Deep Learning Reconstructionを用いた画像再構成時のストリークアーチファクトへの影響

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部 ○今野 拓哉(Konno Takuya)
加藤 大樹

【はじめに】

近年Deep Learningを用いた画像再構成法が注目され、ノイズ低減や空間分解能向上の報告が行われている。当院においてもDeep Learning Reconstruction（DLR）であるTrue Fidelity Image（TFI）を使用している。TFIは教師データに高線量の画像を使用している。高線量画像ではノイズだけではなく一定のアーチファクトも改善されていると考えられ、TFIの画像にもその影響が表れていると考えられる。

また、医師より臨床画像におけるストリークアーチファクトが逐次近似応用再構成法（ASiR-V）と比較して目立たないという見解が示された。そこで、本研究ではアーチファクトの一種であるストリークアーチファクトに関してTFIにおける変動の検討及びASiR-Vとの比較検討を行った。

【方法】

CT装置はRevolution CT（GE Healthcare Systems）を使用した。胸部ファントムであるLUNGMAN（京都科学）の肩および心臓のレベルをそれぞれ撮影した。撮影条件は管電圧120 kV、NI=11.0（CTDIvolは肩：12.11 mGy、心臓：5.42 mGy）、スライス厚0.625 mm、FOV=345 mmのノンヘリカルスキャンとした。それぞれ10回撮影し、撮影した画像をASiR-V 0、50、70、100%及び、TFI-Low、Medium、Highの計7種類で再構成した。ストリークアーチファクトの評価方法にはGumbel評価法を用い、位置パラメータと尺度パラメータを求めた。ROIのサイズは心臓：70×70 pixels、肩：50×50 pixelsとした（Fig.1）。10回撮影の平均を求めFriedman検定、多重比較をBonferroni検定で比較し、Gumbel分布の直線性はPearsonの相関係数を用いて評価した。

【結果】

Fig.2-3より肩・心臓どちらも、どの再構成方法においてもプロットが直線に分布し、Gumbel性が認められた。ASiR-VおよびTFIそれぞれの再構成において、強度が上がるにつれ位置パラメータと尺度パラメータは低下した（Table 1）。

【考察】

ストリークアーチファクトの強度を表す位置パラメータβとばらつきを示す尺度パラメータγの変化は、視覚的なストリークアーチファクトの減少と合致する。先行研究より、パラメータβ、γはmAs値に反比例していることが報告されている[1)]。このことから、TFIの教師画像である高線量FBP画像ではβ、γの小さい画像となっていると考えられ、フォトンカウントの減少によるストリークアーチファクトが少ないことが推定される。

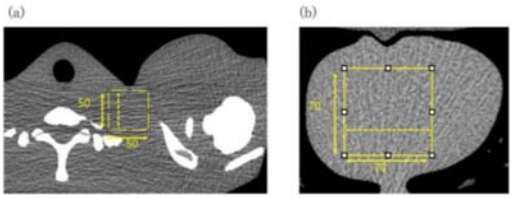

Fig.1 計測箇所

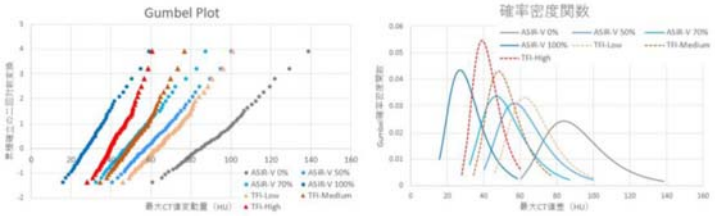

Fig.2 肩レベルの結果

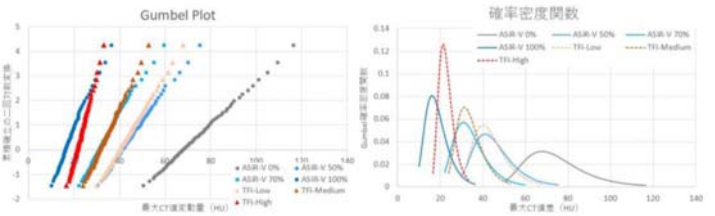

Fig.3 心臓レベルの結果

Table 1 各パラメータの結果

肩レベル

	ASiR-V 0%	ASiR-V 50%	ASiR-V 70%	ASiR-V 100%	TFI-Low	TFI-Medium	TFI-High
β	83.96	56.79	46.84	27.08	62.36	48.28	39.21
γ	15.07	11.84	10.95	8.44	11.10	8.55	6.73

心臓レベル

	ASiR-V 0%	ASiR-V 50%	ASiR-V 70%	ASiR-V 100%	TFI-Low	TFI-Medium	TFI-High
β	67.66	41.08	30.75	16.11	40.05	31.35	21.37
γ	11.77	7.83	6.43	4.56	6.72	5.23	2.92

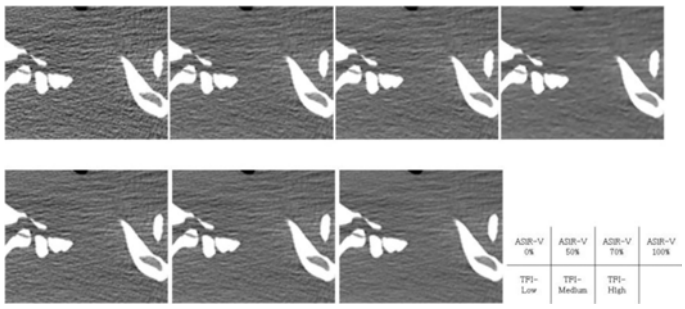

Fig.4 肩レベルの画像

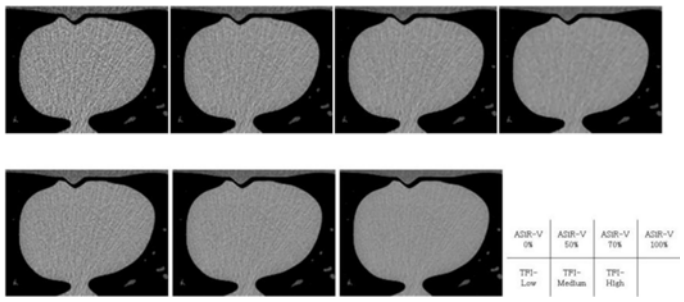

Fig.5 心臓レベルの画像

以上のことからTFIの生成画像ではノイズだけではなく一定のストリークアーチアクトにも影響していると考えられる。

また、医師より指摘があった頭部のストリークアーチファクトに関して、当院で従来使用してきたASIR-V50%に比べTFI-Mediumの方がβが小さく、低減されたことがわかった。後頭蓋窩のアーチファクトに関しては先行研究でアーチファクトインデックス法による評価が行われており[2]、ASiR-V30%よりもTFIのMediumやHighが優れている、との報告から今回の結果と合致する。

ストリークアーチファクトの質感に関して、ASiR-VではストリークがAsiR-Vでは太くつぶれた印象を受けるのに対し、TFIでは変化が少なかった（Fig.4、5）。このことからASiR-Vのアーチファクト低減は平滑化によるボケが影響している一方で、TFIでは平滑化の影響が少ないのではないのではないかと考える。

TFIでは不均一領域に対してエッジを保存するような処理が行われているという先行研究から[3]、ASiR-Vに比べTFIのほうがより自然なテクスチャを維持しながらストリークアーチファクトを低減しているといえる。

【まとめ】

TFIの使用によりストリークアーチファクトが低減された。また、TFIではASiR-Vに比べ元画像のテクスチャが保持された結果となった。

【参考文献】

1) Imai, Kuniahru, et al. : Statistical characteristics of streak artifacts on CT images: Relationship between streak artifacts and mA s values. Medical physics 36.2, 492-499 , 2009.

2) Kim, Injoong, et al. : Deep learning-based image reconstruction for brain CT: improved image quality compared with adaptive statistical iterative reconstruction-Veo（ASIR-V）. Neuroradiology 63.6, 905-912, 2021.

3) Kawashima, Hiroki, et al. : Comparative assessment of noise properties for two deep learning CT image reconstruction techniques and filtered back projection. Medical Physics 49.10, 6359-6367, 2022.