

ディープラーニングを利用した MR 画像の雑音除去に関する検討

D-16

Study on Denoising of MR Images using Deep Learning

高野 航平[†]伊藤 聡志[†]Kohei TAKANO[†]Satoshi ITO[†][†] 宇都宮大学 工学部 情報工学科[†] Department of Information Science, Faculty of Engineering, Utsunomiya University

1. はじめに

MRI の主磁界強度が大きくなるにつれ、一般に高 S/N 比の画像が得られるが、一方で撮像の高速化も進められているため依然として S/N 比の低い画像が得られることがある。画像回復問題において画像内の構造的特徴の保持と雑音除去性能を高めることは一般にトレードオフの関係があり、両立することができれば、その意義は医用画像診断の精度改善の意味から大きいものがある。

本研究では、近年注目されているディープラーニング (DL) を用いた雑音除去法の MR 画像への有効性について検討を行った。学習には学習効率と雑音除去性能に優れた残差学習法[1]を用いた。本方法を雑音除去性能が高いことで知られる BM3D[2]や WNNM[3]などのフィルタと比較した。PSNR (Peak signal-to-noise Ratio) と SSIM[4]を用いた評価ならびに画像の主観評価より BM3D や WNNM と同等以上の結果が得られたため以下に報告する。

2. ディープラーニングを使用した雑音除去法

本研究で用いるニューラルネットワークには K.Zhang らが提案する DnCNN を用いた[5]。DnCNN の構成を図 1 に示す。

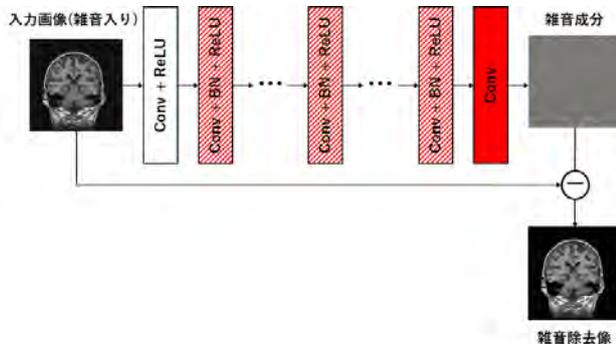


図 1: DnCNN の構成

DnCNN は 17 層で構成され、第 1 層では畳み込み処理 (Conv) と Rectified linear unit (ReLU) を、第 2 層から 16 層までは Conv と ReLU の間で Batch Normalization (BN) を、第 17 層では Conv のみを行う。Conv と ReLU には入力データの特徴を抽出する役割、BN には学習効率の向上の役割がある。また、DnCNN は学習の際に残差学習法[1]を用いている。残差学習法では、雑音画像から雑音除去像を推定するのではなく、雑音成分を推定する。そして、雑音画像から推定した雑音を取り除くことにより雑音除去像を求める。

3. 雑音除去実験と評価

高 S/N 比を有する 256×256 画素のプロトン密度強調像 (PDWI) 8 種類に対し最大輝度値の 5.0% のガウス型白色雑音を重畳し、DnCNN と BM3D、WNNM の雑音除去性能を比較した。DnCNN については、学習データを PDWI 40 種類とした場合 (DnCNN_P) と同じ撮像面における T₂ 強調像 (T₂WI) とした場合 (DnCNN_T2) のそれぞれについて検討を

行った。学習には約 16 時間を要した。雑音除去像の例を図 2 に、各方法の PSNR と SSIM それぞれの平均値を表 1 に示す。なお、図 2 ではコントラストを確認しやすくするため同条件のコントラスト調整を行っている。図 2 より DnCNN による方法では矢印で示す画像左上の黒く小さな点が他に比べ明瞭であることが確認できる。このような微細な小孔は学習データに多く見られたため、学習により構造の保存性が高められたものと考えられる。一方、BM3D や WNNM は与えられた単一の雑音重畳画像のみをもとに雑音除去を行うため小孔を過度に平滑化したものと考えられる。学習データによる検討では、テスト画像を同種の画像を学習した場合により高い PSNR と SSIM が得られた。MR 画像応用では、同種の画像を学習させることがより効果的であることが示唆された。

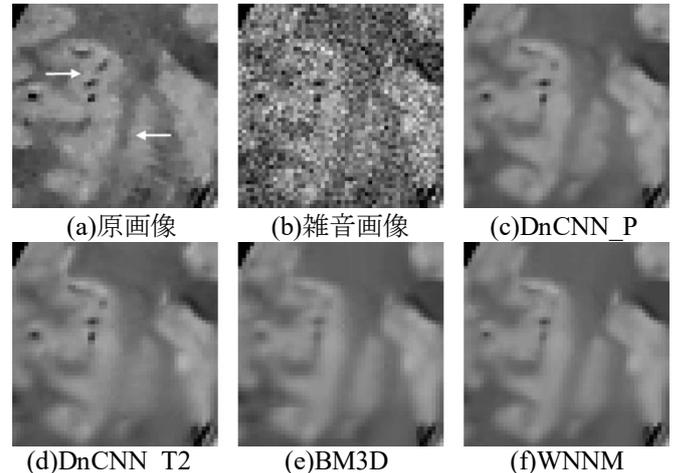


図 2: 雑音除去像の例 (雑音量 5.0%)

表 1: PSNR および SSIM の平均

	DnCNN_P	DnCNN_T2	BM3D	WNNM
PSNR[dB]	32.1	31.9	31.6	31.8
SSIM	0.929	0.925	0.921	0.923

4. まとめ

ディープラーニングを使用した雑音除去法 (DnCNN) を MR 画像の雑音除去問題に応用した。BM3D や WNNM と比較した結果、DnCNN が最も高い PSNR と SSIM を示した。また、医用画像で重要となるコントラストや構造的な特徴の保存性が他のフィルタに比べて顕著に高いことが示された。学習に関してテスト画像と同種の画像を学習することが有効であった。以上から、DnCNN は MR 画像の雑音除去法として優れた性能を有しており、有用な方法になりうることを示唆された。今後はさらに多くの画像に適用し、雑音除去性能の改善を図る予定である。

参考文献

- [1] K. Zhang et al., IEEE Tran Image Proc, vol.26, 3142-3155, 2017.
- [2] K. Dabov et al., IEEE Tran Image Proc, Vol.16, 2080-2095, 2009.
- [3] S. Gu et al., IEEE CVPR, 2862-2869, 2014.
- [4] Z. Wang et al., IEEE Tran Image Proc, Vol.13, 600-612, 2004.
- [5] K. He et al., IEEE CVPR, pp.770-778, 2016.