

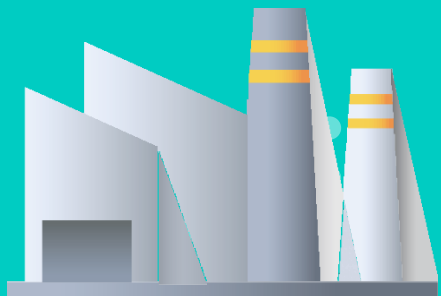
# A Study on an Adaptable Deep Learning Algorithm for Dynamic Environments using CycleGAN

여도엽\*, 이현석\*\*

\*한국원자력연구원 기기안전진단연구부

\*\*대구경북첨단의료산업진흥재단

2024. 5. 10.



# CONTENTS



- |01 인공지능 학습을 위한 데이터 생성
- |02 CycleGAN 기반 환경적응형 인공지능 모델
- |03 결론

# 01

## 인공지능 학습을 위한 데이터 생성의 필요성



# 인공지능 학습을 위한 데이터 생성



## 인공지능

데이터의 부재

환경의 변화

예외 상황 발생

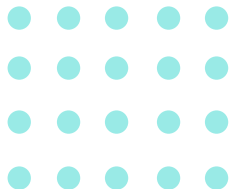
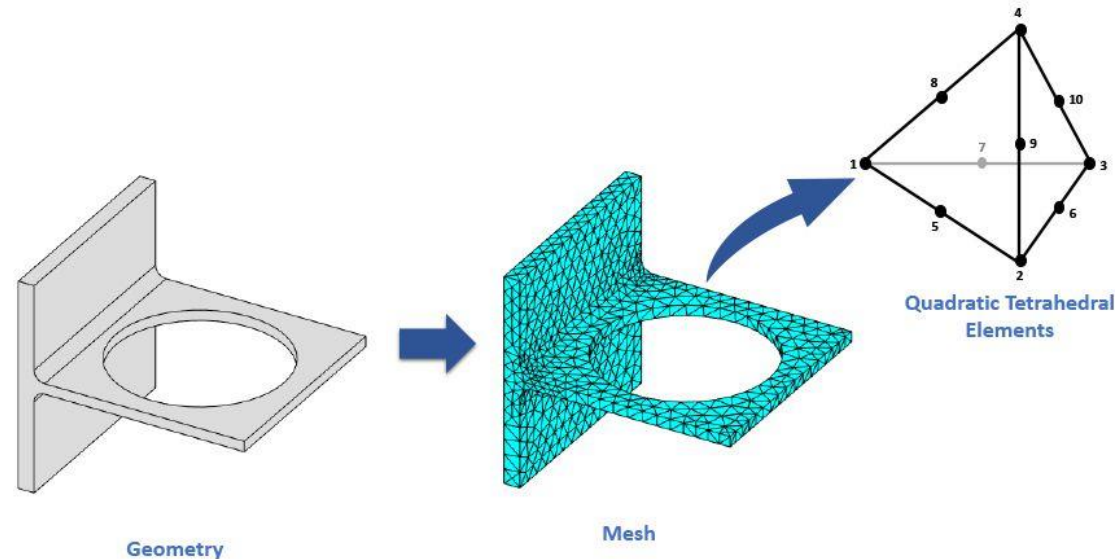
데이터 생성에 대한

지속적인 연구 필요

# 인공지능 학습을 위한 데이터 생성

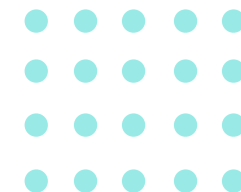
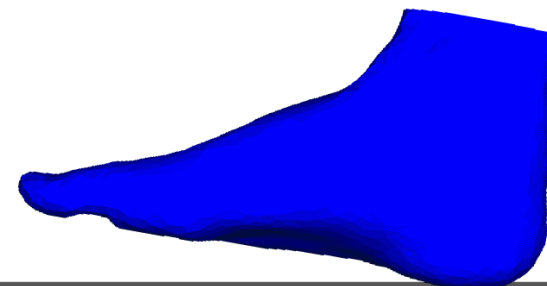
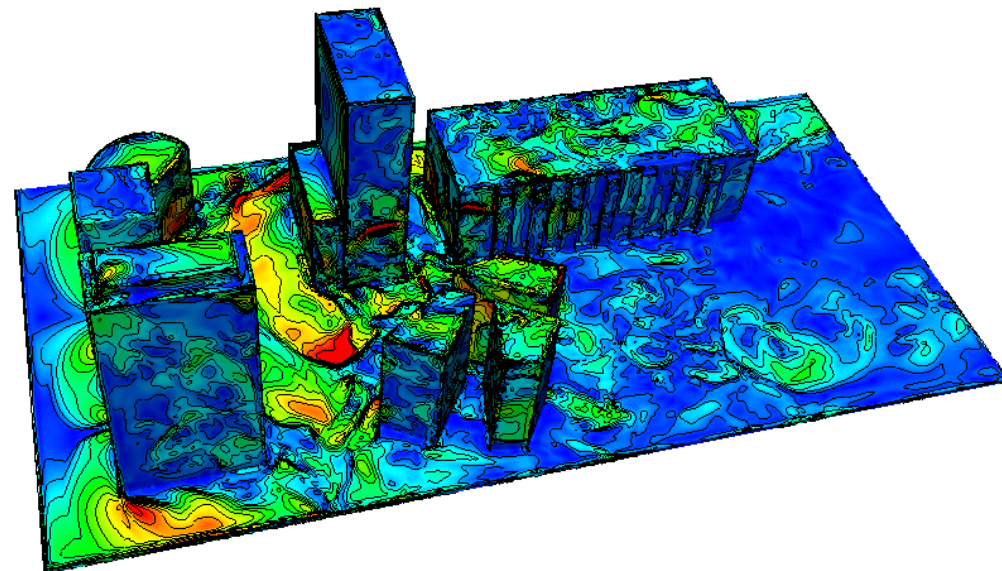
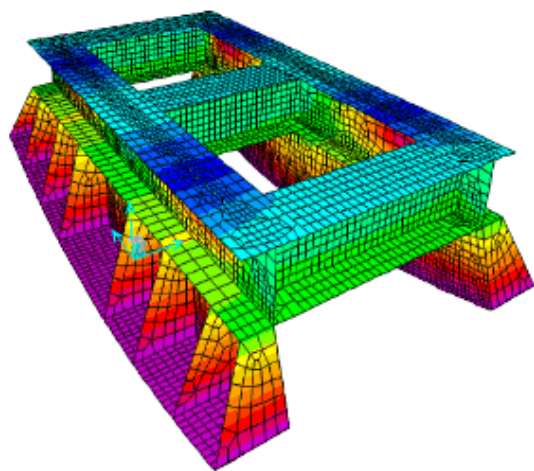
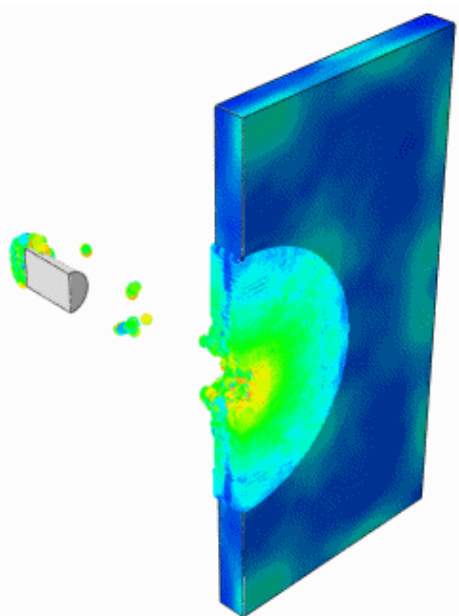
## □ 데이터 시뮬레이션

- 일반적으로, 유한요소해석기법 (Finite Element Analysis, FEA) 사용
- 배관의 진동 모사, 유체의 유동 모사 등



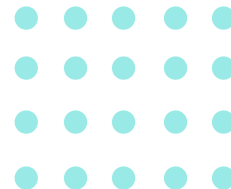
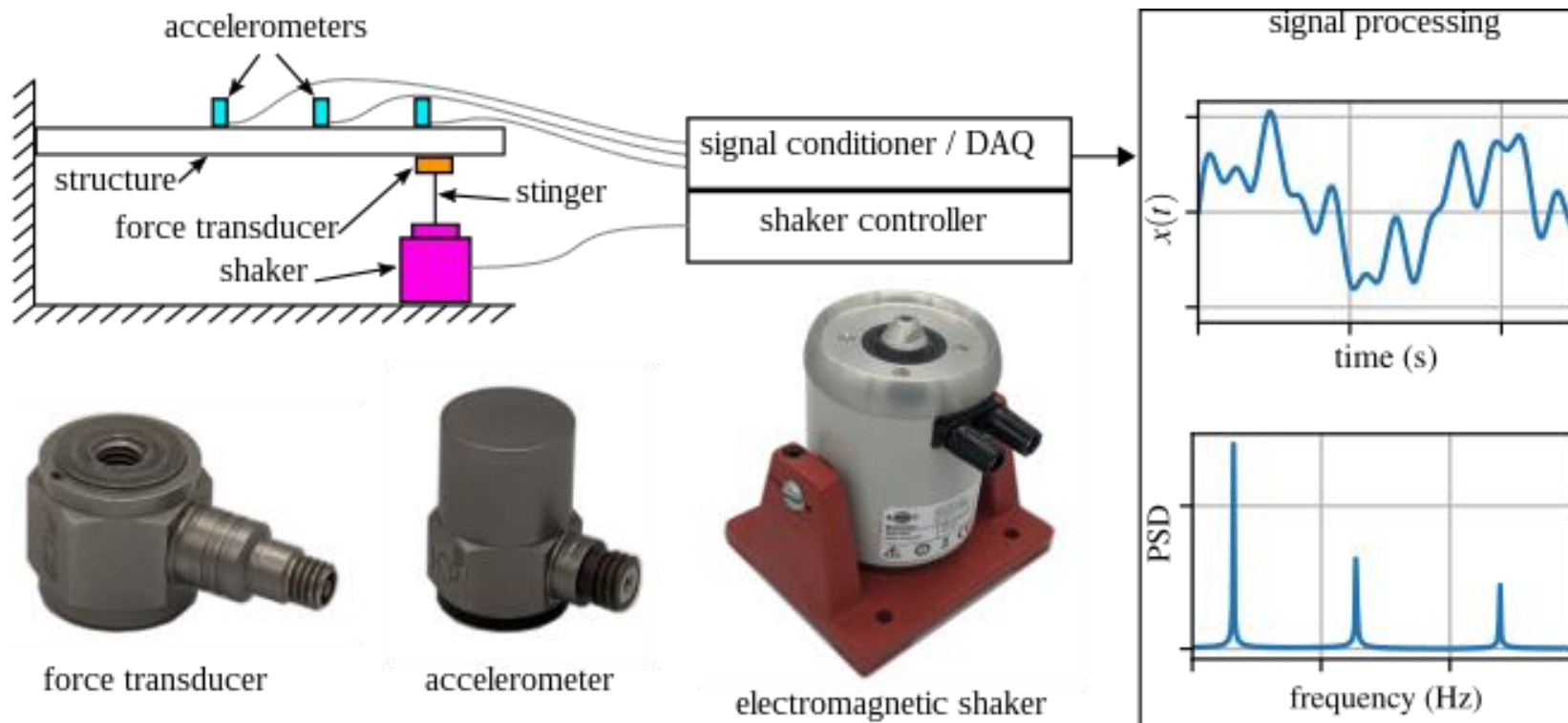
# 인공지능 학습을 위한 데이터 생성

## □ 유한 요소 해석 모델



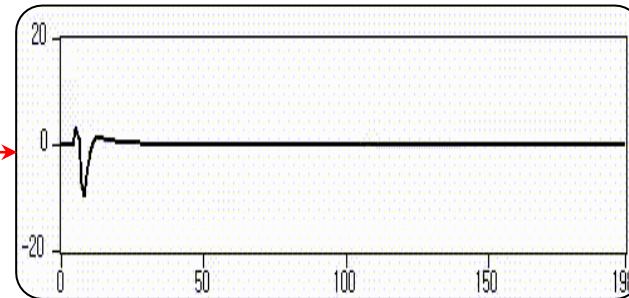
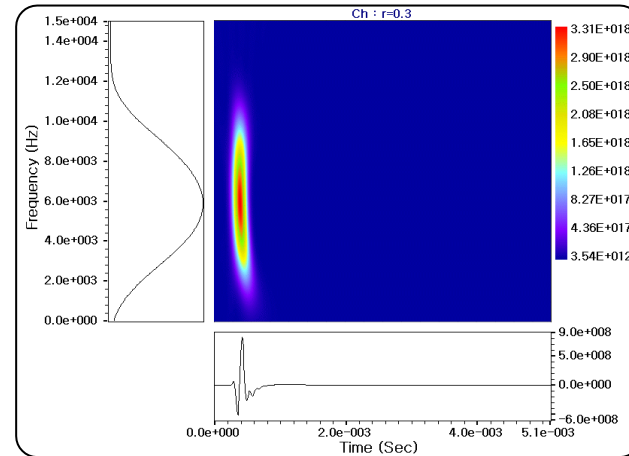
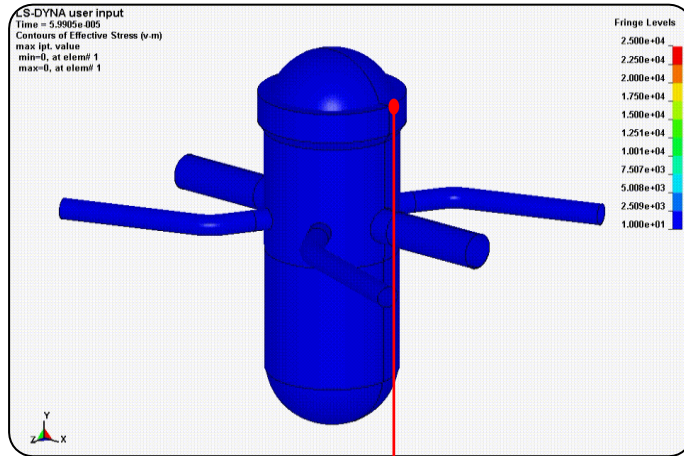
# 인공지능 학습을 위한 데이터 생성

- 가속도계 센서 시계열 데이터 생성 (해석 모델)
  - 모드 해석을 통한 유한 요소 해석 모델 개발



# 인공지능 학습을 위한 데이터 생성

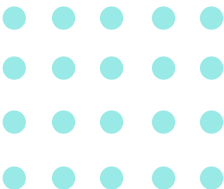
- 가속도계 센서 시계열 데이터 생성 (해석 모델)
  - 모드 해석을 통한 유한 요소 해석 모델 개발





# 인공지능 학습을 위한 데이터 생성

- 가속도계 센서 시계열 데이터 생성 (해석 모델)
  - 모드 해석을 통한 유한 요소 해석 모델 개발
    - 모드 해석 시 인적 오차에 따른 영향이 큼
      - 전문가 필요
    - 유한 요소 해석 모델을 정확하게 만들기 위해서는 엄청난 시간, 노력 필요
    - 유한 요소 해석 모델을 통해 데이터 생성을 해내는데 시간이 많이 소요됨
- 해석 모델이나 시뮬레이터로 모사하기 힘든 데이터도 존재
- 데이터 기반의 데이터 생성 모델이 필요



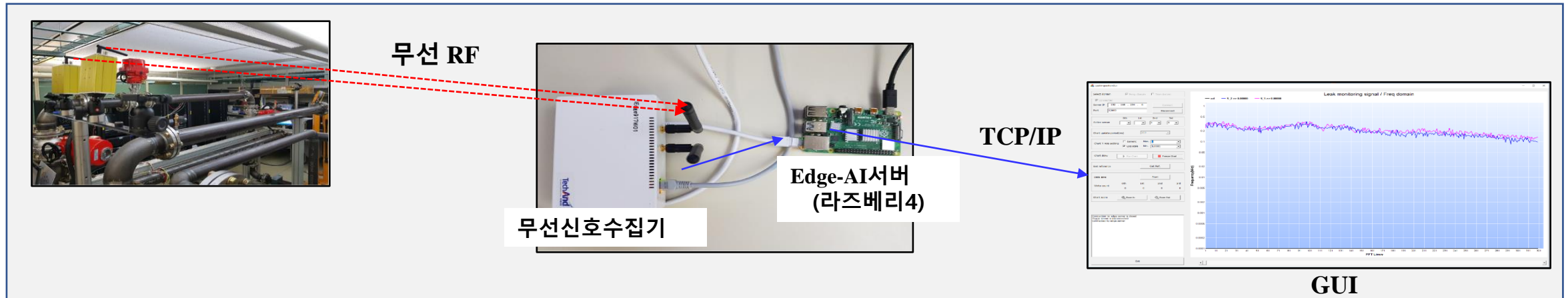
# 02

## CycleGAN 기반 환경적응형 인공지능 모델



# 환경적응형 인공지능 모델

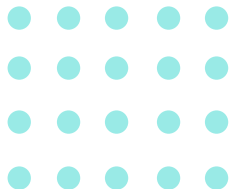
- 환경적응형 인공지능 모델의 필요성
  - 배관 누출 감시를 위한 초음파 신호 취득 장치



플랜트 배관 누출 테스트베드 A



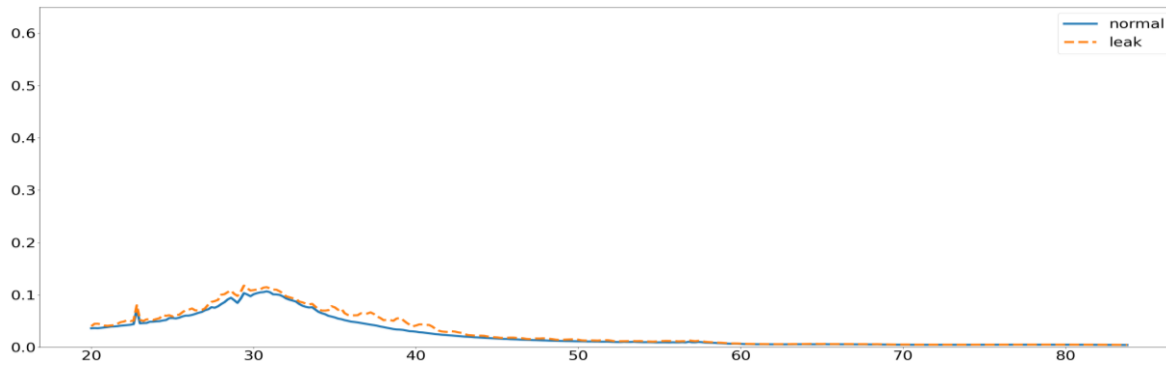
플랜트 배관 누출 테스트베드 B



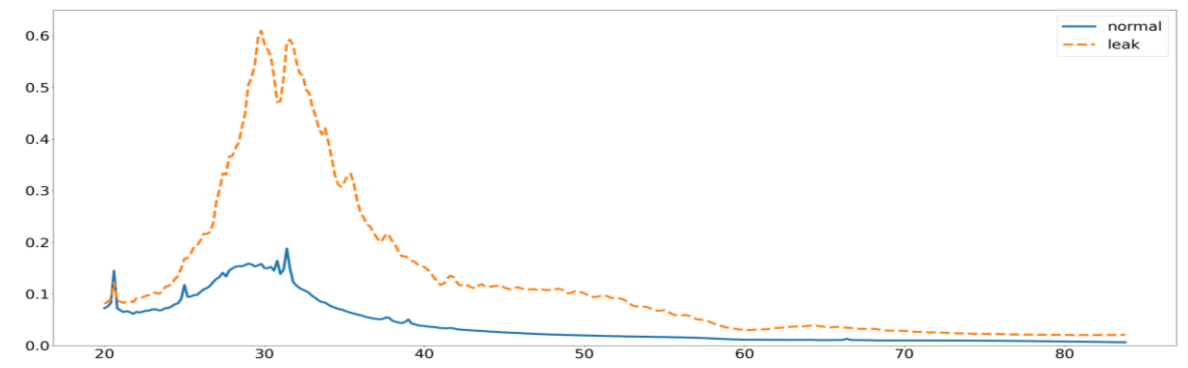
# 환경적응형 인공지능 모델

## ■ 환경적응형 인공지능 모델의 필요성

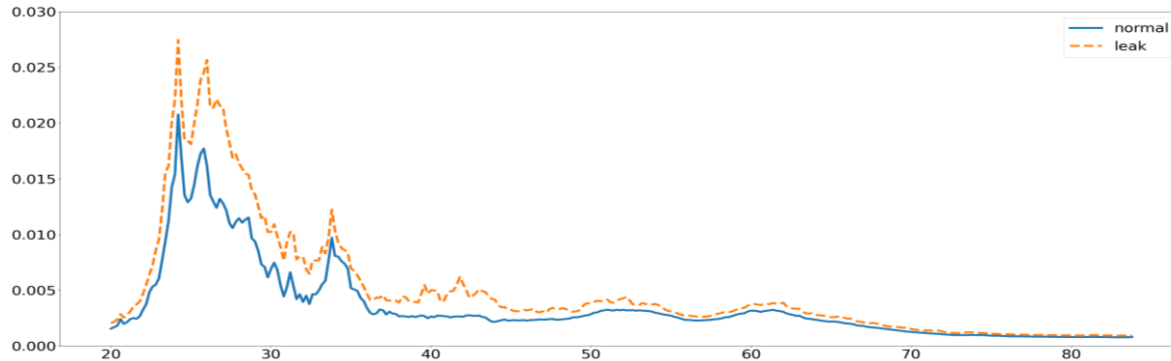
### □ 배관 누출 감시를 위한 초음파 신호 취득 결과



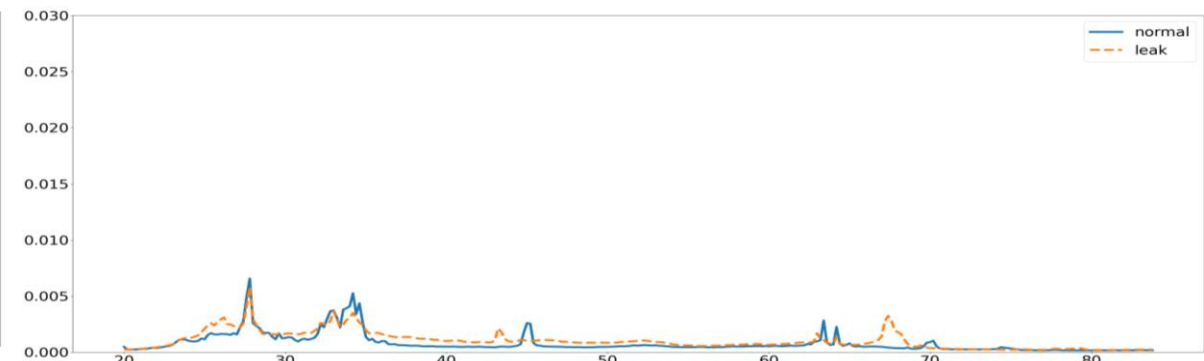
환경 A의 정상/누출 상태 신호의 평균값



환경 B의 정상/누출 상태 신호의 평균값



환경 C의 정상/누출 상태 신호의 평균값



환경 D의 누출/누출 상태 신호의 평균값

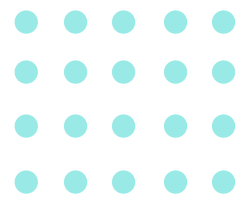
# 환경적응형 인공지능 모델

- 환경적응형 인공지능 모델의 필요성
  - 배관 누출 감시를 위한 초음파 신호 취득 후 딥러닝 모델 학습/추론 결과

Conventional Classifier

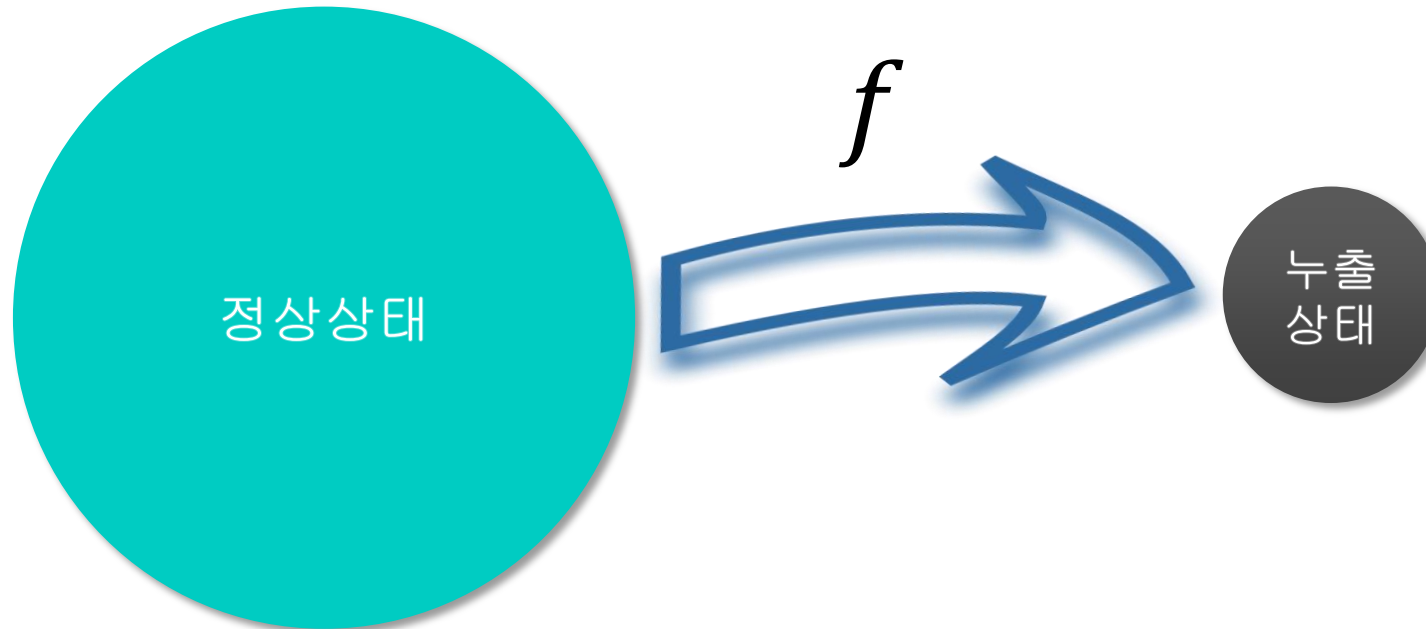
정확도 (%)

Training Inference	A	B	C	D
A	99.92	50.25	49.32	49.38
B	46.06	99.70	54.43	46.10
C	32.35	32.35	99.28	31.80
D	46.94	99.93	51.70	99.91



# 환경적응형 인공지능 모델

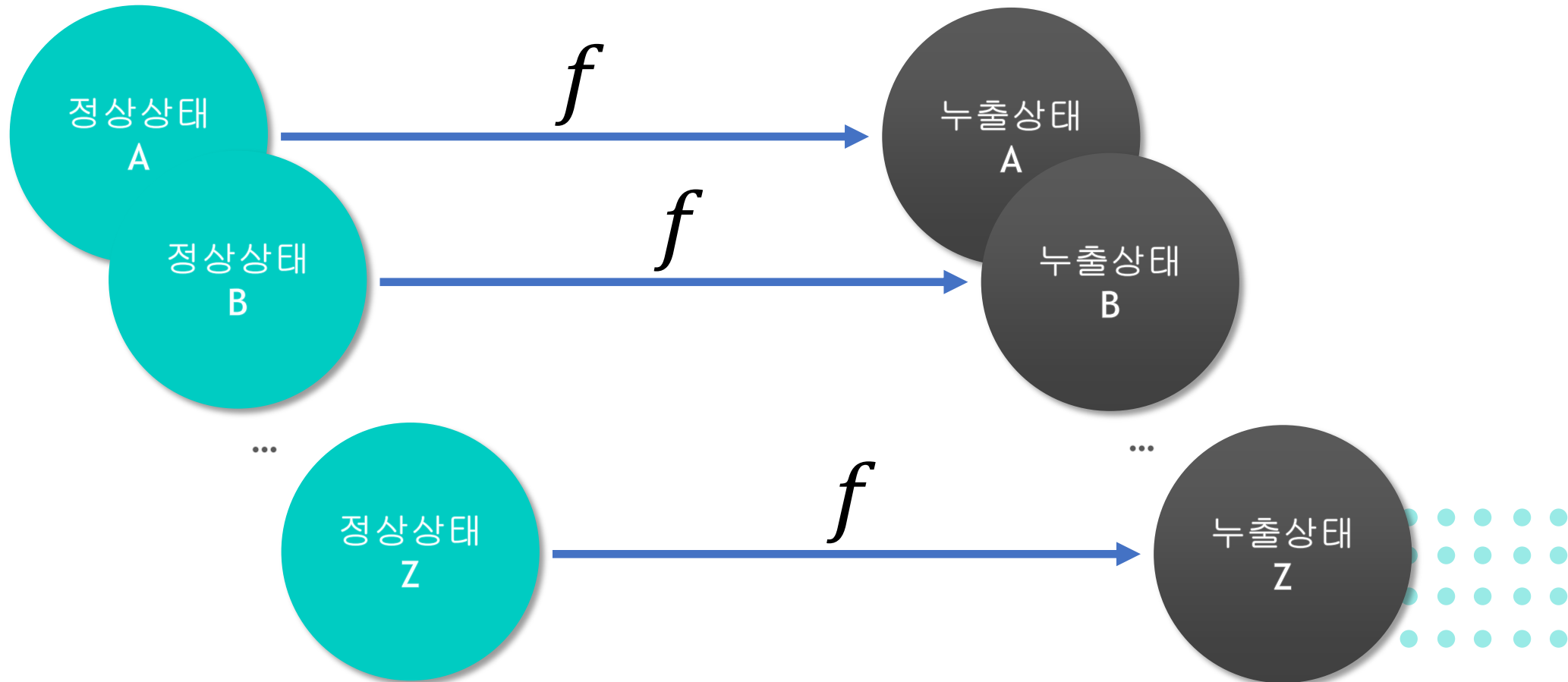
- CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델
  - 정상상태 데이터로부터 누출상태 데이터를 만들어낼 수 있지 않을까?
    - 변환 함수  $f$ 를 찾아보자
      - $f$ : 정상상태  $\rightarrow$  누출상태



# 환경적응형 인공지능 모델

- CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

- 정상상태 데이터로부터 누출상태 데이터를 만들어낼 수 있지 않을까?



# 환경적응형 인공지능 모델

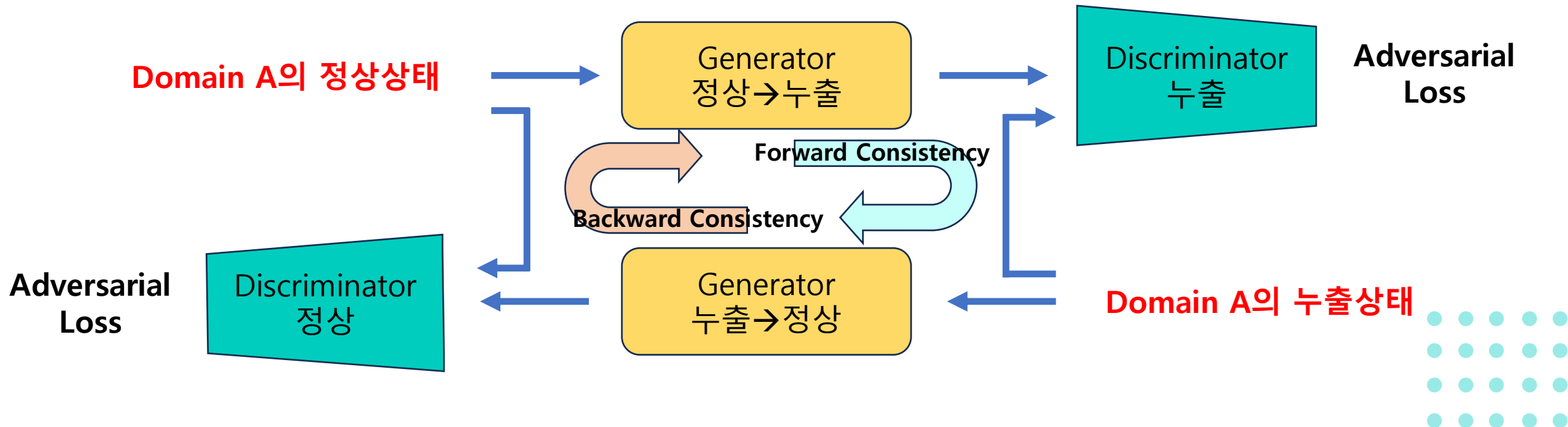
- 배관 누출 데이터 생성 (CycleGAN)
  - CycleGAN 기반의 시계열 데이터 생성
  - Cycle GAN: **Unpaired** Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks





# 환경적응형 인공지능 모델

- 배관 누출 데이터 생성 (CycleGAN)
  - CycleGAN 기반의 시계열 데이터 생성
  - Cycle GAN: **Unpaired** Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks

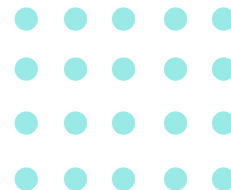
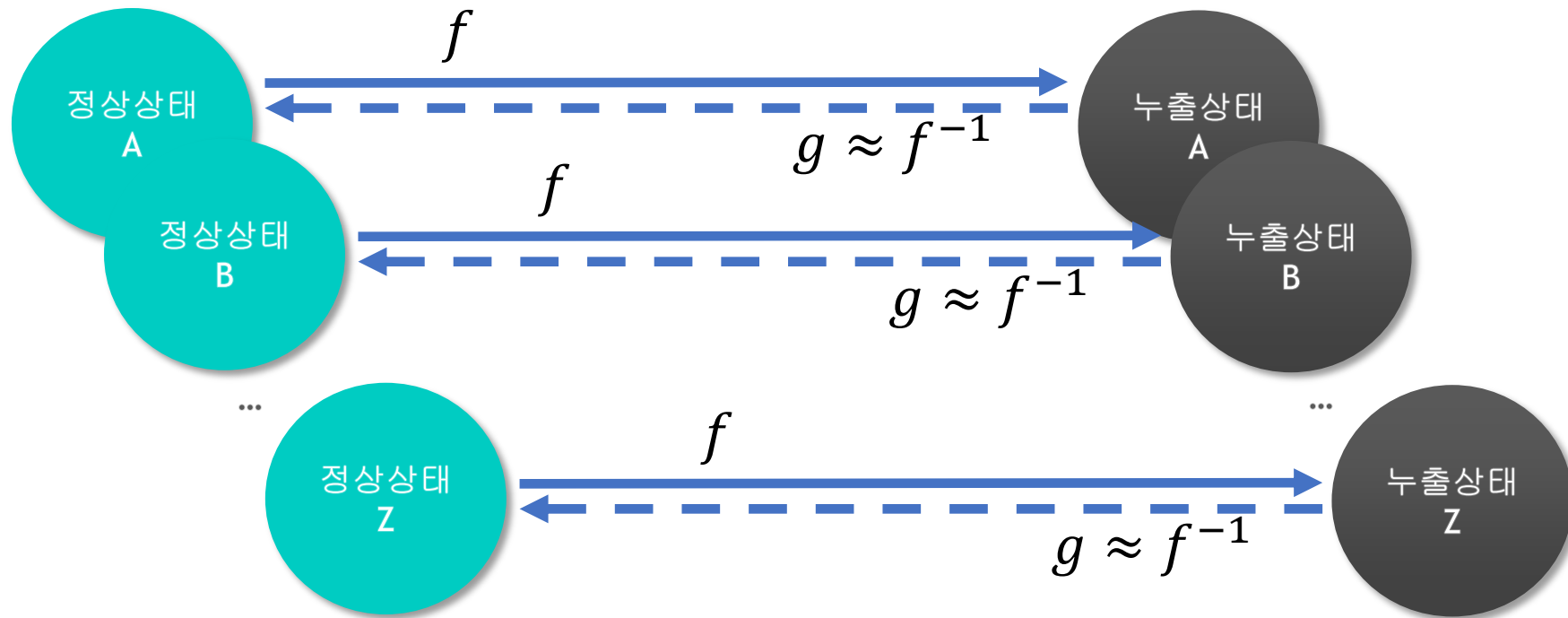


# 환경적응형 인공지능 모델

- CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

- 정상상태 데이터로부터 누출상태 데이터를 만들어낼 수 있지 않을까?

- CycleGAN 구조를 이용해서 변환함수  $f$ 를 찾아보자

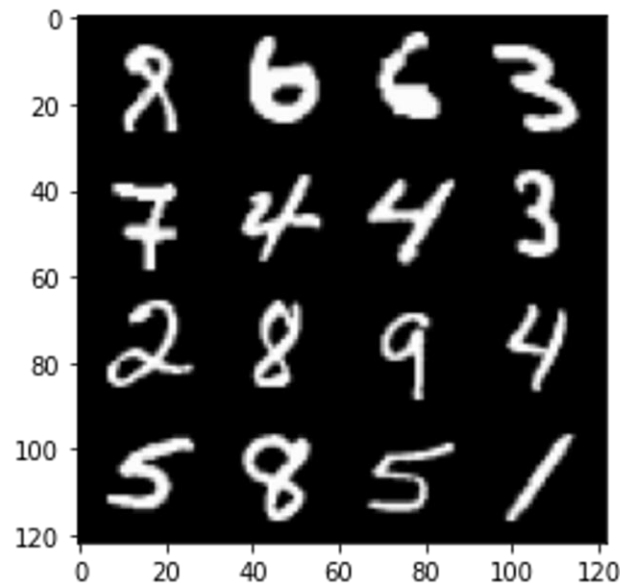


# 환경적응형 인공지능 모델

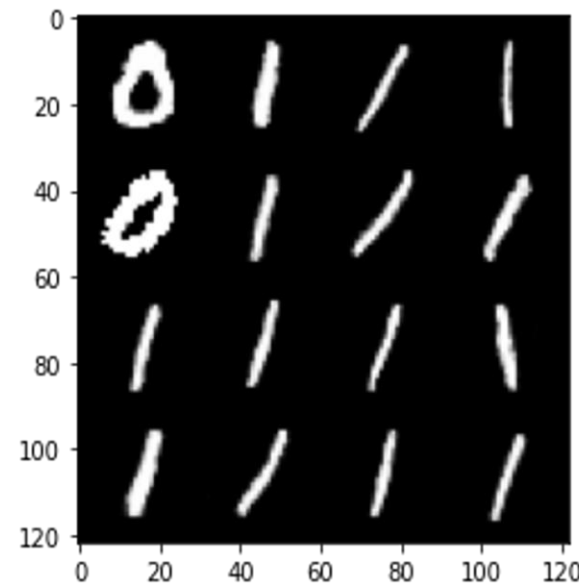
## ■ CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

### □ 문제점

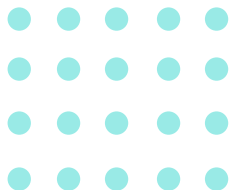
- GAN의 고질적인 문제: Mode Collapse
- CycleGAN에서는 Mode Collapse가 많이 발생하지 않는다고 하지만, 여전히 발생



Train Data Point



GAN Generated Data Point



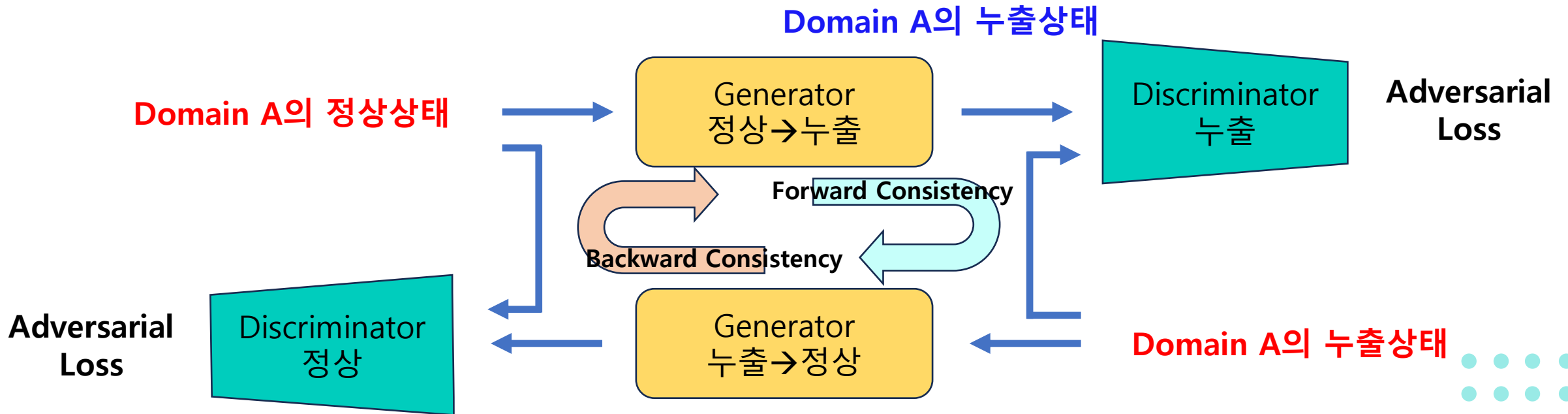
# 환경적응형 인공지능 모델

- CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

- 문제점

- GAN의 고질적인 문제: Mode Collapse

## 원하는 동작



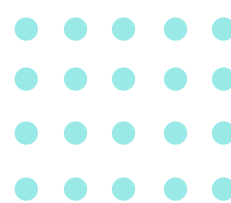
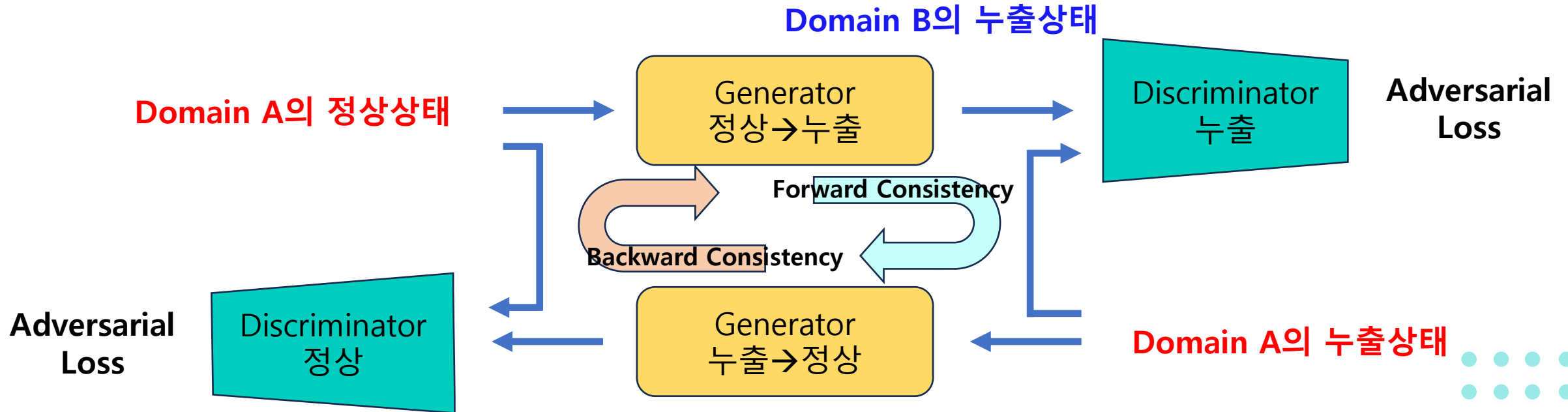
# 환경적응형 인공지능 모델

- CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

- 문제점

- GAN의 고질적인 문제: Mode Collapse

## 실제 동작

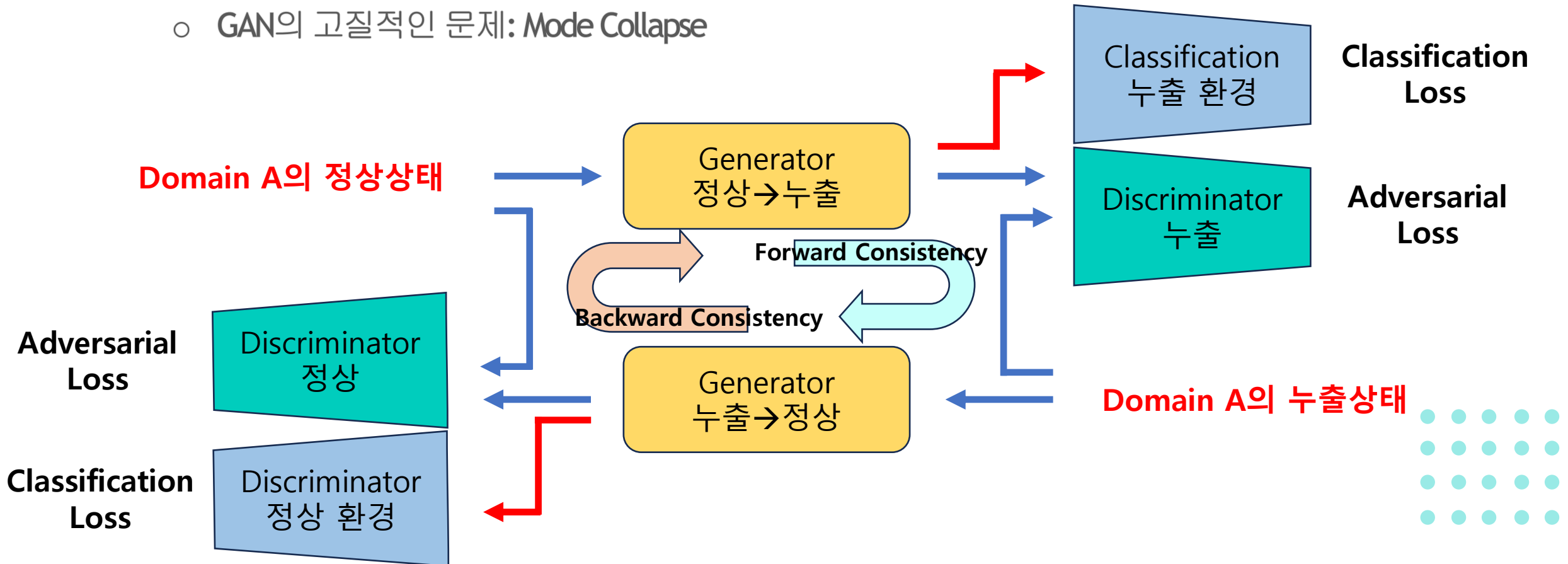


# 환경적응형 인공지능 모델

- CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

- 문제점

- GAN의 고질적인 문제: Mode Collapse



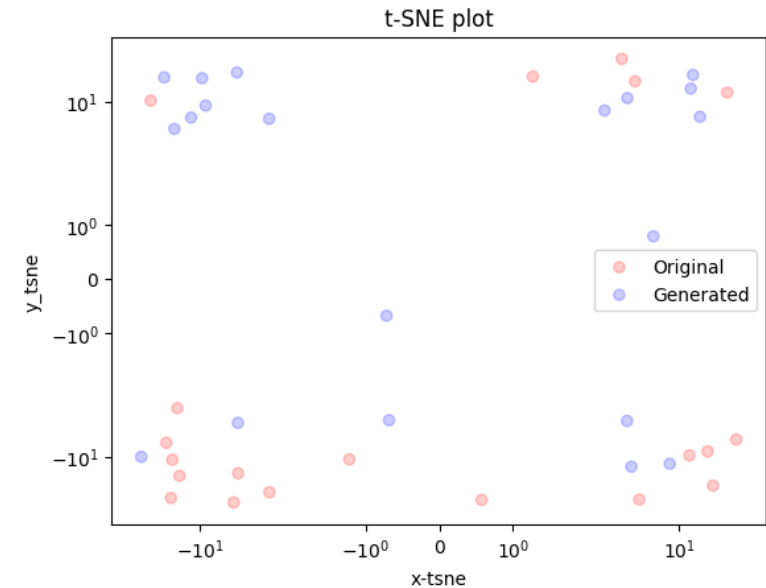
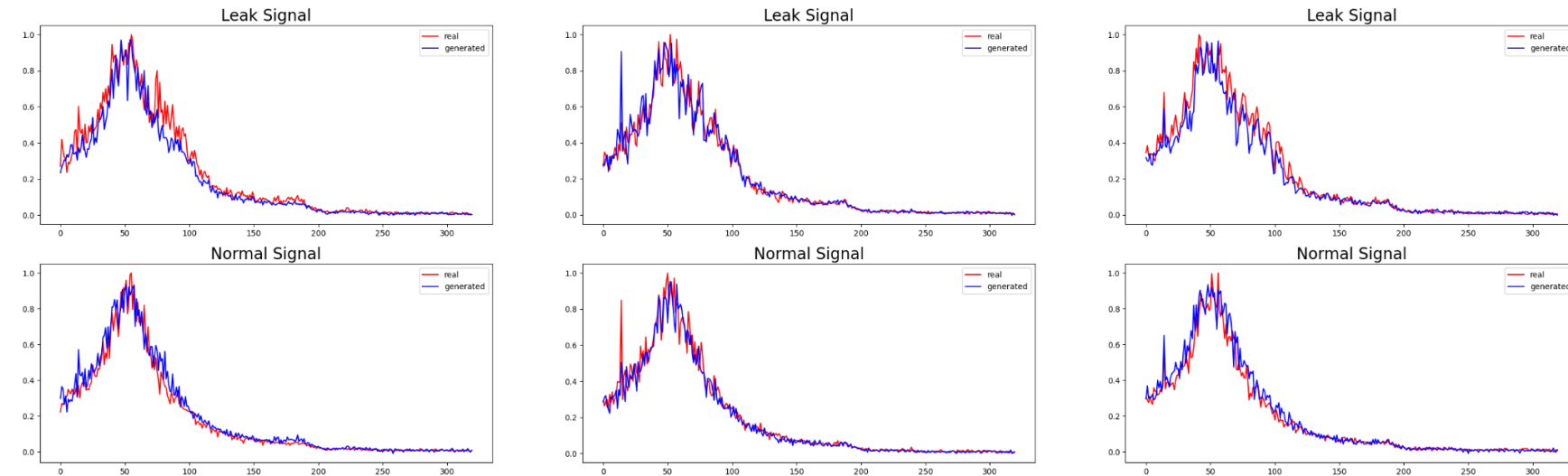
# 환경적응형 인공지능 모델

- CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

- 정상상태 데이터로부터 누출상태 데이터를 만들어낼 수 있지 않을까?

- CycleGAN 구조를 이용해서 변환함수  $f$ 를 찾아보자

학습에 사용한 데이터로부터 확인 (환경 A)



실제 누출상태 데이터와 ● ● ● ● ●  
 생성된 누출상태 데이터의 ● ● ● ● ●  
 t-SNE 시각화 결과 ● ● ● ● ●

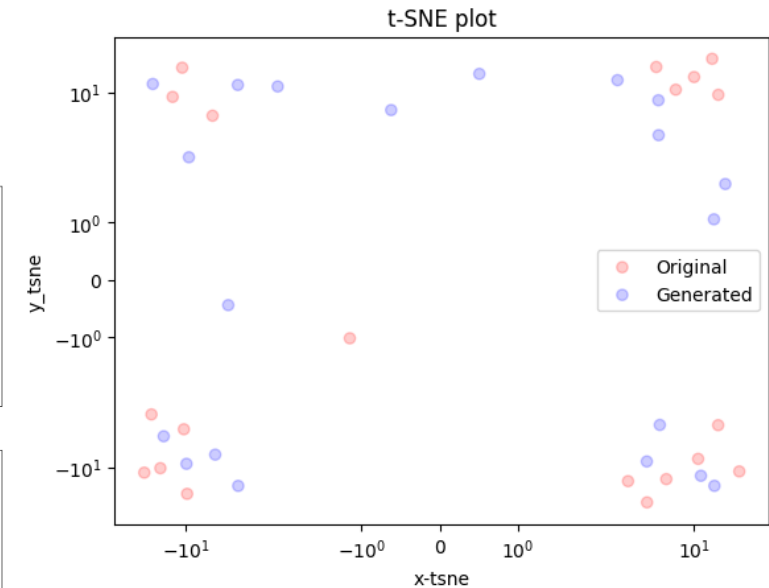
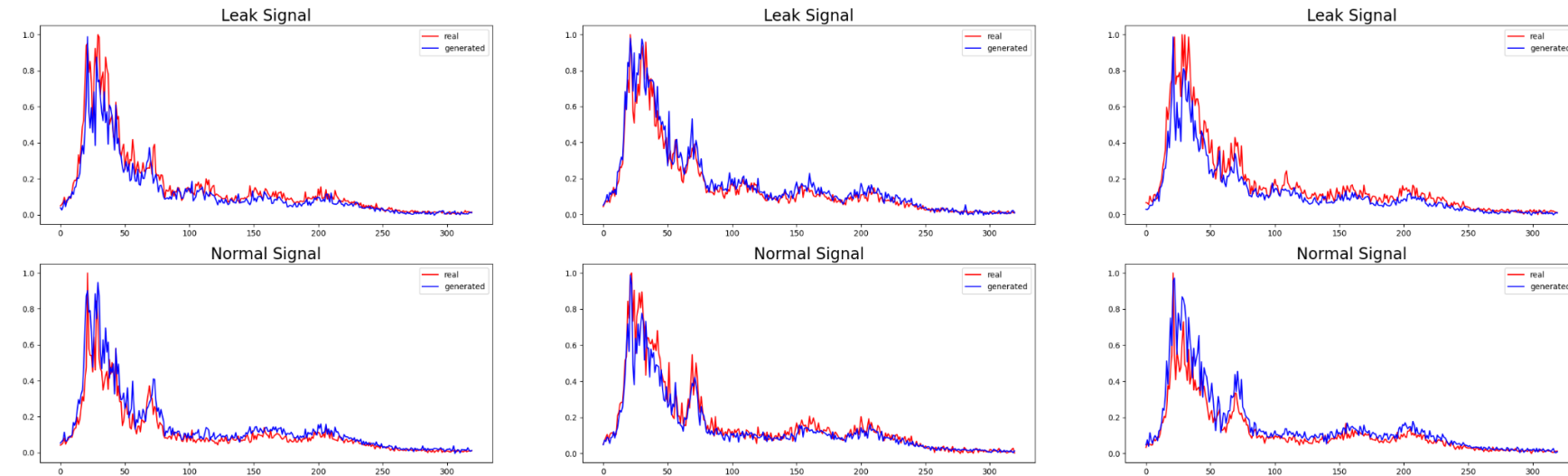
# 환경적응형 인공지능 모델

- CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

- 정상상태 데이터로부터 누출상태 데이터를 만들어낼 수 있지 않을까?

- CycleGAN 구조를 이용해서 변환함수  $f$ 를 찾아보자

학습에 사용한 데이터로부터 확인 (환경 C)



실제 누출상태 데이터와 ● ● ● ● ●  
 생성된 누출상태 데이터의 ● ● ● ● ●  
 t-SNE 시각화 결과 ● ● ● ● ●



# 환경적응형 인공지능 모델

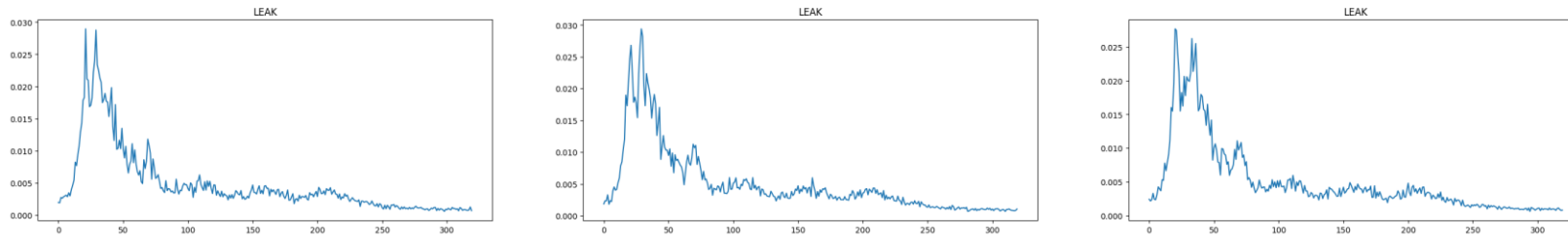
## ■ CycleGAN을 이용한 환경적응형 인공지능 모델

□ 정상상태 데이터로부터 누출상태 데이터를 만들어낼 수 있지 않을까?

○ CycleGAN 구조를 이용해서 변환함수  $f$ 를 찾아보자

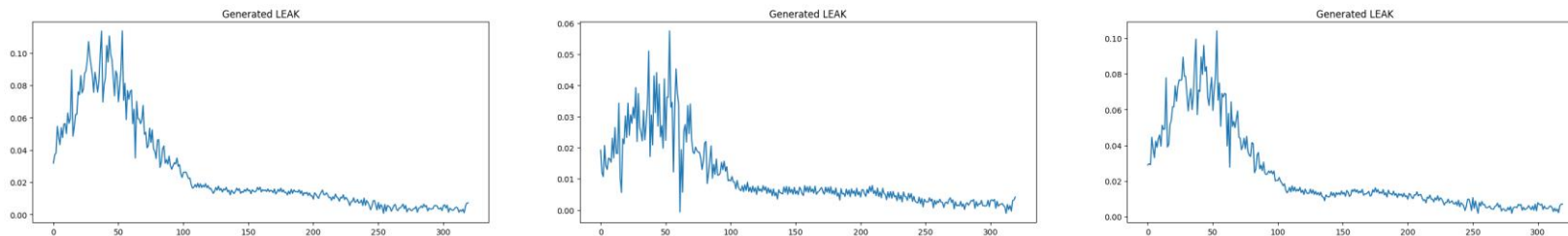
학습에 사용하지 않은 데이터로부터 확인

Real Signal

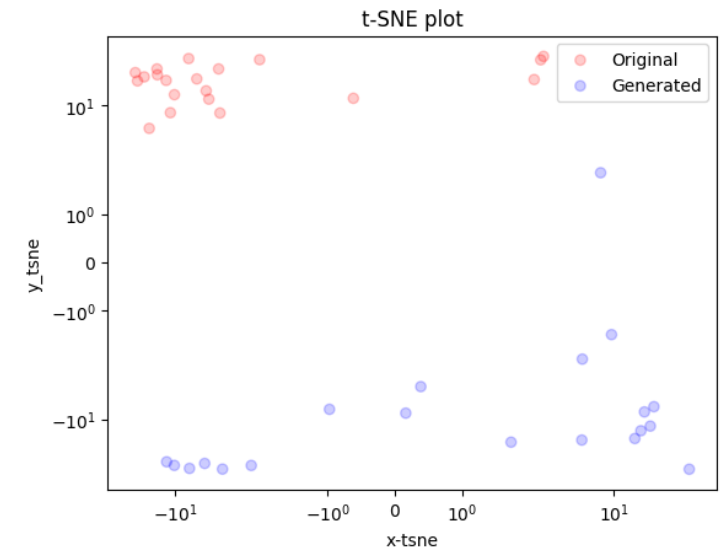



실제 수집한 누출상태 데이터


Generated Signal





정상상태 데이터로부터 생성된 누출상태 데이터

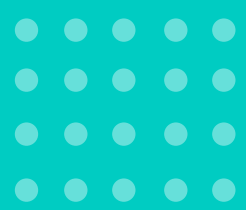


실제 누출상태 데이터와 

생성된 누출상태 데이터의 

t-SNE 시각화 결과 





# 03

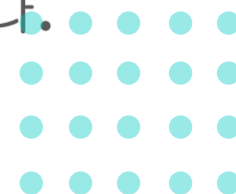
## 결론



# 결론



- 환경에 따라 데이터 특성이 변하기 때문에 여러 환경 적용가능한 딥러닝 방법론을 만드는 것이 필요하다.
- CycleGAN 기법을 이용하여 새로운 환경의 데이터를 만드는 기법을 연구하고 있다.
- Classification 네트워크를 추가하여 Mode Collapse를 해결하였다.
- 새로운 환경의 데이터를 제대로 만들어 내기 위해서는 지속적인 연구가 필요하다.





# Thank you





Q&A

