

農業支援のための変化点検出を用いた農地センサデータと作業内容の分析

村上 惇[†] 小泉 真祈[†] 宍戸 健吾[†] 中村 嘉隆[†] 高橋 修[†]

公立はこだて未来大学 システム情報科学部[†]

1. はじめに

近年、日本の農業において農業従事者の高齢化が進んでいる。これに伴い農業の後継者不足が問題になっている。農林水産省の農業就業人口に関する統計によると、近年の農業就業人口は減少傾向にあり、さらに平成 26 年の農業就業人口の平均年齢は 66.7 歳、農業従事者の約 6 割が 65 歳以上となっている [1]。農業従事者の高齢化に伴い、今後必然的に後継者への技術伝承が重要になる。しかし、現状では熟練の農業従事者は経験や勘をもとに得たノウハウなどの「暗黙知」を頼りに農作業を行っているため、具体的な指標が少なく、農業技術の伝承が難しいことから、日本の農業の衰退につながる可能性がある。このような問題点を解決するため IT を用いて「暗黙知」を見える形に表現する「形式知」に置き換えることで農業技術の伝承に役立てることができると考えられるため、農業と IT との連携が注目されている。

本研究では熟練の農業従事者が経験や勘をもとに得たノウハウなどの「暗黙知」に着目し、それを農業技術の伝承に役立てるため、「形式知」に置き換えるシステムを構築する。これまでの IT と農業技術との連携では、温度、湿度などの圃場環境の状態を表す農地センサデータを変化点検出 [2] や決定木学習 [3] などを用いることで農作物の育成に影響を与える条件を見つけることが可能である。変化点検出は、時系列データの急激な変化を見つける方法である [4]。しかし、行った農作業と農地センサデータにおける変化点との関係は分析されていない。そこで本稿では農作業の行われた時の農地センサデータに対して変化点検出を行うことで作業技術と農地センサデータの関連性を見つけることを目的とする。

2. 関連研究

2.1 センサネットワークを利用した圃場の見える化

松野らは、農業従事者の高齢化と、後継者不足の原因となる農業技術の伝承の困難化を解決するために、高密度無線センサネットワークを用いたデータ収集環境の構築と、ウェブブラウザを用いた取得セ

ンサデータの見える化システムの実装および評価を行っている [5]。圃場に温度センサ・湿度センサを取り付け、ZigBee によるセンサ間通信によって温度データ・湿度データの収集を実現している。ウェブブラウザを用いた取得センサデータの見える化システムでは、取得したデータをリアルタイムに動画化やグラフ化し閲覧することができる。

2.2 変化点分析を用いた時系列環境情報の特徴量抽出

岡安らはセンサデータや圃場環境モニタリング情報をセンサネットワークシステムでデータ収集を行っている [2]。また取得したデータから特異スペクトル変換を用いて時系列環境データの変化度スコアという時系列データ間の差異を表すスカラー量の抽出を行っている。抽出した変化度スコアに対して変化点分析を行うことで時系列環境データの特徴量の抽出を行っている。しかし、時系列の特徴量を示しただけでは、農業従事者が何を考えてどのような作業を行った結果、そのような特徴量が得られたのかがわからず、農業技術伝承に直接的に役立てることは難しい。

3. 先行研究

我々は、これまでに熟練の農業従事者が経験や勘をもとに得たノウハウなどの「暗黙知」を「形式知」に置き換えるために作業内容、作業時間などの作業情報を記録する作業日誌と農地センサデータを収集し可視化するシステムを作成した [6]。収集した熟練の農業従事者の作業情報と一般的な栽培方法を比較することで農業従事者が独自に行っている農作業を見つけ、「暗黙知候補」とした。「暗黙知候補」は、「暗黙知」である可能性のある農作業のことである。しかし、「暗黙知候補」の具体的な指標がなく、技術伝承に役立てるまでには至っていない。

変化点検出は現在および過去の時系列データから予測された確率分布からその値がずれている度合いを表すスカラー量である変化点スコアを用いることで時系列データの急激な変化を見つけ、変化の傾向ごとに分類をすることが可能である。本研究では、「暗黙知候補」の前後の農地センサデータをもとに変化点検出を行い、作業の傾向を見つけ技術伝承に役立てる。

“Analysis of agriculture sensor data and farm works contents using the change point detection for agriculture support”

Jun Murakami[†], Maki Koizumi[†], Kengo Shishido[†]
Yoshitaka Nakamura[†], Osamu Takahashi[†]

[†] School of Systems Information Science, Future University Hakodate

4. 提案手法

関連性を示したい作業を行った時と作業を行っていない時の前後データに対して変化点検出を行い、変化点の個数を比較し農作業を行なう要因となる農地センサデータの絞り込みを行なう。変化点の時刻を表示できるため変化点の個数を数えるのが容易な `changeoint`[7]を用いて農地センサデータの変化点検出を行う。`changeoint`は、連続した時系列データに対して平均と分散を求め、分散が大きく変化した点を変化点とするアルゴリズムである。`changeoint`を行うには一定間隔に連続した時系列データである必要がある。農地センサは、取得漏れなどにより欠損値が生じることがある。また今回使用した農地センサデータは、農地センサデータの取得間隔が 15~20 分と不定期である。

農地センサデータの欠損値を補完し、農地センサデータを等間隔化する。農地センサデータの欠損値を補完する式を以下に示す。時刻 n の時のデータ $f(n)$ が欠損している時 $f(n)$ の補完を行う。時刻 n の前後のデータの存在する時刻を $t, t + \alpha$ ($t < n, \alpha > 0$) とする。時刻の増加量 Δt に対するデータの増加量 Δf の比率 (傾き) m を求める。

$$m = \frac{f(t + \alpha) - f(t)}{(t + \alpha) - t} \quad (1)$$

傾き m に時刻 n と時刻 t の差を掛け、時刻 t の時のデータ $f(t)$ を加算すると $f(n)$ が求められる。

$$f(n) = f(t) + (n - t) * m \quad (2)$$

農地センサデータの取得間隔が不定期の場合、農地センサデータを(2)の式に一定間隔ごとに当てはめることで等間隔化する。

5. 実験

5.1 実験内容

トマトのビニールハウス栽培において、以下の農地センサデータに対して変化点検出を行う。1 日分の農地センサデータに対して、欠損値の補完を行ない、1 分間隔のデータとする。補完後、変化点検出を行なう。ここでは例として、水やりを行った日と行わなかった日の変化点の個数を比較し、水やりの判断基準となる農地センサデータを見つける。

- ・ 気温 (単位: °C) : 圃場の空気の温度
- ・ 湿度 (単位: %) : 圃場の大気中に含まれる水蒸気の量
- ・ 気圧(単位: hpa) : 空気中の気体の圧力
- ・ 露点温度 (単位: °C) : 空気中の水蒸気が凝結し始める温度
- ・ 土壌含水量 (単位: %) : 土壌に含まれる水分

の割合

5.2 結果

水やりの有無による変化点の検出された個数の違いについて表 1 に示す。

表 1. 水やりの有無による変化点の個数

	水やり	気温	湿度	気圧	露点温度	土壌含水量
変化点	○	6.857	7.571	8.857	6.857	4
	×	6.8	8.4	8	7.4	6.4
差		0.057	-0.829	0.857	-0.543	-2.4

表 1 は、水やりを行った日 7 日分のデータと水やりを行っていない日 5 日分のデータの変化点の個数を平均したものである。水やりの有無によって湿度と気圧と土壌含水量の変化点の個数に違いが見られた。このことから、水やりの判断基準となる農地センサデータは湿度と気圧と土壌含水量であり、変化点検出をすることで農作業を行う判断基準となる農地センサデータを見つけることが可能である。

6. おわりに

本研究では、作業内容と農地センサデータの関連性を見つけるために農地センサデータに対して変化点検出を行った。

今後の予定としては、1 日分のデータだけではなく、長期間のデータに対して変化点検出を行ない、農地センサデータの傾向を掴む。また、変化点スコアを用いて、農地センサデータから作業の予測を行えるようにする。

参考文献

- [1] 農林水産省: 農業労働力に関する統計, 入手先 <<http://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>> (参照 2015/1/7).
- [2] 岡安 崇史, 有田 大作, アンドリプリマヌグロホ, 星 岳彦, 吉永 崇, 井上 英二, 平井 康丸, 光岡 宗司: 農業におけるセンサネットワークシステムの活用, 研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), 191(12), pp.1-6, 2014.
- [3] 堀江 隆太, 光吉 和哉, 中富 竜一郎, 杉本 典子: 決定木による多次元データ分類モデルの構築, 情報処理学会第73回全国大会公演論文集, 2011(1), pp.295-296, 2011.
- [4] 山西 健司: データマイニングによる異常検知, 共立出版, 2005.
- [5] 松野 智明, 増井 崇裕, 安部 恵一, 峰野 博史, 大須賀 隆司, 水野 忠則: 無線センサネットワークを利用した農業支援環境の見える化に関する実装と評価, 情報処理学会第73回全国大会公演論文集, 2011(1), pp.167-168, 2011.
- [6] 村上 惇, 小泉 真祈, 宍戸 健吾, 黒坂 愛, 中村 嘉隆, 高橋 修: 農業ノウハウの可視化のための作業日誌と農地センサデータを用いた分析手法の検討, 情報科学技術フォーラム講演論文集 14(4), pp.371-372, 2015.
- [7] Rebecca Killick: Package 'changeoint', 2015