陳列廃棄タスクにおける視点に依存しない商品認識とそのシステム開発

ER14015 **大西剛史**　　**指導教授：藤吉弘亘**

1. はじめに

コンビニエンスストアでは人手不足により従業員の負担が増加しており，ロボットによる各種業務の自動化が望まれている．特に陳列廃棄業務は，従業員がレジから長時間離れるため，負担の削減が期待できる．このような背景の下，ロボットの世界競技会 World Robot Summit(WRS) の Future Convenience Store Challenge(FCSC) は，接客，清掃，陳列廃棄業務の自動化を目的としている．本研究では，FCSC の陳列廃棄タスクにおいて，ロボットの視点に依存しない商品認識およびロボットシステムの実現を目的とする．

2. 陳列廃棄タスクのロボットシステム

陳列廃棄タスクは，棚に陳列されている商品の廃棄判定を行い，廃棄品ではない商品のみを決まった位置に再陳列するタスクである．提案するロボットシステムの処理の流れを図 1 に示す．本システムでは，ロボットアームの先に設置したカメラから異なる視点において商品認識をする必要がある．

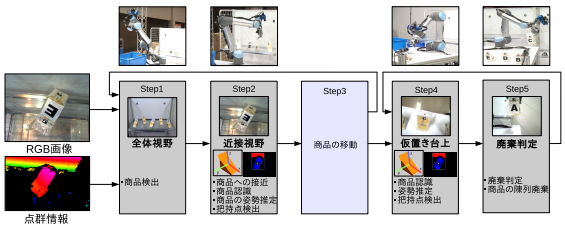


図 1：陳列廃棄タスクにおけるシステム構成

学習する視点は，棚上の商品位置を検出する全体視野，把持点と商品の姿勢を検出する近接視野，仮置き台上で把持点と商品の姿勢を検出する視点，最後に廃棄判定を行う視点の 4 つである．陳列廃棄タスクにおける動作手順を以下に示す．

Step1 全ての商品の位置を把握するために，全体視野にて撮影した RGB 画像から全ての商品の検出を行う．

Step2 検出した中から 1 つの商品に対してカメラを接近させる．この近接視野にて，再度撮影した RGB 画像から商品の検出，廃棄判定用ラベルの認識，姿勢推定を行い，点群情報から把持点の検出を行う．

Step3 検出した把持点に対して吸着による把持を行い，仮置き台に商品を移動させる．棚上の全ての商品に対して Step1 から Step3 を行う．

Step4 仮置き台視点にて Step2 と同様，商品の検出，廃棄判定用ラベルの認識，姿勢推定，把持点検出を行う．そして，廃棄判定用カメラでラベル面が見える姿勢に移動させる．

Step5 廃棄判定視点にて把持した商品に対して廃棄判定用ラベルの認識を行う．廃棄の場合はコンテナ，廃棄でない場合は棚上の整列場所に陳列する．仮置き台に回収した商品全てに対して Step4 と Step5 を行う．

3. SSD による視点に依存しない商品認識

商品認識には，商品の検出と廃棄ラベル認識が必要である．本研究では，1 つのネットワークで検出と認識が可能である Single Shot MultiBox Detector(SSD)[1] を用いる．図 2 に SSD のネットワーク構造を示す．

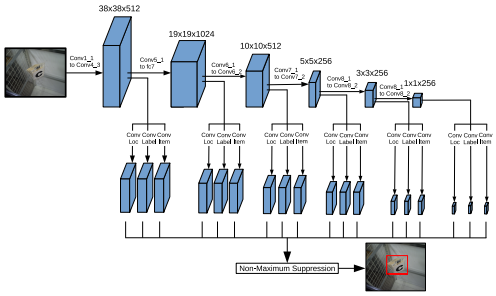
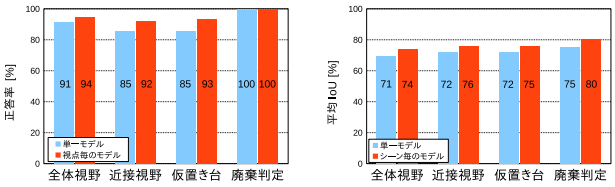


図 2：SSD のネットワーク構造

SSD は物体の大きさに対応した解像度の特徴マップを用いるため，異なる視点による物体の大きさの変化に頑健な認識が可能となる．

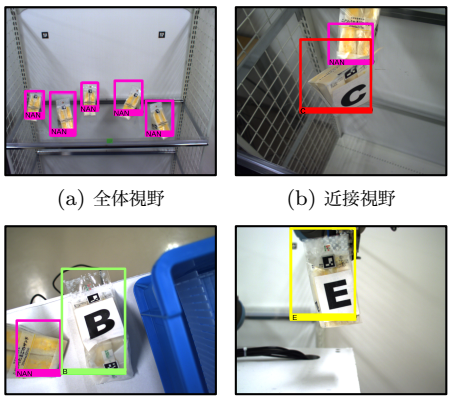
4. 評価実験

視点毎に学習した SSD と全ての視点を同時に学習した SSD に対する平均 IoU と正答率を比較する．学習サンプルには，廃棄かどうかを判定する 5 種類のラベルを付与した商品を各視点において撮影した 1,130 枚を使用する．評価サンプルは，各視点それぞれ 100 枚を使用する．各 SSD の正答率，平均 IoU をそれぞれ図 3 に示す．図 3 から，全ての視点を同時に学習した場合，視点毎に学習した場合に比べ，正答率は約 7%，平均 IoU は約 5%低下した．一方で各視点において未検出の場合は，商品認識の処理を再度トライすることが可能であり，本タスクの最も重要となる廃棄判定は 100%の正答率であることから十分に実用的であると言える．図 4 に全ての視点を同時に学習した SSD による各視点の認識例を示す．



(a) 正答率　　(b) 平均 IoU

図 3：正答率と平均 IoU による精度比較



(a) 全体視野　　(b) 近接視野

(c) 仮置き台　　(d) 廃棄判定

図 4：各視点における認識例

次に，GPU のメモリ使用量の比較を図 5 に示す．図 5 から全ての視点を同時に学習した SSD は，視点毎に学習した場合に比べ，約 3141 MB 削減することができた．

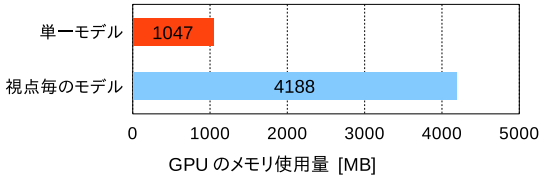


図 5：GPU のメモリ使用量の比較

5. おわりに

本研究では，陳列廃棄タスクにおける視点に依存しない商品認識およびシステムの開発を行った．複数視点における検出と認識を 1 つの SSD で行うことで効率的なシステムを実現した．また，本ロボットシステムを用いて WRS の FCSC 陳列廃棄タスクに出場し，9 チーム中 1 位となった．今後は，さらなる認識精度の向上に取り組む．

参考文献

[1] W. Liu, *et al.* “SSD: Single Shot MultiBox Detector”, ECCV, pp.21-37, 2016.