

課題番号	Q20T-05
課題名（和文）	ガラス壁面環境における複数のセンサ系の定量比較
課題名（英文）	Quantitative comparison of different sensors on glass surface
研究代表者	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 東京電機大学，工学部，先端機械工学科，助教 氏名 南斉 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
	所属（学部、学科・学系・系列、職位）  氏名

#### 研究成果の概要（和文）

本申請は、ランドマークの観測条件が限定された環境下での位置制御系の設計手法を確立することで、ガラス外観上での位置制御系の設計を目的とする。ガラス壁面における位置制御系の問題における環境計測問題に対して、本申請では異なるカメラセンサによる窓枠検出精度を定量的に評価する。平面上に規則的に配置されたガラス板を一般的なカメラや深度カメラで撮影し、異なる特徴量ごとの誤差や標準偏差を評価する。

#### 研究成果の概要（英文）

The purpose of this project is to establish a method for designing a positioning control system on a glass exterior in an environment with limited observation conditions of landmarks. For the environmental measurement problem in the problem of positioning control systems on glass walls, this project quantitatively evaluates the accuracy of window frame detection by different camera sensors. Glass panels regularly arranged on a plane are captured by general cameras and depth cameras, and the errors and standard deviations for each different feature are evaluated.

## 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、異なる RGB-D カメラセンサを用いた窓枠の検出実験により、その性能を定量的に比較し、それぞれのセンサの特徴を明確にすることである。環境に対する位置制御系は、おおまかに①ランドマークの推定②自己位置推定③経路生成④経路追従制御系からなる。中でも本研究では、①ランドマークの推定に焦点を当て、窓枠を環境データとする環境地図作成に向けて、有効なランドマーク抽出方法の確立を目指す。

## 3. 研究の方法

### ①環境構築

本研究では、高層ビルのガラス外観環境を模した環境として、高層ビルのガラス外観を模した平面上に規則的に配置されたガラス板を設置する(図1)。図1は、ガラスを設定するための台座の上に“日”型の窓枠を模したアルミフレームを設置した環境である。カメラセンサを取付用支柱に取り付け、環境を撮影する。図1の環境を異なるカメラセンサを用いて撮影し、カラー画像および深度画像を取得する。

カメラセンサとして Intel RealSense D415 および



図1 構築したガラス外観環境

Intel RealSense L515 を採用する。両カメラは、一般のカラー画像だけでなく深度画像も取得可能センサであるが、深度画像の取得方法に違いがある。

### ②特徴量抽出

取得したカラー画像および深度画像からそれぞれ特徴量を抽出する。抽出した特徴量のうち代表的な例を図2および図3に示す。図2, 3より、窓のフレーム上にいくつかの特徴量が検出されているが、それ以外の特徴量も検出していることがわかる。

## 4. 研究成果

抽出した特徴量と窓枠座標との誤差平均の一覧を表1に示す。表1よりピクセル領域では最大5ピクセルと比較的高精度に特徴量が検出されているが、距離領域では誤差が大きいことがわかる。したがって、高精度な特徴量抽出手法の確立に向けてさらなるアルゴリズム開発が必要であると考えられる。

表1 特徴量毎の誤差平均一覧

特徴量	D415		L515	
	Color	深	Color	深
SIFT	Pixel[px]	3.26	3.1	3.6
	距離[m]	0.20	1.3	0.7
GFT	Pixel[px]	3.33	1.8	3.6
	距離[m]	0.23	0.8	0.9
ORB	Pixel[px]	3.77	2.5	5.0
	距離[m]	0.42	1.6	0.8

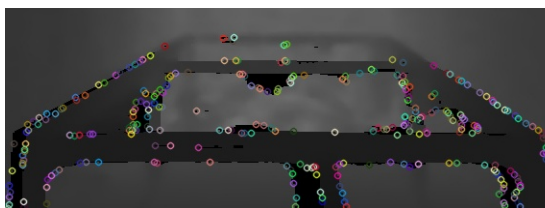


図 2 RealSense D415 で取得した深度画像の  
GFTT 特徴量を抽出した画像

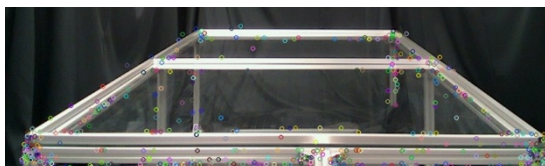


図 3 RealSense L515 で取得したカラー画像の  
SIFT 特徴量を抽出した画像