

AIを利用した肝臓セグメンテーションの性能評価



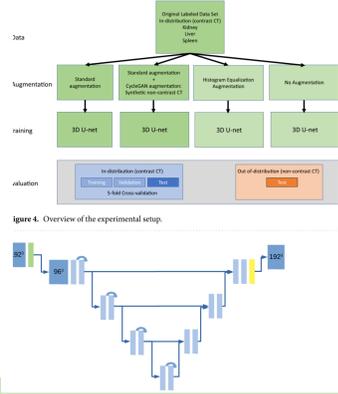
HOKKAIDO UNIVERSITY

木村 理奈^{1,2}、平田健司^{2,3,4}、工藤 與亮^{1,2,4}

1. 北海道大学病院 放射線診断科
2. 北海道大学大学院医学研究院 画像診断学教室
3. 北海道大学病院 核医学診療科
4. 北海道大学大学院医学研究院 医療AI教育研究分野

背景

- CTなどの医用画像から臓器や組織の領域を特定し、境界を決定することをセグメンテーションという。
- 肝臓の体積に関する研究は多数報告されているが、従来の研究は手動あるいは半自動的に測定されていることが多く、対象症例数が少ないことが多い。
- 近年、深層学習の発達により、完全自動化された定量的な肝臓セグメンテーションツールが無料公開された(※Veit Sandfort et al. Data augmentation using generative adversarial networks (CycleGAN) to improve generalizability in CT segmentation, Scientific Reports, 9, 16884, 2019)



目的

- このAIモデルを非造影CTおよび造影後ダイナミックCTの各時相に適用し、精度を比較した。

対象と方法

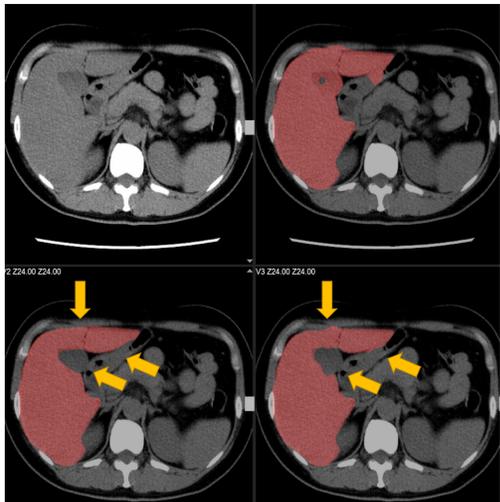
- 北海道大学病院自主臨床研究審査委員会承認(生023-0035)
- 対象：当院で2020年7月～2021年12月の期間に実施された健常な34人の肝移植ドナーの術前検査
- 腹部CT：非造影CTとダイナミックCT（早期動脈相、動脈相、門脈相、平衡相）の計5相。
- CT装置：Aquilion ONE Vision (キヤノンメディカルシステムズ(株))
- スライス厚：5mm、管電圧：120kVp

AIモデル(※、ソースコードはgithubで無料公開)の結果を以下の方法で検証した。

1. 10例×5相でAIモデルが作成した全肝臓領域を、放射線診断専門医2名が独立に修正し、体積およびDice similarity coefficient (DSC)を比較した。
2. 34例の動脈相で、AIモデルと放射線診断専門医1名による体積を比較した。
3. 34例でAIモデルの非造影CT、造影CTの合計5相の体積を比較した。

AIモデルを用いた肝オートセグメンテーションの例

非造影CT



AIが作成した全肝臓領域

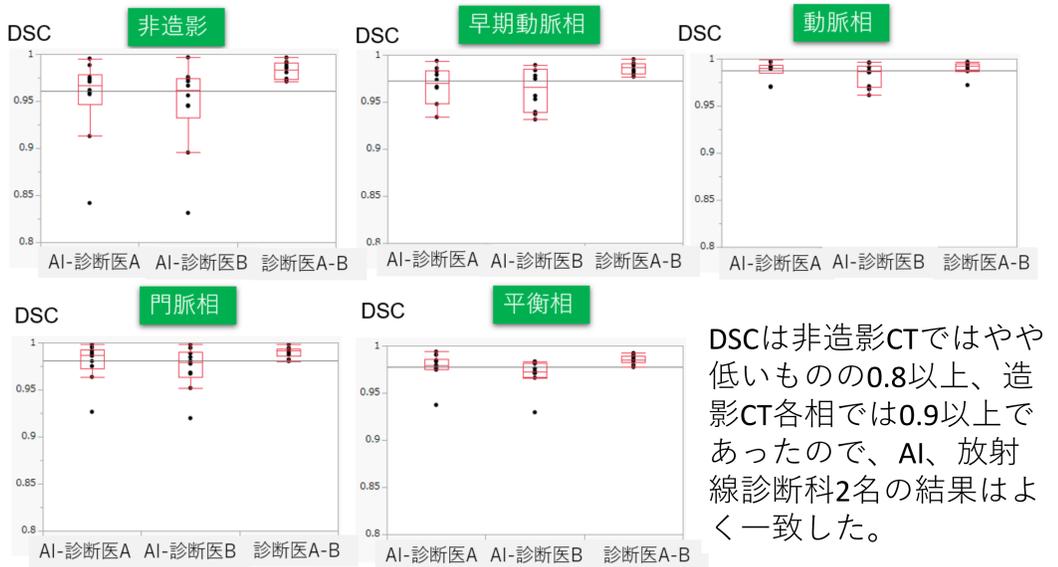
診断医Aによる修正

診断医Bによる修正

AIが囲った全肝臓の領域のCTで診断医が過剰な部分(胆嚢、消化管、腹直筋など)や不足した部分を修正したもの

結果

1. AIモデルVS診断専門医のDSCの10例の比較

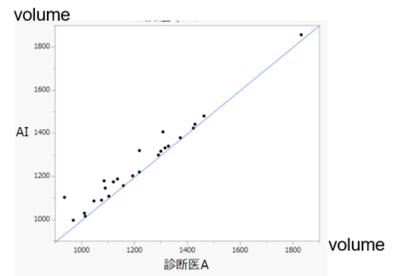


DSCは非造影CTではやや低いものの0.8以上、造影CT各相では0.9以上であったので、AI、放射線診断科2名の結果はよく一致した。

2. AIと診断専門医34例の比較

- 動脈相での一致率が高かったため、動脈相での体積を比較した
- DSC : 0.986 ± 0.017 (先行文献※ 0.948 ± 0.003)
- 体積の級内相関係数 $ICC=0.9802$

→AIと診断専門医の体積はよく一致した。



3. AIで非造影+造影CTの計5相の34例の比較

- ICCはいずれも高く、AIモデルはいずれの時相でも使用できると考えられた。3. AIで非造影+造影CTの計5相の34例の比較

診断医の動脈相 vs AIの各相のICC

AIが使用した相	ICC
非造影	0.833
動脈早期相	0.870
動脈相	0.980
門脈相	0.949
平衡相	0.882

考察

- 今回検討したAIモデルの完全自動化された定量的な肝臓セグメンテーションツールはDSCが 0.986 ± 0.017 (先行文献※ 0.948 ± 0.003)であり、高い精度があった。
- また、非造影CTではICCは0.8以上、造影CTのどの時相でもICCは0.9以上であり、十分に精度があることが示された。
- ただし、非造影CTの場合では、内臓脂肪が少ないと肝臓と腹直筋などの筋肉と境界が不明瞭になり、AIモデルが筋肉を肝臓として囲われる症例が見られたため、それらの症例への対応を今後検討していく。
- 動脈相でICCが高い理由としては、その他の造影の相では腎臓や消化管を肝臓として多く囲われていたことに起因すると考えられる。
- AIがセグメンテーションした画像を放射線診断専門医が修正する際には、誤って囲われてしまう部分を削除することが大半であった。
- 商用のワークステーションでも肝臓等の臓器体積を半自動的に算出するのは発売されているが、今回使用したAIモデルは無料であり、なおかつ簡単なスクリプトによるバッチ処理で多数の症例に対して一度に処理ができるため、大規模なコホートの解析に有効であると考えられる。

結語

- 今回用いたAIモデルは非造影CT、造影CTいずれにおいても放射線診断専門医が測定した体積によく一致した。