

衝撃操作と特徴点追跡に基づく未知物体の検出とピッキング

Unknown Object Detection and Picking Based on Impacting and Keypoint Tracking

本田 紘之 (横国大)
Hiroyuki HONDA, Yokohama National University

○前田 雄介 (横国大)
Yusuke MAEDA, Yokohama National University

Abstract

本報では、衝撃操作と特徴点トラッキングにより未知対象物を検出する手法を扱う。この手法では、ロボットが衝撃を与えることにより対象物を動かし、衝撃前後の画像から個々の対象物を検出する。検出はSIFTおよびHarris Cornerによる特徴点トラッキングにより可能となる。ここではグルーピングされた特徴点群の α -shapeを用いることで、凹形状を含む物体を表現している。ロボットによるピッキング実験により、本手法の実現性を確認する。

We study a method for unknown object detection based on impacting and keypoint tracking. In this method, a robot changes object positions by impacting to detect each of the objects individually from camera images before and after impacting. This detection is possible because keypoints of each object always move consistently by impacting, while those of the background do not move. A concave hull segmentation method called α -shape is used to model the objects. Picking experiments of several objects are demonstrated.

研究背景

乱雑環境における物体認識

未知物体の検出・認識は困難



ロボットの能動補助操作を用いて環境変化を引き起こすことで、検出・認識能力を向上させることが有用

従来研究

[Metta 2003] Poking による同系色物体中の外形検出
[Gupta 2012] Tumbling/Spreading による重なり解消と隔離
[Schiebener 2014] Pushing によるセグメンテーション

ハンドと物体の直接接触による補助操作:
環境変化を起こせる範囲が限定的

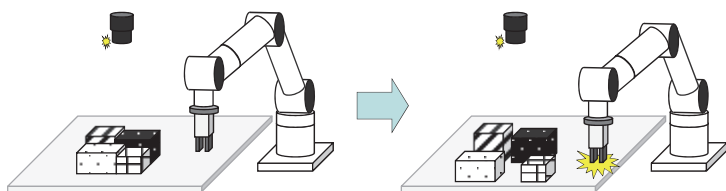
- 変化を引き起こすべき領域がわかっていなければならない
- 補助操作完了に時間がかかる

研究目的

広域に環境変化を引き起こせる能動補助操作による未知物体検出の実現 c.f. [本田 2014RSJ]

- 補助操作として衝撃操作(パンチング)を採用
- 補助操作前後の画像比較(特徴点追跡)から物体検出

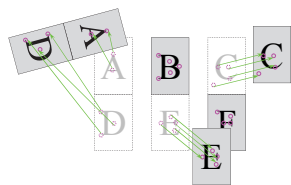
衝撃操作



パンチングによる環境変化

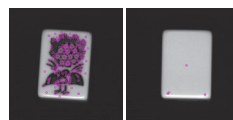
- 衝撃による物体の移動を利用
- 一度の操作で広域に変化を引き起こすことが可能
- オクルージョンが問題になりにくい
- 衝撃前後の画像変化から物体検出

未知物体検出の概要

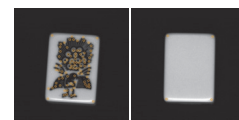


特徴点追跡による移動検出

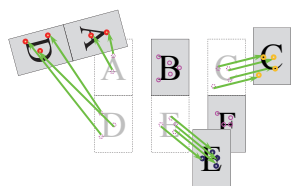
SIFT, Harris corner



SIFT



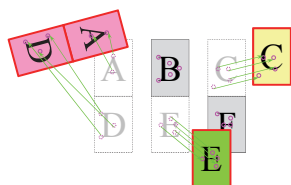
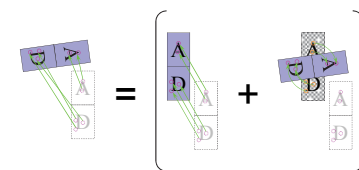
Harris corner



RANSAC による特徴点のグルーピング

同一剛体運動に従う特徴点をまとめる

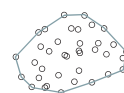
- 今回は二次元平面内の移動のみを考慮



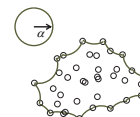
セグメンテーションによる物体検出

α -shape [Pateiro-Lopez 2010] の利用

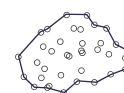
- 特徴点群がすべて含まれる最小の α を設定



convex hull

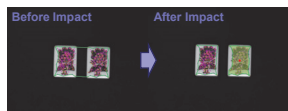


α -hull

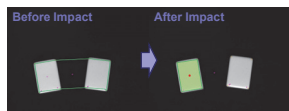


α -shape

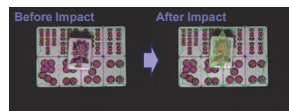
検出例



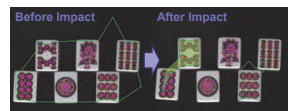
同一テクスチャの複数物体



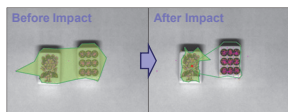
テクスチャレス物体



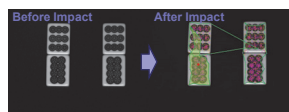
背景テクスチャ上の物体



多数の物体



影のできる環境



連結物体と非連結物体

一部不正確な場合もあるが、
おおむね検出は可能

- 物体の移動が小さすぎる場合の問題(衝撃が不十分)
- 特徴点運動の偶然の一致による outlier

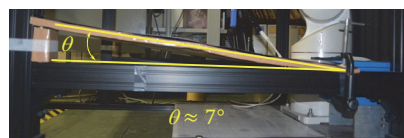
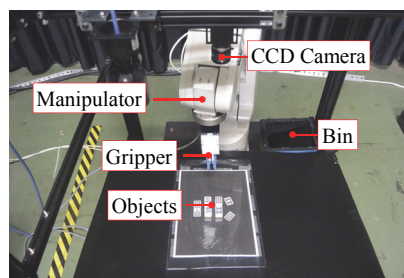
実機によるピッキング実験

実験環境

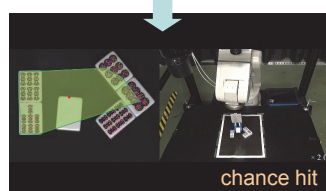
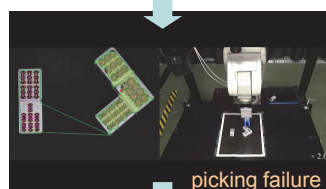
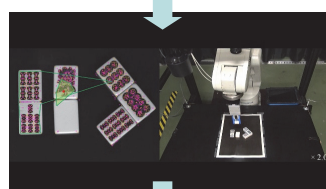
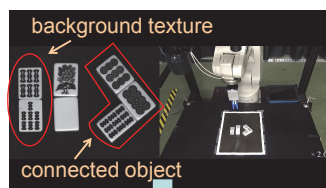
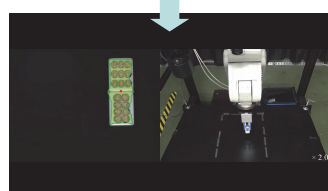
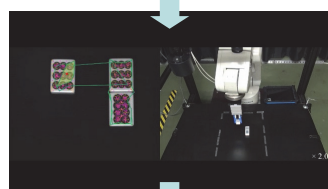
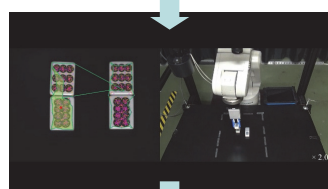
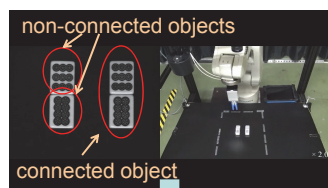
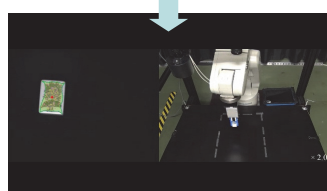
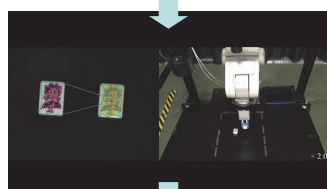
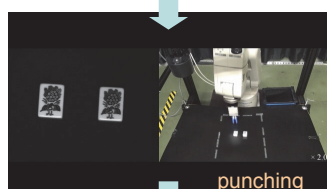
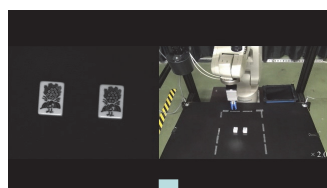
未知物体(麻雀牌)の検出とマニピュレータによるピッキング

実験装置

- 6軸マニピュレータ(三菱電機 RV-1A)
- 電動平行グリッパ(TAIYO ESG-SS-2815) + 衝撃緩和用ばね要素
- 1.3Mピクセル モノクロCCDカメラ(PointGrey Flea2 FL2G-13S2M)
- Linux PC (Intel Core i7-3770K 3.50GHz)



実験結果例



失敗もあるが
ピッキングは一応可能

- 検出の失敗
- 把持の失敗
(物体姿勢・形状を考慮していないため)

まとめ

結論

- 衝撃操作(パンチング)による未知物体検出
- 凹形状物体を含むセグメンテーション
- ピッキングの実現

今後の展望

- 検出のロバスト性向上
- 適切な把持計画の実装
- 多様な対象物への適用
- 三次元的配置・運動への拡張