

共同企画

共同企画4

AIを用いた画像解析および画像診断－医療画像関連6学会によるAMED事業の成果と課題－

2021年11月19日(金) 14:10 ～ 16:10 |会場 (4号館3階431+432)

[2-I-2-01] 医療とICTの対話が創造するAI画像診断支援 ～医療画像ビッグデータクラウド基盤の構築と活用

*森 健策¹ (1. 国立情報学研究所)

*Kensaku Mori¹ (1. National Institute of Informatics)

キーワード : information and communication technology (ICT), artificial intelligence, cloud platform, medical big data, computer-aided diagnosis (CAD)

深層学習による画像認識精度の飛躍的向上は画像診断支援システムに変革をもたらしつつある。国立情報学研究所は医療ビッグデータ研究センターを2017年に設置し、全国の医療施設から多種多様な医療画像を収集し、最先端の画像解析技術を用いてAI画像診断支援システムを研究開発している。

日本医療研究開発機構（AMED）の支援を受けて開始したこのプロジェクトでは、従来の医療AI研究開発から一新した研究基盤を構築し、前例のない研究開発体制を敷いている。まず、単独の医療施設ではなく、診療科を統べる6つの医療系学会と連携した。このことで学会主導による診療画像等データベース構築事業と連携し、複数の医療施設から大量の医療画像を収集することができ、高精度AIの研究開発が可能となった。次に、大容量画像データサーバ、付帯情報データベース、高性能GPUクラスタを備えるクラウド基盤を整備し、収集した医療画像をこのクラウド基盤に格納した。

クラウド基盤はインターネットとは隔離された学術研究用の高速回線SINETで全国の研究機関と接続し、各地のAI画像解析研究者がセキュアな環境で医療画像ビッグデータを利用するシステムを実現している。クラウド基盤をハブとして医師とAI研究者が頻回に議論を重ね、AI画像診断支援タスクの設定と進捗管理を行うPDCAサイクルを回す研究開発スタイルを採用した。国内の複数の学会の監修の元で全国的に質の高い医療画像データを収集する試みはこれまでになく、また収集されたデータを高度なAI画像解析技術を用いて解析する取り組みも他には例がない。

ここでは医療ビッグデータクラウド基盤を活用した研究成果と、開発AIの社会実装への試みについて紹介する。

医療と ICT の対話が創造する AI 画像診断支援 - 医療画像ビッグデータクラウド基盤の構築と活用 -

佐藤 真一^{*1}

^{*1} 国立情報学研究所

AI-based medical imaging research and Computer-Aided Diagnosis via collaboration between clinical medicine and ICT - Medical Big Data Cloud Platform and Medical Image Processing -

Shin'ichi SATOH^{*1}

^{*1} National Institute of Informatics

Through a financial aid from AMED, Research Center for Medical Bigdata (RCMB), which has been up and running since November 2017 at National Institute of Informatics (NII), maintains a cloud platform for both collecting various medical image dataset through 6 medical societies and analyzing the data by 12 leading AI research groups all over Japan. The platform integrates many cutting-edge NII's ICT assets such as high-speed network (SINET), security measures and cloud computing technologies. It's also equipped with high-performance GPU servers, which enable users to execute complicated deep learning tasks. RCMB took advantage of the platform, where medicine and informatics often deeply engage studying algorithm for AI-based medical aids, the center envisage improving classification performance of the algorithm through consolidating specialist's knowledge into training process of deep learning. So far, more than 250 million medical images have been collected and 38 study and development tasks for the AI-based medical aid are in progress. Recently, RCMB exploits an advancement of NLP to improve accuracy of the aids by analyzing metadata comes with the image dataset. Among the tasks, some prototypes of AI-based medical aids for diagnostic imaging have been deployed as validation for social implementation.

Keywords: information and communication technology (ICT), artificial intelligence, cloud platform, medical big data, computer-aided diagnosis (CAD)

1. 緒言

深層学習による画像認識精度の飛躍的向上は画像診断支援システムに変革をもたらしつつある。医療画像に対する深層学習を用いた研究は、一部では専門医に迫るほどである。しかしながら、実用化を目指すとき、学習データの量・質は十分か、日々進化する画像処理の技術に対して十分な精度や性能が得られているのかなど検討すべき点は多々ある。特に深層学習の精度・性能はデータの量と質に依存するため、大量のデータが必要となる。また、医療データという特性からその収集や保管、取り扱いへの配慮が求められる。

国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) の「臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業」が 2017 年から開始され、この支援を受けて国立情報学研究所 (NII) は、全国の医療施設から多種多様な医療画像を収集し、最先端の画像解析技術を用いて人工知能 (AI) 画像診断支援システムを研究開発する体制を整備した。このプロジェクトでは、従来の医療 AI 研究開発から一新した研究基盤を構築し、前例のない研究開発体制を敷いている。

ここでは本プロジェクトにおける医療画像ビッグデータクラウド基盤 (クラウド基盤) を活用した研究成果と、開発した AI の社会実装への試みについて述べる。

2. プロジェクトの目的

AMED の「臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業」では、「我が国の医療の質向上・均てん化・診療支援、及び日本発の医療技術の臨床開発に必要なエビデンスを提供するため、臨床研究等にかかる ICT に関する先端技術の有する機関を中心に、臨床研究等の ICT 基盤構築に關

する研究を推進する」ことを目的として、画像等データベースの構築・拡大を行うこと、世界的な AI 開発競争の状況を踏まえ、AI 活用の検討を加速すること、各画像データベースの完成度を高め、データベース間連携及び AI 活用研究の実装に繋げることを軸にプロジェクトが進められた。

NII では 2017 年 11 月に医療ビッグデータ研究センター (RCMB) を設立し、NII が有するネットワーク、セキュリティ、クラウド、画像解析の各技術を融合して医療画像データの収集ならびに解析が可能なクラウド基盤を整備するとともに、深層学習を用いた画像解析技術 (AI 画像解析技術) を開発することを目指した。

3. プロジェクトの概略

クラウド基盤の整備では、AMED が支援する学術団体が収集する医療画像データを高速かつ安全に収集し、高度な AI 画像解析技術を用いて解析することが可能なクラウド基盤を整備し、本プロジェクトの研究参加者が本クラウド基盤上で AI 画像解析技術に関する研究を実施することを可能とする。医療画像データの転送方法ならびにフォーマットは領域毎に異なるため、学術団体毎にニーズの調査を実施し、各学術団体の医療画像データを受け入れるための調整ならびに機能拡張を実施した。対象とする学術団体は、日本病理学会、日本消化器内視鏡学会、日本医学放射線学会、日本眼科学会、日本皮膚科学会、日本超音波医学会である。

AI 画像解析技術の開発では、12 の画像解析研究機関からなる研究者らが、学術団体の医療画像解析に対するニーズを調査するとともに、収集されたデータを用いた学習により AI 画像診断プロトタイプを開発し、学術団体における利用可

能性について検証した。AI 画像診断プロトタイプの開発は、医療ビッグデータを最も効果的に活用し、社会的な要請も高く、かつ世界的にも競争力を見込めるタスク設計や学習データ整備等について、学術団体との緊密な連携により検討・設計してきた。

現在までに、開発した AI 画像診断プロトタイプの臨床現場での実証展開や、診断装置への試験提供や実証研究など、本研究のこれまでの成果が実社会へ展開され始めている。

3.1 クラウド基盤の整備

医療画像ビッグデータ研究に求められる要件として、3省ガイドライン¹⁻³⁾でも示されているように、VPN 等を用いることにより、通信の安全性が確保される必要がある。本クラウド基盤のネットワークについては、安全性が高く大容量データを高速に転送できる学術研究用の高速回線 SINET⁴⁾を使い、クラウド基盤と各施設を SINET が提供する高速な VPN で接続する構成とした。クラウド基盤はインターネットとは隔離された SINET で全国の研究機関と接続し、各地の AI 画像解析研究者がセキュアな環境で医療画像ビッグデータを利用するシステムを実現している。大容量画像データサーバ、付帯情報データベース、高性能 GPU クラスタを備えたクラウド基盤上に、学術団体主導による診療画像等データベース構築事業と連携し、複数の医療施設から大量の医療画像を収集する。ストレージについては各学会の需要に応じて適宜拡張を行っており、日々約 20 万件の画像を収集している。GPU サーバについても解析研究者の増加に合わせて増強して 24 時間運用を行っている。

各医療機関から提供される画像データは、施設ごとに異なる撮影装置や条件の違いによる問題を考慮しなければならない。そのモダリティ装置や性能の違いから画角や彩度、明度、画素数、データの保存形式が異なる場合が多く、これらを解消することでより効率的な研究が可能となる。このため、多数の施設から悉皆的にデータを収集する仕組みが求められた。また、医療画像データの扱いにおいてセキュリティの確保は最重要課題であり、クラウド基盤ではデータを安全に収集すること、収集されたデータのセキュリティを確保したうえで、研究者が利用できる研究プラットフォームを目指した。

学術団体による画像データを処理して最適化できるプログラムの開発とクラウド基盤への送信、クラウド基盤での領域ごとに異なる学術団体の満足するフォーマットの画像データ受入れの実現と、付帯情報などの自動抽出とデータベース化、クラウド基盤を介した画像研究グループによる AI を用いたビッグデータ解析とプロトタイプの開発といった形で有機的に連携する研究プラットフォームを構築した(図 1)。

3.2 AI 画像解析技術の開発

AI 画像解析においては、クラウド基盤をハブとして医師と AI 画像解析研究者が頻りに議論を重ね、AI 画像診断支援タスクの設定と進捗管理を行う PDCA サイクルを回す研究開発スタイルを採用した。国内の複数の学会の監修の元で全国的に質の高い医療画像データを収集する試みはこれまでになく、また収集されたデータを高度な AI 画像解析技術を用いて解析する取り組みも他には例がない。

設定されたタスクごとに深層学習等、最新の画像解析技術の利用を検討する。広く知られているように、深層学習では、人間を凌駕するような高い認識性能が得られる可能性がある半面、疾患の有無等の識別問題や疾患領域の同定等の検出問題等、タスクに応じて整備した大量の学習データが必要であり、また学習データと実際に解析を行うデータとの間に、

観測装置が違う等の性質の顕著な違いがある場合に認識性能が著しく低下してしまうドメイン適合の問題等が知られている。加えて、学習データは専門の医師・医学系研究者による精密な正解データの作成が必要であり、学習データ整備における労力の低減も重要な課題である。本研究では、全国規模で収集された医療画像データを用いることにより、量もさることながら複数の医療機関からの多様なデータが得られることになり、効果的な機械学習の実施並びにドメイン適合の問題も避けられる頑健な画像解析が可能となっている。また、学術団体との緊密な連携により、適切なタスク設計や、能動学習等の技術を用いた効率のよい学習データ整備手法の検討等を行い、医療ビッグデータを最大限に活用する AI 画像解析技術の開発に取り組んだ。

RCMB では様々な診療科の多様な画像が集まっている利点を活かし、診療科や画像研究チームの間で知見や技術を共有し、また、画像に付帯する所見文や診断名などのメタデータを自然言語解析して診療支援精度を高める研究も開始した。

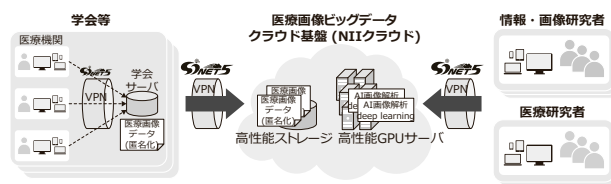


図 1 クラウド基盤

クラウド基盤は学会を通じて医療ビッグデータを収集し、画像解析チームはクラウド基盤上で医療 AI の研究開発を行う。

クラウド基盤への接続は SINET を利用する。

NII、東京大学、名古屋大学、奈良先端科学技術大学院大学、九州大学、中京大学、静岡大学、理化学研究所、東京農工大学、名古屋工業大学、名城大学、山梨大学の各画像解析研究チームが、クラウド基盤上の計算資源とデータセットを駆使し、現在までに 38 の研究開発タスクを進めている。図 2 に研究体制を示す。

4 研究成果

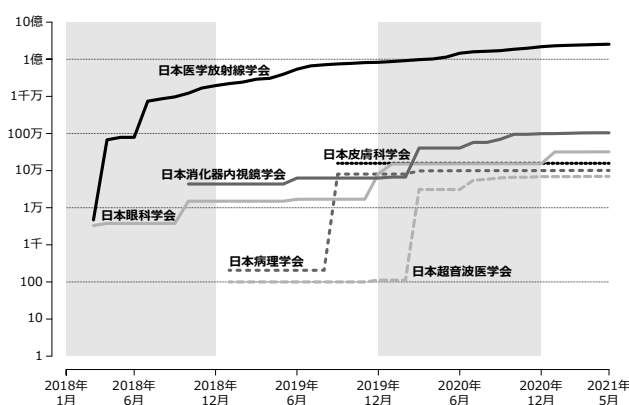


図 3 医療画像データ収集の推移

クラウド基盤に集められた医療画像データの月ごとの累積枚数を各学会別に示す。モダリティや利用目的に依存してファイルサイズや付帯情報の粒度が異なるので、枚数のみから学会間で比較をすることはできない。縦軸の枚数は対数表記であることに留意されたい。

クラウド基盤では、2 億 5 千万枚(2021 年 5 月末現在)を超える医療画像データが収集され、学術団体ごとに異なるファイルの構成や形式の違いを考慮しながらデータベース化されるとともに、医師および AI 画像解析研究者が収集されたデータを解析する基盤として活用されている(図 3)。現在までに、利用者は延べ 100 名を超えている。

画像診断 AI 研究の成果はトップカンファレンスに採択され、国際的に高い学術的評価を得られた。また、開発した AI 画像診断プロトタイプを用いて、臨床現場での実利用を見越した実証展開を日本病理学会と共同で行っている。この実証展開は福島県と徳島県のそれぞれの地域病理ネットワークと接続して稼働中である。さらに、超音波断層像から肝腫瘍を判定する AI 画像診断プロトタイプを超音波診断装置の主要 3 ベンダーへ試験提供し、実際に装置に組み込む検証を日本超音波医学会と共同で実施した。主要眼底疾患を眼底写真から分類する AI を研究開発し、当該 AI の PMDA 承認を目指す日本眼科学会に協力している。クラウド基盤のデータを活用した研究成果の1つとして、COVID-19 肺炎の解析がある。これは日本医学放射線学会と名古屋大学が共同で開発した AI 画像解析で、CT 画像から肺野の領域を抽出し、異常部分を検知、COVID-19 肺炎の国際的な基準を元に放射線科医が作った典型度を学習・判別する仕組みである。クラウド基盤では、日々 CT 画像を受信していることに加え、放射線科医によるアノテーションを受け入れる仕組みも構築していたため、AI 画像解析の開発が迅速に進められ、精度 83.3%の成果を出すことができた⁵⁾。

5 今後の展望

本プロジェクトを通して、医学系および情報系の研究者の相互理解が進み、クラウド基盤を利用した研究成果を生み出せるようになってきた。今後の課題としては、社会実装の流れを作ること、定期的に改定される法制度に応じた運用見直しなどがある。展望としては、医療画像だけでなく他検査や診療情報、遺伝情報まで解析できるようになることで、より精密な医療が実現することが期待される。

参考文献

- 1) 厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン 第 5 版」(平成 29 年 5 月)
- 2) 総務省「クラウドサービス事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン 第1版」(平成 30 年 7 月)
- 3) 経済産業省「医療情報を受託管理する情報処理事業者における安全管理ガイドライン 第2版」(平成 24 年 10 月)
- 4) 学術ネットワーク SINET5 <https://www.sinet.ad.jp/>
- 5) 国立情報学研究所 ニュースリリース 2020 年9月 28 日「新型コロナウイルス肺炎 CT 画像を AI 解析するためのプラットフォームを開発 ～全国の病院から集めた CT 画像を AI で選別し高品質な AI 研究用データセットとして整備～」
<https://www.nii.ac.jp/news/release/2020/0928.html>

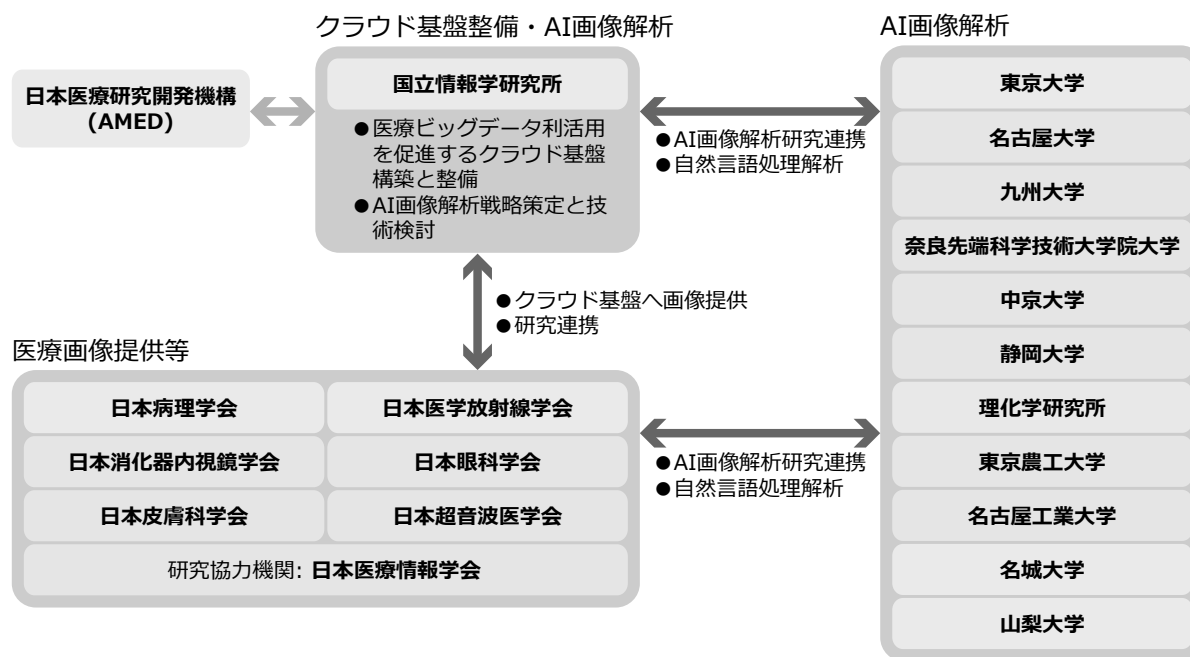


図 2 研究体制

医学系と情報学分野の研究者が研究タスクごとにチームで共同開発を行う。