

生体分子モーターを計算エンジンとした機械学習デバイスの構築

(北大院総化¹・東北大院工²・お茶大院基幹研究³・北大院理⁴) ○臼杵 義亨¹・西山 晃平¹・佐田 和己^{1,4}・川又 生吹^{2,3}・Nathanael Aubert-Kato³・角五 彰^{1,4}

Construction of a machine learning device using a biomolecular motor as a computational engine (¹Graduate School of Chemical Science and Engineering, Hokkaido University, ²Graduate School of Engineering, Tohoku University, ³Faculty of Core Research, Ochanomizu University, ⁴Graduate School of Science, Hokkaido University) ○Gikyo Usuki,¹ Kohei Nishiyama,¹ Kazuki Sada,^{1,4} Ibuki Kawamata,^{2,3} Nathanael Aubert-Kato,³ Akira Kakugo^{1,4}

Reservoir computing (RC) is a framework in which a computational engine, called a reservoir, converts input information into outputs results via machine-learned information processing. In recent years, RC such as the octopus-foot computer has attracted much attention. In this study, we aim at developing the device that utilizes a biomolecular motor (microtubule-kinesin) swarm system as a reservoir. The output is information of target molecules from changes of swarm dynamics caused by the input of target molecules.

To demonstrate this idea, microtubules modified with DNA complementary to the target DNA were prepared and bound to a kinesin-coated substrate. Next, adenosine triphosphate (ATP) solutions with different types of DNA were added to the microtubule-kinesin system. As a result, the kinesin propelled microtubules formed swarms depending on the sequence of the DNA added. In the future, more training data will be collected to associate the added DNA with microscopy images using machine learning.

Keywords : Machine learning; Biomolecular motor; Dynamics; Reservoir computing

リザーバーコンピューティング (RC) とは、入力された情報をリザーバーと呼ばれる計算エンジンが変換し、機械学習された情報処理を介して結果を出力する枠組みである。近年では物理現象に基づいたリザーバーを用いた RC が報告されており、その例としてタコ足コンピュータ等が挙げられる。本研究では、リザーバーとして生体分子モーター (微小管-キネシン) による群れの発現システムを用い、ターゲット分子の入力によって起こる群れのダイナミクス変化からターゲット分子の情報が出力されるデバイスを開発することを目的とする。

具体的な手法として、はじめにターゲットとなる DNA の相補鎖となる DNA を修飾した微小管を複数用意し、基板に固定したキネシンに結合させた。次に、複数種類のターゲット DNA を含んだ ATP 溶液を微小管-キネシン系に加えた。その結果、添加した DNA に応じた群れの形成が観察された。この結果から微小管-キネシン系をリザーバーとしての実行可能性が示された。今後はより多くの教師データを集め、機械学習により加えた DNA と得られた顕微鏡画像の対応付けを行う。

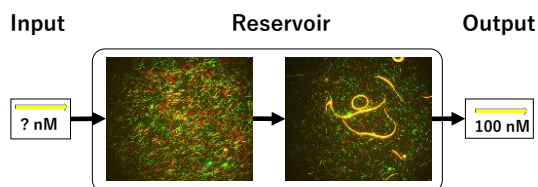


Figure Schematic of the reservoir computing.