

研究紹介

工学の輪を超えたドローンによる
空撮画像を用いた画像処理

福井大学 学術研究院工学系部門 知能システム工学講座 築地原 里樹

1. はじめに

近年、回路部品や半導体の小型化・量産化により、小型のPCやセンサデバイスが誰でも使いやすくなり、取得できる情報の種類が膨大となっている。センサデバイスの多様化と頑健さを加えて、従来取得不可能なデータを得ることができ、人間の管理業務代替を超えたAI構築が課題となっている。

DJIⁱを初めとするドローンメーカーが頑健なドローンと、ジンバル制御を含んだ高解像度カメラを搭載し、空撮技術を確立している。工学分野では十数年前では考えられなかった操縦の安定性と操作性を確立し、筆者はまだ完全自動で帰還する機能を信じ切れない感情を持つものの、一度航路設定が終わるとドローンを地面に置きボタン1つ撮影が完了できる(図1、DJI GSP Proⁱⁱを使用)。また、搭載できるカメラのCMOSセンサ

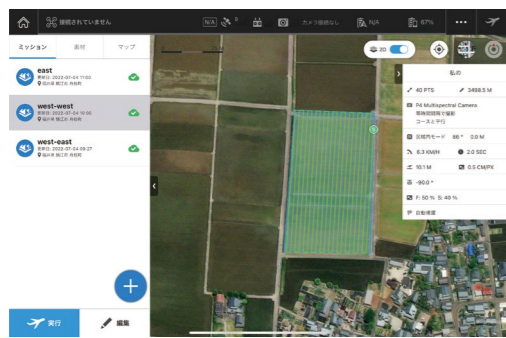


図1: 自動操縦ドローンのインターフェース例(DJI GSP Pro)

サイズが徐々に大きくなり、地表の暗い場所に対しても撮影精度が高くなっている。取得できる画像の解像度も高くなり、1ピクセルに地表のcm単位の色変化を捉えることが可能で、植物や建物の細かい状態を撮影でき経時データを管理ができる。

本稿ではこれまで取り組んできた筆者のドローンを用いた畜産・農業分野での取り組みを紹介する。1つ目は前職で取り組んだ畜産分野におけるドローンの空撮画像を用いた草地画像分類について、2つ目は福井県の農業分野における空撮画像を用いた雑草識別について説明する。

2. 深層学習による形状特徴を用いた広葉雑草検出

農研機構の「革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)」で支援して頂いたプロジェクトで、公共牧場における経営をIoT・ICT技術を用いて改善することを目的とした。本プロジェクトの中で、ドローンを用いた草地画像の草種分類が一つの課題となり、牧場が持つ各牧区において雑草が侵入している割合を計算する。イネ科牧草を生産するための採草区においては雑草が牧草の成長を阻害しないため、牛を生育するための放牧区においては毒性のある雑草を牛に

食べさせないために、雑草を発見し経営改善を狙う。

日本畜産分野においてイネ科牧草を生育する区域へのエゾノギシギシの侵入が問題となっている。CNNを用いてイネ科牧草地におけるギシギシ類雑草を検出し、高度10mの画像を用いて雑草位置を抽出し雑草防除ロボットに活用しようという試みがある^[1]。

筆者らは農業従事者が使用し農作業との効率トレードオフを考慮し、高度50mの空撮画像を用いて草地内の雑草であるギシギシを検出する^[2]。図2に鹿児島県の公共牧場の牧草を生育する区域におけるギシギシの見えを示す。上空から撮影するとギシギシはその他の草と比べやや黄緑色で形状もやや丸い特

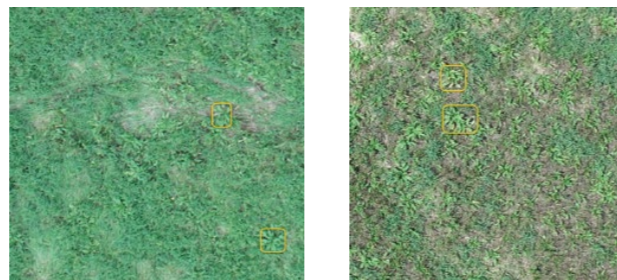


図2: 高度50m空撮拡大空撮画像内の牧草を生育する区域における雑草ギシギシの見え(黄色枠内: ギシギシの一例)

徴があり、図2の拡大画像でも目視で判別可能である。空撮画像48枚から5000枚の切り取った画像に雑草、裸地、森、イネ科草、建物のラベルを手動で色塗りソフトウェアを使用し付与し、教師画像とした。色塗りの作業に多くの時間を要した。形状特徴を使いU-Net^[3]を用いて草地分類モデルを構築し、雑草を検出した。図3に採草地の1つの牧区全体のオルソ合成画像に対して本手法による草種分類結果を示す。図3の赤色で示す領域が雑草と認識した結果を示し、計上すると45.8%を占める。畜産分野では牧区に雑草が多い(30%以上)と牧区の更新に移行する。畜産研究者の目視による牧区の状態確認によると十分更新と判断でき、計算による判定結果と一致し正確なAI構築ができたと言える。

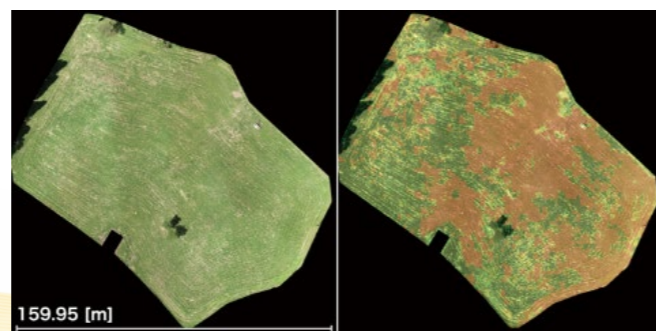


図3: 採草地における雑草認識(左: 入力画像, 右: 検出結果)

3. 複数時期の画像の位置合わせに基づくデータセット生成簡略化による大豆圃場におけるアサガオ検出

福井県や大豆・蕎麦圃場における外来アサガオの侵入状況の説明を受け、県内圃場において空撮実験を依頼し画像データを撮り溜め、早期雑草発見を試みている。アサガオは成長すると地中に長い根を張り、除草剤による防除で根の先まで効果がないと、侵入を完全に止めることができない。残ったアサガオは収穫物に混じることや収穫の際にコンバインの刃に強靱な根が絡みつくことで収穫に影響があることや、アサガオの葉がより高い位置で光を受ける傾向から作物の成長を阻害する。

図4に高度75mから撮影した複数時期の大豆圃場に侵入したアサガオを示し、双方とも白線の内側でアサガオ領域を示す。左右を比べると収穫時期の画像で大豆が色の変化が大きくアサガオ領域と明確に分かれる一方、生育時期では双方の色が



(a) 生育時期 (b) 収穫時期

図4: 高度75m拡大空撮画像内の大豆圃場における複数時期のアサガオの見え

似ており、アサガオの場所を特定するのに時間を要する。本研究では前章の雑草ラベリングで多くの時間を要した背景を受け、教師データ獲得に必要な工程を自動化した^[4]。収穫時期画像で明確に分かるアサガオの位置を、生育時期画像に貼り合わせることで、違いが分かりにくい生育時期の教師データを自動で取得する。自動で集めた教師データを用いてU-Netに基づくアサガオ検出モデルを構築した。図5にアサガオの認識結果を示す。図5の左が入力画像、中央が手動でアサガオに白色を塗った正解画像、右がアサガオ検出モデルによる認識

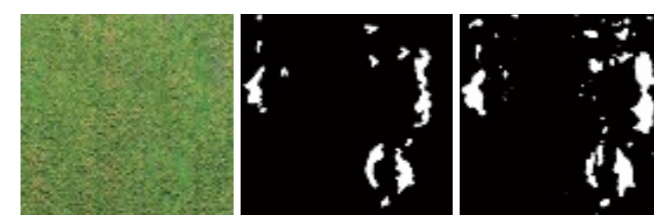


図5: 大豆圃場の入力画像に対する雑草アサガオの認識結果(左: 入力画像, 中: 正解画像, 右: 推定結果)

お問い合わせ先

福井大学 学術研究院工学系部門
知能システム工学講座 助教 築地原 里樹
〒910-8507 福井市文京3-9-1
TEL: 0776-27-8571
E-mail: satoki-t@u-fukui.ac.jp

結果となる。群生する傾向があり集まって存在している正解のアサガオ領域を、右側の検出結果で識別できていることが確認できる。生育時期の中でも収穫に近い時期の大豆とアサガオを見分けることが可能な検出モデルを構築することができたが、前述の通りアサガオ自体がより小さい時期に検出し除草剤による防除を効果的にする必要はある。本年度は早期の多くの画像を収集し、早期発見を目指している。

4. おわりに

本研究では、筆者がロボティクス分野で培った画像処理技術と、高精度に操作・撮影可能なドローン技術を組み合わせ、農業分野における雑草検出に取り組んでいる。ドローンに搭載しているカメラはまだ向上が見込め、より解像度が高い画像が取得でき、影が存在する場面においても多くの色情報が取得できることが期待できる。多くの色情報が取得可能であることに機械学習は相性がよく、農業分野で解析可能な事例が増えると予測できる。

本研究では農業従事者の目視による雑草・生育確認や管理業務を、AIに基づく確認・管理作業で代替しようとしている。確認・管理作業は農業分野に限らず存在し、筆者はAIを用いて更なる分野横断に挑戦する。

参考文献

- 藤原ら、畳み込みニューラルネットワークを用いた寒地型イネ科牧草採草地におけるギシギシ類検出手法の開発、日本草地学会誌、Vol.66、No.2、81-90 (2020)
- S.Tsueharaetal., DroneandGPSsensors-basedgrasslandmanagementusingdeep-learningimagesegmentation, InProc.ofthethirdIEEEInt.Conf.onRoboticComputing (IRC2019), pp.608-611, 2019.
- O.Ronnebergeretal., U-Net:ConvolutionalNetworksforBiomedicallImageSegmentation, Int.Conf.ofMedicalImageComputingandComputer-AssistedIntervention, Vol.9351, pp.234-241, 2015.
- 平田ら、収穫時期の大豆圃場の空撮画像を利用した生育時期のアサガオのデータセットの作成、第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2021)、878-881 (2021)

i DJI: <https://www.dji.com/jp>ii DJI GSP Pro: <https://www.dji.com/jp/ground-station-pro/>