

超小型ライダーネットワークによる都市大気環境の測定 Measurement of Urban Atmospheric Environment Using Very-Small Lidar Network

阿保真、長澤親生、柴田泰邦
Makoto Abo, Chikao Nagasawa and Yasukuni Shibata

首都大学東京大学院システムデザイン研究科
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

Abstract

The conventional lidar system is designed for measurement over several kilometers. We developed a micro miniature lidar, and constitute a sensor network using these lidars. The micro miniature lidar is consists of a laser diode, a small telescope, and a photon counter. For short-range measurement, such as tens of meter, we adjust the overlap factor. We can get three-dimensional information by using this lidar as a sensor and constructing sensor-networks.

1. はじめに

近年、工場や自動車の排出ガス規制が進んだにもかかわらず、ヒートランド現象、近隣諸国の経済発展に伴う大気汚染物質の流入、花粉の飛散等、都市大気環境問題対策は以前重要な課題となっている。これらの防止対策や警戒情報発令のためにも大気汚染物質の正確な飛散状況の把握が重要となっている。大気環境計測にはライダーが有用であり、3次元分布計測には固定された点からのスキャンニング法が考えられる。しかし、都市域ではビル等の建造物での遮蔽や人体への安全性が問題となる。そこで光源としてレーザダイオードを使用、近距離測定に特化した超小型近距離測定用ライダーシステムを用い、これをセンサーとして複数組み合わせるネットワークを構成する超小型ライダーネットワークを提案する。

2. 超小型ライダーの開発

超小型ライダーの設計においては、従来積極的な適用が避けられていた重なり関数に着目した。重なり関数 $Y(R)$ は出力されたレーザビームと望遠鏡視野の重なる割合を示すパラメータである。従来のライダーでは、遠方で $Y(R)=1$ とするため望遠鏡とレーザの傾角をほぼ平行となるよう調整を行うが、今回は傾角を調整し重なり関数を変化させることで Fig. 1 のように近距離の測定を可能とし、かつ計測範囲を限定することができる。これにより従来難しいとされていた市街地や屋内等区間が限定された場所での測定を可能とすると共に、近距離測定に限定することで大幅な小型化および軽量化を達成、さらには同軸方式に比べ近距離からの強い戻り光による検出器へのダメージを防ぐ設計ができる。

Table 1 に今回試作した半導体レーザを用いた超小型ライダーの仕様を示す。望遠鏡の口径を小さくし、近距離からの信号もフォトンカウントレベルとすることにより S/N 比の向上を図っている。また、データ処理系を除きバッテリーでの動作も可能となっている。実際の建物内での試験測定結果より、距離 10m の位置の薄い煙からのライダー信号が検出されることを確認した。よって本方式超小型ライダーでエアロゾルが十分計測可能であることが確認できた。

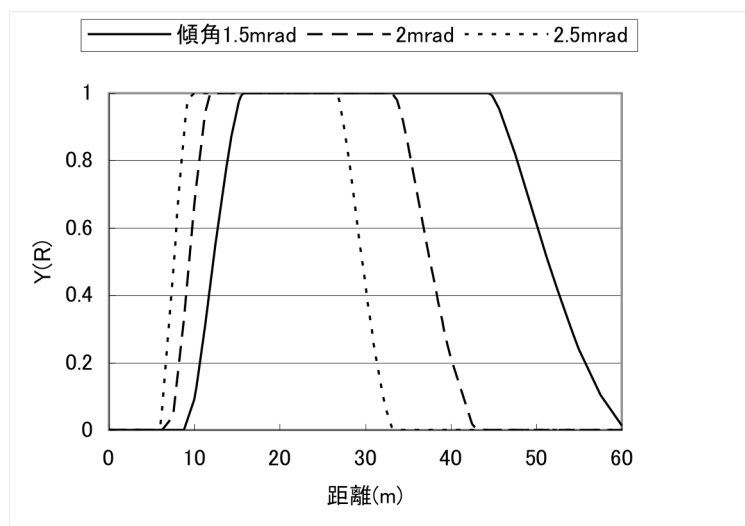


Fig.1 Variation of the overlap factor $Y(R)$ with different tilt angles.

3. センサネットワーク

近年、ユビキタスセンサネットワークに関する研究が急速に進められている。従来のセンサネットワークは個々のシステムが個別に稼動し、他のシステムとの協調、データの融合といった連係動作は容易なものではなかった。加えて、通信インフラの敷設や測定機器のサイズといった問題により、設置場所や運用範囲が限られてしまい、広範囲におけるサービスの普及は実現しなかった。ユビキタスセンサネットワークでは、これらの従来のセンサネットワークの問題点を克服することにより、新たな測定対象の開拓や運用範囲の拡大、より詳細な測定を可能とすることができる。

センサネットワークにおける基本構成要素は、センサを搭載したセンサノードである。センサノード上では、センサデータの取得や他のセンサノードと自律的にネットワークを構築して、センサデータを送信するなどの処理を行うためのソフトウェアが実行される。実際にセンサネットワークを稼動させる際には、このセンサノードに加えて、センサネットワークで集められたデータを処理するゲートウェイとなるコンピュータとそのソフトウェア、さらにはそのデータをユーザーが活用するためのクライアントコンピュータ用ソフトウェアが必要となる。

このセンサノードの代表格として、Crossbow社のMOTEがあげられる。MOTEはセンサネットワークそのものの研究開発にも数多く採用されたため、現在幅広く利用されている。我々はMOTEの無線ノードを利用した基礎実験を行っている。

従来のセンサネットワークは、温度センサーなど単純なセンサーが使用されているが、距離方向の情報を持った小型ライダーを組み合わせるためにはプログラムの改良が必要となる。Fig. 2に最終的な小型ライダーネットワークのイメージ図を示す。

4. おわりに

重なり関数および近距離計測に限定した超小型ライダーの開発を行った。また、超小型ライダーであっても微粒子からのライダー信号の検出が可能であることを示した。今後屋外での実験を行い、その有用性を確かめるとともに、センサノードにこれを組み込み、センサーネットワークを構成し、3次元の大気環境情報の取得を試みる。

謝辞

本研究の一部を特別研究として取り組み実験を行ってくれた横山亮君並びに玉真佑悟君に感謝する。

Table 1. Specifications of the very small lidar

Laser	Laser Diode
Wavelength	811nm
Peak Power	100mW
Pulse Width	10ns (FWHM)
PRF	300kHz
Safety	Class 1
Telescope Aperture	50mm ϕ
F. O. V.	1.2mrad
Detector	Photon counting PAD
Range Resolution	1.5m
Head Size	150mm (W) \times 200mm (L) \times 100mm (H)

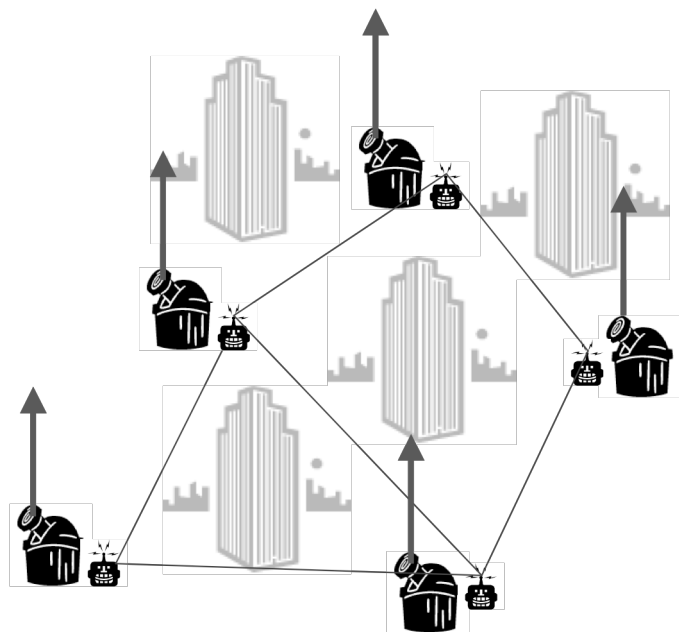


Fig.2 Schematic illustration of the very small lidar network.