(特別講演 II) バーチャルリアリティとビジュアライゼーション

廣瀬 通孝(東京大学 先端科学技術研究センター)

Virtual Reality and Visualization

Michitaka Hirose (RCAST, the University of Tokyo)

ABSTRACT

Since the word “Virtual Reality” was invented in 1989, quality of the technology has been improved more and more. Especially, development of IPT (Immersive Projection Technology) largely contributed to generate highly defined virtual world, and to give VR technology lots of ‘serious applications’. Doubtlessly, visualization is one of the most promising applications. In this paper, several recent topics of VR technology such as virtual archeology and multi-sensory info-communication technology are introduced in terms of visualization technology.

Keywords: Virtual Reality, IPT (Immersive Projection Technology), Multi-sensory Info-communication Technology

1. はじめに

バーチャルリアリティ (Virtual Reality) という言葉が世の中に登場したのは、1989 年のことである。バーチャル (Virtual) とは、「実際には存在しないけれども、機能や効果において存在するも同等の」という意味であり、バーチャルリアリティとは、「コンピュータによって作り出された、われわれの目の前にあるとはべつの現実世界あるいはそれを作り出すための技術」の事を指す。

バーチャルとリアルという言葉は一見反対に見える。しかし辞書のよれば、Virtual の反対は Nominal である。さらに、Nominal の反対語には Virtual が含まれる。だから、Virtual と real とは一緒だということもでき、言葉的にはやや複雑である。

もともと宇宙・軍事技術として登場してきた VR 技術であるが、計算機を中心としたデジタル技術の費用対効果の急速な改善の結果、さまざまな分野への応用可能性が議論されるようになった。中でも有望視されているのが、可視化分野における利活用である。

2. IPT の登場

VR 技術が登場した当初は、データグローブや、HMD など、やや試作的なコンポーネントを中心としてシステムが組み立てられていったために、創出される世界のクオリティ

は必ずしも高いものではなかった。1992 年の SIGGRAPH において、イリノイ大学のグループが発表した CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) は、大胆な発想の転換によって注目を集めた。すなわち、HMD の代わりに多数台のプロジェクタをもちいてユーザを物理的に囲い込み、それによって VR 空間への没入感を作り上げたのである。この方式を IPT と呼ぶが、プロジェクタは、すでに商品として成立しているコンポーネントであり、技術的に安定だけでなく、高品位な VR 世界の創出が可能である。それはとりもなおさず、いろいろな世界の構築、つまり、VR 世界のコンテンツが議論できるようになったということである。

HMD に比較して IPT が優れている点は、ひとつには解像度である。それに加えて、HMD の場合ユーザの頭部の回転に応じて画像の更新を行わなければならないが、IPT の場合その必要はなく、頭部運動の画面変化に対する影響が原理的に小さくて済むという点があげられる。ユーザが頭を動かしたときに生じる動眼視差が、はるかにスムーズに表現できるのである。

1990 年代の後半にはいると、IPT が世界的に広まりを見せ、高度なコンテンツが作られるようになってくる。東大 IML (Intelligent Modeling Laboratory) に作られた CABIN (Computer Augmented Booth for Image Navigation) もそのひとつである。(図-1) CABIN は 5 面のスクリーンを持ち、すべての方向に、270 度という非常に大きな映像表

示視野角を持っている。これは単に臨場感を高めるということだけではなく、眼前に表示された仮想物体をいろいろな方向から眺め回すとき、それが表示装置の外側に出て（フレーム・アウトして）しまわないことを意味する。図-2は、スクリーンの枚数によって、またスクリーンと表示物体の大きさの比によって、スクリーンアウトしない確率がどのくらい変化するかをグラフにしたところである。スクリーンが5枚ないとかなりの確率でスクリーンアウトが起こってしまうことがわかるであろう。

3. シミュレーションを超えるシミュレーション

VRはシミュレーション技術の一種である。そしてシミュレーションとはなにものかをまねるということである。ところが、たとえば、図-3に示したのは、NASAが作成した金星の表面映像であるが、これは、金星の衛星軌道に投入されたマゼラン衛星が送信してきた温度画像と、ルックダウンレーダによる標高測定の結果を統合して作り上げた、分厚い大気を通して見た金星の表面映像である。

この映像が面白いのは、この金星の表面映像は肉眼では眺められないということである。たとえ、金星の有人探査

が可能になったとしても、二酸化炭素や亜硫酸ガスを含む濃厚な大気を通して、良好な視界が得られるはずはない。したがって、この風景は、VRでなければ見ることはできない世界であるということである。シミュレーションが単なる「模倣」であるならば、「本物」があるはずであるが、この場合、本物が存在しないという面白い状況である。

図-4は、VRで再現された特殊相対性理論の世界である。この世界も直接的には体験することのできない世界である。言葉を変えれば、VRによって初めて体験が可能になる世界があるということである。可視化するということは、われわれにとっての現実世界を拡大するという意味すら持つわけである。

4. 仮想考古学

見えないものを見る、という意味では、時間軸をさかのぼる、というアプリケーションもまた面白い話題である。昨年の3月18日から5月18日までの2ヶ月間にわたり、上野の科学博物館で「神秘の文明—マヤ文明展」が開催され、大規模なVRシアターが設置された。ふつう、古代文明展といえば、出土品をギャラリーに並べて説明を加

図-1

図-3

Volume Ratio of Viewpoints Where Virtual Object can be Completely Displayed for Each Screen Configuration

図-2

図-4

えるというのが普通の手法であるが、それだけでは、それらがどういう場所から出土したのか、あるいはその遺跡はどんな広がりをもっているのか、さらにその遺跡が生きていた時代の人々の暮らしはどのようなものであったかなど、素人にはよくわからない。そこで VR 技術を用いて直観的にそれを体験してみようというわけである。

今回の展示においては、ホンデュラス国立人類学歴史学研究所中村誠一氏の監修をうけ、4000枚に及ぶ写真、測量図、資料などをもとにして約350メートル×650メートルの広がりをもつアクトロポリスが3次元のCG世界として再現された。

テクスチャマッピングの手法を駆使して、樹木や石垣のような複雑な形を持つものを表現し、フォトリアリスティックな世界を作り上げることができた。さらに、さまざまな解像度のテクスチャを準備することによって、VR空間内を散策するのみならず、その対象物に興味に応じていくらかでも近づけるようになっている。

図-5は、16号神殿と呼ばれるピラミッド状の構造物である。マヤの神殿は古い神殿を埋めて造営される場合が多いという。この場合もそうで、その内部にはロサリラ神殿が、さらにその下にはマルガリータ神殿が埋まっている。

図-6はロサリラ神殿で、部分部分のテクスチャにもとづいて電子的に再現されたものである。地下の神殿の現物を展示するためには上部の神殿を壊さなければならないため、VR技術の役割は非常に大きいものがある。

図-7は、遺跡に付着した顔料などの調査から、遺跡の1200年前の色彩再現を試みたものである。すなわち、遺跡が実際に機能していた時代の姿が復元されている。これなどもコンピュータのシミュレーション機能を十分に活用した結果であるということができるであろう。資料や出土品に基づいた推測に、シミュレーション手法を付加することによってより精度の高い議論が可能になるはずである。

こうした試みは、自然科学の常套手段である「実験」を考古学の分野に持ち込もうという実験考古学の延長上のものである。「実験」をさらに「模擬実験」(シミュレーション)と拡大解釈したものである。

遺跡がまだ生きていた時代、そこには何らかの人間の営み、すなわち、空間としての機能があつたはずである。単なる建築的な構造を再現するだけでは明らかに不十分であろう。たとえば現在の六本木周辺を考えてみるのがよい。忠実な測定によって、すべてのビルを再現してみたところでそれはゴーストタウンである。そこを歩き交うショッピングの人々を合成してはじめて、六本木と言う空間の賑わいが再現できたといえるのである。図-7の再現世界では、まだその点が不十分であって、動画化された人間をVR世界に持ち込み、再現された遺跡に生命が吹き込まれるコトが今後必要である。モノを再現することも重要であるが、コトを再現することも必要だというわけである。

図-5

図-6

図-7

5. 五感情報通信

可視化とは、言葉のあやであって、本来われわれが世界を感じるのには五感すべてを使用する。だから、聴覚、触覚、嗅覚、味覚など、視覚以外のすべての感覚もまた

可視化と関係がある。表－1は、人間の感覚の分類を示している。視覚、聴覚、嗅覚、味覚は、感覚ごとに固有な感覚器を有しており、特殊感覚と呼ばれる。触覚はもっと複雑で、感覚器が皮膚のあちこちに分散しており、皮膚の表面で感じられたり（表面感覚）、身体姿勢として感じられたり（深部感覚）する。これらを総合して体性感覚と呼ぶ。

体性感覚の必要性は、たとえばルービックキューブを解くときを考えればよい。このゲームを視覚だけで行うことはまず不可能である。身体感覚をもつことが、時としてわれわれの知的活動に重要である。

「五感情報通信技術」とは、五感の感じた情報をコンピュータが取得し、処理し、表示するために必要な技術である。この言葉自身は、電気通信技術審議会答申「情報通信研究開発基本計画」（2000年2月）をふまえたもので、総務省では2000年11月から「五感情報通信技術に関する調査研究会」を発足させている。

VR技術の本質的な新しさはここにもあって、さまざまな感覚チャネルを用いた計算機インタフェース技術がVR技術だということもできる。たとえば、図－8は触覚ディスプレイであり、現前に提示された仮想の物体に触れることが可能である。図－9は嗅覚ディスプレイであり、匂いの空間的な分布を表現することが可能である。

感覚の種
○特殊感覚
視覚、聴覚、味覚、嗅覚、前庭感覚
○表面感覚
触圧覚、温覚、冷覚、痛覚
○深部感覚
運動覚、位置覚、深部圧覚、深部痛覚
○内臓感覚
有機感覚（空腹感、吐き気）、内臓痛

表－1

図－8

図－9

コンピュータの能力が格段に向上して、文字や数字というシンボル情報のみならず、映像や音声などの感性的なイメージ情報が取り扱えるようになってきたことで、五感というキーワードが注目されるようになってきた。またさらに、モバイル型コンピュータの普及は、従来のGUIとは性格を異にするするインタフェースを必要とし始めている。

6. おわりに

「百聞は一見にしかず。百見は一体験にしかず。」とは、評論家の立花隆氏がVR技術を評するのに使った言葉である。計算機の可視化能力をふんだんに使うことによって、本来体験不可能なことがらを日常の体験の枠組みの中に組み入れることが可能だ、というのがVR技術の本質である。したがって、この技術の本領が最も発揮されるのが、こうした分野への応用だということができる。