

# ニューラルネットワークを応用した工作機械の 機械音・加工音のための識別モデルの検討

永田研究室 F121038 杉山 快斗

## 1. 目的

特殊加工などを行う製造業において、工作機械の動作異常による品質の不揃いの発生、生産のストップといった問題があり、従来は専属の検査員が検査、監視を行っていた。しかし、近年の技能人材不足により、オペレータが検査員の役割を担うケースもあり、長時間の特殊加工の場合は常時監視が必要なため負担が大きい。これらより、製造現場で簡単に環境設定から運用まで行える、熟練した検査員と同等以上の欠陥検出システムの導入が求められているが、これまでの研究ではどのような訓練データを使用するのか、どのようなNNモデルを設計すべきかといった具体的な情報が詳細には公開されていない。本研究では、機械音や機械振動のような時系列データを多次元ベクトルデータとして利用できるように1D CNNやAutoencoder (AE)といったネットワークを構築できる機能をアプリケーション内に開発し、工作機械の稼働音、実際の材料の除去加工音、切削工具の摩耗音を採取し、サウンドブロックの抽出時間やフィルタ長などを変更しながら異常検出器としての有効性を検証する。

## 2. 実験方法

本研究では、まず1D CNN、AEの性能を確かめるために研究室の学生の声で実験を行った。次に学内の機械設計工作センターに設置されている複数の工作機械の稼働音、卓上ボール盤でSS400材をドリルで切削した際の加工音を切削油の有無の2種類でスマートフォンを用いて44100[Hz]のサンプリングレートで録音し、WAVE形式で保存したデータと企業から頂いた44100[Hz]の工作機械の稼働音のWAVEファイル計4種類の1D CNNを用いた分類実験とAEを用いた識別実験に使用した。一つの訓練には、それぞれ録音したWAVEファイルから時系列でサウンドブロックを抽出したものをを用いる。今回行った実験の一例として、サンプリング時間0.02秒毎でサウンドブロックを抽出すると、そのデータ長は $44100 \times 0.02 = 882$ である。1カテゴリあたりから抽出されたブロック数1000としたとき、1D CNNの場合は、80%、10%、10%の割合で訓練、評価、テストに使用し、AEを使用する場合は、100%訓練に使用した。一つ目の実験に使用する1D CNNは畳み込み層を2つ持ち計11層の構造となるように、また、二つ目の実験に使用するAEは一般的な3層の構造となるように設計した。1D CNNは複数のカテゴリのサウンドブロックを学習し、分類器として機能するが、AEでは1つカテゴリのサウンドブロックを訓練に使用し、訓練したものと同機種であるか異機種であるかを予測できる識別機として使用する。

## 3. 結果と考察

テストデータに対する1D CNNの分類性能とAutoencoderの識別性能を評価した結果、それぞれの高い分類精度と識別精度を確認できた。これらの実験結果から1D CNNとAutoencoderはそれぞれ、特殊加工を行う工作現場において、異常分類器あるいは異常検出器としての利用が期待される。今後の課題として、今回行った実験は、単調な機械音、加工音の分類タスクと識別タスクであったが、実際の現場では、工具回転数、工具の切り込み量、工具の送り速度などの条件が変化する複合的な音を分類、識別しなければならない。そのため、新たに長時間の稼働音や加工音を録音し、分類、識別実験を試みたい。また、LSTMやGRUといった時系列データを取り扱うモデルも適用していきたい。



Fig.1 3D Machining scene of a large workpiece.