

最先端のバーチャルリアリティ技術

東京工業大学情報理工学研究科 中嶋 正之

1. はじめに

コンピュータの能力の向上により、ほぼ実時間によるCG映像の生成が可能となり、さらにデータグローブ等の対話用入力システムを利用することにより、バーチャルリアリティ（VR: Virtual Reality、仮想現実または人工現実感とも言われる）システムが構成できる。本来、VRとは、ヘッドマウントディスプレイにより立体感ある3次元映像を見つつ、データグローブ等の3次元入力装置により人工的な映像へ実時間で指示することにより仮想の世界を操作する技術をいう。しかし、単にディスプレイ上にCGを利用して仮想世界を構築し、手や態度等の動きを実時間で認識し、それに従って対象物体を操作する技術もVRとも呼ばれ始めている。現在では、本来のVRよりも広い応用範囲があり、VR分野における中心的なテーマとなりつつある。

本講演では、VRシステムの主な応用および最先端のVRシステムとしてのCAVEシステムについて紹介する。

2. VRシステムの主な応用。

このVRの応用としては現実の世界では体験できない世界を体験することにある。

現在、多くのVRシステムが登場しており、産業、科学、エンターテインメント、医学等の分野のみならず、現代アートやゲームの分野においても広く活用され始めている。

例えば、毎年8月にアメリカで開催されるCGおよびインタラクティブテクノロジーの祭典である、SIGGRAPHにおいて、最も多くのVR関連の展示がなされており、今年も8月2日より8日までの6日間にわたり6万人近くの参加者があったといわれている（図1参照）。

このSIGGRAPHにおいて最も多くのVRの展示があったのが94年であり、その時のVR

システムを列挙すると以下のようになる。

(1) CAVEシステム。

3つのCAVEにおいて5分ごとに約50作品を繰り返し上映。VRのサイエンスおよび工業応用のこれからの可能性を示唆している。（CAVEについては後で詳しく紹介）

(2) 学生による展示。

学生達の未完性ではあるが意欲的なVRおよび対話システムを展示。

- ・バーチャルサーフィン
- ・海底探検
- ・イルカの体験等

(3) 企業PR用

- ・シリコングラフィクス社
バーチャルスキー
Giotto名画鑑賞等

- ・E&S社

The Power Behind the Scenes を上映。

- ・IBM社

RISC System/6000 3DCG を利用したVR展示

- ・SUN

VRシステムを中心に多数展示

- ・REALTA VIRTUALE 社

イタリアの会社、St. Peter 寺院の鑑賞

その他多数のブースでVR展示が行われており、まさにVRが広く認知されたイベントであったといえる。それ以来、VRがSIGGRAPHにおいて重要な役割を演じている。

今後コンピュータの高速化により実時間のCG映像の生成が容易となりVRシステムが実現しやすくなり、ますます盛んとなることが予想される。

3. CAVEシステム

3. 1. はじめに

VRは究極のヒューマンインターフェースとも言われているが、現在までのVRシステムにおいては残念ながら以下の欠点がある。

1. 多くの配線された装置（ヘッドマウントディスプレイやデータグローブ等）を身につけるため動きが制約される。
2. 1度に多数が鑑賞できない。

そのため、イリノイ大学において開発され1994年のSIGGRAPHにおいて注目をあびたのが現代によみがえる洞窟とも言われるCAVEシステムであり、4面から6面の高精細背面投影システムにより実時間立体映像表示された空間であり、現在では世界中に約20ヶ所、日本でも約5ヶ所位存在すると言われている。

東京工業大学でも、1996年7月に開設されたVBL(Venture Business Laboratory)における重要施設として設置された。このCAVEシステムはまさに最先端のVRシステムと呼ばれ多くの可能性を秘めている。

ここでは、主に東工大に設置されたVROOMと名付けるCAVEシステムの構成およびその研究動向について述べる。

3. 2 システム構成

東工大に本装置は、直方体の3側面を150inchのスクリーンで覆ったものと、床面をスクリーンとする箱型のVR(Virtual Reality)体験装置である(図2参照)。このような大型投影装置を用いることで、体験者の視野を完全に覆うこと、また、体験者と等身大の映像を表示することが可能になるため、現実感の高い仮想空間を体験することが可能になる。

本学のシステムの特徴としては、ホストコンピュータとしては、SGIのOnyx RE2以外に、パーソナルコンピュータを4台採用していることである。最近のパーソナルコンピュータの急激な普及とグラフィックスアクセラレータの飛躍的な発展にともない、パーソナルコンピュータを用いたVRシステムの検討を

行なうためである。図3に、本学に設置した高精細4面立体映像表示装置の概略図を示す。

また、CAVEの特徴を次に示す。

1. 多人数参加型のVR空間
2. 4面高精細大型映像システムの利用
3. 実時間3D立体空間の創成
4. 6軸位置入力システムによる高性能対話性
5. 3次元オーディオ環境

1. の特徴の多人数参加型とは、3m×3m高さ2.2mの直方体形状の空間となっており、HMD(Head Mounted Display)の装着によるVRシステムでは1人の参加型であるが、ここでは、外部と遮断された部屋の中で5、6人が同時にVR空間を共有できる構成となっているのが特徴である。

2. の特徴では高精細大型映像が投影可能である。則ち、150インチの背面投影型プロジェクタを4台使用し、正面、左右の側面および床面に投影されることになる。

床を含めて4面同時に映写すると、それが例え通常のテレビ番組であってもブラウン管での表示では得られない迫力を実感することができる。

3. の特徴の実時間3D立体空間とは、液晶シャッターメガネを利用し、120Hzの時分割方式によりちらつきのない立体表示が可能となっている。

また映像の生成はSGI社のOnyx RE2 X3を使用しており、実時間での高精細なCG映像が実時間で作成可能である。また本学に設置したCAVEでは最近のグラフィックスボードの機能が向上していることを見越して、4台のパーソナルコンピュータによる実時間CG映像の作成実験にも取り組んでいる。

将来はパソコンによる立体高精細CAVEが実現するものと予想される。

4. の特徴の6軸位置入力システムを用いることで、高性能な対話性が得られ、CAVEが今話題となっているIMAX等の単なる大型映像と根本的に異なる所は、映像と体験者との対話性にある。

5. の特徴の3次元オーディオ環境とは、スクリーンの周りに配置されたスピーカによる立体音響システムのことであり、本システムにより映像のみならず、音響効果を併用することより、さらに現実感が高まることになる。

現在、東工大では、本CAVEを用いた現実感の高い仮想世界の構築手法の検討という観点から、次のような実験を行っている。

(1) 実映像の利用。

まず、第一に実写映像を用いた仮想現実世界の構築に関する検討を行った。

通常、仮想現実世界の多くはCG(Computer Graphics)を用いて作成されてきたが、CG映像では、現実世界と同程度のCG映像を作成するのは非常に困難であり、作成するのに多くの時間と労力を費やす必要がある。また、遠隔操作を実現するためには、CG映像を表示するよりも、実写映像を表示する方が、遠隔地にあるロボットやカメラを実際に操作しているような臨場感を得ることができる。実写画像からVR空間を構成する研究も数多く行われており、CG技術を応用して次第に高解像度の仮想空間が生成されている。

(2) パーソナルコンピュータの利用

東工大では、4台のパーソナルコンピュータを用いたCAVEシステムの実現可能性について検討を行った。

近年のコンピュータの性能向上はめざましく、MMX(Multi Media Extension)対応のPentiumやPentium ProなどのCPUの登場によって、パーソナルコンピュータの性能が飛躍的に向上した。またCPUだけでなく、3次元の描画をハードで行なう3次元グラフィックアクセラレータの登場と低価格化、OpenGLやDirect3Dなどの3次元グラフィックスAPI(Application Programming Interface)の普及によって、3次元のグラフィックスがパソコン上で身近に扱えるようになってきた。それにより、従来アミューズメント施設や、シミュレーション施設でしか用いられなかったVRシステムが簡単に体験できるようになってきている。そこで、汎用パーソナルコンピュータを用いたVRシステムの可能性について検討を行った。

(3) 臨場感の検討。

またCAVEを用いたVRシステムの臨場感について検討を行った。人は、外界との位置関係を把握し姿勢を制御する際、3種類の情報視覚系、前庭迷路系、体性感覚系を必要とする。前者から順にそれぞれが、映像の情報、

回転や加速度の情報、足底の圧迫感のような知覚神経からの情報を指す。これらの情報の間に整合性がないと、姿勢を正しく保てない。

これは、脳において認識された状況と、実際の状況とが異なってしまうからである。

このような脳内での外界認識に使われる情報を、仮想空間からの情報と置き換える事で、VR空間での没入感が生まれ、主に視覚系の情報が使われる。そこでVR空間の与える臨場感や没入感を評価する際、主観的評価をもとにした研究が数多く行われているが、客観的な評価基準を導入しようという研究も盛んであり、心の動揺や、心拍数の変化などが考慮されている。

一方、人間の知覚活動を客観的に測定するために脳波を用いる事が考えられてきた。

感性スペクトラム解析法(Emotion Spectrum Analysis Method; ESAM)は、時経過に伴う脳波データに一定の処理を加得る事で、数種類かの感情、例えば、怒り、悲しみ、喜び、解放感などを測定する事を可能とした。

また、VR空間の与える臨場感に客観的な評価基準を設けるために、脳波の計測を使う研究も盛んである。我々は、CAVEに投影したCG映像が人間に対して与える没入感の評価を行なった。表示映像は、自作した仮想空間のCG映像を用いた。

評価の基準としては、感性スペクトラム解析法ESAMを用いて、没入感の評価を行った

4. VRシステムの応用

VRは今後有望な分野としては、企業PRおよびビジネス応用、エンターテイメント(ゲーム、体感シアター、シミュレーションライド等の娯楽、医用や産業応用等の多くの分野で活用されることが予想される。

ここでは代表的な応用分野に於ける動向について紹介する。

【1】ビジネス応用

VRの主な応用として、産業応用がある。

例えば、これから建築する建物の内部の様子やキッチンの様子を建築前にVRにより体験することができる。この様な産業分野はこれから最も有望な応用分野であるといえる。

【2】エンターテイメント

セガのジョイポリス等において、VRを利

用したおおくのエンターテインメントが普及しつつある。例えば東京ジョイポリスにおいては、CAVE を利用したシステム「ザ クリフ」が人気を集めている。

【3】アート関連

東京西新宿に NTT により開設された 100 (インターコミュニケーションセンター) における最も人気の高いシステムが CAVE を利用した展示である。

また、VR 技術を利用した博物館、美術館、等における展示部物のプレゼンテーションシステムが多数見られるようになった。

【4】テレプレゼンテーション

離れた場所、時間の物をあたかも現実の物として扱う技術をいう。例えば危険な原子炉内の清掃等を行うのにロボットを使用する際に、オペレータが現実またはCG 画像を観察しながら遠隔操作を行う際に利用される。

【5】その他

その他 VR は、ビジュアルライゼーションシステムとしての科学応用が有望である。また医用分野では超小型カメラにより患部を観察しながら手術等の操作を行うのに VR システムが利用されている。その他多くの応用システムが検討されている。

5. おわりに

以上 VR の定義および最先端のシステムとしての CAVE システムの紹介さらに VR システムの主な応用について具体的に紹介した。

当日は、ビデオを利用してさらに詳しく東工大に設置された CAVE システムおよびその研究動向について紹介したい。



図 1. SIGGRAPH' 97 の会場風景。

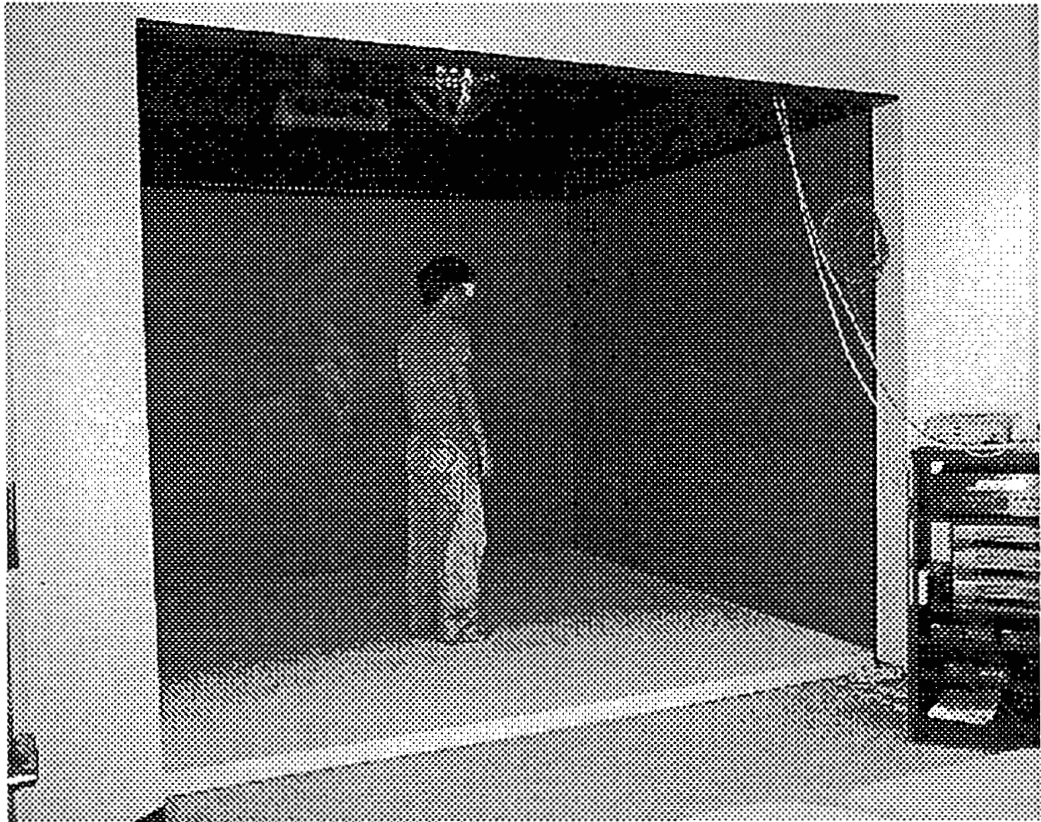


図2. CAVEシステムの外観。

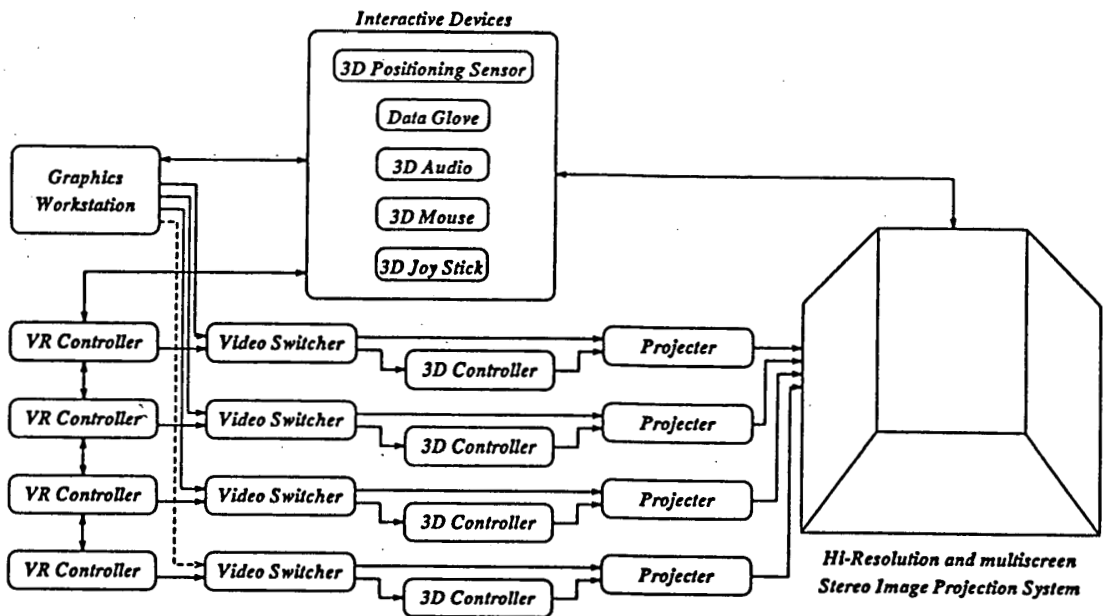


図3. 東工大CAVEシステムの構成図。