

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

2022 年度
年次報告書

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

主たる共同研究者:

掛谷 英紀 (筑波大学 システム情報系 准教授)

杉山 将 (東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授)

研究成果の概要

実体化映像、すなわちそこに実体があるかのようなリアルな触感を伴う高精細な 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¹⁾。

超音波触覚提示技術においては、超音波デバイス、レンダリング技術、統合システム、触覚の評価、の各項目において研究を進めた。複数の超音波周波数を用いて指先に局在した刺激領域を形成できること、指の運動に同期して圧覚刺激点を変化させることにより、表面凹凸を空間パターンとして提示できること²⁾、冷覚刺激を圧覚刺激さらには視覚情報と同時に提示することで冷たいものに触れた触覚体験を再現できること、リアルタイムに3次元映像を提示しながら手の平に触覚刺激を行うことで、握手の体験をリアルに再現できること、などが実証され、触覚レンダリング技術において進展があった。さらに皮膚表面の温度分布をサーモグラフィとして観測することによって、皮膚上での超音波強度分布を推定する実用的な方法を開発するとともに³⁾ 感性情報を定量化する一般的な方法を提案した。またリアリティの高い視触覚統合システムを用いて触覚の心理的效果を評価する研究を進めた。

3次元視覚ディスプレイの主な進展として、同時に複数人が固有視点からの立体像を観察できるシステムの評価を行い、触覚提示装置と連携動作を実証した。また、消費電力を抑制した時分割パララックス式裸眼立体表示の画質を向上するとともに、時分割パララックスバリアを用いた超多眼立体表示における、バリアの傾きを時分割二重化することによる任意の傾きの線に対する目の焦点調節の誘導、入り合いレンズを要素レンズとした粗インテグラル表示と粗インテグラルボリューム表示による滑らかな運動視差をもつ空中立体像(実像および虚像)生成を実現した。

機械学習の進展として、中～高次元の触覚刺激を低次元の直感的な操作変数に解きほぐすアルゴリズムを開発し、学習に必要な特徴の組み合わせ数を理論的に示すとともに、その実際的な性能を画像からの解きほぐし課題において実験的に実証した。また、これまでの機械学習研究成果をまとめた弱教師付き学習の英語専門書と転移学習の解説論文を出版するとともに、弱い教師情報からの高性能学習技術(曖昧なクラスラベルからの学習法)、学習手法のロバスト化(雑音を含むクラスラベルからの分類、雑音を含むデータの異常検知、画像の雑音除去手法の敵対的雑音への対処)、未知のテストデータへの対処(学習していない新しいクラスのデータの検知、人手によるテストデータの棄却)の研究を行った。

【代表的な原著論文情報】

- 1) H. Shinoda, "Creation of Realistic Haptic Experiences for Materialized Graphics," AsiaHaptics 2022, Nov. 12-14, Beijing, 2022.
- 2) Z. Somei, T. Morisaki, Y. Toide, M. Fujiwara, Y. Makino, H. Shinoda, "Spatial Resolution of Mesoscopic Shapes Presented by Airborne Ultrasound," International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications (Eurohaptics), pp 243-251, Hamburg, Germany, May 22-25, 2022.
- 3) R. Onishi, T. Kamigaki, S. Suzuki, T. Morisaki, M. Fujiwara, Y. Makino, H. Shinoda, "Two-

Dimensional Measurement of Airborne Ultrasound Field Using Thermal Images” *Physical Review Applied* 18, 044047 (pp. 044047-1-6) Oct. 2022.

- 4) G. Borjigin, H. Kakeya, “Viewing zone expansion of a dual-viewer autostereoscopic display with inclined interleaved linear Fresnel lens arrays and a time-division quadruplexing directional backlight,” *Optics Express*, Vol. 31, No. 11, pp. 17321-17330, 2023.
- 5) M. Sugiyama, H. Bao, T. Ishida, N. Lu, T. Sakai, G. Niu, “Machine Learning from Weak Supervision: An Empirical Risk Minimization Approach,” 320 pages, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2022.