

計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の
開発と応用
2017年度採択研究代表者

2020年度 年次報告書

向川 康博

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科
教授

多元光情報の符号化計測と高次元化処理の協調設計

§ 1. 研究成果の概要

本研究課題では、光線が持つ多様な情報を活用するために、計測デバイスの光学設計と情報科学分野における計算アルゴリズムを融合し、両者を協調的に設計することで高次元光イメージングを実現することを目指している。2019年度までに、高次元光データを計測・解析する基礎技術を固め、各グループの連携によって様々な分野への応用技術の開発に取り組んできた。2020年度は引き続き高次元光イメージングの基礎技術を固めると同時に、新しい高次元軸の開拓や、さらに広い応用分野への展開を実現した。

まず、基礎技術としては、波長軸においてセンサの物理的な解像度を超える超解像分光計測を実現し、時間軸において15ピコ秒以下の高時間分解計測を達成した。また、高次元光イメージングによって得られるデータは大規模になることから、乱択スケッチ利用した高速な回帰アルゴリズムや、乱択アルゴリズムによる効率的な圧縮技術を開発した。

また、新しい高次元軸の開拓として、新たに光線の偏光状態の計測に取り組み、非視線方向イメージング技術を開発した。一方、走査型のプロジェクタとカメラでは、両者の同期遅延と走査速度の2種類の異なる時間軸を独立に制御できることを利用し、2種類の時間軸を融合させたタッチセンシングを実現した。

さらに、広い応用分野への展開として、ナノ秒単位時間軸では梱包物体の内部と外部の両方の形状を推定したり、車の自動運転に向けて霧が発生している状態でも正確な奥行き推定と鮮明な画像を得る技術を開発した。視点位置軸では貼り付いた写真乾板の見えの分離に取り組んだ。また、視点位置軸と波長軸を融合し、肌内部の血管の可視化に取り組んだ。これらの成果により、高次元光イメージングが我々の身近な生活環境でも役に立つことを示した。

§ 2. 研究実施体制

(1) 計測グループ

- ① 研究代表者: 向川康博 (奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・各軸での高次元データの計測
 - ・符号化計測のための光学設計

(2) 解析グループ

- ① 主たる共同研究者: 松下康之 (大阪大学大学院 情報科学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・スパースコーディングによる高次元光情報の基底系の解析
 - ・高次元データ解析アルゴリズム設計及びソフトウェア開発

(3) 特定活用グループ

- ① 主たる共同研究者: 船富卓哉 (奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 准教授)
- ② 研究項目
 - ・様々な応用に向けた効率的な高次元光計測
 - ・応用に合わせた計測デバイスと計算アルゴリズムの協調設計

(4) 融合活用グループ

- ① 主たる共同研究者: 久保尋之 (東海大学 情報通信学部 情報メディア学科 特任講師)
- ② 研究項目
 - ・多元光情報の融合活用による応用開発

【代表的な原著論文情報】

- 1) T. Kushida, K. Tanaka, T. Aoto, T. Funatomi, Y. Mukaigawa, “Phase disambiguation using spatio-temporally modulated illumination in depth sensing”, *IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications*, Vol. 12, No. 1, pp. 2-13, Apr. 2020.
- 2) K. Tanaka, Y. Mukaigawa, A. Kadambi, “Polarized Non-Line-of-Sight Imaging”, *Proc. CVPR2020*, June 2020.
- 3) Daichi Iwata, Michael Waechter, Wen-Yan Lin, Yasuyuki Matsushita “An Analysis of Sketched IRLS for Accelerated Sparse Residual Regression”, *Proc. ECCV2020*, Aug 2020.
- 4) K. Kitano, T. Funatomi, R. Yasukuni, K. Tanaka, H. Kubo, Y. Hosokawa, Y. Mukaigawa, “Super-resolution for Dispersive Spectrometer Using Tilted Area Sensor and Spectrally-varying Blur Kernel Interpolation”, *OSA, Optics Express*, Vol. 29, Issue 2, pp. 2809-2818, Jan. 2021.
- 5) D. Kijima, T. Kushida, H. Kitajima, K. Tanaka, H. Kubo, T. Funatomi, Y. Mukaigawa, “Time-of-flight Imaging in Fog Using Multiple Time-gated Exposures”, *OSA Optics Express*, Vol. 29, Issue 5, pp. 6453-6467, Feb. 2021.