

東海大学情報通信学部の没入型バーチャル環境と それを用いたバーチャルリアリティ教育の展開

濱本 和彦^{*1}

Immersive Virtual Environment in Takanawa Campus, Tokai University and Development of Virtual Reality Education using the IVE

by

Kazuhiko HAMAMOTO

(received on June 16, 2010 & accepted on June 30, 2010)

Abstract

The aim of education of Dept. of Information Media Technology is to nurture a student to be a engineer of middleware development or human interface design. A new Virtual Realty Laboratory in Takanawa campus can assist the achievement of the aim. The most important feature of the VR Lab. is an immersive virtual environment (IVE) which is one of the largest virtual environment in the world. The IVE has three screens and the size is 3.0m in high and 5.4m in width. Ten stereo projector project 3D content to the IVE in high brightness. A wireless position sensor system is also equipped and the system can measure a position of a user in real time. That means a 3D scene projected to the IVE is controlled according to the user's position interactively. The user can be immersed completely in the IVE. Twenty-four personal computers with 3D vision system are also equipped, and haptic device and data glove will be equipped in the VR Lab. The VR Lab. will be able to provide comprehensive virtual reality education.

Keywords: Immersive virtual environment, Virtual reality, 3D display, 3D sound, Five senses

キーワード: 没入型バーチャル環境, バーチャルリアリティ, 立体ディスプレイ, 立体音響, 五感

1. はじめに

「バーチャルリアリティ」は、「コンピュータで合成された人工的な現実世界」として、コンピュータグラフィックスやゲームなどとして認知されることが多い技術である。しかしバーチャルリアリティの根本は「人の五感や行動を用いて直接情報をやり取りするインタフェース技術」であり、「人に優しい情報機器を実現する」、「直感的に情報が理解できる」、次世代のインタフェース技術である。よって、バーチャルリアリティは、情報メディア学科の人材育成目標の一つである「ヒューマンインタフェース設計技術者の育成」を実現するための重要な要素の一つである。

バーチャルリアリティは、「百聞は一見にしかず、百見は一体験にしかず」という言葉で表されるように、「体験」することがその理解のためには重要である。情報メディア学科では、前進である電子情報学部の時代から、「学部における実習を取り入れたバーチャルリアリティ教育」を実践してきた。実習では、力触覚デバイスを利用した実習、データグローブを利用した実習、立体視の実習などを行ってきたが、とりわけ重要な役割を果たしていたのが没入型バーチャル環境(Immersive Virtual Environment : IVE)のHoloStageTMである。IVEとは、ユ

ーザを取り囲む複数のスクリーンを設置し、ユーザ位置を計測しながらそのユーザの視点から見たバーチャル空間を立体投影する、文字通りバーチャル空間に没入できる環境を提供する装置である。世界最初の没入型多面ディスプレイ装置は、1991年に米国イリノイ大学EVL(Electronic Visualization Laboratory)で開発されたCAVEである。これは、1辺が10フィート(約3m)の正方形のスクリーンを4面備えた装置であった。東海大学で2005年に湘南校舎に導入したHoloStageTMは、正面と床面が4m幅×2m高さの長方形で、側面は右側面のみスクリーンを有する3面タイプである。長方形となる正面と床のスクリーンは2台のプロジェクタで、側面は1台のプロジェクタで投影する、3面5台プロジェクタ構成の没入空間である。位置センサにはワイヤレスの光学式センサを用いており、立体視は液晶シャッター眼鏡を用いる時分割立体方式を採用している。このシステムは、バーチャルリアリティ教育・研究のみならず、広報などにも大きな効果を挙げてきた。

情報通信学部情報メディア学科では、その学科教育目標から、実習を含んだヒューマンインタフェース関連の科目が多く設置されている。このため、高輪新校舎にもHoloStageTMを中心としたバーチャルリアリティ実習室を設置した。本稿では、このバーチャルリアリティ実習室の特長とこれを用いた授業の展開について報告する。

^{*1} 情報通信学部情報メディア学科教授

2. バーチャルリアリティ実習室の設備

2. 1 没入型バーチャル環境 HoloStage™

高輪校舎の HoloStage™ の外観を Fig.1 に示す。スクリーンの大きさは、正面と床が 5.4m 幅 x3m 高さ、側面が 3m x 3m であり、このステージの広さは日本最大、世界的に見ても最大級の広さである。

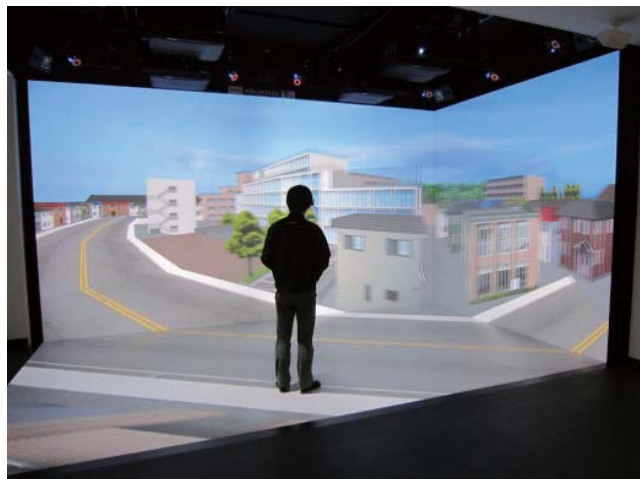


Fig.1 Overview of HoloStage™ in Takanawa Campus.

正面と床のスクリーンはそれぞれ 4 台のプロジェクタで、側面のスクリーンは 2 台のプロジェクタで、計 10 台のプロジェクタで映像が投影される。プロジェクタは Christie Mirage WU7 を採用した。輝度 6600 ルーメン、解像度 WUXGA(1920x1200 ピクセル)で立体投影が可能なプロジェクタである。4 台のプロジェクタで 1 面（正面と床の場合）を担当するため、1 台のプロジェクタが担当する領域が通常よりも狭くなる。よって、体感輝度はスペック値 6600 ルーメンよりも明るく感じられる。室内の通常照明環境でも十分に映像を見ることが出来る。また、約 2mm/ピクセルを実現しており、広いスクリーン環境でも高解像度で映像を投影することが出来る。立体方式は、液晶シャッター眼鏡を用いる時分割立体方式を採用している。

ユーザの位置を計測するセンサとして、光学式センサの Vicon を採用した。ステージ上方に 10 機のカメラが設置されている。また、音響システムとして、7.1ch の音響システムだけでなく、立体音響システム、X-Spat boX を導入している。これは、音の 3D 定位をリアルタイムに作り出すマルチチャンネル DSP ボックスであり、各入力に対するソースポジション、レベル、アッテネーション、ドブラなどの調整、スピーカー配置などの出力設定を MIDI によりリアルタイムに制御し立体音響を作り出すことができるプロセッサである。この立体音響用のスピーカーシステムとして、上下 4 台ずつ、計 8 台のスピーカーを配置している。

Fig.2 に、ステージ上方のプロジェクタ等の配置の様子を示す。この 4 台のプロジェクタが床面を投影する。赤く光って見える機材が位置センサの Vicon カメラである。

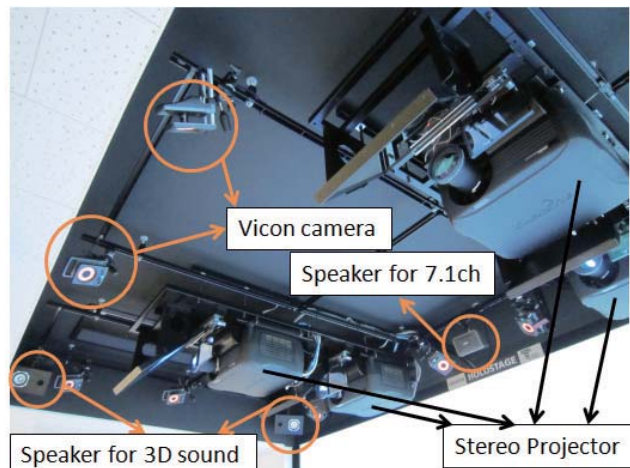


Fig.2 Arrangement of projector, Vicon camera and speaker systems on the top.

2. 2 学生用パーソナルコンピュータ

東海大学の IVE が他の大学と異なるのは、その設置環境である。通常 IVE は特別な研究室などに設置されることが多く、学生の、特に学部生の授業で利用することは困難であることが多い。東海大学では、学生が授業で利用するパーソナルコンピュータが設置された教室に IVE を設置し、パーソナルコンピュータ上での作業と IVE での作業が効率よく連動するような教室として VR 実習室を実現している。

高輪校舎の VR 実習室の全景を Fig.3 に示す。この実習室には、HoloStage™ の他に、24 台のパーソナルコンピュータが設置されている。パーソナルコンピュータと HoloStage™ はファイルサーバを共有しており、パーソナルコンピュータ上でコンテンツ作成、HoloStage™ で投影、という作業を効率よく行うことが出来る。



Fig.3 Overall of VR Laboratory in Takanawa Campus.

特筆すべき点は、設置されている 24 台のパーソナルコンピュータの全てが 3D 対応という点である。すべての PC が、NVIDIA Quadro FX3800、NVIDIA 3D Vision と 3D monitor を装備している (Fig.4)。これにより学生は、作成した 3D コンテンツをデスクトップ上で立体視、確認



Fig.4 3D view on the personal computer.

できるようになった。立体表示の方式は液晶シャッター眼鏡による時分割立体方式である。このように、すべての PC が 3D 対応で IVE も設置されている 3D/VR 対応教室は、日本初である。

2. 3 導入されているソフトウェア

VR 実習室には、以下のソフトウェアが導入されている。

[3DCG モデリング]

- ・ 3ds Max Design 2010 (Autodesk)
- ・ Maya (Autodesk)

[VR 空間構築]

- ・ OmegaSpace (ソリッドレイ研究所)

複雑なプログラミング無しに、VR デバイスを利用した VR 空間シミュレーションを構築できるソフトウェア。構築した空間は HoloStage™ へも展開可能。

[データ可視化]

- ・ AVS/Express (サイバネットシステム)

数値シミュレーションデータやモデリングデータなど、様々なデータの形式に対応した汎用可視化ソフトウェア。可視化結果は HoloStage™ へも展開可能。

[VR 空間、IVE への展開]

- ・ VR4MAX (TREE C Technology)

3ds Max で作成した CG を VR 空間に展開するための 3ds Max Plug-in ソフトウェア。各種アニメーション、インタラクション機能などを追加可能。

- ・ EasyVR (フィアラックス)

OpenGL など、VR 機能を持っていない 3 次元アプリケーションを、そのアプリケーションを動作させた状態のままバーチャルリアリティ空間に展開するソフトウェア。

- ・ FusionVR (フィアラックス)

複数の 3 次元アプリケーションの描画空間をリアルタイムにひとつの 3 次元空間に融合してバーチャルリアリティ空間に展開するソフトウェア。

[その他]

- ・ CAVE Lib (SGI)

多面ディスプレイ環境で 3 次元空間を構築するための API(Application Programming Interface)

2. 4 その他の付帯設備

この HoloStage™ は、メインとなるコンピュータシステム（メインクラス）の他に、同等の機能を有するサブクラスを有している。これは、故障時の対応、ソフトウェアや OS のバージョンアップ時の検証のために設置されているが、サブクラスからも立体映像の投影が可能である。加えて、正面のスクリーンのみを利用した立体映像の投影も可能なシステム構成となっている。正面スクリーンの解像度は、およそフルハイビジョンの 4 倍、いわゆる「4 K」の解像度であり、5.4m×3m の広さで 4 K 立体の投影が可能なシステムとなっている。つまり、この HoloStage™ では、メインクラス、サブクラス、4 K 立体、の計 3 種類の立体映像を同時に表示できる。正面スクリーンのみを用いた 4 K 立体映像投影の例を Fig.5 に示す。

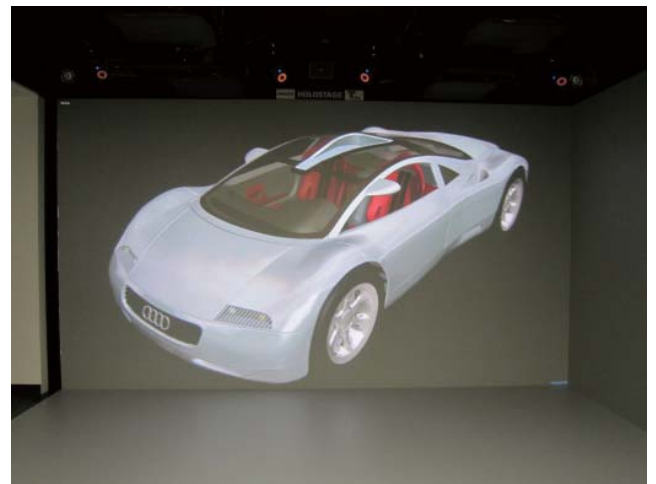


Fig.5 An example of 4K-3D display.

また本システムは、マルチウィンドウシステムを導入している。映像入力機器として、書画カメラ、Blu-ray ドライブ、VHS ビデオ、地デジが、外部入力機器用の端子として、TV 会議システム用端子、持ち込み PC 用端子が用意されており、これらを組み合わせて表示できる汎用的なディスプレイとして活用できる。マルチウィンドウ表示の例を Fig.6 に示す。



Fig.6 An example of multi-window display.

これら、3 種類の立体映像の切り替えやマルチウィンドウ表示における入力機器の切り替えなど、すべての HoloStage™ に関する操作は、操作卓のタッチパネル上か



Fig.7 Touch panel system and its display design.

ら出来るように設計されている(Fig.7)。

さらに本実習室には実習機が4台設置されている。ここには、2010年度秋学期に力触覚デバイス PHANTOM OmniTMと、手指の位置と動きをキャプチャする Cyber TouchTMを導入予定である(Fig.8)。これにより、1つの実習室で立体視だけでなく他の感覚についても実習できる環境が整う。バーチャルリアリティ、ヒューマンインタフェースにおいては、複数の感覚を統合したインタフェース設計は非常に重要である。将来的には、他の感覚も含めて、これらを統合した実習が自由に行えるような実習室としていきたいと考えている。



Fig.8 PHANTOM OmniTM (left) and Cyber TouchTM (right).

3. バーチャルリアリティ教育への展開

3.1 概説

情報メディア学科では、これまで「バーチャルリアリティ・制作」という科目を6セメスタ用科目として開講してきた。これは、「制作」と謳われているとおり、何らかのバーチャルリアリティコンテンツを制作することを最終目標とした授業とする予定であったが、現状ではバーチャルリアリティを体験、理解することで授業時間が一杯になってしまう状況にある。そこで、情報通信学部情報メディア学科のカリキュラムでは、6セメスタ時の「バーチャルリアリティ・同演習」に加えて、8セメスタ時に「可視化情報処理・同演習」という科目が配置された。前者は2010年秋セメスタから、後者は2011年度秋セメスタからの開講であり、現在は未開講であるが、これらの科目で予定している内容概要を以下に述べる。

3.2 バーチャルリアリティ・同演習

本科目は、バーチャルリアリティとは何であるかを理解し、その要素技術について実習を通じて学ぶことを目的とした科目である。

本講義の前半は座学にて以下の内容を講義する。

第一週：「バーチャルリアリティの概念と歴史」

第二週：「センサシステム」

第三週：「ディスプレイシステム」

第四週：「シミュレーションシステム」

第五週：「複合現実感」

第六週：中間テスト

第七週～第十二週：実習

第十三週：「バーチャルリアリティと人間」

第十四週：「まとめ」

後半、6週間を実習に当てる計画である。実習の内容は、「OmegaSpace による VR 空間構築実習」「AVS による情報の可視化実習」「C++の基本プログラミング」「データグローブとトラッカに関する実習」「力触覚デバイスに関する実習」「HoloStageTMに関する実習」を予定している。前半3つの実習は履修学生全員同時に実施し、後半3つの実習は3班に分かれてローテーションで実施する。

HoloStageTMに関する実習では、これまでは他の実習で作成したコンテンツ（AVS や WTK（今回から削除）で作成したコンテンツ）の HoloStageTM への投影方法および 3ds Max でのコンテンツ作成と HoloStageTM への展開のみを行ってきた。今回は、これらに加えて 4K 立体コンテンツの実習を行う予定である。

4K 立体の環境では、サイドバイサイドやトップアンドボトムといった、一般の 3D フォーマットで作成された立体映像を投影可能である。さらに、右目と左目独立で作られた2つのムービーを同時に読み込み立体表示することも可能である。さらにこれらの作業が学生のデスクトップ PC でも可能である。これらの機能を利用して、一般の 3D フォーマットの理解とその立体表示の仕組み、デスクトップ PC 上と HoloStageTM 上での投影における感覚の違いなどについて実習を行う予定である。

3.3 可視化情報処理・同演習

6セメスタにおける「バーチャルリアリティ・同演習」が VR の基本概念の理解と要素技術の体験を中心とした実習であるのに対して、8セメスタで開講予定の「可視化情報処理・同演習」では、「複数の感覚を統合したコンテンツ作成」と「VR 環境が生体に与える影響の調査」を中心に実習を行う予定である。

「複数の感覚の統合」では、「多面立体視環境と立体音響環境」、「力触覚デバイスとグローブ型デバイス、位置センサ」等、複数の感覚、デバイスを利用したコンテンツの開発実習を行う。可能であれば、HoloStageTM 内でのグローブデバイスの利用や力触覚の提示、も行いたいと考えている。また、HoloStageTM に設置されている光学式位置センサ Vicon は、モーションキャプチャシステムとしても利用できるように設置されている（ただしユーザ

位置は固定)。これも組み合わせた実習を現在検討中である。これらの実習を通じて、複数の感覚を統合した直感的操作が可能なインタフェース設計技術者としての素養を身につけて欲しいと考えている。

「VR 環境が生体に与える影響の調査」では、デスクトップPCとHoloStage™で立体視を行いながらコンテンツ作成が出来る利点を活かし、コンテンツ作成時のカメラ位置や向き、焦点位置などの条件と投影時の条件が異なった場合の感覚の違い等を調査する。この実習を通じて、これから社会で求められるであろう 3D コンテンツ制作技術者としての基礎を身につけてもらうことが狙いである。

4. まとめ

東海大学高輪校舎新一号館に、日本最大、世界でも最大級の広さとなる没入型バーチャル環境 HoloStage™を中心としたバーチャルリアリティ実習室を設置した。この実習室にはHoloStage™に加えて、立体音響システム、立体視に対応した 24 台のパーソナルコンピュータが導入されており、今後、力触覚デバイス、データグローブと位置センサの導入も予定されている。これらの機器を用いて、2010 年秋学期より本格的な学部教育を行っていく予定である。これらの授業、およびチャレンジプロジェクトや基本・実践プロジェクトを通じて、「五感を利用した、直感的に理解できる人に優しいインタフェース設計が出来る技術者」や、3D 元年と言われる今年以降社会で求められるであろう、「安全な 3D コンテンツを作成できる技術者」を育成していきたいと考えている。加えて、産業界とも連携した研究開発も積極的に行っていきたいと考えている。

謝辞

本学松前達郎総長はじめ、高野二郎学長、中下俊夫情報通信学部長には、本設備の導入にあたり、ご尽力いただきました。感謝致します。情報メディア学科主任熱田清明教授、本学ファシリティ課の皆様、東海教育産業株式会社部長代理浅田祥幸様、石川亮様にも大変お世話になりました。

設備の設計、納入、構築に至るまで、クリスティ・デジタル・システムズの半澤衛支社長、北村剛様、寺戸陽栄様他皆様に大変お世話になりました。また、限られた予算内で最大限の配慮をして頂いた、サイバネットシステム株式会社（旧 kgt） 水井賢文様、株式会社フィアラックス社長 谷前太基様、株式会社ソリッドレイ研究所 今村伊知郎様、株式会社アコースティックフィールド代表取締役 久保二郎様をはじめ関係の皆様に深く感謝致します。