

台車部品の非破壊検査における きずの自動抽出手法

磁粉探傷画像や超音波探傷波形に対して機械学習を適用し、きずを自動的に抽出する手法を開発しました。きず検出率は、溶接部の磁粉探傷画像で概ね70%、超音波探傷波形で95%以上です。

研究の背景と目的

- 鉄道車両の台車部品の検査では、磁粉探傷や超音波探傷などの非破壊検査が行われますが、探傷で得られた画像や波形からきずの有無を判断するには経験を要します。
- そこで、台車部品の検査業務の省人化・省力化・脱技能化を目指して、機械学習によってきずを自動的に抽出する手法を開発しました。

研究成果

- 磁粉探傷におけるきずの自動抽出手法では、溶接部の磁粉探傷画像を分割して作成した多数のきずあり・きずなし画像を、CNN(畳み込みニューラルネットワーク)で機械学習させたモデルを作成しました。
- 磁粉探傷のきず抽出手法の性能評価では、分割領域ごとに学習済みモデルを用いてきず疑い箇所を抽出し、それらが複数つながれば「きず」と判定させることで、溶接部の表面きずを概ね70%の正解率(再現率)で検出できました。
- 超音波探傷に関しては、台車枠の探傷波形を「時系列データ」として機械学習させたモデルを用いた場合、溶接部の内部きず、あるいは表面に対して傾いたきずを、95%以上の正解率(再現率)で検出できました。
- 超音波探傷波形を画像として読み込んだデータや、ウェーブレット変換を適用して画像化したデータをCNNで機械学習させたモデルを用いた場合でも、同等の成績できずを検出できました。

今後の展開

- きずの有無の判断に迷う磁粉探傷画像や超音波探傷波形に対して、統一的なきず判定結果を提供し、台車部品の検査業務の脱技能化に貢献します。
- ロボット化を見据えて、台車部品の検査業務の自動化(省人化)・省力化を目指します。

溶接部の磁粉探傷画像の機械学習

台車枠の磁粉探傷

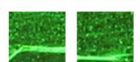


磁粉探傷画像

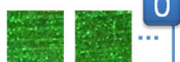
きず模様

分割画像

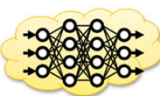
きずあり



きずなし



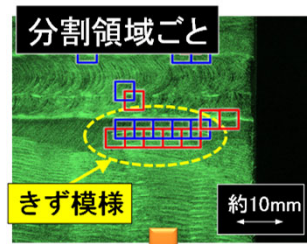
教師あり学習 (正解ラベルを付与)



画像に特化した
CNNモデル

磁粉探傷画像でのきず検出例

きずあり画像

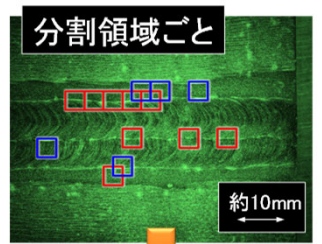


分割領域ごと

連続性で評価

誤検出: あり⇒なし

きずなし画像

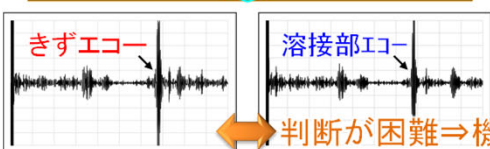
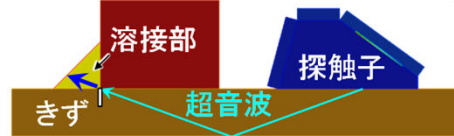
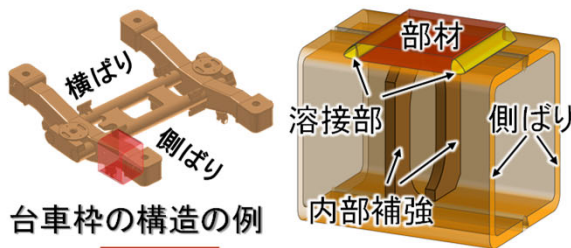


分割領域ごと

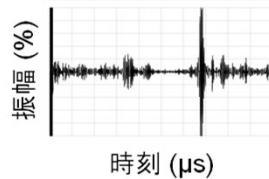
連続性で評価

誤検出が減少

台車枠溶接部の超音波探傷波形



判断が困難⇒機械学習

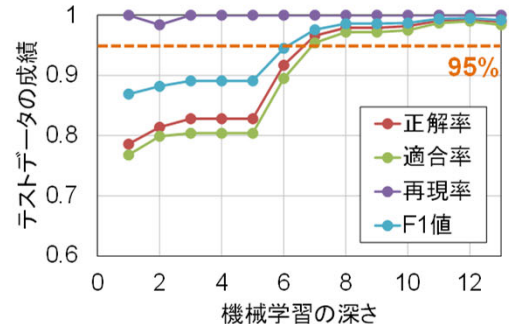


学習データの形式

時刻 (μs)	振幅 (%)
0.005	0.0
0.010	2.0
0.015	-4.4
...	...
50.000	-0.1

波形の時系列データによる機械学習

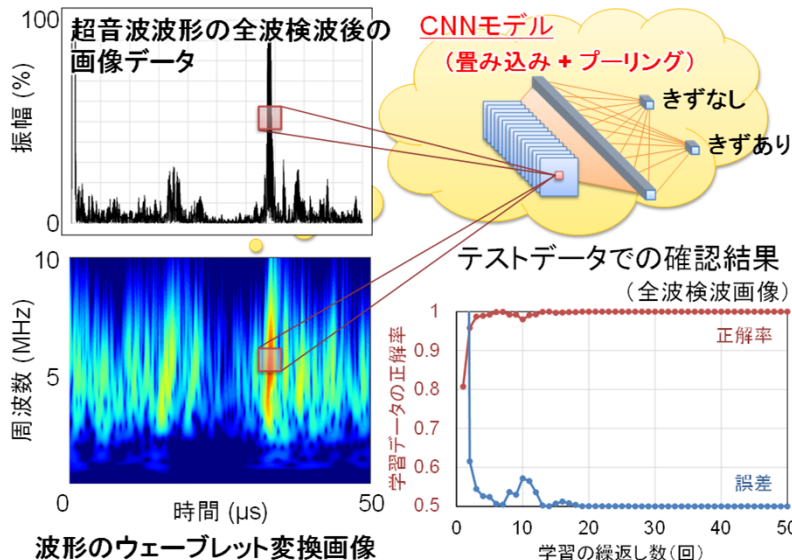
テストデータでの確認結果



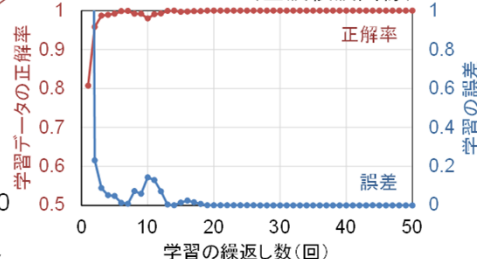
溶接部きず・傾斜きずを95%以上の成績で検出

時系列データ:
波形の振幅を時系列で示した数値データ

波形の画像データによる機械学習

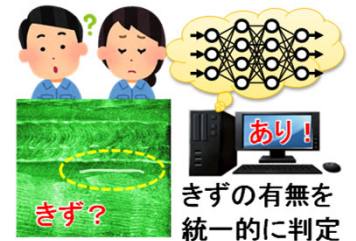


テストデータでの確認結果
(全波検波画像)



今後の課題と活用イメージ

学習モデルの精度向上
探傷業務の脱技能化



(導入のイメージ)