

題名： AI を用いた梨の摘果判断システムの開発

(スライド1)

埼玉県農業技術研究センター企画担当の戸辺と申します。NEC ソリューションイノベータ株式会社と共同で取り組んだ、AI を用いた梨の摘果判断システムの開発について発表させていただきます。

(スライド2)

まず、開発の背景です。

埼玉県は、全国でも有数の梨の産地です。しかし、近年、生産者の高齢化や後継者不足などにより、栽培面積が減少しています。たとえば、平成7年度からの20年間で、農家数では62.5%、栽培面積では、51.7%減少しています。梨の栽培技術は作業経験の少ない方には難しく、後継者不足や栽培面積拡大の妨げにもなっています。

そこで、農業の経験の少ない新規就農者やパート、従業員でも、熟練の生産者と同じように作業ができるシステムの開発に取り組みました。それは、梨の栽培の中でも、特に熟練の技術と作業スピードが求められる「摘果」を、AI が判断できるようにしようというものです。

(スライド3)

1か所から咲いた花の集まりを「果そう」と呼びます。そして、育ち始めた実を「幼果」と呼びます。「摘果」とは、果そうに着いている幼果の中から、良い実だけを選び、残りを切り取る作業のことをいいます。残す実は、大きさや色、枝とつながっている位置、傷などを観察して選びますが、この選び出す作業は、はじめて摘果をする方にとっては、難しい作業です。

AI を用いた梨の摘果判断システムとは、メガネ型の装置をかけると、AI が摘果を判断し、視界の中に、残す実を教えてくれるシステムです。

では、次のスライドからは、共同開発に取り組んだ、NECソリューションイノベータ株式会社の開発者関谷主任から説明をします。

(スライド4)

NECソリューションイノベータの関谷です。よろしくお願ひします。それでは、開発した、梨の摘果判断システムについて、ご説明します。

(スライド5)

今回の開発では、AI が摘果判断できるように学習する方法として、ディープラーニングを用いました。この図に示すように、ディープラーニングは、ラベル付けした大量の画像データを覚え込ませることで、自ら画像の中の特徴を学習し、画像を分類できるようになります。例えば、「イヌ」というラベルと画像、「ネコ」というラベルと画像をセットで大量に学習させると、次にネコの画像を入力したときに「この画像はネコである」という分類結果を出力できるようになります。この仕組みを用いて、梨の摘果を判断するシステムを開発しました。

(スライド6)

次に、梨の摘果判断システムの概要(イメージ)を説明します。梨の摘果判断システムは、始めに、STEP1 で、梨の果そうをスマートグラスで見ると、スマートグラスについているカメラが果そうを撮影し、続いて、STEP2 で、撮影した果そうの画像から、AI が幼果を検出して、その摘果判断レベルを推定します。最後に、STEP3 で、AI で推定した幼果の摘果判断レベルをスマートグラスの視界に表示します。

このように、梨の摘果判断システムは3つのステップで梨の摘果判断を行います。

(スライド7)

続いて、AI に学習させる方法について説明します。

AI が画像から摘果判断するために必要な情報は多い方が良いという想定に基づいて、幼果が着いている枝を含めた範囲を1つの幼果として学習することにしました。

それぞれの幼果に対して1点~5点の5段階の絶対評価を付けて、この5段階評価で採点した大量の幼果の画像をAI に学習させることで AI がそれぞれの幼果に点数を付けられるようになります。こうしてAI が学習した仕組みを学習モデルといい、梨の摘果を判断するアプリケーションの元となります。

開発当初はこの方法だけで十分と考えていましたが、幼果はどれも同じ形をしている上に、葉もたくさんあるため、AI がうまく幼果を検出できない場合があることが分かってきました。

(スライド8)

そこで、AI が摘果判断するために有利な状況を作り出すため、カラー手袋を着用した手で、果そうを押さえて撮影する方法を採用することにしました。

データ収集は、5月上旬の摘果の時期に実施しました。合計100果そうについて、白/オレンジ/ピンク/青/紫の5色のカラー手袋を着用して、人が摘果判断を行う際の視線の動きを再現するようにカメラを動かしながら、各15秒程度の動画を撮影しました。撮影した動画から静止画を切り出して幼果に5段階評価を行い、AI に学習させるための教師データを作成しました。教師データの数は、画像が約3,000枚、採点した幼果の数は約15,000果に達しました。

各色の学習モデルを構築して精度を比較したところ、ピンク色の手袋が最も高い検出率を示すことが分かりました。

(スライド9)

さらに、連続的に幼果の評価→摘果を繰り返し、摘果すべき幼果を絞り込む「連続絞り込み法」を埼玉県と共同で考案しました。この方法は、幼果の数を2果~3果に絞れば、幼果の重なりや奥行きの変異をある程度解消できるため、更なる精度向上が期待できると考えました。

絞り込みプロセスでは、手順1で果そうを撮影し、手順2でAIにより摘果すべき幼果を判定し、手順3で摘果対象の幼果を摘果していき、残り3果になるまで、手順1~3を繰り返します。

判定プロセスでは、手順4で手袋を着用した手で残った幼果を押さえ、平面に並べて撮影し、手順5でAIにより残すべき幼果を判定し、手順6で残すべき幼果以外を摘果します。

ピンク色の手袋を着用し、この連続絞り込み法を適用することで、最終的な正解率(残すべき幼果が含まれる確率)は88%に向上しました。

(スライド 10)

連続絞り込み法をアプリへ実装し、市販のスマートグラスへ搭載しました。スマートグラスをかけると、このように見えます。絞り込みプロセスのフェーズでは、高い評価の幼果は黄色の枠で囲まれ、摘果して良い幼果は白枠で囲まれるようにしました。また、判定フェーズでは、残す幼果は赤枠で囲まれ、摘果して良い幼果は、黄色の枠で囲まれるようにしました。

手袋の自動検出を契機にフェーズが移行する作りになっており、手袋を 3 フレーム連続で認識すると絞り込みフェーズから判定フェーズへ移行し、逆に手袋を 3 フレーム連続で認識なくなると、判定フェーズから絞り込みフェーズへ移行します。なお、手袋の認識状況は、このアイコンで示されるようになっていきます。

私からの説明は、以上です。

(スライド 10)

関谷さん、ありがとうございました。

写真は、摘果判断アプリを搭載したスマートグラスです。アメリカ ビュージックス社の M400 という製品を使用しています。スマートグラスは両手が使えるので、梨の摘果作業には適しています。

(スライド 11)

このシステムを使うと、新規就農者やパート、従業員など、農業経験の浅い方でも、熟練の生産者と同じような作業ができるようになります。労働力不足の解消や、新規就農者の確保などが期待できます。

今後は、完成したシステムを、実際に生産者の方に使っていただき、意見を聴きながら、改良と販売に向けた検討を進めていきます。

最後までご視聴いただき、ありがとうございました。