

計算力学における POV-Ray を用いた VR 研究

中央大学	学生員	中矢 琢士
中央大学	学生員	大川 博史
中央大学	正会員	田中 聖三
中央大学	正会員	櫻山 和男

1. はじめに

近年、地震や高潮、津波、洪水などの巨大自然災害が頻発している。これらの自然災害の影響評価に関する研究は、これまで実験等によりなされてきたが、近年のコンピュータの性能の飛躍的進歩により、数値シミュレーションにより評価が可能となってきている。これらの結果の把握には可視化が必要不可欠であるが、市販の可視化ソフトでは臨場感が得にくいことが指摘されている。

そこで本論文では、実際の都市や地域環境を忠実に再現したデジタル空間データを用いて、臨場感のある VR (パッチャリリティ) 可視化システムの構築を行うものである。なお、可視化ソフトとしては、レイトレーシング法に基づく、フリーソフトである“POV-Ray (Persistence of Vision Ray Tracer)”¹⁾を用いた。本システムの有効性を検討するため、神田川周辺の仮想の洪水氾濫問題²⁾への適応を検討を行った。

2. POV-Ray について

(1) POV-Ray の概要

POV-Ray はテキスト記述形式のフリーの三次元 CG 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できる。そのため POV-Ray を使用する事により、複雑な反射や影、水やガラスの透明感等を忠実に再現する事が可能である。また Linux, Unix, Mac 等多くの OS で使用することが可能で、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 は三次元 CG を生成するためにレイトレーシング法 (光線追跡法)³⁾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事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、目の方から追跡を行なうことで無駄な計算の削減を行っている。

3. 可視化アルゴリズム

解析結果、三次元 CAD データに、データ変換を行い、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 - 1 に示し、以下に各工程の概要を述べる。

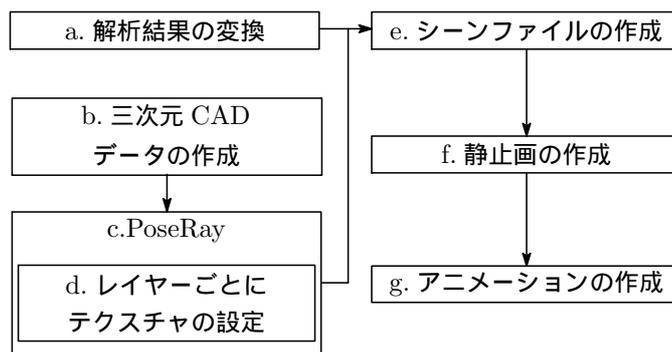


図-1 可視化アルゴリズム

(1) 解析結果の変換 (フロー a)

解析結果として、神田川周辺の都市域洪水氾濫問題を扱った。解析手法は有限要素法、支配方程式は浅水長波方程式を用いている。この取得した解析結果をもとに、POV-Ray で可視化するために必要なデータである、総節点数、各節点の座標値、総要素数、要素の結合条件を、各 step ごとに抽出し、POV-Ray の書式に変換する。

(2) 三次元 CAD データの作成 (フロー b)

解析結果のメッシュデータをもとに構造物を作成する際、三次元 CAD を用いた。構造物の作成には、データ変換に用いることができるソリッドモデルを用いた。また、レイヤーは、窓、壁、柵等の素材の違う部位ごとに分けて設定した。三次元 CAD により作成した構造物を図 - 2 に示す。

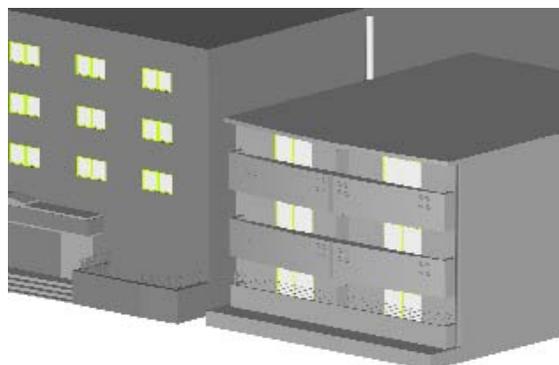


図-2 三次元 CAD データ

KeyWords : POV-Ray, 可視化, 三次元 CAD

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 E-mail: d33202@educ.kc.chuo-u.ac.jp

(3) PoseRay(フロー c,d)

PoseRay⁴⁾とは、.obj、.3ds、.dxf形式等のファイルをPOV-Ray用データに変換することができるフリーソフトである。PoseRayでは、細部形状を三次元CADで作成した構造物を読み込ませ、三次元CADで設定したレイヤーに合わせてPOV-Rayで用いるテクスチャ(質感)を設定することが可能である。そして、出力する際、POV-Rayで用いられる左手系座標に変換することが可能である。また容量の少ない形で出力されるため、データ削減が行える。三次元CAD、PoseRayを通して、視覚的に作成、設定が行えるため、複雑な構造物の作成に適している。

(4) シーンファイルの作成(フロー e)

シーンファイル⁵⁾とは、POV-Rayで用いられているテキストエディタのことである。一つのシーンを作成するには、インクルードファイル、カメラ、光源、環境、物体を指定する必要がある。インクルードファイルとは、POV-Ray内で予め用意されたデータで、テクスチャの設定などを簡易にする。物体は、形状、質感を決めることで指定する。本論文では、周辺環境として、空、樹木を設定した。そこに、解析結果による水面、地形、三次元CADデータによる構造物を読み込ませることで、シーンファイルが完成する。

(5) 静止画の作成(フロー f)

作成したシーンファイルは、画質、サイズ、ファイル形式(jpg,bmp,png,tga等)、step数等を指定してレンダリングを行い静止画を出力する。

(6) 可視化アニメーションの作成(フロー g)

POV-Rayには動画を作成する機能がない。そのため本論文では、時間stepごとに静止画像を出力し、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。

4. 可視化例

本論文では、可視化例として、多くの構造物を含む、神田川周辺の都市域洪水氾濫問題を扱った。三次元CADを使用して細部形状を表現した構造物周辺に視点を設定し可視化を行った。図-3、4にそれぞれに可視化画像と現地の写真を示す。図-3、4を比較すると、構造物の形状が細部まで表現されており、現実に近い形状が的確に表現されている。図-5に有限要素法による解析結果を示す。図-6に、流入流量ピーク時のPOV-Rayによる水面形状を示す。図-5、6比較すると、本可視化システムを用いることで、路地に押し寄せる洪水の臨場感を出すことができています。また、反射、屈折、質感の調整を行うことで、水面に写る構造物のゆがみが表現できた。



図-3 POV-Ray 画像

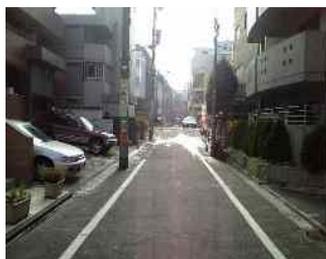


図-4 現地の写真

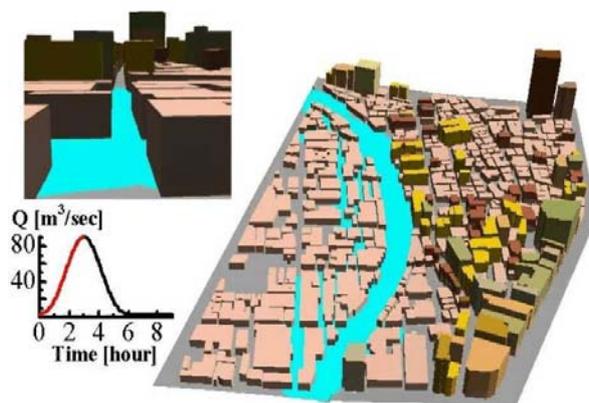


図-5 有限要素法による解析結果



図-6 流入流量ピーク時のPOV-Ray画像

5. おわりに

本論文では、実際の都市や地域環境を忠実に再現したデジタル空間データを用いて、臨場感のあるVR(バーチャルリアリティ)可視化システムの構築を行った。本システムの有効性を検討するため、神田川周辺の仮想の洪水氾濫問題への適応を検討し以下の結論を得た。

- 三次元CADを用いることで、POV-Rayでは困難な実地形に沿った構造物の作成ができ、臨場感のある可視化が行えた。
- 水面に揺らめきのあるテクスチャを設定したことで、水面に反射する構造物が的確に表現できた。

今後は、三次元CAD上での操作や、テクスチャの設定を簡易化し汎用性のあるシステムの構築、また、三次元問題への適応を検討する。

参考文献

- 1) <http://www.povray.org/>
- 2) 岡田岳, 檜山和男, 高木利光: 安定化有限要素法による都市域洪水氾濫解析手法の構築, 第18回数値流体力学シンポジウム, D2-4
- 3) 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):(2002)
- 4) <http://mysite.verizon.net/sfg0000/index.htm>
- 5) <http://www.arch.oita-u.ac.jp/a-kse/povjp/povjp/pov35ref.html>