

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2021 年度採択研究代表者

2022 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

研究成果の概要

本年度は 2 コム干渉方式に基づく ToF LiDAR の開発に取り組んだ。2 コム干渉法は光短パルス(パルス幅 1 ps 以下)を低速受光器で検出することができ、ToF LiDAR の奥行分解能を大幅に向上させることが可能である。時間領域で見ると、2 コム干渉は光短パルスに対して線形等価サンプリング(2 パルス列の繰り返し周波数に僅かな差を設定)を行っており、その時間分解能(実効サンプリング間隔)は 1 ps を下回ることが可能である。例えば、1 ps 幅を有する光パルスを検出することで、150 μm の奥行分解能を達成できる。一般的な ToF LiDAR のパルス幅は 1 ns であり、その奥行分解能は 15 cm であることと比べると、2 コム干渉法の導入により極めて高精細な LiDAR を実現できることが想定される。

本年度は、ToF LiDAR の構築、2 コム干渉計の開発、2 コム干渉 LiDAR の安定化(2 波長補正法+インライン参照経路)に取り組んだ。この結果、パルス幅 870 fs(推定奥行分解能 130 μm)、奥行精度 3.44 μm (実測値、44 ms 平均)の ToF LiDAR を構築することができた。2 コム干渉では 2 台のパルス光源を用いるが、温度変化などに起因する両者の繰り返し周波数の不安定性やドリフトは、実効サンプリング間隔の変動に繋がるという問題がある。そこで本研究では、2 波長補正法を用いて 2 台の自走パルス光源をソフトウェア処理により安定化させることに成功した。本手法では、追加で 2 台の CW 光源、複数の光カプラ及び光検出器が必要となるが、上記 2 手法のような煩雑な構成は伴わない。さらに、測定精度をより高めるために、光の射出口の手前にインラインの参照経路(約 1 m)を挿入した。上述のハードウェア及びソフトウェアの要素技術を開発し、適切に組み合わせることでシステムを構築した結果、パルス幅 870 fs(推定奥行分解能 130 μm)、奥行精度 3.44 μm (実測値、44 ms 平均)を有する ToF LiDAR を実現することができた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Bandwidth-decomposed measurement of spatial-mode dispersion of coupled 2-core fiber employing linear optical sampling. JLT, vol. 41, no. 10, pp. 3153-3163, May 2023.
- 2) Long-range frequency-modulated continuous-wave LiDAR employing wavelength-swept optical frequency comb with ranging disambiguation. SPIE Smart Structures + Nondestructive Evaluation, paper 12487-54, Long beach, CA, Mar. 2023.
- 3) “スペクトルパターンを有する光周波数コムを用いた長距離周波数変調連続波型 LiDAR”, 電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会 (PN)学生ワークショップ(WS), pn2023-stws-8, 沖縄県立博物館講座室, 2023 年 3 月.
- 4) “波長掃引型光周波数コムを用いた周波数変調連続波型光距離計”, 電気・情報関連学会中国支部連合大会, R22-11-04, オンライン開催, 2022 年 10 月.
- 5) “線形光サンプリング法による結合型 2 コアファイバの空間モード分散の測定”, 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, オンライン開催, 2022 年 5 月.