

信頼される AI システムを支える基盤技術
2020 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

森 健策

名古屋大学 大学院情報学研究科
教授

あいまい性を表現する Reliable Interventional AI Robotics

主たる共同研究者:

青山 忠義 (名古屋大学 大学院工学研究科 准教授)

長谷川 泰久 (名古屋大学 未来社会創造機構 教授)

研究成果の概要

Reliable Interventional AI Robotics を実現するために、①あいまい性を考慮した Reliable Interventional AI 基盤技術の開発(森グループ)、②内視鏡手術支援 AI Robot(長谷川グループ)、③微細操作支援 AI Robot(青山グループ)、の3つの研究グループを設定して研究を進めた。

森グループでは、CT 画像、内視鏡映像、顕微鏡映像の画像解析に関する検討を行った。能動学習やモデル出力の一貫性を利用して、少数の教師データから CT 画像や内視鏡映像中の解剖学的構造などを抽出する手法についての検討を行った。また、腹腔鏡映像から深度情報を推定する手法や、顕微鏡映像から卵子の内部構造を解析する手法を検討した。開発した手法により、画像中の解剖学的な構造などを認識することが可能であることを確認した。

長谷川グループでは、内視鏡手術における自律的なロボット支援手術システムに関する研究開発を行った。潜在空間での組織状態の予測に基づく最適なロボットアクションの選択により、自律的な「三点支持」の支援手法を開発した。ダミー組織を用いた提案手法の実験的検証では、異なる組織のサイズや特性に対してロバスト性が示された。また、手術のタスクフローを判断するフレームワークも開発し、これによってオペレーターの認知的な作業負担を軽減し、タスクパフォーマンスを改善することが確認された。

青山グループでは、ロボット顕微鏡の操作インタフェースの評価を行い、構築した操作インタフェースによって、有意に微細操作タスクの時間が減少することを確認した。また、この操作インタフェースを介して、熟練者の微細操作データの取得・保存を行った。熟練者の操作データを用いた機械学習により、微細操作の理想軌道を推論する AI モデルを構築し、ロボット顕微鏡に AI を実装した初学者に対する微細操作支援システムを試作した。

全体的には、若手を中心にグループ間でのデータ共有や連携テーマを検討し、画像 AI とロボットとの連携を開始した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “A skeleton context-aware 3D fully convolutional network for abdominal artery segmentation”, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Vol.18, No.3, pp.461-472, 2023.
- 2) “Class-wise confidence-aware active learning for laparoscopic images segmentation”, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Vol. 18, No.3, pp.473-482, 2023.
- 3) “Boundary-aware feature and prediction refinement for polyp segmentation”, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization, 2022.
- 4) “OpenRST: An Open Platform for Customizable 3D Printed Cable-Driven Robotic Surgical Tools”, IEEE Access, vol.11, pp.6092-6105, 2023.
- 5) “Visual Sensing System to Investigate Self-Propelled Motion and Internal Color of Multiple Aqueous Droplets”, Sensors, vol.22, no.16, 6309, 2022.