

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

張 超

島根大学 総合理工学部
助教

相互干渉回避機能を持つ超高精細 LiDAR に関する研究

§ 1. 研究成果の概要

本年度は CAMPS 方式及び FMCW 方式の LiDAR の開発に取り組んだ。前者は間接 ToF LiDAR に分類され、分散同調型波長掃引レーザ(DTSL)と回折格子を用いた非機械式走査法を提案し、その原理実証と性能評価を行った。DTSL には機械的な可動部がないため、慣性のない高速波長掃引を実現できる。また、適切なデータ処理法としてチャープ振幅変調位相シフト(CAMPS)法を提案した。本提案の検証実験を実施し、40 nm の波長掃引帯域で 3.5° 範囲を 10 kHz の速度でビーム走査し、約 50 μ m の奥行精度が得られた。奥行分解能はまだ適切に評価できていない。また、SWaP-C を抑えるための非機械式ビーム走査に関しても、水平走査に対して実現した。一方、FMCW LiDAR に関しては距離計を 2 台構築した。ここでは、チャープ率の操作による相互干渉抑圧法を提案し、別 LiDAR から受けた相互干渉を実験的に抑圧することに成功した。また、本提案について計算機シミュレーションを開始し、平均化時間を 1/10 にすると、同程度の相互干渉抑圧性能を得るのに掃引周期の変化量は 10 倍必要であるという設計指標が得られた。さらに、これまで報告された FMCW LiDAR による移動体計測では、距離・速度(スカラー量)の測定に限定されるのに対し、本研究ではプローブ光の同相/直交位相(I/Q)成分を同時検出することで距離・速度(ベクトル量)を測定する技術を確立した。現状の本 LiDAR の奥行分解能は約 3 cm で、測定可能な最大速度は約 6.35 km/h である。装置設定を調整することで原理的に約 108 km/h まで測定できる。上述性能より、今年度開発した FMCW LiDAR 技術は自律走行車、無人航空機、その他ロボットの測域技術として期待できる。最後に、FMCW LiDAR に課せられた測定距離の制限を打破するために 2 つの手法を提案し、実装準備を進めている。

【代表的な原著論文情報】

- 1) S. Shimizu, C. Zhang, and F. Ito. "Measurement of Complex Waveforms in Wide Wavelength Range by Using Wavelength-Swept Light Source and Linear Optical Sampling." *IEICE Transactions on Communications* (2021). Advance online publication: 2021/12/28
- 2) C. Zhang, and F. Ito, "Recent progress of fiber diagnostic technologies for optical fiber networks — Distributed fiber sensing and fiber characterization", SPIE Photonics West On Demand, 12027-31, San Francisco, Feb. 2022. (招待講演)
- 3) 相馬聡文、荒石翔太、清水奏吾、張超、伊藤文彦、"FMCW LiDAR における相互干渉抑圧に関する検討" 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会 (2021.10、オンライン開催) (学生ポスター講演)
- 4) 張超、宇山康太、張哲元、セットジイオン、山下真司、"コヒーレント自由空間光通信の近年の研究動向" 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会 (2021.11、オンライン開催) (招待講演)
- 5) 谷村大輝、田中直樹、三宅大樹、張超、伊藤文彦、吉村雄一、青鹿弘行、今井道男、"位相雑音補償光周波数領域反射計を用いたひずみ計測" 電子情報通信学会総合大会, B-13-19 (2022.3、オンライン開催)