

音源到来方向推定に伴う LiDAR の利用の検討

Feasibility study of high accuracy sound source localization with LiDAR

山崎 大 日出 大貴 海津 裕矢 宮田 陽水 吉田 和樹 小池 義和
Yutaka Yamazaki Daiki Hinode Yuya Kaizu Yosui Miyata Kazuki Yoshida Yoshikazu Koike

芝浦工業大学

Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

近年、騒音源特定などで音源到来方向推定の活用が期待されている。音源到来方向推定とは、複数のマイクに到達する音の時間差から音の到来方向角を推定するシステムである。筆者らはこれまでに測位衛星から得られる時刻同期信号を用いた音源探査システムを提案している。[1]音源探査では、壁や床などからの反射波による精度低下が問題となる。反射波の除去を目的としたフィルタの構築が考えられるが、そのためには、測定を行うマイクロホン周辺の空間の形状を正確に把握する必要がある。近年、構造物測定に GNSS に加えて空間センサ、LiDAR が一般的に利用されるようになってきている。[2]そこで、LiDAR を利用して測定空間に適したフィルタを設計することで、より正確かつ迅速な測定を目指す。一般的に 2DLiDAR を用いた場合、自身と同じ高さの平面上にある障害物を、3DLiDAR を用いた場合、周囲の全方向の障害物をそれぞれ検知できる。本研究では、音源到来方向推定の精度改善に空間センサの利用を検討するために、2DLiDAR からの情報による測定精度の改善を試みたので報告する。

2. 実験内容と結果

屋内にて、LiDAR による部屋の形状測定と、音源到来方向推定(MUSIC 法)の実験を行った。到来方向推定は真の到来方向角 0° と -30° の 2 パターン、音源の周波数は 250Hz、500Hz、1KHz の 3 パターン、合計 3×2 の 6 パターンを行った。マイクロホンは 2 つ使用し、その間隔 d は 17cm と、音源とマイクロホンの中点までの距離は 2.3 m とした。同時に 2DLiDAR (RPLIDAR S1 360° レーザスキャナ (40m) Slamtec 社)により、部屋の断面を測定している。音源とマイクロホンの床からの高さは実測により求めた。Fig.1 は LiDAR によって得られた障害物までの距離と角度を直角座標に変換して出力している。ガラス張りの扉を除いて、ほぼ部屋の形状を正しく捉えることができています。Fig.1 に示すように部屋の寸法は 5m、7m であり、音源とマイクロホンの高さは 0.895m、1.090m である。LiDAR の位置は、2 つのマイクの中点である。今回、狭い部屋で測定を行うことで、反射波の影響が強くなる環境としている。

Table1.音源到来方向推定結果

周波数 (Hz)	推定角度($^\circ$) (真値 0°)	推定角度($^\circ$) (真値 -30°)
250	6.8	29.2 (誤差大)
500	2.4	-59.3
1000	-13.7	-22.3

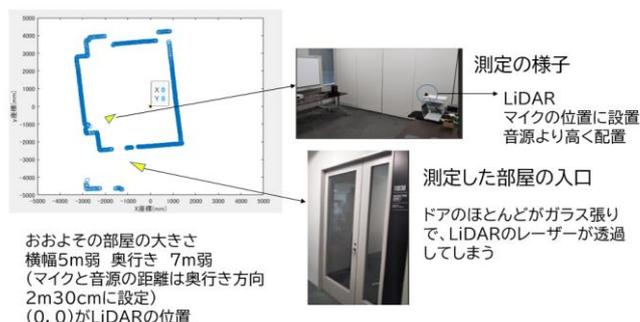


Fig1.LiDAR の測定結果と測定時の様子

3. 考察

Table1 の結果より、音源到来方向推定については大きな誤差が見られ、特に真の到来方向角 -30° 、音源の周波数 250Hz においては誤差がおおよそ 60° と非常に大きくなっている。この結果から反射波の到来方向推定の精度低下の影響が確認できる。一方、2DLiDAR から得られた断面情報から部屋内の反射を想定することができ、今後、フィルタの設計利用を目指す。

設計では Fig.1 の 2DLiDAR の結果で反射波の回数を限定することで、マイクロホンでの複数の経路の反射波の到来時刻が推定できる。現在、壁と床、天井からの反射に限定しフィルタの設計を試みている。床や天井での音響インピーダンスを仮定し、反射時の音波の減衰を推定し、フィルタ係数への反映が可能となると考えている。

4. 今後の展望

反射波は、入射角と反射角が等しくなることから、反射の回数を限定し、かつ天井や床からの反射波を考慮しなければ、伝搬距離を予測できる。今回の実験結果が、フィルタの精度も高くはならないと思われるが、本研究が将来的に 3 次元 LiDAR を取り入れるための足がかりになればと考えている。

<参考文献>

- [1] 吉田 和樹他、“GNSS 時刻同期信号を利用した音源位置推定精度に対する音響反射波の影響”、2021 年度測位航法学会は全国大会講演論文集、(2021.6)
- [2] 鈴木 太郎、“UAV における GNSS 応用- 複数の GNSS と LiDAR の複合による 3D マッピング”、日本ロボット学会誌 2019 年 37 巻 7 号 pp. 603~606、(2019)