

三次元可視化アプリケーションを用いた有限要素解析結果の可視化システムの構築

中央大学 学員 ○春日 宣寛
中央大学大学院 学員 清水 仁
中央大学 正会員 檜山 和男

1. はじめに

近年、コンピュータ性能の飛躍的な向上により、実際問題を正確にモデル化した三次元大規模解析が可能となってきた。しかし、一方でその複雑さゆえに *Pri-processing* (解析モデルの作成) や *Post-processing* (解析結果の表示) の処理は難しいものとなっている。その中でポスト処理は、膨大な計算結果の数字情報を画像情報に変換することで理解・判断の大きな手助けとなる。このため、近年、いくつかの市販の汎用的な可視化アプリケーションが登場している。

そこで、本研究では様々な分野の数値データが扱え、柔軟なデータ構造を持っている三次元可視化アプリケーション *IRIS Explorer* (英国 NAG社が開発・販売) を使い、目的に応じた有限要素解析結果 (三次元領域における流れの解析など) の可視化を行うシステムの開発を行った。また、リニア及びノンリニア編集の非定常現象アニメーションが作成可能な可視化システムの構築と両者の比較を行った。

2. IRIS Explorer の概要

IRIS Explorer は数値解析の結果や観測データなどの数値データを可視化するのに、プログラミング無しにユーザー自身の手で目的に応じた可視化アプリケーションを簡単に構築することができるシステムである。

市販の汎用的な可視化アプリケーションはとくに拡張性に乏しく、基本的にそのアプリケーションが持っている機能以上のものを付加することは困難である。しかし、*IRIS Explorer* のようなモジュール構造をもつ可視化アプリケーション構築システムは拡張性が高い。

IRIS Explorer で任意の可視化を行うために、単一機能 (データの読み込み、画像処理、画像出力等) をもっているモジュール (プログラムの集合体) が用意されていて、ユーザーはこれらのモジュールを組み合わせることによって、目的に応じたアプリケーションを構築できる。このように、*IRIS Explorer* はプログラミングを必要としないため、高度な可視化を短期間に実現することができる。

3. 可視化の流れ

大型コンピュータや計算用のパソコンで有限要素解析を行い、その解析結果を LAN でグラフィックス・ワークステーションに転送し *IRIS Explorer* で可視化を行う。作成

した画像はパソコンに送り、プレゼンテーション用に画像の編集を行う。図-1 に可視化の流れを示した。

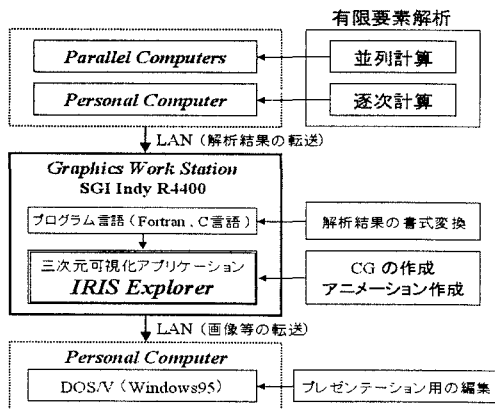


図-1 可視化の流れ

4. IRIS Explorer のデータタイプ

IRIS Explorer では次の 5 つのデータタイプがある。

データの種別	データ名	使用される分野
画像データ	Image	2次元画像データ
幾何学データ	Geometry	CAD、幾何学データ
格子データ	Lattice	構造格子データ
非構造格子データ	Pyramid	非構造格子データ
ユーザ定義データ	Unknown	ユーザー定義のデータ

解析結果の数値データは *IRIS Explorer* 用のフォーマットに並び替える必要がある。Fortran や C 言語などのプログラム言語を用いて簡単に変換することができる。

IRIS Explorer で主に使用するフォーマットは構造格子データ (格子配列に規則性のある格子) と非構造格子データ (格子形状が規則性のない格子) の 2 種類にわけられる。

有限要素法は任意形状への適合性に優れているため、格子形状は規則性のない格子配列となる。*IRIS Explorer* では非構造格子データとなり二次元・三次元の複雑な形状や解析領域の可視化が可能である。

5. グラフィックスの作成

数値解析の代表的な可視化法として三次元空間のカラーコンター、等値線 (コンターライン)、鳥瞰図、ベクトル図、等値面図、流線図などの可視化ができる。

モジュール構造の特徴を利用した方法として、個々の表示処理を行っているモジュール群を並列に処理し描画することで、同じ空間に数種類の表示を重複させたり、結果を

KeyWords: 可視化, 有限要素解析, アニメーション
〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27
TEL. 03-3817-1815 FAX. 03-3817-1803

比較するために並べて描画することが可能である。このように、複数種の可視化を行うことで一枚のイメージ画像から多くの情報を得ることができる。

構造物周りの流れや地形風などの現象解析では、結果だけでは対象となる物体が表現されない。そのため、構造物や地形などを解析結果と別に処理する必要がある。

作成方法としては解析で用いた境界条件などのデータから表示したい物体の形状にあわせたデータ処理をして、解析の可視化とは別に描画処理をする。図-2に可視化例として円柱まわり流れ解析の $Re=10^5$ のときの圧力データを用いた等値線及び等値面図を示す。

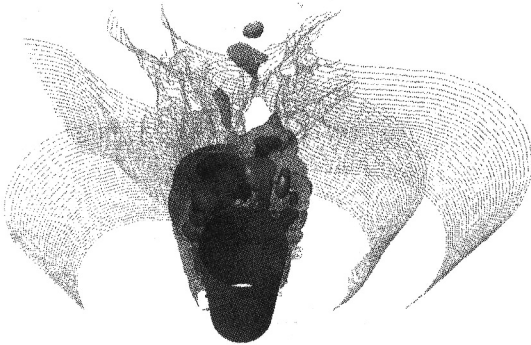


図-2 等値線・等値面の可視化例

6. アニメーションの作成

(1) リニア・アニメーションの作成

リニア・アニメーションは、映像を磁気テープ(βカム、S-VHSなど)に線上(リニア)に記録させる方法である。

作成方法としては、データの読み込み・画像処理をして、モニターに一つの画像が表示されたら、外部のビデオ機器に録画の命令を行う。これら画像処理やビデオコントロールなどの連続的作業は IRIS Explorer 上ですべてコントロールしてリニア・アニメーションの作成を行う。図-3にリニア・アニメーションの作成システムを示す。

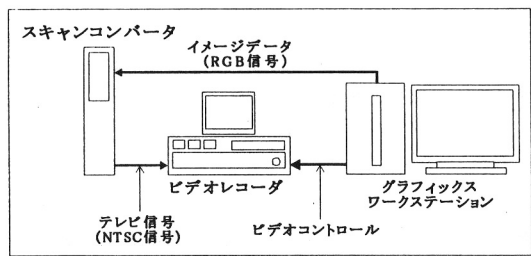


図-3 リニア・アニメーションの作成システム

リニア編集の長所としては、①ビデオ機器があればすぐに再生できる、②テープの容量だけ記録が可能、③ビデオテープの持ち運びが容易など。短所としては①作成時間が非常に長い、②編集には高価なシステムが必要、③再生の回数に比例して画質の劣化が生じるなどが上げられる。

(2) ノンリニア・アニメーションの作成

ノンリニア・アニメーションは、作成した画像を直接コンピュータの記録媒体であるハードディスクにデジタル化し平面状に記録する方法である。最近ではリニア編集に比べて、ノンリニア編集が中心となっている。

画像を作成するモジュール群を時間的に制御して、一定間隔で画像の作成する。作成した複数の画像を Movie File としてまとめる。ここで作成した Movie File はプレゼンテーション用に編集するために Movie File 編集ソフト (Movie Maker 等) を用いて、"QuickTime™" (Apple Computer, Inc.) の Format に変換する。変換したファイルを LAN で転送して、パソコンでの再生が可能となる。図-4 にノンリニア・アニメーションの作成システムを示す。

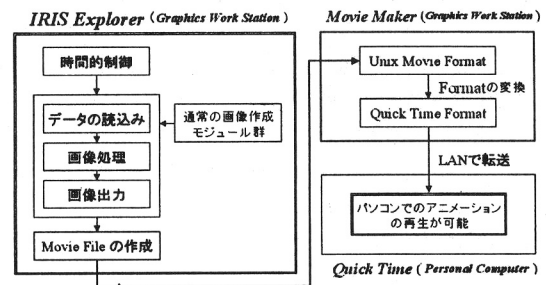


図-4 ノンリニア・アニメーションの作成システム

ノンリニア編集の長所としては、①見たい映像は瞬時に再生できる、②ダビングはファイルのコピーで行える、③凡用フォーマットに変換すればパソコンで再生可能である。短所としては①記録時間に比例して容量が増大する、②映像の画質はムービーファイルの容量に大きく影響する、③編集には高価なシステムが必要などが上げられる。

7. おわりに

有限要素解析結果に対して三次元可視化アプリケーションを用いて可視化システムの構築を行った。

(1) グラフィックス作成においては、モジュール構造の特徴を利用して一枚のイメージ画像に複数種の可視化を行うことで多くの情報を得ることができる。

(2) 作成時間を多く必要とするリニア編集に比べ、高画質な映像とデータ管理が容易であるなどの点によりノンリニア編集が有効であると思われる。

今後の課題は、IRIS Explorer の拡張性(新たな可視化手法の構築、モジュールの作成など)を追求し多種多様な可視化が可能なシステムの構築を行う予定である。

参考文献

- 1) IRIS Explorer User's Guide, Silicon Graphics, Inc, 1991.
- 2) 数値流体力学編集委員会：格子形成法とコンピュータグラフィックス, 東京大学出版会, 1995.
- 3) 清水 仁：IRIS Explorer による有限要素法解析可視化システムの構築, 中央大学卒業論文, 1996.