

1 はじめに

直腸がんの病期診断において側方リンパ節へのがん転移有無は、後遺症の恐れがある手術である側方リンパ節郭清を行うかどうかを検討する基準となるため、コンピュータによる診断方法の確立が望まれている。先行研究(文献[1, 2])では、リンパ節領域検出と検出されたリンパ節のがん転移有無分類の手法が別々に提案されているが、両方同時に行う手法は提案されていない。そこで本研究では精度向上を目指して2つのタスクを単一のニューラルネットワークモデルで実現する手法を提案する。

2 モデルの構築

本研究では検出と分類のタスクを同時に実現するため、マルチクラスセグメンテーションを行う。従来のリンパ節検出の手法では、入力画像の高さと幅を H と W として、最終層の出力テンソルが $H \times W \times 1$ または 2 である U-Net ファミリーを用いてバイナリセグメンテーションを行うことが多い。本研究では最終層の出力テンソルが $H \times W \times 3$ となるよう変更した U-Net ファミリーを用いることで、転移なしリンパ節領域 (G1)、転移ありリンパ節領域 (G3)、リンパ節でない領域の 3 クラスセグメンテーションを可能にする。ネットワークモデルとして U-Net, U-Net++, Attention U-Net を使用し、各ネットワークの層の深さを 5 層と 4 層にしたモデルを構築する。学習には愛知県がんセンターから提供されたデータをもとに構築したデータセットを使用する。データセットは学習効率化のため、ウィンドウレベル変換と中央部分 256×256 ピクセルの切り出しの前処理を行う。さらにランダムな画像処理でのデータ拡張を行う。モデルの入力にはリンパ節が含まれる 1 枚の CT スライスと、その前後も含めた計 3 枚の CT スライスの 2 種類を使用する。

3 実験

構築したモデル同士での精度比較実験を行う。結果より、入力スライス数 3、深さ 4 層の U-Net の精度が最もよくなることが確認でき、このモデルでリンパ節のマルチクラスセグメンテーションを行うこととした。損失の推移より、複雑なモデルはデータセットが小さいためか、学習が十分に進まなかったことが確認できた。この提案手法で検出と分類を同時に行う場合と、先行研究[1, 2]の手法を用いて検出と分類を別々に行う場合の比較実験を行った。結果から、検出の精度は同程度であるが、分類の精度は提案手法が大きく上回ることが確認できた(表 1, 表 2)。先行研究手法では G1 と G3 を区別せずにリンパ節領域を検出

してから分類を行うため、分類精度が低くなるのに対して、提案手法では検出の時点で G1 と G3 を区別するため、分類が難しいリンパ節を検出しないことで分類精度が向上することが示唆された。先行研究[1]の検出手法の F 値が、本実験では 0.4956 であったが、TCIA で公開されているデータセットでは 0.77 であることと、提案手法での検出の F 値は先行研究以上の値が得られたことから、データセットの規模を大きくすることで検出精度向上が可能であることが示された。

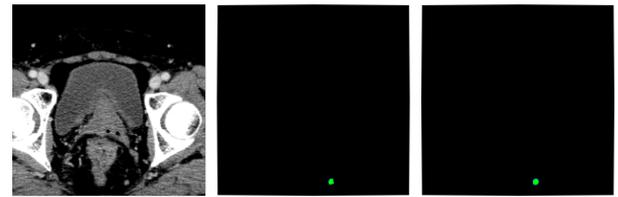


図 1: 結果例 (左から入力, 正解マスク, 出力)

表 1: 検出タスクの結果

| モデル | Accuracy | Precision | Recall | F 値 |
|----------|----------|-----------|--------|--------|
| 提案手法 | 0.9744 | 0.4841 | 0.5115 | 0.4974 |
| 先行研究 [1] | 0.9770 | 0.4980 | 0.4932 | 0.4956 |

表 2: 分類タスクの結果

| モデル | Accuracy | Precision | Recall | F 値 |
|----------|----------|-----------|--------|--------|
| 提案手法 | 0.9688 | 1.000 | 0.9630 | 0.9286 |
| 先行研究 [2] | 0.7755 | 0.8182 | 0.7200 | 0.7660 |

4 むすび

本研究では、リンパ節の検出と分類という 2 つのタスクを、マルチクラスセグメンテーションという 1 つのタスクに置き換えることで、単一の U-Net ファミリーのモデルで行う手法を新たに提案した。実験により、入力スライス 3、深さ 4 層の U-Net を用いることで、検出タスクと分類タスクを別々に行なった先行研究と比べて、検出精度は同程度を維持しつつ、分類精度が向上することを示した。今後の課題としてデータセットの増強によるさらなる精度向上が挙げられる。

参考文献

- [1] Jayant P. Singh, Yuji Iwahori, M. K. Bhuyan, Hiroyasu Usami, Taihei Oshiro, Yasuhiro Shimizu, "Mediastinal Lymph Node Detection using Deep Learning," ICPRAM 2020, pp.159–166, Jan. 2020.
- [2] J. Li, P. Wang, Y. Zhou, H. Liang, and K. Luan, "Different machine learning and deep learning methods for the classification of colorectal cancer lymph node metastasis images," Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, p.1521, 2021.