

画像処理による 既存エレベータのボタン認識

芝浦工業大学 工学部 電気工学科
ロボットタスク・システム研究室
教授 吉見 卓

研究の背景

エレベータに搭乗し、階をまたいだ移動が行える
サービスロボットの登場



これらのロボットの運用には、エレベータを改造し、
ロボットと通信し連動する機能の付加が必要。



多大なコストがかかる。

研究の概要と特徴

サービスロボットの適用範囲の拡大

- 既存のエレベータに搭乗可能なロボットの実現に向け、多種多様なエレベータのボタンの位置と数字を画像処理により認識する技術を開発

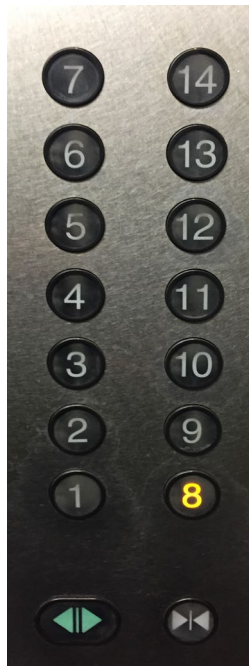


対象とした各種エレベータのボタン

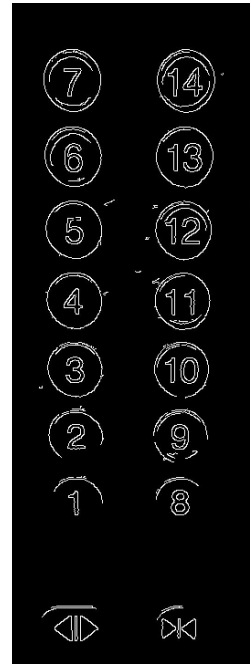
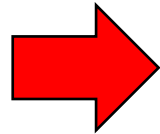
※iPhone11 1200万画素 (広角、26mm、F1.8)
倍率1.0で撮影

研究の概要と特徴

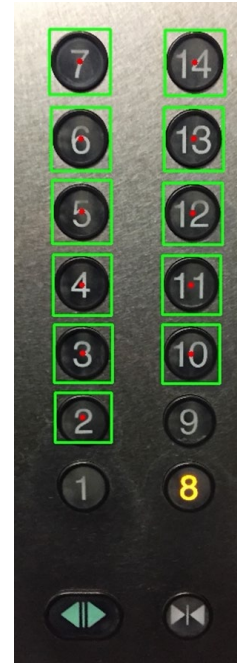
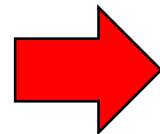
- 取得画像に表面の反射や映り込みがある状況においても、高い認識率が得られる手法を提案し、その有効性を実験により検証



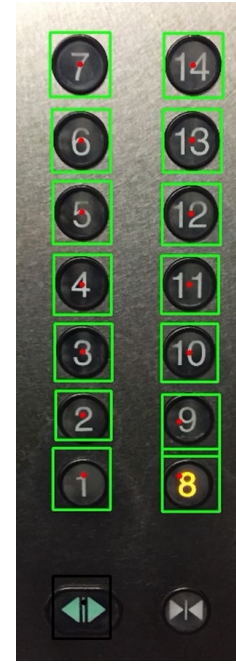
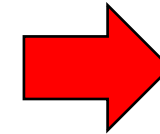
元画像



エッジ抽出画像



ラベリング処理
による認識結果



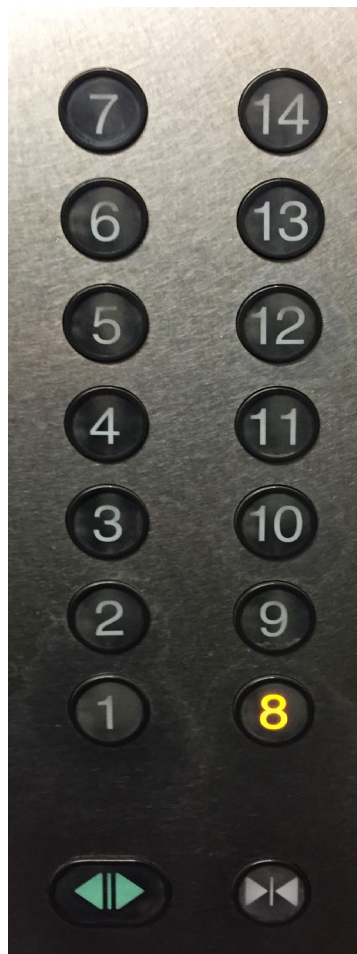
ボタン並びの規則性を
考慮した認識結果

エレベータボタンの位置認識

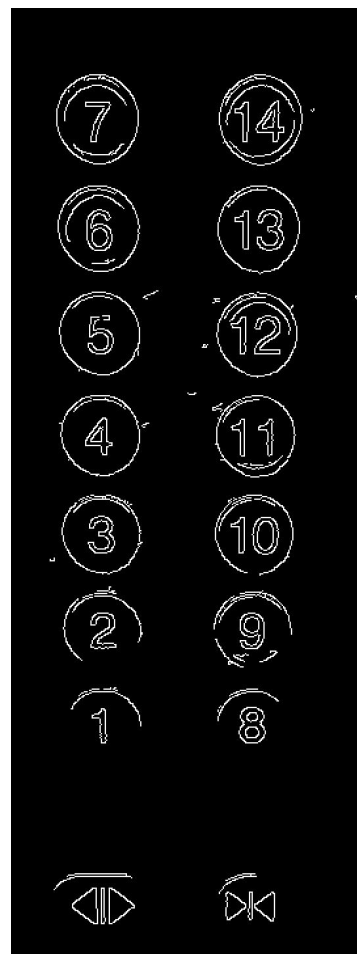
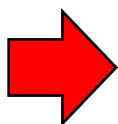
- ①ラベリング処理でボタン候補となり得る領域を抽出
- ②面積値でボタン候補を選択し位置を認識
- ③ボタン並びの規則性から、認識漏れ部分を追加認識

エレベータボタンの位置認識

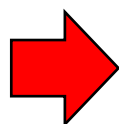
①ラベリング処理でボタン候補となり得る領域を抽出



元画像



エッジ抽出画像



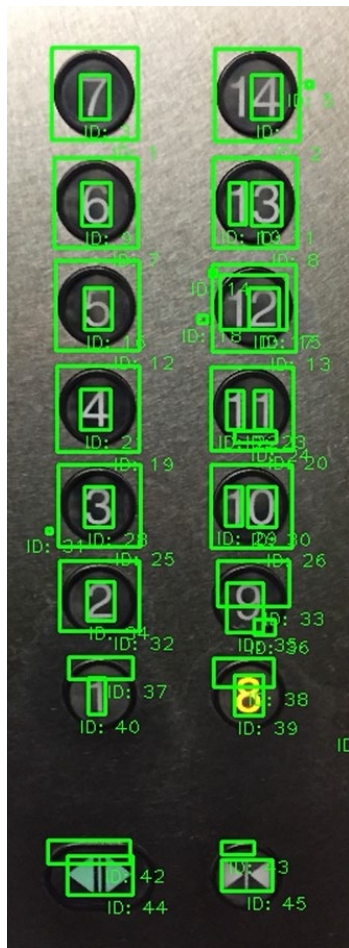
ラベリング処理画像

ラベリング処理

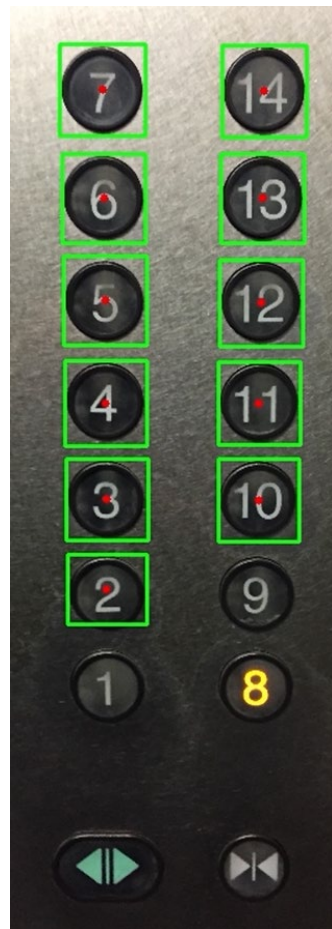
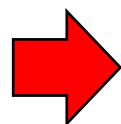
二値化画像(白黒画像)の連結した画素の部分を、それぞれの固まりとして抽出する処理。ラベルごとに幅や高さ、面積値などが求められる。

エレベータボタンの位置認識

②面積値でボタン候補を選択し位置を認識



ラベリング処理画像



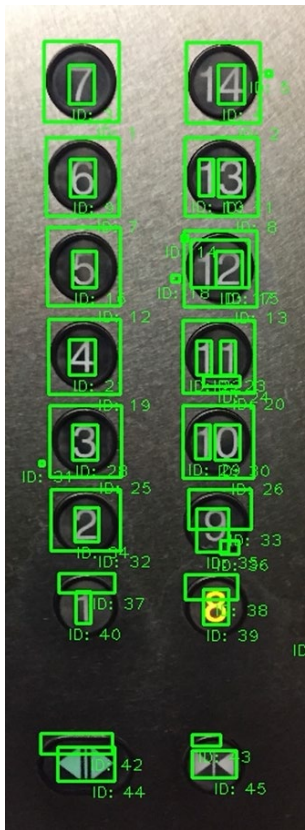
ラベリング処理
による認識結果

ボタンの面積に近く、正方形に近いものをボタンとして抽出

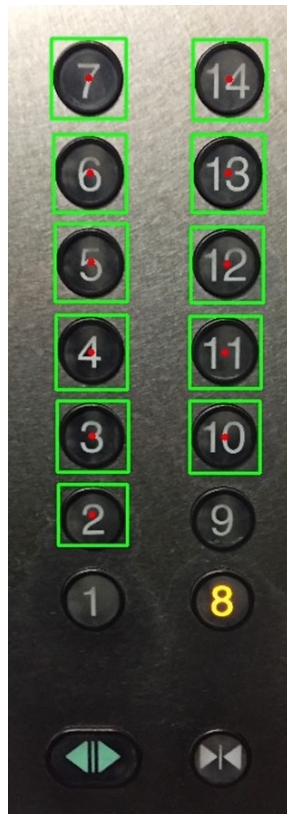
入力画像により、うまく認識できない部分が残った。

エレベータボタンの位置認識

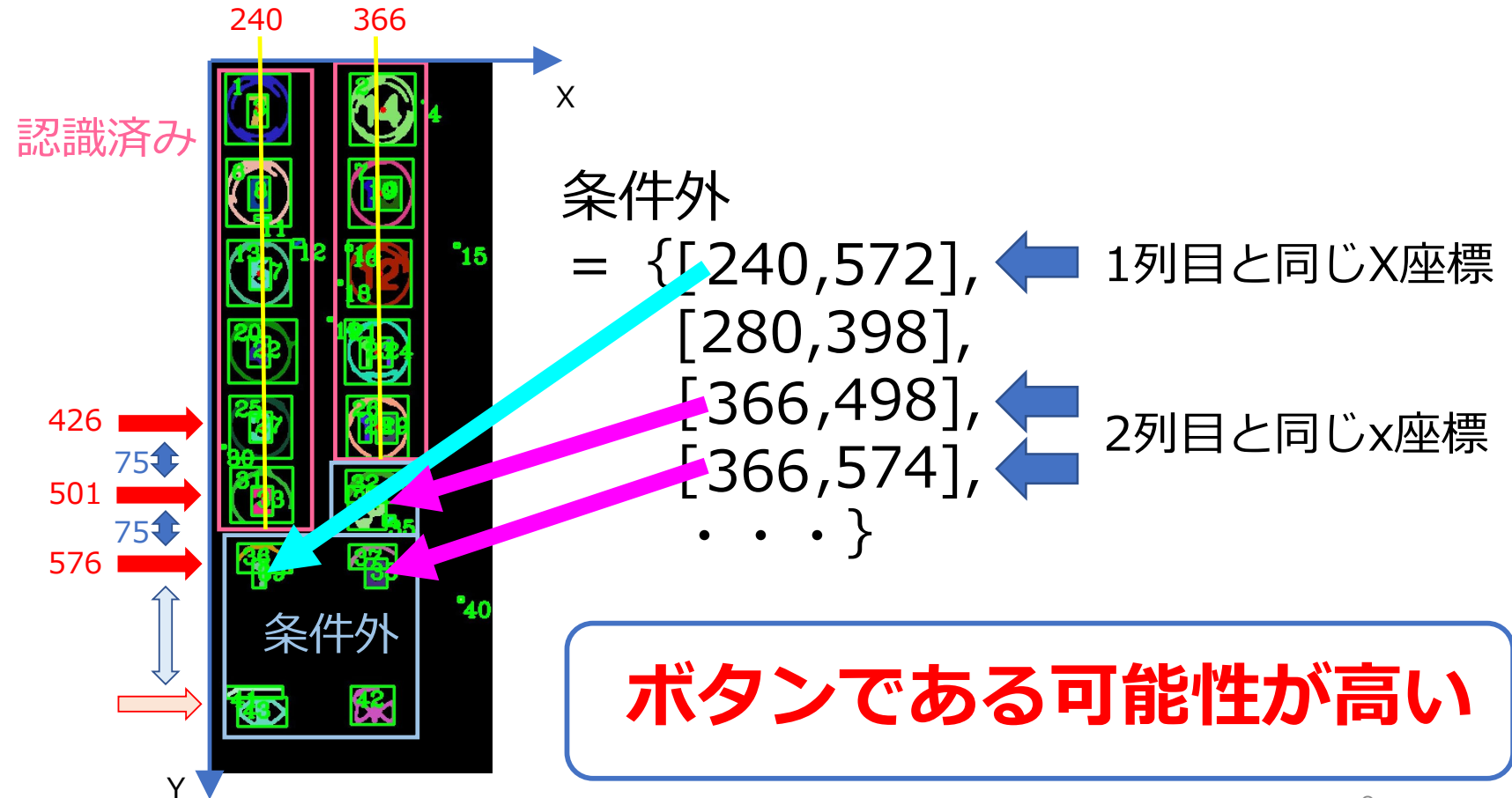
③エレベータボタンが等間隔で列になっていることに着目し、ボタン並びの規則性から、認識漏れ部分を追加認識。



ラベリング処理画像

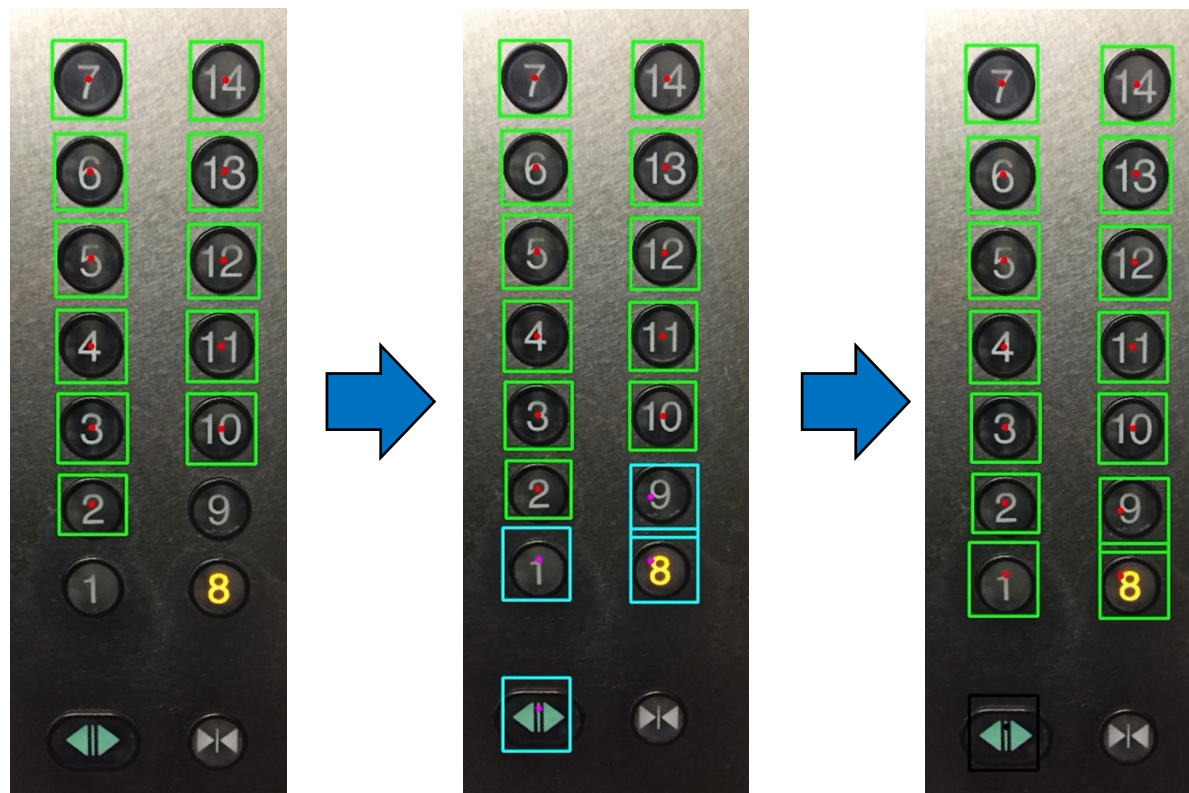


ラベリング処理による認識結果



エレベータボタンの位置認識

追加認識実験結果



ラベリング処理
による認識結果

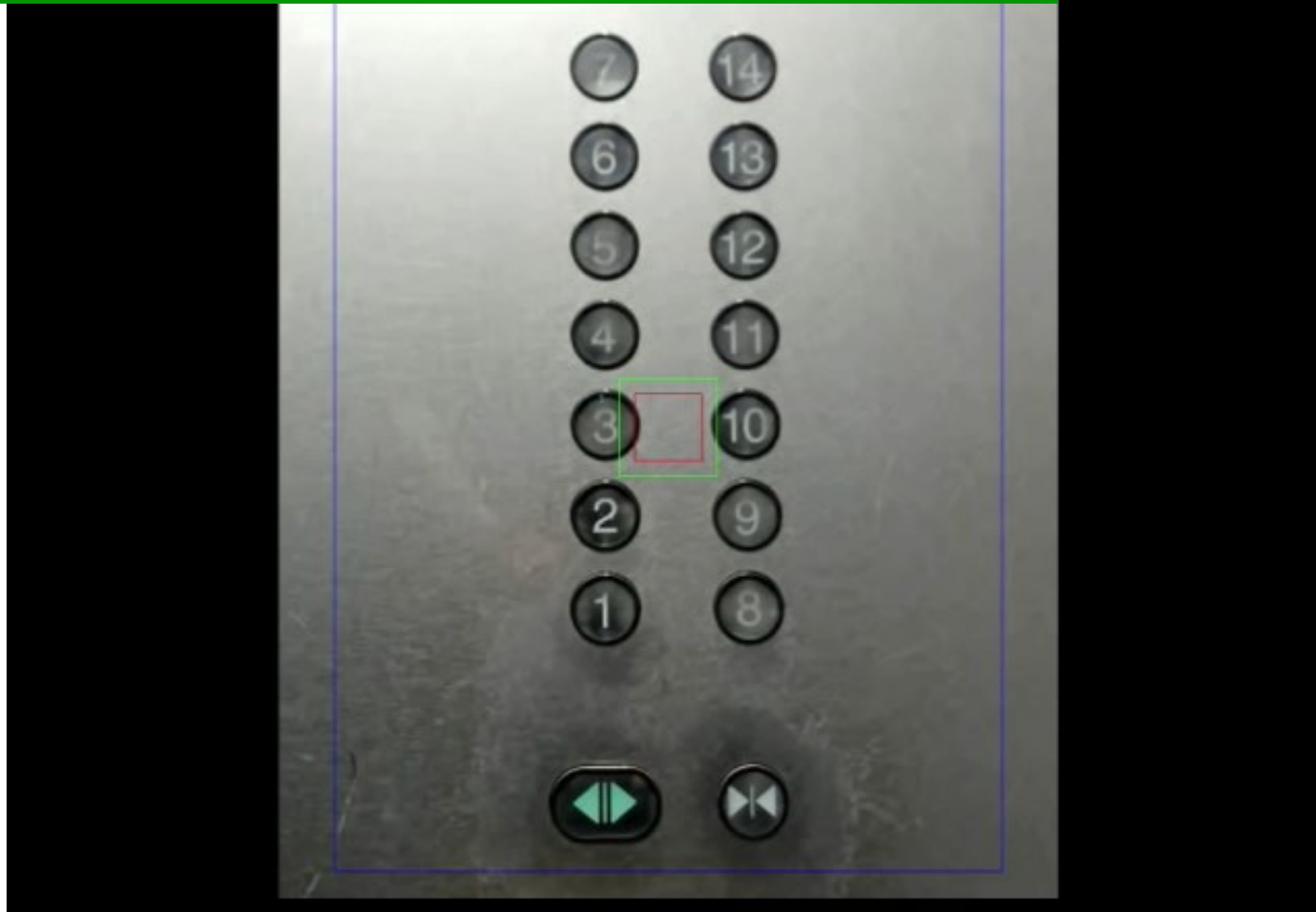
ボタン並びの
規則性を考慮

追加認識結果

ボタンタイプ	ラベリングのみの結果	位置推定手法を適用した場合
1	100%	100%
2	84%(1つ認識できず)	100%
3	79%(3つ認識できず)	100%
4	60%(2つ認識できず)	100%(緊急用ボタンも認識)
5	100%	100%
6	90%(1つ認識できず)	100%
7	100%	100%
8	100%	100%
	89%	100%

ほぼ100%の認識に成功。

エレベータボタンの位置認識



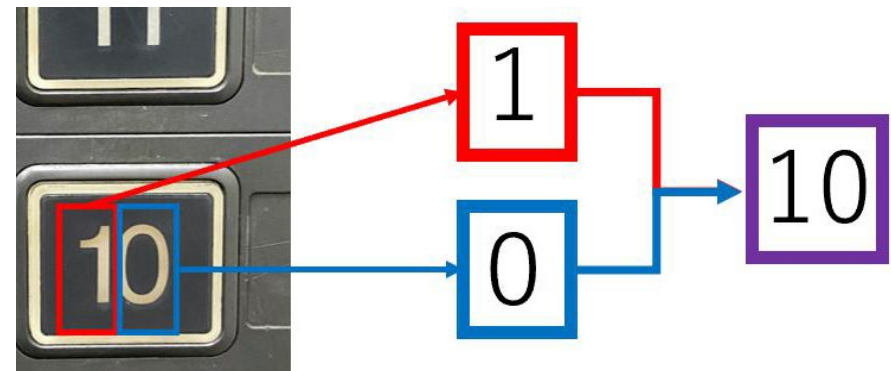
エレベータボタンの数字認識

- 機械学習による方法
- テンプレートマッチングによる方法

エレベータボタンの数字認識①

機械学習による方法

- 物体の**検出**と**識別**を同時に行うことができる、画像認識の機械学習アルゴリズムYOLOを利用
- 本研究では、0~9、B、Rの計12クラスを持った学習モデルを作成
- 2桁の数字は別々に認識後に統合



エレベータボタンの数字認識①

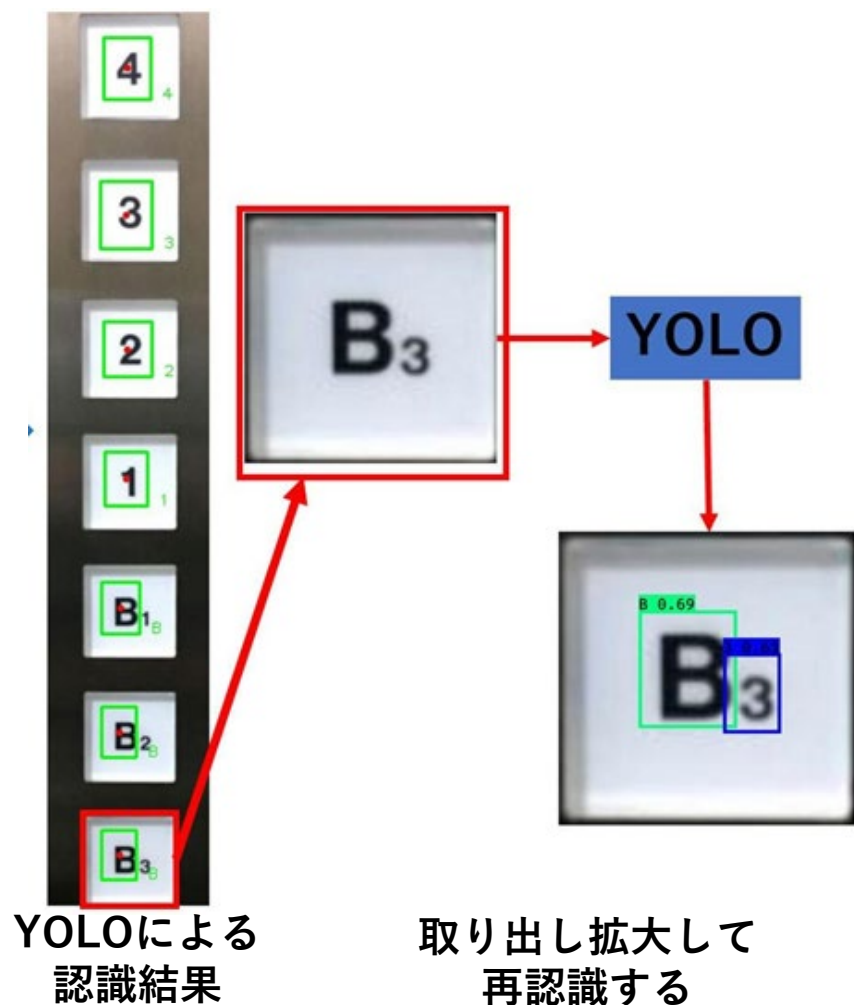
YOLOを適用した手法の実験結果



- ボタンの数字を認識できた。
- 地階の「B」に付いてくる数字が認識できなかった。
→数字の**サイズが小さい**ためと考えられる

エレベータボタンの数字認識①

サイズが小さな数字の認識

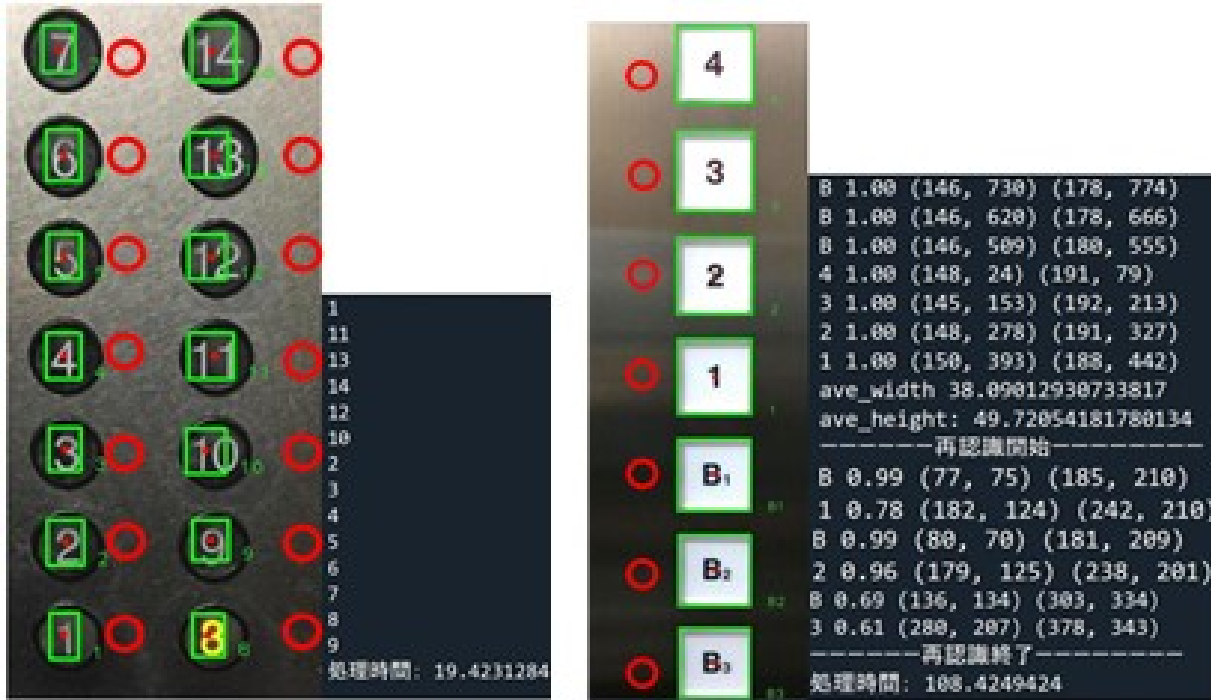


「B」が2つ以上認識された場合

「B」が認識された位置のみ
画像を取り出し拡大したのち、
YOLOを適用して再認識

エレベータボタンの数字認識①

サイズが小さな数字を含む認識実験結果

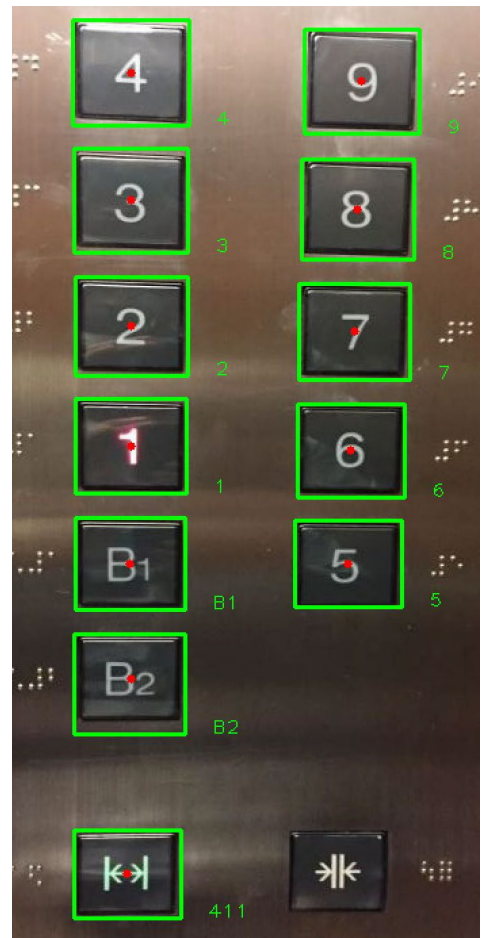
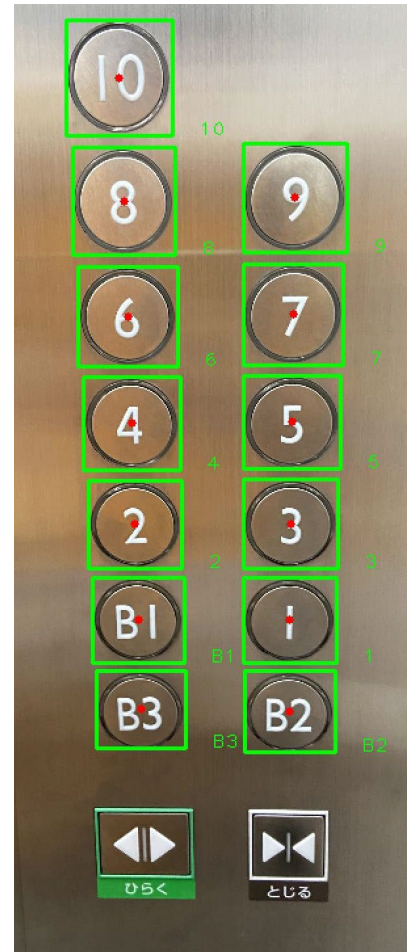
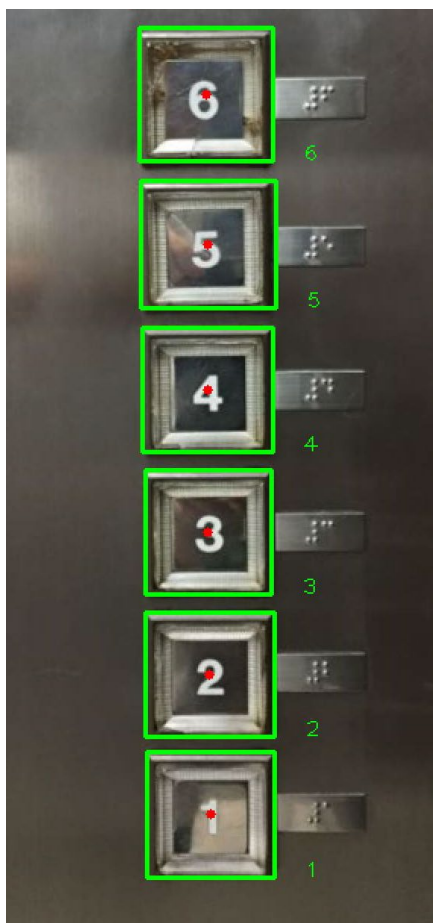


ボタンタイプ	YOLOのみの手法	改善手法
1	57%	100%
2	100%	100%
3	100%	100%
4	100%(緊急用ボタンも誤認識)	100%
5	100%	100%
6	82%	100%(開閉ボタンも誤認識)
7	100%	100%
8	100%	100%
	93%	100%

ほぼ100%の認識に成功。

エレベータボタンの数字認識①

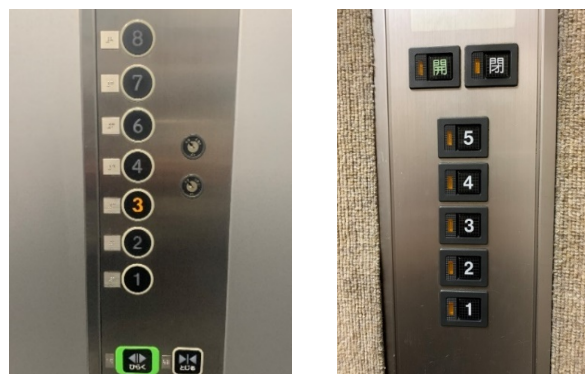
YOLOを用いたその他のボタンの数字認識結果



エレベータボタンの数字認識②

テンプレートマッチングによる方法

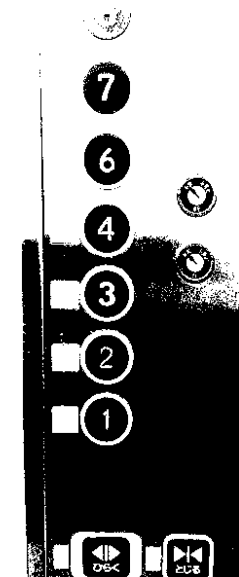
- 共通のテンプレートを用意し、共通テンプレートに近づけるために入力画像を前処理（二値化、グレースケール化）



色々な種類のエレベータボタン



共通のテンプレート
(白黒画像) を用意



共通テンプレートに近づける
ために入力画像を前処理
(二値化、グレースケール化)

エレベータボタンの数字認識②

作成したテンプレート画像



- ピクセル数は83×83（横×縦）
- 黒枠に白文字のものと白枠に黒文字のもの2種類を作成
- フォントは1種類のみ

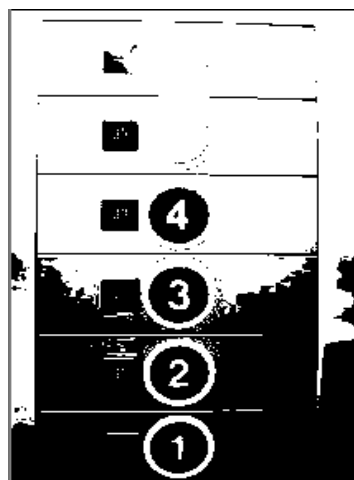
エレベータボタンの数字認識②

入力画像の前処理

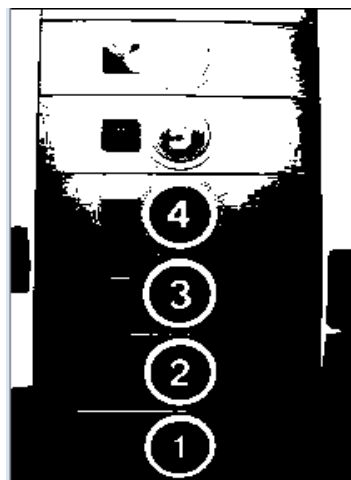
色情報を少なくする



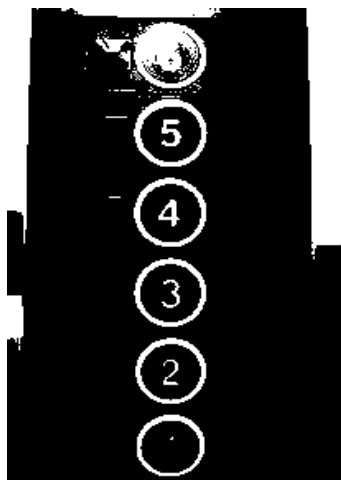
二値化処理、グレースケール化



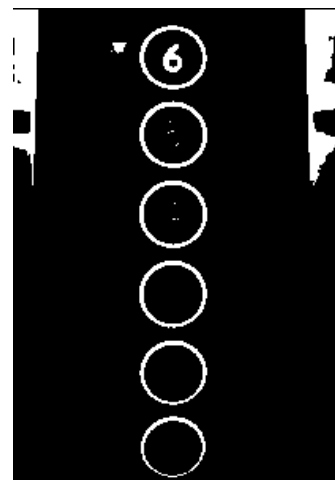
閾値50



閾値80



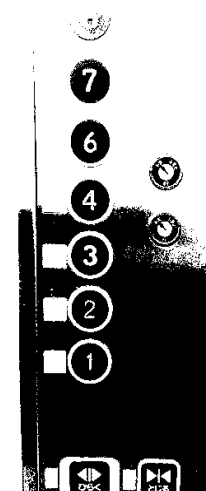
閾値100



閾値150



元画像



前処理画像

前処理前後の比較

本研究では
グレースケール化
を採用

エレベータボタンの数字認識②

テンプレートマッチングによる方法の実験結果

テンプレート

1

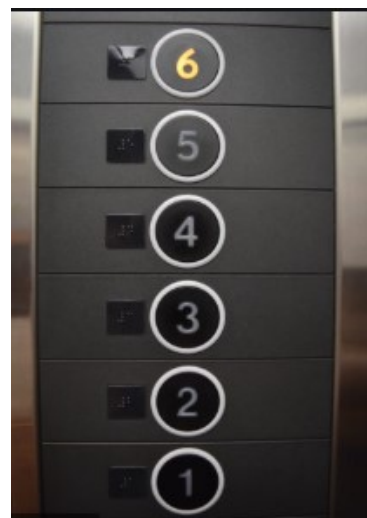
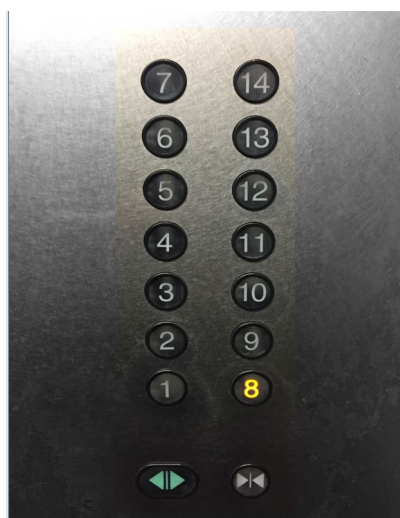
2

3

4

5

認識対象



エレベータボタンの数字認識②

テンプレートマッチングによる方法の実験結果

テンプレート

1

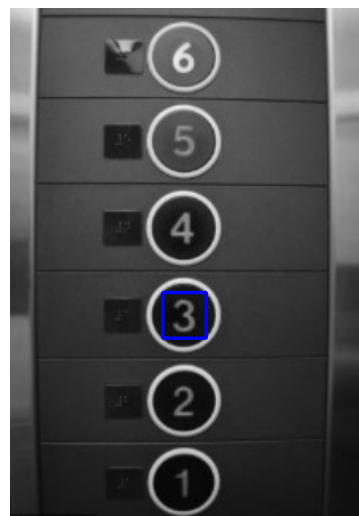
2

3

4

5

認識結果



まとめ

- 本研究では、サービスロボットの適用範囲の拡大を図るための技術として、既存の多種多様なエレベータの行き先階ボタンの位置と数字を認識可能な実用的な技術を開発した。
- 取得画像に表面の反射や映り込みがある状況においても、高い認識率が得られる手法の提案、実験によるその有効性検証を行った。
- これらの技術の適用により、サービスロボットのさらなる機能の向上、適用範囲拡大が期待される。

ご清聴ありがとうございました。