

深層学習を利用した画像ノイズ除去再構成法のアーチファクトに関する検討

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部 ○佐々木 洋平(Sasaki Yohei)
吉田 博一 櫻田 渉 照井 正信

【目的】

画像ノイズ除去再構成法であるDeep Resolve Boost (DRB) は、画像再構成プロセスの中にDeep Learning Reconstruction (DLR) を用いることで精度の高いノイズ低減が可能とされている。DRBでは繰り返し計算の教師データにパラレルイメージング (PI) を用いていないデータと倍速率 (PI Factor) の高いデータを用いている。それらの画像間で整合性を取り、高いPI Factorにおいてもノイズの少ない画像が得ることが出来る。またPIによる撮像時間短縮の効果を得ることも可能である。我々はこれまでにDRBを用いた際の信号雑音比、コントラストの変化について検討を行ってきた。その中でDRBの有無で折り返しアーチファクトの出現の仕方に違いが生じることを経験した。DRBに関連する検討としてアーチファクトに言及している研究は少ない。今回DRBのアーチファクトに関する画質特性について検討を行うことを目的とした。

【方法】

MRI装置はSiemens社製 1.5T Magnetom Sola、受信コイルは20ch Head Neck Coilを用いた。本検討は09-101型 Pro MRIファントム (アクロバイオ社)



Fig.1 ファントム写真

撮像条件を示す。撮像視野 (FOV) は頭部を想定し240 mmとした。ファントムの直径は約180 mmである。PI Factorを1、2、3、4とした。Phase Over Sampling (POS) は0%と200%とした。DRBの強度は3段階のうち、Mediumとした。撮像箇所はファントムの均一性を評価するセクションと分解能などを計測するセクションを撮像した (Fig.2)。各セクションでDRBを使用しない場合 (DRB Off) とDRBを用いた場合 (DRB On) での撮像を行った。PI Factorを変更させ撮像を行い、得られた画像からアーチファクトの評価を行った。その他の条件はTR500 msec、TE10 msec、NEX1、ETL3、Matrix 256/256 (interpolationあり)、バンド幅160 Hz/pixel、撮像断面Transverseとした。評

価項目は画像の均一性を示すRMSE (Root mean square error) と画像の視認性の評価を行った。画像解析はImage Jを用いた。RMSEの算出 (式1) は Matlab R2023bを用いた。

$$RMSE = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} (y_i - \bar{y}_i)^2 \quad \dots \text{式 1}$$

n : データ数

y_i: PI使用無 DRB使用無 Image (Reference)

y_i: PI使用有 DRB使用有or無 Image

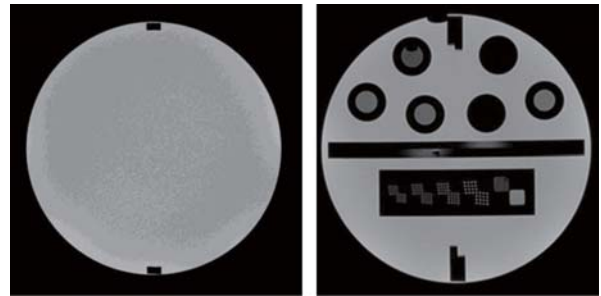


Fig.2 撮像セクション

【結果】

RMSEの結果 (Fig.3) を示す。縦軸がRMSEの値で、横軸がDRBの有無とそれぞれPI Factorを変化させたものである。POS0%ではDRB Off においてPI Factorの増加に伴い、どちらのセクションでの撮像においてもRMSEの値が上昇する傾向を示した。一方DRB OnではPI Factorを上昇に伴いRMSEの値に大きな変化はみられなかった。POS 200%ではDRB On DRB OffにおいてPOS0%に比べてPI Factorの増加に伴うRMSEの値に大きな変動は見られなかった。次に視認性の結果 (Fig.4) を示す。POS0% PI Factor 4の画像を示す。均一セクションの画像において、DRB Offでは顕著に折り返しアーチファクトがみられた。また中心部のg-factor上昇とみられるノイズの変化が顕著にみられた。DRB onではDRB offに比べて中心部のノイズ上昇の変化が少ない傾向がみられた。一方DRB onにおいても折り返しアーチファクトとみられる線状の信号変化はみられた。分解能等を計測するセクションでは、DRB offでは中心部のノイズの上昇が顕著にみられた。DRB onの場合では中心部のノイズ上昇はわずかだったが、一部では分

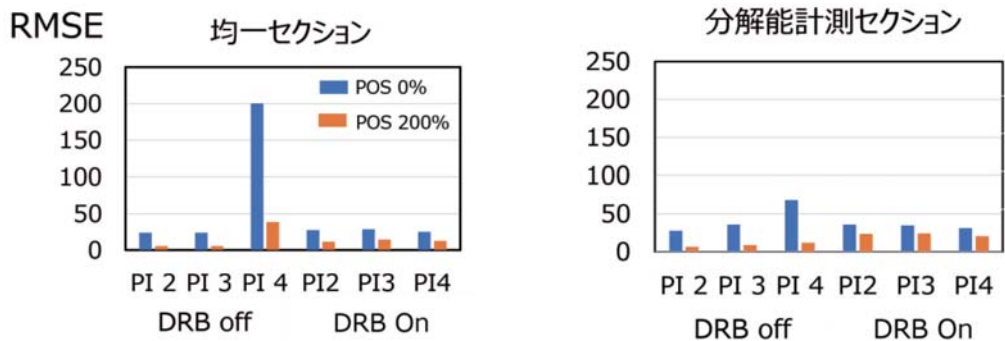


Fig.3 それぞれのセクションにおけるRMSEの値

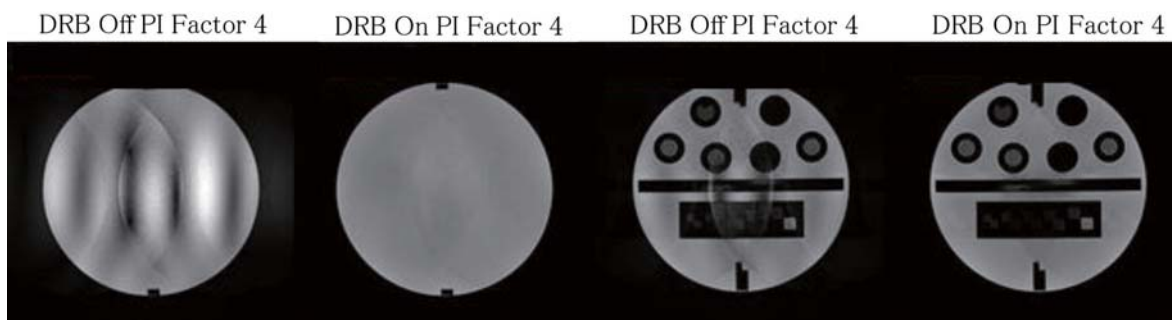


Fig.4 POS0%における視認性評価

解能セクションのホールが折り返す変化が見られた。

【考察】

DRBの有無でアーチファクトの信号変化に違いが見られた。これはDRBを用いることでg-factorによる中心部のノイズ上昇が抑制されたためと考えられる。一方でDRBを用いた場合においても折り返

しアーチファクトと考えられる線状の信号と分解能計測のホールが偽像として投影されていた。これらのことからDRBを用いた場合にはg-factorノイズが低減した状態で折り返しアーチファクトが生じると考えられた。また追加でFOVを極端に小さくした場合 (FOV 120 mm) の画像 (Fig.5) を撮像した。DRB Offでは倍速率を上昇させるごとにノイズの上昇と信号が飽和する傾向が見られた。DRB Onでは中心部のノイズの上昇はみられず折り返しが重なるように増加した。以上のことも考慮してDRBを用いた場合は、g-factorノイズが低減した状態で折り返しアーチファクトが生じていると考えられた。

【結語】

DRBを用いた際のアーチファクトの画質特性を把握することが出来た。DRBを用いた場合においても折り返しアーチファクトは理論通り生じるため、PI Factorを上昇させて使用する場合はPOSを大きく設定する必要がある。

【参考文献・図書】

- 1) 今井広, 宮地利明, 小倉明夫 他: 差分マップ法及び連続撮像法によるParallel MRI画像のSNR測定 日本放射線技術学会雑誌 vol.64 No.8, 2008

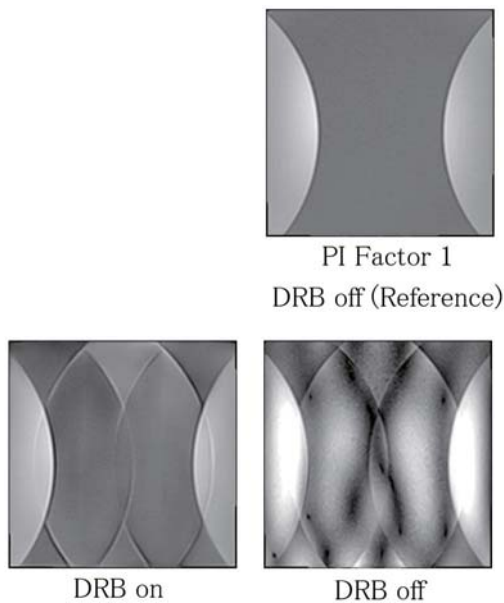


Fig.5 POS0% PI Factor 3におけるアーチファクトの違い