

深層学習によるMR画像を用いた擬似CT画像の生成

加藤 颯太¹⁾ 橋本 雄幸²⁾

1) 杏林大学保健学部診療放射線技術学科4年

2) 杏林大学保健学部診療放射線技術学科

【目的】

現在、臨床現場では複数モダリティを用いて画像診断を行うことが一般的であり、これにより正確な診断が可能となる。一方で複数モダリティを使用する場合、放射線被ばくなどの患者への負担増加も懸念される。放射線治療では通常CT画像を使用して治療計画を行うが、MR画像の利用も増えており、高精度の治療計画が期待されている。MR画像を用いた治療計画の実現には、MR画像とCT画像の正確なレジストレーションが必要であり、このために生成CT画像の利用が検討されている。本研究ではU-Net¹⁾を用いてMR画像から擬似CT画像を生成することを目的とする。

【方法】

Neural network console (NNC) を用いてU-Netを作成

した。U-Netは4層構造とし、バッチサイズ:4, 学習率 1.0×10^{-3} , 最適化アルゴリズム:Adamとした。前処理としてPythonを用いてSynthRAD2023グランドチャレンジで提供されている脳のCTおよびMRのペア画像を $1 \times 1 \text{ mm}^2$ でリサンプリングし、レジストレーションを行った²⁾。計11,535枚(177人)の画像データをtraining data (9189枚), validation data (2154枚), test data:192枚に分類して学習を行った。複雑な構造(篩骨洞)を含むスライス面をA, 含まないスライス面をBとし、両スライス面におけるpeak signal-to-noise ratio (PSNR) 及びstructural similarity index measure (SSIM)を比較した。また、エポック数を10, 50, 100, 150, 200と変化させた時も同様に評価を行った。

【結果と考察】

図1および図2にエポック数ごとのスライスAとスラ

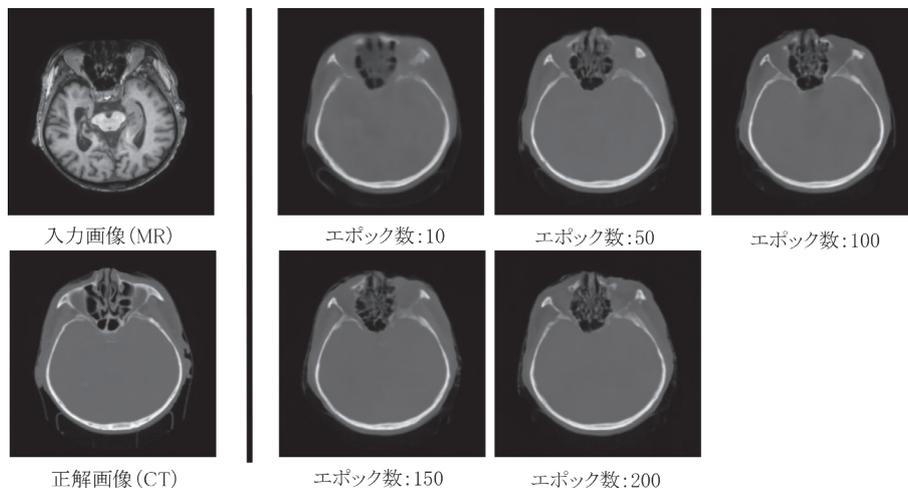


図1 スライス A における入力画像と生成画像

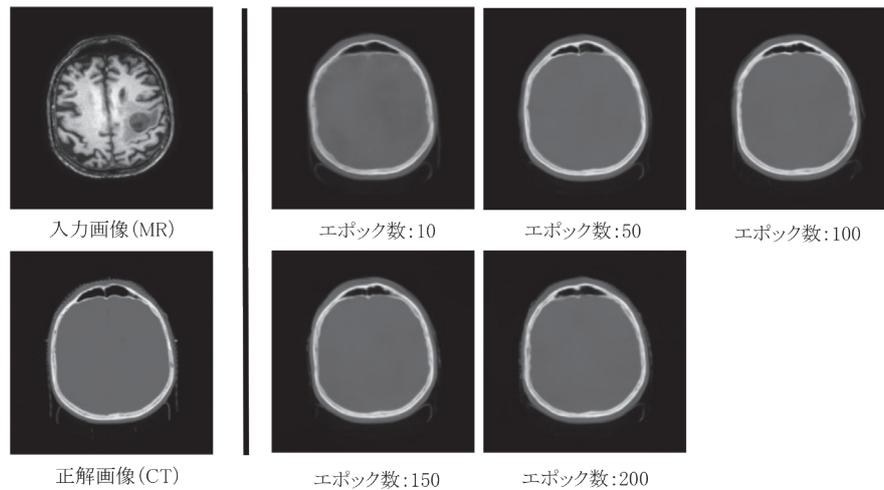


図2 スライス B における入力画像と生成画像

スライス B の生成画像を示す。U-Net を使用することで MR 画像から擬似 CT 画像の生成を行うことができた。複雑な構造を含むスライス A では PSNR, SSIM はそれぞれ 33.1, 0.832 となった。スライス B では 36.05, 0.875 となり、いずれの数値もスライス B の方が良い結果となった。また視覚評価においても、スライス B では単純構造が多く、原画像に近い画像が生成できたのに対し、スライス A では篩骨洞や頬骨などの複雑な構造の生成精度がやや劣った。エポック数は 50 ~ 100 で PSNR, SSIM 共に最も良い結果となった。一方でエポック数 100 以降では過学習により PSNR, SSIM 共に数値が減少した。Mengke Qi らの研究では PSNR は 29.23, SSIM は 0.85 であった³⁾。先行研究に対して本研究では SSIM は同程度、PSNR は数値の改善が見られ、MR 画像から擬似 CT 画像の生成に成功したといえる。

【結語】

U-Net を使用することで MR 画像から擬似 CT 画像の生

成に成功した。複雑な構造では検討が必要だが、今回の研究は放射線治療分野で行われる MR 画像と CT 画像のレジストレーションの代替案となり、患者に対しての被ばくの低減が期待される。

【参考文献】

- 1) Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox. U-Net : Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation, MICCAI; 2015: pp234-241.
- 2) Adrian Thummerer, Erik van der Bijl, Maspero Matteo. SynthRAD2023 Grand Challenge validation dataset synthesizing computed tomography for radiotherapy. SynthRAD2023. 2023.
- 3) Mengke Qi, Yongbao Li, Aniqian Wu, et al. Multi-sequence MR image-based synthetic CT generation using a generative adversarial network for head and neck MRI-only radiotherapy, AAPM. 2020; 47(4): pp1880-1894.