

[植物と情報処理] &lt;カテゴリ② 植物学を加速する情報処理技術&gt;

## 2.4 画像認識分野から見た植物の研究



内海ゆづ子 大阪府立大学 大学院工学研究科



### 執筆にあたって

私はコンピュータビジョン・パターン認識といった、画像認識を専門としており、およそ7年前から植物にかかわる画像処理の研究をしている。おそらく、多くの読者の方はなぜ画像認識の専門家が植物を対象とする研究を始めたのか、興味があるのではと思う。そこで本稿では、私がなぜ植物にかかわる研究を始めたのか、そのきっかけと、植物学との共同研究の必要性、また、植物にかかわる研究の面白さや、共同研究の一部を紹介する。

### きっかけ

植物にかかわる研究を始めたきっかけは、2014年3月に開催されたコンピュータビジョン・イメージメディア研究会での、亀岡孝治教授（三重大）の特別講演である<sup>1)</sup>。その講演では、植物の遺伝子は、シーケンサーの発達によってすでに解読は済んでいるものの、その遺伝子が示す形質（植物の形や性質）はすべてが解明されていないことが述べられていた。また、遺伝子と形質の対応関係を明らかにするためには、植物の形質計測が必要で、画像処理による自動化が求められていることが述べられていた。私は、植物に関係する研究に、画像処理の技術が求められていることに非常に驚いた。また、元々植物が好きで興味が非常にあった上、その当時、新しい研究

テーマを模索していた時期でもあった。そのことから、自分の研究分野で植物に関係する分野に貢献できるのは非常にうれしいと感じ、植物を対象とした研究を開始することにした。研究開始当初は、植物の画像処理に使える技術を知るために、身の回りの観葉植物を画像で3次元復元してみるなど、試行錯誤した。その後、学際交流イベントを通じて知り合った学内・学外の農学系の研究者を中心に共同研究を開始し、現在に至っている。

### 植物学との研究文化の違い

今回、植物学と情報学の共同プロジェクトに参加し、初めて植物学の先生方と研究をすることになった。植物学の先生方の研究に触れて、最初に感じたのは、研究文化の違いである。初めて植物学の詳細な研究内容を聞いたのは、プロジェクトの公募説明会であった。そこで説明される研究内容は、植物で起きている現象に対して、どのような原理で発生しているのかを解明することを目的として、実験や観察をして評価する、というものがあった。これは、私のやっている研究とは違うぞ、と驚いたのである。それもそのはず、画像認識では、画像から物体を検出する、3次元形状を推定するなどの目的を達成するため、アルゴリズムやシステムを作り出す、というかたちで研究を進める。つまり、何かしらの目的のために、モノを作る“工学”なのである。一方、

## 特集

## Special Feature

植物学は、事象の原理を明らかにする“科学”である。普段の研究活動において、科学と工学の違いを意識することがなかった私は、その違いに当初はカルチャーショックを受けた。

## 共同研究の必要性

前述の通り、工学である画像認識分野と、植物学の間では、研究に対する姿勢や目的が大きく異なっている。では、なぜ、共同研究が必要とされているのだろうか。それは、共に研究することで、これまでにない新しい発見が可能となるからではないか、と考えている。現在、植物学の分野では、デバイスの発達や観測手法の開発で、さまざまな現象が観測できる。たとえば、植物が生長し、葉などの器官が出現する様子を動画で捉えることが可能である。しかし、その器官がどのような周期で出現しているか、また、出現の周期性が変化しているのはいつか、などの情報は手動でしか確認できない。そのため、解析には時間と労力がかかる上、人間の能力で分かる範囲の現象しか取り扱えない。そこで、画像処理の技術を用いて、撮影されたデータから現象を自動的に解析できれば、新たな知見が獲得できる可能性が高いのである。

## 植物を対象とする研究の楽しさ

植物を対象として研究を行うのは、私にとっては非常に楽しい。その理由は、未知の現象を解明することに対する面白さと、画像認識対象としての植物の面白さにあると思う。



まず、未知の現象を解明することに対する面白さである。植物学との共同研究では、解析結果によっては世界で初めての発見ができる可能性が秘められていて、まるで探検をするようなワクワク感がある。これは、現在の画像認識分野ではあまり感じられない研究の面白さかもしれない。画像認識分野では現

在、深層学習関連の研究が大半を占めており、大量の学習データを用いて高精度な識別を実現することが最大の関心事のように感じられる。しかし、現実世界では、大量の学習データを収集できるタスクは限られている。そのため、分野全体で解決している問題は限られていて、最新の研究であっても取り扱われている問題は既知の場合が珍しくない。一方、植物学の研究では、研究対象の植物やその現象に多様性がある。常に未知の現象を探索している点が、画像認識分野にはない“ワクワク感”を生じさせているように思う。また、植物固有の珍しい、唯一無二のデータを扱える点が植物研究の醍醐味である。誰も見たことのない画像の解析にチャレンジするのは非常にやりがいがあるし、新しい手法につながるアイデアが見つかるのではないかと感じ、とても楽しい。

もう1点が、植物自体の解析対象としての面白さである。植物は、細い枝と薄い葉で構成されており、色やテクスチャが均一で、同じ形状の器官がたくさんあるという特徴がある。これまで画像認識で主に対象とされてきた石像や建造物などとは形状の特徴が大きく異なり、認識や検出、3次元復元が難しい。しかし、その難しさが面白いところである。

## 共同研究の紹介

現在、このプロジェクトで行っている共同研究の例として、大阪大学大学院理学研究科の藤本仰一先生との共同研究<sup>2)</sup>を紹介する。この研究は、花の形態が作られる原理を解明することを目的とした、花びら（花弁）の重なり順を推定するものである。

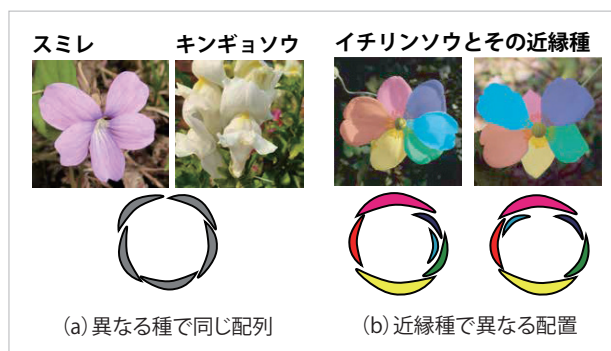
花の形状は多種多様であり、その違いを特徴付けるものとして、花弁の枚数や配置、対称性の有無などがある。中でも、花弁の配置は、 (a) のスミレやキンギョソウのように異なる種で同じ配置のものもあれば、 (b) のイチリンソウの仲間のように、近縁種でも配置が異なるものが存在するこ

## 特集

## Special Feature

とから、種を超えた共通の発生原理が存在することが予想されている<sup>3)</sup>。この、花の発生原理の考察や検証を行うには、花卉の重なり順を調査する必要がある。この作業を手動で行うのは労働負荷が高いことから、自動的に花卉の順序を推定することを目指し、手始めとして隣接する花卉の前後関係を推定することとした。

隣接する花卉の前後関係の推定で問題となるのは、2点ある。まず、1点目は、収集できる画像の枚数が少ないことである。今回計測対象にしているイチリンソウとその近縁種は、高山に自生している植物を撮影する必要がある。そのため、花の画像データの収集には、大きな労力がかかる。このことから、学習に利用できる画像枚数は一般的な物体認識データベースよりもはるかに少ない。もう1つの問題は、花の見た目や形状が個体によって異なる点である。図-2に示す通り、イチリンソウとその近縁種は個体により花卉の形状・色が大きく異なる。そのため、同じカテゴリのものは見た目が近いことを仮定している画像認識手法にとって、識別が難しい問題となる。



■ 図-1 花卉の配置例。図の下部は花卉の配置を表しており、(b)の上画像と下図は対応する花卉を同じ色で表現している。



■ 図-2 イチリンソウとその近縁種の画像例<sup>2)</sup>

我々は、学習データが少ない点に関して、合成データを用いることでデータを補うことにした。また、個体によって見た目が異なる点に関しては、勾配ベースのメタ学習である Model-Agnostic Meta Learning (MAML)<sup>4)</sup>を導入することで対応した。見た目の異なる個々の花の花弁順序推定タスクに対して共通の推定モデルを MAML を用いて学習し、個々のタスクに対しては共通の推定モデルを適合させることで精度の向上を図った。実験の結果、合成データやメタ学習を用いない場合と比較して、提案手法は精度を 11.8% 向上させることができた。今後は、この手法をもとに、自動的に花卉の順序を推定するシステムを開発予定である。

## 共同研究のすすめ

今回、画像認識を専門としている著者の視点から、植物学との共同研究についての所感を述べた。画像認識以外にも、植物学と共同研究が可能な情報学の分野があるだろうし、その共同研究がきっかけで誰も想像できなかったような新しい知見が発見できる可能性がある。少しでも植物に興味を持たれた情報学の研究者の方はぜひ、植物学との共同研究を検討されてはいかがだろうか。

### 参考文献

- 1) 亀岡孝治：農業の現在と未来を考える中での IT・センシングの有効利用，情報処理学会研究報告，Vol.2014-CVIM-191，No.11，pp.1-14 (2014)。
- 2) 中谷 他：多種少量データを対象とした隣接花卉の重なり順推定，信学技報，Vol.120，No.409，pp.115-120 (2021)。
- 3) Nakagawa A. et al. : A Design Principle for Floral Organ Number and Arrangement in Flowers with Bilateral Symmetry, *Development*, Vol.147, No.3 (2020)。
- 4) Finn, C. et al. : Model-Agnostic Meta-Learning for Fast Adaptation of Deep Networks, *Proc. of ICML*, Vol.70, pp.1126-1135 (2017)。

(2021年9月14日受付)

■ 内海ゆづ子 (正会員) yuzuko@cs.osakafu-u.ac.jp

2010年大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻博士後期課程修了。同年 University of Oxford 客員研究員。2011年大阪府立大学大学院工学研究科助教を経て2020年講師。博士(工学)。画像による植物計測の研究に従事。