

医療画像とAI:「現在, 過去, これから」

福島県立医科大学 保健科学部 診療放射線科学科 高橋 規之 (Noriyuki Takahashi)

1. はじめに

医療分野における人工知能(AI)の活用は、画像診断を中心に目覚ましい進展を遂げている。本稿では、医療画像とAIの関わりについて、「現在, 過去, これから」という視点から概説する。AIの基礎的な概念から、コンピュータ支援診断(CAD)の変遷、そしてAIが臨床現場で実際にどのように役立つのか、今後の課題と展望について、我々の研究成果も交えながら解説する。

具体的には、初めにAIの基礎として、スタンダードな技術となったニューラルネットワークとディープラーニングを簡単に説明し、次にCADの昔と今を、我々の研究を通して紹介する。さらにAIが臨床において役に立っているのか現状を紹介し、最後に医療AIのこれからについて、私見を交えながら考えてみたい。

2. AIの基礎:ニューラルネットワークとディープラーニング

従来の機械学習では、例えば画像から「トマト」と「イチゴ」を区別する場合、人間が「丸み」、「つぶつぶ度」、「赤み」といった「特徴量」を定義し、コンピュータに学習させる必要があった。しかし、これらの特徴量を人間が設計するのは容易ではなく、限界があった。これに対し、ニューラルネットワーク、特にその多層構造型となるディープラーニングは、人間の神経細胞(ニューロン)の仕組みを模倣したものである。データからコンピュータ自身が自動的に特徴量を抽出し、学習を進めることができる。これは、人間の視覚野が物体の特徴を階層的に認識するプロセスと類似しており、複雑なパターン認識を可能にする。

3. CAD(コンピュータ支援診断)の昔と今

CADは、医用画像をコンピュータで解析し、医師の診断を支援するシステムである。我々は単純CTにおける急性期脳梗塞の診断支援CADの研究開発を長年行ってきた。過去、2008年頃からのZ-score mapを用いた統計解析や、2010年頃からは、ASPECT法をベースとし人間が脳梗塞による低吸収領域を表す特徴量を設定したCADの提案を行っている。当時は、最適な特徴量の発見やその数を増やすことが研究の中心であった。しかし、これらの手法には限界があった。

ディープラーニング(特にDCNN: Deep Convolutional Neural Network)の登場により、CAD開発は大きく変化した。人間が特徴量を設計する必要がなくなり、AIが画像データから直接学習することで、従来の手法よりも高い精度で脳梗塞領域を特定できるようになった。我々の研究でも、DCNNを用いたCADは、手作業で特徴量を設定したCADよりも高い識別能を示す可能性が示唆された。現在は、多くのベンダーから単純CTにおける急性期脳梗塞検出のCADが発売され、多くの施設で臨床利用されるようになっていく。

4. AIは実際に役立つのか?

AIは、臨床現場で「第2の意見」として医師の診断をサポートする役割が期待されている。実際に、急性期脳梗塞の早期発見支援など、様々な分野で実用化が進んでいる。しかし、AIの導入が放射線科医に与える影響については慎重な議論が必要である。Nature Medicine誌の報告¹⁾では、AI支援の効果は症例や医師によって異なり、経験の浅い医師が必ずしもAIから大きな恩恵を受けるわけではないこと、不正確なAI予測はパフォーマンスに悪影響を与える可能性が指摘されている。精度の高いAIモデルの重要性が改めて浮き彫りになった。

様々な感度・特異度を持つAIによるCADが登場する中で、それらをどのように使いこなし、医師の負担増を避けつつ診断精度を向上させるかが課題となっている。最終的な診断は医師が行うため、AIの出力を鵜呑みにせず、適切に判断する能力が求められている。

20年以上前にマンモグラフィ用CADが世界で初めて発売され、米国を中心に広く使われるようになった。しかし、「CADが放射線科医の読影精度を向上させない」という数々の研究成果が報告されるようになった。CADツールの利用は、特に偽陽性率の上昇と関連し、過剰診断につながった一面があり、米国では既に年間4億ドル規模での過剰な医療費を積み上げたという試算もある。読影医は、がんの見逃しと訴訟リスクを恐れ、CADがチェックしたマークから過剰に所見を拾い上げてしまう傾向があることがわかっている。この問題を解決するためには、AIの理想である「自律的な画像診断」しかないのではないだろうか。

医師を大きく上回る読影能力を有する AI が登場しないかぎり、この問題は解決しない気がしている。

画像診断以外にも、放射線検査を支援するために多くの AI アシスト機能が用いられるようになった。一つの例として、CT 装置のポジショニング自動化技術が挙げられる。CT 検査におけるポジショニングは、撮影範囲や画質、そして被ばく線量に大きく影響し、従来は技師の経験や技術に依存する部分が大きい作業であった。不適切なポジショニングは、過剰な被ばくにつながる可能性があった。これらに対して、装置に搭載されたカメラが患者の体表を3次元的に捉え、AI が解剖学的なランドマークを自動認識することで、撮影中心を関心領域の中心に自動で合わせ、適切な撮影開始・終了位置を決定することができる。

これらの機能により、検査の再現性向上、検査時間の短縮、被ばく線量の最適化、そして技師の作業負担軽減が期待される。一方で、このような AI アシスト機能の普及は、放射線技師のスキルに影響を与える可能性も考えられる。具体的には、AI の提案を鵜呑みにする「自動化バイアス」や、標準的な症例では AI に頼ることでイレギュラーな状況への対応力が低下するといった「スキル低下の懸念」である。一方、AI の活用方法次第ではスキルアップに繋がることも考えられる。「AI を単なる自動化ツールとしてではなく、「教育ツール」として新人教育に活用したり、ルーチン業務の効率化で得られた時間をより高度な業務や患者コミュニケーションに充てたりすることで、むしろ技師のスキルアップに繋がる可能性がある。重要なことは、AI に「使われる」のではなく、AI を「使いこなす」という意識を持ち続けることかもしれない。

5. 医療 AI のこれから

近年、ChatGPT に代表される「生成 AI」が急速に進化し、様々な分野での応用が期待されている。医療分野においても、特に画像診断レポートの自動作成が注目されている。救急部門における胸部 X 線写真のレポート作成において、生成 AI が放射線科医と同等の精度と文章の質でレポートを作成し、時には医師が見逃した所見を特定したという報告²⁾もあり、RSNA2024 でも多数の関連発表がみられた。「生成

AI」の台頭と画像診断レポート作成への応用分野は、今後ますます増加していくことが予想される。

画像診断レポート自動作成には、幾つかの課題がある。一つは、「ハルシネーション」と最終責任である。生成 AI は、もっともらしい嘘「ハルシネーション」を生成する可能性があり、たとえ AI が医師と同等レベルのレポートを作成できたとしても、その内容の正確性を担保し、最終的な責任を負うのは現時点では医師であり、前述の CAD と同様の問題を解決しなければならない。さらに、臨床的有用性の検証と標準化が挙げられる。生成 AI が作成したレポートが、実際の臨床現場で本当に読影効率を上げ、診断の質を向上させるのか、十分な検証が必要となるであろう。また、レポートの様式や専門用語の統一など、標準化に向けた取り組みも求められることになる。これらの課題が克服されれば、レポート作成支援ツールとして、AI がレポートのドラフトを作成し、医師がそれをレビュー・修正するという形で活用され、医師のレポート作成時間を短縮し負担軽減に繋がることを期待される。

6. まとめ

医療 AI は、ディープラーニングの登場以来、飛躍的に進化し診断支援において大きな役割を担うようになった。過去の CAD の課題を克服しつつあるが、臨床現場での真の有用性、医師や診療放射線技師の役割、倫理的課題など、解決すべき点も多く残されている。爆発的に進化する AI と適切に付き合い、その恩恵を最大限に活かすための継続的な学びと議論が不可欠であると考えられる。

参考文献

1. Artificial Intelligence in Medical Imaging— Learning From Past Mistakes in Mammography. JoannG.Elmore, et al. JAMAHealthForum .2022;3(2):e215207
2. Generative Artificial Intelligence for Chest Radiograph Interpretation in the Emergency Department. Jonathan Huang, et al. JAMA Network Open 5;6(10):e2336100.