

## 狭隘内部空間の三次元構造復元に関する研究開発

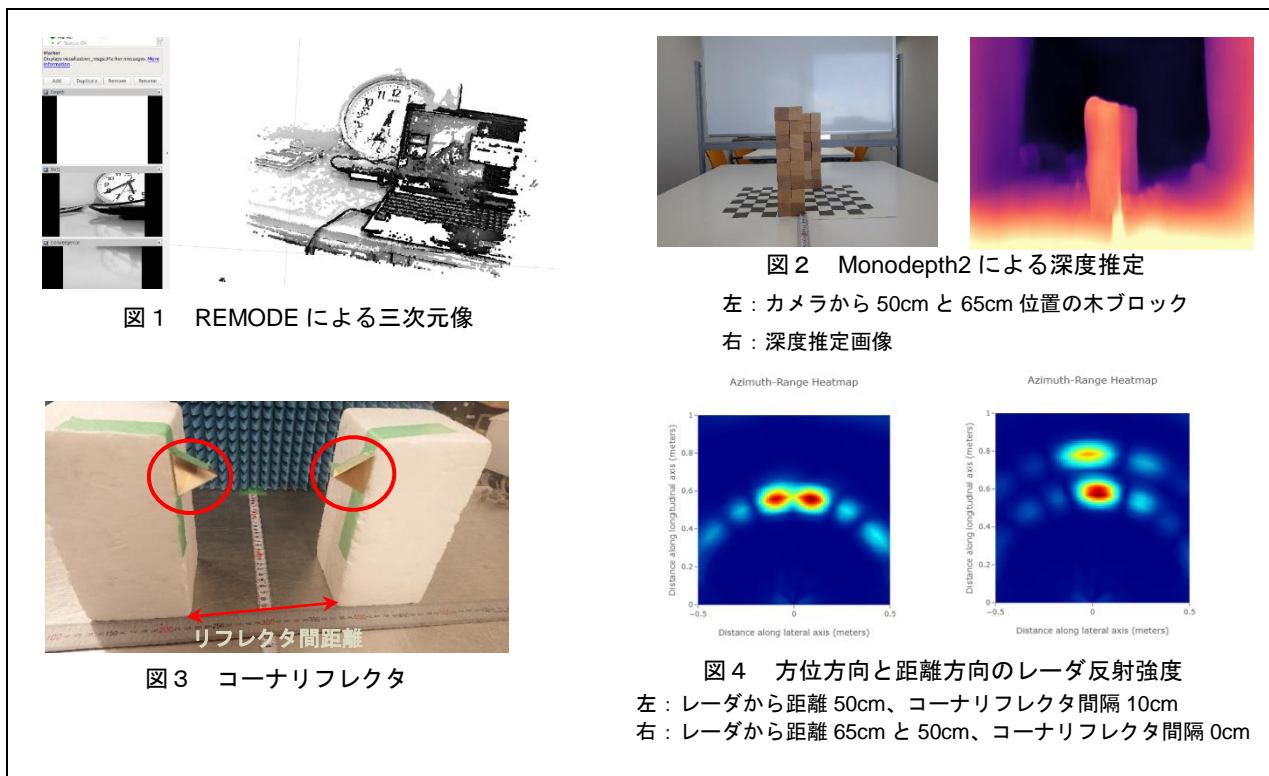


図1 REMODEによる三次元像

図2 Monodepth2による深度推定

左：カメラから50cmと65cm位置の木ブロック  
右：深度推定画像

図3 コーナリフレクタ

図4 方位方向と距離方向のレーダ反射強度

左：レーダから距離50cm、コーナリフレクタ間隔10cm  
右：レーダから距離65cmと50cm、コーナリフレクタ間隔0cm

狭隘内部空間の点検の定量化が図れるようにするため、単眼カメラ及びミリ波レーダによる深度計測に取り組みました。単眼カメラでは、Visual-SLAM及び機械学習による方法を、ミリ波レーダでは、2つの対象物を分離できる距離を確認しました。

本研究は、従来、目視点検だけに頼っていた点検をロボットビジョンと組合せ、狭隘内部空間の定量化を図ることにより、点検業務の効率化を目的としています。

センサを小型化できる点から、単眼カメラ及びミリ波レーダを用い対象物の外観像を構築します。

単眼カメラを用いた外観像の構築では、先行研究である Visual-SLAM 研究 (LSD-SLAM、ORB-SLAM、REMODE)、及び AI 機械学習を用いた 深度推定 研究 (FCRN、Monodepth2) をコンピュータに実装し、それぞれ評価を行いました。Visual-SLAM では密な点群が得られる図1に示す REMODE が、AI 機械学習では図2に示す Monodepth2 による深度推定が、対象物の外観像を最も良く再構築できました。

ミリ波レーダでは、送信アンテナ2素子、受信アンテナ4素子からなる MIMO レーダ機能を持

つ79GHzレーダ評価基板を用い、方位方向及び距離方向それぞれで、図3に示す2個の三角錐 コーナリフレクタ が分離して測定できる距離を確認しました。使用するレーダ評価基板の方位方向(図4左)及び距離方向(図4右)の分離距離を確認できました。

狭隘内部空間の対象物を測定し、定量化するための手法及び対象物の測定最小距離を確認できました。

技術開発部 生産・加工科

鈴木健司 山田昌幸 浜尾和秀

南相馬技術支援センター 機械加工ロボット科

三浦勝吏 太田悟

事業課題名「狭隘内部空間の三次元構造復元に関する研究開発」

<用語解説>

**Visual-SLAM** : 光学カメラから得られる画像を基に、写っている対象の3次元位置とカメラの姿勢を推定し、**SLAM**化、つまり写した環境の地図を構築する技術です。

**深度推定** : AI 人工知能を用いて、カメラから画像に写っている対象物までの距離を推定する技術です。

**MIMO レーダ** : 複数の送受信アンテナを用い対象から反射された電波の到来角を推定できるレーダのことです。

**コーナリフレクタ** : 入射した電波をその入射方向に送り返すための反射体です。レーダ方程式中のレーダ断面積 (RCS) に相当します。用いた三角錐コーナリフレクタは、 $0.117\text{m}^2@79\text{GHz}$  ( $-9.33\text{dBsm}@79\text{GHz}$ ) です。