

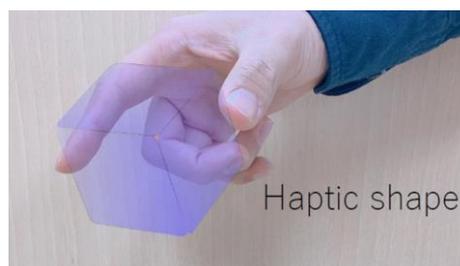
篠田 裕之

東京大学大学院新領域創成科学研究科
教授

実体化映像による多次元インタラクション

§ 1. 研究成果の概要

そこに実体があるかのように、実世界の人間や環境と物理的な相互作用を行うことができるコンピュータ映像を実現し、操作インタフェースからコミュニケーション、創造活動や心の支援まで、幅広い応用を展開する研究を進めている。超音波で触覚を再現し、指先で空中物体を操作できるようにするインタラクション技術において



は、人間の皮膚表面での音波の反射・回折をも考慮したリアルタイム音場生成技術を実証した。接触面以外での放射圧生成を抑制し、正確な圧力分布を再現することで、物体の把持感覚をはじめ接触面の法線やエッジの情報を知覚させることも可能となった¹⁾。

また、ハードウェアにおける基盤技術である超音波デバイスの開発においては、発生する超音波の高周波化と出力強度の向上を進展させるとともに、駆動集積回路の開発を行った。従来のデバイスは、そのデバイス外形と超音波波長についての制約から用途が限定されていたが、デバイスの薄型化・高出力化と短波長化により応用範囲が格段に広がると考えられる。

さらに、超音波触覚刺激による触感生成においても、多くの知見が得られている。超音波による触覚の知覚強度を高める手法として LM (lateral modulation) 法を確立し、触覚提示システムへの組み込みを行った。刺激点を皮膚に沿って振動的に移動させることで、無毛部のみでなく有毛部も含む全身の皮膚を刺激することが可能になった²⁾。

3次元視覚ディスプレイの開発では、時分割パララックスバリア型裸眼立体表示における 4K の解像度の実現と、2 人の観察者への同時表示の実現、およびフルハイビジョンの解像度を有する色分割・時分割式パララックスバリア方式超多眼立体表示の奥行き方向の視域拡大を達成した。

機械学習の適用においては、触感の合成や心理的効果の解明のための基盤技術を進展させた。皮膚を刺激する多自由度のパラメータと、それによって形成される曖昧な触感との対応関係を

定量化するためには、一人の被検者についてなるべく少ない試行回数で意味のあるデータが蓄積される心理物理実験を設計する必要がある。本年度は、多次元の振動パラメータで合成される触感を、少数回の調整で目標の感覚に近付ける問題に取り組んだ。ベイズ最適化に基づくインタラクティブな探索手法を開発し、16次元のパラメータ調整を数回程度行うことで、所定の触感に到達させることができることを実験によって確認した。その他、心理物理実験において行われている刺激強度のしきい値推定について、理論的検討を行った。しきい値推定の一般的手法として恒常法と調整法が用いられているが、結果の信頼性と効率性のトレードオフがある。そこで両手法の性質を理論的に明らかにし、さらなる性能と効率の向上を目指して、それぞれのモデル・定式化の理論的な解析を行った。さらに対応関係のわからないデータからの学習や、変化する環境下での学習などの基盤技術を構築した。

【代表的な原著論文】

1. Matsubayashi, H. Oikawa, S. Mizutani, Y. Makino and H. Shinoda, “Display of Haptic Shape Using Ultrasound Pressure Distribution Forming Cross-Sectional Shape,” Proc. 2019 IEEE World Haptics Conference, pp.419-424, 2019.
2. Ryoko Takahashi, Keisuke Hasegawa and Hiroyuki Shinoda, “Tactile Stimulation by Repetitive Lateral Movement of Midair Ultrasound Focus,” in IEEE Transactions on Haptics, Oct. 2019.

§ 2. 研究実施体制

(1) 篠田グループ

① 研究代表者:篠田 裕之 (東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授)

② 研究項目

- ・ 力学的相互作用デバイスの開発
 - ・ 超音波デバイスの開発
 - ・ ウェアラブル触感デバイスの開発
- ・ 3次元視覚システムの開発
 - ・ 頭部搭載型視覚システムの応用開発
- ・ 実体化インタラクションモデル
 - ・ 物理的相互作用の基礎開発
 - ・ 部分的情報からのモデル生成
- ・ 統合と応用システム
 - ・ プラットフォームの確立
 - ・ 応用システム

(2) 杉山グループ

① 主たる共同研究者:杉山 将 (東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授)

② 研究項目

- ・ 実体化インタラクションモデル
 - ・ 機械学習基盤技術の構築
 - ・ 部分的情報からのモデル生成

(3) 掛谷グループ

① 主たる共同研究者:掛谷 英紀 (筑波大学システム情報系知能機能工学域 准教授)

② 研究項目

- ・ 3次元視覚システムの開発
 - ・ 裸眼立体ディスプレイの開発
 - ・ リアルタイムCG表示の実現