

「AI」とは何か？

「AI (人工知能)」にはさまざまな定義がありますが、あえていえば、「人間(もしくは人間以上)の知的な活動を、コンピュータ上で人工的に再現したもの」と定義できます。

AIは現在世界中で開発が進められている最先端の研究分野で、たとえば自動車をAIに運転させる「自動運転」は実際の道路での試験などもさかんに進められています。

このようにAIは研究途上ではあるものの、すでにいろいろな分野への導入が進められています。たとえばオンライン会議での発言(音声)を自動的に文字におこしたり、スマートフォンなどで音声で投げかけられた質問に答えたりする「音声認識」です。Googleの翻訳機能などでもおなじみの「自動翻訳」は、「音声認識」と組み合わせて、日本語の動画にリアルタイムに英語の字幕を付けたりもしています(図1)。

農業分野におけるAIの利用例としては「収穫時期予想」があります。他にも安全対策としてAIの認識機能が活用されている(基礎編・第4節「安全センサ」、応用編・第3節「遠隔監視ロボット農機」)ほか、カメラの画像にもとづく品種の分別や、作物の生育状況、病害虫の判断などにも利用されます。

AIも私たちと同じように「学習」して成長する

私たちは試験勉強をするとき、いろいろな練習問題を解いて重要なポイント(特徴)を理解し、試験で出される「初めて見る問題」に取り組みます。それと同じで、AIを開発するときには、まずさまざまなデータをAIに与え、そのデータの特徴をAIに理解させます。これを「学習」といい、AIは学習で得た特徴と「初めて見るデータ」を照らし合わせて判断をします(図2)。

ここで重要な点の1つは、AIに理解させる特徴には汎用性が必要であることです。つまり、特殊な特徴ではなく、さまざまなケースに当てはまる特徴を理解させます。たとえば、「ネコ」について「尻尾が短い」と理解させると、AIは尻尾が長いネコを「ネコ」と認識しなくなってしまいます。「尻

図1 AIができること

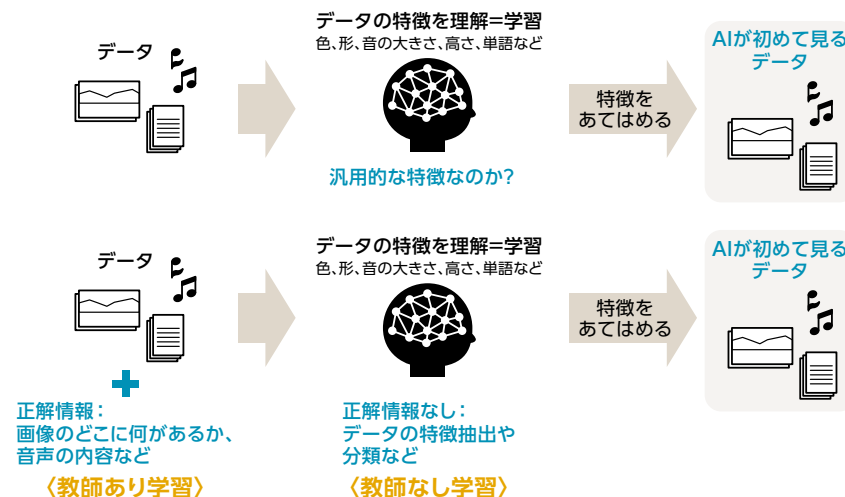


AIは、人間の視覚や聴覚のような「まわりの“世界”の認識」や、人間が行う会話のような「言葉の認識」、そして人間の予想する能力と同様の「未来の数値の予測」などができるが、近年では絵を描く、俳句をつくるなどの創造的機能も発揮しつつある。図にあげた6つ以外にも、AIができることはいろいろある。

図2 AI開発で行っていること

データの質や量は十分か？

学習方法は適切か？



AIの学習では、「汎用的な特徴」をAIに理解させる。特徴とは、画像データなら映っている物体の形状や色や大きさ、音声データなら音の高さや大きさ、文章なら使用されている単語やその単語どうしの関連性などをいう。学習の方法も「教師あり学習」と「教師なし学習」があり、前者はたとえば画像なら「画像のどこにあるか」などの正解情報を同時に与えて、データと正解情報のペアから汎用的な特徴を理解させる。以後、「教師あり学習」を中心に見ていく。

尾が短い」という特徴は、すべてのネコに対して汎用性がないということになります。

そしてもう1つ、AIの学習には、データとともに正解を与える「教師あり学習」と正解を与えない「教師なし学習」があります。

AIをつくってみよう!

AIをもっと知ってもらうために、ここでシミュレーションをしてみましょう。みなさんはAIの開発者で、今新しいAIをつくろうとしています。それは、「木になっているリンゴを検知するためのAI」です。

開発には「計画を立てる」「データ収集」「前処理」「AIモデル構築」「テスト」の5つのステップがあります(図3)。

ステップ1：計画を立てる

どんなAIにするか、まず計画を立てます。計画段階では「5W1H」と「スケジュール」の観点から考えてみます(表1)。ご存じのように「5W1H」は、「Who(誰が)」「When(いつ)」「Where(どこで)」「What(何を)」「Why(なぜ)」「How(どうやって)」の頭文字をとったものです。

なかでも「Why(なぜ)」は最も大切に、まずここから考えます。ここがきちんと明確になっていないと、AIをつくっても「使い道がなかった……」とか、「他の方法でよかった……」となって、開発が無駄になってしまふことになります。

この「計画を立てる」段階では、AIの知識だけでなく、農業そのものへの豊富な知識や経験が必要となります。

ステップ2：データ収集

しっかりした計画を立てたら、次はAIに学習させるための「データ収集」を行います。計画段階の「What」「When」「How」などに合わせてカメラでリンゴを撮影します。

AIモデルを構築して試してみても、AIの精度が低かった場合にはその都度、画像データを増やしていくようにしますが、表1の「スケジュール」にもあ

図3 AI開発のステップ 題材：AIリンゴ検知



リンゴを検知するAIは、図の上の写真のように、検知したリンゴをボックス(赤い枠)で囲んで示す。こうした「リンゴ検知AI」を開発するとしたら、図のような5つのステップで行う

表1 ステップ1「計画を立てる」：リンゴ検知AIの場合

項目	意味	主な内容
Why(なぜ)	最も重要で、AI開発の基本となる。	・リンゴを検知できる何がメリットなのか？ ・AI以外にも、他の手段はないか？
What(何を)	リンゴといってもさまざまな種類や生育段階などがあるので、それを明確化。	・リンゴの品種や生育段階は？ ・木になっているものか？ 収穫済みでも良いか？
Where(どこで)	AIを用いる場所、つまり農場を指す。写っているリンゴの背景の変化に対応する。	・AIを導入する圃場は何力所か？ ・圃場内に何力所、設置するか？
When(いつ)	リンゴの検知を、どのくらいの頻度で行うのかなど。	・1日に1回でいいのか？ ・雨や風、日照条件など、天候によらず安定して検知できることを目指すのか？
Who(誰が)	AIを開発する人もしくは使う人は誰かということ。	・開発する人、使用する人はそれぞれどのような人か？
How(どうやって)	目的(リンゴの検知)に合わせるためにどういった性能やAIモデルにするか。	・解像度はどの程度が最適か？ 画角はどうするか？ ・どのようなAIモデルを用いるか？
スケジュール	作物や果樹による季節性といった、農業特有のスケジュールがあるので、それに合わせた開発スケジュールを立てる。	・いつまでに開発するか？ ・リンゴの生育はいつごろか？

「Who」に関しては、開発者はAIの専門家だがAIを使う人は農業従事者なので、使用者がどんな人で何かトラブルがあったときにはどうすべきかを考えておけば、後で役に立つ。「How」における「どのAIモデルを用いるか」とは、それぞれ特徴があるさまざまなAIのモデルが世界中にあるので、その中から、どのようなモデルを使うべきかをあらかず。たとえば、「重い荷物をたくさん運ぶ」という目的には馬力や搭載スペースという性能からトラックという種類(モデル)が最適なのに、同じ自動車であっても軽乗用車や高級リムジンという種類(モデル)を選んでしまうと役に立たないのと同じ。

るように農業には季節性があり、リンゴの生育段階や天候などの関係で、好きなときに必要な画像を再収集するのがむずかしいので、できるだけ最初にたくさん撮影したほうが良いでしょう。高解像の4Kレベルで、500～1000枚ほどから始めます。

ステップ3：前処理

画像データを収集したら、次に「前処理」という作業をします。前処理には「水増し」と「ラベリング」の2つがあります。

水増しはデータのバラエティを増やしたり物体の特徴をまんべんなくAIに取得させるために、画像にいろいろな加工をする工程です。こうすることで、画像に映ったときの大きさや明るさや枝ぶりや果実の有無や成熟度にかかわらず「リンゴの木」を検知する能力を高めることができます(図4)。画像が不鮮明でもきちんとリンゴを検知できるように、わざと画像を見にくくする加工も行われます。

ただし、加工しすぎて現実にはあり得ないような画像をつくってしまうと、検知の難易度が上がってしまい、実際は十分に使えるレベルなのに、検知の精度が悪く感じられてしまうことになります。現実には即した加工を心がけなければいけません。

そして前処理の2つめのラベリングは、さきほど説明した「教師あり学習」の正解情報をつくることを意味します。色付きのボックスでリンゴを囲むことで、リンゴの位置や、リンゴの色別の正解情報をAIに与えて学習させます(図4)。AIはこの正解情報と比較しながら学習を続けていきます。

ステップ4：AIモデル構築

いよいよ実際にAIモデルを構築します。ここでは、法則を理解させる「学習」と、汎用的かどうかの「評価」の2段階に分けられます。

まず学習を見てみましょう(図5)。AIには、画像のどこに注目するかを定義する「重み」という値があります。その重みに基づいて、AIに1回、リンゴを検知させ、「黄色のリンゴはここ、赤いリンゴはここ」という結果を出させます。この結果を「推論結果」といいます。この段階のAIは、「リ

図4 前処理の例

データを擬似的に増やす……水増し



正解情報を作成する……ラベリング



水増しの例としては、「サイズ変化」や「明るさ変化」「反転」などの加工を行うことで、小さいリンゴや直射日光が当たって明るく映っているリンゴなど、さまざまな状況でも検知できるようにする。「ぼかし」や「一部塗りつぶし」は、見にくい画像でも検知できるようにするための加工。ラベリングは、AIに与える「画像のどこに、どんなリンゴがあるか」という正解情報を人間が作成する作業。

図5 AIモデル構築——学習



まず最初に検知させ、AIが出した推論結果と、ラベリングで作成した正解情報を照らして、誤差の計算式「ロス関数」によって誤差を計算する。次に「ロス関数の勾配」を計算してAIの重みを更新する。このプロセスを繰り返してAIのバージョンをアップデートし、より精度に高めていく。ちなみに、図にある「Neural Network Console」や「TensorFlow」などは、AIのモデル構築のための特別なソフトウェアのこと。

ンゴ検知AIのバージョン1」といえます。

次に、前処理のラベリングでつくった正解情報と、AIが出した推論結果の誤差を出します。これによって、「誤差を小さくするためには、どのように“重み”を更新すればよいか」がわかります。こうして重みを更新されたAIは、「リンゴ検知AIのバージョン2」となります。以後、このプロセスを繰り返して、バージョン3、バージョン4……と、AIのバージョンを高めていき、最終的により正解に近い推論結果が出せるAIが構築されるようになります。

学習が完了したら、次に行うのは評価です。評価では、学習で使った画像データにはなかった、まったく別の画像データを使い、この評価データに対するAIモデルの精度を検証します(図6)。

注意すべきは、必要な評価データの抜け落ちです。たとえばどんな天候でも安定してリンゴを検知できるAIを目指していたのに、晴れの日画像が抜けた状態で評価すると、実際に現場に導入したときに「このAIは、なぜか晴れの日では認識できないな……」となりかねません。いわば、評価の網の目をすり抜けた不完全な状態で現場に導入されてしまうわけです。

ステップ5：テスト

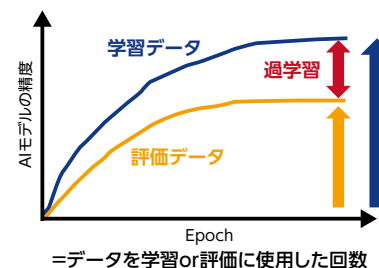
最後の「テスト」は、学習でも評価でも使われなかったデータを用いて実施します。そうすることで、仮に評価データに偏りがあって、AIの精度が誤って高くなっていても、このテストの段階で未然に防ぐことが可能となります。

以上、AI開発において、各ステップでどのようなことが行われるかを見てきましたが、これによってAIの概要をご理解いただけたのではないのでしょうか。注意しておきたいのは、これらのステップは一度で終わりではなく、繰り返すことでAIは優秀になるということです(図7)。

農業分野向けのAIは開発段階だけではなく導入の際にも農業についての知識や経験が不可欠になります。農業に詳しい農業従事者が、同時にAIの正しい知識も持つことによって、農業分野へのAIの導入のハードルが下がり、現場での利用がより進むことになるでしょう。

図6 AIモデル構築——評価

学習曲線



- 学習データと評価データそれぞれの精度の絶対値と両者の差を評価
- 差が大きいほど、未知データへの汎用性が低い(=過学習)

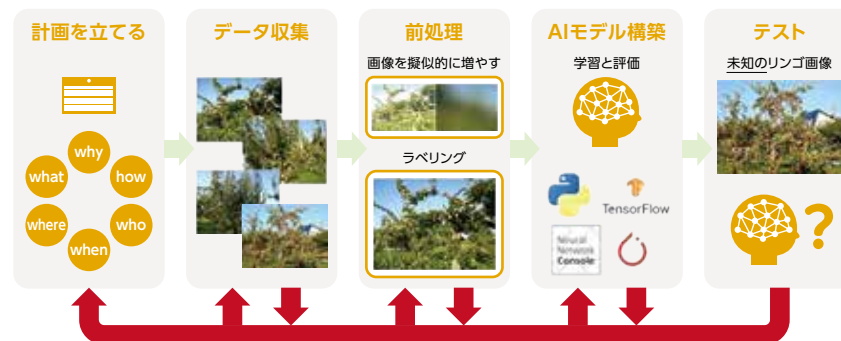
混合行列

		推論結果		
		赤リンゴ	黄リンゴ	背景
正解情報	赤リンゴ	赤リンゴを正しく検知した数	赤を黄と誤った数	赤リンゴを見落とした数
	黄リンゴ	黄を赤と誤った数	黄リンゴを正しく検知した数	黄リンゴを見落とした数
背景		赤リンゴを誤検知した数	黄リンゴを誤検知した数	

- 対角線上の数値が高いほど精度が高い
- 物体の種類を誤っている量や見落としや誤検知の量を把握できる

評価方法としては、「学習曲線」と「混合行列」がある。学習曲線は、「学習データと評価データの絶対値」と「この2つの差」がポイントとなる。学習データの値が低いと、与えたデータが複雑すぎたり、データ量が不足していた可能性がある。逆に学習データが高くても、評価データが低い「過学習」だと、未知のデータへの精度が低くなる。いいかえれば「学校の勉強はできるが、実社会では役に立たない」ということになる。混合行列は、縦が正解情報、横がAIが出した推論結果であり、リンゴの個数や色といった項目別の精度を詳細に分析できる。

図7 AI開発のステップは繰り返しとなる



各ステップは、一度で終わるわけではない。途中でデータが不足していればデータ収集を再度行うことになるし、前処理をもう一度実施することもある。