

計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の
開発と応用

2016年度採択研究代表者

2020年度 年次報告書

鷺尾 隆

大阪大学 産業科学研究所

教授

機械学習と最先端計測技術の融合深化による新たな計測・解析手法の展開

§ 1. 研究成果の概要

2020年度は、グループ間で密に連携し以下の項目について研究を実施した。

1. 計測・解析を念頭においた新たな機械学習融合技術の確立

1-1. 種々の機械学習の要素原理・技術開発

鷲尾グループ:教師無し深層学習ノイズ低減モデルの開発を行った。また、前年度開発のクラス事前確率推定によるラベル無し分類の精度向上を図った。

1-2. 信号情報処理の要素原理・技術開発

小野グループ:非凸テンソル復元技術の性能解析と圧縮計測によるハイパースペクトル合成技術の確立に成功した。

2. 具体的デバイスハードウェアを用いた先端的計測技術との融合開発

2-1. 第4世代 DNA シーケンシング技術の確立とその1分子解像度定量分析技術への展開

鷲尾グループ:前記ノイズ低減モデルを用い、多段狭窄ナノチャンネルによるナノ粒子通過電流波形の高精度計測に成功した。

谷口グループ:イオン・トンネル電流のナノポア同時計測系を開発し、核酸塩基識別種の大幅拡大、同時エピ修飾識別、膜がん識別に成功した。また、NASA 地球外生命体探索 PICASSO プロジェクトに向け、無重力用の低ノイズ・安定・小型なナノギャップ多項目定量計測技術を開発し、生命体探索に向けアミノ酸や核酸塩基の検出に成功した。さら、脳内神経伝達物質の定量リアルタイム計測やアルデヒド化核酸塩基分子の高精度識別に成功した。

2-2. 本研究領域(情報計測)の他チームの先端的計測課題に関する共同研究

鷲尾グループ:理研清末チームとLLSM3次元動画像から深層学習により細胞有糸分裂の特徴抽出に成功した。また、前年度に続き前記事前確率推定技術を、東大平田チームの地震波割合推定に適用した。さらに、計測インフォマティクス研究会をオンライン開催し130名の参加を得た。

小野グループ:理研清末チームと連携し、Actin 骨格細胞動画の成分分離型モデリングによる復元と解析に成功した。

§ 2. 研究実施体制

(1) 鷺尾グループ

- ① 研究代表者: 鷺尾 隆 (大阪大学 産業科学研究所 教授)
- ② 研究項目
 1. 計測・解析を念頭においた新たな機械学習融合技術の確立
 - 1-2. 種々の機械学習の要素原理・技術開発
 2. 具体的デバイスハードウェアを用いた先端的計測技術との融合開発
 - 2-1. 第4世代 DNA シーケンシング技術の確立とその1分子解像度定量分析技術への展開
 - (2-1.1) DNA シーケンシングに関する機械学習方法論、データ特徴量抽出手法、ベイズ推定手法、複数情報源統合推定手法の開発
 - (2-1.2) 1分子解像度定量分析に関する機械学習方法論、データ特徴量抽出手法、ベイズ推定手法、複数情報源統合推定手法の開発
 - 2-2. 本研究領域(情報計測)の他チームの先端的計測課題に関する共同研究

(2) 谷口グループ

- ① 主たる共同研究者: 谷口 正輝 (大阪大学 産業科学研究所 教授)
- ② 研究項目
 2. 具体的デバイスハードウェアを用いた先端的計測技術との融合開発
 - 2-1. 第4世代 DNA シーケンシング技術の確立とその1分子解像度定量分析技術への展開
 - (2-1.3) 同じ塩基長を持ち、異なる塩基配列を持つ 2 種類以上の DNA・RNA の塩基配列と存在比を決定する定量解析
 - (2-1.4) 1 つの DNA・RNA 上の 2 ヶ所以上のエピジェネティック修飾の位置と比率を同時に決定する定量解析

(3) 小野グループ

- ① 主たる共同研究者: 小野 峻佑 (東京工業大学 情報理工学院 准教授)
- ② 研究項目
 1. 計測・解析を念頭においた新たな機械学習融合技術の確立
 - 1-3. 信号情報処理の要素原理・技術開発
 2. 具体的デバイスハードウェアを用いた先端的計測技術との融合開発
 - 2-2. 本研究領域(情報計測)の他チームの先端的計測課題に関する共同研究

【代表的な原著論文情報】

- [1] Tsutsui M., Takaai T., Yokota K., Kawai T. and Washio T., Deep learning-enhanced nanopore sensing of single-nanoparticle translocation dynamics, *Small Methods*, Research Article No.2100191, pp.1-10, [DOI: 10.1002/smtd.202100191], 2021.
- [2] Yoshida T., Washio T., Ohshiro T. and Taniguchi M., Classification from Positive and Unlabeled Data Based on Likelihood Invariance for Measurement, *Intelligent Data Analysis*, Vol. 25, No. 1, pp. 57-79, 2021.
- [3] K. Hosono, S. Ono, and T. Miyata, "On the synergy between nonconvex extensions of the tensor nuclear norm for tensor recovery," *Signals*, vol. 2, no. 1, pp. 108-121, Feb. 2021. [https://doi.org/10.3390/signals2010010]
- [4] Furuhashi T, Komoto Y, Ohshiro T, Taniguchi M, Ueki R, Sando S, Key aurophilic motif for robust quantum-tunneling-based characterization of a nucleoside analogue marker, *Chemical Science*, (2020), 11, 10135-10142 [doi.org/10.1039/D0SC03946B].
- [5] Komoto Y, Ohshiro T, and Taniguchi M, Detection of alcohol-derived cancer marker by single-molecule quantum sequencing, *Chem. Comm.*, (2020) 56, 14299-14302 [doi.org/10.1039/D0CC05914E].