

都市域の大気環境シミュレーションにおけるプリポストプロセッシング

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 檜山 和男

1. はじめに

著者らは既往の研究で大気環境シミュレーションのための都市モデリング手法¹⁾を提案し、実際の都市域に対する数値シミュレーションを行ってきた。しかし、対象領域が大規模かつ複雑な場合、プリ・ポストプロセスにおいて以下の問題点があった。プリプロセスにおいては、生成されたメッシュの細部にわたる品質の評価を行うこと、また、ポストプロセスにおいては、計算結果の三次元的な挙動の把握を正確に行うことが困難であった。

そこで、本報告では、これらのプリ・ポストプロセスにおける上記の問題を解決するために、VR(Virtual Reality)技術²⁾に基づく可視化に着目し、VR技術を用いた立体視による可視化システムの構築を行い、その有効性の検討を行った。

2. プリシステム

図-1にプリシステムの概要を示す。まず、GISデータを用いて、地理情報を正確に考慮し、地形のメッシュ生成を行う。次に、構造物のモデリングを行うが、この際、簡易形状の構造物に対しては、鉛直方向に押し出した形状を定義し、各構造物に対して自動的にメッシュ生成を行う。また、特徴的な形状を有する構造物に対しては、CADシステムを用いて高精度に形状を定義し、メッシュ生成を行う。

以上の手法により得られた地形、及び構造物モデルをDXFファイルに変換し、CADシステムで結合させて、地表面モデルを作成する。その後、計算領域を定義することで、三角形の表面メッシュにより閉じた空間を形成し、そのメッシュデータを入力データとし、三次元Delaunay分割法により、非構造四面体メッシュを生成する。

3. ポストシステム

本報告では、プリ・ポストプロセスにおけるデータの可視化に着目し、VR技術を用いた可視化手段を示す。

(1) VRディスプレイシステム

VR技術にはIPT(Immersive Projection Technology)³⁾を用いており、没入型ディスプレイを採用している。図-2は、本報告で用いているVR装置の構成を示しているが、3面の大型平面スクリーンとそれぞれのスクリーンに対応する3台の高性能プロジェクターで構成されており、底面は反射型スクリーン、正面、及び側面は透過型スクリーンとなっている。正面、及び側面のスクリーンには、背面からプロジェクターで投影し、底面のスクリーンには上方に設置したプロジェクターの光を下方に反射させて投影し、3面のスクリーンに囲まれた領域にVR空間を構築している。

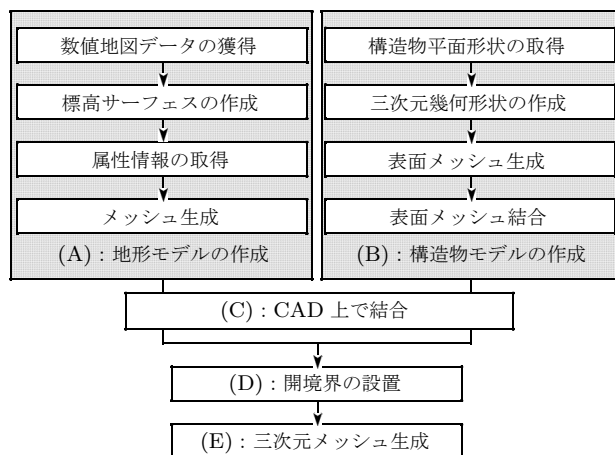


図-1 プリシステムの概要

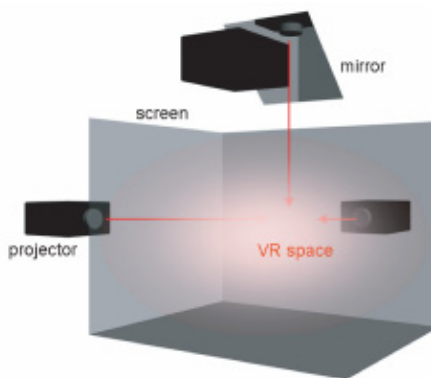


図-2 ディスプレイシステムの構成

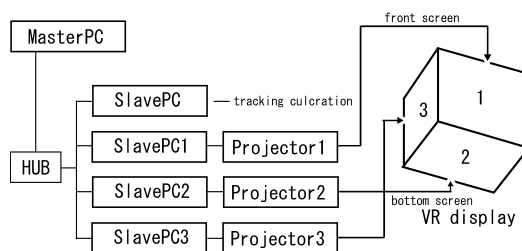


図-3 ハードウェア構成とネットワーク

(2) VR環境を構築するハードウェア構成とネットワーク

VR環境を構築しているハードウェア構成とネットワークを図-3に示す。MasterPCと4台のSlavePCで構成されたPCクラスシステムを構築している。4台のSlavePCの内、1台はヘッドトラッキングにより計測された視点位置を逐次計算しており、これにより、VR空間内でインタラクティブ性を実現している。残りの3台は、各プロジェクターと接続されており、各スクリーンが担当する領域の映像を配信する。

KeyWords : 都市モデリング, 可視化, VR, 没入型ディスプレイ

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



図-4 VR空間において表面メッシュを確認している様子



図-5 VR空間において流線を確認している様子

(3) 立体視の方式

立体視は両眼視差を用いることで実現されるが、両眼の網膜像に相当する画像をそれぞれ生成し、スクリーンに投影することで立体視を行うことが可能となる。本報告では、立体視の方式として、時分割方式を採用している。観察者が液晶シャッターメガネを装着し、プロジェクターから交互に投影される右眼、及び左眼用の画像と液晶シャッターメガネのシャッターとで同期をとることで、右眼には右眼用の画像のみが、左眼には左眼用の画像のみが見えるようになり、物体を立体的に見ることが可能となる。

(4) VR空間構築のためのソフトウェア技術

時分割方式を用いて、VR空間に映像を投影し立体視させるためには、視差のついた両眼用の画像を生成する技術、及び、3面で1つの3次元領域を表示するため、スクリーン間で映像の同期をとる技術が必要となってくる。

著者らが現在、可視化を行っているデータの種類は、計算結果（テキストデータ）、CADデータの2種類であるが、上記のことを実現するソフトとして、計算結果の可視化にはAVS/EXPRESS MPE (kgt)を、CADデータの可視化にはVR4MAX (TREE C)を用いて、VR空間に映像を投影している。

4. VR技術を用いた可視化例

(1) 地表面の表面メッシュの可視化

都市域に対し、メッシュ生成を行った際、メッシュ数は膨大になり、構造物が広域に渡り密集しているため、PCディスプレイなどの平面媒体に可視化を行いメッシュの品質を確認することは困難である。

観察者は液晶シャッターメガネを装着し、コントローラを操作することで、平行移動、回転移動、及び拡大、縮小が可能であり、VR空間を自由に移動しながら立体視を行うことができる。没入型立体視システムによる可視化の利点として、1) 大型スクリーンで立体視を行えるため、物体の三次元的な位置関係を把握しながら、同時に細部も確認できること、2) ヘッドトラッキングにより観察者の視点位置をリアルタイムで計測し、それと同期させて映像投影を行うため、自由な視点で観察できること、3) 液晶シャッターメガネを装着することで複数人が同じ情報を共有することが

できることなどが挙げられる。図-4はVR空間において可視化された複雑形状を有する構造物の表面メッシュを確認している様子を示している。観察者は、通常、目視による確認が困難な微小な空間に生成されたメッシュの品質を正確に確認することができる。

また、不適切なメッシュが生成された際のメッシュの品質の確認に利用し、不適切なメッシュ生成結果を奥行き感のある三次元表示を行い、確認することで、不適切なメッシュ生成の原因を把握することができる。

(2) 計算結果の可視化

計算結果の可視化例として、都市域における大気環境シミュレーションの計算結果の流線の可視化例を図-5に示す。

図-5より、高層ビルの背後に、三次元的で複雑な渦が形成されていることが確認できるが、奥行き感のある立体視を行うことにより、構造物の空間的な位置、及び流れの三次元的な挙動が、正確かつ直感的に把握ができる。

5. おわりに

本報告では、VR技術に基づく可視化システムの構築を行い、可視化例を通じ以下の結論を得た。

- VR技術をメッシュ生成の確認に応用することで、大規模かつ複雑な領域に対し生成されたメッシュの品質を正確に把握することが可能となった。
- VR技術を用いた大気環境シミュレーションの計算結果の可視化を行うことで、構造物の空間的位置関係と流れの変化の様子を三次元的に正確に把握することが可能となった。

以上より、プリ・ポストプロセスにおけるVR技術を用いた可視化手法の有効性が確認できた。

今後は、より高度なVR技術の活用について検討する予定である。

参考文献

- 1) 浜田秀敬, 桜井紘己, 高瀬慎介, 樫山和男, 谷口健男: CAD/GISを用いた自動要素生成法による三次元都市モデリング, 日本計算法学会論文集, Vol.8, pp845-848, 2003.
- 2) 館 暉: バーチャルリアリティの基礎, 培風館, 2000
- 3) 小木哲朗: 没入型ディスプレイの特性と応用の展開, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.1, No.4, pp.43-49, 1999