

栽培専門家の知識を利用したトマト栽培管理 エキスパートシステムの提案

田中暁[†] 堀江達郎[‡] 佐藤和彦[†]

[†]室蘭工業大学大学院工学研究科 [‡]エア・ウォーター株式会社

1 はじめに

近年、AIやドローンなどのICT技術、IoT技術の発展に伴い、それらを農業分野に応用させることで収益を向上させるスマート農業が国内外を問わず注目されている [1].

農業には多数の課題が存在しているが、特に農業分野全般に共通する課題として「生産性」が挙げられる。生産性を向上させるためには、センシングにより農場の環境や植物の状態を把握し、適切な管理を行うことで育成を制御する必要がある。しかし、適切な管理方法を定めても、制御の最終判断を下すのは人間であり、栽培管理において人間の存在は必要不可欠である。そのため、農場で判断を行う栽培専門家（グロアー）の負担が大きくなってしまいう問題がある。

そこで本研究では、栽培専門家の知識を有するエキスパートシステムを開発する。エキスパートシステムは、専門家と同様の判断ができる人工知能の一種で、ある分野に関してのノウハウを記述した知識ベースと、それを基に推論を行う推論エンジンで構成される。本研究では、センシングによって集めた農場環境や作物の状態に関する情報を基に栽培専門家に代わって分析と判断を行うことで栽培管理の意思決定を支援する。これにより、管理に携わる人間の負担を軽減することを目指す。

2 関連研究

農業分野にエキスパートシステムを用いる研究として、事実データベースを用いた推論に基づくトマト栽培支援システムの開発 [2] がある。この研究では、知識ベースとしてトマトの事実データベースを用いたエキスパートシステムを開発し、トマトの栽培開始時期と定植開始時期の推論を行っている。その成果として

A Proposal of Expert System to Manage Tomato Cultivation Utilizing Knowledge of Cultivation Specialist

Akira TANAKA[†], Tatsuro HORIE[‡], Kazuhiko SATO[†]

[†]Graduate School of Eng., Muroran Institute of Technology

[‡]Air Water CO., Ltd.

栽培の基本条件を推論することが十分に可能であることが示された。しかし、実際のトマト栽培では基本条件をふまえた上で、収益性の向上を目指して栽培方法を工夫するのが一般的であり、基本条件を推論するだけでは実際の農場で利用することは難しい。

また、対象となる生命体（耕作物）から得られた観察情報を用いて耕作物の状況を推測し、具体的なインタラクションの内容を決定する知能システムの開発の提案 [3] がある。この研究では、熟練農業生産者の経験に基づく意思決定メカニズムを多数の農地に適用する「イスラエル農法」を参考にして、トマト栽培に用いることができる一種のエキスパートシステムを提案している。このエキスパートシステムは、イスラエルの栽培専門家の知識に基づいた「イスラエル農法」をほぼそのままの形で日本に導入するものであり、日本の栽培専門家の知識を利用する我々の研究とはアプローチが異なるものである。

3 システムの提案

3.1 システムの設計

本研究におけるエキスパートシステムは、栽培参考書から抽出した教科書ルールと、栽培専門家の知識（ノウハウ）に基づいて作成した専門家ルールの2つのルールを知識ベースに用いる。本システムは、植物の状態データと農場の環境データを入力として、教科書ルールと専門家ルールによる推論を行う。これにより、栽培専門家と同様の栽培管理方針を提案として出力する。例えば、図1のように、栽培管理方針として植物の状態（樹勢の強弱、成長の偏り）の判断を行い、適切な行動（葉の摘葉、果実の摘果、温度管理等）のアドバイスを提示する。

システムの構造は、知識ベースと推論エンジンの2つに分けられる。知識ベースは、ルール（Rule）と事実（Fact）からなる。推論はルールの条件部（LHS）が成立することで発火し、それにより動作部（RHS）が実行されるという連鎖を繰り返す。そして、最終的に残った行動（Action）が提案として出力される。連鎖

は図2のように段階的に処理が行われ、行動が提案される。

3.2 システムの実装方針

入力データとなる環境のデータは農場の環境制御システム及びその他のセンサ類から取得され、CSV形式にまとめられたものである。センサ類のベースとなるプログラムに合わせるため、Python3.6言語を用いて開発する。また推論エンジンにはPyknowを用いる。また、対話型のエディタであるJupyterNotebookを用いることで疑似的なユーザインタフェースとする。

4 ルールの作成

4.1 ルールの作成方針

ルールは基本的に「IF A THEN B (もしAならばBである)」の形を取る。本研究ではこの形に沿って2種類のルールを作成する。本研究で対象とする植物は、ミニトマトと大玉トマトの2種類である。また栽培方式は温室栽培、水耕栽培の2つである。栽培教科書からこれらに関する栽培についての基本条件を抽出し、そこから教科書ルールを作成する。また、専門家ルールは、対象農場を管理する栽培専門家と面談し、教科書に依らない農場固有の制約や、栽培専門家が個人で持つノウハウに基づいてルールを作成する。

4.2 ルールの作成方法

基本的にどちらのルールも、文書内の記述をルールの形式に手作業で変換することで抽出される。栽培専門家の栽培管理報告書内のデータを、手作業でルールに変換するのは困難であるため、データのアソシエーション分析から得られるデータ間の関連性をルールの形式に変換する。アソシエーション分析にはPython3.6のライブラリOrange3を用いる。

4.3 ルールの作成例

文書内に「ターゲットとなる果数調整より80果/近く多い状態。上位段で12果摘果に切り替える」という記述があった場合、「ターゲットとなる果数調整より80果/近く多い」をLHS、「上位段で12果摘果に切り替える」をRHSとする。これをルールの形式に変換する際、プログラムに書き易くするためにLHSとRHSは可能な限り単純な記述に言い換える必要がある。従って、LHSは「着果負荷がターゲットより80多い」、RHSは「実を12果残す」となり、「IF 着果負荷がターゲットより80多い THEN 実を12果残す」というルールが作成できる。

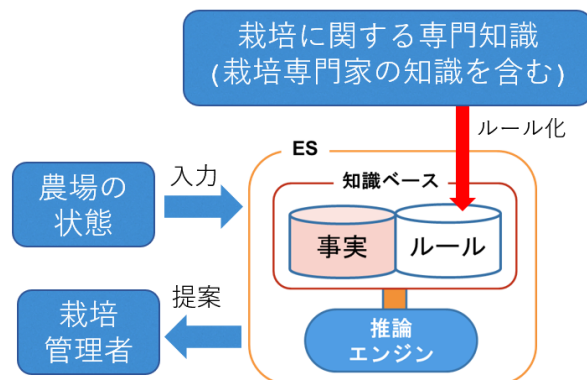


図1: エキスパートシステムの概要図

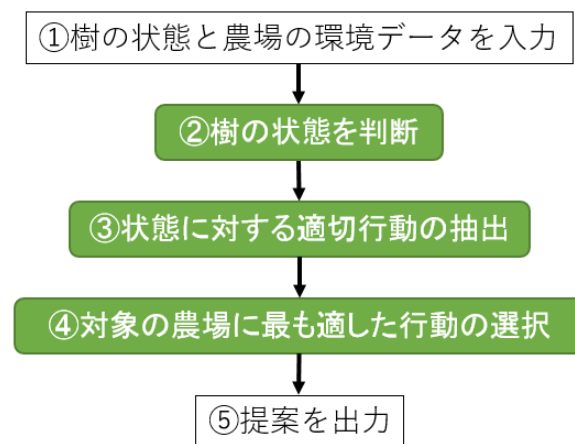


図2: エキスパートシステムの推論方式

5 おわりに

本論文では、農業において栽培専門家の負担を軽減することのできるシステムの提案を行った。今後はシステムの構築を行い、植物の状態や環境データ等の入力から栽培方針の出力を行い、それがどの程度ノウハウの抽出対象とした栽培専門家の判断と類似しているかの検証を行っていく必要がある。

参考文献

- [1] 山下 直樹: “スマート農業の実現に向けて”, 電気設備学会誌, 第36巻, 10月号, pp.691-694, (2016).
- [2] 羽藤 堅治, 坂本 碩志, 福山 寿雄, 野並 浩, 橋本 康: “事実データベースを用いた推論に基づくトマト栽培支援システム”, 生物環境調節, 30巻, 4号, pp.185-191, (1992).
- [3] 神成 淳司: “農業におけるAI活用”, The 21st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, (2007).