

時系列予測モデルによる Au ナノワイヤ量子化コンダクタンスのリアルタイム予測

Real-Time Prediction of Quantized Conductance in Au Nanowire Using Time-Series Prediction Model

東京農工大 ○佐伯大地、島田萌絵、三木司、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

○D. Saeki, M. Shimada, T. Miki and J. Shirakashi

E-mail: s209575s@st.go.tuat.ac.jp

深層学習は複雑なデータの表現を学習することが可能であり、様々な分野での応用が期待されている[1]。特に音声認識や自然言語などの処理に代表される時系列データの分析においては、ニューラルネットワークを拡張した Recurrent Neural Network (RNN)が広く用いられている[2]。これまで我々は、深層学習による歪センサを用いた手指関節の動作の予測[3-5]や、Au ナノワイヤに対して量子化コンダクタンス制御を行った時の、既に計測が完了している静的なコンダクタンスデータについて予測を行い、その精度を検討してきた[6]。今回は、Au ナノワイヤに対して量子化コンダクタンス制御を行う実験中の動的なコンダクタンス値を計測して、逐次 RNN へ入力しリアルタイムで予測することについて検討を行った。

図1に、今回実装したリアルタイム予測の手法を示す。はじめに、前回学習した RNN の重み[6]を、Host-PC から Real Time Operating System (RTOS)に送信した。次に、RTOS 上のフィードバック制御型エレクトロマイグレーション(FCE)エンジンから Source Measure Unit を介して Au ナノワイヤに FCE 法を適用し、その時刻 t での Au 原子の移動に伴うコンダクタンス値の変化を1点計測して RTOS に送信した。次に、時刻 $t-99$ から t までの 100 点分のコンダクタンスデータを RNN に入力し、時刻 $t+1$ のコンダクタンス値を予測して Host-PC に表示した。本実験では、この計測から予測までの流れを 1-step(0.025 sec)で行うよう設計し、以後測定を1点行うたびに、次の step のコンダクタンス値の予測を行った。実験終了後、量子化コンダクタンス波形の予測精度について、Mean Absolute Percentage Error (MAPE)と Root Mean Squared Error (RMSE)を用いて検証した。その結果、MAPE では 1.96 %、RMSE では 0.86 の精度を確認することができた。以上より、RNN を用いることで、Au ナノワイヤに対して量子化コンダクタンス制御を行う実験中の、リアルタイムでのコンダクタンスの予測が可能であると示唆された。

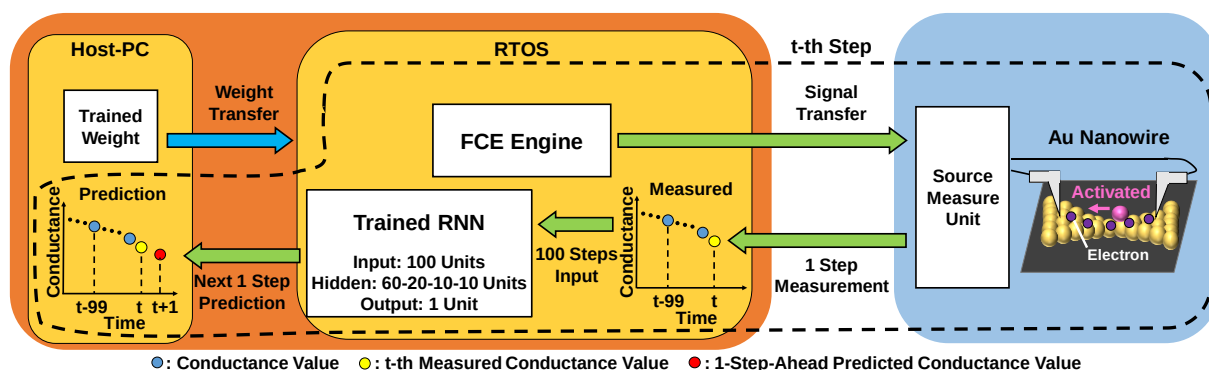


Fig 1. Real-time prediction of quantized conductance using trained RNN.

References

- [1] H. Liu and L. Wang, J. Manufacturing Systems, 44 (2017) 287.
- [2] J. L. Elman, Cognitive Science 14 (1990) 179.
- [3] T. Kanokoda, Y. Kushitani, M. Shimada, and J. Shirakashi, Sensors 19 (2019) 710.
- [4] T. Kanokoda, Y. Kushitani, M. Shimada, and J. Shirakashi, Key Eng. Mat. 826 (2019) 111.
- [5] 櫛谷、鹿子田、白樫: 第66回応用物理学会春季学術講演会 11a-W810-6 (2019).
- [6] 佐伯、櫛谷、櫻井、白樫: 第67回応用物理学会春季学術講演会 14p-A301-10 (2020).