

Binary Neural Networks による人造黒鉛歪センサを用いた動作予測

Motion Prediction by Binary Neural Networks Using Pyrolytic Graphite Strain Sensors

東京農工大院工 ◯櫛谷優希、鹿子田嵩大、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

◯Y. Kushitani, T. Kanokoda, and J. Shirakashi

E-mail: s185561y@st.go.tuat.ac.jp

近年、Deep Learning (DL) の研究が盛んに行われており、画像認識や自然言語処理など多くの分野で高い性能を示している[1]。しかし、DL の構造は複雑化しており、DL のハードウェア実装においては高性能な演算器が必要とされている。そこで、演算器の小型化やメモリ容量の削減のため、DL の重みを 2 値化する BinaryConnect[2]という手法が注目を集めている。これまで我々は、人造黒鉛シートを使った歪センサを作製して関節動作を抵抗値の時系列データとして検出し、TDNN (Time-Delay Neural Network) を用いた深層学習によって手の動作を予測してきた[3]。今回は、BinaryConnect を用いた TDNN によって手の動作を予測するシステムの開発を検討した。

BinaryConnect とは、実数値で表現されている重みを 2 値に変換する手法である。正(または 0) と負の実数値の重みを、それぞれ 1 と -1 の Binary Weight に変換する。この手法を用いて今回は、手の動作の予測を行った。はじめに、人造黒鉛歪センサを作製し、指を屈伸運動させ、10 msec 毎に抵抗値を測定した。なお、歪センサの抵抗値は指を曲げた際に増加し、伸ばした際に減少する。次に、関節動作の予測システムとして BinaryConnect を用いた TDNN を構築した。指関節の屈伸運動による抵抗値データを教師データとして用いて、関節動作による抵抗値変化を学習させた。その後、歪センサの抵抗値を BinaryConnect を用いた学習済みの TDNN へ入力し、指の動作による抵抗変化の予測を確認した。表 1 は、2 層の中間層のユニット数を変更させたときの予測精度を Mean Absolute Percentage Error (MAPE) と一致率 (Accuracy) で比較した結果を示す。ただし、入力層のユニット数は 60、出力層のユニット数は 1 である。表 1 で示すように、MAPE は 6% 前後、Accuracy は 90% 前後と高い精度で動作予測ができた。以上より、実数値の重みを 2 値化する BinaryConnect を用いた TDNN による行動予測システムは、抵抗値変化を学習して手の動作を予測することが可能であると示唆された。

Table 1 MAPE and Accuracy of Binary Neural Networks.

Number of Units in First Hidden Layer	Number of Units in Second Hidden Layer	MAPE (%)	Accuracy (%)
30	30	5.8	90.0
40	50	5.0	87.5
50	30	7.0	90.7
90	50	5.9	90.0
100	30	6.6	90.2
100	60	5.5	89.4

References

[1] Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, nature, 521 (2015) 436.
[2] M. Courbariaux, Y. Bengio, and J. David, In NIPS., (2015) 3123.
[3] 櫛谷、鹿子田、木原、白樫、第 65 回応用物理学会春季学術講演会 18a-P4-1 (2018).