

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、ベイス推定手法、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、本研究領域の報告会、交流会に限らず積極的なヒアリングを行い、新たに機械学習の方法論を導入するの可能性を検討し、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)一時間(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)一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28年度は、グループ間で蜜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に、ノイズなどの外乱の統計的分布を想定せず、あらゆる外乱に対応しうる計測推定原理が必要である。今年度は、複数の異なる計測系の出力結果を照合し、外乱の統計的分布の多様性に極めてロバストな計測推定原理の検討を行い、理論的な見通しを得た。

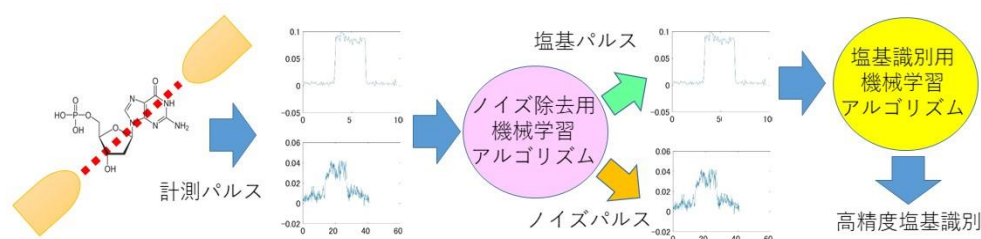
1-2. 種々の機械学習の要素原理・技術開発

多くの計測問題において、ノイズ除去は正確な計測のための基盤である。従来は、事前知識がない場合には、信号強度がノイズ強度より大きい(SN比が良い)ことを前提とし、信号弁別やフィルタリングでノイズ除去を行うしかなかった。今年度は、機械学習により信号とノイズのパターンの違いから効果的なノイズ除去を行う、一般的かつ新しいノイズ除去原理の検討を行い、実験的に有効性を確認した。

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

1-2で検討したノイズ除去手法を、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、従来の限界を超えて顕著に識別精度を改善可能であることを確認した。



ナノギャップ計測に機械学習ノイズ除去を適用した高精度1塩基識別

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

1-1で検討した原理を同領域の吉川チームの嗅覚センシングに適用し、従来限界を超える柔軟なセンシングが可能であることを確認した。出願済特許2件 特願 2016-230468, 特願 2017- 34419

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

ナノギャップナノポアを流れるイオン電流とトンネル電流を同時計測する技術を開発し、DNAを構成する4つの塩基分子のイオン電流一時間波形とトンネル電流一時間波形データを取得するため、イオン・トンネル電流用の独立電圧・電流アンプと、ナノギャップナノポア部分に効果的にイオン電流用電圧が印加されるデバイスを構成し、イオン電流とトンネル電流が同期した計測ハードウェアの開発を行った。データ取得周波数帯を維持したまま従来10倍の分解能を持つ電圧・電流アンプの開発、アンプの複数搭載、従来機の1/3ほどの小型化に成功した。これにより、イオン電流とトンネル電流を安定同時計測できることを確認した。