

# PHM을 통한 베어링의 고장 및 남은 수명 예측

정현석, 배찬우, 남기수, 오제윤, 이윤성

아주대학교 산업공학과

## 1. Introduction

### 프로젝트 목적

- ❖ 고장시점을 사전에 예측하는 예지정비를 구현하여 시스템 향상

### PHM: 예지정비를 일컫는 용어

- ❖ 기존의 정비 방식은 실제 결함 수준, 고장발생 가능성은 고려하지 않고 무조건적인 정비를 실시
- ❖ 설비 데이터 분석을 통해 고장시점을 사전 예측하는 예지정비를 활용하여 비용 절감 및 시스템 효율성 향상

### 활용 도구

- ❖ Python(TensorFlow, Pandas 모듈) 언어

### 활용 알고리즘 및 기법

- ❖ LSTM알고리즘, EM 모델, Adam 최적화 알고리즘

### 활용 데이터

- ❖ NASA FEMTO Bearing Data Set (공공데이터)
- ❖ 베어링 진동 데이터

## 2. 진행 과정

### 1) LSTM 알고리즘을 이용한 FPT 도출

#### LSTM(Long-Short Term Memory) 알고리즘

- ❖ 긴 의존기간을 필요로 하는 학습을 수행할 능력을 보유한 알고리즘으로 먼 미래의 데이터를 예측 가능

#### FPT(First Predicting Time)

- ❖ 베어링의 진동수가 정상 작동 값에서 벗어나기 시작하는 시기

### 2) EM모델을 활용한 고장 시점 예측

#### EM 모델

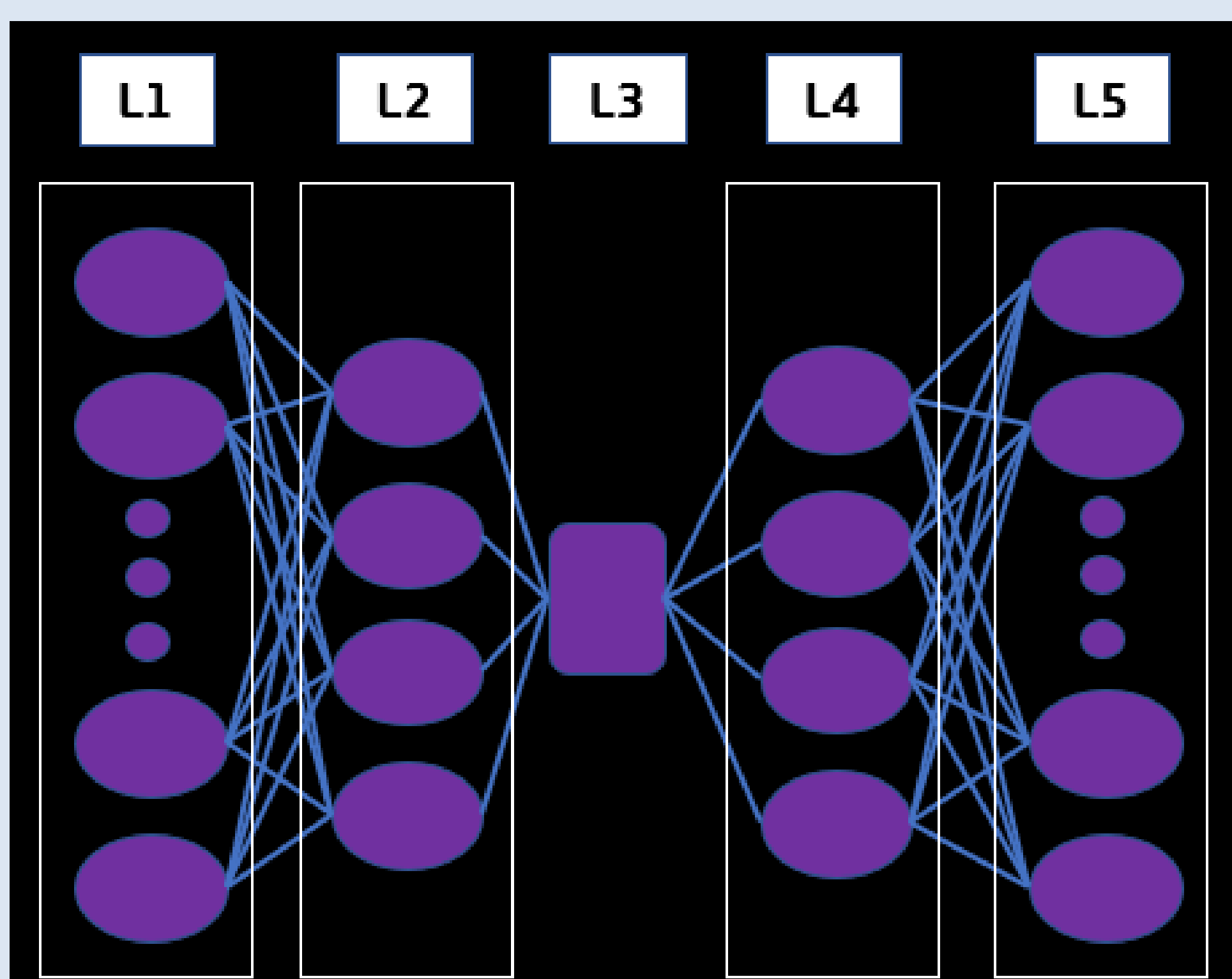
- ❖ 베이지안 기법과 EM알고리즘을 사용하여 모델 구축

#### 고장시점 예측

- ❖ 앞서 도출한 FPT와 Threshold를 EM모델 알고리즘에 대입하여 정확한 고장 시점을 예측

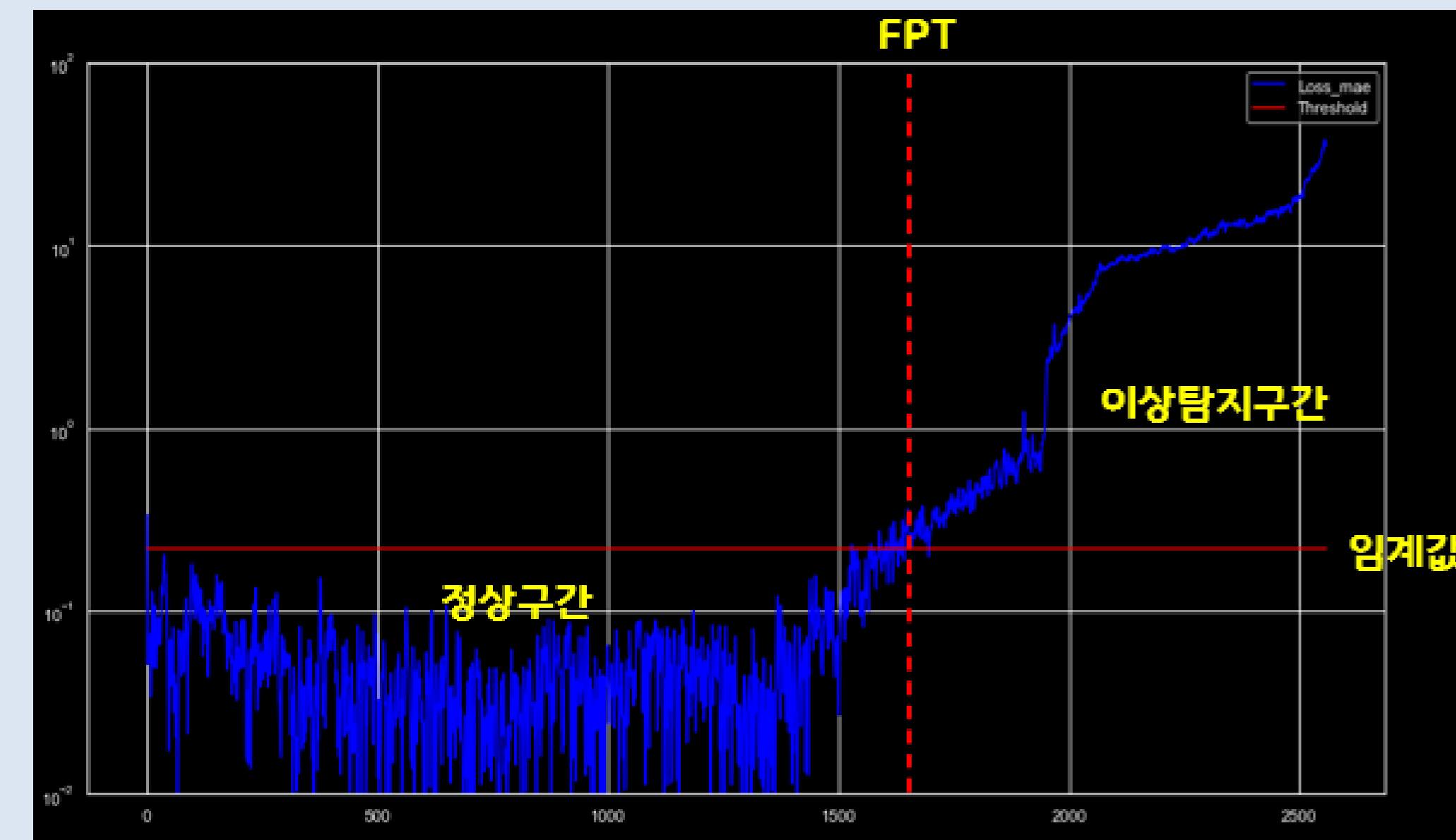
## 3. 분석 결과

### 1) LSTM 알고리즘을 이용한 FPT 도출



### <학습 모델링>

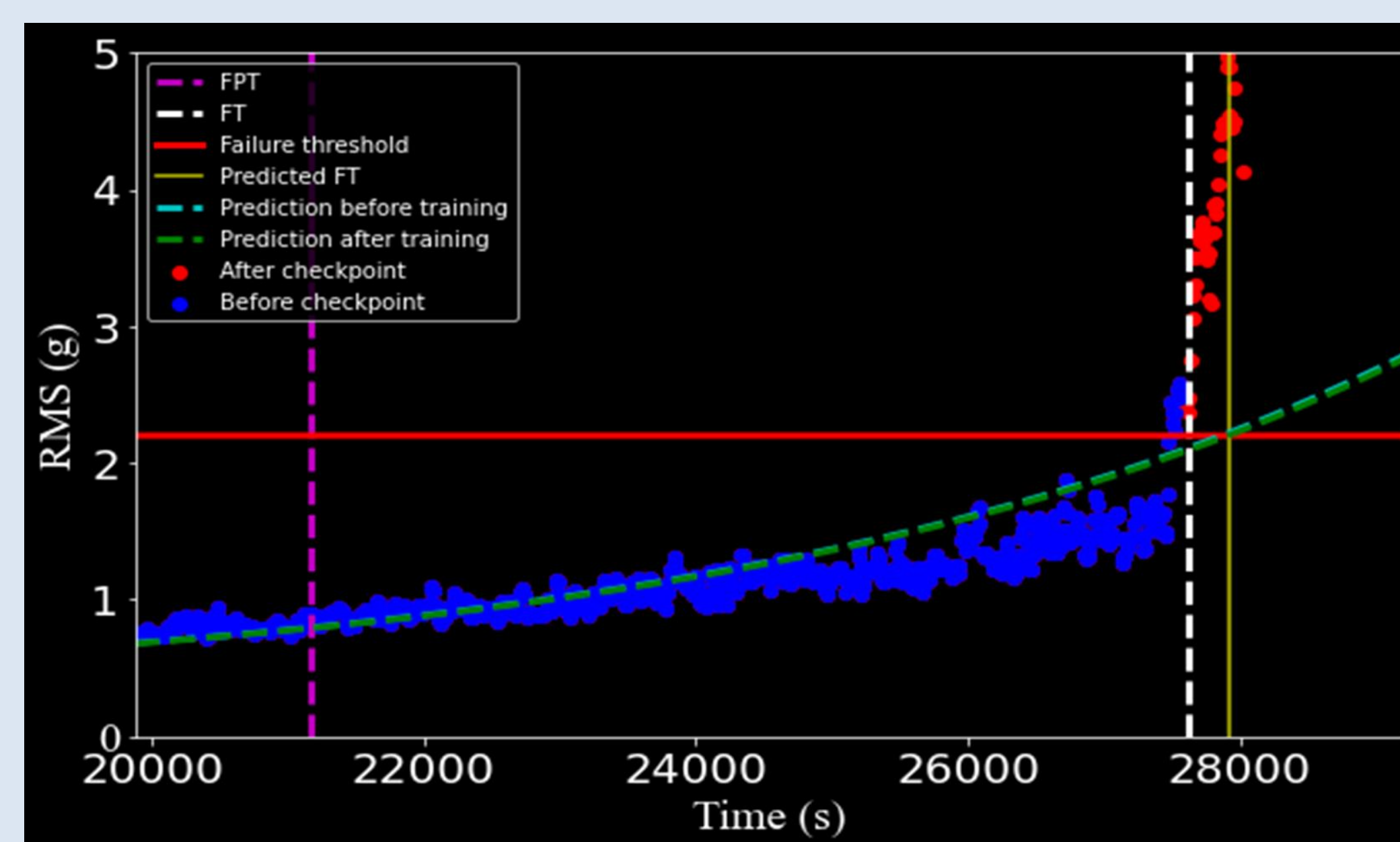
- ❖ 비지도 학습인 Auto Encoder 학습을 사용
- ❖ 5 Layers
- ❖ Epoch = 200
- ❖ Batch Size = 10



### <FPT 도출>

- ❖ Threshold=0.22
- ❖ FPT는 진동수가 임계값을 넘어가는 전체의 약 66.4%가 경과한 시점으로 설정

### 2) 지수 모델을 이용한 고장시점 예측



### <고장 시점 예측>

- ❖ Threshold와 예측 함수의 교점을 고장 시점으로 예측
- ❖ X축은 시간에 10을 곱하여 변화를 민감하게 표현

(고장시점)	Bearing 1_1	Bearing 1_3	Bearing 1_4
예측	2763	2287	1139
실제	2756	2279	1261
[편차]	29	1	72
예측 정확도	98.95%	99.95%	93.68%

### <예측 정확도>

- ❖ 3개의 베어링 데이터로 테스트
- ❖ 예측 정확도는 약 97.53%

## 4. Conclusion

- ❖ LSTM을 활용하여 앞으로 이상현상이 일어나기 시작하는 시점인 FPT탐지
- ❖ EM모델을 활용하여 언제 고장이 일어나는지 예측 가능
- ❖ LSTM알고리즘과 EM모델을 활용하여 97.53%의 평균예측 정확도 도출
- ❖ 예지정비를 통해 설비의 가동률 증가 및 유지비 감소 기대