

## 特集「ニューラルネットワーク研究のフロンティア」にあたって

岡崎 直観

(東北大学)

本誌 2013 年 5 月号～2014 年 7 月号にかけて、「Deep Learning (深層学習)」という連載記事が掲載された。この記事の内容をまとめたものは、「深層学習」として書籍化され、今もなおベストセラーとなっている。この書籍は、深層学習の全体像を把握したり、数式とともに理論を理解するためにお薦めである。

一方、深層学習やニューラルネットワークへの投資は 2013 年以降も続き、驚くような研究成果が次々と生み出されている。画像認識の精度は人間を凌駕するレベルに到達し、画像から説明文を生成したり、絵画を生成するなど、面白い展開を見せている。本稿執筆時にも、AlphaGo というシステムがプロ棋士に勝利したというニュースが飛び込んできた。

インパクトの大きさから、ニュースそのものに目が行きがちであるが、これらの成功の裏には研究成果の着実な積み上げがある。そこで、本特集は「ニューラルネットワーク研究のフロンティア」と題して、深層学習やニューラルネットワークの研究の最新動向を、できるだけテクニカルで、かつ、わかりやすく解説することを目指した。

深層学習が画像認識に大きな成果をもたらしたことは連載記事で既報のとおりであるが、その後も数えきれないほどの研究が進められてきた。岡谷氏の「画像認識のための深層学習の研究動向」では、畳込みニューラルネットワーク (CNN) に焦点を絞り、基本構造、構造設計・改良、転移学習、ファインチューニング、内部ユニットの動作理解、画像合成など、2012 年以降の主要なトピックを幅広くカバーしている。

深層学習が音声認識にも大きな成果をもたらしたことも、既報のとおりである。久保氏の「ニューラルネットワークによる音声認識の進展」では、その転換点以降の研究動向を解説している。音声認識に特化したモデルの拡張に加えて、事前学習、データ並列学習、系列識別学習、予測時の高速化、パラメータの削減など、分野の垣根を超えたトピックが紹介されており、大変興味深い。

画像処理や音声処理では入力信号の特徴記述が自明ではなかったため、深層学習が転換点をもたらした。一方、言語処理では記号 (例えば単語) による特徴記述がある程度成功していたため、深層学習の破壊力は限定的であった。そんな中、言語処理では二つのブレークスルーが起きた。一つは、単語や文の意味を実数値ベクトル (分散表現) で表し、言語の情報をニューラルネットワークに埋め込み、文書分類や評判分析などの応用タスクを解

く研究の進展である。岡崎の「言語処理における分散表現学習のフロンティア」では、分散表現やその合成に関する最新の研究動向を紹介している。

もう一つのブレークスルーは構造学習、すなわち言語の構造を解析・生成する研究で起こった。特に、可変長の入力記号列をエンコーダで実数値ベクトルに変換し、デコーダで可変長の出力記号列を取り出すエンコーダ・デコーダモデルは、ニューラルネットワークだけで機械翻訳や対話文生成などの高度な応用を実現した。さらに、その拡張として導入された注意モデル (attention model) に関する研究は、今年の研究トレンドの一つになるかもしれない。渡辺氏の「ニューラルネットワークによる構造学習の発展」では、構文解析および機械翻訳を中心に、ニューラルネットワーク応用の最新の研究を解説している。

深層学習をロボティクスに応用する研究・開発も盛り上がりを見せている。深層強化学習でロボットカーが 0 から動作を学習したり、Atari のゲーム操作を獲得するなど、楽しくてすごい研究が発表されている。尾形氏の「ロボティクスと深層学習」では、認識・運動・言語をキーワードに、これまでの深層学習の研究動向を概観しつつ、尾形氏らが先駆けて進めてきた研究を紹介している。さらに、ロボットの運動学習に深層学習を応用する際の課題など、今後の研究の道筋も議論している。

深層学習の研究のスピードを支えているのが、アイディアの迅速な実装を可能とするソフトウェアフレームワークである。得居氏の「ニューラルネットワークの実装」では、ニューラルネットワークの構造 (順伝播) を計算グラフで一般的に表現し、その学習 (逆伝播) を自動化するソフトウェアフレームワークを解説している。Caffe, Theano, TensorFlow などの有名な実装を踏まえたうえで、得居氏らが開発している Chainer の設計思想を紹介している。特に、Chainer を開発する際に考慮した点 (要求定義) と、その要求を満たすための設計 (意思決定) は、深層学習のツールキットの利用者だけでなく、機械学習を実装しようとする研究者・開発者も必見である。

紙面の都合などで十分にカバーできなかった内容もあるが、本特集が深層学習およびニューラルネットワークの研究動向に関する理解をさらに深め、2016 年度の研究スタートに少しでもお役に立てれば幸いである。