

触れる多視点裸眼立体ディスプレイを開発

見たものを見たままに触れる！ 「さわれる情報環境」プロジェクト

世を挙げての3Dブームだが、そんななか、現行のシステムの一步も二歩も先を行く画期的な3Dディスプレイが誕生した。

画像が裸眼で見えるのはもちろんだが、なんと実際に手で触り、触感を得ることもできるのだ。

“バーチャルリアリティ研究”事始め

「バーチャルリアリティ」は決して「仮想現実」ではない

「バーチャルというのはよく言われているような『仮想』ではないんです」

バーチャルリアリティについて尋ねると、慶應義塾大学大学院メディアデザイン科の舘暉教授は開口一番こう切り出した。

「見た目は違うけれど、実物と効果が一緒だったり、本質的な要素を持っているというのがvirtualの意味なんです。ですから、たとえばバーチャル・マネーと言ったとき、それは仮想のお金ではなくて、お金の形はしていないけれど、お金と同じ効果がある。電子決済ができたり、カードで決済できたり、そういうものがバーチャル・マネーなのです」

一般に日本語で「仮想現実」と訳されることの多いバーチャルリアリティだが、これはかなり誤解を招く訳語といえそうだ。

「それは日本語の限界で、virtualと同じ意味を持つ言葉が日本語にはない。要するに概念が違うわけですね。日本語にはない概念なんです。つまり、説明的には言えても、ひと言でパッとと言えるような言葉はない。ですから、バーチャルと言ってしまったほうがいいでしょうね」

この「バーチャルリアリティ(VR)」という言葉ができたのは1989年のことだ。むろん、それまでも現実をコンピュータの画面などに移し替える試みはさまざまな形で行われていた。そこではアーティフィシャル・リア

リティ、サイバースペースなど、さまざまな用語が使われていたが、その年、「VRの父」ともよばれるジャロン・ラニアーが提唱したこの呼称が、一気に普及していったのである。

飛行機をリモコンで動かすのではなく自分が飛行機に乗っているという感覚

舘教授もバーチャルリアリティという言葉が生まれる以前から、その分野に取り組んでいた研究者の1人だ。そもそものきっかけは、盲導犬ロボットの開発だった。視覚障害者の生活を大いに助けてくれる盲導犬だが、訓練には時間がかかり、都市部では飼いにくく、そしてなによりも寿命がある。そこで、その機能を「服従」「賢い不服従(飼主に危険がおよぶ可能性があるときは、命令に従わない)」「コミュニケーション」に分類し、その3つを兼ね備えたロボットの開発を目指したのだ。

「そのためにはロボットが得た視覚情報を人間に伝えなければなりません、それでは

情報量が多すぎるので、必要な部分だけに削ぎ落としていこうとしました。それで1980年の秋、その問題を考えながら研究所の廊下を歩いていると、ふと、結局人間が見ているのは現実全体ではなく網膜に映っている映像なので、首を動かしたりしたときに変化する映像をまたきちんと再現すれば、それは現実を見ているのと変わらないんじゃないかと思い当たったのです」

それが、今にいたるVR研究のはじまりだった。ただし、当時は先述の通り、まだ「バーチャルリアリティ」という言葉はない。代わりに舘教授は「テレグジスタンス(Teleexistence)」という概念を提唱した。これはオペレーターが遠隔地にいるロボットを、あたかもその場にいるような臨場感を持って自在に操作できるようにする、という考え方だ。

コミュニケーション能力を強化した2号機

テレグジスタンスロボット
TELESAR

テレグジスタンスロボット

遠隔地にいる操縦者が、あたかも現地にいるかのような感覚で、ち密な作業を行うことを可能にするロボット。操縦者はコンピュータが作ったVR環境や、それを介した実環境に入りこむこともできる。

全周囲裸眼立体視「TWISTER」

回転型のバララクス(視差)バリア構造を持っているため、この円筒の中に入ったユーザーは、裸眼で水平360度の立体映像を見ることができる。

「たとえば、私が自宅にいても、別の場所にいるロボットの中に入っている。中に入っているというのがどうということかという、自分の手について考えてみてください。たとえば目をつぶっても自分の手の存在は認識できますよね。それは、自分がその環境のなかに入りこんでいるということです。VR空間の場合はVR空間のなかにもう1人の自分が存在するのですが、その自分と一体化しているということなんです。リモコンの飛行機を考えると、自分とは別のところにある飛行機を操縦している。でも、テレグジスタンスだと、自分がその飛行機に乗って操縦している状態を作り出すんです」

現実を再現し、さらには拡張する新しい研究領域の誕生

じつのところ、そうした研究は、世界中で同時多発的に行われていた。

「たとえばフライトシミュレータがそうだし、コンピュータのインターフェイスでも、現実をデスクトップという領域のなかで理解するという発想で生まれてきたわけですよね。ほかに芸術の分野やコミュニケーションの分野でも……」

分野はさまざまでも、そうした研究にはいくつかの共通点があった。いわゆるVRの3要素である。まず3次元の空間性＝見たものと等身大の3次元空間を再現すること。もう一つは実時間の相互作用性＝たとえばその3次元空間内で視線を動かせば、同時に視界が変化する。そして3つめは自己投影性＝自分がその空間の中に一体化して入っていること。

「1990年にマサチューセッツ工科大学(MIT)の関係機関が世界中でこのような研究を進めている人々を、カリフォルニア州のサンタバーバラに集めました。そうすると分野は違っていても、狙っていることはみんな一緒だとわかった。つまり、3要素が共通していて工学、医学、芸術、心理学など、既存の別の分野でも利用できる。そしてこの3つの要素を持つものは、バーチャルリアリティという言葉でよぶにふさわしいということになったんです。サンタバーバラ会議



再帰性投影技術(RPT)

バーチャルな世界を実世界に重ね合わせた拡張現実感を実現する技術。スクリーンが平面でなくとも、ゆがみのない映像を投影できる。



は、のちにVRのビッグバンとよばれるようになりました」

新しい研究領域の存在を実感した舘教授は、1996年に日本バーチャルリアリティ学会を設立。その後もテレグジスタンス的な概念にもとづくロボットの開発を中心に、VR研究を進めてきた。

「最初はまず3次元を知ることによって、自分の分身の首を動かすことによって、ロボットが見た状態を人間に提示し、3次元空間がちゃんと伝わってくることを示しまし

た。離れたところにあるロボットの首が、映像をうまく人間に提示することによって、自分がその場において見ているのと同じ情報を得ることができた。これは非常に大事なことなんです。その後、ロボットを搭載した乗りものを作り、それに自分が乗っているのと同じように運転できることを示し、次には人間型ロボットを作って、その場にいるのと同じように作業できることを示した。それが1つの流れです。そして、もう1つの流れがコンピュータの作ったVR空間を実空間に取りこむ、いわゆるオーグメンティドリアリティ(AR=拡張現実感)なんです」

これはたとえば通りを歩いていると、実空間にVRの道案内が表示される、あるいは誰かと会ったとき、こちらが覚えていなくても、その人の情報が伝わってくる、といったことを可能にする技術。そして今回、舘教授らが開発した多視点裸眼立体ディスプレイ「RePro3D」は、その流れを大きく加速させるものといえるだろう。

舘 暁

たち・すすむ

1946年生まれ。73年に東京大学大学院工学系研究科計数工学専攻博士課程修了。通産省工業技術院研究員、マサチューセッツ工科大学(MIT)客員研究員、東京大学工学部教授などを経て、2009年4月から慶應大学大学院メディアデザイン研究科教授。東京大学名誉教授。



「バーチャル」とは日本語にはない概念なのです。

触れる多視点裸眼立体ディスプレイを開発

見たものを見たままに触れる!「さわれる情報環境」プロジェクト



館研究室のメンバーたち。SF的な発想にもとづいた研究テーマも多く、「ここではアニメ、ゲーム、漫画が必須の教養なんです」(南澤助教)とのこと。

「見たものを見たままに触れる」ための研究開発

再帰性反射スクリーンを使った裸眼でも見える3次元映像

「RePro3D」は、簡単に言うと空中に浮かんだ立体映像に手で触ることができるディスプレイだ。特殊なメガネをかける必要はなく、しかも触ると映像が反応し、触れたという感触も得られる。昨年は『アバター』を筆頭に3D映画が大ヒット、さらにテレビやゲームでも3D対応機種が次々に発売されるなど、さながら「3D元年」の感があった。しかし、VR的な視点から見ると、まだまだやるべきことは多いと館教授は言う。

「まず裸眼で3次元を作り出さなきゃいけないというのが、重要な課題ですね。しかも、作った3次元に対して、リアルタイムでインタラクション(2つ以上の存在が互いに影響を及ぼしあうこと)ができなければならない。3Dだけだと映画を観てるのと変わらないので、それに対してインタラクションがしたい。コンピュータゲームも、インタラクションはあっても、触れる3Dではない。ですから、われわれの研究課題は、メガネを使わない3

Dをいかにして作り出し、それにどうインタラクションができるか。見たものを見たまま触れるような情報環境を構築したいんです」

そのためには大別して、裸眼3Dと触覚インターフェイスという2つの技術が必要となる。まず裸眼3Dについてだが、この「RePro3D」では、館教授が開発した再帰性反射技術を用いて多数の画像を組み合わせることで、上下左右に視差のある3D映像を作り出している。

「普通、複数の画像を1カ所に投影すると、像と像が重なり合ってしまいます。よくある立体写真をメガネなしで見たときのような状態ですね。ですが当たった光をその方向に反射する再帰性反射材をスクリーンに使うと、スクリーン上では重なり合いますが、反射する角度がそれぞれ異なるので、見る側からは重なって見えない。視点を動かすたびに違った画像が見えるので、実空間に3D画像が浮かんだ状態を作り出せるんです」

しかし、立体写真なら画像を2枚組み合わせるだけでいいが、この「RePro3D」の

ように視差のある3D映像の場合、いったいいくつの画像が必要になるのだろうか?

「それは映像を見る人が動く範囲によって決まりますね。本来的には無限の数が必要ですが、人間はそんなに解像度がないので、ある程度間引いても大丈夫なのです。RePro3Dでは、のぞき窓をつけて視界を限定しているので、42枚の画像を15mm間隔で置けば、今回(15cmほどの女の子のキャラクターが空中に浮いている)程度の映像は作れます。もちろん、あの大きさだから42枚で済むわけで、大きなのぞき窓にして大きな像を作るとなると、1000視点ぐらい必要になるでしょうね」

指先の動きを読み取りリアルタイムで触感を再現

次に触覚インターフェイスだが、このデモでは画像に触ると、キャラクターが目を閉じ、しかも触ったという感覚がリアルタイムで指先に伝わってくる。

「触覚には2種類あって、1つは固有受容

覚とよばれるもの。関節や筋肉の状態によって生じる感覚のことで、もの大きさや、堅さを知ったりすることを指します。もう1つは、皮膚感覚。ツルツルするとか、暖かいとか、冷たいとか、そういう感覚ですね」

今回のシステムは、赤外カメラが指先と3D映像の接触状態を認識し、指先に装着したベルトをそれに応じて伸縮させ、物体に触れたときの皮膚の変形を再現している。残念ながら皮膚感覚を再現することはできないが、その点に関しても、館教授は1つの道筋を立てている。

にかの意図があるのだろうか？ それについては研究室のスタッフ、南澤孝太助教に話してもらった。

「やっぱり思わず触りたくなるような、キャッチーさが必要です。じつを言うところ運動系の触覚は、これまであまり着目されていなかったんです。でも、このやり方なら老若男女、誰にでもすぐわかってもらえますから、感覚系と両輪で研究を進めていけるといいですね」

この「RePro3D」の将来的な用途としては、博物館におけるバーチャル展示、触れる商品カタログ、そして触覚をとまなう遠隔

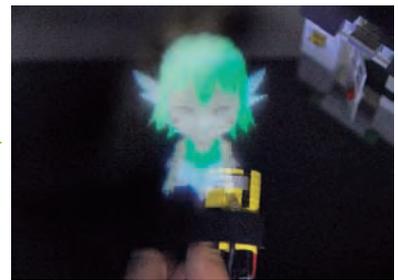
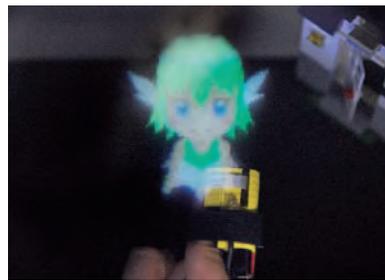
慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科
助教

南澤孝太
みなみさわこうた



多視点裸眼立体ディスプレイ「RePro3D」

空中に浮かんだ立体映像に手で触ることができる画期的なディスプレイ。従来の立体ディスプレイでは、特殊なメガネが必要な方式が主流だった。また、映像は画面の中にしか存在せず、触ることはできなかった。しかし、この「RePro3D」では、再帰性反射材に上下左右方向に42枚の画像を投影することで、裸眼3Dを実現。そこに触覚インターフェイス技術を合体させ、触感を再現することで実際に触れる立体映像を作り出した。



「人間の目は三原色の組み合わせで、あらゆる色を感知するようになっていますが、それと同じことが触覚でもできないかと考えています。よく調べてみると、人間の皮膚の下にもメルケル細胞やマイスナー小体、パチーニ小体など、いろいろな種類の感覚受容器がある。ですから個々の反応を調べて、ここにこうぶつかった時にはまずパチーニ小体が反応し、そのあとマイスナー小体、そしてメルケル細胞というようなパターンをしっかりとつかむことができれば、電気刺激などを使って、同じ皮膚感覚を再現できるのではないかと考えているわけです。視覚の三原色原理に相当する、触原色原理を解明したい。まさにバーチャルリアリティですね」

現在は電気刺激の使い分けによって、たとえばマイスナー小体だけを反応させることが可能になっている。この研究が進めば、3D映像に思いのままの触感を持たせることが可能になるかもしれない。

ところで、このデモのキャラクターデザインは、見るからにアニメ調だが、そこにはな



空の箱の中にまるで何かが入っているかのような感覚を生み出すGravity Grabber。画像の動きに応じた重さや慣性を手に感じさせる。

協調作業の支援などが考えられている。また、身近な目標としては、3Dで見える映像の範囲を拡大し、複数の人間が同じ空間、同じ映像を共有できる、触れる立体ディスプレイの構築が挙げられている。

新しいコミュニケーション さらには新しいモノ作りに向けて

「VR研究では、1つはコミュニケーションがテーマとなっています。新しいコミュニケーションの手段として、面談しているような状態

を遠く離れていても再現し、握手したり、表示されている物に触ったり、そういうことができるようにする。電話やメールでもつながっているという感覚は生まれますが、さらにそれを、VRやトレイグジスタンスを使うことによって緊密な状態にしていくということです。いろいろな専門家の知識や技術を、離れているからという理由で使えない場合でも、トレイグジスタンスを使えば、たとえば遠く離れた場所から専門医に手術してもらおうとか、エンジニアにしても、遠方の工場で指導を仰ぎたいときなどに、最高の人材にお願いすることが距離移動なしにできるようになるでしょう」

さらに、館教授はVRによるテーラーメイド化したモノ作りのシステムも構想している。

「コンピュータで画を描くのと一緒に、その中でモノ作りをし、VRでいろいろ試したうえで、個々人が自分のいちばん欲しいものを手にできるようにする。これは相当長期的な構想ですが、そういう時代を夢見てやっているんです」