

D-60 SAM スパイキングニューラルネットワークを用いた音の異常検知 -MLPとの比較-

東山 和暉*, 廣岡 平太郎**, 本木 実**

(*熊本高等専門学校 電子情報システム工学専攻, **熊本高等専門学校)

1. 背景と目的

工場では「故障への早期の対処」という課題がある。音を利用した異常検知において、

- (1) 機械ごとに合わせた判別が必要
- (2) 素人では正常と異常のそれぞれの音の判別が困難
- (3) 異常音のデータの採取が困難

の3つの課題が挙げられる。本研究室では、SAM-SNN(Spike Accumulation and Modulation Spiking Neural Network)を用いたオンチップ学習デバイスを提案しており、実環境に合わせその場で学習できるため、上記課題(1)を解決できる可能性がある。また、本モデルは、多層の教師あり学習モデルであるが、オートエンコーダ型の教師なし学習にすることで、異常データがなくとも学習可能なモデルにすることができ、上記課題(2), (3)を解決できる可能性がある。

本研究の目的は、前述した3つの課題点を克服した「正常データのみで学習可能なオンチップ学習モデル」を提案することである。今回、本課題に対してSAM-SNNとMLP(Multi-Layer Perceptron)での比較実験を行ったため、その報告を行う。

2. ニューラルネットワークの構成

SAM-SNNはスパイクを入出力とするSNNの一種である^[1]。 $X_i(t)$ を時刻 t における i 番目のニューロンの入力値、 W_{ji} をそれぞれの入力値にかかる結合荷重とし、これらと前時刻の内部電圧 $V_j(t-1)$ とその減衰定数 a を用いて内部電圧 $U_j(t)$ は

$$U_j(t) = \sum_{i=1}^{n_1} W_{ji}X_i(t) + aV_j(t-1) \quad (1)$$

とする。 W_{ji} は実数であるが $X_i(t)$ は0か1のスパイクである。そのため時刻 t における線形和の計算を加算のみで行うことが可能であり、ニューロンごとの計算に要する回路規模を小さくすることができる。学習においても、実数×実数の乗算が不要となる工夫がされている。

異常検知を実現するため、多層のSAM-SNNおよびMLPでオートエンコーダを構成する。オートエンコーダは、入力データを低次元の特徴量に変換するエンコーダとその特徴量から元データへと復元するデコーダで構成される。学習を入力と出力の再構成誤差を最小化するように行うことで、学習データに類似した入力は誤差が小さく、未知の入力は誤差が大きくなる。今回の異常検知では、正常データのみで学習させ、この再構成誤差に閾値を設けることで正常/異常の判別を行う。

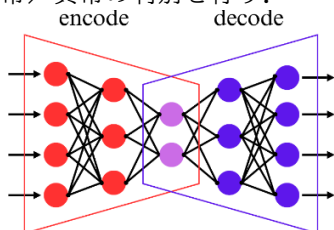


図1 オートエンコーダのモデル図

3. 実験条件

データとして、今回は2019年に発表された音の異常検知用のデータセットであるToyADMOSのToyCarのCH1を学習と推論に使用した^[2]。また、ToyADMOSは.wav形式の音声ファイルのデータセットであるためメルスペクトログラム変換を行い実数形式のデータセットとした。モデル及び前処理として次の3種類について実験を行った。

- (a) MLP (32- n_2 -32 の3層ネット, n_2 は8, 16, 24)
- (b) SAM-SNN1 (前処理は閾値による単純2値化, 32- n_2 -32 の3層ネット, n_2 は8, 16, 24)
- (c) SAM-SNN2 (前処理は頻度による2値化, 8- n_2 -8 の3層ネット, n_2 は2, 4, 6)

4. 実験結果と評価

全手法で学習回数は500エポックとした。各手法での結果(再構成誤差のヒストグラム)を図1に示す。青の分布が正常データ、黄色の分布が異常データを表している。

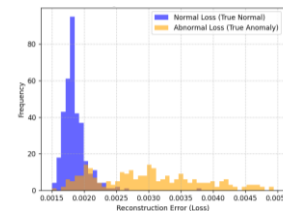


図2 MLPの結果

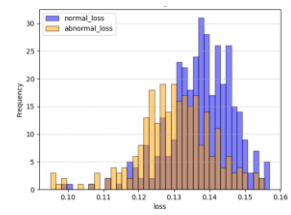


図3 SAM-SNN1の結果

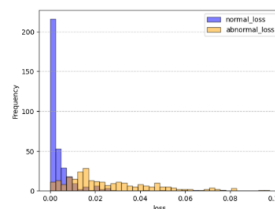


図4 SAM-SNN2の結果

表1 異常検知の判別結果

実験条件	正解率(%)
MLP	81.27
SAM-SNN1	34.85
SAM-SNN2	79.47

結果としてはすべての手法において正常と異常の分布を完全に分けることはできなかったが、MLPと頻度による前処理を行ったSAM-SNN2では79%程度の正解率で分布を分けることができた。

5. まとめ

MLPとSAM-SNNのオートエンコーダによる異常検知の比較を行った結果、MLPの方が良い結果だった。しかし、SAM-SNNの入力データの前処理次第では比較可能な結果を得ることができた。今後、より良い前処理の手法や異常検知で用いる閾値の検討を行っていきたい。

参考文献

- [1]本木 他, SAMスパイキングニューラルネットのFPGA実装に関する検討, 信学技報117巻417号, (2018年1月).
- [2] Yuma Koizumi *et al.*, "ToyADMOS: A Dataset of Miniature-Machine Operating Sounds for Anomalous Sound Detection," arXiv preprint arXiv:1908.03299, 2019.