

人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開
2018 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

篠田 裕之

東京大学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な触感を伴う 3D コンピュータ映像を実現し、機械学習の最新成果を活用しながら操作インタフェース、コミュニケーション、創造活動や心身の支援まで、幅広い応用を展開する研究を進めている。本年度は、空中超音波による触覚提示法、高精細立体映像を表示可能なディスプレイ、実体化映像の生成や評価に活用可能な機械学習手法の各研究要素について進展があった。

空中超音波による非接触での触覚再現技術については、触覚提示を行う人体表面での音波の散乱も考慮した高品質な圧力分布再現手法を確立し、リアルタイムでの再現に到達した。これにより、柔軟な物体に接触した際の接触面積の動的変化なども再現され、より忠実な触覚再現が可能になった。また、新しい超音波デバイスの単一素子動作を実験的に確認し、検証用フェーズドアレイの設計を行った。

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式立体表示における複数人同時観察の実現、時分割指向性バックライト式裸眼立体表示における消費電力を抑えた輝度向上、同時に3人以上が観察できる可能性がある表示方式の実現を行った。また、立体映像観察時における目の疲労の原因となる輻輳調節矛盾を解消する方法として、色多重化時分割表示による垂直方向・水平方向に視差を持つ超多眼表示を実現し、縦線だけでなく横線に対しても自然な焦点ぼけを再現することに成功した。

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。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。

§ 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

【代表的な原著論文情報】

1. Atsushi Matsubayashi, Yasutoshi Makino, and Hiroyuki Shinoda, “Rendering Ultrasound Pressure Distribution on Hand Surface in Real-Time,” In International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications (Eurohaptics), pp. 407-415, Springer, Sep. 2020.
2. Shun Suzuki, Seki Inoue, Masahiro Fujiwara, Yasutoshi Makino, and Hiroyuki Shinoda,

- “AUTD3: Scalable Airborne Ultrasound Tactile Display,” IEEE Transactions on Haptics, Early Access.
3. Shun Suzuki, Masahiro Fujiwara, Yasutoshi Makino, and Hiroyuki Shinoda, “Radiation Pressure Field Reconstruction for Ultrasound Midair Haptics by Greedy Algorithm with Brute-Force Search,” IEEE Transactions on Haptics, Early Access.
 4. Borjigin, G. and Kakeya, H., “Autostereoscopic display for multi-viewers positioned at different distances using time-multiplexed layered directional backlight,” Applied Optics, Vol. 60, No. 12, pp. 3353-3357, 2021.
 5. Zhang, T., Yamane, I., Lu, N., & Sugiyama, M. A one-step approach to covariate shift adaptation. In Proceedings of the 12th Asian Conference on Machine Learning (ACML2020), pp. 65-80, online, Nov. 18-20, 2020.