



# バーチャルリアリティとロボティクス

館 障 (東京大学)

## 【概要】

「Virtual」という言葉を日本語で「仮想・虚構」と訳しているがこれは誤りで、正しくは「形は異なっているが実効的に同等の機能を果たす」という意味であることを、よく認識したい。VRはロボティクス、コンピュータグラフィクス、ネットワークなどの幅広い技術が融合した領域であり、現在の形のVR技術は、1990年のサンタ・バーバラにおける会議から始まった。現在日本では、以下のようなVRの研究プロジェクトが進行中である。(1) 文部省の重点領域研究(1995～97年度、<http://www.star.rcast.utokyo.ac.jp/VRjuten/>)、(2) 通産省の産業科学技術研究開発プロジェクト「ヒューマンメディア」(1995年度～)、(3) 通産省の先導研究「R<sup>3</sup> (Realtime Remote Robotics)」(1996年度～、<http://www.irofa.com/>または日刊工業新聞社刊「R cube」)。ロボティクスからのVR研究として、東京大学の館研究室でのテレイグジステンス研究をビデオで紹介した。

## 【講演口述記録】

演題はバーチャルリアリティとロボティクスと書いてありますけれども、全体的な話もした方が良いかと思われまので、最初バーチャルリアリティに関する私の考えを述べさせていただきます。

さきほど少し申し上げましたが、バーチャルリアリティと申しますと、まだ一般のメディアの中ではそれは虚構や仮想であると考えられているわけです。そこで、少しこのことに関してお話をさせていただきたいと思います。バーチャルと言う言葉ですが、これはきちんと英英辞典を調べていただければわかると思いますが、Existing in essence or effect though not in actual fact or form.等と書いてあります。ですから、バーチャルというのは実際その形をしていない、しかし効果としてはあるいは本質的にはそのものである、というのがバーチャルの意味なのです。だから、これは虚や仮想と訳すのは明らかに誤訳であるわけです。

バーチャルカンパニー等と言われるものがありますが、これが虚構会社であったら実際にそこに取り引きすること

はできないし、仮想会社などといって仮に想定した会社と取り引きしても何もいいことはないわけです。バーチャルカンパニーというのは、例えばネットワークの中で作られた一つの組織でありまして、いわゆる従来の会社というような体裁はしていない。しかし、会社と同じ役割をしている。本質的には会社と同じである。というものであるわけです。

あるいは、最近バーチャルマネーというものがあります。例えば、エレクトロニックマネーというものは電子的に役割を果たしています。これはバーチャルが偽金だったらだめなわけです。あるいは、仮想でも駄目ですね。仮に想定したお金に対して何の決済もできないわけです。ではバーチャルマネーとは何かといえば、お金の形はしていないけれども効果としては同じである、というものです。

だから、バーチャルと言うのは、形はそうではない、しかし実際はそうである、という異形態、等効果というもののなのです。日本語にはこのことをきちんと伝える言葉がないわけですし、実は明治時代も間違えて訳されているわけです。バーチャルイメージと言う言葉を虚像と訳しているのです。これは、イメージの中でそこに光が集まるわけではないけれど、実際の像と同じであるというのがバーチャルイメージなのです。バーチャルメモリーと言うのも、コアメモリーではないけれどそれと同じ効果を出すというもののなのですが、これが仮想メモリーと訳されたわけです。

VR学会も本当は日本語で名前を付けたほうが良かったのですが、これも仮想現実学会では本質的に異なるのです。人工現実感でも同様です。そこで、バーチャルという言葉をもそのまま使い、その意味を考えながらいくしかないのではないのでしょうか。バーチャルリアリティというのはそういう意味では現実には何かの意味でつながる、本質的に何か現実の要素を持っているということに重要なポイントがあるわけですし、歴史的な経緯から言いますと多くの分野で発展してきたわけです。CAD、CG、Computer Interface、芸術、Simulation、通信、Roboticsといったようないろいろな分野において萌芽があったわけです。特に、非常に古い話になりますと、Sutherlandの1960年代の研究

がありますが、基本的には80年代になりましていろんな分野で研究がされて来たのです。それは、それぞれのところでは知るところではあっても、互いに知るところではなかったわけです。

1990年にサンタバーバラに於いてMITが招集した会議が行なわれ、そこには世界から先駆的にいろんな研究をしている学者が一堂に会しました。そこにはエンジニアリングといっても通信だとかロボティクスだとかさまざまな分野の人達がいました。さらに工学だけではなく心理学、生理学、医学、芸術、哲学といったような分野の人達もそこに会し、自分たちの行なってきた研究を披露したのです。そのなかでその研究を聞き合い、議論をたたかわせるなかで、いままで自分たちの行なってきたことは一見異なるようではあるが目指すものは同じだろうと、これは一つの大きな分野として考えることによってまた発展があるのだろうと考えたのです。これが1990年のことでありまして、一種のビッグバンのようなものであります。そして、集まった人達は自分の分野に戻りましてVRの研究と言うものを始めたわけです。それまではVRという名前はなくいろいろな呼び名で呼んでいましたが、VRという名前を使うことによってそれぞれが関連しあっているという認識を作り始めたわけです。

そこで、VRの特徴は何かというとそれは三次元の空間をインタラクティブにとらえるというものだと考えます。この空間をそれぞれの分野がとらえ利用するというものになっていくと思います。日本では1990年以降ICATという国際会議も始まりましたし、1993年からはIVRといったものも起きていろいろなバーチャルリアリティの展示なども行なって来ました。そして、昨年からは文部省の重点領域研究に人工現実感が指定されて、学術的にも一つの分野を形成しつつあるという段階に達しました。アメリカにおいても、National Academy of ScienceがFederal Governmentから依頼を受けまして将来の通信網に載る新しい手段としてのバーチャルリアリティが研究され新しい波が訪れています。

私どもの研究は主にロボティクスですが、ロボティクスにおいてはトレイグジスタンスとっています。これは1980年位に提案したのですが、自分が居ながらにして遠隔の作業ができる、あるいはコンピュータの作り出した世界の中に自分が入り込むことができる。それらが互いに有機的に結合して、コンピュータの世界の中にいるのだけれども実際に実世界にもつながるというものです。こういったことをするためにも、人間の状態を知ることが重要になります。Human intent を計測してそれにもとづ

いて Real environment や Virtual environment のロボットや Virtual Human を動かす。それに応じてなされたインタラクションを臨場感のあるディスプレイを用いて人間に表示する。これによって、その場にながら別の空間、コンピュータの作った空間を利用できるようになるわけです。あと Augmented Reality といったものが最近言われています。これは、実空間と仮想空間が一緒になったものです。実空間の中に仮想空間を重ねることにより、実空間を augment するわけです。

このような関係でどのようなプロジェクトが進んでいるかということをお話したいと思います。さきほど述べましたように、文部省の重点領域にVRは指定されてきて、これはVRを基礎的なところから学術的に見直していこうというものです。これは第1班から第4班まであります。

第1班は人間の臨場感や存在感はどこから来るのかということを探明しようというグループです。それと同時に人間の機能の解明にもVRを活かしていこうというように2面性を持って研究を進めています。これはエンジニアリングだけでなく心理学や生理学の分野からも集まって研究を行なっています。

第2班はVRの基本的なインターフェースを作っていこうというもので、その設計法を確立していこうとしています。

第3班はバーチャルリアリティの世界をどのように構築していこうかということを探明しています。

第4班はVRをうまく運用して行くために、この評価をきちんとして行こうというものです。新しい技術というのは、それが高度であればあるほどえてして悪影響も与えることもあるからです。このあたりは社会学のほうからも研究をしています。

通産省でも研究開発が進められていまして、それはヒューマンメディアというものです。これはバーチャルリアリティだけでなく、感性、知識情報処理といったような3本柱をまとめて人間が使いやすい環境を作るということを目指しています。

最後にロボットがらみのプロジェクトを紹介致します。これはアールキューブというものです。これはまさにネットワークとロボティクスを結ぼうというものです。インターネットを行き交っているのは今は情報だけです。しかし、これからは情報だけでなく仕事もできなくては行けない。行動がたつたわらなくてはならない。そのためには、手足のような作業ができるものがついてなくては行けないのです。これが、VRとロボティクス、ネットワークが結び付いたアールキューブなのです。これにより、家になが

らにして世界各地のロボットにテレイクジスタンスをできるように、大きな可能性を開くことになるのです。

インターネットはアメリカからの波に流されて来ましたが、これからはこのVR学会も中心となって、日本からもきちんとしたコンセプトを出してそれを発信して行きたいのです。その、日本の行なって来たものの中にロボティクスがありまして、これを利用したような新しい試みも積極的にやっていくことが重要だと思います。

最後にロボティクスの話題としてビデオをつかって私どもの研究を紹介したいと思います。

基本的には私達はテレイクジスタンスを、人間が空間や時間と言った制約を越えて自由に動くための道具だと考えています。これは実世界も仮想世界も同じだと考えているわけです。

このビデオは人間がこちらにいて作業しています。この中で人間が作業する環境と同じ環境をコンピュータの中に作っています。このことはとても重要で、その第一段階としてこの研究は行なわれています。ところで、このようなコンピュータのなかの環境では、自分が見えると言うことはとても重要です。これを自己投射性と呼んでいます。このビデオのように斜めの世界に自分が入っても、それを自分の体性感覚などとして理解できるわけです。

まず、この絵はマスターロボットとスレーブロボットが一緒に動いているものです。これはCGによりリアルタイムに絵を描いています。三次元の世界をつくり、その中で距離、大きさを実際に見たのと同じように認識するわけです。

次にロボット側にテレイクジストした様子を示します。つまり、仮想世界の中で、ロボットにテレイクジストしたもので、ロボット側から見た世界であり、もともとのマスターの方は見えなくなっています。そこで見える手などはロボットの手となるのです。このように、実際のロボットが行なっている作業を、Virtual environment でも実現して

いるわけです。

次のビデオはロボティクスの中でも触覚の部分のもので、いままで視覚、聴覚の分野は少しずつですが定式化されて来て、方法論もできあがってきました。しかし、まだ触覚についてはこれがなされていません。特に、力情報についてはいくらか進んで来ましたが、形に関する情報はまだだめです。最近では日本でもアメリカでもこれについて研究がなされていて、例えばボーイング社ではRobotic Graphics等というものが行なわれています。

我々の研究室ではこの形をつくり出すのに以下のように行なっています。つまり、例えば対象物を指一本で触る場合にはある一点でしかそのものを触らないわけですから、その情報を部品としてつくりだしこれを組み合わせることによって全体を表そうとしています。これはHMDに通じる手法でVRの考え方としては重要なものです。このビデオでは、Shape Approximation Deviceと呼んでいる6自由度のマニピュレータが動くことによって形をつくり出しています。また、このマニピュレータにインピーダンス制御を加えることにより、普通の壁に粘性や質量、弾性を持たせることもできます。さらに、連続な面は簡単に表現できますが、シャープなエッジや頂点といった非連続な面に対する難しさは実物をうまく使うことによって克服しています。また、これらの形に対して人間は三次元のレンダリングされた映像を見ているわけです。つまり、見たところにあるものが、さわれるようになるのです。

以上のように、私の講演と致しましては、一番最初の講演ということもありまして、まず様々な分野の流れからVRというものは生まれて来たということ、ロボティクスとの関係でどのようなプロジェクトが行なわれているかということ、さらに、私どもの研究室の紹介といったことを述べました。これで、私の講演を終わりにしたいと思います。

(News Letter No. 2より転載)



## バーチャルリアリティとコミュニケーション

原島 博 (東京大学)

### 【概要】

バーチャル・コミュニケーションを、メディアの進化という視点で捉えてみる。まず、コンピュータは「脳を作

る」目的で使われていたのが、次第にヒューマンインタフェースやエージェントといった「隣人を作る」もの、またVR・サイバースペースと呼ばれる「空間を作る」ものと