

Au ナノギャップリザーバーを用いた時系列データ予測における マスク関数の影響

Effect of Input Mask Signal on Reservoir Computing Based on Electromigrated Au Nanogaps

東京農工大¹、一関高専²、釧路高専³

○清川莉玖¹、小山諒也¹、渡部健太¹、八木麻実子²、伊藤光樹³、白樫淳一¹

Tokyo University of Agriculture & Technology¹, NIT, Ichinoseki College², NIT, Kushiro College³

○R. Kiyokawa¹, R. Koyama¹, K. Watanabe¹, M. Yagi², M. Ito³ and J. Shirakashi¹

E-mail: s209742w@st.go.tuat.ac.jp

近年、時系列データを効率的に解析する手法としてリザーバーコンピューティング(Reservoir Computing: RC)が注目を集めている。RCは、物理的なダイナミクスを用いた実装が可能であることが知られている[1, 2]。我々はこれまで、ナノギャップにおける原子の移動手法であるアクティベーション法をAuナノギャップに対し適用することで、生体シナプスの可塑性であるShort-Term-Plasticity (STP)を模擬できることを報告してきた[3, 4]。さらに、仮想ノードを導入することにより、このダイナミクスをリザーバーとして用いた、単一のAuナノギャップによるRCを行うことができる[5]。この時、入力と仮想ノード間の結合重みを表すマスク関数は、リザーバーの性能に大きく影響を与える[2]。今回は、Auナノギャップを用いたRCにおいてさまざまなマスク関数を適用し、時系列データ予測の精度について検討を行った。

はじめに、実験サンプルとしてギャップ幅が数十 nmのAuナノギャップを電子線リソグラフィとリフトオフプロセスによって作製し、ランプ電圧によるアクティベーション法により動作点を初期化した。次に、Auナノギャップを用いたRCシステムにより、Santa Fe time-series[2]の一点先予測タスクを行った。マスク関数は、0 または 1 の値をランダムにとるBinary Mask または、0 から 1 の値をランダムに取るRandom-Level Maskを用い、仮想ノード数は、いずれも10とした。今回は、Santa Fe time-seriesの2000点分の入力を行い、そのうち1000点分を学習データ、残り1000点分をテストデータとして予測精度の評価を行った。図 1(a), (b)に、マスク関数をBinary Mask、Random-Level Maskとした際の目標波形、予測波形、及びそれらの誤差を示す。この時、誤差より計算される正規化平均二乗誤差(NMSE)はそれぞれ、0.22、0.29であり、Binary Mask適用時により良い精度で予測ができた。以上の結果より、Auナノギャップを用いたRCシステムにおいて、入力マスク関数を適切に設定することで時系列データの予測精度を向上できることが示唆された。

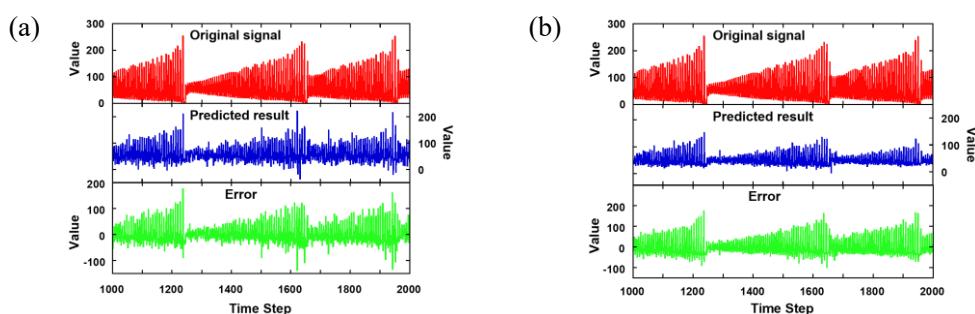


Fig. 1 Experimental results of the Santa Fe time-series prediction task using Au nanogaps RC with (a) binary mask and (b) random mask.

References

- [1] C. Du, F. Cai, M. A. Zidan, W. Ma, S. H. Lee, and W. D. Lu, Nature communications, 8(1) (2017) 2204.
- [2] Y. Kuriki, J. Nakayama, K. Takano, and A. Uchida, Optics express, 26(5) (2018) 5777.
- [3] K. Sakai, T. Sato, S. Tani, M. Ito, M. Yagi and J. Shirakashi, AIP Advances 9 (2019) 055317.
- [4] K. Sakai, T. Sato, R. Kiyokawa, R. Koyama, M. Yagi, M. Ito and J. Shirakashi, Jpn. J. Appl. Phys. 59 (2020) 050601.
- [5] 清川、坂井、小山、八木、伊藤、白樫: 第67回応用物理学会春季学術講演会14a-A301-7 (2020).