

II 最新MRI技術の可能性：基礎編

6. 深層学習を用いたMRI最新技術の現状と展望

八坂耕一郎 東京大学医科学研究所附属病院放射線科

深層学習¹⁾は高い精度で画像認識を行うことのできる技術として、2010年代前半に注目を浴びるようになった。そして、2010年代後半から、放射線医学を中心に^{2), 3)}医療分野への応用研究報告が見られるようになってきた。深層学習には、教師あり学習や教師なし学習、強化学習などの手法があるが、医療分野への応用においては教師あり学習が用いられることが多い。深層学習は、学習のために非常に多くのデータを必要とするが、画像から診断を行うような深層学習モデルの開発においては、1患者につき診断結果は1つしかないことが多く、多数のデータ(入力データと教師データの組み合わせ)を集めることは困難なこともある。一方で、画像処理(例：低画質の画像から高画質の画像を得る)などの、教師データとして画像を扱うような課題では、一人の患者から多数の断層画像を得られる上に、1枚の断層画像を複数の小画像(パッチと呼ばれる)に分けて学習を行うため比較的データを集めやすい。このような事情も相まって、深層学習のMRI技術への応用についても報告が多く見られるようになってきている。

本稿の前半では、教師データとして画像を扱うようなネットワークの構造と、比較的最近、注目を集めている敵対的生成ネットワーク(generative adversarial network: GAN)の技術に重点を置きつつ、深層学習について紹介する。そして、本稿の後半では、深層学習のMRI新技術への応用事例について紹介する。

教師あり深層学習について

深層学習の画像診断への応用においては、診断結果や予後などを扱うことから、教師データは二値変数(名義尺度)や順序尺度、連続変数など、1個ないし複数個の変数となることが多い。一方で、本稿が対象とするMRI技術への応用においては、画像再構成や画像処理などのように、教師データとしては画像を扱うことが多い。いずれの場合も、学習により、準備しておいた教師データとネットワークから出力されるデータとの誤差が小さくなるようにネットワークが更新されていく。ここで、教師データとして変数データを扱う場合と画像を扱うような場合の、ネットワークの構造の違いについて見ておきたい。一般的なネットワークの構造は、始めに入力画像を畳み込み層やマックスプーリング層で処理

し、最後に全結合層で処理をするというものである(図1)。診断結果を予測するようなネットワークも、このような型のものが用いられることが多い。一方、画像を出力するようなネットワークでは、一部の例外を除いて全結合層が除かれることが多い。全結合層による処理を介すると、隣り合うピクセル同士の位置関係が保たれなくなってしまうからである。また、このほかの特徴としては、マックスプーリング層によって縮小した画像サイズを元の大きさに戻すような処理を施す層を組み込んだニューラルネットワーク(U-Netなど)(図2)や、画像サイズを縮小するマックスプーリング層をも除いた、畳み込み層のみからなるようなネットワーク(fully convolutional network: FCN)(図3)などが用いられる。これらのほかにも、課題に応じてさまざまな工夫を施した構造のネットワークが用いられる。

また、GANと呼ばれる技術が、教師

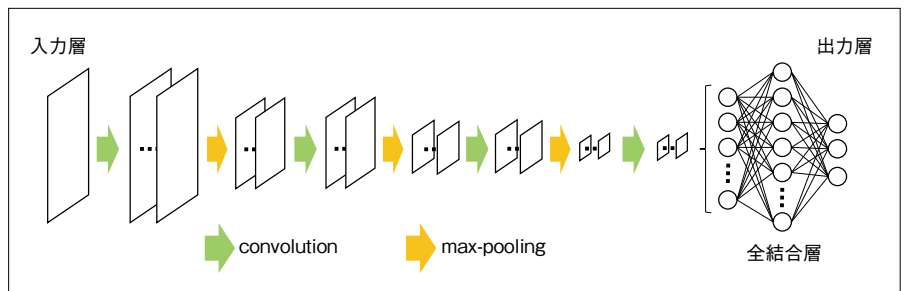


図1 典型的な畳み込みニューラルネットワーク
入力されたデータ(画像)は、畳み込み層(convolution)とマックスプーリング層(max-pooling)で処理された後に、全結合層で処理される。全結合層の丸印は1つのパラメータを意味する。この図では3つのパラメータを出力し(出力層に3つの丸印がある)、画像から3つの選択肢のどれかを選ぶような課題を扱う場合に有用である。