

厚生労働科学研究費補助金

政策科学総合研究事業（臨床研究等 I C T 基盤構築・人工知能実装研究事業）
分担研究報告書

医療現場の A I 実装に向けた諸外国における保健医療分野の A I 開発及びその
利活用状況等についての調査研究（1）AI 技術の開発事例と数理モデル

研究分担者 山口 類 愛知県がんセンター研究所 分野長

研究要旨

本研究の目的は、諸外国における人工知能技術の、保健医療分野における開発および利活用状況を調査し、日進月歩の現況の理解を進めると共に未来のトレンドの予測を目指し、我が国が抱える保健医療における課題の克服に向けた、AI 技術の開発および社会実装方策の立案に資する情報をまとめ提言することである。本年度は、医療保険分野における AI の活用の事例、および、それらのシステムの内部で活用されている数理モデルの構造および活用目的、また学習に必要なデータを知るために、近年の Review 論文を中心に事例の調査を行った。また AI 開発企業のデータソース収集戦略を調査し、海外における、IT 企業、製薬企業の AI 技術に活用に関する調査も進めた。

A. 研究目的

本研究の目的は、諸外国における人工知能（AI: Artificial Intelligence）の、保健医療分野における開発および利活用状況を調査し、日進月歩の現況の理解を進めると共に未来のトレンドの予測を目指し、我が国が抱える保健医療における課題の克服に向けた、AI 技術の開発および社会実装方策の立案に資する、有用な情報を提言することである。

現在、AI 技術が、急速に発展し社会の様々な分野に浸透しつつある。この AI の発展と普及の背景としては、近年の機械学習・深層学習・統計科学の諸分野での、様々なモデル構造の提案と、それらの数理的性質および学習・計算アルゴリズムの研究における、理論面、実装面、双方での進展が挙げられる。また、クラウドコンピューティングや計算フレームワークの充実を初めとする計算環境の普及と整備、深層ニューラルネットワークモデル等における計算を加速する GPU (Graphics Processing Unit) の大幅な性能向上も挙げられる。そして、何よりも IoT (Internet of

Things) に代表される、計測・情報収集技術の発展に伴う、巨大かつ多様なデータ資源の集積および利用環境の整備が挙げられる。

上記の状況に伴い、医療およびヘルスケアの分野でも、AI 技術を活用した様々なシステムの開発と実装が、世界中で競争的な環境下で進み、医療の高精度化と効率化および省力化が図られつつある。

一方、我が国においては、世界に先駆けて少子高齢化が進みつつあり、それに伴う労働人口の低下、医療費の増加等が予測され、現在および将来に渡る厚生労働行政上の大きな課題となっている。

そのため、我が国において、保健医療分野に対する AI 技術の速やかな導入・開発および活用を進めることは、医療の効率化と省力化を図ることで、医療現場における労働負荷を減少し、また個別化医療、個別化健康指導の精度を高めることで、国民の健康寿命を増進し、ひいては、社会の活力を増加させることにつながり、上記の課題を克服する方策として有望であると考えられる。また同様な課題を抱えつつある諸外国に対して持続可能な社

会のモデルを示す上でも重要である。更には国内の医療およびヘルスケア関連産業のエコシステムの発展や人材育成にもつながり、関連産業領域および学術領域における世界的な競争力の育成に資することが期待される。

しかしながら、AIの実世界での応用は保健医療分野に限らず、現在進行形で多様なアイデアに基づく試みがなされつつある状況である。そのため、世界の現在の情勢を、それらを取りまく、エコシステムおよび各国の規制等を含め、広く冷静に観察分析し未来の状況を予測することは、効率的かつ効果的な方策の立案上極めて重要である。

B. 研究方法

本年度は、諸外国における保健医療・領域における、AIの開発および利活用状況を、主に文献を基に調査し、また海外の学会に出席し情報収集を進めた。

まず、医療保険分野におけるAIの活用の事例、および、それらのシステムの内部で活用されている、数理モデルの構造および活用目的、また学習に必要なデータを知るために、近年のReview論文を中心に事例の調査を行った。またAIの学習およびシステム開発に重要なデータに関連して、企業のAI開発におけるデータ収集戦略に関して、人口知能を開発しているIBM社の公開資料をもとに調査した。

また生命情報科学技術(Bioinformatics/Bio IT技術)に関わる国際学会(Molecular Med TriCon)に参加し、海外の保健分野におけるAI技術の活用事例の最新の情報収集を行った。

(倫理面への配慮)

本年度の本研究は、主に文献等の公開資料の調査に基づいており、特段に配慮すべき倫理的問題点は存在しない。

C. 研究結果

医療保険分野におけるAIの活用の事例および、またそれらのシステムの内部で活用されている、数理モデルの構造および活用目的、また学習に必要なデータを知るために、近年のReview論文を中心に事例の調査を行った。(Wainberg et al., Nat Biotechnol, 2018; Ching et al., J R SSoc Interface, 2018; Miotto et al., Brief Bioinformatics, 2018; Yu et al., Nat Biomed Eng, 2018; Shen et al., Annu Rev Biomed Eng, 2017等)。

その結果、事例として、例えば大腸内視

鏡やMRI等から得られる画像データを用いて、領域推定(セグメンテーション)、脳等の画像のテンプレートモデルとの位置合わせ(レジストレーション)でのDeep Neural Network(DNN)の活用が行われていること、また次世代シーケンサーによる様々な配列データを用いて、変異と病態の表現型の関連の予測、DNA中の配列から転写因子結合領域、DNAヒストン変異領域等の予測にDNNが活用されている事例があることがわかった。他に、電子カルテなどの情報を活用した、患者ごとの病態の予測等に用いられていることがわかった。

人工知能技術開発における、データソースの重要性を知るために、企業におけるデータ収集戦略の例を、IBM社の例について、Web上の公開資料(<https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/49132.wss>等)を基に照査した。結果、上記の資料によると、同社は、巨大データもつ企業の買収を通じて、データの収集を戦略的に行っていることがわかった。Phytel社(2015年)、Explory社(2015年)、Truben Health Analytics社(2016年)の買収を通じて、2016年の時点で3億人の患者データを集めていることがわかった。

また、国際学会での情報収集に関しては、米国では既に、AIとうたった医療情報システムの開発に、多数の企業が参画し産業として発展しつつあることが見て取れた。学術的な発表においても、IT関連企業の研究者がAIを活用したシステムの事例を発表しており、例えばGoogle社の研究者が病理画像診断支援システムを開発した結果の発表があった。また製薬企業の発表においても医薬品開発において、AIおよび機械学習の活用例が複数あり、AI技術の活用が一般的となっている状況を認識した。

D. 考察

現状、AI技術が最も成功を収めている領域は、画像データに関わる情報処理関わるものである。医療の領域でも最も応用が進んでいるのは、MRI等の医療画像データを対象とした分野である。その一方で、次世代シーケンサーから得られる、配列情報や電子カルテデータなどの活用事例が出てきている。さらに対象とする問題および利用可能なデータに応じて、DNNのモデル構造や学習方法が選択および開発されていることがわかった。今後は、さらに、単一のデータだけでは無く複数のマルチモーダルなデータを統合した深層学習モデルの活用がより一層進むと考えられる。

その為にも、IBM社の例にもあるように、学習のためのデータソースの重要性は一層増していくと思われる。またGoogle社のようなプラットフォーム型の企業の保健医療分野への進出も進んでいる。このような状況に対して、AI技術の開発に必要なデータソースを個々の企業、大学、公的研究機関で、個別に収集するのは困難であり、非効率である。そのため早急に国内の様々な医療情報データに、研究分野でもや産業分野においても利活用しやすい形でアクセスできるようなデータシェアリングの仕組みを整備することも重要であると思われる。もちろん医療に関わるデータに含まれる機微情報の秘匿には最大限配慮する必要があり、そのための議論および制度設計は焦眉の急の課題である。

また、まだ明確な規制の例は見当たらないが、医療分野でAIを活用するために、特に入力から結果に至った根拠の説明および理解が可能なAI(Explainable AI/XAI)や結果の信頼性の担保が、求められつつある現状があることも認識された。

E. 結論

本年度は、諸外国の保健医療分野におけるAI技術の開発事例に関して、主に文献および国際学会での情報収集を通じて、調査を行った。文献調査では、医療画像分野での同技術の活用が進んでいること、また画像に限らず、次世代シークエンスデータや電子カルテ情報データからの情報抽出および予測の事例も見られた。またAI技術の意味するところは広汎であるが、実際の情報処理システムとして活用される場合には、深層ニューラルネットワークモデル等は様々な要素技術が複合したシステムの一部であり有ることがほとんどである。その一方で、深層ニューラルネットワークモデルに限ったとしても、問題およびデータの種類に応じて、モデルの構造や学習方法を工夫する必要があり、保健医療現場の実際に即した実データを対象とした技術開発が重要であることがわかった。

またAIおよび機械学習技術の開発にとって、学習データの存在は重要で有り必要不可欠である。今後の我が国の保健医療におけるAI技術の利活用を考える上で、技術開発のための保健医療データへのアクセス環境の整備を考える必要があると考えられる。同問題に関しては、次年度も引き続き海外の規制の事例などを調査し、有用な提言につなげたい。

F. 研究発表

1. 論文発表
無し。

2. 学会発表
無し。

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
無し。

2. 実用新案登録
無し。

3. その他
無し。