

建築設計支援向け簡易型大画面VRシステムの開発

山田 俊郎 平湯 秀和

Development of Easy VR System for Architecture Design

Toshio YAMADA Hidekazu HIRAYU

あらまし 一般的なオフィススペースに設置が可能な簡易型立体映像表示システムを開発した。本システムは、幅3m×高さ1.2mのアーチ形スクリーンに、2台のPCで横長の立体映像を投影する。PC間のデータ同期はネットワークを通して行い、これまで用いてきた大型の没入型立体映像表示装置COSMOSとのソフトウェア互換性を確保できるように、UNIXの共有メモリに似たネットワーク共有メモリライブラリを構築した。また、建築用CADデータから表示用データに変換する手順を確立し、設計事務所内の日常業務で使いやすいシステムとした。

キーワード 没入型プロジェクション技術(IPT)、バーチャルプロトタイピング、PCクラスタ

1. はじめに

工業製品や建築物を作る前に、三次元データの立体映像を基に形状や機能を検討する技術は、デジタルモックアップやバーチャルプロトタイピング(VP)と呼ばれ、コンピュータグラフィックス(CG)の発達とともに実務面でも利用が進んでいる。VPを用いることで、工業分野においては試作品を作るコストが削減でき、試行の繰り返しが簡単にできる。また、建築分野においては、実物大の立体映像を用いることで空間の広がりや体感を、従来の平面図や縮小模型ではわからなかった空間把握が容易となる[1]。筆者らはこれまでに大型の没入型立体映像表示装置”COSMOS”を用いて、VPの研究、実証実験を行ってきた[2, 3]。COSMOSは図1に示すような3m立方の箱型ディスプレイであり、全ての壁面と床、天井に立体映像が投影され、非常に没入感の高いバーチャルリアリティ(VR)映像提示装置である。

特に、建築分野では、COSMOSをバーチャルモデルルームのように利用し、建築前に建物の説明を施主に行い、

説明の判りやすさの点で非常に高い評価を得ている(図2)。しかし、COSMOSの利用には、施主にCOSMOSがある設備まで出向いてもらう必要があり、設計検討中に頻繁に用いることは困難であった。評価と設計変更を繰り返すことで、設計の完成度が高くなり、ひいては施主の満足につながるため、設計事務所に設置できる程度の簡易なVRディスプレイの開発が求められていた。

また同時に、表示用データの作成においても簡易な製作手法が求められている。COSMOSの利用時には、CG作成用の3次元CADでデータを作成しているが、このデータは映像表示のためだけに作成することになり、建築用図面は別途作成する必要があった。設計事務所において、VRによるプレゼンテーションは施主へのサービスであり、CGを作ることが目的ではないため、この作業にかかる工数の削減も求められていた。

本報告では、マルチプロジェクションとPCクラスタを用いて開発した簡易型VRディスプレイと、建築設計CADからVR表示用データへの簡易な変換手法を開発したので、報告する。



図1 COSMOSの概観



図2 COSMOSにおける建築設計検討

2. システム構成

システムの利用目的が建築物の評価であるため、建物の実寸大表示ができることと、奥行き感などの空間の広がりを感じることができることをシステムへの要求仕様とし、図3に示すワイドスクリーンを製作した。スクリーンを大きく開いて視野を広げれば、それだけ臨場感が増すが、オフィスの打ち合わせスペース程度の部屋に設置することを前提としたため、幅3m×高さ1.2m、R=4.8mのアーチ型スクリーンとした。このスクリーン上に4台のプロジェクタによる偏光立体視方式の立体映像を投影した。全体のシステム構成を図4に示す。

本システムは、ネットワークで接続された2台のPCでクラスタを構成し、それぞれがステレオ画像の左右に対応する横長の画像(2画面分)の描画を行った。PCクラスタによる多画面映像の生成では、複数のPCで連続した一つの映像を作り上げるため、PC間の同期が重要なポイントとなる。同期のレベルには、ソフトウェア的なものからハードウェア的なものの順に、①データの同期、②描画更新の同期、③映像信号の同期のレベルがある。①の同期



図3 ワイドスクリーン立体映像ディスプレイ

は連続画像生成のためには必須の同期であり、これが実現されないとそれぞれのPCがまったく繋がらない映像を表示することになってしまう。一方、②の同期が取れていなくても、最大で1フレーム以内のずれであり、映像品質を大きく損なうものではない。また、③の同期は液晶シャッターメガネを用いた時分割立体視方式では必須の同期であるが、偏光式立体視では問題にならない。そのため、今回の開発で実現する同期は①のみとした。

一般にPCクラスタのデータ同期にはMessage Passing Interface(MPI)が用いられているが、これは数値シミュレーション等の大型計算を高速に行うために開発されたものであり、データ同期の信頼性は高いもののオーバーヘッドが大きく、VRのような高速性を要求されるアプリケーションには向いていない。本開発では、既存のワークステーション用アプリケーションのコード変更を極力なくすため、UNIXの共有メモリ機能に似たNetwork Shared Memory APIを開発し、Windows上に実装した(図5)。これによって、これまでにCOSMOSで開発したソフトウェアをWindows上に容易に移植ができる。

ネットワーク通信にはUDPプロトコルを用い、ブロードキャストと合わせて高速性を追求した。UDPではパケットの到達が保証されないため、PC間のデータ同期を保証す

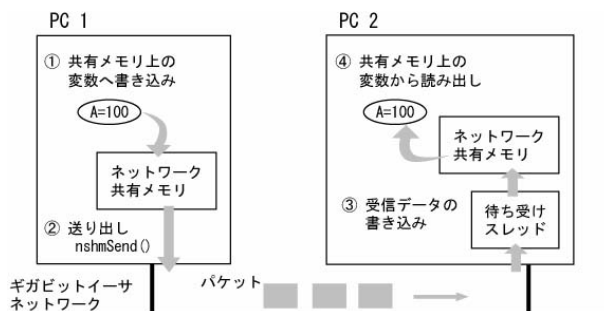


図5 ネットワーク共有メモリ

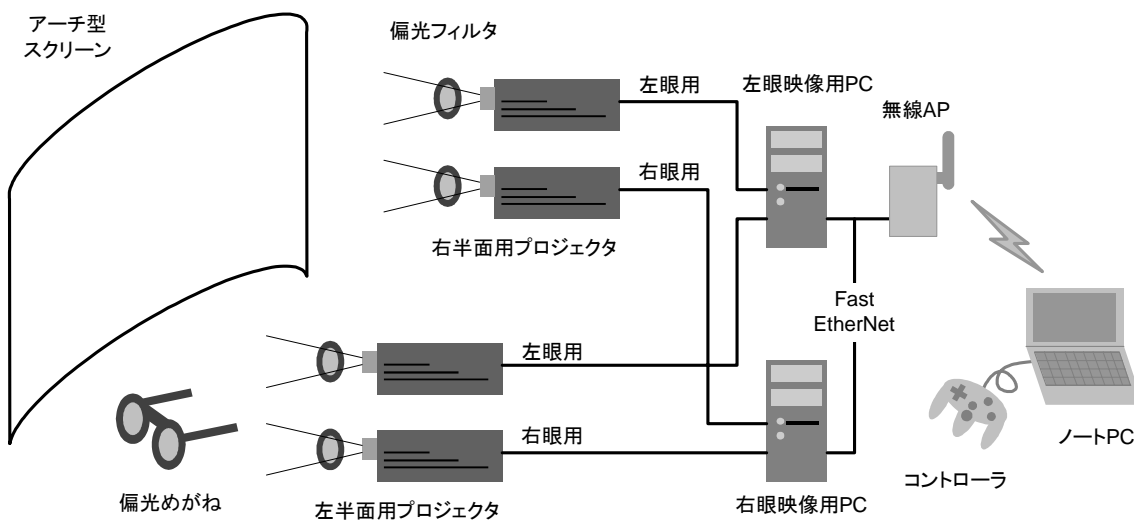


図4 システム構成

ることはできないが、VRアプリケーションは随時データの更新が行われるため、元になるデータの計算をマスターPCで行い、描画に関する情報だけを随時描画用PCに送ることで、たとえパケットの欠落があったとしても次のデータ更新で回復が可能であり、影響が後に残ることはない。

3. データ変換手順

CADデータはリアルタイムで動画表示することを考慮されていないため、複雑なデータ構造となっており、リアルタイム性を重視するVRアプリケーションで表示するためには高速描画に適したポリゴンデータへの変換が必要となる。一般にこのようなデータ変換ではポリゴンの欠落や裏返りによる形状の崩れや、質感の属性が損なわれるトラブルが発生するため、変換後にこれらの修正を手作業で行う必要があった。VRシステムを実務で利用するためには、これらの手作業を排除し、表示するデータを簡便に作成する手法が必要である。そこで、これらのトラブルが少ない変換手法を模索し、図6の変換手順を確立した。

建築向け意匠設計3次元CAD(Revit)で製作されたデータをCG向けのCAD(3D Studio MAX:以下MAX)で読み込み、CADシステム内のライブラリから参照される部品形状やマテリアル(質感)のデータをライブラリからインポートし、ライブラリに依存しないデータを作成する。次に、

モデルデータ変換ソフト(Deep Exploration:以下DeepE)を用いて、MAXのデータからVR表示用のobj形式のポリゴンデータに変換を行うが、この変換により、本来透明でないはずのポリゴン面に透明のマテリアル属性が付けられる問題が発生した。これを解決するため、データ書式修正プログラムを作成し、変換後のobj形式のデータのマテリアル属性から透明度を削除する修正を行い、再びDeepEを用いて透明な部分の属性を設定しなおすこととした。さらに、DeepEが出力するobj形式データには一部映像表示アプリケーションが対応していない機能が含まれているため、書式変換プログラムでこれらの機能を置き換えまたは削除し、本VRシステムで表示可能な機能のみを持ったobj形式ファイルに変換する。これと並列に、テクスチャデータのサイズやフォーマットの変換を行う必要があるが、建物の設計で用いられるテクスチャの種類は限られているため、毎回この変換を行う必要はない。このような作業で比較的簡単に建築向け意匠設計3次元CADからVR表示用データへの変換フローを確立した。

4. まとめ

本開発では、一般的なオフィススペースに設置が可能な簡易型VRディスプレイを開発し、広い視野を覆い臨場感の高い立体映像を安価なPCを用いて表示した。本システムは設計事務所へ施主に対するプレゼンテーション業務で使用されており、従来の平面図やパース図と比較して格段にわかりやすいとの評価を得ている。また、建築用CADデータからVR用データに容易に変換する手順を確立することで、VR用のデータ作成の作業負荷もほとんどなく、日常業務の中に組み込まれている。

今後は、本システムを基に建築設計以外の分野にも応用範囲を広げ、各種3次元データを利用した実務的なVRシステムの開発を検討している。

文献

- [1]F. Zorriassatine, et al., "A Survey of Virtual Prototyping Techniques for Mechanical Product Development", Proc. Instn Mech. Engrs Vol.217 Part B, pp.513-530, 2003.
- [2]山田俊郎ほか, "完全没入型6面ディスプレイCOSMOSの開発と空間ナビゲーションにおける効果", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.4 No.3, pp. 531-538, 1999.
- [3] 山田俊郎ほか, "没入型ディスプレイCOSMOSの開発とアプリケーション", 電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集 TC1-5, p.2, 2005.
- [4] 山田俊郎ほか, "PCクラスタを用いた大画面VRシステムと設計支援システムへの応用", 日本機械学会第16回設計工学・システム部門講演会・システム部門講演会論文集, pp.327-328, 2006.

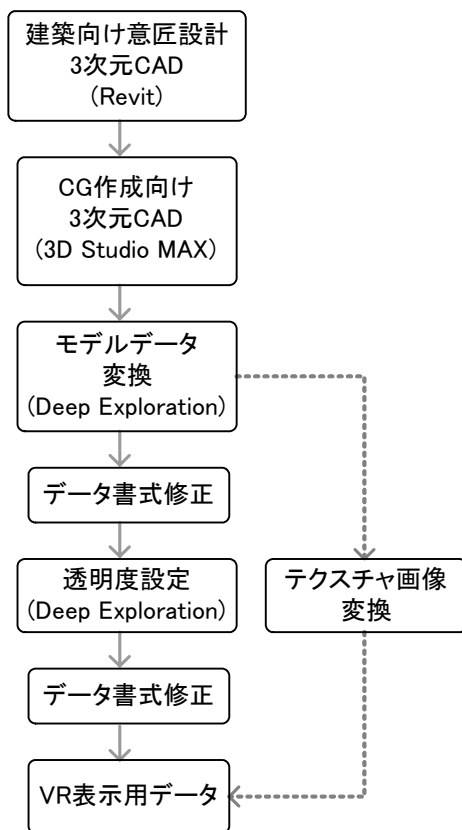


図6 データ変換のフロー