

PEDOT:PSS ワイヤーを利用したオートエンコーダシステムの作製

Autoencoder system fabricated with PEDOT:PSS wire

阪大工¹, 北大院情報², JST さきがけ³, °岡田将¹, 杉戸泰雅¹, 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, °M. Okada¹, Y. Sugito¹, W. Hikita¹, T. Asai², Y.

Kuwahara¹, M. Akai-Kasaya^{1,3},

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

生物の脳では神経細胞であるニューロン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、ネットワークを形成することで高度な情報処理を行っている。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(Artificial Neural Network: ANN)は、ソフトウェア上で実装され人工知能として広く応用されている。しかし従来のノイマン型コンピュータを用いた ANN 演算は非効率な部分が多く、将来的には不揮発性抵抗変化素子により構成されるアナログ型の ANN 専用ハードウェアの開発が求められている[1]。

我々は、導電性高分子 PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene):

polystyrene sulfonate)を用いることにより溶液内に 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する。このワイヤーの成長に伴って電極間抵抗値が変化することから、不揮発性抵抗変化素子として利用することができる[2]。

本研究では ANN の一種であり広く利用されているオートエンコーダアルゴリズム(Fig.1)を、高分子ワイヤーを用いて ANN 構造を構築し、3種類の9ピクセルバイナリー文字を学習させた。また、その結果をソフトウェア上で行われる学習結果と比較した。実験においては、学習の段階で電極間に成長電圧 $V_{\text{growth}} (= \pm 25 \text{ Vp-p}, 100 \text{ kHz})$ 、抵抗値計測の段階で直流電圧 $V_{\text{test}} (= 1.0 \text{ V})$ を印加し、対極側で I-V 変換された電流値を測定し、マイコン(Arduino)によって ANN 演算をし、ポリマー成長の制御を行っている。高分子ワイヤーを用いた ANN による学習結果(Fig.2(a))はソフトウェア上で行う ANN の学習結果(Fig.3(b))とは大きく異なり、低いコンダクタンス値を持つ結合の本数のはるかに多く

存在した。即ち高分子ワイヤーを用いた ANN ではより少ない結合本数で3文字の特徴抽出が可能であることがわかる。これらの差はワイヤー成長に用いた電極の形状差や近接電極からの影響を含んだ上でシステム全体が学習をしたためであると考えている。

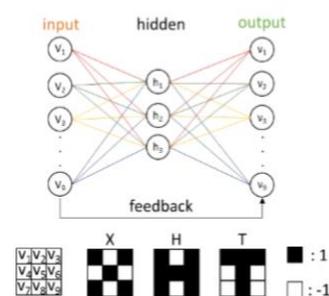


Fig.1 the schematic of autoencoder algorithm

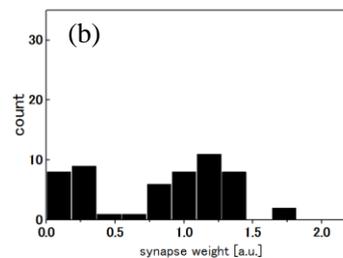
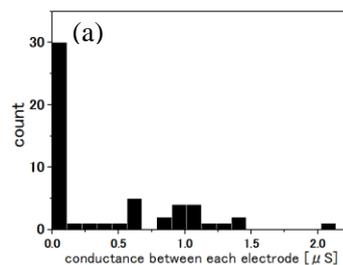


Fig.2 weight histogram (a) on polymer ANN, (b) on software ANN

[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)