

胸部CT画像診断支援ソフトウェアの現状と今後

エルピクセル株式会社
高宮大策

開発背景

肺がんは、日本における死因第一位である悪性新生物(腫瘍)の一つであり、高い死亡率・死亡率を示している¹⁾。こうした肺がんを診断するための重要なツールの一つがCTであり、早期発見のための取り組みとしてCT検診が行われている。日本CT検診学会が示す「読影の留意点」²⁾の一つでは、肺がん(肺結節)について「10mmを超えても見落とす事あり」と指摘されるなど、胸部CT読影において高い精度を維持することは難しい課題であると言える。

エルピクセルでは、胸部CT画像の肺野領域において、肺結節候補域を抽出および計測するソフトウェア「EIRL Chest CT」*を開発し、2022年4月に発売開始した。EIRL Chest CTは、肺結節候補域のaxial面内最大直径と体積を測定することで、医師の読影診断を支援することを目指した製品である。本製品は3次元の画像に対して深層学習を用いて結節領域を抽出するアルゴリズムであり、結節等の関心領域を抽出・計測することができ、2022年6月には、同製品としては初めてのアップデートを実施する予定である。

本稿では社会実装期となった肺CTの医療AIについて高精度を維持するための開発をEIRL Chest CTの開発を実例に紹介したい。まず、初版アルゴリズムの概要を述べ、第一回アップデートにおける改善点について解説し、最後に、今後の性能改善の展望を述べる。

開発手法と課題

初版アルゴリズムを開発するにあたって使用した手法は、二段階で関心領域を抽出している。まず、深層学習アルゴリズムを用いて三次元画像から肺結節候補域の位置を点として検出した後に、古典的な画像解析アルゴリズムによって肺結節候補域の抽出を行う手法である。前半では肺結節候補域の位置検出によって結節の座標を「点」として推定し、後半の結節領域抽出アルゴリズムでは、その「点」周囲の結節の範囲をピクセル単位で塗りつぶすための処理を行った。この手法を用いることで、深層学習アルゴリズムでは検出性能(感度89.5%、症例あたりの偽陽性数1.00)を達成することが出来た。その一方、後段の肺結節候補域の抽出精度については、すりガラス状陰影の結節域を実際より小さく推定してしまう傾向があるなど、課題の残る結果となった。充実型、部分充実型、すりガラス状陰影など、異なるCT値を示す肺結節への対応が必要である点がこの課題の難易度を上げていたと考えられる。

EIRL Chest CTの性能評価の詳細について

表1 初版と第一回アップデート後アルゴリズムの性能比較

均絶対誤差率は各結節の正解サイズ(直径、もしくは体積)を100%としたときに、測定値が正解から平均で何%ずれるかという指標

	感度	1症例あたりの偽陽性数	直径平均絶対誤差率	体積平均絶対誤差率
初版	89.5%	1.00	24.5%	48.8%
第一回アップデート	94.3%	1.17	10.1%	21.2%

て、結果を表1に示す。axial面内最大直径、体積の平均絶対誤差率はそれぞれ24.5%、48.8%となった。これは医師のアノテーションから大きくずれることを示しており、性能としては大きな課題であった。

上述の通り、こうした肺結節候補域抽出の課題について解決を行うため、開発を継続した。アップデート版では、初版のように二段階ではなく、肺結節候補域の抽出までを深層学習アルゴリズムで行った。これにより、充実型、部分充実型、すりガラス状などの結節のCT値関わらず、また結節周囲の組織構造に関わらず、幅広い種類の結節についての正確な領域抽出を行うことを目指した。その結果、axial面最大直径および体積の平均絶対誤差率はそれぞれ、10.1%(14.4ポイント改善)、21.2%(27.6ポイント改善)と大幅な性能向上が見られた。図1に結節の検出例を、図2にサイズ測定値の性能評価グラフを示す。

このように、第一回目アップデートでは領域抽出における課題を克服することが出来たが、他の課題も残されており、継続した開発を進めている。最もシンプルでありながらも深層学習を行う上で最重要となる課題は、学習データ数やバリエーションである。初版、及び第一回目のアップデートにおいて学習に