

XAI と Virtual Reality システムを用いた巡回点検作業の熟練技能抽出

石油精製プラントでは設備異常の早期発見のため、熟練の作業者による巡回点検が行われている。巡回点検において、作業者はプラント内に設置された様々な機器を点検して回り、異常が発見された際にはその旨を報告する。この際、熟練の作業者は未熟練者に比べて、未熟練者が見落としてしまうような僅かな異常（予兆）の発見が可能であることが知られており、このような熟練した作業員のみが持つ点検技能を明らかにすることがプラントの保全能力を向上させるために、必要不可欠であると考えられている。

これまで我々は上記のような研究背景を受けて、Virtual Reality(VR)システムを用いて熟練点検作業者の点検行動の計測と分析を行い、1. 熟練者は装置から離れた位置から「俯瞰的に」対象を見る頻度が高いこと、2. 漏洩を発見するために有効な、下から見上げる姿勢を多く取っていること等を明らかにした[1]。しかしながら、従来研究で用いた手法の問題点として、具体的に、「いつ」「どこで」上記のような熟練技能が発揮されたかという、時間的・空間的な局所性に関する情報が失われるという問題点があった。

そこで、このような問題点を解決するために、本研究では Explainable-AI(XAI)を用いた解析手法を新たに導入した[2]。XAI は分類タスク等における出力結果の解釈可能性を高めることを重視した手法であり、医療等の判断の整合性のみでなく、その根拠の明示化が求められる分野において、近年多くの応用がなされている。そのため、本研究ではこの XAI を用いて熟練者と見熟練者の判別を行なった際の根拠を時間的、空間的に範囲を制限した形式（例えば、この機器のここを見ているときのデータ等の形）で提示する枠組みを構築し、従来手法の問題点を克服した。Explainable-AI(XAI)の手法には様々なものがあるが、本研究では特に、Class Activation Map(CAM)を用いた可視化を行なった。

図 1 には、頭部の位置データを対象として、XAI が熟練者と予測した際の根拠を CAM により可視化した例を示す。グラフ内の色が赤色に近いほど、熟練者と判断・予測する際に大きな貢献をしたことを示している。結果としては、この図に示すように、初心者は特定の対象を点検する際に、熟練者より頭部が上部に位置していること等、XAI を通して従来手法では同定が困難であった、局所的な熟練技能の抽出を行うことができた。今後は本研究の結果を基にして、トレーニングシステムの開発等を行なっていく予定である。

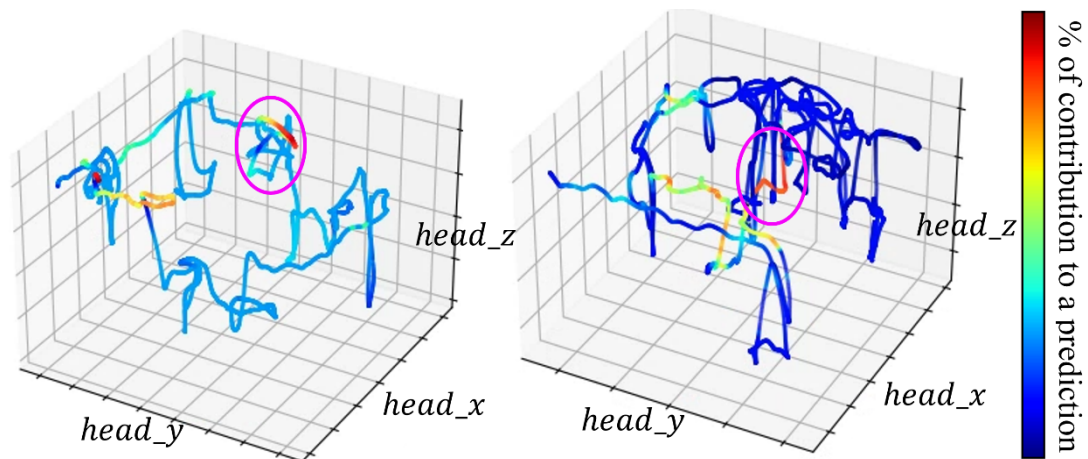


図 1. CAM による熟練度判別時の根拠の可視化。左が未熟練者、右が熟練者。

Keywords: 熟練技能, VR, 機械学習, XAI, CAM

References

- [1] R. Takamido et al., “Evaluation of expert skills in refinery patrol inspection: visual attention and head positioning behavior,” *Heliyon*, vol. 8, no. 12, p. e12117, Dec. 2022.
- [2] Takeuchi, H., Takamido, R., Kanda, S., Umeda, Y., Asama, H., Kasahara, S., ... & Ota, J. (2023). Virtual Reality System using Explainable AI for Identification of Specific Expert Refinery Inspection Skills. In *2023 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM)* (pp. 1214-1219). IEEE.