

スマートフォンと連携した水耕栽培システムの設計 ～スマート水耕栽培～

発表者：魚津工業高校電気工学部

村井 琥凰 清水 圭吾 平井 柊羽 開澤 蒼太

まえがき

日本においては、農業従事者人口の減少が大きな課題となっている。農林水産省の農林業センサス・農業構造動態調査(1)によれば、基幹的農業従事者数等の推移では農業従事者の数が年々減っていき、平均年齢は上昇している。これを年齢層別に詳しくしてみると、男性女性共に50歳～75歳の高齢の従事者が多く、反対に若者の従事者が非常に少ない。労働者人口そのものが減少している現在において、農業に携わる間口を広げ、農業に従事しようとする若者を増やしていくことが急務である。

本研究においては、農業にある所謂3Kのイメージ(きつい・汚い・危険)を払拭するため(2、水耕栽培をベースとした農業システムを提案する。また、従来経験知によって農産物の収穫や生育支援を行っていたが、評価要素の選択と重みの調整を機械学習等により自動化し、コンピュータベースの判断を行うことで、専門的な知識を要さずとも、手軽に誰もが取り組める農業システムの構築を実現する。

図1. 工業(情報)の技術を活かした水耕栽培

工業(情報) × 水耕栽培

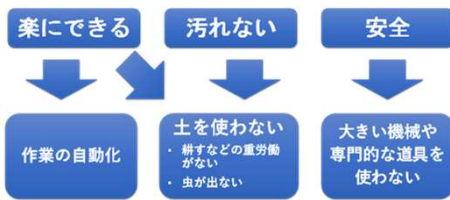


図2. 栽培容器の設計

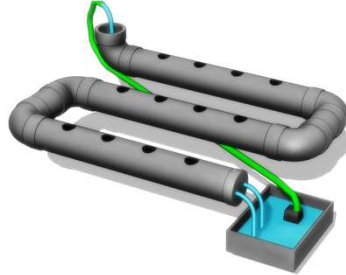
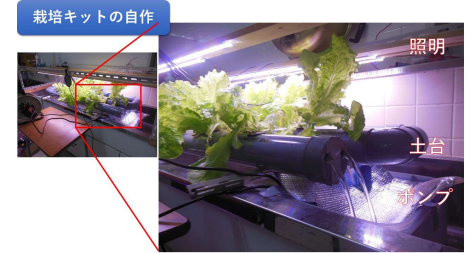


図3. 運用中の栽培システム



研究の過程および解決の手法

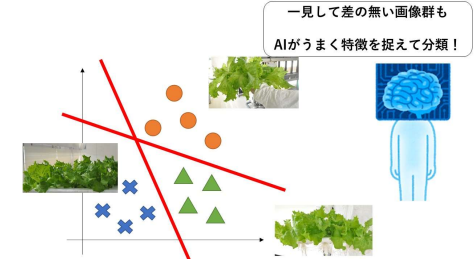
- 労働環境については、いわゆる3Kのイメージ(きつい、汚い、危険)が根強くあり、このイメージを解消しなければならないと考え、私たちの学が工業(情報)の技術を適用することで、3Kの要素を解消できるよう取り組んだ。[図1]
- 水耕栽培容器の設計においては、折り返し型の構造にすることにより、小さいスペースでも多くの作物を栽培できるよう配慮した。また、折り返し箇所を増設していくことで、将来的な規模拡大にも十分対応できる。材料には塩ビ管を使用したことで入手性・加工性にも優れている。[図2]

- 水が静止した状態は、水の腐敗を招き、また肥料成分の不均衡も起こりえることから、ポンプを用いて水を循環させることを計画した。

[図2-3]

- 収穫時期判定については、画像分類により実現することを計画した。スマートフォン上で推論を行う必要があることから、モバイル端末上で動作することを想定したLite版の提供があるTensorFlowを学習用のソフトウェアライブラリとして選定し、教師データを準備し学習させ、分類させることとした。[図4]

図4. AIによる画像分類(イメージ)



結果

栽培容器

栽培容器においては、既存の栽培キットの課題(狭ビッチで葉物野菜に向かない)を解決した。

図5. 葉同士が干渉



図6. 自作キットで解決



AIによる収穫時期判定

収穫時期を早い[early],適切[just],遅い[late]の3群に分類できると考え、立山やさい工房様から提供を受けた写真を教師データとして、画像分類モデルであるEfficientNetにより学習させた。分類試験においては、テストデータに対し96.59%を正しく分類できた。(図の下文字が黒色になっていると正しく分類できたことを示す)[図7]

スマートフォン上においても、150ms周期で処理できており、十分活用できる負荷である。

図7. AIによる画像の分類試験(抜粋)



解決・達成できた課題, 創造した価値

- I. AIにより専門的知識がなくても収穫時期を的確に判断できるようになった
- II. 拡張可能な水耕栽培システムを構築することができた。
- III. 水をポンプによって循環し、継続利用できるようになった。

残された・新たに生じた課題

肥料の自動補給

本研究で使用したセンサ(TDS)では、水の中に溶け込んだ無機塩類と水に溶解する有機物の濃度に反応するものであるが、栄養分のみならず水の汚れにも反応するため、肥料分の自動補給を安定して実現するためには、その他のセンサ等を研究する必要がある。

パイプ内部のメンテナンス性

今回設計した栽培容器を継続的に利用する場合、野菜の根がパイプ内に充満し、循環している水の流量が少なくなる。仕組み上、パイプが詰まると野菜の定植のために空けている穴から水が漏れだしてしまう。水位センサ等により対策するか、メンテナンス性を向上する必要がある。

まとめ

今回は個別の課題については工業の技術を用いて解決できたと考えているが、自動化という側面ではあまり成果を出せていないのが現状である。今回開発したAIを活用し、例えばカメラによって野菜の状態を常時監視し、収穫時期になったらスマートフォンに通知を出すことが考えられる。また、肥料や水の補給も自動化できると考えられる。こうした研究を続けることで、農業のイメージを変革し、新規就農者を増やしていけると考える。

参考文献

- 1) 農林水産省, "農林業センサス・農業構造動態調査", 2022
- 2) 農研機構, "青年による農業のイメージ評価", <https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/narc/1995/narc95-2-215.html>
- 3) 農林水産省, "令和3年度 食料・農業・農村白書(令和3年度 食料・農業・農村の動向) 令和4年度 食料・農業・農村施策", 2022