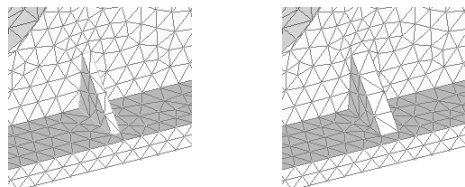
図 1 提案システムの処理手順



(a)形状変形前

(b)形状変形後

図2 メッシュデータの形状変形例



(a)リブ幅変更前

(b)リブ幅変更後

図3 リブの形状変形

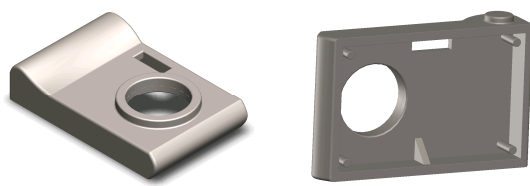


図4 CAD データ再構築

設計変更後の CAD データを構築できる。モデリング履歴には設計者の設計意図が反映されていることを考えるとき、モデリング履歴を維持できることは、極めて重要なことと考えられる。さらに、本手法は、メッシュデータの生成において、CAE 解析に適するように、微小な穴やフィレットが削除された場合や鋭利なエッジに部に丸みを付与された場合にも、設計変更後のメッシュデータから CAD データを再構築する際に、それらの形状を復元できる。

5. システムの実行結果

5.1 ソリッドモデルへの適用

デジタルカメラのボディ形状の設計を対象として、開発システムの有用性を検証した。図 2(a)は形状変形前のメッシュデータを示しており、このメッシュデータを用いて、レンズ筒筒部の円筒の外直径を 24mm から 26mm に、内直径を 18mm から 20mm に変形し、ロフトにより構築されたカメラ保持部の形状を変形した。図 2(b)は、変形後の形状を示している。さらに、カメラ筐体の内側のリブの幅を 1 mm から 2 mm へ修正した。その結果を図 3 に示す。このように、メッシュデータの要素がもつ属性情報を変更することにより、メッシュデータの形状をパラメトリックに修正できることを確認した。また、図 4 は、形状変形後のメッシュデータの情報から再構築した CAD データを示しており、形状変形後のメッシュデータ情報より CAD データを再構築できることを確認した。

5.2 サーフェスモデルへの適用

ソリッドモデルの場合、形状フィーチャは一つの形状要素として構築することができるが、サーフェスモデルの場合は、簡単な形状フィーチャでも複数の要素形状を組み合わせで構築することがある。したがって、サーフェスモデルは、形状フィーチャが明確に定義されていないことがある。

本研究では、形状フィーチャの属性情報をメッシュデータの各要素に付加し、その属性情報を基に形状修正を行うため、

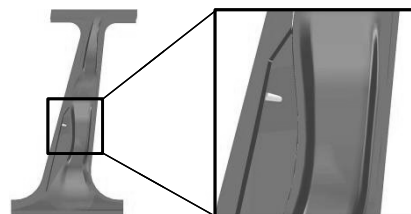
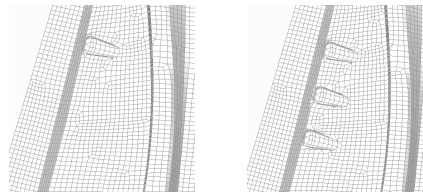


図5 センターピラーモデル



(a)コピー前

(b)コピー後

図6 メッシュデータのコピー

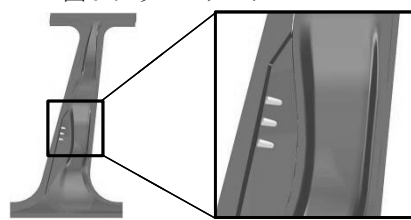


図7 CAD データ再構築

CAD 上で各形状フィーチャが明確になっている必要がある。そこで、提案手法をサーフェスモデルにも適用するために、サーフェスモデル構築時の操作履歴を形状ごとにグループ化し、一つの形状フィーチャとして扱えるようにした。

図 5 は、自動車のセンターピラー構造物のサーフェスモデルを示している。これに対する CAE 解析では、同図に示されるリブの位置、形状、設置個数が評価される。したがって、CAE 解析の結果、妥当な設計であると評価されなかったならば、リブの位置、形状、設置個数を変更した形状に対して再評価を行わなければならない。この課題に対して本手法を適用した。図 6 (a)は形状修正前のメッシュデータであり、図 6 (b)に示すようにリブのコピーを行うことができた。また、図 7 は、リブコピー後のメッシュデータから CAD データを再構築した結果を示している。以上のように、サーフェスモデルに対しても提案手法の有用性を確認することができた。

6. 結 言

本研究では、CAE 解析により設計評価するプロセスを効率化するために、高品質なメッシュデータを生成した後、メッシュデータにより設計変更を可能とする方法とメッシュデータから CAD データを再構築する方法を提案し、基礎システムにより提案手法の検証を行った。提案手法により、メッシュデータによる設計変更および設計変更後のメッシュデータからの CAD データ自動的再構築が可能になった。

参考文献

- [1] LEE Sang Hun, A CAD-CAE integration using feature-based multi-resolution and multi-abstraction modeling techniques, *Computer Aided Design*, Vol.37, No.9 (2005), pp.941-955.
- [2] 西垣一朗, 針谷昌幸, 小野寺誠, CAE システムにおける解析メッシュ自動生成技術, *シミュレーション*, Vol.18, No.2 (1999), pp.74-81.