

機械学習を用いたキャビテーション発生の予測

日大生産工(院) ○大石 翼 小林 凱亜 福辺 淳志
北川 雄大

日大生産工 沖田 浩平

1. まえがき

流体機械の内部では圧力が飽和蒸気圧より低くなることでキャビテーションが発生する。このキャビテーションにより機器で騒音、振動部品の損傷が発生し、器の性能低下を引き起こす。このキャビテーションを抑制することで機器の長期利用などにつながるのでキャビテーションの発生を経験などから予測できれば良いかもしれない。しかし、流体機械の内部は見えないのでキャビテーションの様子の可視化は困難である。一方、近年では機械学習が様々な分野で注目を浴びている。これは学習のもととなるデータを入力し処理し学習させることで未学習のデータを識別・分類することができる。この機械学習を用いたキャビテーションの発生量予測についての研究は現在のところ多くは見られない。

本研究では、油圧機器の外部に取り付けた加速度センサから振動データを取得しそのデータを機械学習にかけキャビテーションの発生を把握して、さらにキャビテーションの発生状況を予測することを目的とした。

2. 提案手法

今回、振動データを取得するために行う実験に用いる実験装置についての説明は以後の3で示す。ここでは得られた振動データを機械学習でどのように扱うかについて示す。まずはPython3.8が入っているanacondaのJupyter Notebookの機械学習パッケージscikit-learnでSVC法を扱ってキャビテーションが発生している時としていない時とで振動、流量などの条件を変更した下でデータの分類分けを行い各条件でのキャビテーションの発生が確認できるかについての正解率を出す。機械学習では正解とデータのペアを学習させデータだけを与えたときに正解を予測させる教師あり学習とデータの特徴をもとに、グループに分ける教師なし学習があるが今回は教師あり学習を採用した。そしてここで機械学習として読み込ませるデータはCSVファイルとしての時間変化での特徴量の変化の数値データである。

3. 実験方法および測定方法

油圧機器の装置内では油の流れが肉眼では少しわかりにくい確認できる。装置での流量を変えていきながらこの流路に発生するキャビテーションによる振動データを加速度センサ、データロガー(DS 0320)で取得する。そして、実際にデータロガーより得られた振動データのグラフが以下のFig.1である。さらにこのデータロガーで得られた値を分布図で表すとFig.2のようになる。取得した振動データのフーリエスペクトル値から周波数0Hzから10000Hzまで1000Hzおきの値で特徴量を取得しPythonの機械学習用として入っているディレクトリscikit-learnを用いて機械学習を用いた。この場合は80個の特徴量(フーリエスペクトル値)の値の変化に関する分布図である。この分布図におけるフーリエスペクトル値(縦軸の値)をデータとしてキャビテーションが発生している場合としていない場合で学習をさせて、ファイルを読み込ませ分類分けを行い、いくつもある図からキャビテーションが発生しているかないかを判別する。

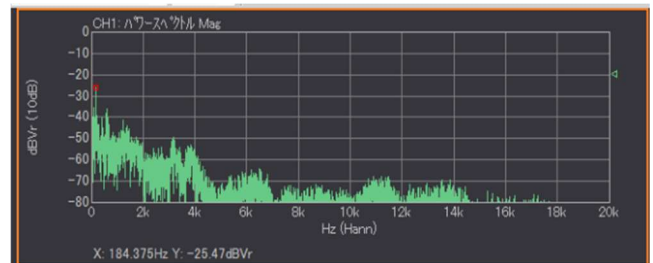


Fig.1 フーリエスペクトル値の変化(DS0320)

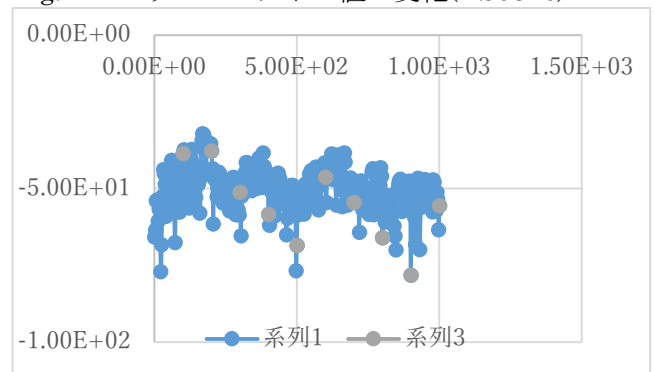


Fig.2 各周波数での特徴量の変化(流量30L/min)

The prediction of appearing cavitation by machine learning

Tsubasa OISHI, Gaia KOBAYASHI, Atsushi TAKUMA and Yuta KITAGAWA

4. 実験結果および検討

Table1のようにキャビテーションが発生しているときとしていない時の条件下で機械学習を行った.機械学習で訓練に用いたデータと実際のデータの数については以下のTable.1のようにした.その結果の一つとして流量が4.3L/minのとき特徴量の変化はFig.3のようになった.このように時間が経つにつれて緩やかに右斜めに変化する場合にキャビテーションが発生するグラフとなる.一方、キャビテーションが発生しない場合はFig.4のような値の変化が激しいものとなる。

Table.1 キャビテーションの発生の識別の機械学習の条件

流量 [L/min]	キャビテーション	データの種類	データ数
4.3mL	有	テスト	100
4.6mL		訓練	80
4.9mL		訓練	80
5.2mL		訓練	80
5.5mL		訓練	80
15mL	無	訓練	80
20mL		訓練	80
23mL		訓練	80
25mL		テスト	100
28mL		訓練	80

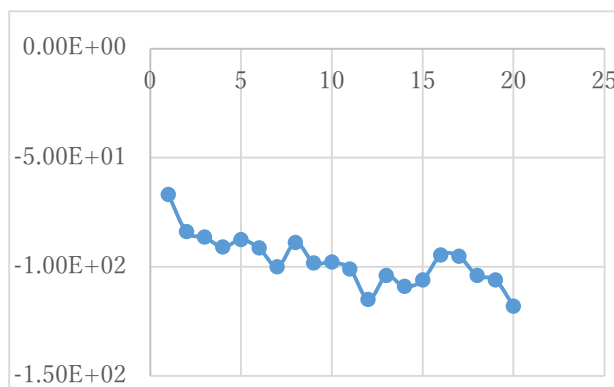


Fig.3 特徴量の変化 (流量 4.3L/min, 振動数 1000Hz)

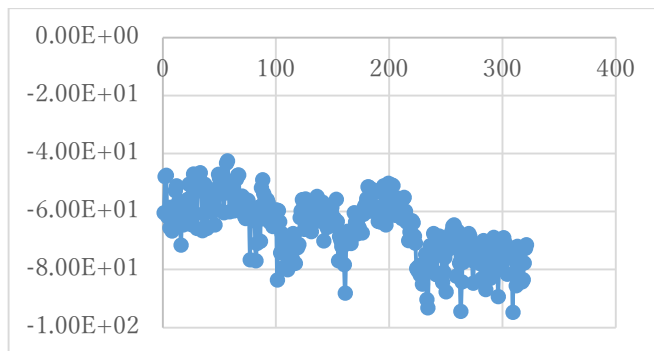


Fig.4 キャビテーション未発生時の特徴量の変化(流量 15mL)

5. まとめ

振動データを機械学習にかけることでキャビテーションが発生している状態かしていない状態なのかが識別できた.この機械学習を応用することで流体機械の内部で発生しているキャビテーションを把握できると考えられる.同様にしてキャビテーションの発生量を振動データから予測することで、流体機械の寿命を少しでも延ばすことに運用することが期待できる.さらにこの研究の発展として、キャビテーションによって壊食した壁面の振動と、そうでない壁面の振動に機械学習を適用する研究が考えられる.流体機械の壁面の振動から壊食量及び寿命を予測し、保守メンテナンスに応用することにより、機器の連続運用を可能にすることができると考えられる.また、コストの削減にも貢献すると考えられる。

参考文献

- 1) 井上雅弘, 鎌田好久, 流体機械の基礎, コロナ社, (1989)
- 2) 加藤洋治, 新版 キャビテーション, (2016)
- 3) scikit-learn Machine Learning in Python, Classification, 2020, <https://scikit-learn.org/stable/modules/classes.html>
- 4) Michael Bowles, Pythonによる機械学習予測解析の必須テクニック