VRML による温室可視化システムの開発

本條 毅・小平直広・林 恩美

千葉大学大学院自然科学研究科 263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

Development of Visualization System of Greenhouse by VRML

Tsuyoshi HONJO, Naohiro KOHIRA and En-Mi LIM

Graduate School of Science and Technology, Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-0022, Japan
(E-mail: honjo@midori.h.chiba-u.ac.jp)

Abstract

VRML(Virtual Reality Modeling Language) is a high performance language for 3-D visualization on WWW(World Wide Web). Three dimensional information in computer graphics can be easily transferred through Internet by VRML. In this study, we developed a greenhouse visualization system by using VRML and we made a converter software from desired parameters of a greenhouse to VRML format. Plant grown in a greenhouse can be chosen as one of these parameters. We also made a database of two-dimensional plant images of several growth stages from 3-D plant shape generated by AMAP(a plant modeling system that produces very precise 3-D plant shapes). With the developed system, greenhouses were visualized for the validation of the system. By using the system, many types of greenhouses were made and walk through simulation in the greenhouses was possible. In conclusion, the system developed in this study can produce a high quality virtual reality data and can be used for design and visualization tool for greenhouses with very low cost.

Keywords : computer graphics, greenhouse, virtual reality, visualization, VRML, walk through simulation

緒 言

温室のデザインにおいて、コンピュータグラフィックス(CG)による設計した温室の可視化は、非常に有力なツールである。CGによる温室設計では、写実的な品質の高い画像の作成が可能となってきた^{1,2)}。これらの設計の場合、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行われている。

より進歩した段階のCGでは、単に静止画による画像作成だけでなく、実際に温室の中を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。このようなシステムでは、空間的な建物や建物内の設備の配置を具体的に把握でき、より正確な設計した温室の予測が行える。

温室のCGでは、植物の役割も重要である。多くの研究者が植物モデリングの研究を行っている^{3~10)}。植物モデリング技術により非常にリアルな植物画像を作成することが可能であり¹¹⁾、本研究でもこの手法を用いた。

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。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

2000年12月11日受付

2001年2月9日受理

低コストでシステムが構築できる環境が整ってきた。

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に、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 により温室の可視化を行うことのできる設計システムを開発し、Walk Through Simulation のできる仮想現実感システムとしてその可能性を示した。また、システムで使用するための植物の画像データベースも作成した。

手 法

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¹²⁾。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グラフィックライブラリを利用する場合よりはるかに簡素化される。

VRML 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、ユーザー側のコンピュータのブラウザ上で、三次元画像を見ることが出来る。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、Netscape (Netscape 社) と CosmoPlayer (Silicon Graphics 社) の組み合わせを用いた。

VRML の開発環境としても、これらのブラウザがあれば良く、VRML プログラムの作成実行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ことができる¹³⁾。

2. VRML と 温室の可視化

温室の三次元可視化に必要な基本的機能としては、図 1 のように温室、植物のモデリングと、それらを配置する機能がある。

また実用面では、作成した温室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見る Walk Through Simulation も可能である。

図 1 VRML による温室の三次元可視化のプロセス

Fig. 1 Visualization process of greenhouse by VRML

3. 植物のモデリング

精巧な植物の CG では、枝や葉のすべてがポリゴンで記述されていたが、この場合、非常にリアル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の時間が必要である。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、平面に植物のテキストチャを貼りつけることにより、複雑な植物の形状を少ないポリゴン数で表現する手法をとった。また、図 2 のように平面 2 枚を直交させて透過 GIF 形式のテキストチャを貼りつけ植物を立体的に表現した。

図 2 透過 GIF 形式による植物の立体的表現

Fig. 2 Expression of shape of plant by transparent GIF format

図 3 AMAP により作成された植物形状の例

Fig. 3 Examples of plants produced by AMAP

貼りつけるテクスチャとしては、必要とされる画像品質に応じて、写真、図鑑、CG などさまざまなものが考えられるが、本研究では高精度の植物モデリングシステムである AMAP (Atelier de Modelisation de Architecture de Plants) を用いた。AMAP は、DE Reffye *et al.* (1988)⁷⁾ の研究から発展したシステムであり、植物学的に正確な、さまざまな成長段階の三次元植物形状データを作成することが可能である。AMAP により作成された植物形状の例を図 3 に示す。このような画像を多数作成し、二次元の植物の画像データベースとして使用できるようにした¹⁴⁾。

4. 温室のモデリングと VRML への変換ソフトウェア

温室形状を作成するためには、温室高、屋根角度、スパンの数、温室の数等さまざまなパラメータが考えられる。また、温室の中に置くテーブルのサイズ、テーブルの上に設置する植物なども、パラメータとした。これらのパラメータから VRML プログラムを作成するためのソフトウェアを、Visual Basic (Microsoft 社) を用いて開発した。温室の部材には、直方体などの単純なオブジェクトを用いた。

図 4 に開発したソフトウェアのメニュー画面を示す。このソフトウェアによって、容易にパラメータの入力、変更ができ、さまざまな形状、配置の温室の VRML プログラムを作成できるようにした。

図 4 温室作成ソフトウェアのメニュー画面

Fig. 4 Menu of the software for VRML program

結果および考察

1. VRML による温室可視化

開発したシステムにより VRML プログラムを作成し、性能の確認を行った。作成した温室を、Walk Through Simulation した例を図 5 に示す。また、作成したさまざまな温室の画像例を図 6 に示す。これらの例では、一般的なパソコン (Celeron 300 MHz 程度の CPU) により、非常にスムーズな Walk Through Simulation の動きが可能であった。

このシステムにより VRML による温室可視化が、実用的に十分可能であることや、低コストでの温室設計ソフトウェアが開発可能であることが示された。

2. 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 (<http://leo.h.chiba-u.ac.jp/>, Web サーバーには apache を使用)。データの容量は、VRML プログラムと植物のテクスチャデータを含め数百 KB 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^{15,16)}。

温室の設計段階での検討には、WWW 上で設計者とユーザーが情報を交換することは、非常に有効であると考えられる。本システムで、このような検討は十分実用的に可能であると考えられる。

図 5 Walk Through Simulation の例
Fig. 5 Example of walk through simulation

3. 仮想温室の可能性

以上では、温室の三次元可視化と Walk Through Simulation が可能であることを示したが、将来的には、このシステムにより作成した温室と、実際の温室データや植物生産の情報とリンクすることにより、仮想的な温室環境表示システムの作成が可能である。また、温室環境のシミュレーションデータとリンクすることにより、仮想的な温室環境の設計システムとしても使用可能であると考えられる。

結 論

本研究では VRML により、低コストで温室の可視化を行うことのできる設計システムを開発しその可能性を示した。温室内の植物もパラメータの一つとして選べるようするため、植物の画像データベースも作成した。開発したソフトウェアにより、温室の VRML プログラムの作成、ブラウザ上での三次元可視化とスムーズな Walk Through Simulation が可能であった。また、VRML を用いることにより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。

図 6 さまざまな温室の画像例
Fig. 6 Images of greenhouse made by the system

引用文献

- 1) 羽藤堅治, 野口多聞, 橋本 康: 3次元データベースに基づく植物工場のシステム設計(第2報), 植物工場学会誌, 7: 110-115(1995)
- 2) 本條 毅, 竹内伸也: 温室, 植物工場の可視化に関する研究, 植物工場学会誌, 8: 140-145(1996)
- 3) Honda, H.: Description of the form of trees by the parameters of the tree-like body: Effects of the branching angle and the branch length on shape of the tree-like body, J. Theor. Biol., 31: 331-338(1971)
- 4) Aono, M. and Kunii, T.: Botanical Tree image generation, *IEEE Computer Graphics & Applications*, 4: 10-34(1984)
- 5) Bloomenthal, J.: Modeling the mighty maple, *Computer Graphics*, 19: 305-311(1985)
- 6) Oppenheimer, P. E.: Real time design and animation of fractal plants and trees. *Computer Graphics*, 20: 55-64(1986)
- 7) De Reffye, P., Edelin, C., Francon, J., Jaeger, M. and Puech C.: Plant models faithful to botanical structure and development, *Computer Graphics*, 22: 151-158(1988)
- 8) Prusinkiewicz, P., Lindenmayer A. and Hanan, J.: Developmental models of herbaceous plants for computer imagery purposes. *Computer Graphics*, 22: 146-160(1988)
- 9) Greene, N.: Voxel space automata: Modeling with stochastic growth processes in voxel space, *Computer Graphics*, 23: 175-184(1989)
- 10) Viennot, X. G., Eyrolles, G., Janey, N. and Arques, D.: Combinatorial analysis of ramified patterns and computer imagery of trees. *Computer Graphics*, 23: 31-40(1989)
- 11) 本條 毅: 植物モデリング, 東海大学紀要開発工学部, 3: 1-8(1994)
- 12) 中山 茂: VRML 2, pp. 314, 技報堂出版(1997)
- 13) 本條 毅, 林 恩美, 丸田頼一: VRMLによる景観可視化, ランドスケープ研究, 62(5): 665-668(1999)
- 14) 林 恩美, 本條 毅, 丸田頼一: VRMLと植物形状データベースによる景観可視化手法に関する研究, ランドスケープ研究, 63(5): 799-802(2000)
- 15) 本條 毅, 星 岳彦, 竹内伸也, 布施順也: 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(1997)
- 16) 本條 毅, 竹内伸也: 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(1998)