

AIP 加速課題
2020 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

佐藤 洋一

東京大学 生産技術研究所
教授

バイオ実験作業の知の獲得とロボットへの転写

§ 1. 研究成果の概要

バイオ実験作業の知の獲得とロボットへの転移の実現という目的に向けて、1)バイオ実験作業記録映像データセットの構築、2)バイオ実験作業認識技術の開発、3)バイオ実験技術者の技能のモデリング技術の開発、4)バイオ実験技術者からバイオ実験ロボットへの作業技能転写について研究開発を進める。

このうち、2020年度は研究項目1と研究項目2について成果を得た。バイオ実験作業記録映像データセットの構築に関して、バイオ実験における基本的な作業の様子を実験技術者の視点から撮影した一人称視点映像と固定カメラによる外部視点映像を合わせて40本弱(合計時間約2時間50分)を記録した。その上で、バイオ実験における基本動作12カテゴリ(アクション)と実験器具27カテゴリ(オブジェクト)を定義し、各基本動作の開始時刻・終了時刻・アクション種別、ならびに毎秒2フレームの時間間隔で、フレーム内における左右の手とアクティブオブジェクトの領域のアノテーションを行った。

また、バイオ実験作業認識技術の開発に関して、一人称視点映像から重要動作区間の検出と認識のための手法を開発した。前後動作の関係性のモデリングに基づき動作認識・検出の初期解をリファインするというアプローチにより、従来手法を大幅に越える性能を実現している。

また、手領域検出モデルの不確かさに基づく教師無しドメイン適応手法を新たに提案し、異なる環境下で撮影された一人称視点映像に対して新たに教師用データを作成することなく、高精度に手領域を検出することに成功した。

さらに、バイオ実験における作業内容を解析するためには実験作業者の身体姿勢と手の動きを知ることが重要であることを踏まえ、胸部に装着した広角カメラ映像を用いた身体3次元姿勢推定手法、ならびに手首に装着したカメラ映像を用いた手指3次元姿勢推定手法を開発し、それらの手法の有効性を実験により検証した。

§ 2. 研究実施体制

(1) 東大グループ

① 研究代表者:佐藤 洋一 (東京大学 生産技術研究所 教授)

② 研究項目

研究項目1. バイオ実験記録映像データセット構築

1.1 バイオ実験作業オントロジーの構築

1.3 実験記録映像のアノテーション

研究項目2. バイオ実験作業認識技術の開発

2.1 固定視点と一人称視点の統合による作業認識

研究項目3. バイオ実験作業技能モデリング技術の開発

3.1 スキルレベル定量評価・可視化

研究項目4. バイオ実験ロボットへの作業技能転写

(2) 産総研グループ

① 主たる共同研究者:光山 統泰 (産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究チーム長)

② 研究項目

研究項目1. バイオ実験記録映像データセット構築

1.1 バイオ実験作業オントロジーの構築

1.2 実験記録映像の収集

1.3 実験記録映像のアノテーション

研究項目4. バイオ実験ロボットへの作業技能転写

(3)CMU グループ

- ① 主たる共同研究者:Kris M. Kitani (The Robotics Institute, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Associate Research Professor)
- ② 研究項目
 - 研究項目2. バイオ実験作業認識技術の開発
 - 2.2 異なる一人称視点映像の統合による作業認識
 - 研究項目3. バイオ実験作業技能モデリング技術の開発
 - 3.2 実験器具 3次元トラッキング
 - 研究項目4. バイオ実験ロボットへの作業技能転写

【代表的な原著論文情報】

- 1) Yifei Huang, Yusuke Sugano, and Yoichi Sato, “Improving Action Segmentation via Graph Based Temporal Reasoning,” in Proc. IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020), pp. 14024–14034, 2020.6
- 2) Minjie Cai, Feng Lu, and Yoichi Sato, ”Generalizing Hand Segmentation in Egocentric Videos with Uncertainty-Guided Model Adaptation,” in Proc. IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020), pp. 14392–14401, 2020.6
- 3) Dong-Hyun Hwang, Kohei Aso, Ye Yuan, Kris Kitani, and Hideki Koike, “MonoEye: Multimodal Human Motion Capture System Using A Single Ultra-Wide Fisheye Camera,” ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 98–111, 2020.10
- 4) Erwin Wu, Ye Yuan, Hui-Shyong Yeo, Aaron Quigley, Hideki Koike and Kris M. Kitani, “Back-Hand-Pose: 3D Hand Pose Estimation for a Wrist-worn Camera via Dorsum Deformation Network,” ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 1147–1160, 2020.10
- 5) Zhenqiang Li, Weimin Wang, Zuoyue Li, Yifei Huang, and Yoichi Sato, Toward Visually Explaining Video Classification Networks by Perturbation-based Method, IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV 2021), 2021.1