

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

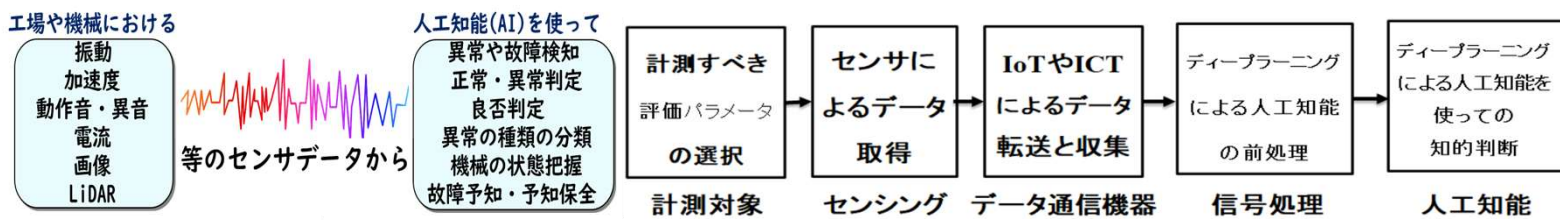


静岡大学 発 ベンチャー 株式会社AI技研 犬塚 博

- ・動作音や加速度・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
- ・センサからの大量データもAIを用いた機械による自動的な処理と情報取得
- ・スマートファクトリを見据えた将来の工場やフィジカルAIの基盤技術

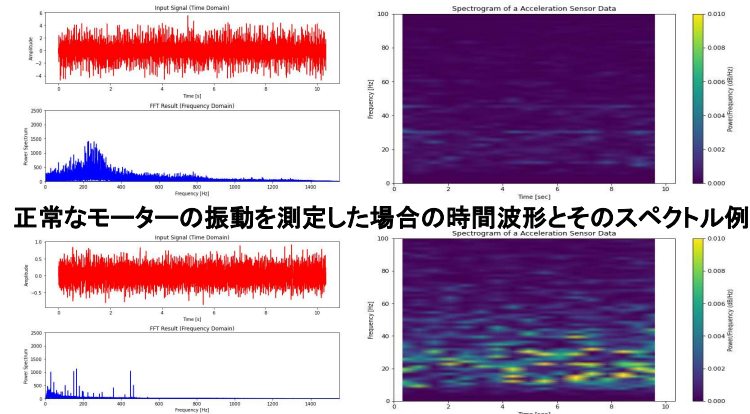
スマートファクトリやIndustrie4.0を見据えた将来のDX化された工場や物作りの現場では人手によって行われている部分が最大の問題となります。人間が行う作業は信頼性が十分ではない客観的な計測データも取得できないからです。そこで、工場の機械や製品に大量のセンサを配置してデータを取得することが必要となりますが、そのままではビッグデータとなるので人間の解析では間に合いません。その為、AI(人工知能)の導入が必須となります。そこで、我々は多数のセンサデータを使ってAIによる知的判断や異常判定を行わせる研究を行ってきました。現状でも多くの例で90~100%の判定精度が得られているので、人間からの置き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

AIによる工場の計測データからの正常異常判定の手順



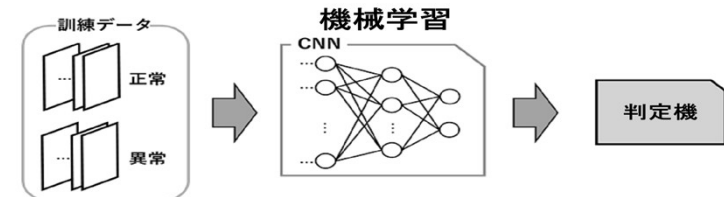
工場の生産性・信頼性向上・歩留まりの改善等を目指して、工場での製品検査・製品の良し悪しの評価・生産設備の異常検出・予知保全・計測と制御等をAIを使って自動化したいというニーズがあります。それらを実現するためには以下の手順が必要となります。

1. 正常時と異常時の場合で違いの表れる計測すべき特徴量の選択
2. 正しいセンサの選択と正しい計測及びコンピュータへのデータ集約
3. AIによる判定の前処理 (正しい計測データ処理)
5. AIに機械学習を実行させて正常異常判定を行うAI(判定機)を実現

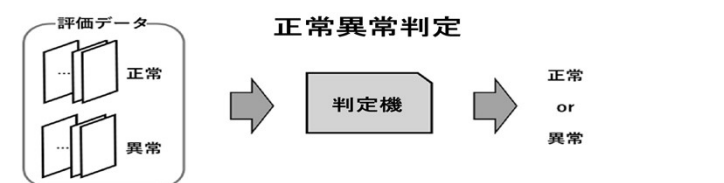


正常なモーターの振動を測定した場合の時間波形とそのスペクトル例

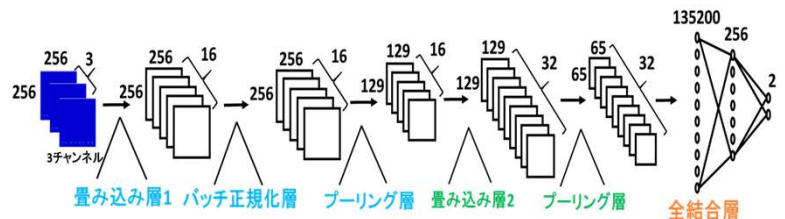
4. 数十個ずつの正常と異常の場合のデータによる訓練 (教師) データの作成



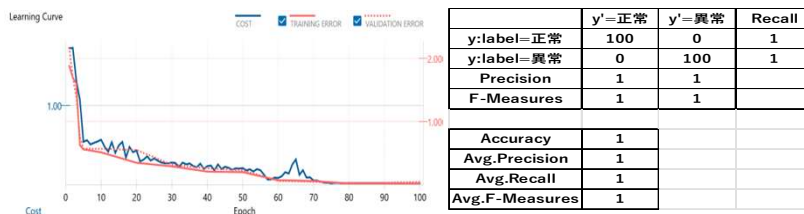
機械学習による判定機の作成



判定機による正常異常判定の実行と評価



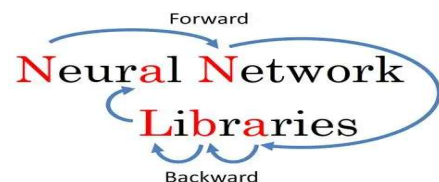
畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の場合のネットワーク構造例



学習曲線の一部

混同行列とF値の一部

6. AIの機械学習結果のPythonプログラムからの活用



学習結果はPythonのライブラリnnablaから活用可能

```
knop=nnp_graph.NnpLoader(dirc+'results.nnp')
graph=nnp.get_network('MainRuntime',batch_size=1)
x=list(graph.inputs.values())[0]
y=list(graph.outputs.values())[0]
img=imread(path,channel_first=True)
x.d=img.reshape(1,3,256,256)
y.forward()
```

nnablaを活用するPythonプログラム例

keyword: 正常異常判定、異常検知、傷検知、動作音、異音、振動、前処理、スマートファクトリ、人工知能

人工知能の前処理

■判別結果 畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の場合

■判別結果 オートエンコーダ(AE)の場合

◆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

$$\text{再現率} = \frac{TP}{TP+FN}$$

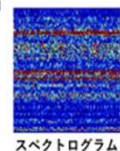
◆正常と予測したデータのうち
実際に正常であるものの割合

$$\text{適合率} = \frac{TP}{TP+FP}$$

◆適合率と再現率の調和平均

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

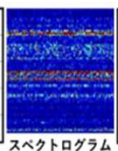
前処理最適化 前



	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

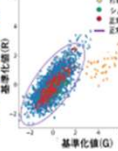
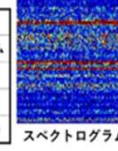
前処理最適化 後



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

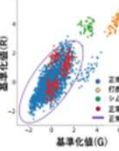
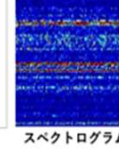
F値: 1

前処理最適化 前



F値: 0.70

前処理最適化 後

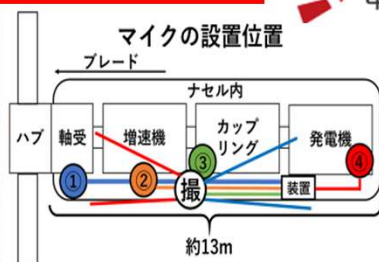


F値: 0.99

風力発電所や水力発電所の異常検知にも応用

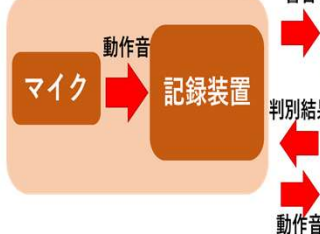


風力発電所の風車



風車ナセル内部のマイク位置

中部電力 音取得装置



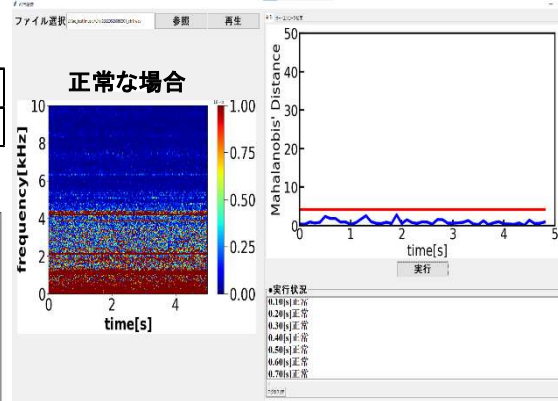
異常や故障の連続自動監視システム



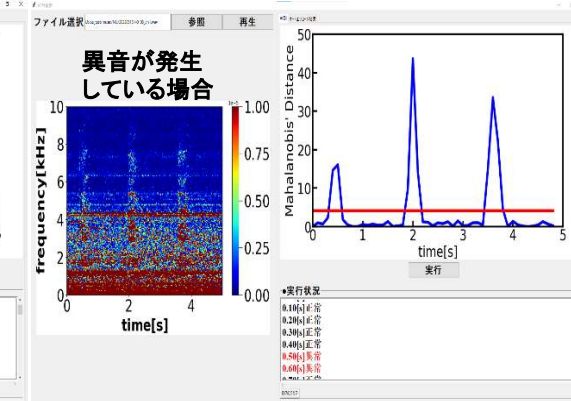
音取得と異常検知システム

◆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



正常な場合



異常が発生している場合

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常が発生しています。そのタイミングで評価値が大きくなっています。

動作音の識別にも応用

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」

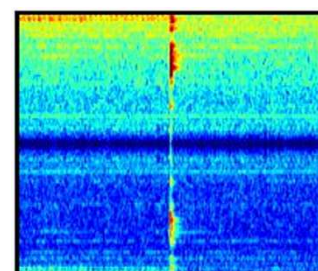
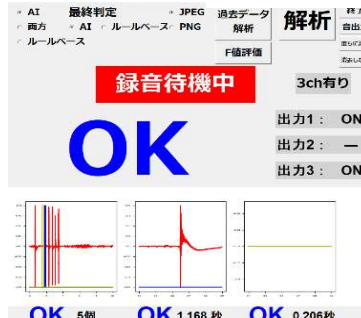
F値0.996が達成されて実際に検査工程に導入され毎日稼働中。

AI技研ってどんな会社

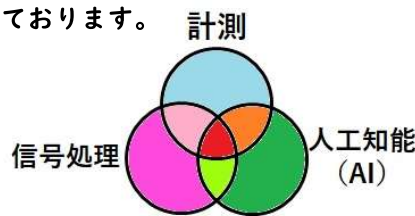
AI技研はAIの応用製品を生産・販売したりプログラムを提供したりするよくある会社ではありません。AI技研が提供するのAI技術や工場の自動化の技術、そして、工場データの見える化の為に計測技術のアドバイスとコンサルティング及び教育です。ですから、社内の技術力向上と技術蓄積にも貢献できて多くの企業様にご活用頂いております。

「AI技研」がお引き受けできるお仕事

- ・ AI・工場の自動化・計測技術の技術的アドバイスやお手伝い
- ・ 工場現場でのAI・計測技術のうまくいかない原因の探求や問題解決
- ・ AI・自動化・計測技術を応用したシステムや製品・プログラム開発
- ・ AI・工場の自動化・計測技術についての社内技術者向け教育



F値=0.9956



本技術の紹介動画: <https://www.youtube.com/watch?v=ry0vinEFA68>
https://scii-my.sharepoint.com/:v/g/personal/inuzuka_hiroshi_cii_shizuoka_ac_jp/EavdvKSoVgVDS1-u43CKPVcB6KZmkhVbDttKUyEfl9SH74g?e=Dx0qGu
<https://talk.yumenavi.info/archives/2503?site=d&close=true>

犬塚の連絡先: e-mail: inuzuka.hiroshi@shizuoka.ac.jp TEL: 070-4003-0380 home page URL: <https://aigiken.tech>
 住所: 〒432-8011 静岡県浜松市中央区城北3-5-1 静岡大学イノベーション社会連携推進機構 インキュベーション施設210号室