

2022年度 第3回 SWIM研究会

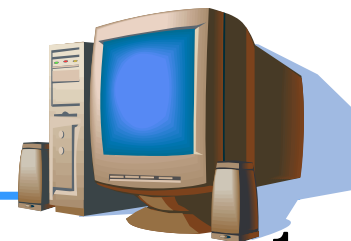
YOLOによるジェスチャ認識を活用した物体検出 在庫管理への応用

2022年 11月 26日

静岡理工科大学

情報学部 コンピュータシステム学科

工藤 司



目次

1. まえがき
2. 関連研究と本研究の目的
3. 在庫管理への適用方法の提案
 - 3.1 ピッキング経路指示書作成への適用方法
 - 3.2 部品判別への適用方法
 - 3.3 フレーム間の位置補正方法の提案
4. 実験と評価
5. 議論
6. まとめ

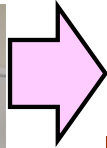
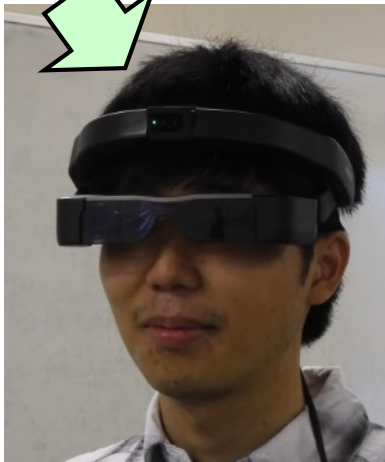
研究の背景

■ 研究の背景: 在庫管理の自動化研究

- 作業者のウェアラブルカメラで動画を連続収集,
- 自動で作業対象の部品(コンテナ), 在庫を推定

■ 課題: 画像内の, 小さな対象では判別精度が劣化

Camera



在庫保管エリア



(1) 動画収集

(2) 対象コンテナ検出

(3) 在庫推定

物体検出の研究動向

■ 深層学習を活用した物体検出方式

- ✓ 物体検出(対象領域の抽出) + 物体認識を同時実行
 - YOLO, SSD, RetinaNet, M2Det, など

■ 課題: 対象ごとに訓練データの準備が必要

- ✓ 工場の部品は**数千種類**
 - 適用は現実的ではない



関連研究

■ You Look Only Once (YOLO)

- ✓ 物体検出と物体認識を同時にリアルタイムで実行
- ✓ プログラム, 多数の訓練データが公開 [3]
- 特定の対象の物体検出は容易に実現



□ EgoHands Datasetで訓練したモデルの事例

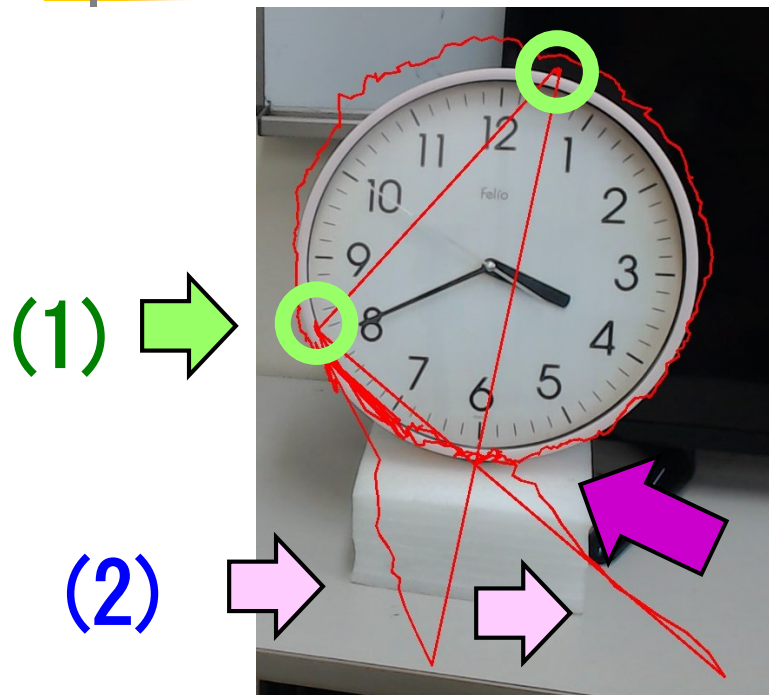
- ✓ 自身と相手のそれぞれ左右の手を検出
- ✓ ラベル: 区分+精度
- ✓ 下のボックスは誤検出

先行研究: ジェスチャ認識による物体検出

- YOLOを使用し, **ジェスチャの軌跡**で対象の輪郭を指定
 - **1つの検出モデルで, 任意の物体検出が可能**



先行研究: ジェスチャ認識による物体検出



■課題:

- (1) ノイズ(誤検出点)
- (2) 不要軌跡
- (3) 軌跡の重複・欠落

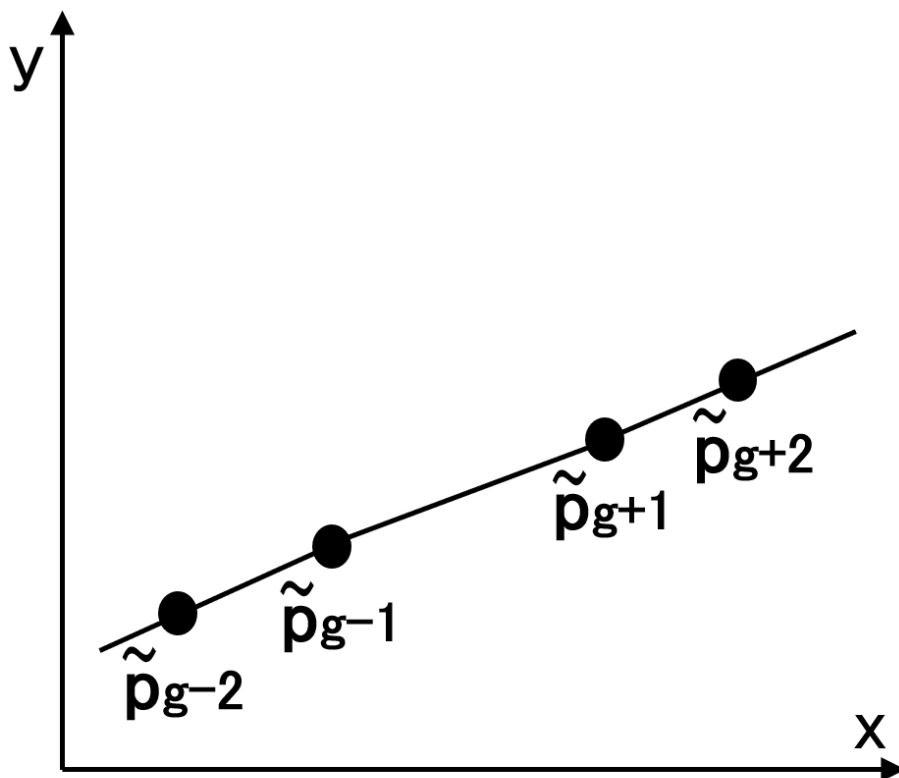
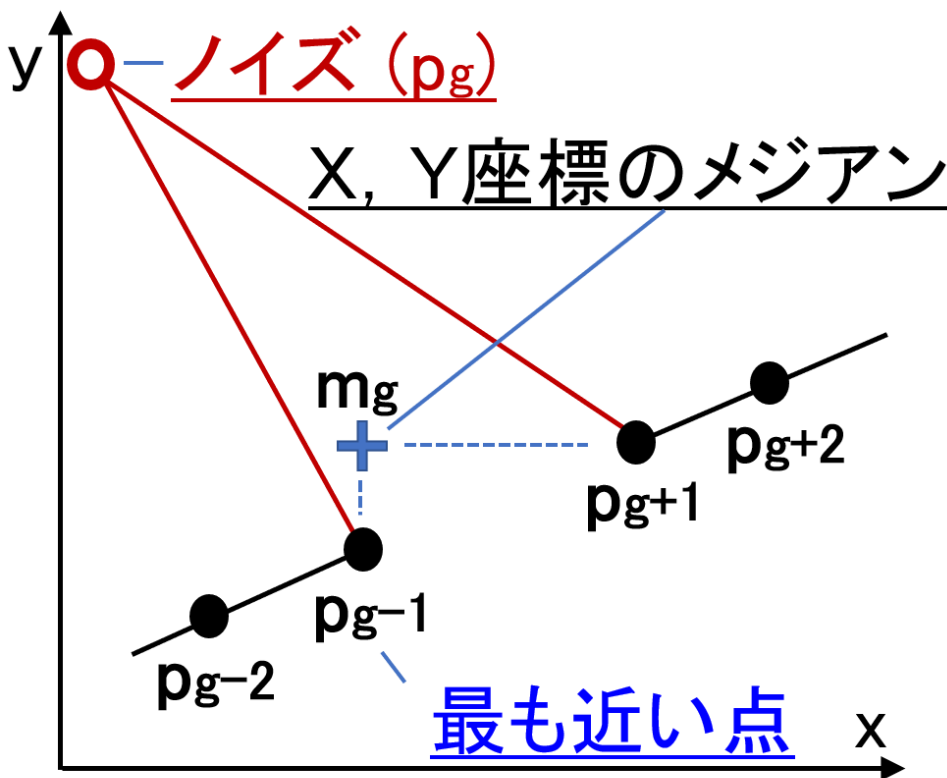
■ 対策(方式):

- (1) メジアンによるノイズ除去
- (2) 停止動作によるジェスチャ区間の指示
- (3) 重心から移動平均による軌跡の再構成

先行研究:手のジェスチャ認識

(1) メジアンによるノイズ除去

- フレームごとに確度最大, かつ閾値以上の点抽出
- X, Y座標のメジアンに最も近い点を選択

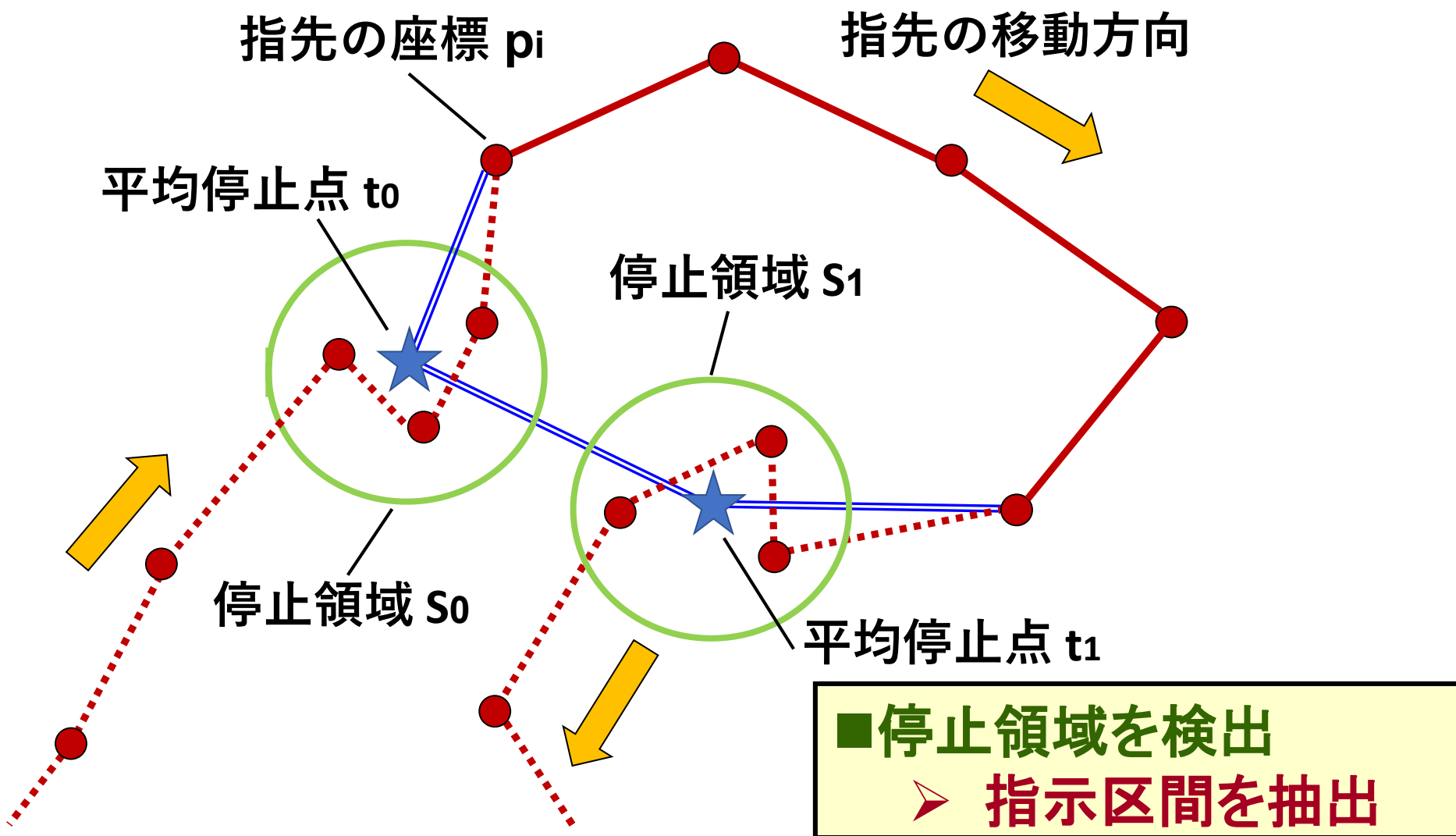


(1) ノイズを含む軌跡

(2) 補正された軌跡

先行研究:手のジェスチャ認識

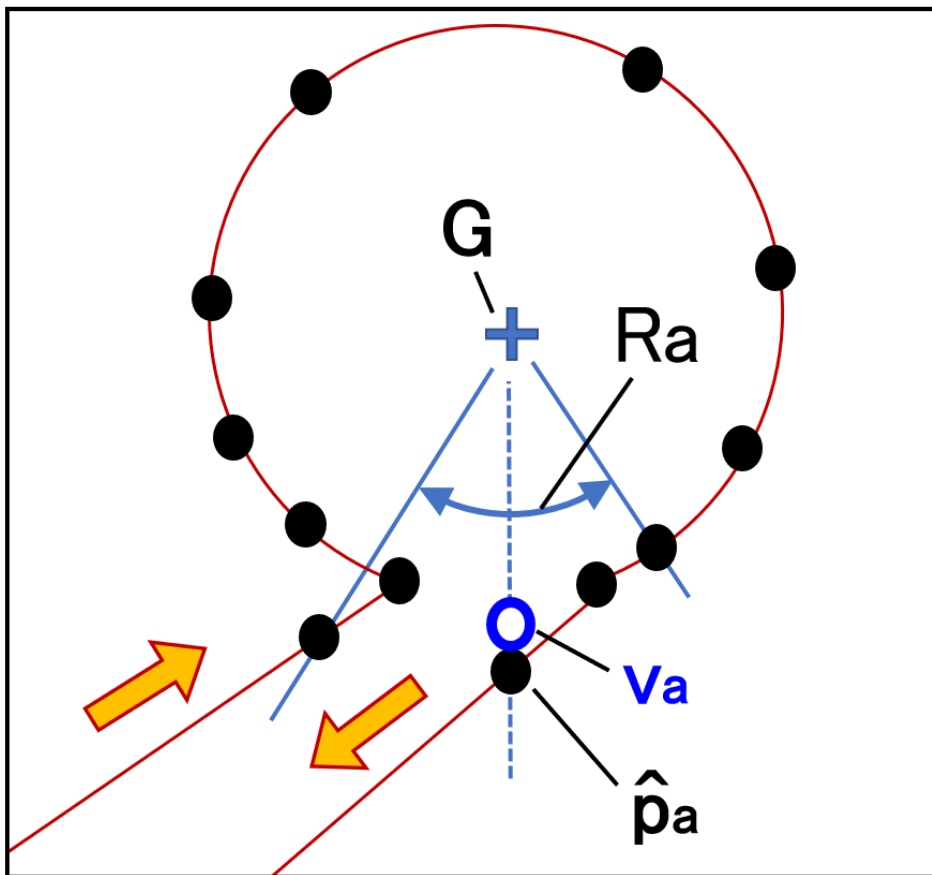
(2) ジェスチャの停止動作で, 対象区間を指定



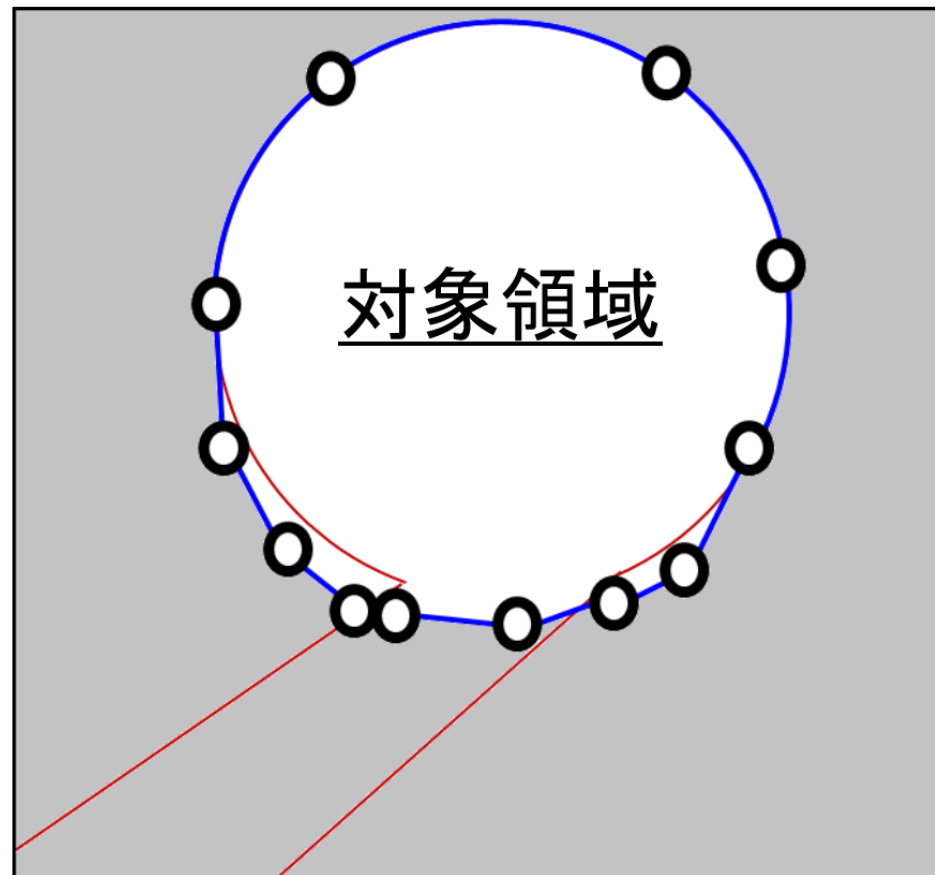
先行研究:手のジェスチャ認識

(3) 重心から移動平均を結んだ軌跡を構築

注) $+$: 重心 (G); \circ : 移動平均 (v_a); \bullet : ノイズ除去後の軌跡 (\hat{p}_a).



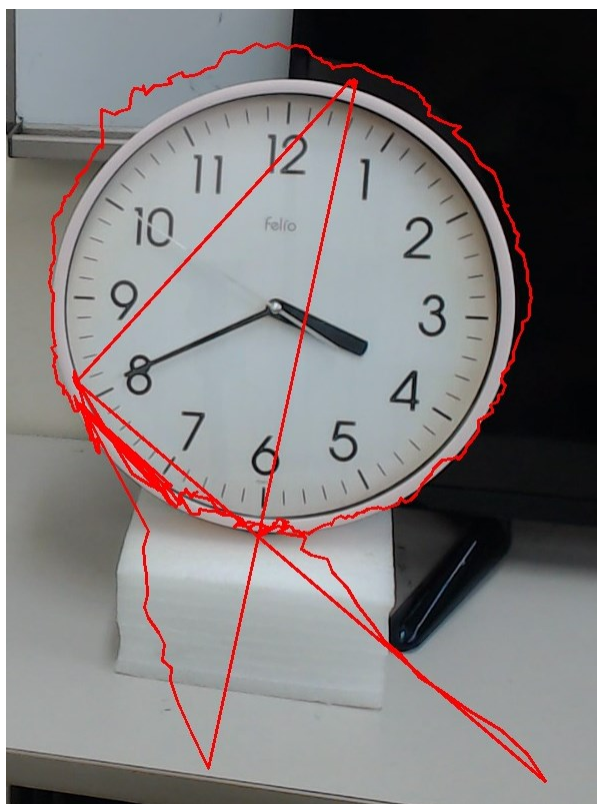
移動平均の計算



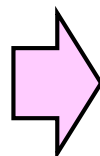
対象領域抽出

先行研究: 対象領域の抽出

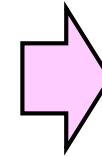
- 提案方式により, 任意の形状の対象領域を抽出



(1) YOLO



(2) ノイズ除去

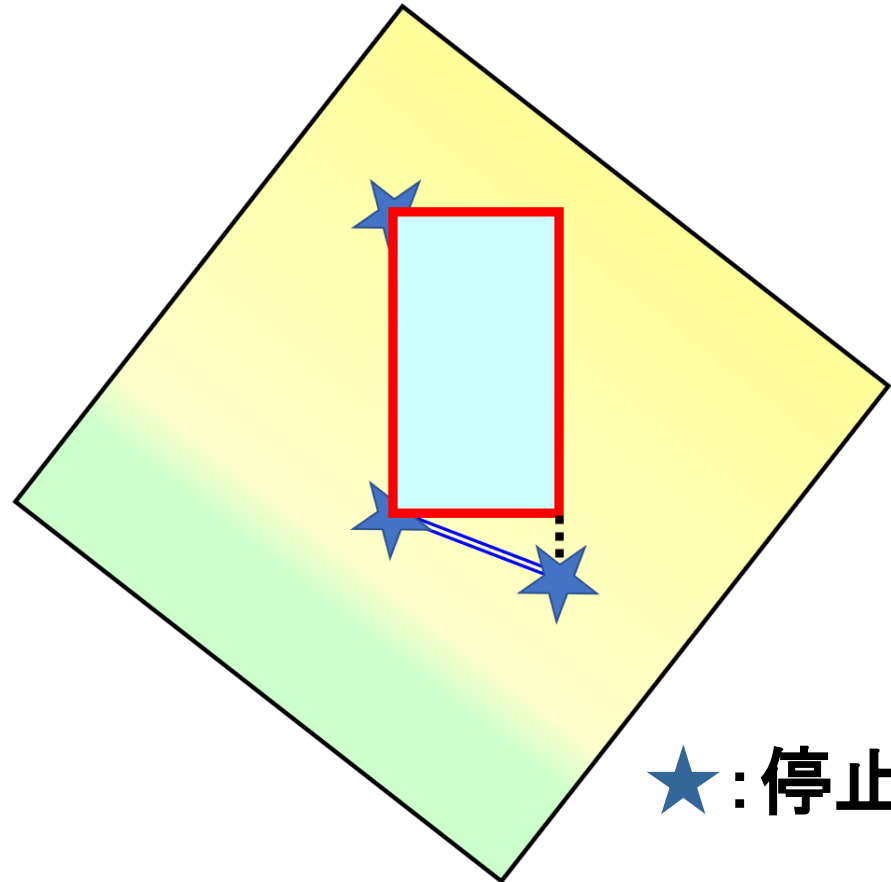
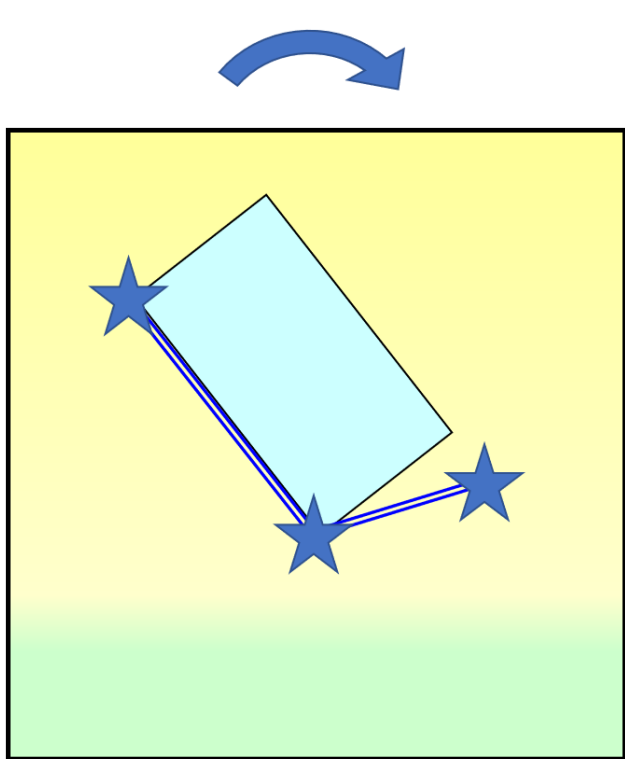


(3) 不要軌跡除去
移動平均後,
対象領域抽出

先行研究: バウンディングボックスの傾き補正

■ 停止動作を活用した矩形領域の傾き補正

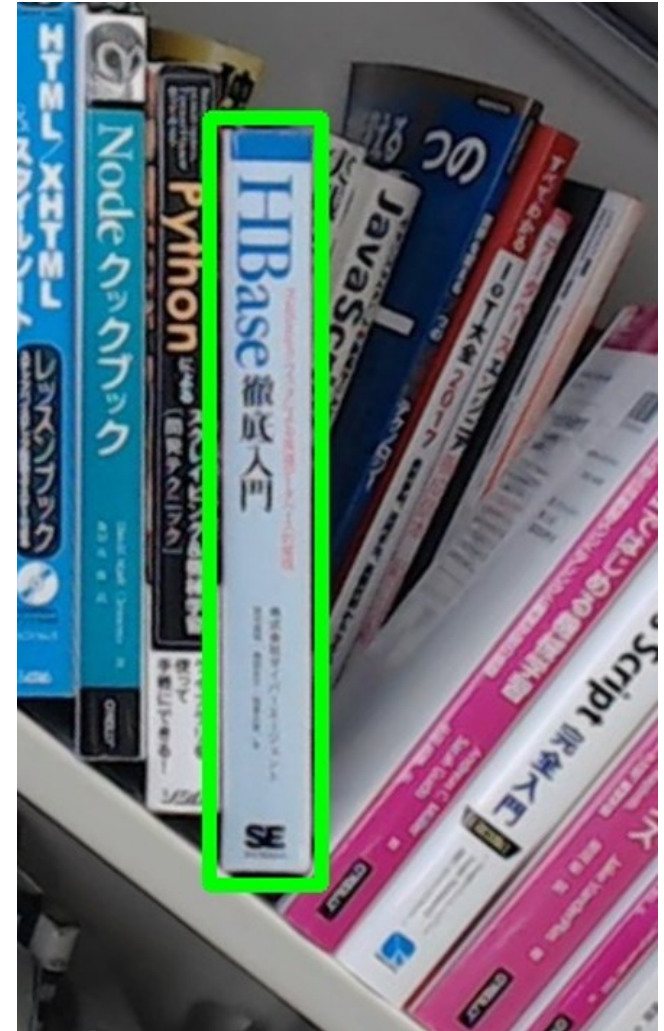
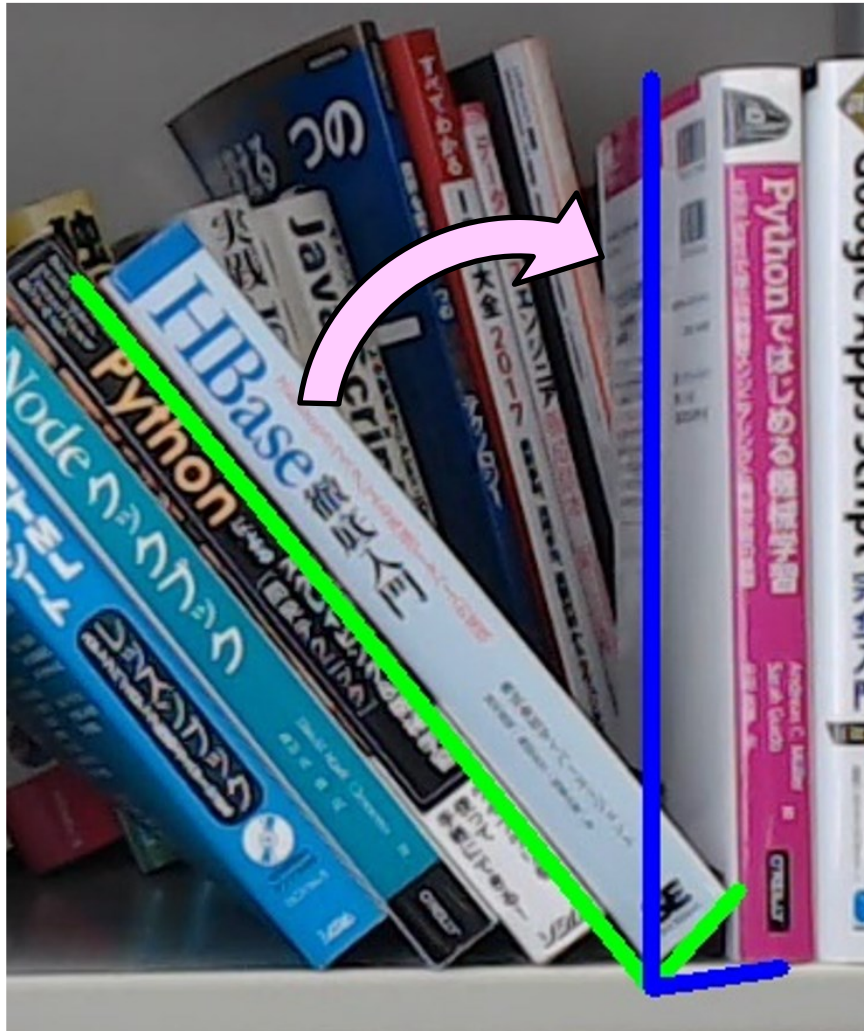
✓ 停止動作で頂点指示, 長辺で傾き補正, 短辺推定



★: 停止点

(1) 長辺による傾き補正 (2) バウンディングボックス作成

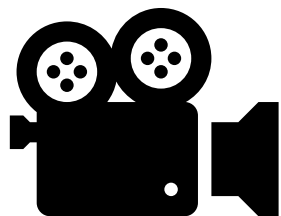
■ 書籍の対象領域抽出の事例



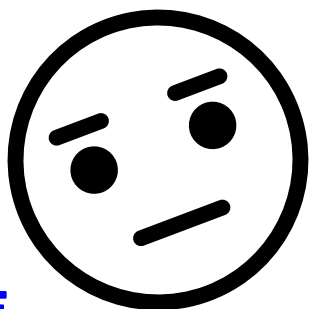
先行研究: 本方式の課題

■ 課題: ジェスチャ指示位置の誤差

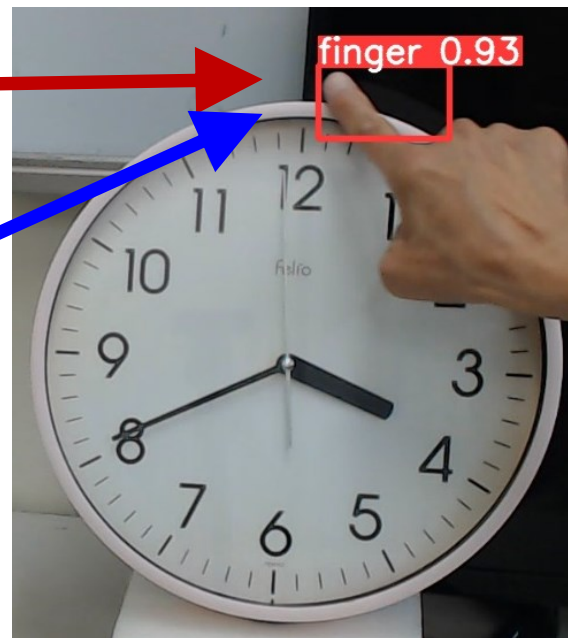
- ✓ 原因: 固定カメラの使用による視点の差異
- 対策: ウェアラブルカメラの使用,
フレーム間の位置の補正が必要



固定カメラの視点



人間の視点



本研究の目的

- ジェスチャ認識による物体検出方式の、
実際の業務への**適用方法の提案と、有効性評価**
 - ✓ **適用1: ピッキング経路指示書の作成**
 - ✓ **適用2: 部品判別**

適用1：ピッキング経路指示書

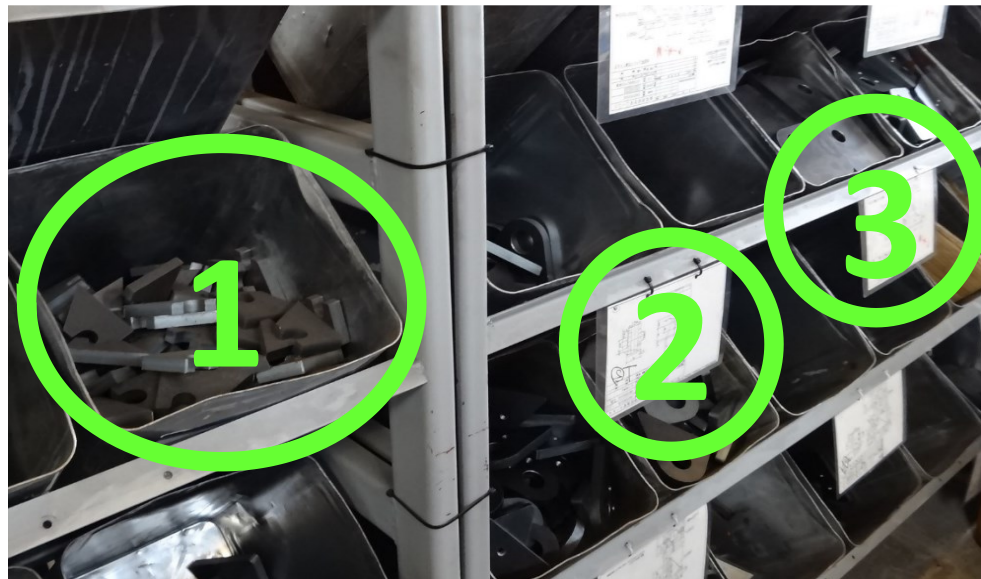
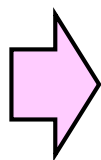
- 業務：部品構成表により，製品ごとに部品をピッキング
- 課題：数千種類のコンテナから，数十種類をピッキング。
 - 最適経路の指示が必要

部品構成表

製品番号：P1 製品名：車台

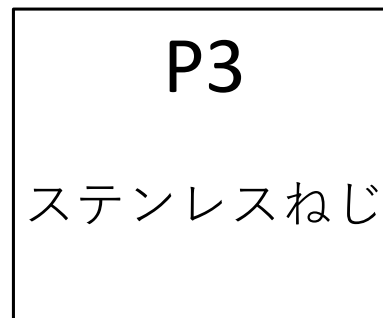
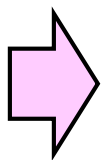
部品番号	部品名	所要量
B202	鉄棒：Φ1cm×30cm	4
A100	アルミ板：20×50cm	2
P3	ステンレスねじ	8

適用1：ピッキング経路指示書



(1) 在庫棚の指示

(2) 棚のコンテナの指示



1: 画像

2: ラベル

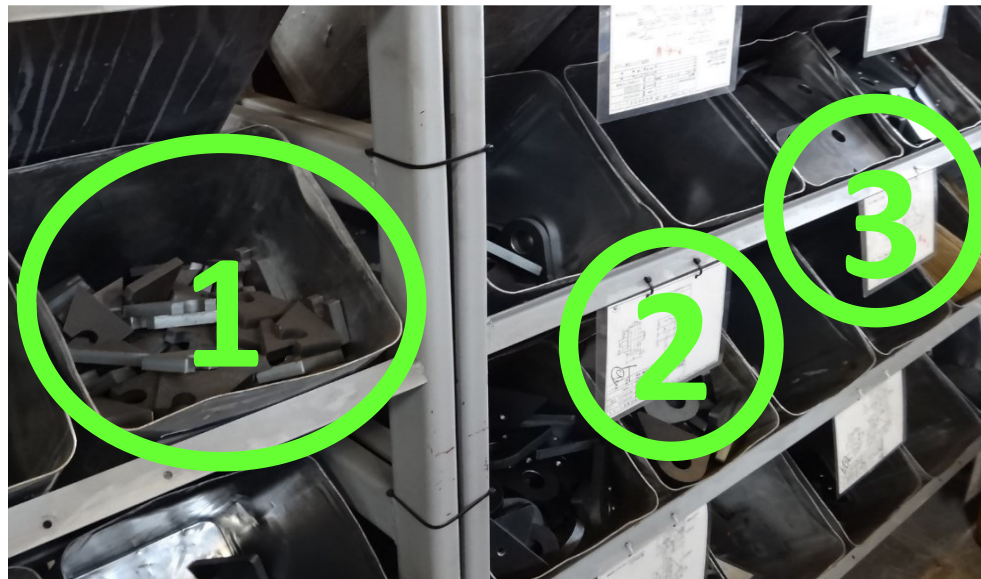
3: ラベル

(3) 対象部品の確認情報提示

適用1：ピッキング経路指示書



(1) 在庫棚の順番指示

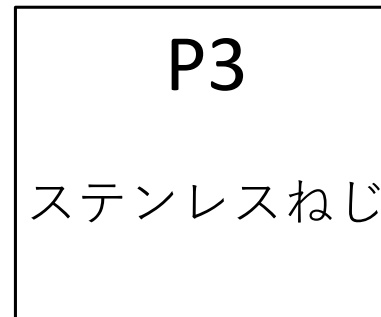
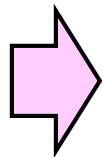


(2) 各棚のコンテナの順番指示

■ 作成方法1：連続撮影ジェスチャによる対象の指示

- ✓ 背景に、ジェスチャの軌跡（円）を描画，
- ✓ 中にピッキングの順番を表示．

適用1：ピッキング経路指示書



1: 画像

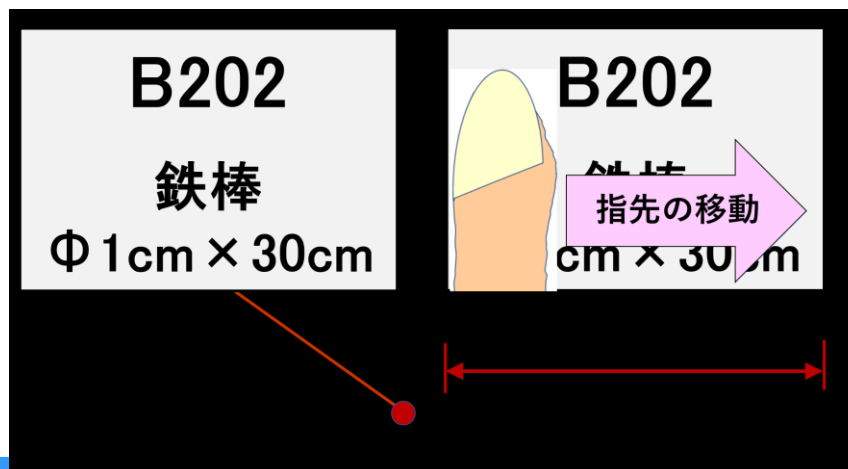
2: ラベル

3: ラベル

(3) 対象部品の確認情報提示

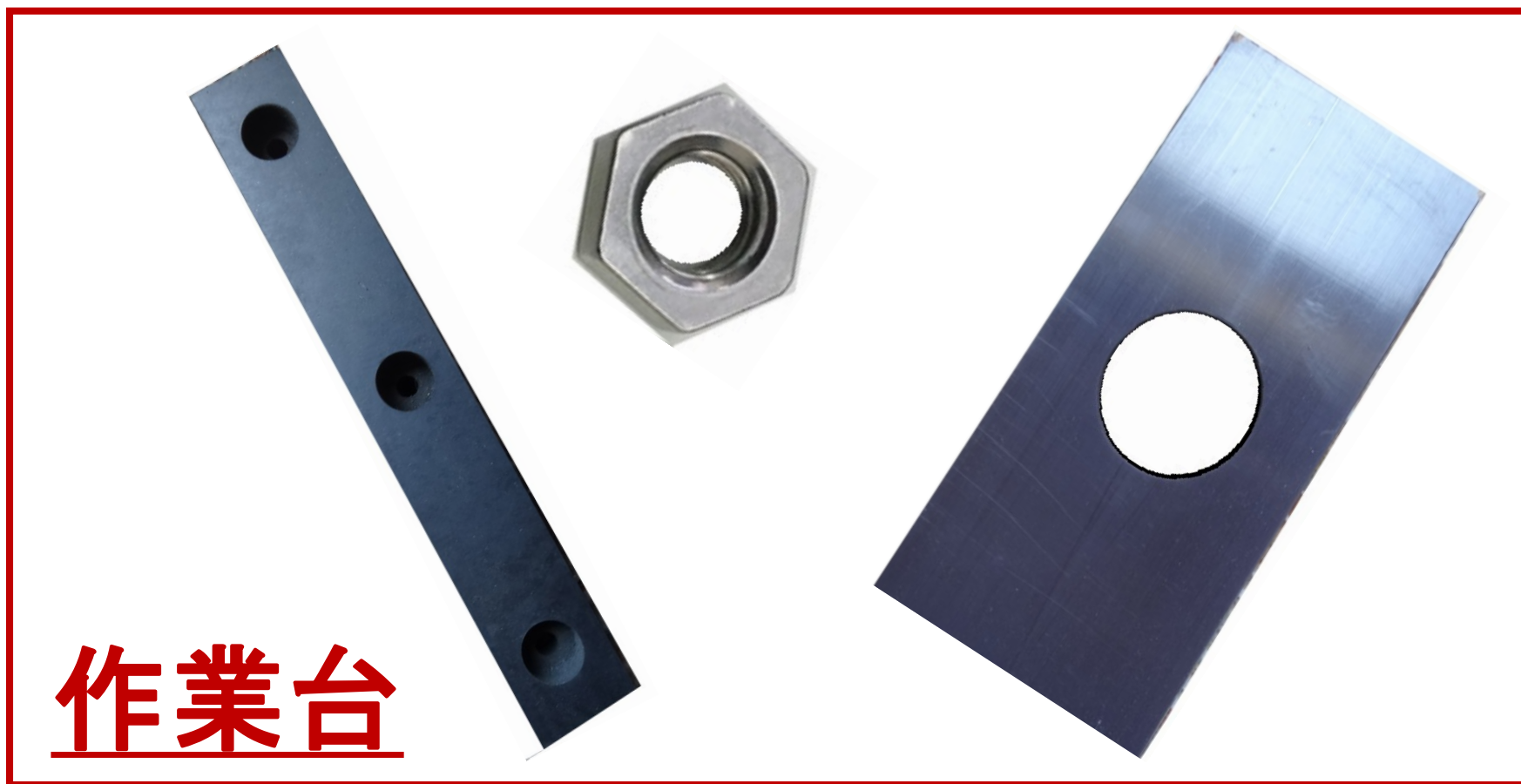
■ 作成方法2：連続撮影；コンテナ，ラベルを接写

- ✓ ジェスチャの停止動作で，対象フレームを自動抽出

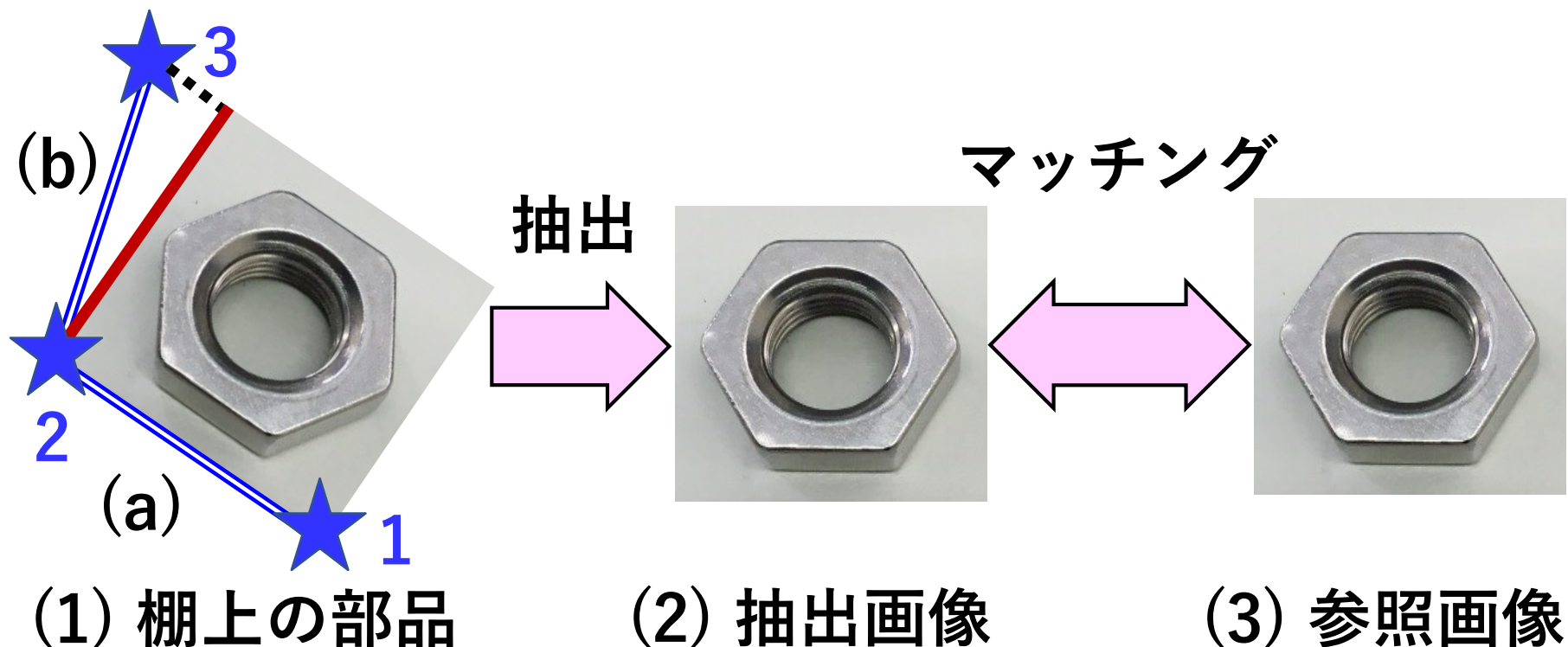


適用2：部品判別

- 台上の廃棄部品の判別
- 課題：廃棄部品が記録されず，在庫管理の誤差が発生
 - 対策：簡易な判別方法の提案



適用2：部品判別



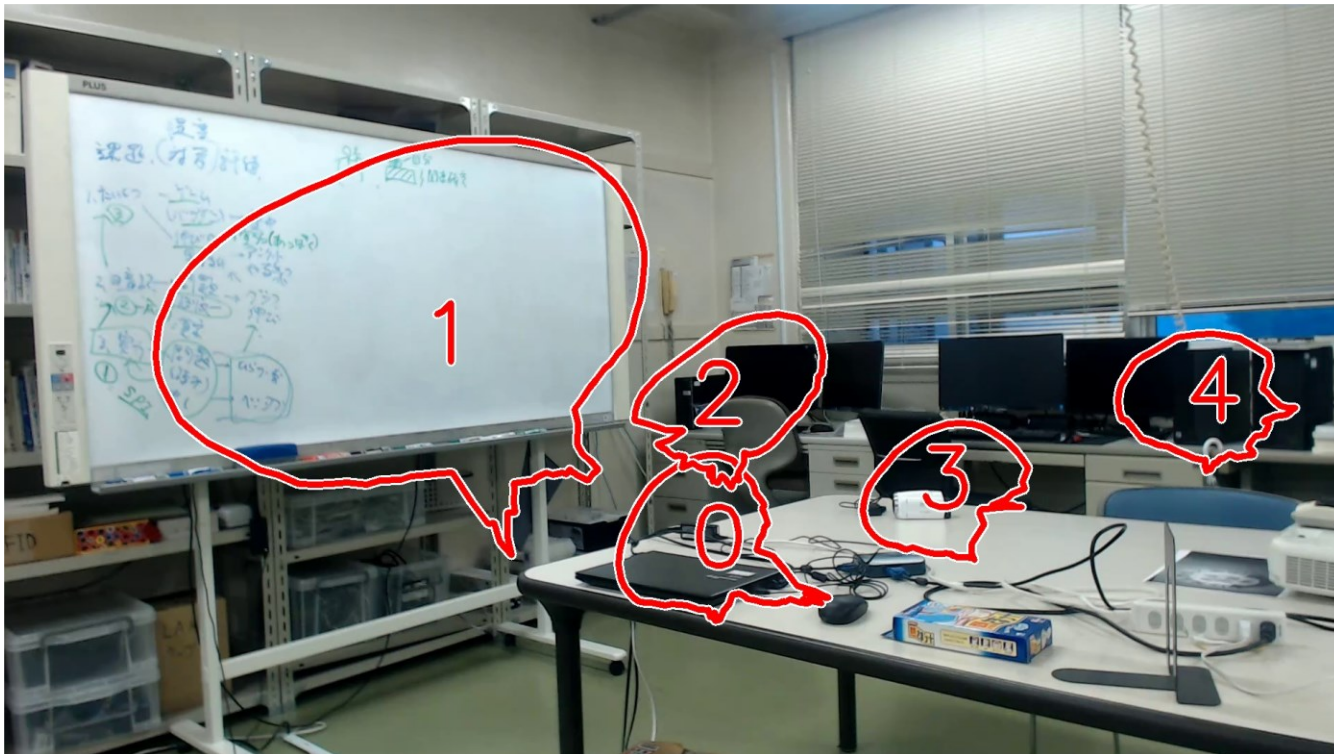
■ 判別方法:

- (1) ~ (2) 傾き補正したバウンディングボックスで抽出
- (3) 部品の参照画像と, テンプレートマッチング

評価1：ピッキング経路指示書への適用

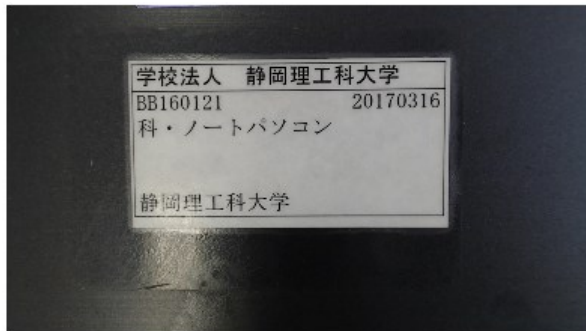
■ 実験環境：研究室の固定資産管理

1. **経路指示**：固定カメラ設置，位置をジェスチャで順次指示
 - ✓ 停止動作で区間抽出，軌跡描画，軌跡内に順番表示
 - 厳密な輪郭指示が不要 ⇒ **効率的に作成可能**



評価1：ピッキング経路指示書への適用

- 対象部品確認情報(固定資産ラベル情報)の抽出:
 - ✓ 接写ではジェスチャ認識が困難,ズームアウトで指示
 - ✓ OCRにより固定資産ラベルの情報を自動抽出
- 課題:ジェスチャでラベル・フレームの特定が困難



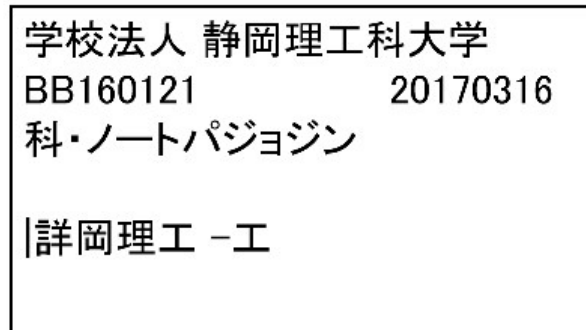
(1) ラベルの画像



(2) ジェスチャによる指示



(3) メジアン処理後の軌跡



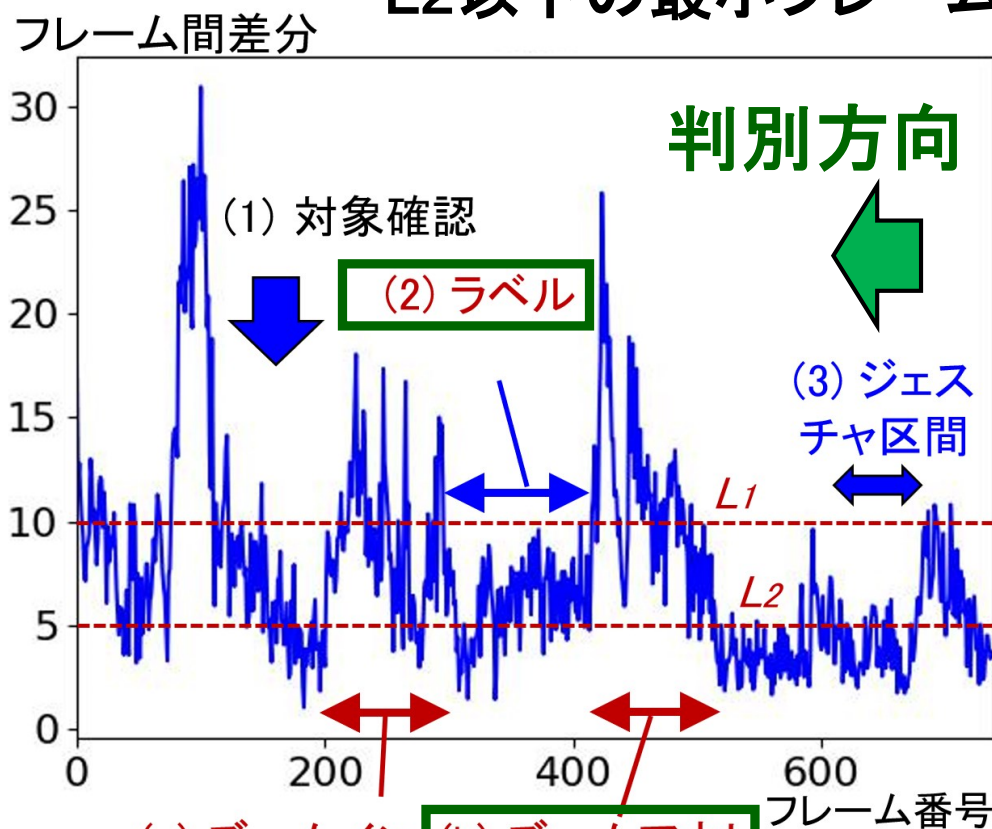
(4) OCRによる情報抽出結果

固定資産ラベルの抽出方式

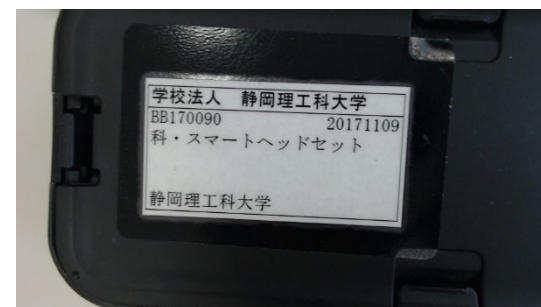
■ フレーム間の差分変動との組合せ

(b) **ズームアウト**: 一定時間 L_1 を超過

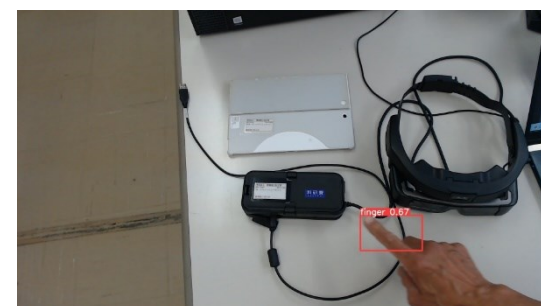
(2) **ラベル**: 一定時間 L_1 を下回る区間の中で,
 L_2 以下の最小フレームを抽出



(1) 対象確認



(2) ラベル



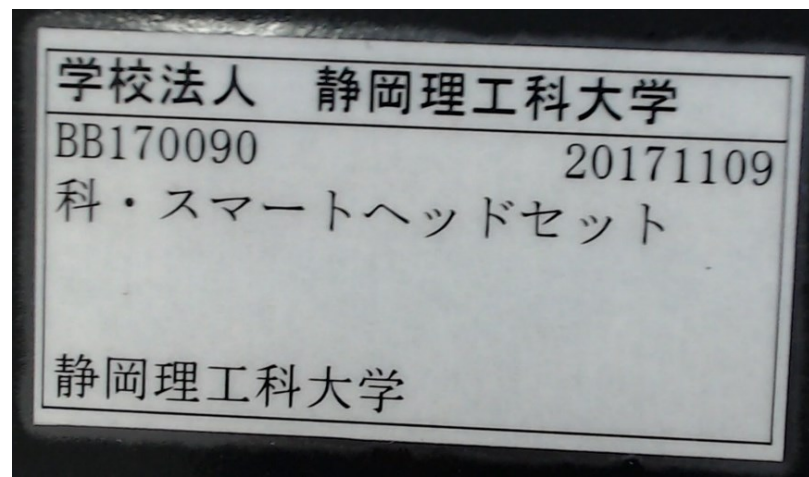
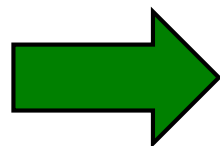
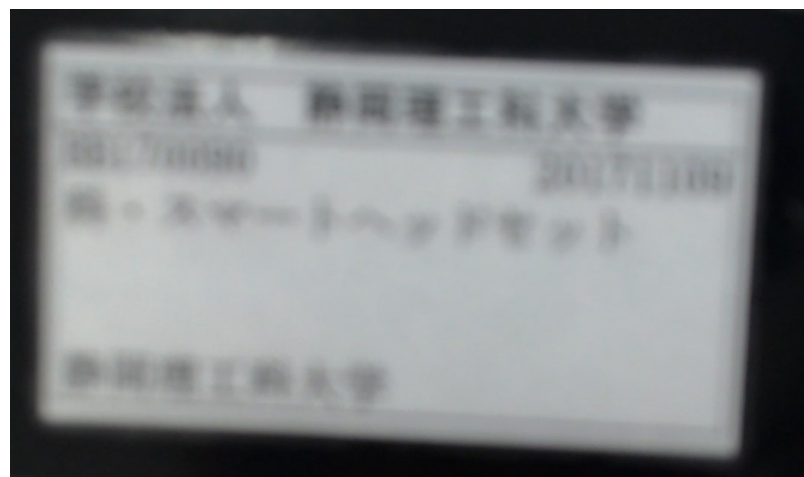
(3) ジェスチャ

OCRによる物体認識の評価

■ フレーム間差分との組合せの評価

✓ 概ね正しく検出, 割合は焦点が合うまでの時間による

対象区分	資産番号	数	結果	登録日	数	結果	抽出数	割合
PC	BB210104	9	○	20211214	9	○	20	45.0%
カメラ	BB170090	8	○	20171109	8	○	16	50.0%
タブレット	BB15Z061	15	○	20151022	18	○	20	90.0%
	BB152061	3	NG					



評価2: 部品判別

■ バウンディングボックスの傾き補正

➤ 本棚の書籍のテンプレートマッチングに適用・評価

■ 評価環境:

- ✓ 4つの傾き
- ✓ 各5冊の書籍



(1) 斜めに配置



(2) やや斜めに配置



(3) ほぼ垂直に配置



(4) ほぼ水平に配置

評価2: 傾き補正の有効性評価

■ テンプレートマッチングによる検出位置精度の評価

- 傾き補正 (b) により, 検出位置の精度は改善

推定位置

斜めの
ケース



(a) 書籍画像



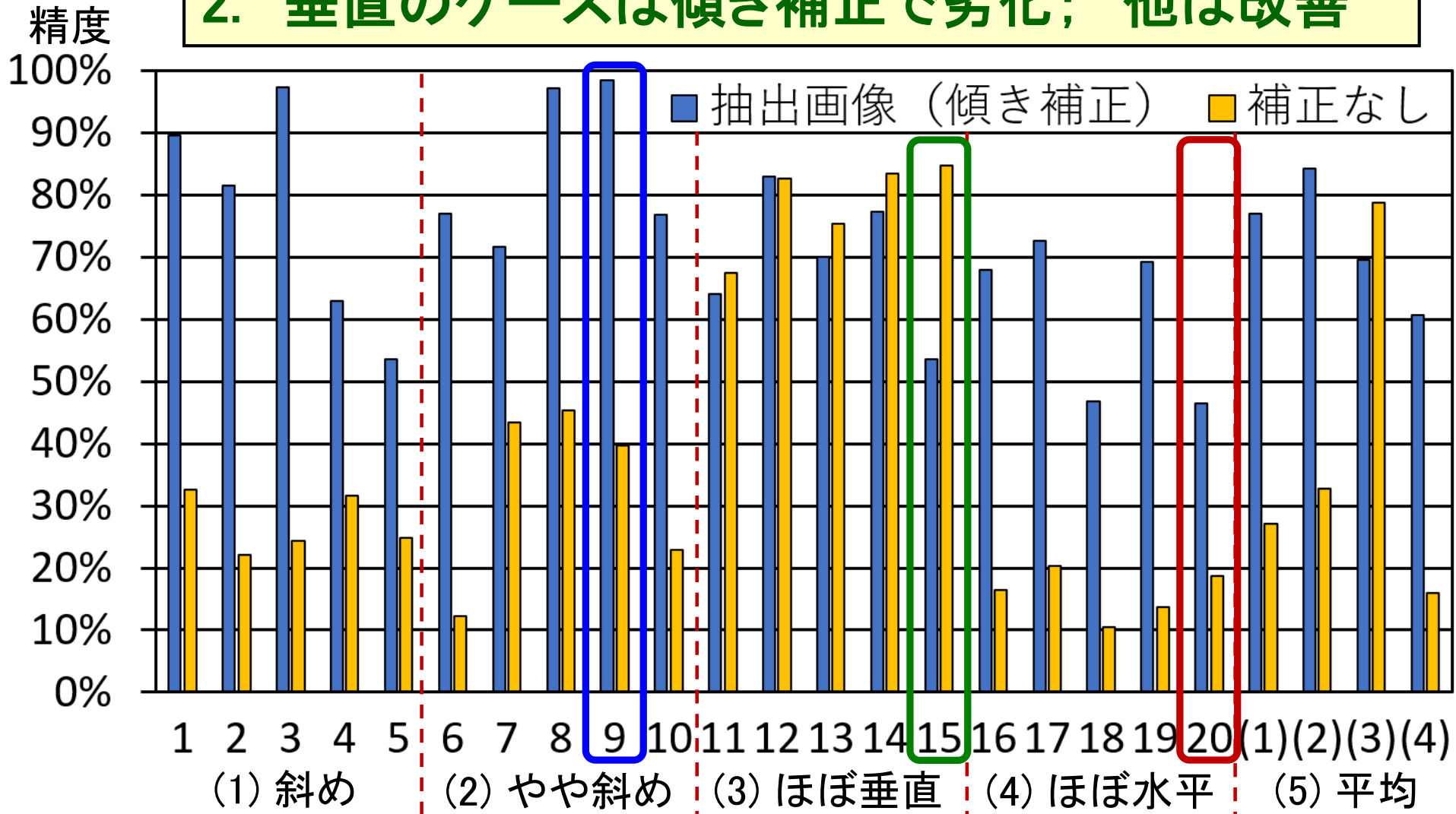
(b) 抽出画像
(傾き補正)



(c) 補正なしの
抽出画像

評価2: 全ての書籍のマッチング精度評価

1. マッチング精度は, ケースにより変動
2. 垂直のケースは傾き補正で劣化; 他は改善



評価2: マッチング精度変化の解析

- 課題: 固定カメラ使用に伴う, ジェスチャ指示位置の誤差
(2) 左側の欠落; (3) 書籍に対してボックスに傾き



(1) No. 9の事例
(精度が最大)



(2) No. 20の事例
(精度が最低)



(3) No. 15の事例【補正なし】
(ほぼ垂直)

議論：ジェスチャ認識による物体検出方式

1. 実際の業務で有効性を確認
 - ✓ ピッキング経路指示書の作成
 - ✓ テンプレートマッチングによる部品判別
2. 評価結果から、他の業務へも応用が可能と考えられる。
 - a. 工場の出荷検査：不良個所をジェスチャで指示
 - b. 固定資産管理：台帳との照合による資産移動管理
3. 今後の研究課題
 - ✓ 回転、移動を含めたウェアラブルカメラの位置補正方式の開発と、実際の業務での評価

■ 研究の背景

- ✓ 深層学習の物体検出は, 多数の種類には適用困難
 - 先行研究: ジェスチャ認識による物体検出の提案

■ 本研究: 実際の業務を想定して適用・評価

- 実際の業務でも有効であることを確認

■ 将来研究: ウェアラブルカメラを用いた指示精度の改善

YOLOによるジェスチャ認識を活用した物体検出 在庫管理への応用

ご清聴ありがとうございました

2022年 11月 26日

静岡理工科大学

情報学部 コンピュータシステム学科

工藤 司

