

圧縮センシング 2D-T2WI における SSIM 指標を用いた客観的画質評価の有用性

東北大学病院 診療技術部放射線部門 ○山岸 直人(Yamagishi Naoto)

田頭 豊 森 隆一 佐々木 博信 伊藤 大輔

山中 一臣 永坂 竜男

【目的】

圧縮センシング (Compressed Sensing:CS) を用いたMRI撮像は、大きな画質劣化なく高速化が可能であるとされている。一方、CS-MRIにおいてユーザーが設定できるパラメータは探求的に決定されているのが現状である。本研究では、構造的類似性 (Structural similarity index:SSIM値) という画質指標がCS-MRIの至適パラメータの決定に有用であったので報告する。

【方法】

約3%濃度の寒天を封入したペットボトル3本の周囲を約1%濃度の寒天で覆ったファントムを自作した。これを Vantage Titan 3T (Canon Medical Systems Corporation) を使用し、通常臨床で使用している頭部撮像シーケンスと、パラメータ(加速係数Acceleration Factor、正則化係数Regularization Factor)をそれぞれ変化させたCSシーケンスで2D-T2WIを撮像した (Table 1)。ペットボトルの形状を利用し、複数の構造パターンの画像を得た (Fig.1)。

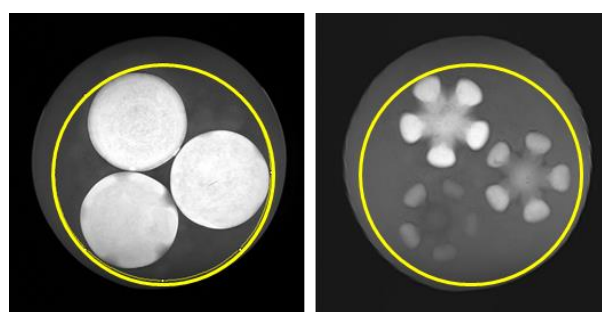
通常シーケンスの2D-T2WIを基準画像とし、CSシーケンスの各画像とのSSIMマップを算出、ROI内の平均値を計測した。解析にはImageJ ver.1.51k (NIH)を用いた。

【結果】

いずれの加速係数においても、特定の正則化係数との組み合わせによりSSIM値は極大点を示した。各加速係数のSSIM最大値を比較すると、低い加速係数ほどSSIM値はより高い評価を示し、加速係数の増加に伴い低評価となった。SSIMの最大値を与える正則化係数は、加速係数の増加に伴い高くなる傾向にあった。単純な構造のスライスでは、複雑な構造の場合と比較してSSIMの最大値を与える正則化係数は低い値へ移行した (Fig.2, 3)。

Table 1 撮像条件

TR / TE (ms)	5456 / 96			
Flip Angle (degrees)	90			
FOV (cm×cm)	20 × 21			
Matrix	384 × 480			
Slice thickness (mm)	10			
Compressed Sensing	—	+		
Acceleration Factor	—	1.5	2.5	3.5
Regularization Factor	—	0.6 - 2.4 (10ways)		
Acquisition time	3:22	2:17	1:22	1:01



単純な構造 複雑な構造

Fig.1 収集断面とROI

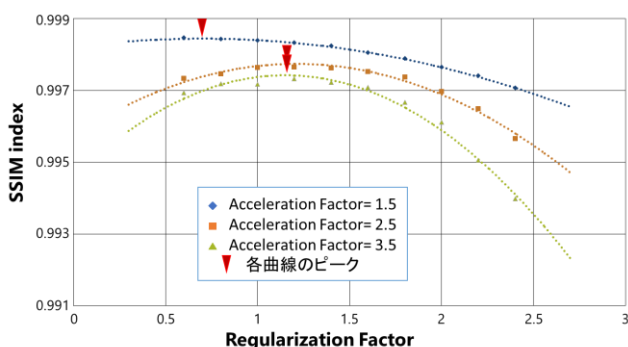


Fig.2 単純な構造のスライス

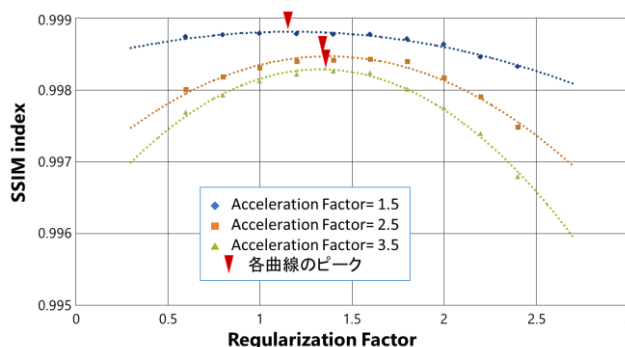


Fig.3 複雑な構造のスライス

【まとめ】

CS-MRIの画質は被写体構造に左右されることが示唆された。従って、単純構造のファントム実験で評価したパラメータを臨床に適応することはできない。正則化係数の設定によっては、より大きい加速係数の撮像よりも画質が劣化する場合がある。SSIM指標はCS-MRIのパラメータ決定において画質の極大点を検出する有用なツールである。

【参考文献】

- 1) Akasaka, T. et al. : Optimization of Regularization Parameters in Compressed Sensing of Magnetic Resonance Angiography: Can Statistical Image Metrics Mimic Radiologists' Perception?. PLOS ONE 11, e0146548, 2016
- 2) Guang Yang. et al. : DAGAN: Deep De-Aliasing Generative Adversarial Networks for Fast Compressed Sensing MRI Reconstruction. IEEE Transactions on Medical Imaging 37, 1310-1321, 2018
- 3) Wang, Z. et al. : Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. IEEE Transactions on Image Processing 13, 600-612, 2004