

植物防疫所 病害虫情報

No.130

2023・7・15

水稻害虫発生予察事業に用いられる調査用粘着板からの AIによるイネウンカ類の自動計数

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
農業情報研究センター AI研究推進室 上級研究員 高山 智光

最近のAI（人工知能）技術の発達は著しく、2018年、農研機構は、最新のAI技術を活用するために農業情報研究センターを発足した。同センターでは、長年にわたって農研機構に蓄積された、ベトナムや中国から飛来するイネウンカ類についての知見と技術をAI研究に融合することにより、イネウンカ類を自動計数するシステムを開発した。

■イネウンカ類の発生調査

イネウンカ類（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ）は、体長3.5～5mmの小型の吸汁性イネ害虫で、ウイルス病の媒介や大発生による大量枯死など、収量に悪影響を及ぼす。発生予察事業では水田内でのイネウンカ類の発生状況を把握するために、全国約3,000地点での定期的な発生調査が行われている。粘着板払い落とし法による調査では、イネの株元などに寄生している虫を調査用粘着板の上に叩き落とし、付着したイネウンカ類の個体を目視で確認する。各イネウンカ類の個体は、表1のように、イネウンカ類の種類、発育ステージ、さらに成虫の雌雄と翅型に基づき、概ね18分類で識別され、それぞれ計数が行われる。熟練した専門家であっても、膨大な量のイネウンカ類の識別・計数作業には多大な労力を伴う。そのため、長年の間、この作業の自動化が望まれていた。

■深層学習による画像認識

近年の「第三次AIブーム」の端緒は、ジェフリー・ヒントンらによる2006年からの深層学習の実現である。2012年、彼らは画像認識のために改良した深層畳み込みニューラルネットワークを用いることで、それまでの機械学習では画像の認識エラー率が25%より下がらなかったものを、エラー率15.3%まで一気に改善した。コンピュータ計算能力の劇的な発展と、インターネット普及による大量の画像への容易なア

表1 調査対象となるイネウンカ類3種18分類

		長翅	短翅	終齢幼虫	中齢幼虫	若齢幼虫
トビイロウンカ	メス					
	オス					
ヒメトビウンカ	メス					
	オス					
セジロウンカ	メス					
	オス		—			

セジロウンカの短翅オスは通常は出現しない

クセスにより、深層畳み込みニューラルネットワークによる画像認識アルゴリズムは、2012年以降数年で、人間の認識エラー率約5%よりも性能が向上するに至った。現在ではYOLOアルゴリズムに代表される物体検出（画像中のどこに何が存在するかを識別する）において、120フレーム/秒以上の速度で処理可能な、リアルタイム性に優れたものが開発されている。

深層学習以前の機械学習では、画像の特徴を人間が定義する必要があった。しかし、深層学習を用いた画像認識アルゴリズムは、学習のために大量の画像（一般には1分類につき1万枚程度）を必要とするが、画像の特徴を自動的にとらえて分類するため、定義することが難しい特徴であっても分類が可能である。一方、種を同定する特徴部分をあらかじめ定義することはできないため、学習させる画像に何らかの別の偏りがあった場合、分類結果が正しいようでも、意図しない部分を見分けて分類してしまう場合もある。そのため、学習画像の質をどのようにするのかというデータ設計が正確な分類のために重要である。

■イネウンカ類自動計数システムの学習

農業情報研究センター発足に伴い、イネウンカ類自動計数システムの開発が始まった。このシステムの利用目的は、全国の病害虫防除所や公設農業試験場などで行われているイネウンカ類の調査において、調査用粘着板上のイネウンカ類を自動計数することである。また、見分けるべきイネウンカ類が若齢幼虫の場合、1mm程度と小さいため、画像で識別するためには高い解像度が必要である。高価な高解像度デジタルカメラでの精密な接写は、撮影技術としても難易度が高く、撮影機材や照明方法などにより、学習させる画像にブレや歪みや照明の不均一などの偏りが発生すると考えられたため、B5版相当の調査用粘着板を、フラットベッドスキャナによって1200dpiでスキャンした。同一機種のスキャナならば常に同様の条件で撮影ができるため、意図しない偏りが発生しない画像に揃えることが容易である。

2019年と2020年に九州沖縄農業研究センターのイネウンカ類発生ほ場で、調査用粘着板への払い落としを行い、上記の条件で画像化したものを、物体検出アルゴリズムであるYOLOに学習させるため、画像のデータ化（アノテーション）を行った。調査用粘着板画像そのままでは大きすぎるため、2cm角相当になるよう8×12に96分割した。この分割画像中のどこに何が存在するかを矩形の枠で囲い、その座標を記述することでデータとするが、この作業で分類間違いなどがあるとデータの信頼性が低下し、学習済みモデルの判別精度に著しく影響する。そのため、この作業はウンカ研究の蓄積のある九州沖縄農業研究センター虫害グループ（現：植物防疫研究部門）の専門家が担った。ウンカ以外の虫やゴミなどは画像にそのまま残し、アノテーションしないことで、背景として無視してよいデータとした。

この画像とデータを農研機構のAI用スーパーコンピュータ「紫峰」を用いて、YOLOアルゴリズムで120時間学習させ、イネウンカ類のみを18分類して見分ける学習済みモデルを得ることができた。この学習済みモデルは学習画像数が少ないにも関わらず、図1中の表のように、全体の平均精度で90%以上、特に被害が拡大しがちなトビイロウンカ（若齢幼虫含む）に限れば、95%以上の認識精度を示した。

■イネウンカ類自動計数システムの実装

学習済みモデルで調査用粘着板画像からイネウンカ類のみを認識させ、18分類したそれぞれの数を計数するプログラムを作成した。学習済みモデルを用いて画像を認識させる場合、コンピュータの計算能力は学習時ほど必要ではないため、プログラム動作には一般的なゲーミングPC程度

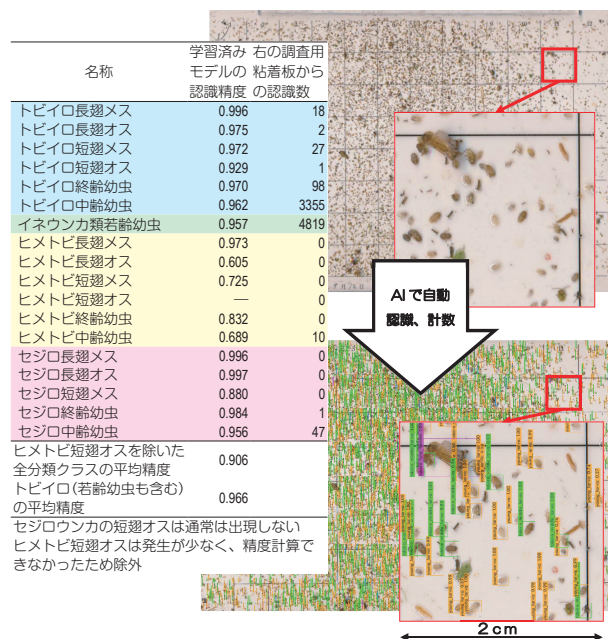


図1 水田で収集した調査用粘着板をAIで認識、計数させた例

これを目視で調査した場合は計数作業に1時間以上かかるが、AIシステムでは、スキャナで読み取った後は、AIが1分程度で認識、計数する。

認識精度の計算は学習に用いていない画像データを認識させて行った。

(精度 = [真に正であったもの] / [正と認識したもの])

の処理能力で充分である。また、AI用のマイコン（NVIDIA Jetson シリーズ）も利用できる。調査用粘着板1枚の画像の認識には、ゲーミングPCで10～30秒、マイコンで1～2分である。スキャナによる画像化に2～3分必要であるため、合わせて5分程度で計数が終了する。これまでの目視による調査では、虫体が多い場合1時間以上かかることもあり、作業の軽労化につながる。作業手順は農研機構のホームページから「イネウンカ類の発生調査における粘着板捕獲サンプルを対象としたAI自動カウントシステム標準作業手順書」としてダウンロードできる。

■おわりに

平面の粘着トラップに捕虫して発生調査を行っている他の害虫に対しても、この研究開発と同様の方法でAIによる自動認識が可能であると考えられる。しかし、画像の収集とデータ化は単純作業だが、見分ける目を持つ専門家が必要である。AI化を進めるためにはどのように画像データを蓄積するかが大きな課題である。一方、イネウンカ類の学習用画像とデータは追加されており、学習済みモデルの認識精度はさらに向上している。

現在、このシステムが発生予察や試験研究などの日々の業務の一助となるよう、普及のため公設農業試験場等での実証試験を行っている。