

## 触らずに触覚を再現し触覚を解明する

研究者所属・職名： 新領域創成科学研究科・教授

ふりがな しのだ ひろゆき

氏名： 篠田 裕之

主な採択課題：

- [基盤研究\(A\)「スーパーハプティクスの基礎的研究」\(2013-2015\)](#)
- [基盤研究\(S\)「非接触での分布触覚提示が生体に及ぼす効果の系統的解明と応用展開」\(2016-2020\)](#)

分野：ハプティクス、情報理工学

キーワード：空中ハプティクス、触覚、超音波、バーチャルリアリティ、インタラクション

### 課題

- **なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）**  
視聴覚の再現技術が生活の一部となり、日々の活動を支えているのに比べると、人工的な触覚刺激の活用は依然限定的である。触覚活用の可能性は非常に大きい、そのために特別な装置を身につけなければならないことが、普及の足かせとなっている。またその科学研究においては、刺激の自由度と再現性の確保が課題であった。そのような背景のもと、世界で初めて超音波による非接触触覚刺激を実証し、「空中ハプティクス」という新分野を確立した。
- **研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）**  
多数の超音波素子で身体を取り囲み、皮膚表面での放射圧分布を素早くかつ自在に切り替えられる装置作製から取り組んだ。1000個以上の超音波素子の駆動タイミングと出力強度を1 $\mu$ s以内の精度で同期させ、それらの出力波形の干渉によって任意の圧力分布を生成する。リアルタイムでホログラム計算を行うことにより、人間の動きに合わせてプログラム通りに皮膚を刺激できるようにした。また実験目的にあわせて基本ユニットを自由に追加接続できる仕様にした。

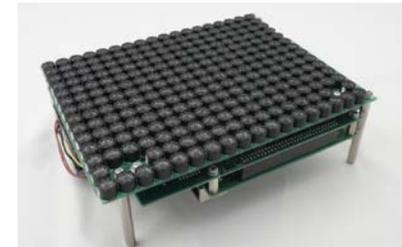


図1 超音波フェーズドアレイのユニット

## 触らずに触覚を再現し触覚を解明する

### 研究成果

#### ●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

##### 1) 空中インタラクションの実証

触覚を感じながら操作できる空中映像を実証した。空中で操作できるタッチパネル、把持・操作できる3次元物体、お互いの空中映像を介して触れ合うことができるシステムを実証した。また、力だけでなく冷温覚提示が可能であること、マクロな空中浮遊物体の操作や音響流の制御も可能であることを示した。

##### 2) 広いワークスペースでの動作誘導

上半身が動かせるワークスペースの中で触覚提示が可能であることを実証し、非接触で動作誘導が可能であることを示した。強く意識しなくても触覚刺激を追従できる「触覚パーシュート」など、非接触動作誘導のベースとなる人間の知覚・反応特性が本研究で初めて明らかになった。

##### 3) 触感再現と触覚の解明

反射・散乱も考慮しながら皮膚上に任意の圧力分布を再現する計算方法を開発し、触覚における数々の知覚特性を明らかにした。感度の低い無毛部にも触感を生成できる Lateral Modulation 法を見出すとともに、超音波によって静的な圧覚をも提示できることを示した。様々な触感再現を実証し、再現可能な触感のクラスを明らかにした。



図2 空中映像に触感を付与する

### 今後の展望

#### ●今後の展望・期待される効果

幅広い実用化を可能にする新しいデバイス技術についても進展しており、開発を継続する。皮膚上の力の分布と触覚との関係を解明する研究も進展しており、再現される触感の品質は今後さらに向上していくと思われる。触覚を伴うコミュニケーションは、今後の興味深いチャレンジの一つである。親子のスキンシップにみられる愛情や励ましの伝達など、メンタルの状態に直接働きかけられるチャンネルとしての可能性も追求していきたい。



図3 触覚コミュニケーション