

## 4. ディープラーニングによる 画像処理・認識技術の最前線

鈴木 賢治 イリノイ工科大学医用画像研究所/  
東京工業大学科学技術創成研究院 World Research Hub Initiative

### ディープラーニング (深層学習)

最近、ディープラーニング(深層学習)と呼ばれる機械学習が、革新的な技術として世界的な話題となり、学会、産業界、そして、世間を騒がしている。深層学習を中心とした人工知能(AI)が、第四次産業革命をもたらすとさえ言われている。AIの研究開発は、各国が国を挙げて推進している。現在、AIの分野で世界をリードしている米国では、国会で複数の「AI法案」が策定されており、先日筆者は、下院で策定されている「AI労働法案」の円卓会議にAIの専門家として招聘されたところであった。産業革命に乗り遅れた国の衰退を歴史が教えてくれており、今AIの研究開発を各国が躍起になって推進していることはごく自然なことであろう。

深層学習によるこの研究ブームは、第三次AIブームであり、2012年10月の著名なコンピュータビジョンコンテスト“ILSVRC”をきっかけに始まった。本コンテストで、深層学習が誤差率ではかの手法を大きく引き離し圧勝した。このため、マサチューセッツ工科大学(MIT)の著名な科学技術誌MIT Technology Reviewは、深層学習を2013年の革新的技術トップ10に選んだ。それ以来、深層学習は、コンピュータビジョン分野のみにとどまらず、音声、画像、自動車、ロボットなど、さまざまな分野でブームを巻き起こしている。医用

画像工学の分野でも、深層学習を使った研究開発が急速に盛んになっている。

深層学習には、産業界からも熱い視線が注がれている。Google社は、2013年、トロント大学のスタートアップ会社DNNresearchを5億ドル(約550億円)で、2014年にはロンドン発のスタートアップ会社DeepMindを4億英ポンド(約650億円)で買収した。一方、Baidu社は、3億ドル(約330億円)を投資して、スタンフォード大学に深層学習を研究するAI研究所を設立した。また、Facebook社は、深層学習に頻繁に使われる畳み込みニューラルネット(convolutional neural network:CNN)の開発者、ニューヨーク大学のLeCun教授を迎え、シリコンバレーに人工知能研究所を設立した。このように、産業界は、深層学習をそれぞれの分野において今後欠くことのできない重要な技術と位置づけ、巨額な投資を始めている。

### 機械学習の歴史と ディープラーニングの 位置づけ

さて、このように一大ブームを巻き起こしている深層学習は、従来の機械学習と何が違うのであろうか? 深層学習の出現以前には、機械学習で何らかの問題を解決しようとする場合、その分野の専門的知識と経験に基づき、その問題を解決するのに有効と思われる特徴量をデータから抽出した。これは「特徴抽出」と呼ばれる重要なステップで、機械

学習による手法開発の肝であった。例えば、画像から対象物を認識する場合、対象物をまず分割(セグメンテーション)し、分割した対象物から特徴量(例えば、寸法、円形度、コントラストなど)を抽出した。「特徴抽出」の後は、抽出した特徴量から有効なものを選び出す「特徴選択」を行った。これら特徴抽出と特徴選択は、機械学習の性能を決める最も重要な要因であるため、この開発と最適化には膨大な労力と時間を費やした。一方、深層学習では、特徴抽出も特徴量選択も必要ない。深層学習は、これらのステップをデータから自動的にかつ合理的に学習する。深層学習とそれ以前の機械学習の本質的な違いは、データや画像から「特徴抽出」も「特徴量選択」もせず、データや画像を「直接見て」学ぶ、すなわち、画像中の画素に代表される生データ(raw data)を直接学習するところにある<sup>1)</sup>。ディープラーニングの「ディープ」という単語から、多くの人々は、深い層を持つことがこの革新の基と信じているが、革新の本質は、特徴量などで表現したものを学ぶ機械から、生データ(例えば画像)を直接学ぶ機械への変化である。層の「深さ」はなおも非常に大切な属性であるが、最も重要な本質的な違いではない。

このように機械学習は、①特徴量ベースの機械学習と②深層学習を含む画像ベースの機械学習に大別できる。深層学習を含む機械学習の歴史<sup>2)</sup>を図1に示す。2012年暮れ以前は、30年以上に渡って特徴量ベースの機械学習が圧倒