

大会企画

大会企画4

人工知能学会：医学医療における AI応用

2019年11月24日(日) 10:10～12:10 A会場(国際会議場 2階コンベンションホールA)

[4-A-2] 医学医療における AI応用

今井 健¹、古崎 晃司²、浜本 隆二³、高村 大也⁴、市瀬 龍太郎⁵、宗 未来⁶、升本 浩紀⁷（1. 東京大学大学院医学系研究科 疾患生命工学センター、2. 大阪電気通信大学情報通信工学部、3. 国立がん研究センター研究所、4. 産業技術総合研究所人工知能研究センター/東京工業大学、5. 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系、6. 東京歯科大学市川総合病院精神科、7. ツカザキ病院）

キーワード：artificial intelligence, machine learning, natural language processing, knowledge processing

現在、医学医療分野における人工知能(AI)関連技術の応用研究が様々な分野で進められつつある。この領域は対象と技術が多様化しており昨今では技術革新のスピードも早く、これらを俯瞰し最新の研究動向を把握する機会は本学会にとって貴重である。また医療情報学会の視点のみならず人工知能学会からの視点も踏まえて研究動向を理解することは、両学会の一層の対話を促進し研究全体を加速していくためにも重要である。

このような観点から、本共同企画は、日本医療情報学会「医用人工知能研究会」が人工知能学会「医用人工知能研究会 (SIG-AIMED)」と連携しながら行っている合同研究会活動の一環とし、一昨年、昨年に引き続き日本医療情報学会と人工知能学会との共同企画としてこれらの研究動向を紹介するものである。医療情報学会側は今井健（東京大学）が、人工知能学会側は古崎晃司（大阪電気通信大学）がオーガナイザーを務め双方の学会より演者を集い、それぞれの視点から、機械学習（深層学習）・自然言語処理・理論知識型人工知能の研究動向、またオミックス情報・精神医療・眼科領域における臨床応用研究について解説頂く。

本シンポジウムは、以下の構成で進める。

招待講演1：浜本隆二（国立がん研究センター研究所）「がんの統合的解明を目指したオミックス情報の階層的ネットワークに対する機械学習・深層学習技術の応用」、招待講演2：高村大也（産業技術総合研究所人工知能研究センター/東京工業大学）「言語理解と言語生成」、招待講演3：市瀬龍太郎（国立情報学研究所）「理論知識型人工知能」、研究発表1：宗未来（東京歯科大学）「精神医療における AI活用の経験から：その展望と課題」、研究発表2：升本浩紀（ツカザキ病院）「人工知能を用いた眼科領域における臨床応用研究」。

医学医療における AI 応用

今井 健^{*1}, 古崎晃司^{*2}, 浜本隆二^{*3}, 高村大也^{*4},
市瀬龍太郎^{*5} 宗 未来^{*6}, 升本浩紀^{*7}

- *1 東京大学大学院医学系研究科疾患生命工学センター,
- *2 大阪電気通信大学情報通信工学部,
- *3 国立がん研究センター研究所,
- *4 産業技術総合研究所人工知能研究センター/東京工業大学,
- *5 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系,
- *6 東京歯科大学市川総合病院精神科,
- *7 ツカザキ病院

AI applications in healthcare

Takeshi Imai^{*1}, Kouji Kozaki^{*2}, Ryuji Hamamoto^{*3}, Hiroya Takamura^{*4}
Ryutaro Ichise^{*5}, Mirai So^{*6}, Hiroki Masumoto^{*7}

- *1 Center for Disease Biology and Integrative Medicine, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo,
- *2 Faculty of Information and Communication Engineering, Osaka Electro-Communication University,
- *3 National Cancer Center Research Institute,
- *4 AIST AIRC/Tokyo Institute of Technology,
- *5 National Institute of Informatics,
- *6 Department of Psychiatry, Tokyo Dental College Ichikawa General Hospital,
- *7 Tsukazaki Hospital

The research on applying AI techniques to medicine has a long history from 1960s or 1970s. Recently, with the rapid growth of AI techniques, it becomes more important to grasp a big picture view of trends in this interdisciplinary research field. In this organized session, we introduce some recent researches on AI applications in healthcare, in cooperation with Japan Society for Artificial Intelligence. Firstly, Hamamoto presents their researches on application of machine learning and deep learning technologies for analysis of hierarchical network of the omics information to aim at the integrated elucidation of cancer. Secondary, Takamura introduces recent research trends in language understanding and language generation based on machine learning and its possibility of application to medicine. Thirdly, Ichise presents their researches on knowledge based artificial intelligence, especially focusing on ontology, knowledge graph, and real-time reasoning. Fourthly, So presents the current status and forward perspective of the utilization of AI in the field of mental health. Lastly, Masumoto introduces clinical application researches in ophthalmology with artificial intelligence.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, natural language processing, knowledge processing

1. 本セッションの趣旨

現在, 医学医療における人工知能(AI)関連技術の応用研究が様々な分野で進められつつある。この領域は対象と技術が多様化しており昨今では技術革新のスピードも早く, これらを俯瞰し最新の研究動向を把握する機会には本学会にとって貴重である。また医療情報学会の視点のみならず人工知能学会からの視点も踏まえて研究動向を理解することは, 両学会の一層の対話を促進し研究全体を加速していくためにも重要である。

このような観点から, 本共同企画は, 日本医療情報学会「医用人工知能研究会」が人工知能学会「医用人工知能研究会 (SIG-AIMED)」と連携しながら行っている合同研究会活動の一環とし, 日本医療情報学会と人工知能学会との共同企画としてこれらの研究動向を紹介するものである。医療情報学会側は東京大学の今井が, 人工知能学会側は大阪電気通信大学の古崎がオーガナイザーを務め双方の学会よ

り演者を集い, 一昨年・昨年に引き続き医療情報学の立場ならびに人工知能研究の立場から, 機械学習(深層学習)・自然言語処理・理論知識型人工知能の研究動向, またオミックス情報・精神医療・眼科領域における臨床応用研究について解説頂く。

本シンポジウムは, 以下の構成で進める。

- ・招待講演1: 浜本隆二(国立がん研究センター研究所)「がんの統合的解明を目指したオミックス情報の階層的ネットワークに対する機械学習・深層学習技術の応用」
- ・招待講演2: 高村大也(産業技術総合研究所人工知能研究センター/東京工業大学)「言語理解と言語生成」
- ・招待講演3: 市瀬龍太郎(国立情報学研究所)「理論知識型人工知能」
- ・研究発表1: 宗未来(東京歯科大学)「精神医療における AI 活用の経験から: その展望と課題」
- ・研究発表2: 升本浩紀(ツカザキ病院)「人工知能を用いた

眼科領域における臨床応用研究」

2. がんの統合的解明を目指したオミックス情報の階層的ネットワークに対する機械学習・深層学習技術の応用（浜本隆二）

21世紀を迎えたポストゲノミクスの時代において、ゲノム情報を中核として、エピゲノム、トランスクリプトームなどの大量のオミックスデータが得られるようになり、多くの分子間ネットワークが階層的に織りなす生体情報の全容が少しずつ明らかとなってきた。がんを始めとする多くの疾患はこの複雑な生命システムの破綻が起点となる。すなわち、がんの全体像を解明するためには、分子間のネットワーク構造が生み出す特性、生体情報の階層性を横断的に解析し、システムレベルでの深い理解が欠かせない。しかしながら、生命を構築する各階層の分子間ネットワークは、正負両方のフィードバックループや経路間のクロストーク、階層間相互作用などが複雑に入り組んだ本質的な複雑性を有し、そのモデリングは容易ではない。また、次世代シーケンサーの登場によって加速的にデータが蓄積されていく一方で、ノイズの増加への対応、組み合わせによる仮説の増加による相対的な検出力の低下、マルチモーダル性を扱う解析の本質的な難しさなど、統計科学上の課題が浮き彫りとなっている。すなわち、システムの理解という観点から考えると、生体情報のネットワークが生み出す特性、階層性を横断的に解析し、全体像を把握することは未だに困難な課題である。そこで、我々は機械学習・深層学習を中核技術として用いることで、がんの生体時空間にわたるシステムの統合理解への橋渡し研究を行うことを目指して研究を行ってきた。特に、多層オミックスデータに対して機械学習・深層学習を用いた発見的なアプローチを追求し、生体情報の階層的なネットワーク構造に内包される高次元空間内の相関関係を低次元に圧縮し、科学上意味のある結果を導き出すための方法論の構築を行うことに、焦点を当ててきた。本講演では、これまでの取組で得られた成果・知見を基に、機械学習・深層学習技術を用いた多層オミックス解析の可能性・課題に関して発表する。

3. 言語理解と言語生成（高村大也）

人間の知識や経験は、言語という形で書籍や論文などに蓄えられている。しかし、世の中に存在する書籍や論文は莫大な量になり、人間が読める量を遥かに超えているため、言語化された知識や経験を十分に有効活用できているかという点に疑問がある。このような問題において解決策の一つとして考えられるのが自然言語処理技術である。自然言語処理技術とは、人間の言語をコンピュータ(人工知能)に処理させる技術であり、言語理解と言語生成に大別される。言語理解の技術を用いることで、医学、薬学、材料科学など特定のドメインの論文や特許を人工知能に大量に読ませ、そこから知識を獲得することが可能になる。一方、言語生成は、数値データや画像データから、そこに含まれている内容を文章という形で表現する技術である。医療画像の読影レポートの自動作成などへの応用が期待されている。本講演では、自然言語処理の基本的な考え方について説明しつつ、いくつかの研究成果やプロジェクトに言及し、医療ドメインを含む多くのドメインへの、自然言語処理技術の適用可能性について議論する。

4. 理論知識型人工知能（市瀬龍太郎）

人工知能には、大きく分けてデータ駆動型人工知能と理論知識型人工知能の2つのアプローチがある。前者は膨大なデータを利用することで、人間と同様な判断を行う人工知能であり、後者は人間が持つ知識を利用することで、人間と同様な判断を行う人工知能である。データ駆動型人工知能は、深層学習などの技術発展に伴い、高い精度が得られるようになったものの、大量のデータが必要であったり、人工知能の判断が分かりづらかったりという難点がある。一方、理論知識型人工知能は、人間の知識に基づく判断を行うため、医療のような判断根拠を問われるような状況においては有用であるものの、利用可能な知識をどのように構築するか、高速な実行などに関して難点がある。本発表では、理論知識型人工知能にフォーカスを当て、3つの技術を紹介する。1つ目は、人間の持つ知識をどのように整理し、活用するかを支えるオントロジー技術である。例として、介護プラン作成問題を取り上げ、オントロジーを用いた理論知識型アプローチでは、人工知能の生成した介護プランの根拠が説明できることなどを紹介する。2つ目は、大量の知識を機械で利用することが可能となる知識グラフ技術である。人手で機械が利用する知識を生成すると、知識生成がボトルネックとなるが、現在は、知識グラフ技術により、知識を自動生成できるようになっていることなどを紹介する。3つ目は、オントロジーを実世界で利用するためのリアルタイム推論技術である。社会では、交通規則のように明確な規則が定められており、オントロジーを利用すると、そのような知識を利用して推論が行える。しかし、推論には時間が掛かるため、高速に走る自動運転車などでは、従来は推論技術の利用が難しかった。そこで、オントロジー推論を高速に実行できる手法について紹介する。

5. 精神医療におけるAI活用の経験から:その展望と課題（宗 未来）

機械学習やウェアラブルデバイスの広がりと共に、精神医療においてもその応用が試みられてきている。しかし、その現状は既存の臨床尺度と得られた生体情報との単純相関の報告(すでに学術論文では却下されはじめている)や、“ストレスの見える化”と称した検証や根拠の不十分な民間サービスの話題先行での提供がその大半と言わざるを得ない。我々も、これまでうつ病患者に対する心拍変動解析や音声病態分析による診断精度の検証を行ってきたが、そこで感じた問題意識は少なくない。さらに治療応用となると遥かに道は遠い中、我々はひとつの試みを行った。現状のうつ病治療現場の抱える課題のひとつに、事実上薬物療法以外の心理的介入が許されない医療制度上の枠組みが限界として挙げられる。例えば、うつ病標準治療のひとつである、不適応的な思考や行動の修正を試みる認知行動療法(CBT)は医療保険適応となったものの、その運用は残念ながら形骸化している。諸外国では、CBTをeラーニングで自習するインターネットCBT(iCBT)に期待が集まっている。しかし、効能に対する成果報告の多さに比して、実利用は広がっていない。その理由として、現在のiCBTの効果不足や高い脱落が指摘される。近年、その問題を克服すべく自然言語処理(NLP)技術をiCBTに搭載したAI-iCBTが開発された。これは、iCBTエクササイズ中に、入力内容がNLP処理されることで自動的に出現する、1)共感的なメッセージや2)不適切なエクササイズに対する助言の機能を有する。AI-iCBTの抗うつ効果に関して、AIの有無以外は同スペックのiCBTsと待機群の3群間無作為化比較試験を行った結果、AI型だけに有意な重症うつ病状態の改善

効果を認め、また参加率でも AI 型が非 AI 型を上回るという結果が per protocol 解析で得られた。我々の知る限り、このような AI 機能有無の無作為化による効果検証ははじめてであり、この経験も踏まえた上で、精神医療における AI 活用の展望と課題を考察する。

6. 人工知能を用いた眼科領域における臨床応用研究 (升本浩紀)

昨今、医療現場に対する AI 導入が検討されており、診断については、内視鏡画像診断や眼底画像、放射線画像 (CT や MRI) など様々な診断についての報告がなされており、少しずつ実装への動きがみられる。我々は、国内最大規模の眼科臨床施設であることの強みを生かし、各種眼科検査データを大量に保有している。そして、人工知能チームを病院内に立ち上げることによって、これまで多種多様な人工知能研究を論文や学会にて報告してきた。

眼科における人工知能研究は、ほとんどが眼底画像および光干渉断層計 (OCT) における診断もしくは Segmentation である。一方で、我々は、超広角眼底画像における眼底診断 AI についてのみならず、前眼部写真を用いた充血重症度分類や白内障の重症度分類、顔面写真を用いた眼瞼下垂診断など、眼科人工知能研究ではあまり一般的ではないオリジナリティーあふれる取り組みを行ってきた。

また、人工知能ができることは、診断やその補助だけではない。医療の安全性を高めることについても AI を利用できると考えている。我々は、手術対象のミスを防ぐ AI を紹介したい。患者の個人識別や、患側確認、使用器具の確認による事故は多数散見されるが、あつてはならないことである。また、手術の質を担保することにも AI は使える。手術におけるミスの予兆は術者本人には客観的に把握できないが、周りから見ればわかる。その役割を AI に担わせる取り組みを行ってきた。

さらに、人工知能が生かせるのは、病院内だけではない。服薬状況を確認することは非常に臨床的に重要であるが、錠剤とことなり、点眼薬はどれだけ使用されたかを測定することは非常に難しい。これをモーションセンサーと人工知能を組み合わせることで把握する研究を我々は行ってきた。

これら我々が行ってきた様々な眼科領域での人工知能を用いた取り組みについて紹介する。