

## 身体動作に着目した農業指導 Agricultural support considering physical behavior

竜田 力<sup>†</sup>  
Riki Tatsuta

Dong Phuong<sup>‡</sup>  
Dong Phuong

梶原 祐輔<sup>‡</sup>  
Yusuke Kajiwara

島川 博光<sup>‡</sup>  
Hiromitsu Shimakawa

### 1. はじめに

近年、法人による農業参入が盛んに行われている。一方で、これらの農業法人では、人材育成を課題として抱えている。日本農業法人協会の調査によると、調査に応じた農業法人の 37.0% が社員育成、24.6% が経営管理能力の向上、23.3% が後継者育成を課題として挙げている [1]。これらの課題の原因として、農業法人へ新たに就農する人の 9 割が農業経験を持たないという事実がある [2]。農業経験を持たない人で溢れかえっている農場では、「新規就農者の増加により作業効率が著しく低下した」などの問題が発生している。したがって、新規就農者の作業効率を速やかに向上させる必要がある。

現在、人材育成の課題に対して、熟練農家の技術を新規就農者に対して継承させる取り組みがなされている。熟練農家の技術とは、生育状態や土の湿り具合を見て灌水作業を判断するといった、勘や経験に基づく作業判断である。これは頭が覚える技術であるため、意識して言語化できる。したがって、作業判断を抽出し、マニュアル化すれば、初心者への指導が可能である。一方で、長年の作業経験によって身体が覚えた手際の良さがある。手際のよい動きは無意識で行われているため、言語化することは難しい。たとえ言語化できたとしても熟練者が初心者に対し、「速度 1m/s で腕を 50 度曲げながら 6 時の方向に手を動かし」という説明をしても、初心者は理解できない。熟練者のように、初心者が手際のよい農作業をするためには、初心者が理解できる形での指導が必要である。

本論文では、初心者が手際のよい農作業を実現するために、初心者の動きが熟練者の動きに近づくような指導を抽出する手法を提案する。手際のよい作業とは、無駄な動作をせずに疲労を抑え、作業効率が高い作業である。初心者は、抽出された指導を受け、熟練者の動きに近づくように自分の動きを改善できる。初心者の動きが改善されることにより、作業効率が向上される。以下本稿では、2 章で農業における人材育成の既存研究について述べる。3 章では加速度センサを用いた、指摘箇所と指導の推定について述べる。4 章では手法の妥当性を検証する実験計画について述べる。5 章ではまとめと今後の展望について述べる。

### 2. 関連研究

農業における人材育成・支援の既存研究として、技術伝承マニュアルが作成されている。南石らは熟練農家の作業手順を踏まえた作業映像や、風景映像を収集して共有するシステムを構築し、初心者が熟練農家の技術を学習できるような環境を構築した [3]。Dimitriadi ら、関口らは、熟練農家の勘や経験に頼った農作業ルールを、作業内容・生育情報・環境情報から抽出した [4][5]。数多くの農作業手順や判断についての研究されている一方で、

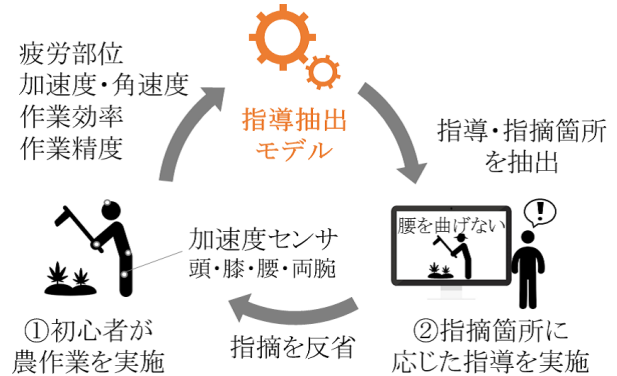


図 1: 農作業中における初心者の体の動きの改善

農作業における手際の良さに着目した研究は少ない。手際の良さを改善するには、指摘箇所に対して指導する必要がある。指摘箇所とは、腕や腰などの体の部位である。指導とは、作業効率を向上させるために、体の動きを改善させる教えである。川倉らは、加速度センサとカメラ映像を用いて、熟練者と初心者の動きの差異を算出し、指摘箇所を抽出した [6]。しかし、指摘箇所に対する指導は考慮されていない。また、指導の効果は身体的な差や感覚の違いによって異なる。たとえば、指導する時に「腰を高く上げてください」などの定性的な表現では、人によって腰をあげる度合は異なる。したがって、個人の身体的な特徴や感覚に対応した指導が必要である。

### 3. 体の動きに着目した指摘箇所と指導の提示

本研究では、熟練者と初心者の動きから、初心者の作業効率を向上させる指導をする。作業効率を向上させる要因として、手際の良さと疲労に着目する。手際の良さが向上すると作業の早さや丁寧さが向上する。疲労を抑えると農業者が出せる最大の作業効率を維持できる。また、本手法の適用作業として今回は収穫に着目する。農作業においては、農作物の損傷などの原因により機械化が制限され、手作業をせざるを得ない場合が多い。これは疲労を負う作業であるため、作業効率を大きく低下させる恐れがある。したがって、作業頻度が多く、機械化が制限された手作業である収穫に着目する。

本研究では、加速度センサを用いて、指導と指摘箇所を推定する。加速度センサは、軽量で体に装着できるため、たとえ作業時に装着しても作業者の負担は少ない。本手法の概要を図 1 に示す。初心者は加速度センサを装着した状態で農作業することを想定する。指導抽出モデルは、初心者の疲労部位、加速度と角速度、作業効率と作業精度から、身体的な特徴や感覚に対応した指摘箇所と指導を抽出する。指導抽出モデルの構築手法を図 2 に示す。指摘箇所と指導は農作業中の熟練者と初心者の体の動きの差異から取得する。作業後に、疲労部位、作業精度と作

<sup>†</sup>立命館大学情報理工学部

<sup>‡</sup>立命館大学大学院理工学研究科

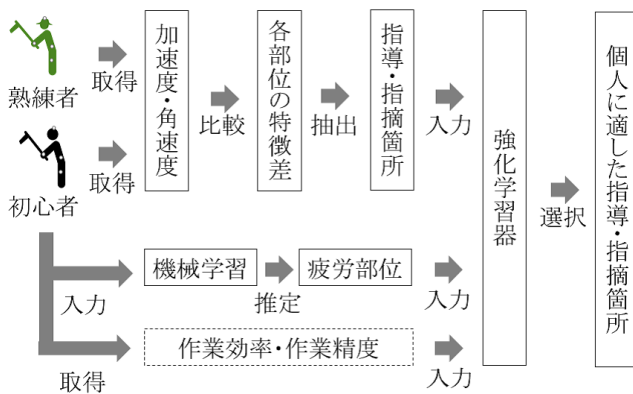


図2: 提案手法図

業効率を取得する。これらの情報を用い、強化学習器に学習させ、作業効率と作業精度を最大化するように指摘箇所と指導を抽出する。説明変数は、加速度と角速度、疲労部位、指導と指摘箇所である。評価は、作業効率と作業精度である。初心者に対し、見本となる熟練者の作業映像を見せながら指摘箇所と指導を提示する。これにより、初心者は自身が間違った体の動きを自覚できる。初心者は指摘された点を反省し、次の作業で改善策を実践する。反省と実践を繰り返すことにより、熟練者の動きに近づき、作業効率が向上する。

### 3.1 加速度センサを用いた指導・指摘箇所の算出

強化学習の説明変数として、疲労部位、指導と指摘箇所を用いる。加速度と角速度は作業者に装着した加速度センサにより取得する。装着箇所は、先行研究を参考にした頭・膝・腰・右腕・左腕である。装着箇所は、作業時の邪魔にならず、熟練者と初心者の体の動きの差異が生じると考えられる。疲労部位は、加速度と角速度から機械学習を用いて推定する。機械学習の教師信号として、疲労感を感じている部位をアンケートによって取得する。指導と指摘箇所は、農作業中の熟練者と初心者の加速度と角速度の差異から取得する。加速度と角速度を熟練者と初心者で比較し、センサを装着した各部位ごとの特徴差を算出する。特徴差が大きくあらわれる部位は、手際の良さに関連する要因の1つだと考えられる。特徴差が大きくあらわれる部位を指摘箇所とし、熟練者との特徴の差異を小さくする指導を抽出する。

### 3.2 作業精度と作業効率の取得

強化学習の評価として、作業精度、作業効率を取得する。作業効率は単位時間あたりの収穫量を用いる。作業精度は収穫された作物の内、傷が付いた物や作物が十分に熟していなく、誤って収穫した作物の収穫量を用いる。強化学習器は、作業精度と作業効率を最大となるように、作業者の疲労部位や体の動き、受けた指摘箇所と指導を反映した指摘箇所と指導を選択する。

### 3.3 指摘箇所・指導の提示

抽出された指摘箇所と指導を初心者へフィードバックする。初心者が、熟練者のような手際の良さを身に付けるためには、視覚的な情報を用いて、初心者と熟練者の動きの差異を気付かせ、実践作業を反復させることが有効である。

本手法では、初心者には抽出された指摘箇所と指導を提示した後、熟練者の作業映像を視聴させる。初心者は反省し、次の実践学習で自身の動きを改善できる。また、強化学習器は初心者への指摘箇所と指導から、変化した作業効率や作業精度を何度も学習する。したがって、初心者の身体的特徴や感覚に適した指摘箇所と指導を選択できる。何度も作業を反復すれば、初心者は熟練者のような手際の良さを身に付ける。

## 4. 実験

本手法を用いて実験をする予定である。実験の目的は以下の通りである。

1. 作業中の初心者の体の動きから指摘箇所と指導を推定できるかを検証する
2. 強化学習器を用いた際の作業効率と作業精度の向上を検証する

被験者は加速度センサを装着し、作物を収穫する。作業後に被験者は、熟練者から作業精度と作業効率が加味された指導を受ける。1回目の作業後、被験者は指導を反省して2回目の収穫作業を行う。目的1は、1回目取得したセンサ値から推定した指摘箇所と指導が熟練者からのとの、一致度合いで検証する。目的2は、強化学習器を用いた場合と、用いなかった場合で抽出される指摘箇所と指導によって、作業効率と作業精度に差異が出たかで検証する。

## 5. おわりに

本稿では、初心者の作業効率を向上させるために、体の動きを用いて、初心者の動きを改善する指導を抽出する手法を提案した。本手法では、加速度と角速度、疲労部位、指導と指摘箇所を説明変数とし、作業精度と作業効率を評価とした強化学習により、個人に適した指摘箇所と指導を抽出する。今後、実験を行い本手法の有用性の評価を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 日本農業法人協会 (2012) 『農業法人白書 2011 年農業法人実態調査結果』, 26p.
- [2] 川倉慎司, and 柴崎亮介. "装着型システムによる農作業者の動作分析手法の提案." 農業情報研究 23.2 (2014): 82-102.
- [3] 南石晃明, 藤井吉隆, and 江添俊明. "営農可視化システム FVS-PC Viewer の開発—農業技術・技術の伝承支援—." 農業情報研究 22.4 (2013): 201-211.
- [4] Dimitriadis, Savvas, and Christos Goumopoulos. "Applying machine learning to extract new knowledge in precision agriculture applications." Informatics, 2008. PCI'08. Panhellenic Conference on. IEEE, 2008.
- [5] 関口英紀, et al. "水稻育苗ハウスサイド開閉ルーラのデータマイニング." 農業情報研究 22.4 (2013): 212-227.
- [6] 川倉慎司, and 柴崎亮介. "装着型システムによる農作業者の動作分析手法の提案." 農業情報研究 23.2 (2014): 82-102.