



# バーチャルリアリティと福祉

伊福部 達 (北海道大学)

筆者は、感覚や手足に障害のある人達を工学技術で補助するという福祉工学の研究に従事してきた。その中でも感覚代行と呼ばれる分野は、失われた感覚を残された他の感覚や感覚神経を介してできるだけ本来の感覚イメージに近くなるように情報を提示しようというものである。このような研究は、できるだけ現実に近いイメージを人工的に惹起させようという人工現実感の研究と必然的に結びついてきた。バーチャルリアリティと福祉とは切っても切り放せない関係にある。その関係について3つの例を通じて述べた。

最初に、盲人のための音による環境認識を例にとり、この福祉技術が究極の音によるVRに展開してきたことについて述べた。次に、九官鳥の声からヒントを得てイントネーションの出せる人工喉頭を作った経緯について述べた。食道発声や人工喉頭による不自然な代用音声を自然なものに近づけるというのもVRの大きな役割である。第3は、触覚・力覚ディスプレイと運動機能支援にかかわるもので、聴覚障害者のために振動子アレイによる音の触覚への変換という古くからの研究が、人工触覚や触覚ディスプレイの開発につながり、福祉のための感覚フィードバックハンドへ発展した。

私共は、福祉工学と呼ばれる分野を確立する努力を行ってきた。その中でも、永年にわたり、感覚代行と呼ばれる研究を進めてきた。これは、失われた感覚機能を残された感覚器もしくは感覚神経を介して代行させようというもので、例えば、視覚を失った人には触覚や聴覚を通じて、本来の感覚やイメージにできるだけ近い情報を提示するという方法をとる。感覚代行研究は、現実にできるだけ近い感覚やイメージを人工的に作り出そうとする人工現実感と必然的に結びついてきた。ここでは、福祉と人工現実感の切っても切り離せない関係を説明したい。

## 【講演口述記録】

本日、話すことは三つあり、一つめは、盲人のための音による環境認識がバーチャルリアリティの研究に結びついてきたというこ、二つめは、人工的に作り出した音声

にできるだけリアリティを持たせるための研究、三つめは、触覚や力覚ディスプレイを福祉に利用した例である。

感覚研究の方法論としては、まず感覚機能計測といって、健常者と障害者の感覚機能、あるいはコウモリや九官鳥といった特殊な動物の機能を調べて、視覚、聴覚などの感覚器の代行機能装置を作る。そうした研究は自ずと人工現実感技術に結びついてくる。視覚ディスプレイ、聴覚ディスプレイ、前庭感覚ディスプレイなどがそうである。そして、それらの装置がより優れた感覚代行機器の研究にフィードバックされ、それを適用してもだめなら、また、基礎となるの感覚機能測定に戻る。というように、全体としてループを描きながら研究を展開させる。

第1番目として、音だけによって環境認識がどの程度できるのかという話しをしたい。周知のように、コウモリは暗闇でも超音波を出すことによって、環境を認識することができる。コウモリは発声音によって2種類に分けられる。最初は一定の超音波の終わりの方で少しだけ周波数が下がるCF-FMコウモリのモデルとし、コウモリと全く同じ音をコンピュータに発生させ、その反射音を可聴音にして聞くことにより環境をどこまで認識できるかを調べた。これは、15年程前に行なわれた研究である。この結果、物体の存在する方向や物体までのおおよその距離を検出できることがわかった。とくに動きに対して敏感に認識できた。次に、発声音の周波数が急激に下降する種類のFMコウモリの音をコンピューターで作りだし、その反射音をスローモーションにして聞いてみたが、これも、物体との距離や、その方向を認識することができた。面白いことにFMコウモリの出す音の方が小さな物体を認識する上で有利であることが分かった。

ただ、盲人の多くは、こうした装置がなくても、「気配」のようなもので物の存在を認識できる。そこで、「気配」について約5年間にわたり調べてみた。目隠しをした健常者と視覚障害者に歩いてもらい、板を立ててある場所を探してもらおうと、視覚障害者はその場所を確実に当てる。これは、板の存在による音場の音色の微妙な変化を敏感に感じとって、それが障害物の知覚に結びついたといえ

る。そこで、被験者の周り360°にスピーカーを並べ、被験者の動きに合わせて、その方向のスピーカーから録音してきた街の音を流す、という音のバーチャルリアリティを作り出す装置を用い、どの程度周りの環境を認識することができるかを実験してみた。その結果、噴水の位置や道路の走っている方向などを容易に認識することができた。これらが、福祉工学の中の感覚代行研究が、自然とバーチャルリアリティに発展した一つの例である。

第2の話題として、音声研究を例にとり本来の工学的技術とバーチャルリアリティの技術が結びつく福祉に生かされるという例を述べたい。聴覚障害者のために、我々が17年ほど前に開発した一音一音を文字に変換するという音声タイプライターの出力を、シースルー型のHMDを利用すれば話しての口元に提示されるようにすることができる。

こうした研究は30年ほど前から行なわれていて、聴覚障害者に対し音声情報を視覚的な情報に変換して提示する、アプトン眼鏡と呼ばれるシステムなども研究されていた。これからヒントを得て、約13年ほど前に我々はウォークテレビと呼ばれる現在のHMDのような装置に関する特許を出願したことがある。現在の技術があれば、相手の話した音声を認識し、相手の口元にその内容をディスプレイするような装置も作れるので、聴覚代行に発展できるのではないかと考えている。視覚補助についていえば、小さな文字を大きく表示したり、弱視や視野狭窄の人には座標変換をして正常な文字に見えるようなHMDの応用などが考えられる。

一方では、人工的に作った音声をよりリアリティのあるものにするという研究もバーチャルリアリティの応用範囲と考えられる。ここでは、自然性のある音声を出せる人工喉頭を例にとって話したい。人工喉頭というのは、喉頭癌などで喉頭を切除した人のための器械で、我々は、九官鳥が人の喋りを上手に真似するメカニズムからヒントを得て、呼吸でイントネーションをつけることのできる人工喉頭を開発した。九官鳥と人の発声は全く違い、一つ一つの音をとると全く違った音の形をしているのであるが、続けて発音すると似て聞こえる。これは、イントネーションが似ているためである。この結果から、イントネーションを真似することで、健常者に近い発声をする人工喉頭を作ることができた。このように、音声によりリアリティを創り出すのも、VRの役割といえよう。

もう一つのVRの役割は、障害者や高齢者にあうように

情報を加工して提供することである。難聴になった高齢者から、話し言葉が早口で言葉が聞きとれないということが言われる。そこで我々は、電気メーカーと共同で、デジタル補聴器を開発した。これは、話し言葉を「ゆっくり」と聞かせる機能をもっているもので、高齢難聴者の感覚特性に器械の特性を合わせてリアリティを再現させたものである。

最後に、第3の話題として、触覚と力覚ディスプレイが福祉に生かされた例を示す。我々は、20年以上まえに音声情報を触覚を介して伝達できる装置を開発したことがある。これは、触覚の特性を徹底的に調べて作ったのであるが、その基礎研究が発展してロボットハンドに取り付ける人工触覚を開発した。これは、人工指に加わった圧力とその方向を検出できるセンサーである。さらに、その研究は圧力とその方向すなわち「ずれ」感を提示する触覚ディスプレイに発展した。これらは、VRやテレレイグジスタンスを目的としたものである。現在は、それらのセンサーや触覚ディスプレイを用いて寝たきりや重度の患者を抱き上げる装置のインタフェースとして利用されようとしている。

さらに、温度により大量の水素を吸着・放出する合金を利用したアクチュエーターを開発し、それを力感覚ディスプレイに応用したこともある。このアクチュエータは、車椅子の座席や便座を昇降させるのに利用されたり、筋肉が硬直した人のリハビリテーション器械に発展しようとしている。こうした成果が認められ、新たなウエルフェアテクノハウスと呼ばれる研究用の介護機器住宅も作られた。人工現実感の研究が、感覚代行や介護機器ばかりでなく住宅の設計や都市作りのヒントにもなるものと考えている。

以上まとめると、まず、感覚機能測定の結果に基づき感覚代行のためのディスプレイを作る。それが必然的に人工現実感の技術に応用される。その技術が進歩すれば再びより優れた感覚代行器械などに生かされる。それでも不十分であれば、基礎研究である感覚機能測定に戻る。これが、私の考える福祉のためのバーチャルリアリティ研究の方法論である。

(News Letter No. 3より転載)