

巻頭言

実世界と VR 世界の境界



広田光一
東京大学

1. はじめに

VR 技術は効果として現実と同様に機能する環境を作り出す技術であるが、そのアプローチは多様である。現実感を追求するのか実用的な折衷を模索するのか、完全に没入するような環境を目指すのかあるいは限られた一部分に VR を導入するのかなど、興味や目的によってもアプローチは異なってくる。筆者はこのところ、VR 環境の構築についてその基本的な考え方に立ち戻って考えさせられる機会が多く、このような本質的な問題について自身の考えや理解を深めてこなかった事に気づかされ反省させられている。

2. 現実感の捉え方

一つは現実感をどのように捉えるかということである。一般的な VR システムは、人と VR 環境とが動作を計測するセンサと感覚情報を提示するデバイスで結びつけられている。感覚情報の提示において人に提示されるのは刺激であるが、刺激を与えること自体が目的ではなく、例えば作業環境としての VR では、環境の状態を直観的に伝達することが本来の狙いである。具体的な情報の流れを考えると、まず、環境および人のモデルから提示すべき刺激の計算を行う。これによって得られるのは、刺激の内部表現とでも呼ぶべきものである。これをデバイスにより実世界での刺激として提示し、その刺激を人が知覚することで感覚として意識に上り、これを通してその人は環境の状態を認識する。

感覚情報提示の現実感の最も具体的な実現は、刺激のレベルで現実と同等な状態を実現することである。このためには、上の情報の流れのうち人間以外の部分を理解し実現しなければならない。しかしながら、刺激を実時間で計算することが難しかったり、デバイスの能力にも限界があったりして、十分に現実感のある刺激を提示できない場合もある。そこで、刺激は現実とは一致していなくてもそれが生起する感覚が現実のものと同じ

いれば、あるいはさらに、感覚が一致していなくても環境の認識を可能にすることができれば、というように、より抽象化された現実感を目指すことになる。余談であるが、これまでの研究においては、感覚と刺激の情報が計算機の内部表現として必ずしも明確に分離されていない場合が多いように思われる。これは、現実の刺激が物理的な現象によって生じることから、バーチャルな刺激の計算も物理的モデルにもとづいて行われる事が多く、したがって、感覚とは無関係であると位置づけられるためであろう。例えば、感覚のレベルでの現実感を実現することを考えると、感覚の内部表現から実世界での刺激までの特性が人の感覚特性の逆変換を近似するようなモデル化が必要になると考えられる。

操作についても同様である。VR の場合には環境の状態を直観的に更新することが目的となり、それを実現する手段が操作である。人は操作を実行するために、いわば操作の逆問題を解くようなことをして手や体の運動を生成する。この運動が計測され、計算機内での表現に変換され、これを基に操作モデルの計算が行われ、環境の状態が更新される。操作についても、もっとも具体的な実現は、人の動作について十分な自由度と精度の計測を行い、現実との整合性の高いモデルにこれを与えることで、結果として現実類似した操作を可能にすることである。しかしながら、このアプローチは必ずしも関心を集めているとは言えない。筆者の考えでは、その理由の一つは力覚提示技術がまだ不十分なことにある。厳密には力覚という感覚よりむしろ運動の拘束を生成することが重要で、これが実現されないと操作について現実との整合性が得られない。この問題による不整合が非常に大きいため、計測精度やシミュレーション手法の改善を試みても、現実感の向上につながらない。そこで、操作についても異なるレベルでの実現感が模索される。操作を抽象化したり、現実と異なる法則性を導入することで「便利な」環境を作ったりする。VR 世界の法則とユーザが逆問題を解く法

則とが一致してさえいれば、この法則が必ずしも現実のそれと類似していなくても良いからである。

このようなとりとめのないことを考えているきっかけの一つは、VR 技術を応用した五感コミュニケーションに関する共同研究に加えていただくことになったことにある。この研究では「超臨場感」をキーワードとしており、筆者はとりあえずこの言葉を、刺激や動作は現実に忠実でなくてもより上のレベルで現実感や臨場感を得ることができるアプローチと解釈して取り組んでいる。ちなみに、コミュニケーションでは、人対人の意志や情報の伝達というもう 1 レベル上の目的があり、相互の環境の状態を VR 的に伝えることはそのための手段に過ぎない。

3. 現実感の伝え方

もう一つは、VR の実現形態についてである。人間は実世界におり、VR 世界は計算機の中に定義されるので、その間のどこかに境界があるはずである。そしてその境界をどこにとるかによって、VR の実現方法が異なったものになってくる。ここで境界といているのは刺激が生成され運動が計測される境界のことを指しているのであって、実世界と生成される VR 世界に境界があるという意味ではない。わかりやすい例は HMD とグローブによる古典的な実現である。これらのセンサやデバイスは人に密着して使用され、人の目に直接的に情報を提示し、人の動作そのものを計測する。VR と現実の境界を人の表面にとろうとしていることが概念的に明白である。このようなシステムが VR の象徴的存在となっていることも納得できる。これに対して CAVE のような環境ではこの境界が投影ディスプレイという形態で少し離れたところに設定されている。なお、メガネを利用する立体視システムでは、映像の表示面からメガネまでの間は物理的的刺激が完全に再生されてはおらず、境界が表示面であると考えことは厳密には正しくないかもしれない。

このような境界の考え方の違いが実装に端的に現れるのが触力覚提示である。触力覚の特殊性は何か実体のあるものと接触して初めて感覚が生起すること、その接触がそのまま環境に対する操作となることである。古典的な VR のアプローチに倣うならば、人の皮膚表面での運動を計測し触力覚の提示を行うことになる。筆者はこれを人間指向の力覚提示と呼んでいる。それでは CAVE のようなアプローチはどうか。環境と人が触れている状態を考えると、VR と現実の境界はその接触している部分を通ることだけが必要条件として求められるので、境界のひき方には様々なものが考えられるが、人間指向と対極のアプローチとしては、環境中の対象物の表面の近傍に境界をとることが考えられる。いわゆる面提示あるいは遭遇型の考え方である。さらに、対象物表面まで

を現実と考えることもできる。このときバーチャルなのは対象物の挙動だけである。筆者はこのアプローチを対象指向の力覚提示と呼んでいる。ちなみに、デバイスはバーチャルには存在しないもの、つまり人がその存在を意識する必要がないものである。この対象指向のアプローチでは対象の表面は人が意識するものであることから、これをデバイスの一部と考えるべきではない。

従来からあるペンなどの道具を模した把持部に力やトルクを提示する装置も、この範疇に入らないことはないが、環境にある対象は道具とは異なって多様であり、扱われ方も操作に対する反応も多様である。つまり、必ずしも道具と呼べない様々な対象について、その挙動をバーチャルに実現することを考えてみることになる。例えば、お茶の入ったペットボトル。持ち歩ける対象であるから、非接地の実現が望ましい。内容物がこぼれなければ全体の質量が変化せず、重心が容器の内部にあり、力学的には運動量と角運動量が保存される。慣性による力は比較的短時間しか生成することができないため、感覚刺激の生成という観点からは必ずしも使いやすい手法ではなかったが、容器を振ったときの反力はそれ自体が慣性による力であり持続するものではない。また、受動的な対象であることも興味深い。流体特有の複雑な反力を返すが、この流体の運動は人の操作によって生成されるもので、これ自体がエネルギーの供給を必要とするものではない。したがって、バーチャルな実現においても受動的な実装の可能性がある。何の役に立つのか？という声が聞こえてきそうであるが、問題発見の作業仮説としてそれなりに面白そうである。

4. おわりに

現実感とは何でそれをどのように実現するかという問題は、VR という研究領域ができてから何度となく議論されてきた。それぞれの議論の背景や興味はその時その人によって異なっている。ここで述べたことも筆者も自身の現在の問題意識にもとづくもので、一般性のある議論になっているかどうか疑わしい。VR 研究にたずさわる者として、迷ったときに立ち戻る原点はやはり「現実感とはなにか」という事なのかもしれない。

【略歴】

広田光一 (HIROTA Koichi)

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 准教授

1994 年 3 月 東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻博士課程修了, 博士 (工学), 1993 年 4 月 日本学術振興会特別研究員 (東京大学人工工学研究センター), 1995 年 4 月 豊橋技術科学大学情報工学系助手, 2000 年 1 月 東京大学先端科学技術研究センター助教授, 2005 年 2 月より現職。