

Planning Lecture | Technical division and Network : Human-Machine Systems Research Division

📅 Wed. Sep 11, 2024 1:00 PM - 2:30 PM JST | Wed. Sep 11, 2024 4:00 AM - 5:30 AM UTC 🏢 Room
B(Reecture RoomsA 1FA102)

[1B_PL] Present and Future Application of AI Technology in the Nuclear Industry

Chair: Makoto Takahashi (Tohoku Univ.)

[1B_PL01]

The Present of AI Technology

What Can be done and Can't be done?

*Takashi Washio¹ (1. Kansai Univ.)

[1B_PL02]

Possibilities and proposals for applying AI technology to nuclear industry

*Kazuyuki Demachi¹ (1. Tokyo Univ.)

ヒューマン・マシン・システム研究部会セッション

原子力分野における AI 技術応用の現状と今後
Present and Future Application of AI Technology in the Nuclear Industry

(1) AI 技術の現状 -何ができて何ができないのか-

(1) The Present of AI Technology: What Can be done and Can't be done?

*鷲尾 隆¹¹関西大学

1. パネル講演の目的

本パネルの最初において AI の可能性と限界について論考し、原子力分野における AI 技術応用の現状と今後の展望に関して、議論を深めていく上で参考となる視点を提供したい。

2. AI の基本原理と性質

論考のはじめに、これまでの人工知能研究の目標について確認する。その目標は機械による知能の実現であることは明らかであるが、実現を目指す知能は人のような知能、人と協働する知能、特定の複雑な処理を行う知能など多義的であることを説明する。さらに人工知能研究の大まかな類別、歴史を確認し、研究開発されてきた理論や原理、技術が極めて多岐にわたることを説明する。

その上で、まず AI は何ができるのか、それらを如何にして実現するのかについて論じる。そこでは、AI が実現可能な知的タスクは、知的探索・検索、外れ値検出・クラスタリング、分類・回帰、解候補生成の4つに絞られ、各タスクの根本原理はすべてデータに与えられる事例間の類似性評価・判別であることを指摘する。そして、類似性評価・判別によるこれら4つのタスクの実現原理について、概要を説明する。

次に上記原理の特徴を踏まえつつ、AI が得意な処理はデータ事例間の内挿補間であり、外挿補間は不得意であることを論じ、不得意な外挿補間を補う主要な方法としてスパース性などの事前知識の導入とベイズ推定原理が用いられていることを説明する。また、解候補生成を行ういわゆる生成 AI は、複雑な条件付確率学習器に過ぎないことを指摘する。

さらに、AI には何ができないのか、AI に何を求めてはいけないのか、AI が本質的に有する性能のトレードオフについて議論を行う。その中で、AI は先に述べた4つのタスク以外はできないこと、データ事例が不足する外挿処理結果は不正確であり過度な信頼性を求めてはいけないこと、AI がもたらす解の精度とその理由説明の分かり易さの間にはトレードオフがあること、AI の解に高精度を求めればより複雑な技術とより大規模なデータの利用が不可避であることを説明する。

3. AI の適用可能性と限界

最後に以上の論考を踏まえ、AI は人間のどのような知能の側面を凌駕し得るのか、逆にどのような知能の側面は超えられそうにないのかを議論する。またこれに関連して、自動車の自動運転化は当面どこまで進みそうか、どのような我々の業務をどこまで置き換えできそうかについても考察する。さらに原子力など高度な信頼性を要求される分野では、どのような利用に向いているのか、いないのかについても議論を行う。

*Takashi Washio¹

¹Kansai Univ.

ヒューマン・マシン・システム研究部会セッション
原子力分野における AI 技術応用の現状と今後

Present and Future Application of AI Technology in the Nuclear Industry

(2) 原子力業界への AI 技術の適用の可能性と提案

(2) Possibilities and proposals for applying AI technology to nuclear industry

*出町 和之¹

¹東京大学

1. はじめに

近年、AI は目覚ましい発展を続けており、様々な分野での社会実装が始まっている。最近話題の ChatGPT 以外にも、自動走行自動車、ロボット掃除機、作業現場の見守り、議事録生成、金融動向予測など、AI の社会実装例は枚挙に暇がない。原子力分野への AI 導入も始まっており、米国エネルギー省 (DOE) の ARPA-E GEMINA プログラムは、9 種の小型モジュール炉の保全コスト削減のためのデジタルツイン構築を支援している。また、中国では原子力保全への AI 利用として、スマート保守管理やインテリジェント機器故障診断などが始まっている。

一方で、我が国の AI 技術力は米国や中国に引けを取らないはずなのだが、原子力分野への AI 利用は決して積極的ではなく、従来システムの一部を AI に置き換えた個別小規模な応用が目立つ。その理由の一つには、原子力規制への安全性説明の負担が考えられる。言い換えれば、苦勞して開発した AI 技術を本当に実装させてもらえるのか、という懸念が他業界に比べて高い、ということである。

一方、当研究室ではさらに個別小規模な AI 技術の開発を続け、気付けばもう 12 年にもなる。初期のころ行ったのは、表 1 に分類と例を示す AI モデルを単独で開発したものであった。識別系(画像)AI を用いた核セキュリティのための侵入検知、また、予測系 AI を用いたプラント機器の故障検知などがその例である。しかし最近では、複数の AI 同士やさらには AI 以外の手法とも組み合わせた手法の開発を専ら行っている。例えば、識別系(画像)と自然言語処理との組み合わせによる作業安全判定や、識別系(画像)と生成系(言語)AI とを組み合わせた悪意行為判定である。そもそも我々人間の脳は、識別・予測・制御・生成を組み合わせた働きをしており、異種モデル同士の組み合わせでこそ、AI の新分野の開発につながると考える。今回は、そのような組み合わせ AI 手法の開発例を紹介するとともに、生成系 AI の一つである大規模言語モデル(Large Language Model: LLM)の原子力保全への適用案を解説したい。

表 1. AI モデルの分類と機能

	識別系 AI	予測系 AI	制御系 AI	生成系 AI
機能	特定のデータセットを学習、新たなデータが属する分類を識別	過去のデータセットを学習、未来の傾向や出来事を予測	制御対象の過去の実働データ学習、将来的変動を予測して制御	学習済みのデータを活用し、多岐にわたる新たなデータを生み出す
例	誤字・脱字、コンクリート強度、画像認識、音声認識	故障予測、気象予測、株価予測、需要変動予測、等	乗用車の自動運転、ドローン自立飛行、アクロバットロボット、等	テキスト生成、画像・動画生成、音楽生成、カスタマーサポート、等

2. 組み合わせ AI 技術の開発例

2-1. 現場作業支援

中部電力株式会社との共同研究により開発中の手法である。まず、過去の教育用作業動画(手元)を、識別系(画像)AI と関係性解析によりあらかじめグラフ構造化しておき、データベースに保存する。また、作業の手順を文に起こしたものを、生成系(言語)AI を用いてあらかじめグラフ構造化しておき、これも、データベースに保存する。そして、現場では作業員がカメラ付きスマートグラスを装着して手元作業動画を撮影し、そのグラフ構造と類似のグラフ構造を持つ教育用作業動画と作業手順文を、データベースから選択してスマ

ートグラスに投影するのである。現段階では、類似のグラフ構造を持つ教育用作業動画と作業手順文の選択までが完成した。最後の段階として、選択した動画や手順文を作業員の装着するスマートグラスのモニタに表示することで、作業支援の一助となるような技術の実装を目指す。

2-2. 核セキュリティにおける悪意行動検知

原子力施設の監視カメラで撮影される監視動画を想定し、人物の行動を識別系(画像)AI で認識するとともに、その行動が悪意行為か否かを生成系(言語)AI で判定するモデルを開発した。行動の悪意判定 AI は過去にも開発したが、判定木などルールありきの判定のために精度が十分ではなかった。新たに開発したモデルでは、識別系(画像)AI で識別された行動要素を生成系(言語)AI で「文」に変換し、別の生成系(言語)AI で「文」に悪意行為が含まれるか否かを判定させることで精度を向上させた。



図1 手元作業動画のグラフ(左)と手順文のグラフ(右) 図2 フェンスよじ登り(左)と切断行為(右)の検知

2-3. 医用動画

MR 画像誘導放射線治療中に、肺など呼吸に伴い動く臓器の3次元動画をリアルタイムで表示する AI を開発した。治療中に得られる患者の MR 画像は2次元であるが、これを入力として動く臓器の「3次元」動画を描画するモデルである。学習データには治療前に撮影された3次元 CT 動画を用い、これを独自に開発した画像解析 AI モデル、および予測系 AI に学習させてモデルを構築した。動く臓器の3次元動画構築自体は2020年に当研究室にて既に構築済みであったが、AI モデルに患者個別の学習をさせる必要があったため、汎用性を高めるため、2024年のモデルでは患者横断の新モデルを開発した。

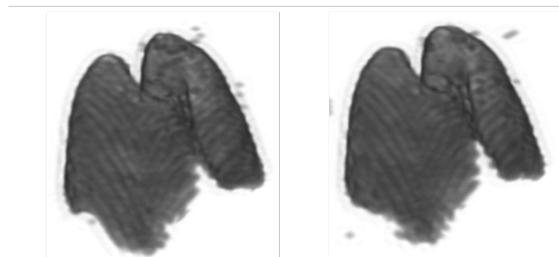


図3 正解の3次元動画(左)と考案したモデル(HD-VRN)による3次元動画(中央)

3. 大規模言語モデル(Large Language Model: LLM)の原子力保全への応用

現状の原子力発電所の保全計画作成は、設備構成要素・保全対象・故障モード表・保全方式を参照し、さらに過去の保全計画書・是正措置・過去の失敗事例などを入力情報とし、熟練者を含む保全担当者が数か月の月日をかけて立案しており、保全業務全体の中でも作業に要する負荷が大きい。このため、過去の保全計画書や手順書、その他の関連文書を大規模言語モデル(LLM)に学習させ、新規の保全計画書や手順書を自動生成させるための AI モデルを開発中である。

4. おわりに

AI の実用化には、モデルの開発もさることながら、潤沢な学習データの存在も重要である。そして、実は原子力は、その潤沢な学習データを豊富に保有する数少ない業界の一つである。そのため、突破口が開きさえすれば、原子力でこそ AI が大いに花開くと確信している。

*Kazuyuki Demachi¹

¹The Univ. of Tokyo