

8. MRI ディープラーニングを支える学習用データの撮像手法

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とは、用意した正解入出力データと同じように振る舞う関数を推定する学習技術である。この学習のために、多数の学習用データを必要とすることは広く知られている。しかし、MRIでは学習用データの撮像そのものが容易でないケースがあることは、学習に携わる専門家以外にはあまり知られていない。

本稿では、学習用データの撮像そのものが容易でない実例、およびその解決法を紹介する。この実例として、フルサンプリングを超える画質を必要とする例、造影撮像で高い画質を必要とする例の2つを取り上げる。

ディープラーニングによるノイズ抑制

医療用MRI装置におけるノイズ抑制の目的は、弱い信号を読影しやすい信号に変え、MRIの臨床価値を高めることである。この目的を達成するには、信号を損なわず、ノイズだけを選択的に抑制する必要がある。ディープラーニングは、その解決に有用な技術の一つと考えられる。

ディープラーニングによるノイズ抑制では、用意した正解入出力データに対し、入力から出力が得られるノイズ抑制関数（ディープニューラルネットワーク：DNN）を学習する（図1）。この学習では、多数の正解入出力データと学習精度の指標（ロス関数）の2つを与え、これらを用いてノイズ抑制関数（DNN）を

最適化する。ノイズ抑制を目的とする場合には、正解入力データとしてノイズを含む画像、正解出力データとしてノイズを抑えた画像を用意する必要がある。

正解入出力データのうち、正解出力データは必ずしも容易に撮像できるとは限らない。学習したいノイズ抑制関数が、画像の再構成過程で生じるノイズ（再構成アーチファクト）の抑制であれば、正解出力データとしてフルサンプリングデータを利用できる。しかし、再構成とは別の過程で生じるノイズについては、正解出力データの撮像は容易ではない。また、再構成アーチファクトの抑制において、フルサンプリングデータが撮像できない場合は、正解出力データとして何を用い、それをどのように撮像するかについての検討が必要である。

本稿では、ディープラーニングによるノイズ抑制を支える、正解出力データの撮像手法を取り上げる。具体的には、撮像過程で生じるノイズ（撮像ノイズ）の抑制、造影ダイナミック撮像の再構成アーチファクト抑制を目的とした正解出力データの撮像手法を紹介する。

撮像ノイズの抑制

第1の実例として、撮像ノイズの抑制を目的とした手法である denoising approach with deep learning-based reconstruction（以下、dDLR）^{1), 2)} の正解入出力データを考える。読影を困難にする原因の一つとして、撮像ノイズによる信号ノイズ比（以下、SNR）の低下が挙げられる。この対策としてディ-

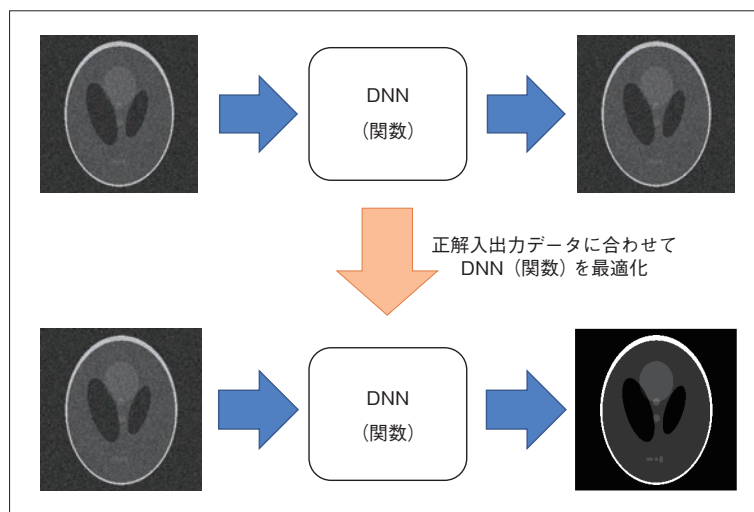


図1 ディープラーニングを用いた学習の概要
正解入出力データを与え、それに合わせてDNNを最適化する。