

# ロボット・VR・AI 技術を用いたキクラゲ自動収穫システムの開発

田口 創<sup>†</sup> 松村 遼<sup>††</sup> 北風 裕教<sup>††</sup>

† 大島商船高等専門学校電子・情報システム工学専攻 †† 大島商船高等専門学校情報工学科

## 1. はじめに

農業における労働力不足の対策として「スマート農業」が着目されている。その実現方法の一つとして、我々はロボット・仮想現実(VR)・人工知能(AI)技術の連携によるキクラゲ収穫支援システムの開発を行っている。しかし、キクラゲは形状が複雑で、色彩などの特徴が極めて少ないため、自動収穫は困難であった。

そこで、本システムはディープラーニングを用いてキクラゲの個体認識を行うことと、遠隔地から VR を用いて収穫選択の指示を与えることで、ロボットアームによるキクラゲ収穫の全自動化の可能性を見出した。キクラゲの特性により、高い推論精度を持つ認識モデルの構築は困難であるが、深層学習の学習画像において CG を使用した Data Augmentation 手法等[1]を用いることで、検出率 90%、成長度判別率 80%を達成し、労働力不足の問題を改善したキクラゲ収穫システムのプロトタイプモデルの開発に至ったので、報告する。

## 2. システム構成

本システムの構成図を図 1 に示す。夜間にロボットアームがターンテーブル上の収穫対象ユニット(菌床ボックス)の画像データを取得する。ここで、ターンテーブル上の菌床の入れ替えを行いながらビニルハウス内の全ての菌床の撮影を行う。サーバでキクラゲの位置の検出と、その成長度判別を全ての菌床分処理する。早朝に、ユーザが遠隔で VR アプリケーションを用いて全ての菌床に対する収穫操作を行い、サーバで情報を統合して、ロボットアームがキクラゲの収穫を開始する。これを毎日繰り返すことで、収穫支援を実現する。

## 3. 深層学習による認識実験

実写画像 1,235 枚に対して、アノテーションを行う。この際、各成長度合いをクラス分けして分類するため、①収穫必要、②任意収穫、③収穫不要の 3 段階でラベル付けを行う。得られた学習用データセット 1,235 枚に対して、元画像の反転処理とノイズ付加による Data Augmentation に加えて、実写画像を用いた CG によるデータ生成を行い、最終的に 9,880 枚の教師データを作成する。このデータを物体検出ネットワークである、YOLOv4[2]に入力して学習させる。出力に Soft-NMS による重複検出除去フィルターを適用し、異なるクラスの多重検出を防止し、検出信頼度の高い結果を採択する。学習済みモデルに対して、テスト用データ 100 枚を入

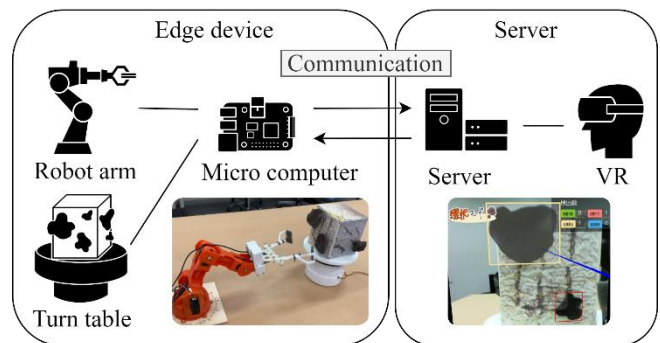


図1. システム構成図

表 1. 認識実験結果

	適合率	再現率	F 値
全クラス	0.922	0.903	0.913
収穫必要	0.857	0.750	0.800
任意収穫	0.838	0.676	0.748
収穫不要	0.788	0.846	0.816

力し、Intersection over Union(IoU)から適合率、再現率、F 値によって、モデルの認識精度評価を行う。

## 4. 実験結果と考察

IoU による適合率、再現率、F 値による結果を表 1 に示す。この結果から、F 値によると検出精度は 90%を超えており、クラスごとの認識精度の平均は 80%程度であることが分かる。しかし、任意収穫クラスの再現率と収穫不要クラスの適合率がそれぞれ低くなっており、出力結果からも任意収穫クラスのキクラゲを収穫不要と分類しているケースが多く確認できるため、精度を実システム化の目標値 80%以上となるように、改善が必要である。

## 5. まとめ

農業従事者の依頼により、キクラゲを対象とした自動収穫システムの開発を行った。ロボット・VR・AI 技術を取り入れ、CG を使用した学習データの増幅により、検出率 90%、成長度判別率 80%程度と高い認識精度を実現し、キクラゲを自動収穫可能なシステムの開発に至った。

- 参考文献
- [1] 北風裕教ほか、「オブジェクト検出 YOLO を用いた害鳥認識システムの開発」、産業応用工学会論文誌, Vol.8, No.1, pp.10-16, 2020
  - [2] Alexey Bochkovskiy, et al., “YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection”, arXiv preprint arXiv:2004.10934, 2020