

OE4-2

体性感覚を呈示するメディア技術

Media Technology for Haptics

岩田洋夫†
Hiroo Iwata矢野博明†
Hiroaki Yano

1. はじめに

1980年代の終盤に開花したバーチャルリアリティは、21世紀を迎えた今日では確固たる存在として世の中に認められるようになった。バーチャルリアリティが他のメディア技術と最も異なる点は、人間の様々な感覚器官に対して合成的情報を呈示することにある。そのため、この研究領域では多種多様なインタフェースデバイスが開発されてきた。人間は豊かな感覚受容能力を有しているため、これを活用するようなメディア技術を開発することは非常に重要である。従来コンピュータと人間の接する場はキーボードやマウスといった極めて狭い感覚チャネルを通じて行われていた。このインタフェースは、インタラクションを行う環境が、記号的には複雑だが物理的には単純という歪を包含している。自然界で人間が活動する場合は物理的な複雑性をもっており、それが人間に智恵をもたらしてきたと見ることができる。メディア技術を用いた知的活動も同様に物理的複雑さが必要である。体性感覚とは皮膚や筋肉で受容する感覚で、外界の物理的複雑さを認識するためには、これが不可欠である。本稿ではこのような視点に立って体性感覚を呈示するメディア技術に関する諸問題を紹介し、その可能性について論じる。

2. ハプティックインタフェース

2.1 現行ハプティックインタフェースの限界

人間の感覚の中で従来電子メディアに活用されてきたものは視覚と聴覚であることは論を待たない。日常の行動においては触覚が不可欠であるが、この感覚を電子メディアに取り入れる試みはまだ諸についたばかりである。触覚に相当する術語としてハプティクスというキーワードがあるが、これは体性感覚とほぼ同義語である。皮膚と筋肉の感覚は体中任意の場所で発生するため、それを人工的に生成することは困難を伴う。

バーチャルリアリティにおける触覚呈示の問題に対して、筆者がデスクトップフォースディスプレイという回答を与えたのは1989年のことである。そして1990年代の中盤以降、デスクトップフォースディスプレイに相当する製品が世の中に出回り、ハプティックインタフェースの研究は多に拡大した。現在よく使われるハプティックインタフェースはグリップ部をつかんで操作する「道具媒介型」がほとんどで、一部にグローブ状の装置を手にはめる「エグゾスケルトン」が存在する。これらのハプティックインタフェースのもつ根本的な限界として、反力が呈示される部分が一つまたは複数の「点」に限定されるということである。これまでに開発されたアプリケーションでは指先やペン先を使うだけで十分であったが、人間にとっては手の平という「面」で触れるのが自然である。著者がこれ

† 筑波大学 機能工学系

までに数多くの人に対してデスクトップフォースディスプレイのデモを行ってきた結果わかったことは、点でバーチャル物体とインタラクションする行為を通じては触覚イメージが形成できない人が少なからず存在することである。

2.2 FEELEX

筆者は、この問題点を克服するために、FEELEX と名づけた新しいハプティックインタフェースの方式の研究を進めてきた[1]。FEELEX とは、“Feel” と “Flex” をつなぎ合わせた造語である。この装置は、手がバーチャル物体に接触する面、をゴム膜のような弾性体で作り、その下に力センサーの付いたアクチュエータを配置するものである。各アクチュエータの動きを制御することによって、接触面に様々な形を与えることができる。この接触面に映像を投影すれば、映像に素手で直接触れることが可能になる。通常立体的映像は平らなスクリーンに両眼視差のついた映像を映すが、FEELEX ではスクリーン自体を立体的にする。そして、人の手がスクリーンに加えた力に合わせてアクチュエータの動きを制御することにより、スクリーン自体に任意の硬さや粘さを与えることができる。図1は最近製作したものの概観である。

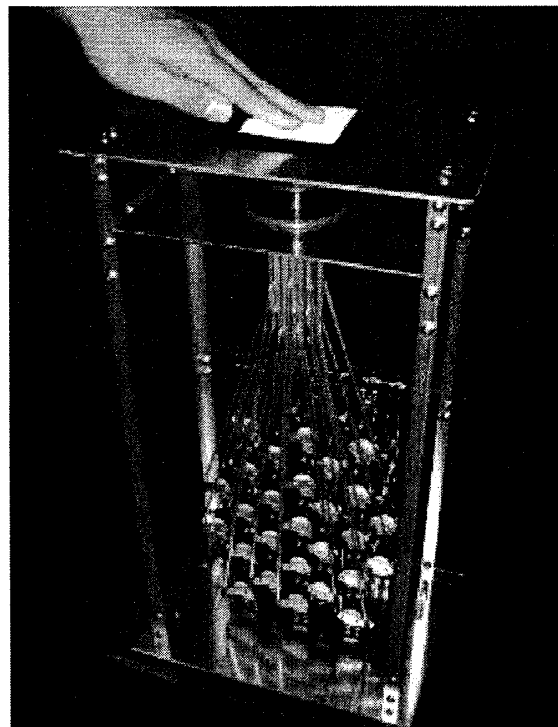


図1 FEELEX

この装置は、柔らかいものの中に硬いものが埋め込まれている状態を表現するのに適している。したがって、これを

用いて、触診のシミュレータを作ることができる。研修医のトレーニングや遠隔医療に応用が期待される。

FEELEX は体験する際に約束事がいらず、自由な触覚体験ができるので、教育分野への応用も期待できる。図1とは別の試作機は、両手の平で触れる領域を持つが、これを用いて、博物館や学校に展示を行って、好評を得ている。

3. ロコモーションインタフェース

従来ハプティックインタフェースが力覚を呈示するのは手や指先であることが一般的であったが、この技術の新しい発展形態として足や体全体に対する力覚呈示が考えられる。足に対する力覚呈示は歩行移動の現実感を生成する上で不可欠である。人間にとって最も生得的な移動手段は足で歩くことである。人間が自分の周囲の空間を認識する場合に、歩いて移動するという行為は極めて重要な意味を持つ。観光地に行った時に、バスに乗って見せられたものと自分の足で見つけたものの印象が大きく異なるのは、誰もが持つ経験であろう。歩いたり走ったりすれば地面から抗力や衝撃を受ける。また、自身の歩行運動に伴って視野全体の見えが変化する。この現象は人間の生活シーンでは当たり前前に発生するが、通常のバーチャルリアリティシステムにおいてはほとんど実現されていないのが実状である。

ロコモーションインタフェースとは物理的には存在しない空間を歩行する際に、脚の運動感覚を与える装置のことを意味する。そのような装置を実現するためには、実空間における歩行者の位置を固定したままで歩行感覚が得られる機能を備えなければならない。さらに、ロコモーションインタフェースのもう一つの重要な機能として、方向の変換がある。好きな方向に行けるのでなければインタフェースとしての意味はない。移動の打ち消しと方向の変換をどうやって同時に実現するかという問題がこの研究の出発点である。

筆者はこの問題に対して、様々な方式を試みてきたが、その最新のものは、GaitMaster と名づけたものである[2]。人間の足の運動を打ち消す操作を与えるためには、原理的には両足の下に小さな動く床を作り、足の位置をセンサーで測定して足がVR空間の床に着地したときだけ床が存在するようにすればよい。そのような床が実現されれば、平面だけでなく凹凸面の呈示も容易である。問題はどのような機構で足の下を動かすかである。これを通常の機械部品を用いて実現する場合には、多関節型のマニピュレータによって構成されるモーションプラットフォームの上にそれぞれの足を載せるという形態をとることになる。これらのモーションプラットフォームを適切に制御すれば、歩行者の移動を打ち消すことができる。そして、方向変換に追従するためには、2つのモーションプラットフォームの根元を回転する台に固定し、その台を人の体の回転に合わせて回すことである。図2はこの設計思想に基づいて開発したGaitMasterの試作機である。

ロコモーションインタフェースは歩行移動が必要なアプリケーションには今後不可欠になる技術である。現在のところ歩行移動が本質的意味を持つものとして、災害時の避難シミュレータの研究が進められているが、その他の様々なトレーニングシミュレータで応用が進むであろう。また、GaitMasterのように左右の足に個別に力を加えることの出来るものは、リハビリテーションや高齢者支援への応用が

有効である。障害の程度に応じて床の方が歩行を助ける力を貸すことができるからである。21世紀は高齢化社会の時代とも言われるが、このような福祉応用がVRの重要な応用分野になっていくであろう。



図2 Gait Master

5. おわりに

20世紀の終盤に登場したVRはこの10数年の間に急成長し、人間社会における本格的な応用を策定する段階にきている。本稿では体性感覚を呈示する方式として、最新のものを2つ紹介した。これらの技術が研究室レベルから一歩抜け出て、真に社会に貢献できるようになるためにはいくつものバリアを乗り越えなければならないだろう。しかし、少なくともその努力をするだけの価値がこの領域に内包されていると筆者は信じている。

文献

- [2] IWATA,H., YANO,H., NAKAIZUMI,F., GaitMater: A Versatile Locomotion Interface for Uneven Virtual Terrain, Proceedings of IEEE Virtual Reality 2001 Conference, (2001) pp.131-137
 [1] IWATA, H., YANO,H., NAKAIZUMI,F., KAWAMURA,R., Project FEELEX: Adding Haptic Surface to Graphics, Proceedings of ACM SIGGRAPH 2001 (2001) pp469-475