

周波数変調コムライダー

Frequency-modulated comb LIDAR

Naoya Kuse^{1, †} and Martin E. Fermann²IMRA America Inc., Boulder Research Labs¹, IMRA America Inc.²E-mail: kuse.naoya@tokushima-u.ac.jp[†]現所属は徳島大学ポストLEDフォトンクス研究所

光を用いた距離測定(Light Detection and Ranging, LIDAR)で最も普及している方式は周波数変調CWライダー(frequency-modulated cw laser, FMCW LIDAR)である。周波数変調CWライダーは周波数変調(線形に変化させる方式が主流)したCWレーザーの参照面とターゲット面からの光の干渉を測定し、それらのビート信号からターゲット面までの距離を測定する。周波数変調CWライダーの距離分解能は周波数掃引範囲の逆数に比例し、測定距離範囲はCWレーザーの線幅の逆数に比例する。しかしながら、周波数掃引範囲と線幅はレーザー共振器長を起源とするトレードオフの関係にあり、周波数変調CWライダーで高距離分解能と長距離測定を両立することは困難である。

そこで本報告では新たなライダー方式である周波数変調コムライダー(FM comb LIDAR, FMcomb LIDAR)を提案する。周波数変調コムライダーでは周波数変調(ここでは線形に周波数を変化)された光周波数コムを光源とし、光周波数コムモード1本1本を周波数変調CWライダー様に使う。ここで用いる光周波数コムはコムモード1本1本を空間分離する必要があるため、EOコムやマイクロコムのようなコムモード間隔が大きな光周波数コムを想定する。光周波数コムモードは互いにコヒーレントな関係にあるため、図1(b)のように、各コムモードによるFMCW信号をコヒーレントにつなぎ合わせる事が可能であり、実効的に周波数掃引範囲が大きな単一のCWレーザーによる周波数変調CWライダーと等価になる。つまり、コムモード間隔と同程度の周波数掃引範囲で、実効的に光周波数コムのスペクトル帯域幅と同程度の周波数範囲を得るということである。これにより周波数変調CWライダーで問題となる距離分解能と測定距離のトレードオフを打破する。

より詳細な原理、原理実証のための実験セットアップについては講演の中で説明する。原理実証実験では周波数変調されたEOコムを光源として使い、3つのコムモードによる周波数変調コムライダー実験を行い、周波数変調CWライダーと比べ、想定通り3倍の距離分解能の改善に成功した。周波数変調コムライダーはマイクロコムやSiフォトンクスを用いることで、小型、安価で汎用的かつ高性能な次世代のライダー方式になる可能性がある。

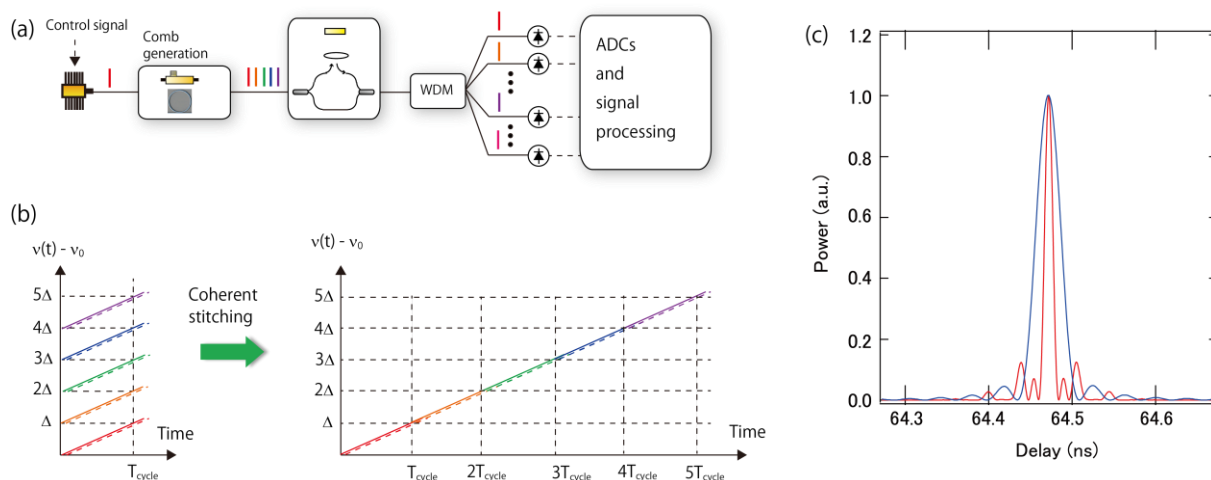


Figure 1. (a) Conceptual experimental setup for FMcomb LIDAR. (b) Working principle with instantaneous frequencies. Δ : comb mode spacing. (c) Estimated delay of a target by FMCW (blue) and FMcomb (red) LIDAR with the same scan range of a cw laser.