

II MRIの最新技術と未来展望—基礎編

2. ディープラーニングを用いたMRIの技術

竹島 秀則 キャノンメディカルシステムズ(株) 研究開発センター

ディープラーニングは、MR画像の処理技術に対しても大きな変化をもたらしつつある。本稿では、まずディープラーニングの概要を説明し、その後、ディープラーニングを用いたMRIの技術動向について概観する。

ディープラーニングとは

何らかの動作を行うコンピュータは、何らかの値を入力し、何らかの値を出力する「関数」とみなせることが多い。例えば、顔を探す動作は、カメラに映った画像を入力、顔の位置を出力とする関数とみなせる。しかし多くの場合、動作に対応する関数を正確な数式として記述することは困難である。こういった関数をコンピュータで表現するために、さまざまな方法が模索されてきた¹⁾。

ディープラーニングは、既知の入力と出力のペアとなるデータ(学習データ)をたくさん集め、この学習データをできるだけ満たす「関数」を求める、関数近似技術の一つである。ディープラーニングを構成する5つの要素技術を表1に示す。ディープラーニングでは、入出力を決め、対応する学習データを集めた上で、構造(ディープニューラルネットワーク: DNN)、ロス関数、最適化手法を与える必要がある。DNNは、「関数」を近似するための、多くの学習可能な係数を持つ関数である。DNNとしては、線形結合関数と活性化関数(これらをレイヤーと呼ぶ)を交互に直列接続した構造が使われ

ることが多い。線形結合関数としてコンボリューションを用いたDNNは、畳み込みニューラルネットワーク(convolutional neural network: CNN)とも呼ばれる。ロス関数は、「関数」をDNNで近似した場合に、その近似精度を測る尺度である。最適化手法は、ロス関数を基準として、最適に近いDNNの係数を推定する技術である。

ディープラーニングは、計算用のGPUを用意し、Caffe, Keras, Chainerといったオープンソースのフレームワークを使えば、その細部を知らなくても試せる。所望の入出力に対応した学習データ、DNN、ロス関数、最適化手法をフレームワークに与えると、所望の入出力を関数近似するためのDNNの係数が求められる。得られた係数を持つDNNに新しい入力を与えると、所望の動作、つまり近似された関数の出力が得られる。

MRIでディープラーニングを利用する

場合には、これらの5つの構成要素をMRIの処理に合った形で用意すればよい。例として、コンピュータにMR画像のアーチファクトを除去させる動作を考える。この動作は、アーチファクトを含む画像を入力、アーチファクトを除去した画像を出力する関数と考えられる。図1に示すように、この入出力を含む5つの構成要素を準備すれば、ディープラーニングを利用できる。

MRIへの応用

本稿では、ディープラーニングを用いたMRIの技術を、学習データを除く4つの構成要素という視点で紹介する。ISMRMだけでも400件ほどの研究発表があるため、本稿の紹介はごく一部であることをご理解いただきたい。

Ahmadら²⁾は、画像を入力、グリオーマのグレードを出力、ResNetを

表1 ディープラーニングの主な構成要素

構成要素	例
入出力	(個別検討)
学習データ	(たくさん集める)
構造 (線形結合関数)	U-Net, ResNet, GAN full connection, convolution
(活性化関数ほか)	ReLU, batch normalization, Dropout, max pooling, LSTM
ロス関数	cross entropy, hinge, MSE, regularization
最適化手法	SGD, RMSProp, Adam