VRML による景観可視化

Landscape Visualization by VRML

本條 毅* 林 恩美* 丸田頼一**

Tsuyoshi HONJO En-Mi LIM Yorikazu MARUTA

摘要：VRML (Virtual Reality Modeling Language) は、インターネット上で三次元情報を可視化するための言語であり、動的な三次元情報を、WWW を介して容易に伝達することができる。本研究では造園分野での VRML の応用例として、景観可視化を行うことのできる簡易設計システムを開発しその可能性を示した。VRML は、高度な機能を持つため、非常に低コストに、設計した公園や森林の中を歩き回るような疑似体験のできる仮想現実感システムの構築が可能であった。また、このシステムで、インターネット上で三次元情報の伝達、共有が可能であり、将来的に大きな可能性があることを示した。

1. はじめに

コンピュータグラフィックス (以下 CG) による景観設計や予測は、植物モデリングの利用により非常に写実的な品質の高い画像の作成が可能となってきた²⁾³⁾⁶⁾⁸⁾。これらの植物モデリングを用いた景観設計の場合、植物のデータが非常に大きく、静止画の作成が主に行われており、動画作成の場合にも、あらかじめ決められた経路での視点移動をして、実際には連続した静止画の作成がおこなわれている。

より進歩した段階の景観設計や予測では、単に静止画による画像作成だけでなく、設計した公園や森林の中を、実際に歩き回るような疑似体験 (Walk Through Simulation) のできる仮想現実感システムが考えられる。仮想現実感の景観設計への応用は、本條ら(1992)¹⁾ などでも提案されており、このようなシステムでは、空間的な樹木や建物の配置を具体的に把握でき、より正確な景観設計や予測が行える。

仮想現実感 (Virtual Reality) 技術を応用した CG の場合には、視点移動とほぼ同時に、視野に入る画像の CG が作成されるリアルタイム性が要求される。そのため、従来の仮想現実感システムは、極めて高価な入出力機器と高速の計算機の組み合わせ

であり、一般的に使用できるものではなかった。しかし、近年 VRML (Virtual Reality Modeling Language) の規格策定とその進歩、またパソコンの高速化により、従来に比べて非常に低コストでのシステムが構築できる環境が整ってきた⁷⁾。

VRML は、インターネット上で三次元情報を可視化するための言語であるが、その名前の由来のとおり、このような仮想現実感システムを作成するための言語である。また、VRML を用いると、インターネット上で三次元情報の伝達、共有も容易に行えるという大きな利点を持っている。そこで、本研究では、VRML により景観可視化を行うことのできる簡易設計システムを開発しその可能性を示した。

実際の景観の設計を行う場合、GIS などの情報を元に、景観シミュレーションを行い、検討、修正を加えていくフィードバックプロセスが重要と考えられる。この場合、実用的な検討プロセスを考えると、現状では図 1 のように、リアルな静止画は AMAP のような植物モデリングソフトウェアを用い、Walk Through Simulation を行う場合には、VRML を用いるという手法が適している。本研究では、図-1 の VRML に関わる部分についての開発を行った。

図-1 VRMLやAMAPを使用した景観可視化と検討のプロセス

*千葉大学大学院自然科学研究科 **千葉大学園芸学部

2. システムの開発

(1) VRML について

VRML は、三次元グラフィックスのプログラミング言語、ライブラリとして多くの機能を持っている。VRML の規格は、1994 年に VRML1.0 が作成され、その後より動的なプログラミングが可能な VRML2.0 が 1996 年に策定されている。VRML2.0 では、三次元空間内で、何かを行った際の反応や物体の動きを記述できる。また、地形の表現が、簡単に記述できるようになっており、本研究では、VRML2.0 を用いた。

三次元グラフィックスのプログラミングでは、三次元から二次元への図形の投影や、テキストチャマッピング、視点移動などのイベントの処理などを行うことが必要であり、これらのプログラミングは、OpenGL などのグラフィックライブラリを用いて行うこともできるが、VRML を使用すればプログラム作成の手間は簡素化される。

VRML で作成したプログラムの利用は、図-2 のように一般にはサーバーから、VRML プログラムおよび必要なデータを、ユーザーがダウンロードして、ユーザー側のコンピュータでプログラムが実行され、三次元画像を見ることができる。三次元画像を見るためには、VRML に対応したブラウザが必要である。本研究では、Netscape4.05 (Netscape 社) と CosmoPlayer2.0 (Silicon Graphics 社) の組み合わせや、VRML 2.0 専用のブラウザである GLView 3.4 を用いた。

VRML の開発環境としては、これらのブラウザがあれば良く、図-2 のユーザー側の点線部分のみで、プログラムの開発や景観予測を行うことが可能である。VRML 対応ブラウザの多くは、現在無料で入手することが可能であり、経済的に三次元グラフィックシステムを作成するためには理想的である。従来の CAD システムも、VRML 形式へのデータの変換機能を持っているため、

従来作成したデータを再度使用することも可能である。

(2) VRML と景観の可視化

景観の可視化に必要な基本的機能としては、これまでの文献¹³⁾などで述べられているように、図-3 のような地形、植物、建物のモデリングと、それらを配置する機能がある。

また、実用面では作成した公園などを、多視点から見た画像を作成し、設計の妥当性を検討することが求められる。VRML の場合は、一度プログラムを作成してしまえば、視点の移動は容易であり、設計した景観中を歩き回ってみる Walk Through Simulation も可能である。このような機能は、従来は非常に高価な仮想現実感システムでなければ実現が難しかった。

最近のソフトウェアでは、VRML 形式でデータを作成できるものもある。しかし、造園分野に適したシステムでは、例えば樹木調査結果や樹木データベースから景観を作成する機能や、植物の成長とともに樹木の表現を変えてゆく機能なども必要である。そこで、造園分野での景観可視化に適した VRML プログラムを自動作成することを、本研究では目標とした。

(3) 地形のモデリング

VRML2.0 では、一定間隔の格子状に、その地点の標高データがあれば elevation grid という node (VRML で使用される命令) により、地形を簡単に作成することができる。

標高データが、一定間隔で存在しない場合には、それらのデータから補間により、新たに格子状データを作成できるようにした。本研究では、elevation grid にテキストチャを貼りつけ、地形として用いた。

(4) 樹木のモデリング

精巧な樹木の CG モデルでは、枝や葉のすべてをポリゴンで記述されていたが、このようなモデルでは、非常にリアリティの高いモデルが使用できる反面、画像を作成するための計算に大量

図-2 VRMLでのデータの移動と開発環境

図-3 VRMLでの景観シュミレーションプロセス

(a) Example of Tree made by 2 Textured Planes

(b) Example of Tree Growth Images

図-4 VRMLで使用する樹木表現の例

の時間が必要であるためリアルタイムでの画像作成は難しい。VRMLで、快適なスピードで Walk Through Simulation のできる仮想現実感システムの構築のためには、あまり多くのポリゴンを使用することはできず、データ量を減らしリアルタイムで描画できるシステムを作成する必要がある。

本研究では、平面に樹木のテクスチャを張り付けることにより、複雑な樹木を少ないポリゴン数で表現する手法をとった。最も単純な手法として、図-4(a)のような平面2枚を直交させて透過 GIF 形式のテクスチャを貼りつけ樹木を表現した。

貼りつけるテクスチャとしては、必要とされる樹木の画像品質に応じて、写真、図鑑、CGなどさまざまなものが考えられる。成長に応じた景観シミュレーションを行う場合には、AMAP などにより、作成した三次元CGの画像を使用するのが適しており、図-4(b)の例のように異なる成長段階の樹木を使用することが可能である。

(5) 建物のモデリング

建物に関しては、CAD ソフトウェアで作成した建物データを、VRML 形式に変換すれば非常に複雑な形状の建物の表現も可能であり、建物のデザインを重視する場合この手法がよい。また、ポリゴン数を少なくして、複雑な建物を表現するには、樹木同様単純な図形にテクスチャを貼るのも手法の一つである。

今回は、建物は重視せずポリゴン数をできるだけ減らすため、単に直方体を用いて表現した。

(6) 樹木調査データから VRML への変換

樹木調査の場合、樹木の樹種、位置、大きさ（高さ、胸高直径、幅）、樹形などの項目が調査されると考えられる。これらのデータを元に、VRML に変換するプログラムを作成した。図-1 の Data Transformation、図-3 の Convert to VRML Format の部分が、この変換プログラムに相当する。

樹木調査の結果は、Excel(Microsoft 社)を用いて入力してまとめた。プログラムの作成には、Visual Basic(Microsoft 社)を用いた。

3. VRML による景観可視化例

(1) データの概要

開発した景観設計システムにより、実際に収集しデータから、そのデータをもとに VRML プログラムの作成を行ない、システムの有効性を確認した。また、写真との比較なども行った。

対象としたのは、千葉大学園芸学部内にある庭園とした。平面

図を図-5に示す。

実際に、樹木の樹種、位置、大きさを測定し、184本の樹木データを作成した。また、樹木用テクスチャデータを図鑑などから採用した。

以上のデータを、前述のプログラムにより VRML に変換した。

(2) Walk Through Simulation

VRML に変換後、すべての樹木データのポリゴン数は、約400であったが、この程度のポリゴン数であれば、非常にスムーズに庭園の中を歩き回ることができた。(Pentium II 300MHz の Windows パソコンで確認。Pentium 100MHz でも速度は劣るが使用可能。) 画像の精巧さは、従来の研究で作成された静止画には劣るが、空間的な樹木の配置の確認や、現実との類似性の認識は、Walk Through Simulation が可能であることにより、かなりの程度可能であることが確認できた。

図-6は、実際の写真と VRML による景観可視化例である。VRML の場合樹木テクスチャにも余り詳細なデータを用いることができないため、近景の樹木には粗さが目立つが、概ね両者の画像はよく一致しているといえる。

(3) インターネットでの公開

今回作成したデータは、WWW 上で公開した (Web サーバーには apache を使用)。データの容量は、VRML プログラムと樹木等のテクスチャデータを含め 200KB 程度であるため、遠隔地から容易にデータを見ることが可能であった。

公園などの設計段階での検討には、WWW 上で情報を公開することは、非常に有効であると考えられる⁽¹⁵⁾。樹木の本数を主要樹木数百本程度に抑え、データ量を調節すれば、かなりの規模の公園でも公開は十分実用的に可能であると考えられる。

4. 考察および今後の課題

(1) データ量について

WWW 上での公開を前提とした場合、VRML の場合、すべてのデータを Web サーバーから転送する必要があるため、あまり巨大なデータは転送が難しい。

また、ユーザー側でもブラウザの処理能力にも限界があるため、ポリゴン数、テクスチャデータが大きいデータは、スムーズな Walk Through Simulation が難しくなる。

これらのデータ量についての制限は、ネットワークの高速化、コンピュータの高速化が進んでいるため、その進歩に伴い今後緩和すると考えられるが、できるだけ小さな VRML プログラムを

図-5 モデル化した庭園の平面図と樹種

図-6 モデル化した庭園のVRMLによる画像(上)と写真(下)

作成することが必要である。

(2) システムの機能拡張

今回作成したシステムは、テキストベースの樹木調査の結果をVRMLプログラムに変換するものであり、十分汎用性があり、多くの樹木調査結果は、このプログラムにより可視化することが可能である。ただし、Graphic User Interface (GUI) には配慮していない。

より使い易いシステムとし、また景観設計のためのCADシステムとしても使用できるようにするには、機能拡張としては、GUI機能を付加することが挙げられる。

今回は、使用する樹木について、画像データを収集したが、より汎用的な設計システムとするには、さまざまな樹種の各成長段階での画像データベースを準備することが望ましい。それにより、

多様な樹種から成る景観設計が可能になり、樹木が成長後の景観予測が容易になる。さまざまな樹種の各成長段階での画像データを写真として記録するのは非常に労力がかかるため、成長をシミュレートできる植物モデリングシステムであるAMAPにより樹木データを生成し、その二次元CG画像をデータベースするのが容易な手法であると考えられる。

5. おわりに

以上のように、VRMLにより景観設計システムを開発しその可能性を示した。これにより、低コストにWalk Through Simulationが可能な仮想現実感システムの構築や、インターネット上で情報の伝達、共有が可能であった。

引用文献

- 1) 本條 毅・斎藤 馨・熊谷洋一 (1992): 植物形状モデリングとその可視化による景観予測に関する考察: 造園雑誌 55(5), 301-306
- 2) 本條 毅 (1994): 植物モデリング: 東海大学紀要開発工学部 3, 1-8
- 3) 本條 毅・竹内伸也 (1996): 地域環境の可視化に関する研究: 東海大学紀要開発工学部 5,

177-181

- 4) 本條 毅・竹内伸也 (1997): インターネット上での環境情報可視化システム: ランドスケープ研究 60(5), 611-614
- 5) 本條 毅ら (1998): インターネット上での地形・景観の三次元可視化手法: ランドスケープ研究 61(5), 605-608
- 6) 森本幸裕 (1993): 植物モデリングによる緑化景観予測システムの応用について: 日本

緑化工学会誌 18(3), 162-167

- 7) 中山茂 (1997): VRML2, pp314, 技報堂出版
- 8) 斎藤 馨・熊谷洋一・本條 毅・石田裕樹・Lecoustre, R・De Reffye, P. (1993): リアルな森林景観シミュレーション-GISおよび植物モデリングの利用 -: 第9回 NICOGRAPH 論文集, 226-236

Summary : VRML (Virtual Reality Modeling Language) is a high performance language for 3D visualization on WWW and 3D information can be easily transferred through Internet by this technology. In this study, a system for landscape visualization which enables virtual experience in a planned landscape was made by using VRML and its applicability were shown. To perform a real time rendering of landscape, a tree was expressed by using 2 textured planes instead of thousands of polygons. Trees were placed automatically on a textured terrain based on the plant database. With the developed system, a model of a real garden was made based on measured data and walk thorough simulation in the garden was tested. The system showed good performance and it also indicated the potential of VRML systems. The Information on the virtual landscape can be opened on a homepage. In the future, this method can be utilized in public discussion about landscape planning.