

Keypoint R-CNN を用いた直方体の頂点検出

岡崎 勝守^{†1} 平野 龍一^{†1} 福原 義久^{†1, ‡2}武蔵野大学 データサイエンス学部^{†1} 武蔵野大学 アジア AI 研究所^{‡2}

1. はじめに

近年、物流業界では労働力不足が懸念されている中、物流をより効率化することが課題となっている。2010年以降、トラックの積載効率は約40%となっており [1]、輸送物の大きさを正確に把握し積載率を向上させることができればエネルギーコストや人件費を抑制できるはずである。本稿では、輸送対象物を外装箱でよく利用される直方体と限定し、単眼カメラ画像からそのサイズを推定する手法を提案する。具体的には Keypoint R-CNN を用いて直方体の各頂点を推定する。提案手法は従来のコーナー検出を利用した場合と比較して、より簡便かつ正確に輸送物の頂点座標を推定することができ、AR マーカーを併用することでサイズの計測にも成功した。

2. 関連研究

Shiらは、Harrisのコーナー検出の評価関数を改良し、より良い結果を示す手法を提案している [2]。しかし、この手法を今回事例に適用すると、背景などに存在する検出対象以外の特徴点も誤検出してしまうことがある。

また斉藤らは、画素検出と Hough 変換を用いて画像内に存在する長方形物体を検出する手法を提案している [3]。この手法は長方形固有の幾何学的な特徴を利用することで煩雑な後処理や Hough 変換で必要となる膨大なパラメータ空間が不要となり信頼性向上と計算コストの低減を実現させた。しかし、撮影装置は対象物の真上の位置に固定されている。

3. 提案手法

提案手法では、姿勢推定などに使用されている Keypoint R-CNN を用いて、直方体の頂点検出を行う。また、AR マーカーを用いて射影変換した画像に検出結果を適用し形状を推定する。

3.1. コーナー検出モデルの作成

Keypoint R-CNN とは、Mask R-CNN [4]を元に作成された画像上のキーポイントを見つけるモデルである。本研究では Pytorch の実装 [5]および学習済みモデルを用いた。実験では直方体用に定義したキーポイントデータセットをファインチューニングした。データセットは大きさの異なる6種類の箱を iPhone で動画撮影したものからフレーム画像を切り出し、計645枚のデータセットを作成した。

3.2. 直方体の頂点を表す Keypoint の定義

提案手法では新たに直方体のための Keypoint を定義した。図1に直方体に対する Keypoint を示す。直方体を撮影する場合、直方体の8つのすべての頂点が画像上に得られるわけではなく、最大7点の頂点を得られる。ラベルは上段の左奥から時計回りに corner1 から corner4 を定義し、下段は右奥から時計回りに corner5 から corner7 までを定義した。

3.3. 直方体のサイズ推定

次に直方体の形状推定手法について述べる。形状の推定は OpenCV に実装されている ArUco マーカーを用いた。図2に示したように、直方体の上面のマーカーが正方形になるように射影変換を行い、上方から見た外装箱上面の形を再現する。再現した画像のコーナー間の長さをユークリッド距離で求め、射影変換後の AR マーカーのサイズと実際のサイズをもとに直方体の幅と奥行きを長さを求める。この過程を側面画像でも

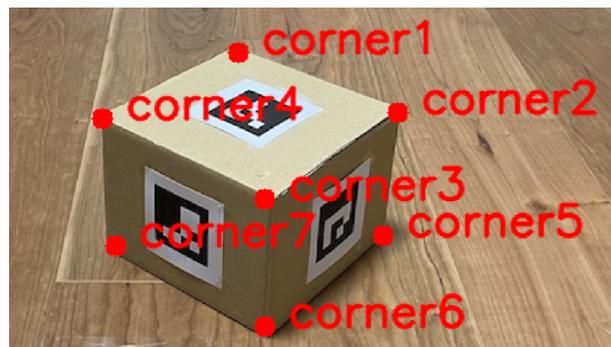


図1 独自の keypoint 定義

Cuboid Corners Detection using Keypoint R-CNN.

Katsumori Okazaki^{†1}, Ryuichi Hirano^{†1}
and Fukuhara Yoshihisa^{†1, ‡2}^{†1} Faculty of Data Science, Musashino University^{‡2} AsiaAI Institute, Musashino University

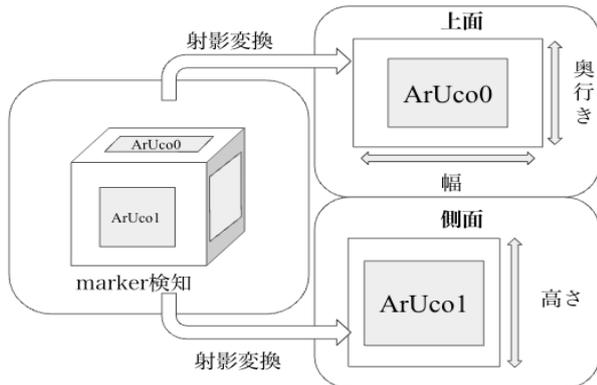


図2 マーカーを用いた外装箱のサイズ推定

行い、高さを求める。

4. 評価実験

本稿では、学習に使用していない外装箱を用いて、推定した直方体の大きさと実際の箱の大きさの評価実験を行いKeypoint検出が直方体のコーナー推定に有効であるか評価を行った。モデルのパラメータを表1に示す。

評価には、学習では使用していない箱を使用し、評価画像は、corner6から長さ50cm、高さ42cmの位置から撮影した。図3のようにcorner3とcorner6がcorner1の延長線上にくるようにカメラを設置し、撮影基準点と定義した。撮影基準点をもとに左右に5度ずつ最大40度までカメラを移動させ、計17枚の画像を作成した。本手法では必ず7つの角が見える必要があるので真横からの画像は使用しない。

5. 実験結果と考察

角度毎の平均誤差を図4に示す。図4の結果から-15度~10度までの誤差が5mm前後と、比較的良好な推定ができていていることがわかる。

表1 Keypoint R-CNN

エポック数		20
lr		0.001
SDG	momentum	0.9
	weight_decay	0.0005
Step_size		5
StepLR	gamma	0.3

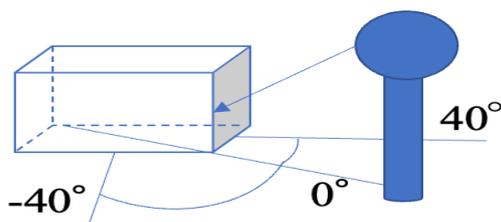


図3 撮影位置

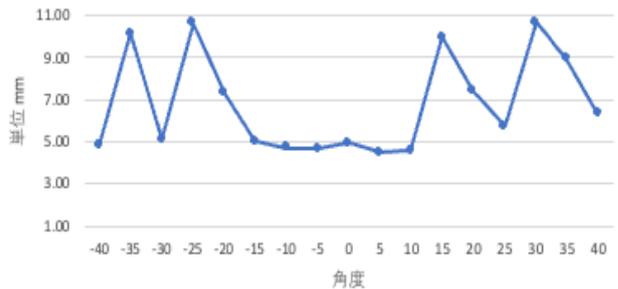


図4 実験結果

しかし、真横に近くなるほど推定結果の誤差が大きくなっている。これは、直方体を移動させ角度がつくにつれ、コーナーによっては画面上に映る大きさが小さくなり、誤検知や誤差が大きくなるからだと推測される。

6. おわりに

本稿では Keypoint RCNN を用いて単眼カメラ画像から直方体の頂点検出を推定する手法を提案した。また、AR マーカーを用いて実際の外装箱の大きさを推定することにも成功した。

今後は、マーカーを使用せず、レーザー測定器などを併用することでより簡便にサイズ計測ができる手法にしたい。

また、精度向上を実現するために、学習データの増加、多方面からの撮影を行う必要があると考える。

参考文献

- [1] 国土交通省, “物流を取り巻く動向と物流施策の現状について”, 7 2020. Available: <https://www.mlit.go.jp/common/001354692.pdf>. [アクセス日: 29 12 2022].
- [2] Jianbo Shi, Carlo Tomasi, “Good Features to Track”, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR94) Seattle, June 1994.
- [3] 斉藤文彦, 島知也, “組合せ HOUGH 変換による画像内長方形物体検出”, 精密工学学会誌 Vol7.No.1, 2005.
- [4] Kaiming He, Georgia Gkioxari, Piotr Dollar, Ross Girshick, “Mask R-CNN”, 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017.
- [5] Pytorch, “Keypoint R-CNN”, 2017. Available: https://pytorch.org/vision/stable/models/keypoint_rcnn.html.