

光散乱を利用したエクストリーム・ラーニング・マシン

Extreme Learning Machine Based on Optical Scattering

金沢大¹, 加納佳季¹, 砂田哲¹, 新山友暁¹

Kanazawa Univ.

Y. Kano¹, S. Sunada¹, and T. Niiyama¹

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

リザーバー・コンピューティング(RC)やエクストリーム・ラーニング・マシン(ELM)はともに3層からなるニューラルネットワークである[1]。RCは主に時系列データの処理(予測や音声認識等)を得意とし、ELMは分類や画像処理や回帰処理を得意とする。RCとELMはともに中間層と出力層間の結合のみを学習すればよいので、様々な物理システムへの実装が可能である。現在、フォトニクスシステムを用いたRCやELMが研究されており、その情報処理の加速化が期待されている[2, 3]。ELMの基本処理原理は、中間層における入力情報の高次元マッピングであり、これにより最小二乗法等の簡単な学習法で情報処理が可能となっている。ところで、光はある空間内で何度も反射を繰り返すうちに、スペックルと呼ばれる複雑(ランダム的)なパターンを形成する。このスペックルは光の波長や偏光などの情報に非常に敏感に反応して様々なパターンとなる(図1)。すなわち、スペックル現象は光入力情報(波長、偏光)の高次元空間へのマッピングと考えられる。

本研究では、光マルチモードファイバ(MMF)伝搬の結果として生じるスペックルをELMとして利用した光波長センシングを考える(図2)。つまり、MMFにおけるスペックルの各点を中間層における各ニューロンとみなして、ELMとして入射光の光波長を同定する(図3)。スペックルの波長依存性はファイバ長に依存して敏感になるため、長いファイバを利用すれば高い分解能が得られる。例えば20mのMMFにて0.01nm以下の分解能でセンシングが可能である。このスペックルELMによる波長センシングは、多重散乱する構造体があれば可能となる。当日は、光微小共振器中の光散乱を利用した光波長センシングについても報告する。

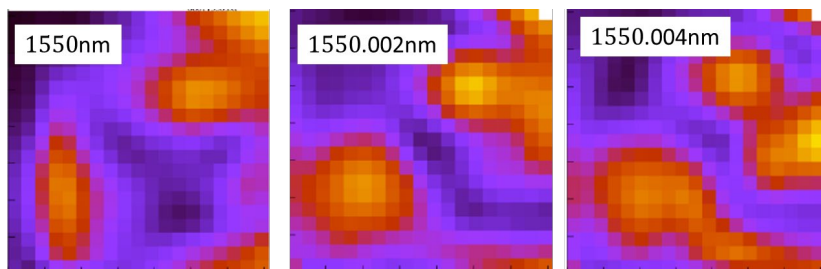


Fig. 1 Dependence of MMF speckle patterns on input wavelength.

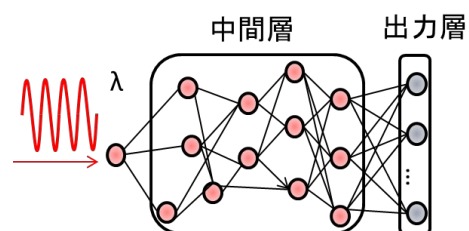


Fig.2 ELM-based optical wavelength sensing.

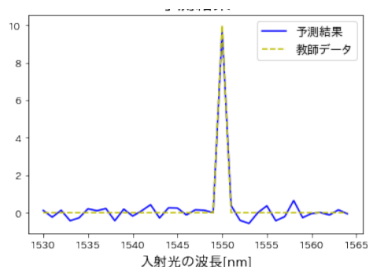


Fig. 3 Optical spectrum

References

- [1] D. Verstraeten, et al. Neural. Netw. **20**, 391 (2007).
- [2] G. V. der Sande, D. Brunner, and M. C. Soriano, Nanophotonics, **6**, 561-576 (2017).
- [3] S. Ortin et al., Sci. Rep. **5**, 14945 (2015).