

超音波CTのための 自動診断支援AIの開発

株式会社Lily MedTech
陣内 佑

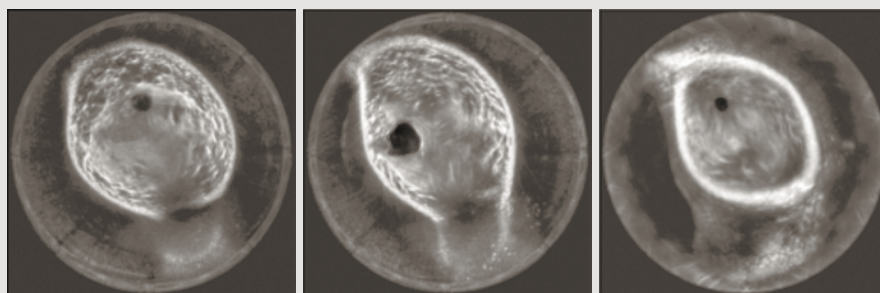


図1

a | b | c

イントロダクション

マンモグラフィ(MG)は乳がんの診断のために最も広く使われている画像診断装置である。しかしながらMGは乳腺組織が多い高濃度乳房の症例には感度が低くなってしまう問題が知られている¹⁾。

検査の見落としを防ぐ方法として、超音波(US)を補助検査として併用することができる。しかしUSの問題点として、技師のスキルの依存度が高いこと²⁾。また、画像は技師によって撮像位置が決定されるため、同じ撮像位置で同じ画像を再現することは困難である³⁾。

超音波CT(USCT)は技師のスキルに依存しない、再現性の高い三次元撮像を行う新しい超音波画像診断装置である(図1)⁴⁾。USCTはコロナル断面で撮られた二次元断層画像のシリーズからなる三次元ボリュームを撮像する。一方、大きな三次元ボリュームのすべてを確認し、その中から小さな病変部位を検出するのは労力が増大する。この問題を解決するための手段として、自動診断支援(CAD)ソフトウェアによってあらかじめ病変候補領域を提示する方法が考えられる。

本研究の目的はUSCTの画像から腫瘍症例を提示するCADソフトウェアを開発し、有用性を評価することである。USCTの画像中に腫瘍があるか否かを推定する機械学習モデ

ルを開発し、ソフト単体による精度をAUROCとAUPRCで評価する。

手 法

1. データセット

2019年10月から2020年3月までの6か月の間に2つのサイトから得られた186名のデータセットを対象に後ろ向き研究を行った。各症例は左右2つの乳房からなるため計372個の三次元ボリュームからなる。各ボリュームは24~91枚の断層画像からなる。断層画像の解像度は512×512ピクセルである。各ボリュームは腫瘍の有無がラベル付けされており、医師による腫瘍領域のアノテーションが付けられている。

186名のうち、医師がUSCTを用いて腫瘍なしと診断したがMRIを用いて腫瘍を発見した15名の症例をデータセットから除外した。これらは腫瘍がUSCTの撮像範囲外であることや、超音波アーチファクトなどが原因と考えられる。重要な課題であるが、本研究の扱う範囲外とする。残り171名を123名と48名に分割し、123名を機械学習のための学習データとし、48名を評価用データとした。

2. 実験

実験にはNVIDIA Tesla V100 GPUを用いた。実験プログラムはすべてPython 3.7で

実装した。機械学習モデルはPyTorchを用いて実装した。

図2は三次元ボリューム中に腫瘍の有無を判定するモデルの構成である。ImageNet⁵⁾で事前学習したDenseNet-121モデル⁶⁾を用いて各断層画像に対して腫瘍の有無を推定した。三次元ボリュームの腫瘍スコアは各断層画像の腫瘍の存在確率の最大値をそのまま用いた。この腫瘍スコアを用いて最終的な精度の評価を行った。画像はモデルに合わせて448×448の解像度にサイズ変更した。ピクセルの輝度値は平均0、標準偏差1に正規化した。モデルの過適合を防ぐために画像の反転・切り抜き・回転・ガウスノイズ・CutMixのデータ拡張を行った⁷⁾。

学習を終えたモデルを用いて評価データセットでAUROCとAUPRCを三次元ボリューム毎と断層画像毎に評価した。また、腫瘍領域を理由にモデルが診断を行っているかを検証するため、推定モデルに対してGrad-CAMを用い、顕著性マップを出力した⁸⁾。顕著性マップとはモデルの推定結果に対して、画像のどの領域がどのくらい影響を与えたかを推定した値のマップである。顕著性が0.7を超える領域と腫瘍領域とのヒット率⁹⁾を評価した。

結果と考察

三次元ボリューム毎のAUROCは0.86、AUPRCは0.76であった(図3)。図中の丸で関