

POV-Rayによる可視化ツールの構築

中央大学 学生員 内記 啓太
 中央大学大学院 学生員 中村 慎也
 中央大学 正会員 櫻山 和男

1. はじめに

近年、計算機の発達に伴い大規模な計算を扱えるようになったことから、様々な問題について三次元の数値シミュレーションが行われるようになった。数値シミュレーション結果の定量的評価には、CGによる可視化は不可欠である。現在、商用の可視化ソフトは多機能で汎用性は高く、広く普及しているが、数値シミュレーション結果をより実現象に近い形で視覚化し、臨場感のある可視化アニメーションを作成するという点では十分とは言い難い。そこで本研究では、状況や環境に応じて多種多様な三次元画像を作成することが可能な“POV-Ray (Persistence of Vision Ray Tracer)”¹⁾に注目した。POV-Rayは、写真さながらの高品質な画像を作成することができる3DCG作成ソフトで、POV-Rayを可視化に用いることで、解析対象物の周辺環境等の条件を可視化に反映させ、臨場感のある三次元可視化アニメーションを作成することが可能である。しかしながら格子数の多い大規模な解析問題等では、POV-Rayの機能のみを使用して可視化を行なうと、データ量の問題から画像の出力に膨大な時間を要してしまう。

そこで本研究では、得られた解析結果データをPOV-Rayに読み込ませる前にあらかじめデータを変換し、データ量を削減することによって画像出力にかかる時間を削減している。そして、このデータ変換プログラムをPOV-Rayに取り入れることによって、解析結果をより実現象に近い形で視覚化することが可能な汎用可視化ツールを構築することを目的としている。本報告では可視化例として自由表面を有する三次元スロッシング問題を扱い、本ツールの有効性を検討した。

2. 可視化プロセス

(1) POV-Rayの概要

本研究で用いているPOV-Rayについて述べる。POV-Rayはテキスト記述形式のフリーの3DCG作成ソフトで、POV-Rayのホームページ¹⁾で無料でダウンロードが可能である。POV-Rayはフリーソフトでありながらシェアソフト並の高品質な画像を作成することができる。またLinux, Unix, Mac等多くのOSで使用することができ、相互間のデータのやり取りも可能である。

(2) レイトレーシング法

POV-Rayは3DCGを生成するためにレイトレーシング法(光線追跡法)²⁾という手法を用いている。レイトレーシング法とはコンピュータが画像を作り出す際の計算方法の事で、最も高品質な画像を作り出すことができる方法の一つである。これによりPOV-Rayは写真のようにリアルな

画像を作成することが可能になっている。レイトレーシング法は、「光線がどのように反射、屈折するか、ある物体にぶつかったときにどのような影響を受けるか」といったことを光線を追跡しながらそのつど計算を行なっていく。この仕組みは我々の目に光に照らされた物体の像が写るのと同じ仕組みである。しかしながら、実際に光源から目まで到達する光線はその一部であるため、光源の方から追跡を始めると、ほとんどの計算が無駄になってしまう。そこで通常レイトレーシング法では、図-1に示すように目の方から追跡を行なう。

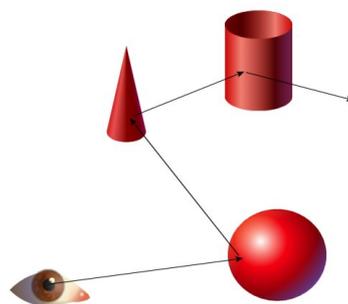


図-1 レイトレーシング法による光線の追跡

(3) アルゴリズム

解析結果データを取得してから可視化アニメーションを作成するまでのアルゴリズムを図-2に示し、以下にその概要を述べる。尚ここで示すアルゴリズムは、本報告で取り上げた可視化例に対応したものである。

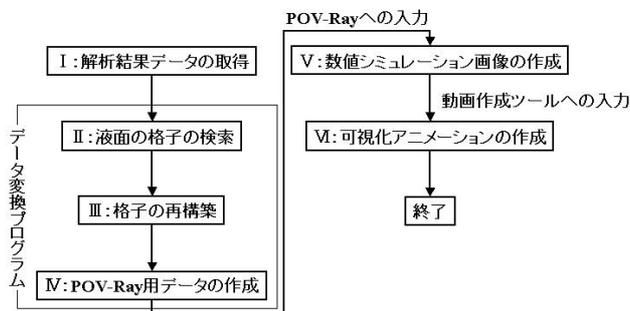


図-2 アルゴリズム

a) データ変換プログラムについて

図-2のII~IVは本報告で取り入れたデータ変換プログラムによる作業である。本報告で扱った可視化例のように

KeyWords: 可視化, POV-Ray, レイトレーシング法

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 E-mail: d32418@educ.kc.chuo-u.ac.jp

データ量が膨大である場合には、解析結果データを POV-Ray のフォーマットに適合させて読み込ませるだけでは、画像の出力に膨大な時間がかかることになる。そこで本報告では、POV-Ray で液面のみを可視化させるようにデータ変換を行ない、データ量の削減を図っている。図 - 2 の II ~ III では、解析で用いている格子データから液面の節点だけを抽出し、POV-Ray で液面のみを可視化させるために新しく格子を構築するという作業を行なっている。

b) 数値シミュレーション画像の作成について

POV-Ray による可視化の特徴は、解析対象物の周辺環境や解析条件等を、より臨場感を持たせる形で可視化に反映させることができるという点である。周辺環境の作成は POV-Ray のシーンファイル上にテキストを記述することによって行なう。シーンファイルとは、POV-Ray で用いられているテキストエディタの事である。例えば扱う解析問題が実験モデルであれば、実験装置等を POV-Ray で描かせることによって実際の実験の様子さながらの可視化アニメーションを作成することが可能である。

c) 可視化アニメーションの作成について

POV-Ray には動画を作成する機能がない。そのため本研究では、時間 STEP 毎に静止画像を出力し、それらを動画作成ソフトで繋ぎ合わせることで動画を作成している。

3. 可視化例

本報告では可視化例として、自由表面を有する三次元スロッシング問題を取り上げ、本ツールの有効性を検討した。図 - 3 に可視化例として取り上げた解析モデルを示す。容器のスケールや液体の水深は図 - 3 に示す通りであり、解析で用いている解像度は節点数 41,059、要素数 226,800 である。

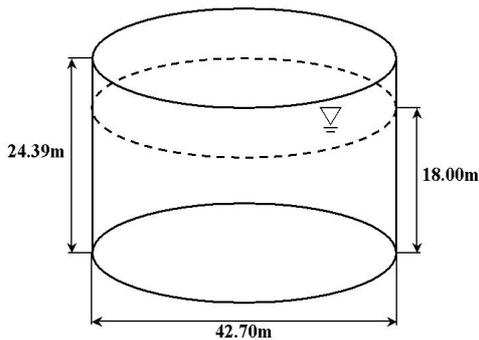


図 - 3 解析モデル

図 - 4、図 - 5 に、各時刻における自由表面形状を示す。液体の透明感や液面の反射等が実際のものに近い形で表現できている。また図 - 5 から、スロッシング時に液面に生じる波形や、揺動する液体の様子が的確に表現できているのがわかる。データ量についても、データ変換プログラムにより液面のみデータを POV-Ray に読み込ませているので、節点数 2,716、要素数 5,178 までデータ量を大幅に削減することができ、画像出力時間の削減が実現された。



図 - 4 自由表面形状 (t = 0.0s)

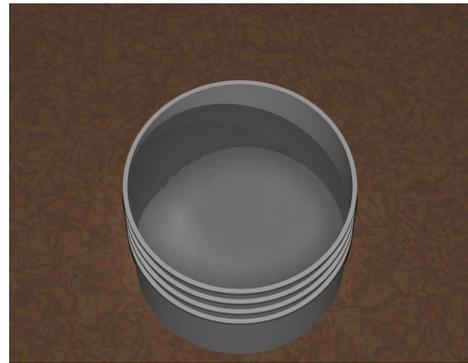


図 - 5 自由表面形状 (t = 26.0s)

4. おわりに

本報告では、データ変換プログラムと POV-Ray を併用した汎用可視化ツールの構築を行なった。本ツールの有効性を検討するため、自由表面を有する三次元スロッシング解析の可視化を行ない以下の結果を得た。

- 可視化に POV-Ray を用いたことにより、商用可視化ツールでは表現しにくい液体の透明感や光源による反射、また容器の形状等も表現することができた。
- 得られた解析結果をデータ変換プログラムによって液面のみを可視化させるデータに変換して POV-Ray に読み込ませたことにより、数値シミュレーション画像の出力に要する時間を削減することができた。

今後は、より解像度が高く複雑な現象を有する数値シミュレーションを取り上げ、さらに本ツールの有効性を検討する。

5. 謝辞

本研究で用いた POV-Ray について、東京大学大学院工学系研究科の姫野武洋講師にご教示を賜りました。ここに記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) POV-Ray ホームページ <http://www.povray.org/>
- 2) 小室日出樹：”POV-Ray ではじめるレイトレーシング”:(アスキー出版局):pp.47-49, 2002.
- 3) POV-Ray station <http://nishimulabo.edhs.ynu.ac.jp/povray/>