

平成 28 年度採択研究代表者

鷲尾 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. 研究実施体制

(1) 鷲尾グループ

① 研究代表者: 鷲尾 隆 (大阪大学 産業科学研究所 教授)

② 研究項目

鷲尾グループは、具体的な先端的計測技術の開発を通じて、最先端の計測・デバイス技術と融合した新たな機械学習技術を確立・深化し、従来限界を超える現象・精度の計測・解析の実現を図る役割を担う。そのために、以下の研究項目を担当する。

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

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を念頭として、新しい機械学習技術と共に新たな計測・解析技術を実現する。

1-1. 計測過程を反映した機械学習の方法論

機械学習の諸原理を利用しつつも、学習に用いる母集団分布の影響を受け難くかつ他の状態量の影響も受け難い計測・解析のためのモデル化の方法論を探求する。

1-2. 種々の機械学習の要素原理・技術開発

上記の方法論を具体的な計測・解析技術として活かすために、具体的な課題の中で必要とされる種々の機械学習の要素原理・技術を開発、整備する。

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

具体的テストベッドとする先端的ナノギャップナノポアによる高効率、低コストな第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に取り組む。

(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

DNA シーケンシングに関する有効な機械学習方法論を探求・開発し、ほぼ 100%の DNA 塩基鎖

配列の直接計測精度(ベースコール精度)の達成を目指す。

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

他チームが取り組む計測課題に関して、新たに機械学習の方法論を導入する可能性を検討し、従来限界を超える計測対象・計測精度を達成することを目指す。

(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

谷口グループは、具体的な先端的計測技術の開発として取り組む第4世代 DNA シーケンシングと1分子解像度定量分析技術の研究課題について、それを実現する基盤となる高安定・高位置分解能な改良型固体ナノギャップナノポアを実現する役割を担う。そのために、以下の研究項目を担当する。

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

具体的テストベッドとする先端的ナノギャップナノポアによる高効率、低コストな第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に取り組む。

(2-1.3) イオン・トンネル電流の同時計測による塩基配列計測法の開発

1塩基分子がナノギャップナノポアを通過する際のイオン電流(イオン電流波高)―時間(イオン電流波長)波形を高時間分解能で計測し、1分子を介してナノギャップ間を流れるトンネル電流(トンネル電流波高)―トンネル電流持続時間(トンネル電流波長)波形を同時に計測する技術を開発する。

§ 2. 研究実施の概要

平成29年度は、グループ間で密に連携しつつ以下の項目について研究を実施した。

鷲尾グループ

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. 計測過程を反映した機械学習の方法論

多様な環境で正確な計測結果を得るため、今年度は最尤推定を分類学習に取り入れ、外乱の統計的分布の多様性に極めてロバストな計測指向分類学習原理の検討を行い、理論的な見通しを得た。

1-2. 種々の機械学習の要素原理・技術開発

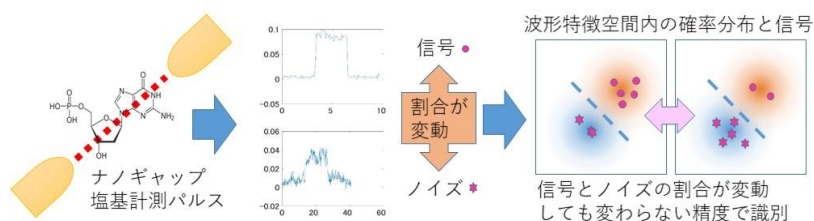
昨年度は PU (正例と Unlabeled 事例)分類器を用い、波形パターンの違いによるノイズ除去法を提案したが、今年度は 1-1 の原理を基にさらにノイズ分布の変化にロバストな PU 分類器を開発した。

出願済特許 1 件 特願 2017-092075

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

1-2で検討したロバストなノイズ除去手法を、ナノギャップデバイスによる DNA1塩基計測出力信号に適用し、従来以上に高精度なノイズ除去が可能であることを確認した。



最尤推定原理による PU 分類器を用いたナノギャップ計測におけるロバストなノイズ除去

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

吉川チームの嗅覚センサの薄膜ポリマー物性値を実験データから推定する手法を開発し、嗅覚センサ設計における薄膜ポリマー組合せ最適化のための物性値データベース構築を支援した。

谷口グループ

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

2016、2017 年度に開発した計測技術を発展させ、1 塩基分子がナノギャップナノポアを通過する際のイオン電流-時間波形を 250KHz 以上の高時間分解能で計測する技術を開発する。また、高速サンプリングに伴う電流ノイズを低減する電流アンプの改良とともに電極破断アルゴリズムの開発を行う。さらに、2 塩基分子以上からなる DNA オリゴマー配列のデータを取得し、ナノギャップナノポアを流れる 1 つの DNA 分子の流動ダイナミクスを明らかにする。

代表的な原著論文

1. Washio, T., Imamura, G., Yoshikawa, G., Machine Learning Independent of Population Distributions for Measurement, Proc. 4th IEEE Int. Conf. on Data Science and Advanced Analytics (DSAA), 2017
2. Ohshiro, T., Taniguchi M., Development of Single-Molecule Detection and Translocation Control by Electrophoresis of Nano-fluid Toward Biopolymer Sequencing, Proc. of the 21th Int. Conf. on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (microTAS 2017)