

光ファイバー増幅器を用いた小型センサヘッドレーザレーダの開発（２）

井上 大介, 松原 弘幸, 市川 正, 各務 学
(株) 豊田中央研究所

Daisuke Inoue, Hiroyuki Matsubara, Tadashi Ichikawa, Manabu Kagami
Toyota Central R&D Labs. Inc.

Abstract

We developed a LIDAR system with a sensor head as small as 22 cc, in spite of the inclusion of a scanning mechanism. This LIDAR system not only has a small body, but is also highly sensitive.

Our LIDAR system is based on time-of-flight measurements, and it incorporates an optical fiber. The main feature of our system is the utilization of optical amplifiers for both the transmitter and the receiver, and the optical amplifiers enabled us to exceed the detection limit of thermal noise.

1. 背景

レーザレーダでは雨霧などの悪天候下でも測定レンジを確保することが望まれている。測定速度も必要とされるため、時間をかけて測定感度を上げる方法が使えないことが問題を難しくする。感度を上げるためには受光開口径を大きくすることが考えられるが、受光開口径を大きくすると付随するミラーなどの光学部品も大きくなる。車内の電装品はすでに高密度に配置されていることや、デザインの観点からも小型のレーザレーダが求められている。われわれの目的は小型で高感度なレーザレーダを開発することである。

2. 動作原理

車載用のレーザレーダの場合、半導体レーザが光源として、フォトダイオードが受光器として使われる。パルスレーザ光を外部に放射し、測定対象に当たって戻ってくる光を受光し、時間を測定することで距離を測定する方式が用いられる。感度を低下させる雑音の原因として、太陽などによる背景光雑音や、光検出器の暗電流、増幅器の熱雑音などがある。半導体とフォトダイオードから構成されるレーザレーダの場合、熱雑音が測定限界を決める原因となる。

これに対し、われわれは熱雑音が光電流を電圧に変換する過程で発生することに注目し、受信光が光の状態を増幅を行うことで熱雑音の検出限界を超える光プリアンプ型の距離測定装置を開発した¹⁻⁶。このシステムでは50dBあるファイバー増幅器の利得のため、ショットノイズ限界の計測が可能となる。今回は擬似同軸光学系としてセンサヘッドを再設計試作し、性能を評価したので報告する。

3. 装置構成

光増幅器の構成は前回と同じであるがパルス幅を5nsと変更した。試作したレーザレー

ダ装置のセンサヘッドの拡大写真を図 1 にしめす。投受光レンズはともに直径 2mm 焦点距離 5mm である。走査光学系は直径 6mm、共振周波数 100Hz、走査光学角度 40° のミラーを使って試作した。

4. 結果

鳥瞰図を測定した結果を図 2 に示す。測定レンジは 80m であった。

興味深いのは、ミラーを取り付ける前にはターゲットが固定にもかかわらず測定結果のパルス波形が不規則に揺らぐ現象が観察されたが、ミラーを取り付けてミラーを駆動させながら測定すると測定結果が揺らぐ現象がなくなっていた。これらの現象は、レンズ径が 2mm と小さいためスペックルノイズの影響を受けやすいことが原因で起こっていると考えられる。ミラーを取り付けて駆動したことにより、ミラーのぶれによりスペックルノイズの影響が低減してパルス波形の揺らぎが減少したと考えている。

5. まとめ

光プリアンプを用いることで熱雑音の測定限界を超えるような距離測定法を開発した。パルス光をプローブとして飛行時間を計測することで距離を測るレーザレーダとしては、本研究のような光のプリアンプを使用した測定方法は世界初である。この技術によりこれまでにない小型のセンサヘッドをもつレーザレーダを開発した。低コスト化で作成などの課題は残っているものの、携帯電話のカメラほどのセンサヘッドによってこれまでにないレーザレーダの新しい応用分野が切り開かれると期待している。

【参考文献】

- [1] D. Inoue, et. al, SPIE Defense, Security, Sensing, [8037-9], 2012
- [2] D. Inoue, et. al, SPIE Defense, Security, Sensing, [8037-9], 2011
- [3] 井上、他、応用物理学会学術講演会、2009
- [4] 井上、他、応用物理学会学術講演会、2010
- [5] 井上、他、応用物理学会学術講演会、2011
- [6] 井上、他、第 47 回光波センシング技術研究会講演論文集, p183, 2011
- [7] 今城、他、第 44 回光波センシング技術研究会講演論文集, p41, 2009

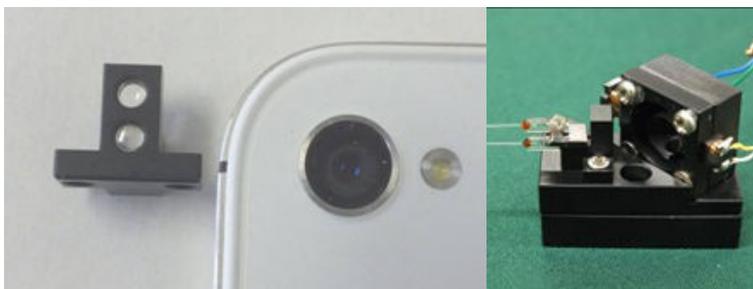


図 1 : センサヘッドの写真

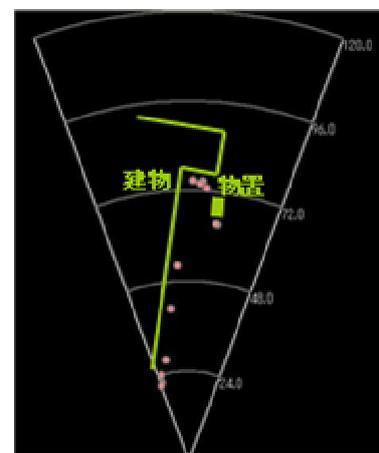


図 2 : 測定結果