

量子機械学習による音声異常検知の試み -工場の導入を目指した基礎検討-

Trial of audio anomaly detection using quantum machine learning

-First trial for introducing to factory-

TOPPAN ホールディングス株式会社¹, 慶應義塾大学² 辻村和也¹, 友野孝夫²TOPPAN Holdings Inc.¹, Keio University.², Kazuya Tsujimura¹, Takao Tomono²E-mail: kazuya.tsujimura@toppan.co.jp¹, takao.tomono@keio.jp²

現場では自己回帰(AR)モデルの係数パラメータを用いた one class SVM で異常を判断することがよく行われている。今回我々は one class SVM に埋め込む古典カーネルを量子カーネルに変更することにより学習モデルへの影響を調べた。2つの異なる装置から、それぞれ異なる異常音パターンを録音した。そのどちらの異常も、量子カーネルを用いることで判定の精度が向上することがわかった。

生産現場において、生産設備の保全が重要であることは言うまでもない。製造設備の保全には、装置に密着させた複数センサーからのデータを使って学習モデルを構築する。装置の数が増えると計算に時間がかかり、計算コストが飛躍的に増大する。現実には人間が耳で直接聞き、異常を判断することが多いため、担当者の経験や感に頼る部分が多い。工場で振動解析の現場では、自己回帰(AR)モデル[1]の係数パラメータを用いた one class SVM[2]で異常を判断することが行われている。今回我々はこの one class SVM に埋め込む古典カーネルを量子カーネルに変更することにより、学習モデルへの影響を調べた。一般的に AR(p)モデルは

$$y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \epsilon_t, \epsilon_t \sim W.N.(\sigma^2)$$

で定義できる。判定の前処理として AR モデルで係数パラメータ抽出を行う時間帯で分割した稼働音に対して AR モデル学習後の係数パラメータ ϕ_i を取得する。今回の実験では $p=12$ とし、PCA で標準化処理を行った。

音声を収録する実験は2つ装置を用いた。一つ目は、ミニ四駆サーキット(Fig 1)で、異常箇所(面ファスナー)の設置した上を走らせマイクで集音する。二つ目は、巻き込まれ体験機(Fig 2)に特定のタイミングで割り箸を差し込み、マイクで粉碎する異音を収録する。

SVM における古典カーネルと量子カーネルを比較した結果を Table 1 に示す。ミニ四駆サーキット音声を使用した場合、量子カーネルの場合は精度、F1-Score が共に 0.82、古典的なガウシアン(RBF)カーネルでは精度が 0.64、F1-Score が 0.39 であった。同様に巻き込まれ体験機の場合、量子カーネルの場合は精度、F1-Score が共に 1.00、RBF カーネルでは Accuracy が 0.64、F1-Score が 0.43 であった。ミニ四駆サーキットでは周期的な異常音の発生、巻き込まれ体験機では特定のタイミングでの異常発生させて、それぞれ異なる異常音パターンを録音した。そのどちらも量子カーネルを用いることで判定の精度向上が見込めることができた。

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が委託したプロジェクト「JPNP23003」で得られた成果に基づいています。

Table 1. Results of comparing quantum and classical

	ミニ四駆		巻き込まれ体験機	
	古典	量子	古典	量子
Accuracy	0.64	0.82	0.64	1
F1-score	0.39	0.82	0.43	1

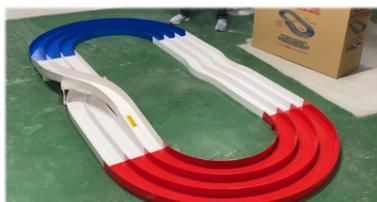


Fig 1. Mini 4WD course that anomaly (Velcro tape) is installed. Fig 2. Rotating Chain Belt that anomaly (Disposable chopsticks) is installed.

[1] 島田直希. 時系列解析 -自己回帰型モデル・状態空間モデル・異常検知-. 共立出版. 2019

[2] 藤原幸一. One Class SVM を用いたてんかん発作兆候監視アルゴリズムの開発. 自動制御連合講演会講演論文集. 2014