

情報担体を活用した集積デバイス・システム
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

香川 景一郎

静岡大学 電子工学研究所
教授

実世界をサブナノ秒光信号で見る電荷領域計算イメージセンサ

主たる共同研究者:

長原 一 (大阪大学 データビリティフロンティア機構 教授)
宮崎 大介 (大阪公立大学 大学院工学研究科 准教授)
安富 啓太 (静岡大学 電子工学研究所 准教授)

研究成果の概要

イメージセンサの最も重要なパーツであるマルチタップ電荷変調器と、電荷領域計算イメージセンサの基本設計を行った。また、電荷領域計算イメージセンサを駆動するための露光符号と圧縮信号を復元するとともにデプスマップを推定する深層ニューラルネットワークを同時に最適化するための基礎検討と、マルチパス干渉があるシーンのデプスを正確に推定する手法の検討を行った。応用についても、デモに向けた準備を行った。以下、グループ毎に成果をまとめる。

【画素・要素回路グループ】画素サイズと機能性のバランスから、電荷変調器のタップ数を決定し、デバイスシミュレータによりレイアウト・不純物注入条件の基本設計を行った。画素ごとに透過波長が異なるフィルタを同時形成可能な波長フィルタとして、プラズモンを利用した波長範囲 400-800nm のフィルタを設計した。

【計算撮像素子グループ】電荷領域計算イメージセンサの画素サイズ、画素数、電荷変調器の有効タップ数を決めるとともに、イメージセンサの構成パーツを決定した。また、センサチップの面積の制限と機能性のバランスから、最大露光符号長を決定した。

【アルゴリズムグループ】Deep Sensing のコンセプトに基づき、電荷領域計算イメージセンサに与える露光符号と、光のスローモーション画像の復元・デプスマップの推定を同時に行う方法について基礎検討を行った。時間分解レイトレーシングソフトウェアを用いて生成したデータセットを用いて、基本的な動作を確認した。また、スパース性を推定することでマルチパスを分離する方法により、透明物体および背景物体の奥行きがより正確に求まることを示した。

【応用・デモグループ】インタラクティブ立体ディスプレイ応用について、光学的シミュレーションによる空中像の解像度の検証とともに、空中像形成と3次元画像取得・認識の予備実験を行った。ドローン搭載応用について、ドローンハードウェアと制御システムの構築を進めた。蛍光寿命イメージング応用について、予備実験としてイースト菌の蛍光寿命イメージングを行い、栄養分の有無に対する変化を観測した。拡散光トモグラフィ応用として、近赤外計測における理論解析により光の生体侵入深度を理論的に見積った。また、モンテカルロシミュレーションにより妥当性を確認した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Hajime Nagahara, “Deep sensing - Jointly optimize imaging and processing -”, Proc. International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems, Dec., 2022. Shizuoka, Japan
- 2) Pham Ngoc Anh, Thoriq Ibrahim, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, Hajime Nagahara, Keiichiro Kagawa, “Pseudo-direct ToF imaging using a multi-tap macro-pixel CMOS image sensor with oversampled reconstruction,” Proc. International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2022), pp. 31-32 (Dec. 12-13, 2022, Hamamatsu).
- 3) Hannibal Paul, Ricardo Rosales Martinez, Robert Ladig, Kazuhiro Shimonomura, Lightweight Multipurpose Three-arm Aerial Manipulator System for UAV Adaptive Leveling after Landing and Overhead Docking, Drones, Vol. 6, No. 12, Paper No. 380 (Nov. 27, 2022).