

# VRMLを用いたシームレスな案内による 3次元建物案内システム

熊本県立技術短期大学校 情報システム系情報技術科 飯村伊智郎  
上智大学 理工学部電気・電子工学科 加藤 誠巳

## 1. はじめに

1989年にインターネットでマルチメディアの閲覧ツールが開発され始めてから、インターネットがエンドユーザにも急激に注目されるようになった。このマルチメディアの閲覧ツールは、CERN(欧州素粒子物理学研究所)で開発されたWWW(World Wide Web:世界に広がった蜘蛛の巣)を利用したもので、Webブラウザと呼ばれる。“Web”とは、World Wide Webの最後の単語だけを取ったもので、“ブラウザ”とはテキストや画像、音声などのマルチメディアを閲覧する道具のことである。現時点における代表的なものとして、Microsoft Corp.のInternet ExplorerやNetscape Communications Corp.のNetscape Navigatorがある。近年、このWebブラウザでVRML<sup>1-2)</sup>という3次元コンピュータ・グラフィックス用言語が動作できるようになり、注目され始めている<sup>3-7)</sup>。

本稿では、その1つの応用例として、屋外から屋内までを途切れることなく、連続的な案内を行うことのできる3次元建物案内システムについて述べる。本システムでは、当短大のキャンパスを対象とし、建物内外をさまざまな案内情報を得ながら連続的に移動することが可能である。さらに、キーフレーム・アニメーションによる経路案内に関して検討を行った結果についても述べる。

なお、本研究は当短大の卒業研究の一環として進めてきたものである<sup>8-9)</sup>。

## 2. VRML

### 2.1 VRMLとは

VRML(“vermal(ヴァーマル)”と発音されることもある)は、Virtual Reality Modeling Languageの略称で、仮想現実的な3次元幾何形状を記述する構造化言語であり、1994年の秋にVRML1.0が発表されてから改良が重ねられてきた。そして新たに発表されたVRML2.0はISO(International Organization for Standardization:国際標準化機構)とIEC(International Electrotechnical Commission:国際電気標準会議)により標準化が進められ、国際標準ISO/IEC Committee Draft 14772として1996年8月に仕様が確定した。そして、1997年12月にVRML97(ISO/IEC 14772-1:1997)として、国際標準規格と認められた。

HTML(HyperText Markup Language)では、Webページにテキストや画像、サウンドなどの2次元的なマルチメディアが表示できる。一方、VRMLは、3次元的な動的なメディアとして仮想現実的な世界を表示できるのである。

このVRMLを表示するための閲覧ツールは、“VRMLビューア”と呼ばれ、代表的なものにSilicon Graphics, Inc.のCosmoPlayer<sup>10)</sup>がある。本研究で開発したシステムも、このCosmoPlayerのインストールを前提に案内が展開される。

### 2.2 VRMLの優位性

筆者らは、本システムを開発するにあたり、以下

に示す7つの優位性に着目しVRMLの採用を決定した。

VRMLは仮想現実的な3次元幾何形状を記述する構造化言語であり、そのデータはVRMLビューアにより解釈され描画される。

多くのVRMLビューアは、ほとんどのインターネット利用者に対して、無償で利用が可能である。

VRMLデータは特定のVRMLビューアを必要としない。

VRMLデータはテキスト形式であるにもかかわらず、情報量の割にデータ量が小さい。

VRMLビューアを用いることにより、3次元物体の平行移動や拡大・縮小や回転などを容易に行うことができる。

VRMLデータはテキスト形式のため、修正・変更が容易である。

VRMLデータは階層構造を持つため扱いやすい。

### 3. 使用したデータ

今回使用したデータは、当短大キャンパスの3次元設計データをもとにVRML2.0形式に変換したものである。変換後のデータ量は、圧縮なしで約10〔MB〕、GZIP<sup>(1)</sup>による圧縮時で約2〔MB〕である。図1(b)は当短大キャンパスの平面図であり、図1(b)

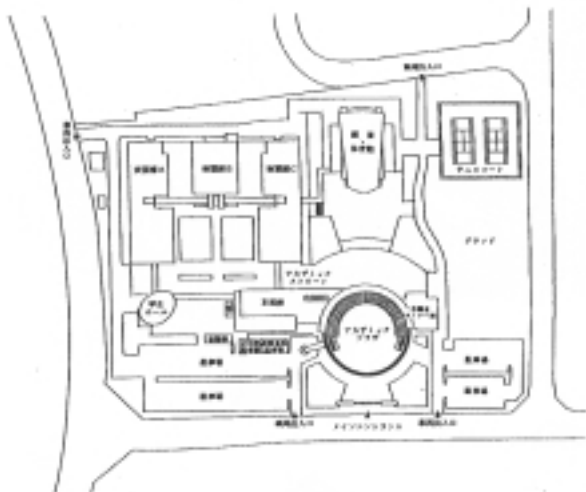


図1(a) 短大キャンパスの平面図

はVRML2.0形式に変換後の全データをVRMLビューアで表示した短大キャンパスの全域図である。

### 4. 本システムの概要

本システムは、VRMLビューアとして前述のCosmoPlayerのインストールを前提に案内が展開される。「簡易表示」「LOD (Level Of Detail)<sup>(2)</sup>あり詳細表示」「LODなし詳細表示」の3つのモードを持ち、いずれかを選択することで、建物案内画面へと移る。図2は、その3つのモードを選択するための初期画面である。

建物案内画面では、視点の移動およびマウスによるドラッグによって、3次元の建物内外を連続的に



図2 3つのモードを持つ初期画面

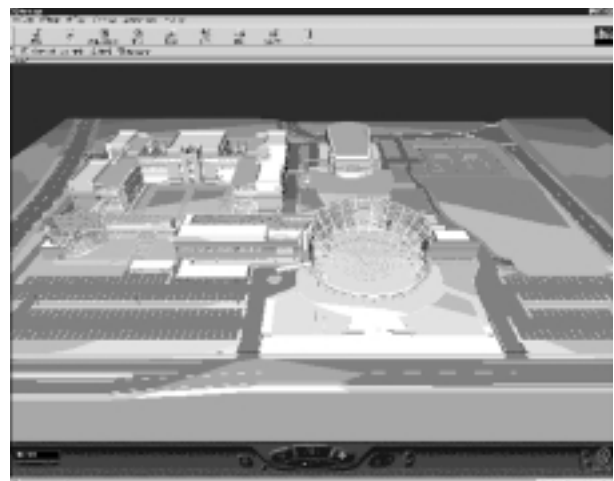


図1(b) 短大キャンパスの全域図

移動できる。また、建物をクリックすることで、その建物に関するテキスト情報や画像などを得ることが可能である。

## 5. 案内の実行例

以下に、本システムの特徴を表している実行例を示す。なお、図3は「LODなし詳細表示モード」、図4から図6は「LODあり詳細表示モード」における案内の実行例である。

図3は、施設内から窓ガラスを透して見た屋外の景色である。これは、VRMLの *Material* ノードの *transparency* フィールド<sup>1-2)</sup> を用いることで、窓ガラスを表現している例である。

図4は、あらかじめ詳細度の異なる3次元モデルを複数個用意し、視点からの距離により表示する3次元モデルを切り替えるLODを実装した例である。これにより、視点から遠い建物の場合、データ量の少ない簡易的な3次元モデルを使用し、近づくにつれてより詳細な3次元モデルを使用するようにし、パフォーマンスの向上を図っている。

図5の左側フレームには、建物内外を連続的に移動する際に得ることのできる案内情報の例が示されている。

また、連続的な移動を実現するため、門などにVRMLの *ProximitySensor* ノード<sup>1-2)</sup> を付加し、視点指定した空間を通過する際、自動的に門が開閉するようにしている。図6は、視点が近づいたこと



図3 窓ガラスの表現

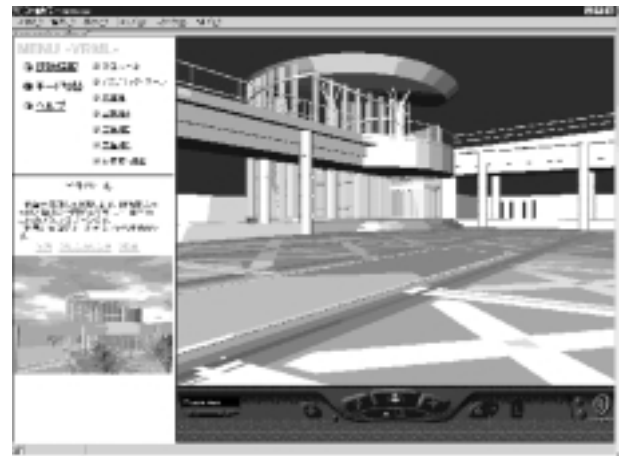
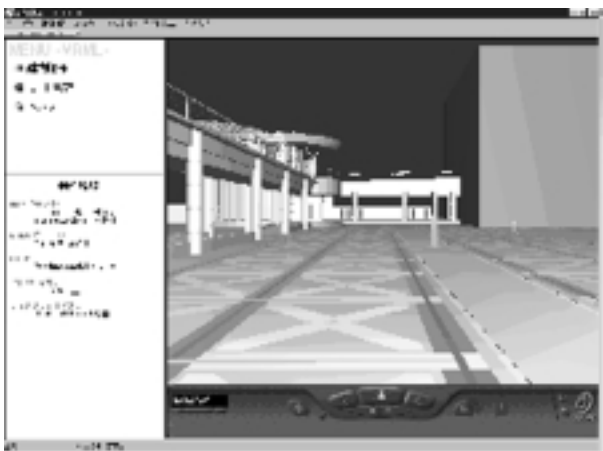


図5 案内情報の例



接近



図4 LODの実装

により門が自動的に開いている例である。

## 6. キーフレーム・アニメーションによる経路案内に関する検討

### 6.1 キーフレーム・アニメーションとは

キーフレーム・アニメーションとは、元来手書きアニメーション分野で開発された方式で、数フレームおきに物体の形や位置を指定し、その間を補間して動画を作成するアニメーションの技法である。コンピュータによる補間法としては、線形キーフレー



図6 門の自動開閉の例

ム法、非線形キーフレーム法、スケルトン法などがあり、VRMLでは線形キーフレーム法を採用している。

### 6.2 実現方法

ユーザによって指定された出発地と目的地をもとに最適経路探索を行い、求めた経路をVRMLのキーフレーム・アニメーションで案内することを考える。しかしVRMLの記述のみでは、前もって与えた設定に基づく動きだけに制限される。そこで、動的に求めた経路を案内するため、外部からVRMLフィールドを制御できるEAI (External Authoring Interface)<sup>2)</sup>を介し、Javaアプレット<sup>13)</sup>からVRMLフィールドにデータを設定することでVRMLの仮想世界を動的に制御できるようにする。その概念図を図7に示す。具体的には、ユーザにより出発地と目的地が指定された場合、JavaアプレットはCGIプログラム<sup>14)</sup>にその情報を渡す。CGIプログラムは、その情報をもとに最適経路探索を行い経路を算出する。その後、キーフレーム・アニメーションに必要なデータをCGIプログラムで算出し、その結果をJavaアプレットに返す。Javaアプレットでは、EAIを介してそのデータをVRMLフィールドに送る。その結果、VRMLビューアは、出発地と目的地の組み合わせにより動的に変化する最適経路を、キーフレーム・アニメーションにより案内することができる。

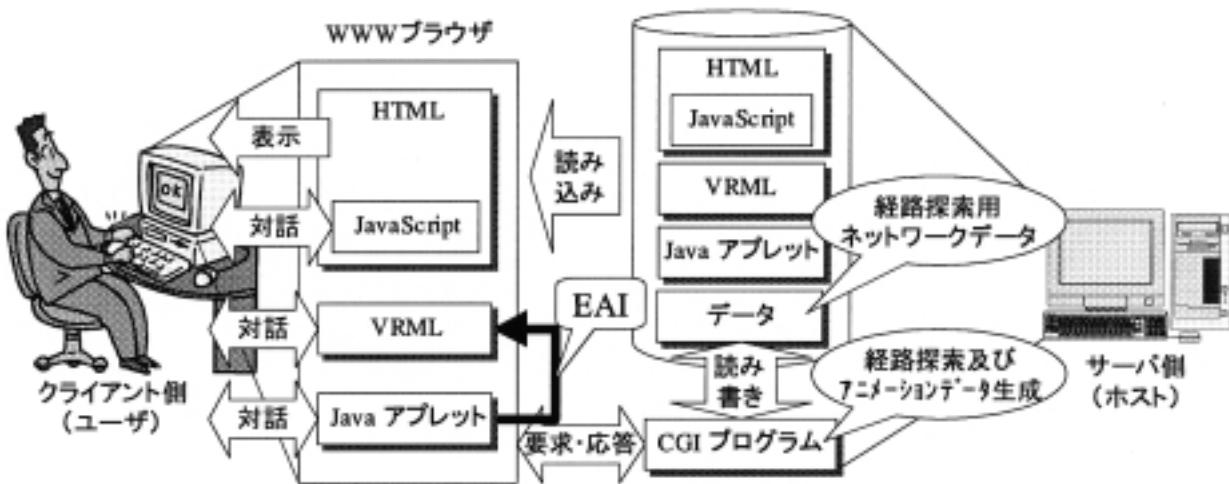


図7 VRMLの動的制御に関する概念図

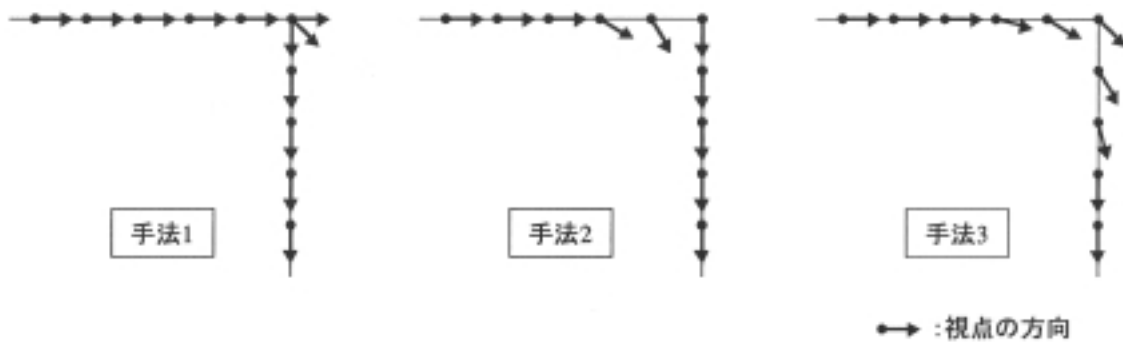


図8 3種類のアニメーション手法

### 6.3 経路案内手法

求めた経路を案内する際、視点の位置を移動させること（平行移動）、また移動する方向に視点の向きを向けること（回転）が必要である。この2つの動作を組み合わせる際、図8に示す3種類の手法が考えられる。

手法1は、視点の移動を行っている間は視点の向きの回転は行わず、逆に視点の向きの回転を行っている間は視点の移動を行わない、というようにそれぞれの動作を交互に行うアニメーションである。手法2と手法3は、視点の移動とともに視点の向きの回転も同時に行うアニメーションである。手法2と手法3の違いは、視点を回転する区間にある。

これらの3種類のアニメーション手法を実際の建物案内システムに実装する前に、3×3の格子状ネットワークを対象としたプロトタイプ（図9）で検討を行った。図10(a)(b)は、3×3の格子状ネットワークにおいて、出発ノードを7、目的ノードを3とした場合の3種類のキーフレーム・アニメーションにおける $key$ と $keyValue^{1-2)}$ を示している。ここで、VRMLの $key$ フィールドと $keyValue$ フィールドには、次のような値を設定する。

**keyフィールド**：0.0から1.0の間でアニメーションの経過位置を示す数値のリストを設定。

**keyValueフィールド**： $key$ 値1つ1つに対応する座標値や回転値など補間したい値のリストを設定。

例えば、手法3で $key$ が0.25のときは、アニメーション全体の1/4の位置を表している。また、そのときの平行移動に関する $keyValue$ は8なので現在



図9 3×3の格子状ネットワークを対象としたプロトタイプ

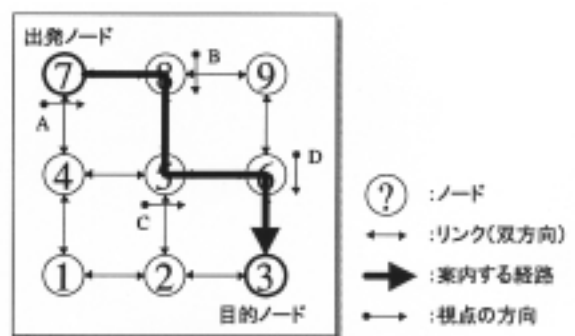


図10(a) 3×3の格子状ネットワーク

位置はノード8、回転に関する $keyValue$ はAとBの間なので現在AとBの間の方を向いていることを表している。筆者らは、このような $key$ と $keyValue$ の組を、Dijkstra法により算出した最適経路をもとに自動生成することにより、手法1、手法2、およ

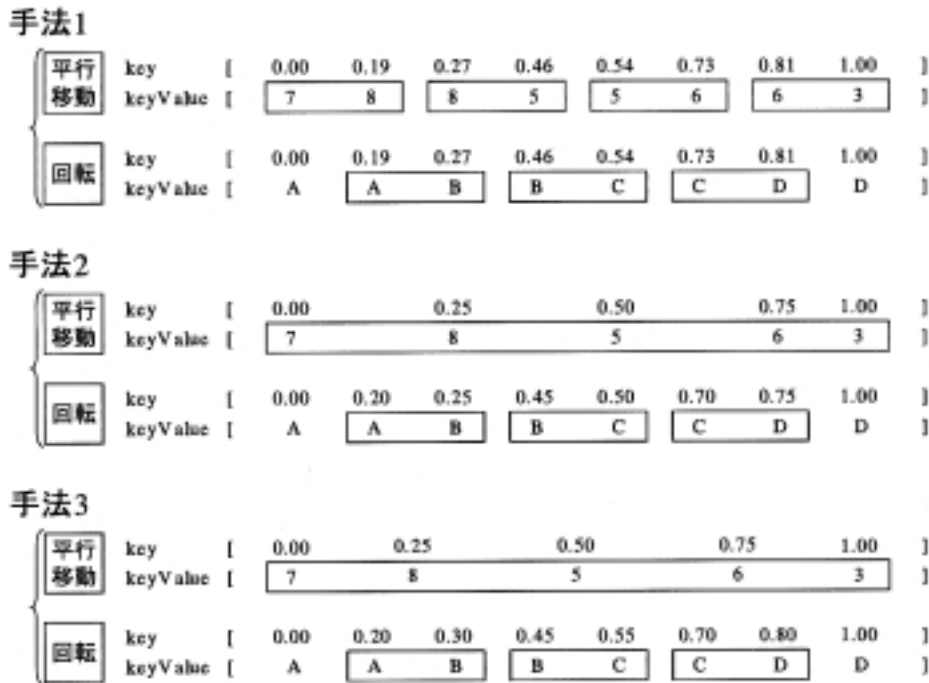


図10(b) 各種キーフレーム・アニメーションのkeyとkeyValue

び手法3による案内を実現している。

## 7. おわりに

当短大を対象として、さまざまな案内情報を得ながら建物内外を連続的に移動することのできる3次元建物案内システムについて述べた。また、提案するシステムの案内実行例を示し、その有用性を明らかにした。さらに、キーフレーム・アニメーションによる3種類の経路案内手法を提案した。今後は、当短大を対象としたシステムに対し、提案したキーフレーム・アニメーションによる経路案内を適用していくとともに、3種類のアニメーション手法の優劣に関しても比較検討していく予定である。また、案内対象エリアを拡大し、歩行者にとって有効な案内システムとして研究を進めていく予定である。

### 参考文献

- 1) J.Hartman, J.Werneck: "The VRML 2.0 Handbook," Addison-Wesley Publishing Company (Aug. 1996).
- 2) 中山: 「VRML 2」, 技報堂出版 (Aug. 1997).
- 3) 加藤, 酒井: 「インターネット上の3次元上智大学キャ

ンパス案内システム「3D Walk Navi」, 情処第54回全大, 2W-02 (Mar. 1997).

- 4) 加藤, 酒井: 「インターネット上の3DCG街路・景観案内システム「3D Walk Navi」に関する検討」, 情処第55回全大, 5L-09 (Sep. 1997).
- 5) 加藤, 酒井: 「インターネット上での広域地図から室内までのシームレスな案内を指向した建物案内システム」, 情処第56回全大, 3U-03 (Mar. 1998).
- 6) T.Terayama, M.Kato: "VRML Format Maps and Route Guidance as an E-mail Attachment," 5th World Congress on Intelligent Transport Systems, 3070 (Oct. 1998).
- 7) M.Kato, T.Terayama: "Use of VRML Style Data and 3D Viewer in Car Navigation," 5th World Congress on Intelligent Transport Systems, 3069 (Oct. 1998).
- 8) 飯村, 吉田, 吉里, 加藤: 「VRMLを用いた屋外から屋内までの連続的な3次元建物案内システム」, 情処第58回全大, 5H-03 (Mar. 1999).
- 9) I.Iimura, M.Kato: "Visitor Guide/Virtual Walk-Through System for College Campus and Buildings using VRML," 6th World Congress on Intelligent Transport Systems, 3124 (Nov. 1999).
- 10) <http://cosmosoftware.com/>
- 11) <http://www.gnu.org/software/gzip/gzip.html>
- 12) <http://www.cosmosoftware.com/developer/eai.html>
- 13) <http://java.sun.com/>
- 14) <http://hohoo.ncsa.uiuc.edu/cgi/>