スピントルク発振素子の短時間記憶容量

Short-term memory capacity of spin torque oscillator

産総研 [1]，東大物性研 [2]，東京大学 [3]，JST さきがけ [4] ○常木 澄人 [1]，谷口 知大 [1]，三輪 真嗣 [2]，
中嶋 浩平 [3,4]，薬師寺 啓 [1]，福島 章雄 [1]，湯浅 新治 [1]，久保田 均 [1]

AIST[1], ISSP, The Univ. of Tokyo [2], The Univ. of Tokyo [3], JST PRESTO[4] ◦Sumito Tsunegi[1],
Tomohiro Taniguchi[1], Shinji Miwa[2], Kohei Nakajima[3,4], Kay Yakushiji[1], Akio Fukushima[1],
Shinji Yuasa[1], and Hitoshi Kubota[1]

E-mail: tsunegi.sb@aist.go.jp

レザバー計算[1,2]はリカレントニューラルネットワークの学習則の一つであり、ネットワーク内部の重みの学習をしないという特徴を持つ。読み出し層の重みのみを最適化することでネットワークが持つ複雑性を利用し、時系列データに対して高い演算能力を有する。このため、物理系の複雑なダイナミクスを利用してレザバー計算を行う取り組みがレーザー[3]やロボット[4]の分野で行われるようになってきた。スピンダイナミクスの電気的な制御および観測について研究を進めてきたスピントロニクス分野でも近年、ナノサイズの振動子であるスピントルク発振素子を用いたレザバー計算に成功し注目を集めている。[5,6]スピントルク発振素子は非線形振動子であり、情報を記憶する特性をレザバー計算に用いる。しかし、実際の実験では入力信号源や回路などの振動子以外の外部回路も非線形性を示すため注意が必要である。

本研究では、スピントルク発振素子の短時間記憶容量を 2 値のランダムシーケンス入力を用いるベンチマークタスク[2]により評価した。この際、記憶容量が発振素子に起因するものであることを確かめるために、外部回路のみについても同様の評価を行った。このタスクは発振素子に 3500 個のバイナリ電圧パルスをランダムに入力し、N 番目の電圧パルス入力時の発振素子の出力と重みの積和演算を行い、N-D 番目の入力を再現するタスクである。遅延 D について再現信号と教師信号の相関係数の総和を求めることで容量を評価する。発振素子の出力信号は 60 回平均した振幅を用いた。電圧パルス幅 20 ns において 200 個の仮想ノードを設定した時、短時間記憶容量は 1.9 であった。この値は、外部回路のみの記憶容量 1.2 に対して大きく、スピントルク発振素子が系の記憶に寄与していることが確かめられた。本研究はスピントルク発振素子の短時間記憶容量を定量評価した最初の実験的な報告である。[7]

この成果は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（プロジェクト名：高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発プロジェクト／②次世代コンピューティング技術の開発【未来共生社会にむけたニューロモルフィックダイナミクスのポテンシャルの解明】）の結果得られたものです.

＜参考文献＞

1. W. Maass, et al., Neural Comput. 14, 2531 (2002)
2. H. Jaegar, GMD Rep. 152, 60 (2002)
3. L. Appeltant, et al., Nat. Commun. 2, 468 (2011)
4. K. Nakajima, et al., Sci. Rep. 5, 10487 (2015)
5. J. Torrejon, et al., Nature 547, 428 (2017)
6. T. Furuta, et al., Phy. Rev. Appl. 10, 034063 (2018)
7. S. Tsunegi, et al., J. J. Appl. Phys. 57, 120307 (2018)

© 2019年 応用物理学会