

課題番号	Q19T-08
課題名（和文）	ガラス壁面清掃ロボットシステムのための計測モジュールの開発
課題名（英文）	Development of measurement module for facade cleaning robot
研究代表者	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 工学部 先端機械工学科 助教 氏名 南齊 俊佑
共同研究者	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 氏名
	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 氏名
	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 氏名
	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 氏名

研究成果の概要（和文）

本研究は、どんなユニークがガラス外観を持つビルにも対応可能な適応能力および汎用性のあるガラス壁面清掃ロボットの実現を目的とする。開発を目指すロボットシステムを計測システム・通信システム・実機開発の3つの課題としてとらえ、それぞれ解決を図る。中でも本研究課題は、計測システムに着目し、ガラス壁面において赤外線ビジョンセンサを利用した同時位置決め地図作成システムの開発を目指すものである。本研究課題では、窓枠をランドマークとするガラス壁面の環境地図作成のために、計測モジュールを開発した。さらに、ガラス壁面を模した環境を構築し、赤外線ビジョンセンサを用いた窓枠計測実験を行った。

研究成果の概要（英文）

The long-term goal of this study is to implement a glass facade cleaning robot with high adaptability and general-purpose versatility capable of being utilized at high rise buildings possessing any unique glass facade. The robot system is fallen into 3 topics of a measurement system, a communication system, and a robot development, and we plan to address respectively. In this research assignment, the measurement system is focused on, and to develop a simultaneous localization and mapping system utilizing an infrared camera is aimed. A measurement module is developed to create a map. And, an environment mimicking the glass facade is established, and a measurement experiment of the window frame is performed.

1. 研究開始当初の背景

建設技術の向上に伴い、様々なガラス外観を持つ高層ビルが建設されている。その一方で、ビル壁面は人力で清掃作業されており、落下事故などの人命に関わる重大な事故が発生している。

このような問題を解決するためには、ロボットが自律的にガラス壁面上をくまなく移動可能でなければならない。特に、ガラス壁面上での高精度な自己位置推定と地図構築が求められる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ガラス壁面における同時位置決め地図作成システム (Simultaneous Localization And Mapping: SLAM) を構築することである。SLAM は、自動運転車や最新の家庭用ロボット掃除機などに搭載されている技術であり、自己位置推定と環境地図作成を同時に行うための技術である。SLAM にはロボットに搭載するセンサの違いに応じて、Visual SLAM と LiDAR SLAM といったこと成 SLAM がある。本研究課題では、Visual SLAM の構築を目指し、窓枠を環境として水平に設置した 9 枚のガラス面上を、赤外線カメラを利用した RGB-D カメラセンサを搭載した二輪車両ロボットを走行させ、ロボットの自己位置および窓枠の形状を推定することを目指す。

3. 研究の方法

まず初めに、赤外線カメラを利用した RGB-D カメラセンサを搭載した二輪車両ロボットを開発する。二輪車両ロボットのベースとして Turtlebot3 burger を採用した。さらに赤外線カメラを持つ RGB-D カメラセンサとして Realsense D435i を採用した。加えて制御ボードを Jetson NANO に変更した。開発した二輪車両ロボットを図 1 に示す。次に、実験環境として 9 枚のガラス色のアクリル板を水平に設置した。構築した実験環境を図 2 に示す。図 2 において、ロボットを中央のアクリル板上に乗せ、その中央のアクリル板上を走行させて窓枠を環境地図とする SLAM 構築実験を実施した。



図 1 二輪車両ロボット 図 2 実験環境

4. 研究成果

実験結果を図 3 に示す。図 3 より、赤外線カメラを持つ RGB-D カメラセンサにより窓枠が浮き出たような環境地図が計測されていることがわかる。一方で、地図データが一部歪んでいることも確認できる。この歪みはロボットの滑りやセンサドリフトが原因であると考えられ、スキャンマッチングやループ閉じ込み技法により歪みを補正する必要がある。

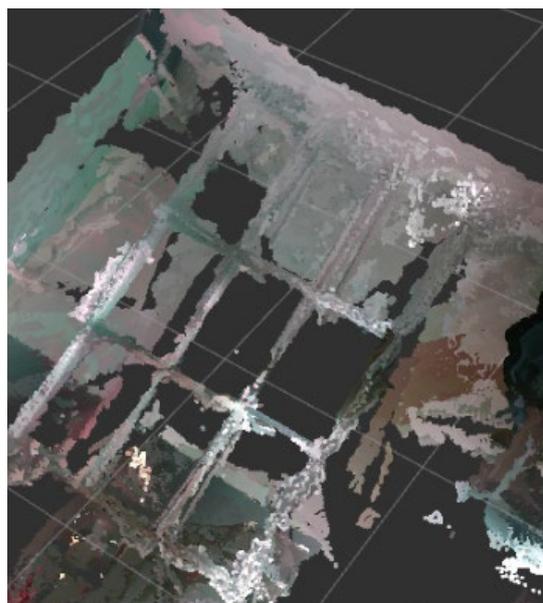


図 3 実験結果

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

- ① S. Sasaki, S. Hatakeyama, M. Iwase, and S. Nansai, “Construction of SLAM algorithm for window cleaning robot moving along window frame”, 2020 4th International Conference on Control Engineering and Artificial Intelligence, doi:10.1088/1742-6596/1487/1/01 2023, Singapore, 17-19 Jan, 2020