

電気化学ダイナミクスを用いたインマテリオリザーバーによる音声分類

Voice classification by in-materio reservoir with electrochemical dynamics

○宇佐美 雄生^{1,2,3}、田中 悠一朗^{1,2}、田向 権^{1,2}、Wilfred van der Wiel⁴、松本 卓也³、田中 啓文^{1,2}

(1.九工大生命体工、2.九工大 Neumorph センター、3.阪大院理、4.トゥウェンテ大ナノテク研)

○Y. Usami^{1,2,3}, Y. Tanaka^{1,2}, H. Tamukoh^{1,2}, W. van der Wiel⁴, T. Matsumoto³, H. Tanaka^{1,2} (1. Kyushu Inst. Tech.

LSSE, 2. Kyushu Inst. Tech. Neumorph Center, 3. Osaka Univ., 4. MESA+, Univ. of Twente)

E-mail: usami@brain.kyutech.ac.jp

[序] 近年脳機能の動作原理をナノ材料ネットワークの電荷移動を用いて模倣し、効率的な演算処理を行うシステムが注目されている。我々はナノ材料ネットワークの特長であるランダム性、自己組織性を演算機能として抽出し、主にソフトウェアで運用されているリザーバーコンピューティング(RC)演算部分を物理現象で置換した情報処理ハードウェアシステム[1]の開発を目指している。RC デバイスには、デバイスの出入力信号が非線形応答を示すことが必要である。本研究では、導電性高分子の一種である自己ドーブ型ポリアニリン(self-doped polyaniline, SPAN)が湿潤環境下で電子伝導とイオン伝導の混在伝導性を示すことに注目し、RC デバイスとして組み込み音声認識を行い、得られた結果と物性との相関を調べることを目的とする。

[実験] リソグラフィ法を用いて 3 μm ギャップの 16 電極を作製し、SPAN 水溶液(5.0×10^{-4} wt%) を電極上に滴下することでデバイス作製を行った。マニュアルプローバーを用いて電気計測を 50%から高湿度(85%)環境まで行い、電気特性の湿度依存性を検討した。デモンストレーションとして図 1 に示すような入力信号の前処理、デバイスへの印加、学習方法で音声分類を行い RC デバイスとして性能評価を行った。

[結果と考察] 湿度の上昇に伴い電気特性が劇的に変化し、強い非線形性かつ負性微分抵抗ピークを持つような I - V 特性が得られた。この結果から、SPAN が湿潤環境下でイオン伝導性を有し、湿度変化に敏感に応答することがわかった。0 から 9 まで 10 種の数字の発声を用いて音声分類を行い、混同行列から 68%の正解率であることがわかった(図 2)。入出力数を同一にした RC のソフトウェアシミュレーションにおいても 8 割程度の正解率であることから、SPAN を用いた RC が高い性能を有することが示された。さらに音声の入力時間と正解率との関係を調べたところ、入力時間 5 ms の時に正解率が最も高くなることが明らかとなった。インピーダンス計測の結果から材料—電極界面の反応の時定数が 10 ms 程度と算出されたため、時定数に近いデータ長である場合に SPAN の豊富な電気化学ダイナミクスによって高い音声分類性能が達成できると考えられる。以上の結果、SPAN を用いた RC の高い演算性能が示され、かつそれを十分に発揮可能な演算条件が時定数測定との比較により得られた。[2]

Refs: [1] G. Tanaka et al., *Neural Netw.* **115**, 100 (2019). [2] Y. Usami et al., *Adv. Mater.* **33**, 2102688 (2021).

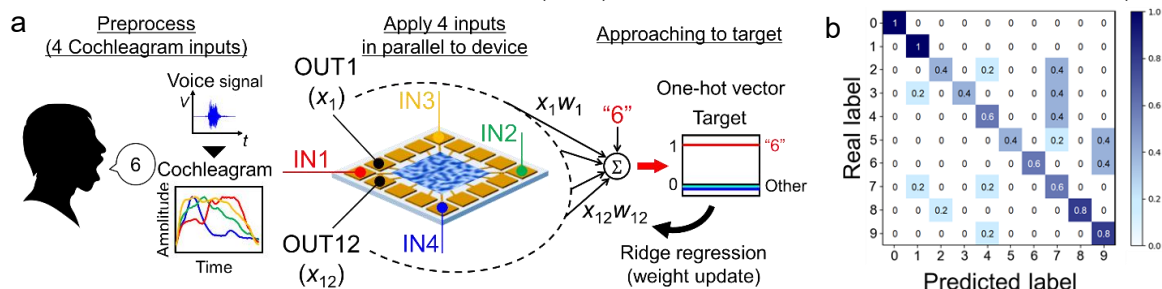


Figure 1 a. Flow chart of voice classification with in-materio reservoir. b. Confusion matrix of spoken digit classification (0-9).