

高分子ワイヤーニューラルネットワークを用いた文字特徴抽出

Character feature extraction system composed of polymer neural network

阪大院工¹, 北大院情報², JST さきがけ³, °疋田亘¹, 浅井哲也², 桑原裕司¹, 赤井恵^{1,3}

Osaka Univ.¹, Hokkaido Univ.², JST PRESTO³, °W. Hikita¹, T. Asai², Y. Kuwahara¹,

M. Akai-Kasaya^{1,3},

E-mail: kasaya@prec.eng.osaka-u.ac.jp

生物の脳はニューロンと呼ばれる神経細胞から延びる軸索が他のニューロンとシナプス結合を介して互いに連結し、ネットワークを作ることによって知的活動を行っている。この脳内活動を模倣した情報処理法である人工ニューラルネットワーク(ANN)は、その演算をハードウェアにおいて効率的に行うため、不揮発性抵抗変化素子により構成される新規のアナログ型情報処理システムの開発が求められている[1]。我々は、電極間に電圧を印加することで所望の電極間を架橋するように重合成長する PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene):polystyrene sulfonate)を不揮発性抵抗変化素子として用い、機械学習法によって溶液内に ANN 構造を構築した。

PEDOT:PSS はモノマーである EDOT(3,4-Ethylenedioxythiophene)を、マイクロスケールの電極間に電界を集中させ電界重合することでワイヤー状に成長し、また、成長に伴って電極間抵抗値が変化する[2]。本研究では、オートエンコーダーアルゴリズムに則って PEDOT:PSS ワイヤーを学習成長させ、9×6 対の電極間のポリマーワイヤーの抵抗値を制御して ANN 構造を作製した。図 1 は電極間を成長したポリマーの光学顕微鏡像、図 2 はオートエンコーダーの概要図を示す。学習の段階では、電極間に成長電圧 $V_{\text{growth}} (= \pm 15 \text{Vp-p}, 30 \text{kHz})$ 、抵抗値計測の段階では直流電圧 $V_{\text{test}} (= 1.0 \text{V})$ を印加し、対極側で I-V 変換された電流値を測定する。我々は学習の終わった ANN システムを用いて、9 ピクセルで表された 3 つの 3×3 バイナリー文字の識別に成功した。この結果は、有機材料を用いた安価で柔らかく生体親和性の高い本システムが、既存の CMOS で構成されるしかなかった ANN ハードウェアの行うべき、様々な情報処理を可能にする有望な材料であることを示唆している。

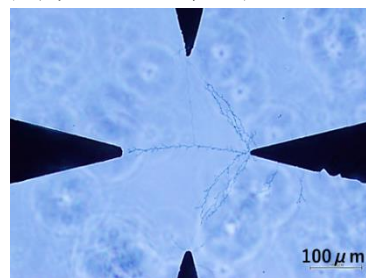


図 1 : 各電極間を架橋するポリマーの光学顕微鏡像

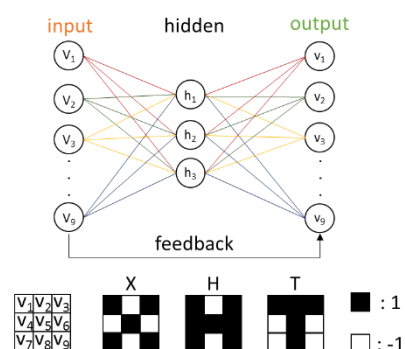


図 2 : オートエンコーダーを用いた文字認識の概要図

[1] M. Prezioso et. Al., Proc. SPIE 9749, Oxide-based Materials and Devices VII, 974918 (2016)

[2] A. Das, C.H. Lei, M. Elliott, J.E. Macdonald, M.L. Turner Organic Electronics 7, 181-187(2006)