

I 画像処理技術の到達点と臨床応用の最前線

2. 画像処理技術の臨床応用の最前線

2) AIを用いたMR画像再構成技術
“AIR Recon DL”の臨床的有用性

舟山 慧 山梨大学医学部放射線医学講座

人工知能(AI)技術は、画像領域を中心にめざましい発展を遂げている。最近では、体温測定装置などの形で日常的にAI技術に触れている方も多いのではないだろうか。AI技術はこうした物体検出などのタスクにとどまらず、MR画像再構成にも応用されはじめている。本稿では、AI技術の一つであるディープラーニングを用いたMR画像再構成技術であるGE社の“AIR Recon DL”(国内未販売)について、その技術的背景と腹部領域における活用例を紹介する。

ディープラーニングとは

ディープラーニングはAI技術の一つで、deep neural network(DNN)と呼ばれる生物の神経細胞ネットワークに類似した構造と、過去のデータから学ぶことができる点を特徴としている。画像処理領域におけるディープラーニングでは、畳み込みニューラルネットワーク(convolutional neural network:CNN)が用いられており、本稿で取り上げるAIR Recon DLでも同様である。CNNは畳み込み(convolution)と呼ばれる一種の画像フィルタ処理と、rectified linear unit(ReLU)などの活性化関数と呼ばれる非線形関数(入力と出力に非比例関係がある)を組み合わせた構造を基本単位(本稿ではノードと表現)として、これを複数個束ねたものを何層にも重ね合わせることで実現される(図1下段)。

畳み込みは一種の画像フィルタ処理

である。まず、ウィンドウと呼ばれる狭い領域のピクセル値を抽出する。得られたピクセルごとに対応する位置の重み(カーネル係数)を掛け合わせ、得られた値を合計する。この処理を、ウィンドウを1ピクセルごとにずらしながら、すべてのピクセルに対して処理することで入力画像に対する畳み込み処理が行われる。畳み込みの結果として得られた画像に対してピクセルごとに非線形な活性化関数を適用し、出力値を並べたものがノードの出力画像となる(図1上段)。

ネットワークトレーニング

CNNの振る舞いは、カーネル係数の重みをどのように設定するかによって大きく変化する。そのため、実際に使用する前に学習用データを用いてCNN内に多数存在するカーネル係数の最適化を行う(ネットワークトレーニング)。

例えば、ノイズ除去を行うようCNNをトレーニングしたい場合は、ノイズが多い画像(ノイズ画像。例えば、加算回数を少なくして撮像した画像)とノイズが少ない画像(目標画像。加算回数を増やして撮像した画像)のペアを用意する。ネットワークにノイズ画像を入力し、得られた出力画像と目標画像の差を計算する。この差が小さくなるようにカーネル係数を調整することで、CNNがノイズ除去を行えるようになる。

AIR Recon DLの特徴

AIR Recon DLは、MR画像の画質を改善するためにCNNを用いて開発された、まったく新しいMR画像再構成技術である¹⁾。さまざまな部位のMR画像400万枚を用いてネットワークトレーニングされたCNNが用いられており、signal-to-noise ratio(以下、SNR)改善、打ち切りアーチファクトの低減、シャープネス改善の3点から画質を改善するpost processing filterとして機能する。開発者による論文によると、学習には敵対的生成ネットワーク(generative adversarial networks:GAN)の技術は使われていないとのことであり、GANを用いた学習における不自然なテクスチャや偽病変の出現リスクに対して配慮されていると考えられる^{1)~3)}。AIR Recon DLが適用可能な画像は、さまざまなコントラストの2Dシーケンスとなっており広く利用可能であるが、本稿では、当院で主に可能性を探っている腹部T2強調画像を中心に画像を提示する。

SNR改善

AIR Recon DLを適用した画像でまず目にとまるのは、SNRの改善である。腹部領域ではコイルから離れた画像中央部でノイズが目立ちやすいが、AIR Recon DLを適用することでノイズが著明に低減され、埋もれていた細かな構造