

防災・環境シミュレーションにおける高品質な可視化手法に関する研究

中央大学	学生員	田近 伸二
中央大学大学院	学生員	高田 知学
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

高潮や津波、洪水などの自然災害に関する数値シミュレーションを行う際、結果の把握のために数値データの可視化は必要不可欠なものである。著者らは、より臨場感のある可視化画像およびアニメーションの作成のために、三次元CG作成ソフトPOV-Rayを用いた可視化システムの構築を行い、洪水氾濫解析の可視化に適用しその有効性を示した¹⁾。しかし、より広範囲の都市域を対象としたシミュレーション結果の可視化においては、作業効率と建造物のCG画像の品質の向上が課題であった。

そこで本論文では、上記の問題点を改善するために、CADデータを用いた都市域の形状モデリングの際、詳細に表現する領域とその他の領域に分け、詳細に表現する領域はCADにより細部のモデル化を行い、その他の領域では現地の写真を建造物のテクスチャとして用いることを行った。そして、上記のように作成された都市のCADデータ及び防災シミュレーション結果のデータを重ね合わせ、三次元CG作成ソフトPOV-Ray²⁾を用いて可視化することにより、従来に比べて高品質で臨場感のある可視化アニメーションの作成を試みた。なお、可視化例として洪水氾濫時における神田川周辺の避難行動シミュレーション³⁾をとりあげ、本可視化手法の有効性の検討を行った。

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三次元CG作成ソフトで、フリーソフトでありながら商用ソフト並の高品質な画像を作成できる。レンダリング手法にはレイトレーシング法を用いており、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。

(2) レイトレーシング法

レイトレーシング法⁴⁾とは最も高品質な画像を作り出す事ができるレンダリング手法の一つであり、フォトリアスティック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

本論文で用いたアルゴリズムを図-1に示し、以下に各工程の概要を述べる。

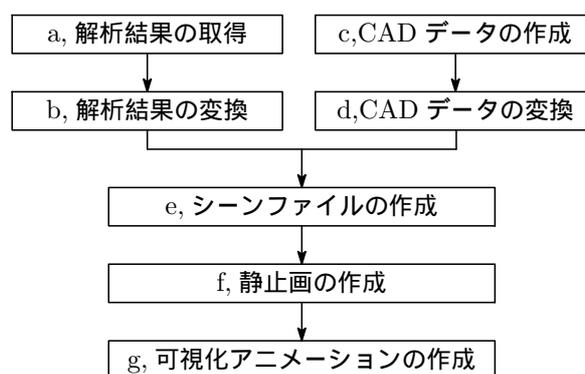


図-1 可視化アルゴリズム

(1) 解析結果の取得、変換(フロー a,b)

解析結果として、神田川周辺の都市域洪水氾濫問題⁵⁾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。POV-Rayで可視化する際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、要素の結合情報を解析結果より抽出し、POV-Rayの書式に変換する。またアニメーション作成のために、変換されたデータの出力は時間stepごとに行う。

(2) CADデータの作成(フロー c)

解析に用いたメッシュデータをもとに、建造物形状の作成を行う。本論文では、三次元CADソフト内に取り込んだ写真をソリッドモデルに貼り付け、形状モデリングを行うことでCADデータ作成の高速化を図った。なお三次元CADソフトとしてGoogle SketchUp Pro6を用いた。作成した建造物の一例を図-2に示す。

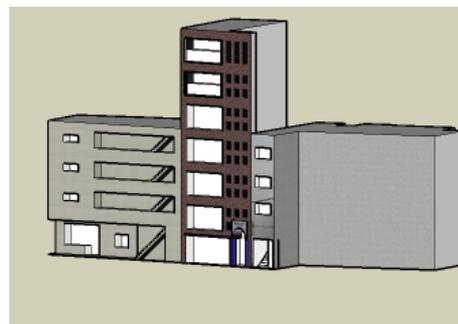


図-2 三次元CADデータ

KeyWords: 可視化, POV-Ray, CAD/GIS

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

(3) CAD データの変換 (フロー d)

CAD データの変換には PoseRay⁶⁾ を用いる。PoseRay とは, obj, 3ds, dxf 形式等のファイルを POV-Ray 用データに変換し, 設定されたレイヤーごとにテクスチャを設定することが可能なフリーソフトである。本論文では, テクスチャの設定の簡易化及び高品質化のために, 現地の写真をテクスチャに用い, 窓など光の反射が顕著に表れる部位のみに POV-Ray のテクスチャ設定を使用した。

(4) シーンファイルの作成 (フロー e)

シーンファイル⁷⁾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。本論文で用いたシーンファイルの構成は, インクルードファイル, カメラ, 光源, 環境, 物体となっている。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により動画を作成している。本報告では動画作成ソフトとして Animation Shop 3 を用いた。

4. 可視化例

本論文では, 可視化例として洪水氾濫時における神田川周辺の避難行動シミュレーションを扱った。避難行動シミュレーションより得られた各時間 step での座標値を用い, 現時間 step の座標値をカメラ位置, 2step 先の座標値を注視点として設定することで, 人間視点での避難行動アニメーションを作成した。

図 - 3, 4 にそれぞれ現地の写真と POV-Ray によって可視化した画像を示す。図 - 3, 4 を比較すると, 建物形状及び周辺環境ともに細部まで再現できていることがわかる。図 - 5 は流入量ピーク時における POV-Ray による可視化画像である。POV-Ray を用いたことにより水面の反射等を表現でき, 臨場感のある可視化画像を作成できた。



図 - 3 現地の写真



図 - 4 POV-Ray 画像



図 - 5 流入流量ピーク時の POV-Ray 画像

5. おわりに

本論文では, 防災シミュレーションにおける高品質な可視化手法の構築を目的とし, POV-Ray を用いて都市域の CAD データ及び防災シミュレーション結果の可視化を行った。可視化例を通じて以下の結論を得た。

- 都市域の形状モデリングにおいて, 写真を用いた形状モデリングを併用することにより作業効率の向上が実現した。
- 構造物のテクスチャに写真を用いたことにより, テクスチャの設定を簡易にすることができるとともにテクスチャ品質の向上も実現した。

今後は, 没入型 VR 装置を用いて防災シミュレーション結果の可視化を行い, 自然災害を擬似体験できるシステムの構築を行う予定である。

参考文献

- 1) 中矢琢士, 櫻山和男: 計算力学における POV-Ray を用いた VR 研究, 第 34 回土木学会関東支部技術研究発表会
- 2) <http://www.povray.org/>
- 3) 宇野圭亮, 櫻山和男: マルチエージェントモデルを用いた災害避難シミュレーションシステムの構築, 第 34 回土木学会関東支部技術研究発表会
- 4) 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)
- 5) 岡田岳, 櫻山和男, 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
- 6) <http://mysite.verizon.net/sfg0000/index.htm>
- 7) <http://www.arch.oita-u.ac.jp/akse/povjp/povjp/pov35ref.html>