

Abstract

All the machines degrade over time, and the early detection of a machine component failure is necessary for most of modern devices. The water-based Electric Hydraulic Actuator (EHA), which has been designed for the use of multiple units, is advantageous in terms of environmental impacts. However, the pump in the water-based EHA is made of plastic materials, and it requires more attention to monitor the health of the pumps in real-time, because it can degrade even easier than pumps made of engineering materials. In this paper, the method to experimentally determine the threshold to make the decision of the pump fault using the residual is proposed, comparing pressure metrics of two identical healthy pumps. Residuals (1,225 sets) were processed by pressure data and integrated over time. In the results, 0.13795MPa was selected as the threshold, encompassing almost signal noises, and 77.87% among the 1,500 residual sets of the healthy-fault data were detected as faults.

연구 배경

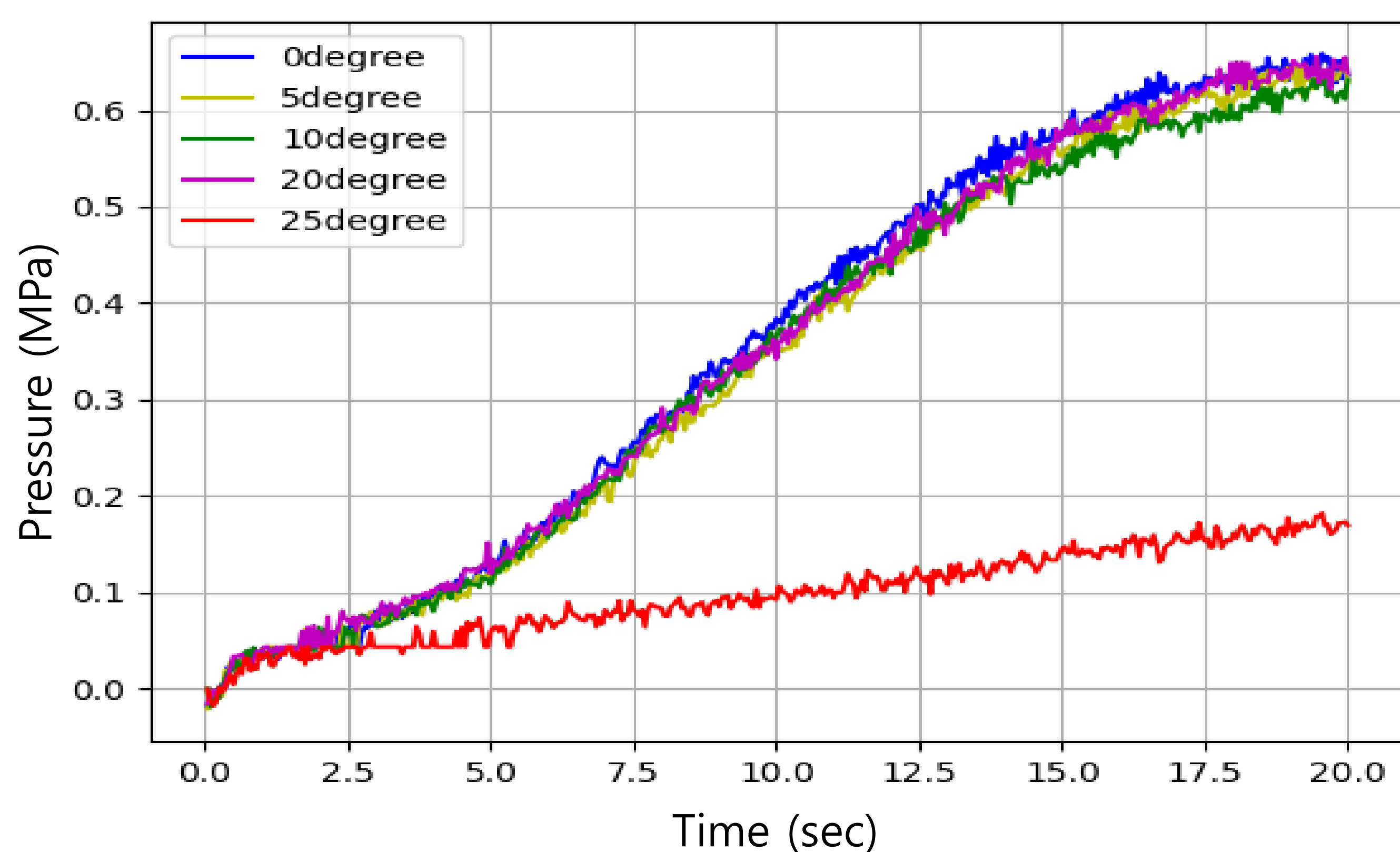
광유를 작동 유체로 하는 기존 펌프의 환경 오염 문제

물을 작동 유체로 하는 수압 펌프 제안

장기적 동작의 신뢰성 확보를 위한 실시간 고장탐지 필요

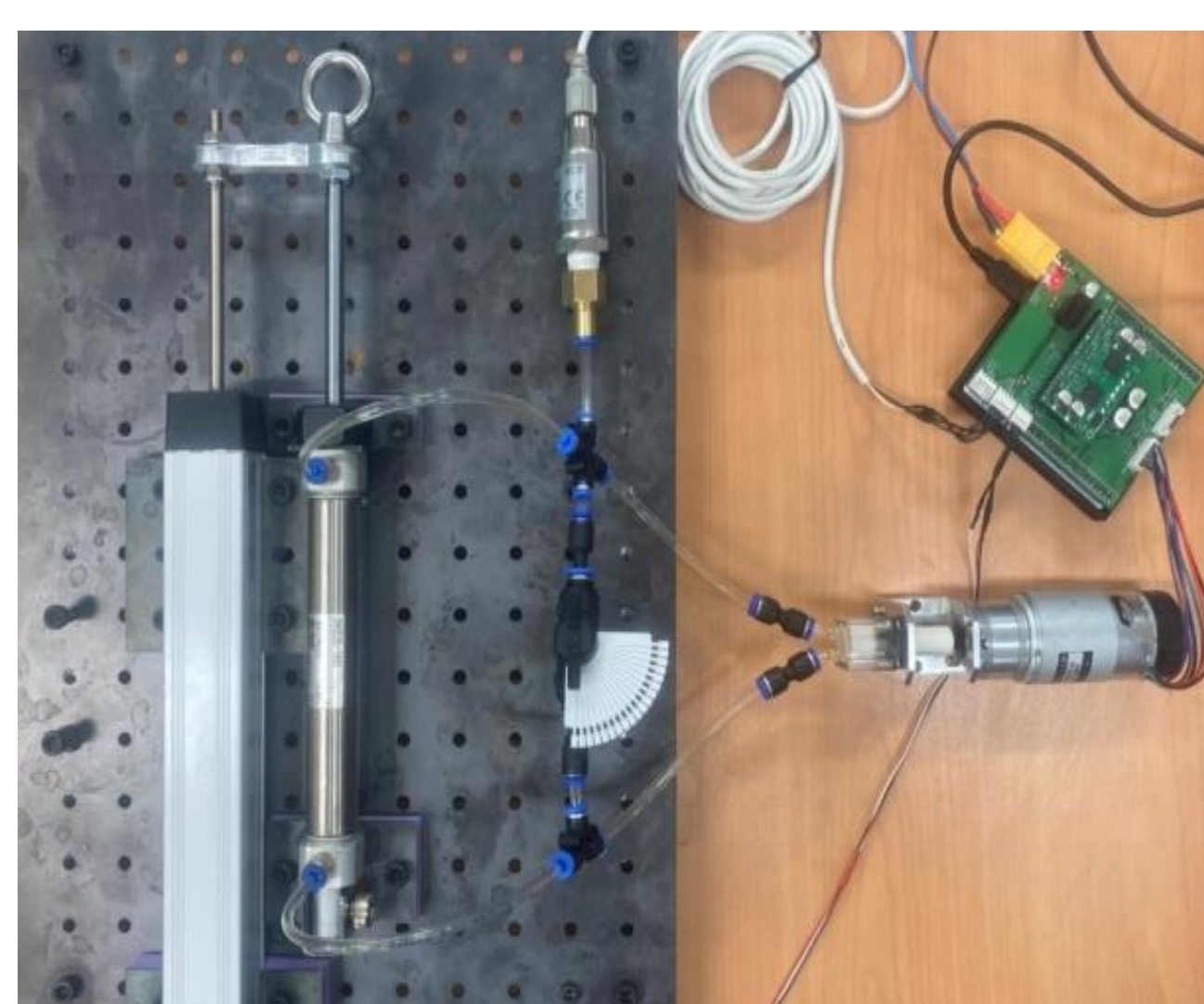
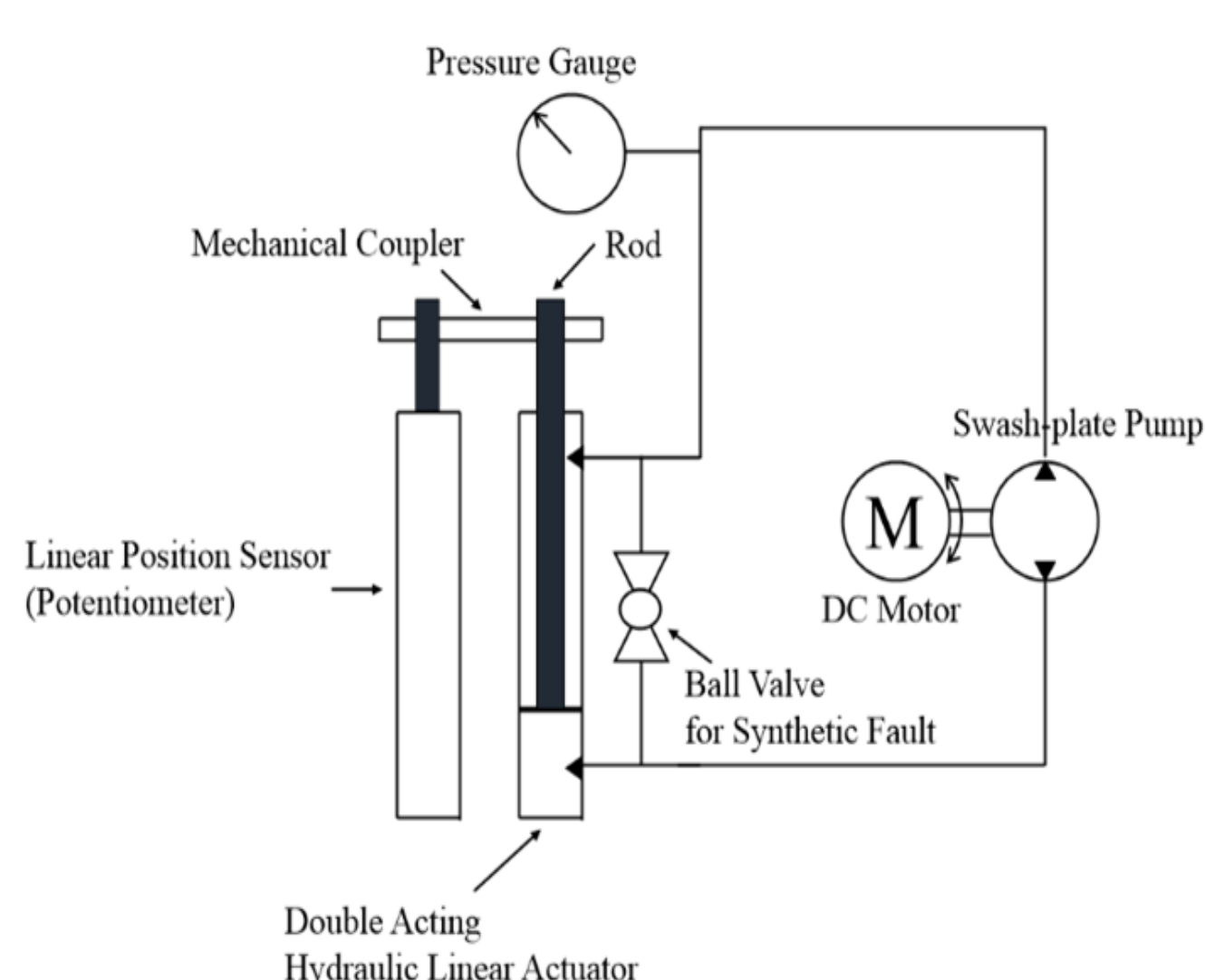
물과 반응성이 작고, 내구성이 약한 플라스틱 설계

유량에 따른 압력 변화



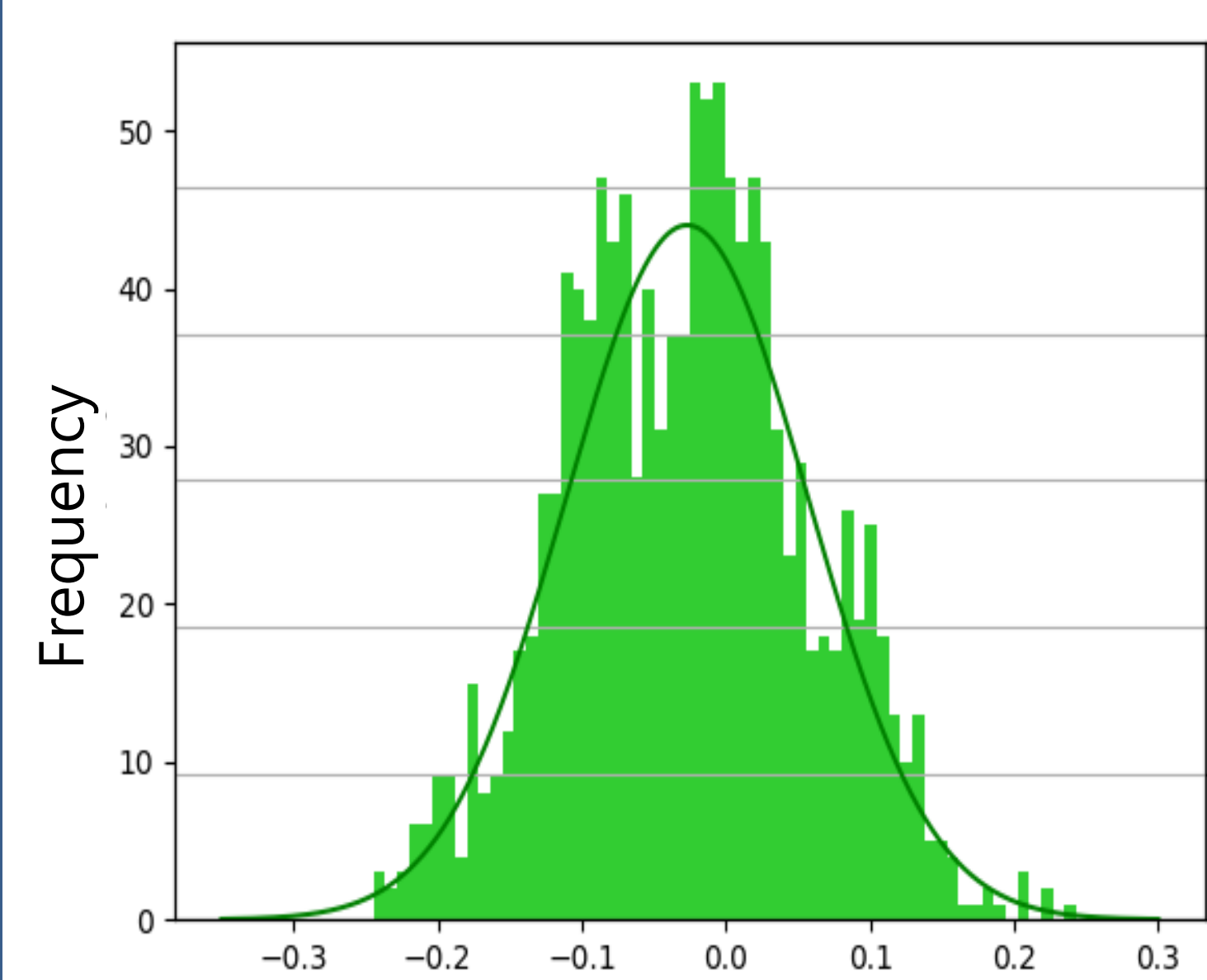
- 볼 밸브 개방 각도를 통한 유량 손실 모사
- 단일 펌프 기준 압력 변화 그래프
- 초기 고장 검출을 위해 0도 개방 5도 개방 데이터 활용

실험 설계



1. 볼 밸브가 닫혀 있을 때를 건전(health)상태, 5° 열린 상태를 고장(fault)로 정의하고 변화를 관찰
2. 실험적 역치 선정을 위해 수 차례 동일 실험 반복

역치 선정



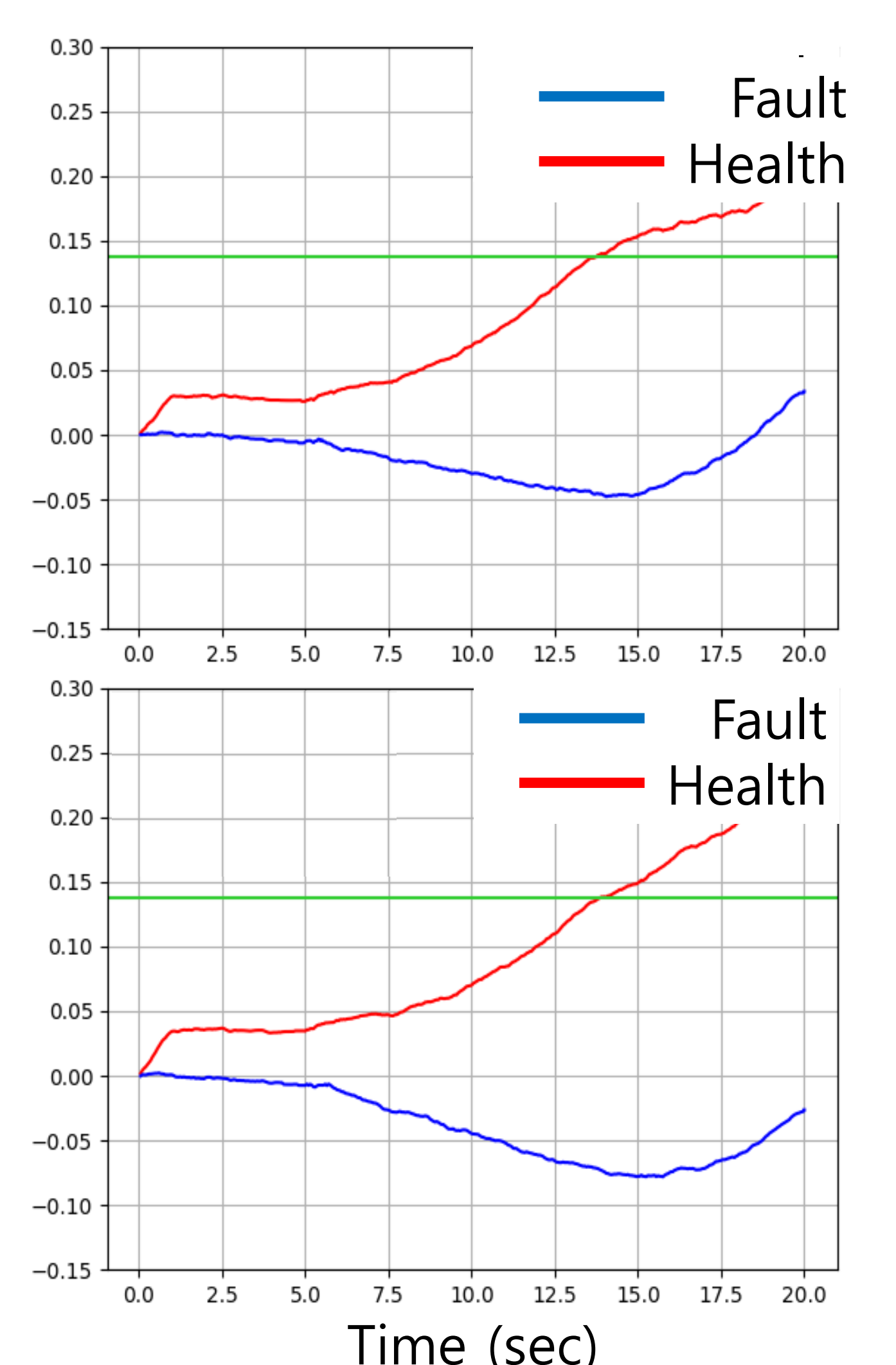
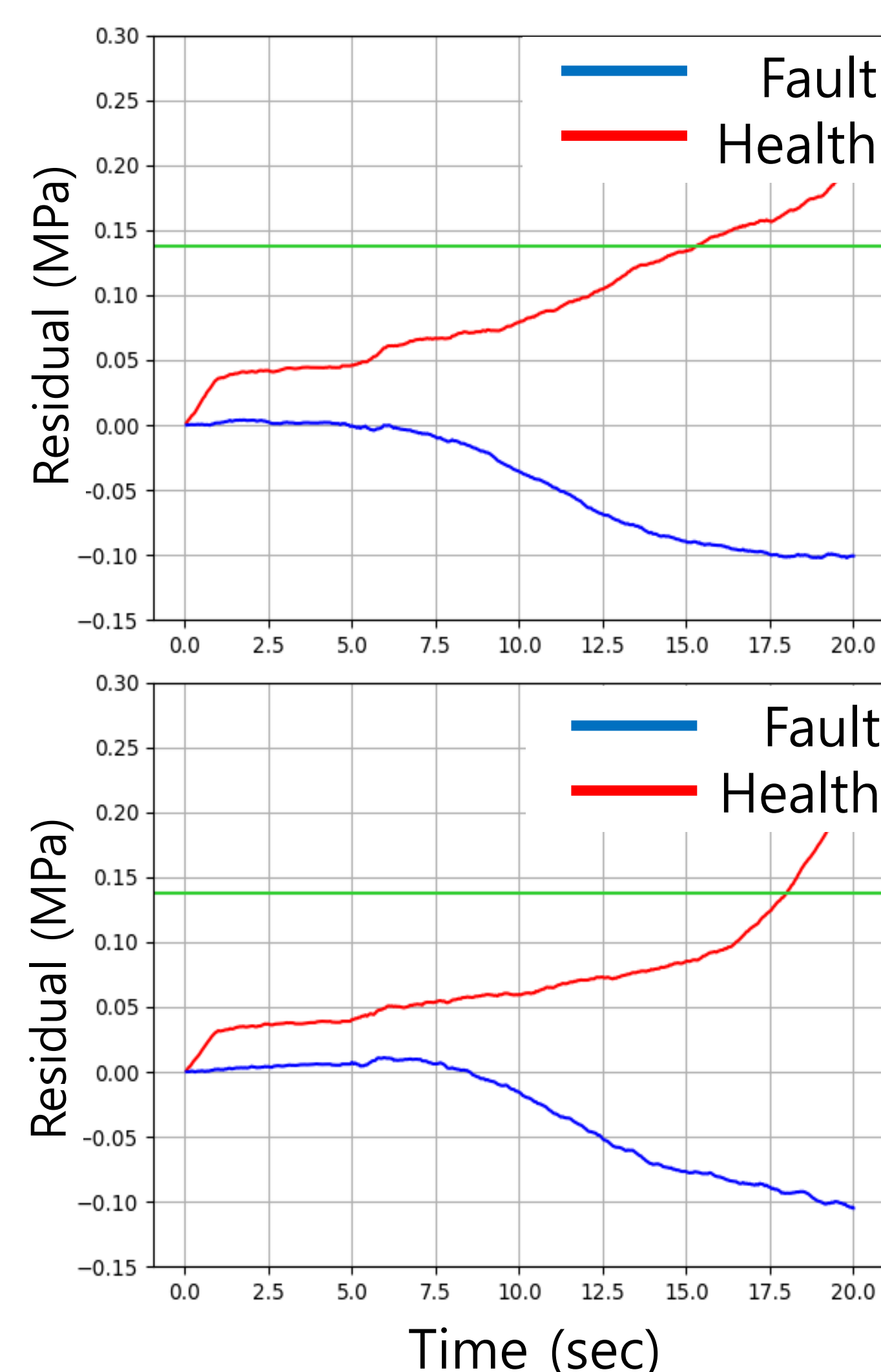
	값(MPa)
평균 μ	-0.02689
표준 편차 σ	0.08410
역치 값 L	0.13795

- 하드웨어 중복성을 이용하여 펌프 압력 잔차(Residual) 유도
- 잔차 데이터를 정규분포로 모델화
- 신뢰구간을 선정하고 벗어나는 지점을 역치 값 L 로 선정

$$L = \mu + Z_{0.025} * \sigma$$

역치 값 계산 식
 $Z_{0.025} = 1.96$

실험 결과



- 선정된 역치 값 L (녹색선)로 13~18 초경 고장 검출 가능
- 1500개 건전-고장 조합세트에 77.87% 긍정 사실 확률로 탐지

결론

- 압력 데이터를 통한 고장 탐지 가능
- 실험적으로 선정한 역치 값으로 77.87% 확률로 탐지 가능
- 향후 성능을 개선하기 위한 연구를 진행할 것이고, 또 인공지능을 시스템에 접목하여 새로운 고장 탐지 시스템을 제시할 것이다.