

# シリコンチップ上での光のニューロン場ダイナミクスとリザーバー計算への応用

## Photonic neural field dynamics and its application to reservoir computing

金沢大<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup> (M1)<sup>○</sup>荒井航平<sup>1</sup>, (M2)花輪仁成<sup>1</sup>, (B)山口智也<sup>1</sup>, 新山友暁<sup>1</sup>, 砂田哲<sup>1,2</sup>

Kanazawa Univ.<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup>, <sup>○</sup>Kohei Arai<sup>1</sup>, Jinsei Hanawa<sup>1</sup>, Tomoya Yamaguchi<sup>1</sup>, Tomoaki Niiyama<sup>1</sup>, Satoshi Sunada<sup>1,2</sup>

E-mail: araiakohei1210@stu.kanazawa-u.ac.jp, sunada@se.kanazawa-u.ac.jp

脳神経回路の機能を模倣したニューラルネットワーク(NN)では情報伝達を電子に担わせて演算処理を行うものであるが、光を情報の伝達媒体として用いる光 NN ハードウェアではより高速で高効率な演算処理が可能となる。しかし光 NN ハードウェアの課題として、(1) 多くの光ニューロンを実装できない、(2) 非線形な演算が困難である、(3) ハードウェア上の学習が困難である点および時間がかかるといった課題が挙げられる。そこで本研究では、大規模・高密度演算が可能な光ニューラルネットワークを仮想的に構築可能な光リザーバーチップ(Fig.1)を提案し、その性能を評価した結果を報告する[1]。

本提案の光チップは多モード導波路から構成されており、内部の光干渉によって“ニューロンの場”を形成する。このニューロン場は空間連続なニューラルネットワークに対応しており、光波長間隔のサンプリングによって高密度に多様なリザーバー応答を得ることができる。なお、この特徴を光の伝搬により再現しているため、光電変換での非線形演算に時間を要さず、光のまま高速な時系列データ処理が可能となる。

本研究においてカオス信号を入力情報とし、光リザーバーチップ端面から得られる出力変動分布から時系列予測を行ったところ、規格化平

均二乗誤差(NMSE) 0.03 での予測処理に成功し(Fig.2)、また高次元データ処理への応用を想定して、fashion MNIST 画像分類タスクに対する性能を調べ、正解率は 87%(Fig.3)という結果を得た。

### Reference

[1] S. Sunada and A. Uchida, *Optica* 8, 1388 (2021).

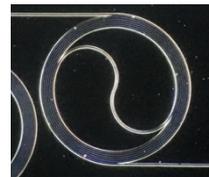


Fig. 1 Photonic reservoir chip.

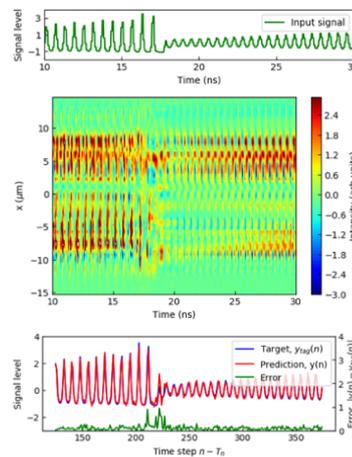


Fig. 2 Input signal (upper panel), the intensity dynamics responding to the input signal (middle panel), and the prediction result (lower panel).

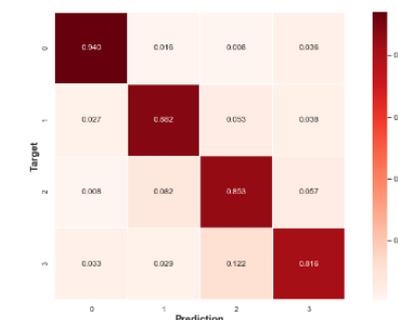


Fig. 3: Confusion matrix for fashion MNIST handwritten digit classification.