

AIを使ってセンサデータからの正常異常判定

株式会社AI技研 犬塚 博



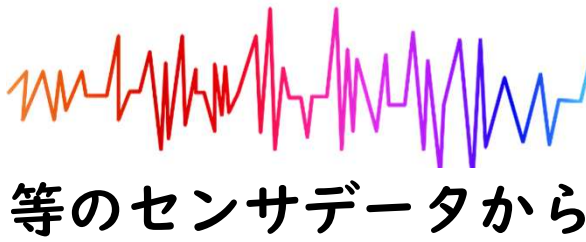
- ・動作音や加速度・振動・画像等のセンサ情報から機械の調子や異常・故障をAIで判定
- ・計測段階や前処理(計測データ処理)にも力を入れて高い判定精度(F値)を実現
- ・スマートファクトリやIndustrie4.0を見据えた将来のDX化された工場での計測の基盤技術

計測されたセンサデータからのAIを用いた異常検出や状態判定

工場や機械における

人工知能(AI)を使って

振動
加速度
動作音・異音
電流
画像
LiDAR



等のセンサデータから

異常や故障検知
正常・異常判定
良否判定
異常の種類分類
機械の状態把握
故障予知・予知保全

スマートファクトリやIndustrie4.0を見据えた将来のDX化された工場や物作りの現場では人手によって行われている部分が最大の問題となります。人間が行う作業は信頼性が十分ではないし信頼的な計測データも取得できないからです。そこで、工場の機械や製品に大量のセンサを配置してデータを取得することが必要となりますが、そのままではビッグデータとなるので人間の解析では間に合いません。その為、AI(人工知能)の導入が必須となります。そこで、我々は多数のセンサデータを使ってAIによる知的判断や異常判定を行わせる研究を行ってきました。現状でも多くの例で90~100%の精度が得られているので、人間からの置き換えが十分可能です。

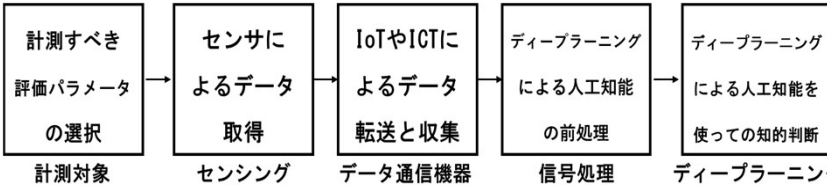


現状では、ベテラン職人の聴覚による判断(官能評価)で良否判定が行われています。

官能検査による良否判定

センサデータの無線による集約と雑音対策

センサで取得された計測データは、一台のパソコンに集約して、そのパソコンで人工知能又はルールベースでの判定がなされます。そこで、工場の各所に配置された多数のセンサからのデータをIoTやICT技術でインターネットを介して収集します。しかし、工場内は電磁環境・振動・温湿度・水濡れ・煤塵等の環境が劣悪である場合も多いので有線での通信は難しい場合が多く雑音対策の為にも無線を使ってデータ転送する必要があります。



RF Network社:RF043 モノワイヤレス社:TWE-Lite 中山水熱工業社:conanair

ディープラーニングを用いたAI(人工知能)による正常異常判定の手順

センサデータを無線で伝送する装置

人工知能(AI)やルールベースで何らかの判断をさせるためには、上記のように5段階の処理工程が必要です。

「人工知能(AI)」で何でも解決できるように誤解されている場合も多いのですが、人工知能は万能ではありません。

悪いデータを入れると、どんなに人工知能の部分で頑張っても良い結果にはなりません。したがって、上流(前工程)に行くほど重要です。

人工知能にデータを加える前段階までの工程が正しい判定ができるシステムが実現できるか否かのカギを握ります。特に重要なのが最初のセンシングの部分です。

人工知能の前処理

◆すべてのデータに対して予測が正解した割合

$$\text{正解率} = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN}$$

◆実際に正常であるデータのうち正常と予測されたデータの割合

$$\text{再現率} = \frac{TP}{TP+FN}$$

◆正常と予測したデータのうち実際に正常であるものの割合

$$\text{適合率} = \frac{TP}{TP+FP}$$

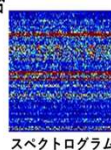
◆適合率と再現率の調和平均

$$F \text{ 値} = \frac{2 \times \text{適合率} \times \text{再現率}}{\text{適合率} + \text{再現率}}$$

■判別結果 畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の場合

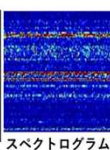
前処理最適化 前

前処理最適化 後



予測	予測		
	正常	打痕	シム
正常	350	0	0
打痕	43	24	3
シム	1	0	69

F値: 0.69



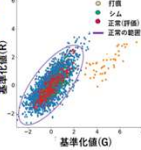
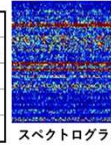
予測	予測		
	正常	打痕	シム
正常	350	0	0
打痕	0	70	0
シム	0	0	70

F値: 1

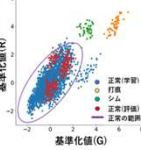
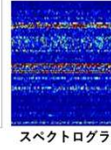
■判別結果 オートエンコーダ(AE)の場合

前処理最適化 前

前処理最適化 後



F値: 0.70



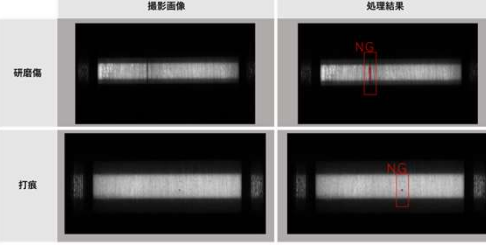
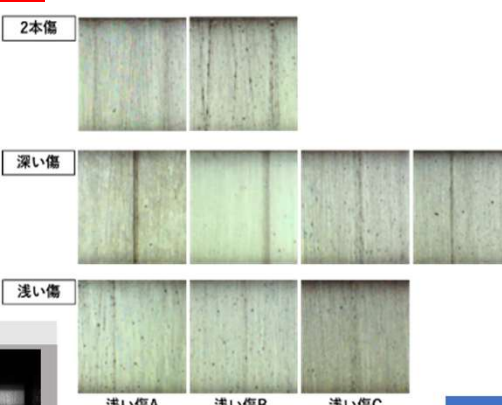
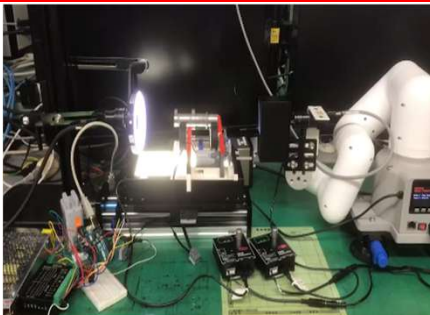
F値: 0.99

今後の展示会での発表予定:

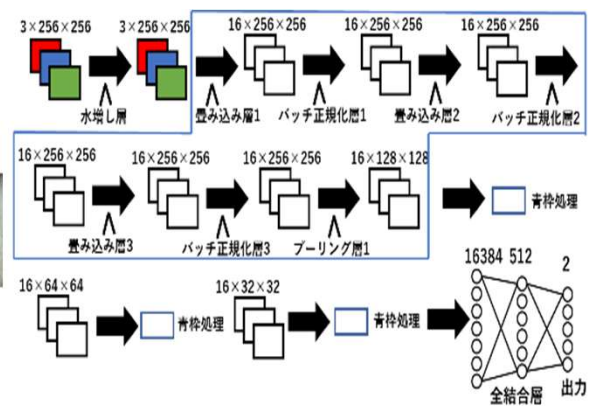
- ・2026年8月18日(火)、19日(水) 製造イノベーションDXP0 (有明:東京ビッグサイト西3ホール)
- ・2026年9月16日(水)、17日(木)、18日(金) INTERMEASURE2026 (有明:東京ビッグサイト東ホール)

keyword: 人工知能、AI、工場、センサ、異常検知、正常異常判定、傷検知、振動、加速度、動作音、前処理

画像データからの傷の検出にも応用



	良品データ	不良品データ
学習	1580枚	1228枚
評価	119枚	138枚



学習	評価	F値(5回平均)
浅い傷A以外の8種類	浅い傷A	0.994
浅い傷B以外の8種類	浅い傷B	0.981
浅い傷C以外の8種類	浅い傷C	0.973

動作音や異音の識別にも応用

製品検査の検査工程でスイッチの動作音の発生タイミングを測定して許容範囲に入っているかを確認する必要があります。

しかし、これまでは発生する極めて小さな動作音を人間が聴覚を使って検査(官能検査)しており大変な作業でした。

第一段階「センサの交換」

測定条件に最適なセンサに交換することでSNを改善しました。

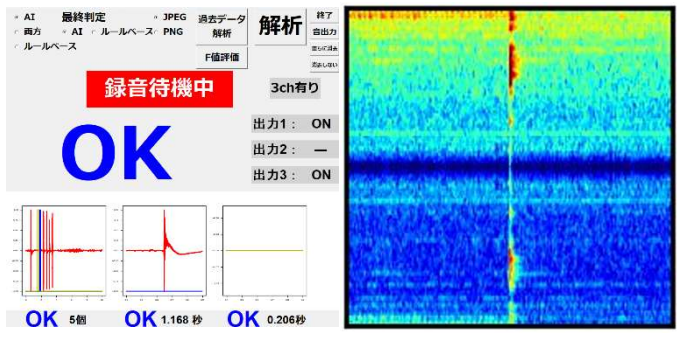
第二段階「ルールベースを用いた機械による正常異常判定」

人間が設定したルールベースで判定させて、やや誤判定が残るものの人間の検査員を置き換えられる判定精度を実現。

第三段階「Sonyのニューラルネットワークコンソールを用いて

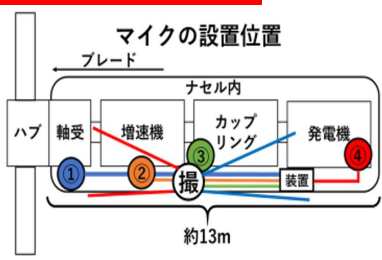
実現されたAIを使って人間と同程度の判定精度を実現」

F値0.996が達成されて実際に検査工程に導入され毎日稼働中。



F値=0.9956

風力発電所や水力発電所の異常検知にも応用



風力発電所の風車

風車ナセル内部のマイク位置

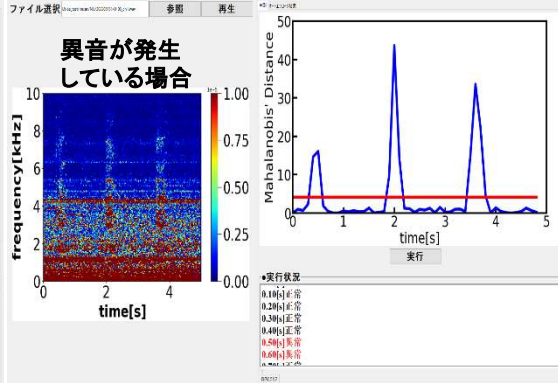
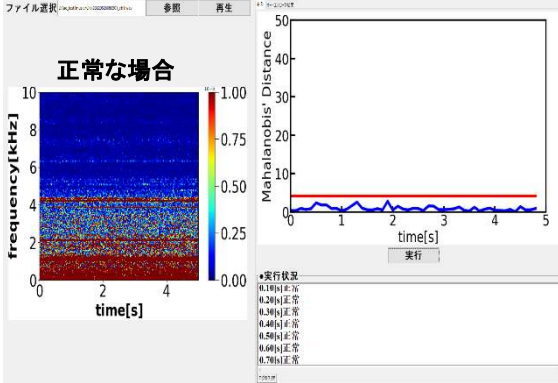
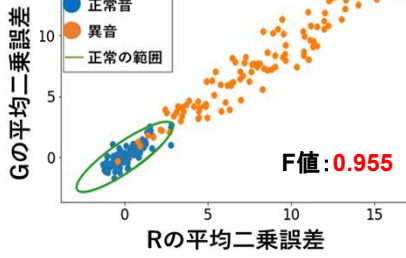
異常や故障の連続自動監視システム

音取得と異常検知システム

畳み込みニューラルネットワーク (CNN)の結果

正解率	適合率	再現率	F値
0.984	0.977	0.971	0.974

オートエンコーダ (AE)の結果



AI(人工知能)を用いた判断では、正常・異常等の二値判断を行わせる場合が多いが、オートエンコーダ(AE)を用いる場合には、マハラノビス距離で評価した最小二乗誤差の値を用いることで、異常の程度の情報も得ることができます。上図の右側の場合は左側の正常時と異なり周期的な異音が発生しています。そのタイミングで評価値が大きくなっています。