

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

2021 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。当初の研究計画では、主に波長軸・視点位置軸・ナノ秒単位時間軸の3軸を対象としていた。波長軸では、新たにステンドグラスの分光計測に取り組み、日照変化などの環境変動を補正する技術を開発した。環境要因を補正する高次元データの冗長性を考慮して、安定に環境変動を補正する手法を明らかにした。また、ナノ秒単位時間軸については、さらに時間を短縮した十数ピコ秒単位の光伝播計測システムを用いて、強い相互反射が生じるシーンを対象として反射率と形状を同時に推定するアルゴリズムを開発した。

さらに、当初に計画していた3軸については一定の成果が得られたことから、新しい軸での高次元化計測にも取り組んだ。特に、画像計測の高次元化をより広義に捉え、様々な高次元化の可能性を模索した。その結果、被写体に対するセンサの角度、被写体の下地の反射率、遠赤外域での波長、照明と観測の走査の時間差などを新しい高次元化の軸とみなして情報量を増やし、通常の低次元画像計測では得られない詳細な視覚情報を取得する方法を明らかにした。

また、本研究で得られた技術が実際に社会で役に立つことを実証するために、フランス・アミアンの大聖堂のステンドグラス、墨字で書かれた古文書、装飾古墳壁画、食品生産ラインなどを対象とした応用研究にも取り組んだ。これらの成果に基づいて、企業と共同での特許出願や、プレスリリースによって一般にも成果をわかりやすく紹介するなど、社会還元にも積極的に取り組んだ。

## § 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: 田中 賢一郎 (立命館大学 情報理工学部 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 (千葉大学 大学院工学研究院 准教授)
- 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) H. Guo, F. Okura, B. Shi, T. Funatomi, Y. Mukaigawa, Y. Matsushita, "Multispectral Photometric Stereo for Spatially-Varying Spectral Reflectances: A well posed problem?", Proc. CVPR2021, June 2021
- 2) T. Funatomi, T. Ogawa, K. Tanaka, H. Kubo, G. Caron, E. M. Mouaddib, Y. Matsushita, Y. Mukaigawa, "Eliminating Temporal Illumination Variations in Whisk-broom Hyperspectral Imaging", International Journal of Computer Vision, Mar. 2022.
- 3) M. Tsuji, H. Kubo, S. Jayasuriya, T. Funatomi, Y. Mukaigawa, "Touch Sensing for a Projected Screen Using Slope Disparity Gating", IEEE Access, Vol. 9, pp. 106005-106013, July 2021.
- 4) S. Chandran, H. Kubo, T. Ueda, T. Funatomi, Y. Mukaigawa, S. Jayasuriya, "Slope Disparity Gating: System and Applications" IEEE Transactions on Computational Imaging, Mar. 2022.
- 5) T. Kushida, K. Tanaka, Y. Kagawa, T. Funatomi, K. Tahara, Y. Mukaigawa, "Practical Descattering of Transmissive Inspection Using Slanted Linear Image Sensors", International

Conference on Machine Vision Applications (MVA2021), July 2021.