

空中超音波触覚ディスプレイ

星 貴之* 立 藪 真理 高 橋 将文 篠 田 裕之
東京大学

岩 本 貴之
キヤノン株式会社

空中超音波触覚ディスプレイは、多数の超音波スピーカーで構成されています。それらを鳴らすタイミングを調節することで、空間中に超音波の強弱の分布を作ります。その空間を手で探ると皮膚表面に圧力が感じられます。これによって「触っていないのに触っている感覚」が体験できます。

1 背景と目的

三次元ホログラフィ(映画「スターウォーズ」などで描かれた、あたかも本物がそこにあるように見える立体映像)が、近年の技術革新によっていよいよ実現されようとしています。それを使うと、ゲームキャラクターが目の前で生き生きと躍動するのを楽しめたり、出来上がりを実寸大で確認しながら製品の設計や修正を行うことができます。ただしそこには光があるだけで実体はないので、手で触ろうとしてもすり抜けてしまいます。せっかく目の前にあるのだから、触ってみたいのが人情。しかしそれは技術的になかなか難しい問題なのです。

そもそもモノに触る感覚(触覚)は、モノに実際に触って初めて生じる感覚です。離れた場所から光や音を送ればよい視覚や聴覚とは性質が違う感覚であり、そのために問題が難しくなっています。バーチャルリアリティの分野でも触覚ディスプレイの研究は多く行われていますが、どれも方法は違えど何かしらの物体を触らせることで触覚を提示しています。何もない空間に見える立体映像と組み合わせるためには、触覚についても物体を使わない方法が理想です。私たちはそのような触覚提示法を研究しています。

2 原理

空中で触覚を提示するため、私たちは超音波の性質を利用します。超音波が進んでいるとき、それを物体が遮ると物体表面に圧力が発生します(Figure 1)。これは音響放射圧と呼ばれる現象です。したがって触覚を提示したい場所に超音波を集中させておけば、そこに手が来たとき皮膚表面に圧力が発生し、何もないのに何かに触ったような感じがするというわけです。



Figure 1: 超音波によって紙が押し上げられている様子。

超音波を集中させるには、フェーズドアレイという制御法を使います。集中させたい位置で超音波のタイミングが合うように、複数の超音波スピーカーの鳴るタイミングを距離に応じてあらかじめずらしておく方法です。このタイミングのずらし方を変えることで、集中する位置、すなわち圧力が出る位置を自由に変えることができます。また1点だけでなく、広がりを持った圧力パターンを生成することも可能です。これによって立体映像に合わせた触覚を提示します。

3 展望

これまでに324個の超音波スピーカーアレイ(Figure 2)を開発し、1g程度の力が出せることを確認しました。さらに手の三次元位置を計測し、PC画面中のカーソルを動かすシステムと組み合わせました(Figure 3)。カーソルが画面中のバーチャル物体に触ると、手にも触覚がフィードバックされます。これはバーチャル物体の操作性を向上するのに役立ちます。

今後、三次元ホログラフィが世に出る日を心待ちにしつつ、この触覚ディスプレイの出力や機能などを改良していきます。

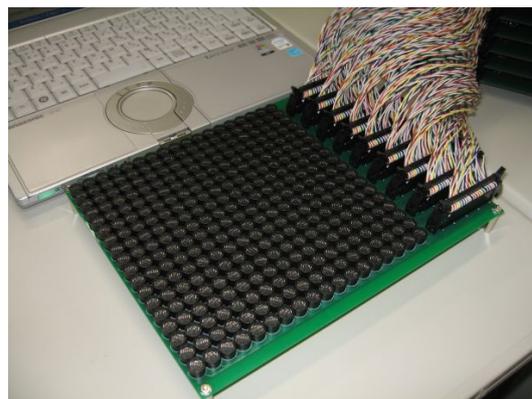


Figure 2: 324チャンネル超音波スピーカーアレイ。

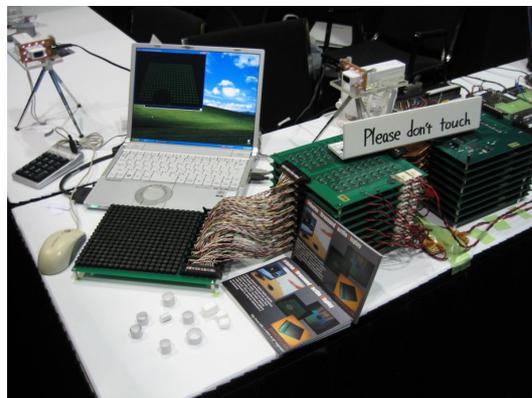


Figure 3: システム全体。手の三次元位置計測にはWiiリモコン(任天堂)の赤外線計測機能を利用している。

*e-mail: star@alab.t.u-tokyo.ac.jp