

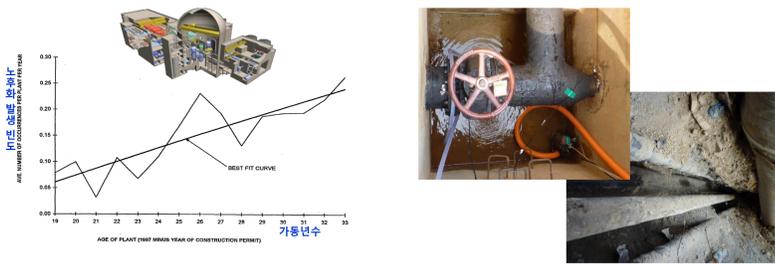
A Study on Unsupervised Learning-Based Autoencoder Model for Leakage Detection in Plant Piping Systems

SuJin Park¹, JaeHyeon Kim¹, DoYeob Yeo², JongHyuk Lee¹, and Ji-Hoon Bae¹

Daegu Catholic Univ¹, Korea Atomic Energy Research Institute²

Introduction

- 발전소 및 플랜트 설비들은 운영 초기에 구축되어 현재까지 사용되고 있기 때문에, 운영 기간 증가로 인한 노후화 발생 문제를 겪고 있다.
- 이는 배관 부식으로 이어지며, 배관 부식은 인명 피해 및 환경 오염 등과 같은 사회적, 경제적 문제를 초래한다.
- 그렇기에 배관 누출은 초기에 잡는 것이 중요하며, 이를 위한 방법이 고안되고 있다.
- 기존에는 누출 탐지를 위하여 다양한 신호 처리 기법을 사용하였는데, 이는 데이터 수집 환경에 소음이 존재하는 경우, 미세 누출을 정확하게 식별하는 데 어려움이 있으며, 원격 상시 모니터링이 불가능하기에 초기 누출 탐지에 한계가 존재한다.
- 따라서, 본 연구에서는 배관 부식 문제 해결을 위한 방법으로 딥러닝 기술을 이용한 비지도 학습 방식의 누출 탐지 모델을 제안한다.



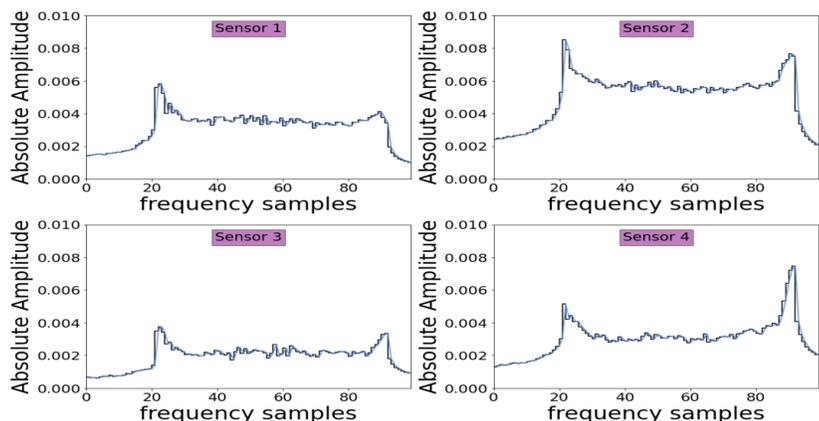
Methods

- 본 연구에서는 4개의 마이크로폰 음향 센서로부터 수집된 정상 및 누출 상태의 시계열 데이터를 사용하였다.

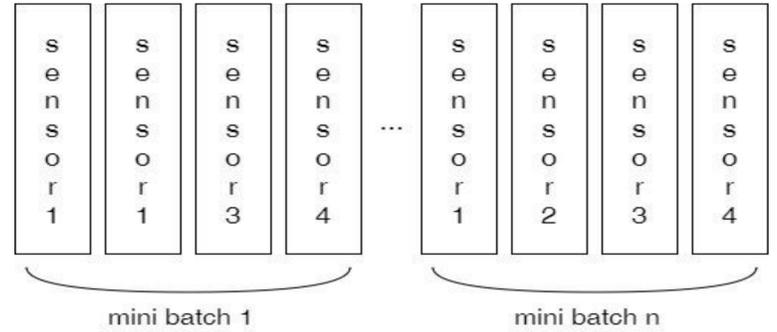


- 본 연구는 학습을 위한 데이터 구성을 얻기 위해 다음과 같은 전처리를 진행하였다.

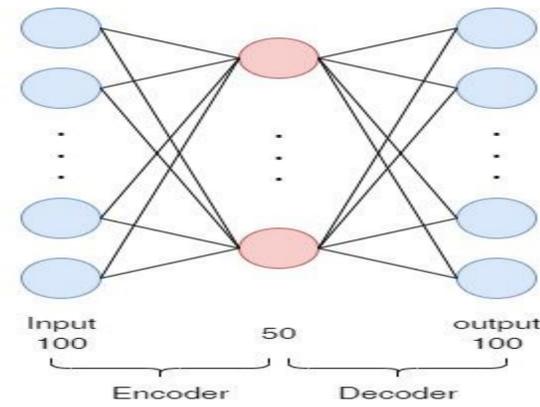
- 고속 푸리에 변환 적용하여 시계열 데이터에서 주파수 영역 정보를 추출
- 모델 훈련 시간과 계산량을 최적화 하기 위하여, 변환된 데이터 샘플에서 구간별 평균값을 추출하여 100개의 데이터 샘플을 추출



- 변환된 센서 1~4의 100개의 데이터 샘플을 미니 배치 단위로 그룹화하여 구성



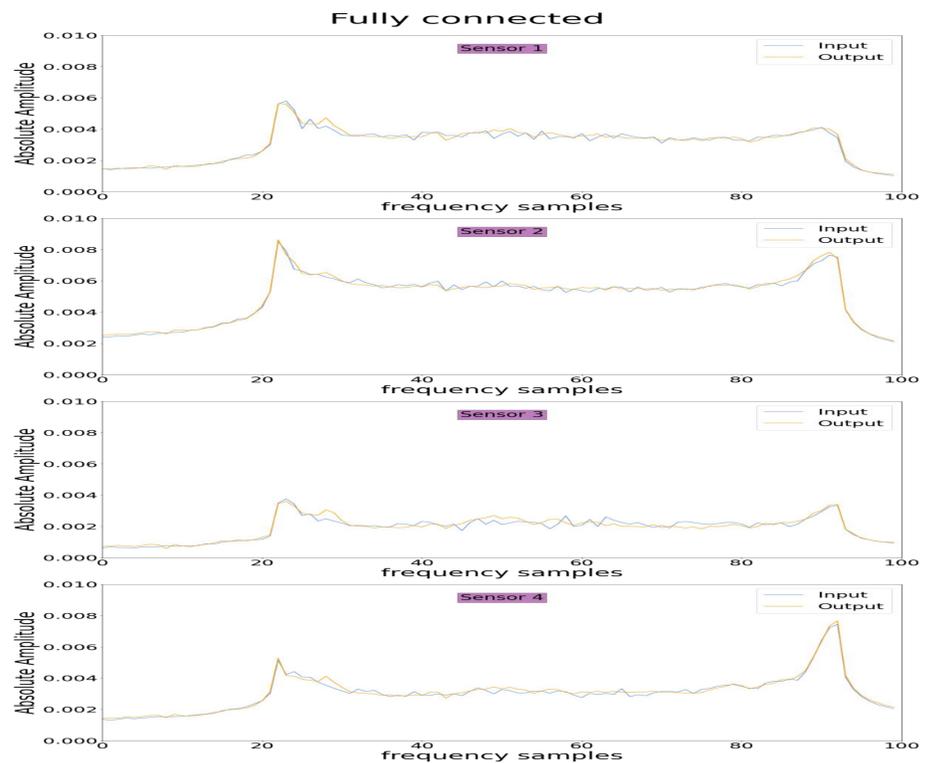
- 본 연구에서는 전처리 완료된 학습 데이터를 이용하여 은닉층이 한 개인 완전 연결 신경망 구조 기반 오토인코더 모델을 학습한다.



- 학습된 모델에서의 정상 데이터의 재구성 오차를 구하여 그의 평균과 표준편차의 합을 임계값을 지정하여, 계산된 임계값을 기준으로 임계값보다 값이 크면 누출, 작으면 정상으로 판별한다.

Result

- 정상 데이터만을 이용하여 모델을 학습한 결과, 입력 신호에 대한 복원 성능 MAE(Mean Absolute Error) 결과 값이 $1.2638e-4$ 이 나왔으며, 정상 데이터의 재구성 오차를 이용하여 임계값을 기준으로 누출 판별을 진행한 결과, 누출 판별 정확도 99%의 결과를 얻음.



Conclusion

- 본 논문은 플랜트 배관계 누출 탐지를 위해 비지도 학습 기반 완전 연결 신경망 구조 기반 오토인코더 모델을 누출 탐지 모델로 제안
- MAE 성능 $1.2638e-4$, 누출 판별 정확도 99%로 높은 신호 복원 성능 및 누출 감지 성능을 보임.