

3次元畳み込みニューラルネットワーク (3D CNN) による 金属の火花試験の評価システムの提案

永田研究室 F118053 松山 弘樹

1. 目的

近年、様々な工業製品の検査工程において CNN を応用した自動化のニーズが高まっている。特に、従来の CNN に時間情報を加え、畳み込み層を 3次元に拡張した 3D CNN と呼ばれる手法が動画内のオブジェクトにおける動作認識に応用されている。さて、金属材料の鋼種判定のために行われる火花試験は、グラインダさえあれば低コストで手軽に行えるという利点があるが、火花を散らすことによる安全性の問題、検査員に求められる高度な熟練技術、判定結果のばらつきといった課題がある。本研究では、炭素含有量の異なる 3 種類の鉄鋼材料から放出させた火花の動画をもとに訓練データとなる 3D ボリュームを抽出し、オリジナルで設計した浅い構造を持つ 3D CNN モデルに学習させる。学習後の 3D CNN モデルに対して 3 クラスの分類実験を行い、汎化性能を評価する。

2. 研究内容

まず、企業から提供のあった 3 種類の火花の動画(.mp4)を時系列に 10 フレームごとに分割し、抽出したものを 3D ボリュームとして保存する。このとき、オリジナルでは 1920×1080 であった画素数を 192×108 までダウンサイジングする。それぞれの動画に対して複数の 3D ボリュームが生成されることになり、このようなデータ形式にすることで 3D CNN の訓練時に入力として利用することが可能となる。3 クラスのラベル名は C7, C19, C26 とし、各数字は鉄鋼材料に含まれる炭素含有量 0.07 %, 0.19 %, 0.26 %を表している。抽出した 3D ボリュームのうち 9 割を訓練用データセットとして用い、残りの 1 割をテスト用データセットとする。この 10 フレームの 3D ボリュームから構成される訓練用データをデータセット A とする。また、同じ動画をもとに 20 フレームから構成される 3D ボリュームを生成し、訓練用とテスト用に 9 : 1 の割合で分け、データセット B を作成する。次に 3 層の畳み込み層をもつオリジナルの浅い 3D CNN を設計する。畳み込み層における 3D フィルタの深さが 2 と 3 である 2 種類の 3D CNN をデータセット A で訓練し、それぞれ sssNet_2A と sssNet_3A とする。同様に、3D フィルタの深さが 2, 3, 4 である 3 種類の 3D CNN をデータセット B で訓練したものをそれぞれ sssNet_2B, sssNet_3B, sssNet_4B とする。これら 5 つの 3D CNN の汎化性能を比較するためにテスト用データセットを用いて分類実験を行う。

3. 結果

データセット A を用いて訓練して得られた sssNet_2A と sssNet_3A の分類実験では同じ分類性能が得られた。C7, C19 においてはすべてのデータが正しく分類され、C26 においては 2 個のデータが C7 と誤分類された。また、データセット B を用いて訓練して得られた sssNet_2B と sssNet_3B, sssNet_4B の分類性能を比較したところ、sssNet_4B の場合は C26 における誤分類が改善され、すべてのクラスにおいて正しく分類できていた。表 1 は sssNet_4B による分類結果を示す混同行列である。これらの結果から、深い 3D フィルタを適用することでより高い分類性能を発揮できることが確認された。今後の展開として、分類クラスをさらに増やしていくと同時に分類性能の改善手法を検討し、3D CNN の有用性を高めながら実用化を目指していきたい。

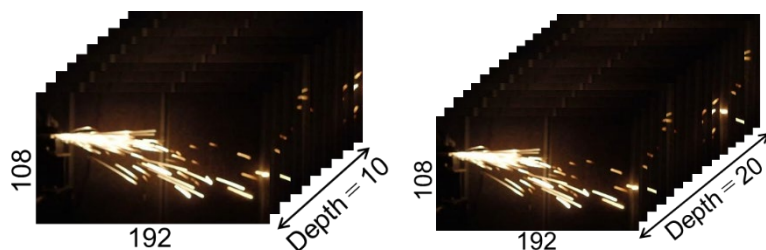


Fig. 1 Examples of 3D volume data with depth 10 or 20.

Table 1 Confusion matrix classified by a 3D CNN named sssNet_4B.

Pre. \ True	C7	C19	C26
C7	7	0	0
C19	0	12	0
C26	0	0	7