

Society5.0を支える革新的コンピューティング技術  
2018年度採択研究代表者

2021年度 年次報告書
-----------------

鈴木 秀幸

大阪大学大学院情報科学研究科  
教授

光ニューラルネットワークの時空間ダイナミクスに基づく計算基盤技術

## § 1. 研究成果の概要

光ニューラルネットワークの計算基盤技術の構築に向けて、鈴木グループによる数理モデル研究、谷田グループによる実装研究、橋本グループによるシステム化研究を並行して進めるとともに、量子ドットなどの蛍光素子から構成される FRET ネットワークや空間光変調イジングマシンの拡張に関して 3 グループ間の異分野融合研究を進めた。鈴木グループでは、FRET ネットワークによる分類・予測等の情報処理に関する数理モデル研究、空間光変調イジングマシンの拡張に関する数理的・数値的解析、モデルフリーなハイブリッドリザーバーFORCE 学習、時間遅れリザーバーのメモリ容量評価と入力マスク最適化、充足可能性問題の連続時間力学系ソルバへの離散勾配法の適用、階層的リザーバーモデルの構築・解析、リザーバー計算の強化学習応用等に関する研究を進め、その成果は国際会議等で発表した。谷田グループでは、FRET ネットワークの並列リザーバーモデルを提案して時系列予測等の機械学習応用の研究を進めたほか、空間光変調イジングマシンを拡張して最適化問題に適用する実験により有効性を実証する研究を進めた。橋本グループでは、FRET ネットワークのシミュレータの高速化、実装アーキテクチャの検討と性能見積りを行ったほか、深層学習とリザーバーをつなぐ Hidden-Fold Network について国際会議(BMVC 2021)で発表した。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 鈴木グループ

- ① 研究代表者: 鈴木 秀幸 (大阪大学大学院情報科学研究科 教授)
- ② 研究項目
  - ・ニューラルネットワークの光実装数理モデル研究
  - ・ニューラルネットワーク計算原理の数理モデル研究

### (2) 谷田グループ

- ① 主たる共同研究者: 谷田 純 (大阪大学大学院情報科学研究科 教授)
- ② 研究項目
  - ・ニューラルネットワークの光実装基礎技術研究
  - ・ニューラルネットワークの光実装研究

### (3) 橋本グループ

- ① 主たる共同研究者: 橋本 昌宜 (京都大学大学院情報学研究科 教授)  
劉 載勳 (東京工業大学科学技術創成研究院 准教授)
- ② 研究項目
  - ・光ニューラルネットワークのシステム機能の研究
  - ・光ニューラルネットワークのシステム実装の研究

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Zichen Kang, Sho Shirasaka, Hideyuki Suzuki, “Optimizing input mask for maximum memory performance of time-delay reservoir subjected to state noise,” *Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE*, 12 (2021), 662-673.
- 2) Hiroaki Terao, Sho Shirasaka, Hideyuki Suzuki, “Extended dynamic mode decomposition with dictionary learning using neural ordinary differential equations,” *Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE*, 12 (2021), 626-638.
- 3) Hiroshi Yamashita, Kazuyuki Aihara, Hideyuki Suzuki, “Accelerating Numerical Simulation of Continuous-Time Boolean Satisfiability Solver Using Discrete Gradient,” *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 102 (2021), 105908.
- 4) Koutaro Minato, Yuichi Katori, “Robot Arm Control Using Reward-Modulated Hebbian Learning,” *The 28th International Conference on Neural Information Processing (ICONIP2021)*, pp. 55-63, 2021.
- 5) Ángel López García-Arias, Masanori Hashimoto, Masato Motomura, Jaehoon Yu, “Hidden-Fold Networks: Random Recurrent Residuals Using Sparse Supermasks,” *Proceedings of British Machine Vision Conference*, Nov. 2021.
- 6) Masafumi Tanaka, Jaehoon Yu, Masaki Nakagawa, Naoya Tate, Masanori Hashimoto,

“Investigating Small Device Implementation of FRET-Based Optical Reservoir Computing,”  
Proceedings of International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS),  
accepted.