

# 2020 IT21

## Global Conference

Digital New Deal  
Technology Essentials  
디지털 뉴딜 기술 핵심

### Session 4-5

사운드 기반 공장설비 예지 정비

강준수 선임연구원 (KT)



#### [요약문]

기존의 예지 정비 분야는 개발된 시스템이 있어도 그 시스템을 사용하기보다는 개별 전문가의 감각에 의존하여 판단하는 경향이 강했다. 그 이유는 서비스가 운용되는 환경, 서비스를 운용하는 시간, 생산 계획에 따라 서비스의 운용률 등이 달라지기 때문에, 기 개발된 예지 정비 시스템 보다는 공장에서 해당 서비스를 오랫동안 운용한 전문가의 판단이 정성적이지만 정확했기 때문이다. 하지만, 최근의 딥러닝과 이를 뒷받침해주는 요소 기술들(GPU, 통신, IoT 센서, Storage 등)이 점차 성장함에 따라 해당 기술들을 실제 산업에 응용하고자 하는 시도들이 늘어나고 있는 추세이다. 이러한 흐름에 발맞춰 본 발표에서는 최근의 예지 분야의 동향과 사운드 기반 연구 및 서비스를 소개하려 한다.

#### [발표자 약력]

- 2012년 경북대학교 전자공학부 학사
  - 2014년 경북대학교 전자공학부 석사
  - 2019년 경북대학교 전자공학부 박사
  - 2019년~2020년 KT 융합기술원 전임연구원
  - 2020년~현재 KT 융합기술원 선임연구원
- 관심분야 : 패턴 인식, Brain-Computer Interface, 뇌공학, Brain inspired 알고리즘

# 사운드 기반 공장 설비 예지 정비 (Sound based predictive maintenance)

강준수 선임연구원



# 목차

- 1. 예지 정비 분야 소개**
- 2. 예지 정비 시장 동향**
  - 기업 / 시장
- 3. 연구 동향**
  - DCASE 2020 challenge
- 4. 예지 정비분야에서의 중요한 요소**
- 5. KT GiGAmachine Doctor**

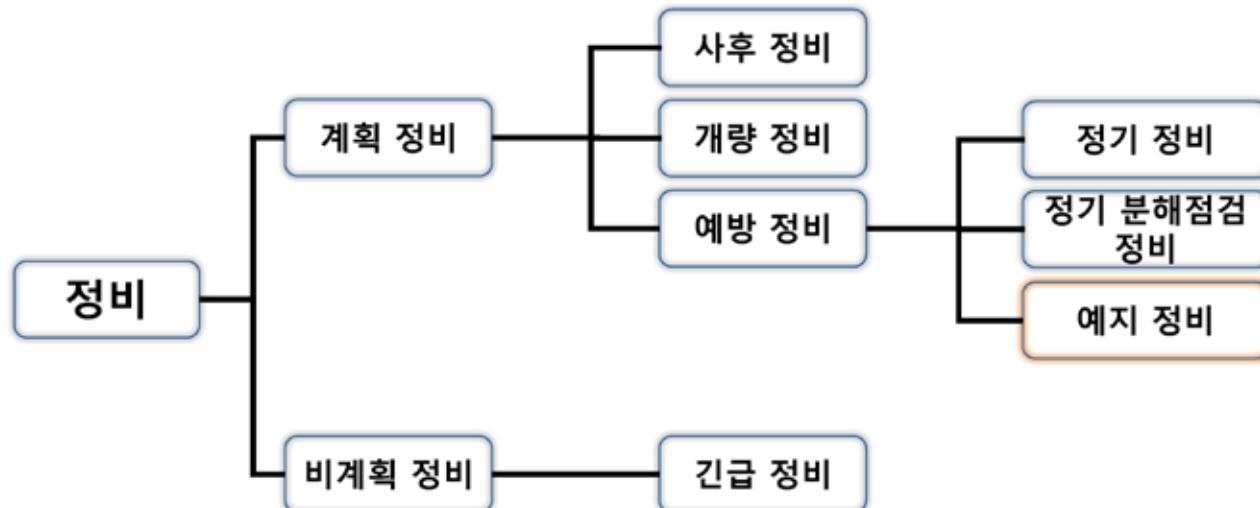
kt

# 예지 정비 분야 소개

- 예지 정비 (Predictive maintenance)

- 정비 (Maintenance)

- 설비를 운전이 가능한 상태로 유지하고, 고장이나 결함 등을 회복하기 위한 조치 및 활동  
(설비의 가동 수명을 늘리는 엔지니어링 => **기업의 이윤을 늘리는 중요한 프로세스**)



# 예지 정비 분야 소개

- 예지 정비 (Predictive maintenance)

- 정비 (Maintenance)

- 설비를 운전이 가능한 상태로 유지하고, 고장이나 결함 등을 회복하기 위한 조치 및 활동  
(설비의 가동 수명을 늘리는 엔지니어링 => **기업의 이윤을 늘리는 중요한 프로세스**)



# 예지 정비 분야 소개

## • 예지 정비 (Predictive maintenance)

- 데이터 수집과 분석을 통하여 설비의 상태를 미리 진단하여 문제점을 추정하여, 문제가 발생하기 전 정비 수행 (사전 예방 정비)
- 정기 정비 또는 긴급 정비보다 효율적인 옵션



예지 정비

<p><b>장점</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 설비 가동시간 및 내구성 ↑ =&gt; 생산품의 품질 ↑</li><li>• 생산 직원 안전 ↑ (사고 가능성 ↓)</li><li>• 설비 정비 비용 ↓ =&gt; 고장 예상될 때만 정비 시행 고장이 자주 발생하는 부위 집중 관찰</li></ul>
<p><b>단점</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 센서를 추가 설치해야 할 수도 있음</li><li>• 일부 분석 기능들로 인해 비용 ↑</li><li>• 직원 교육이 필요</li></ul>

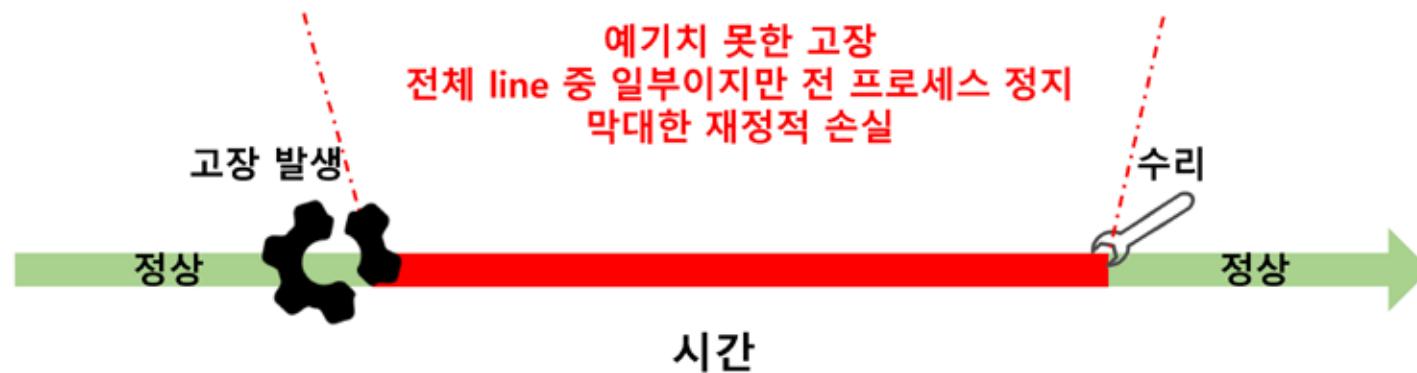
kt

# 예지 정비 분야 소개

- 예지 정비 (Predictive maintenance)

- 꼭 필요할까요?

- 불의의 사고나 설비의 운용 중단 시간을 현저히 줄일 수 있음**  
(운용하는 설비의 특성을 고려)

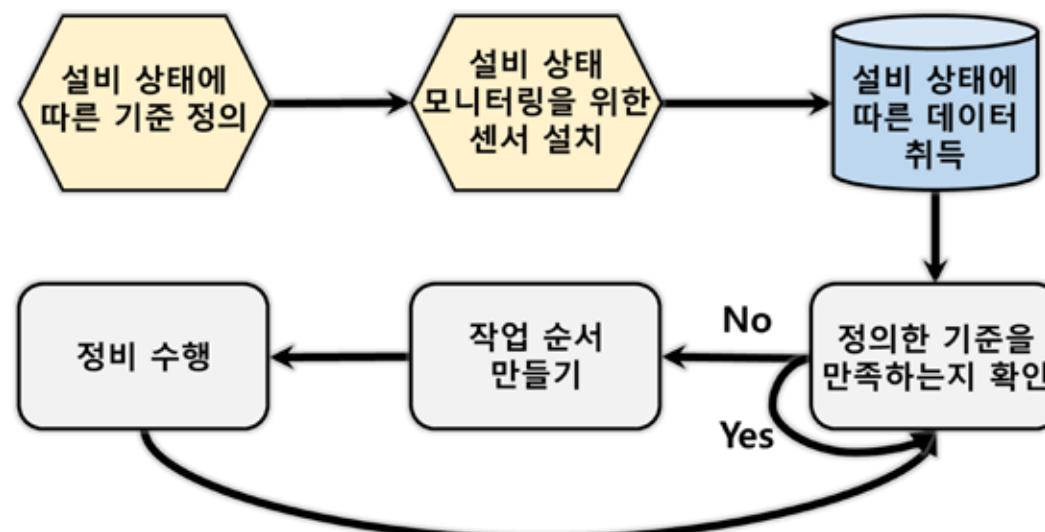


kt

# 예지 정비 분야 소개

- 예지 정비 (Predictive maintenance)

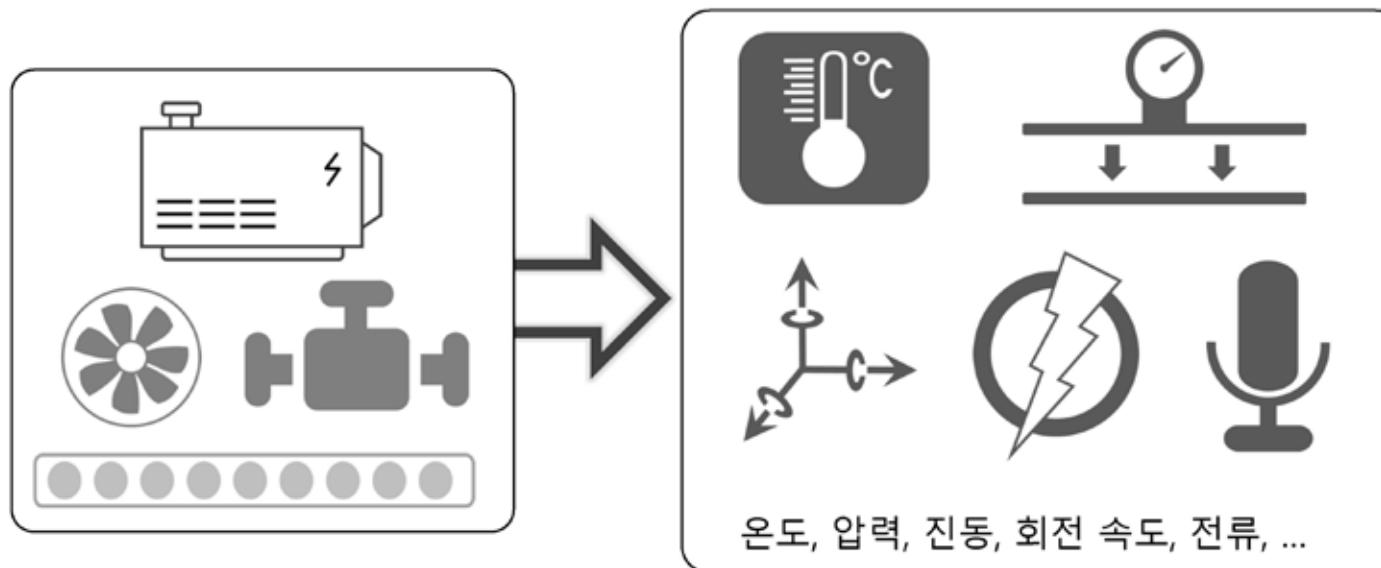
– 예지 정비의 일반적인 순서



(Source: UpKeep (<https://www.onupkeep.com/learning/maintenance-types/predictive-maintenance>))

# 예지 정비 분야 소개

- 예지 정비 (Predictive maintenance)
  - 예지 정비 관련 센서들 (도메인 지식 활용)



# 예지 정비 분야 소개

## • 설비의 특성 분석 ≈ 노 연구

- 설비가 운용되는 환경과 운용률이 다름 => 부속품의 마모도가 달라짐  
=> 센서에서 취득되는 정보(패턴)가 달라짐



도입연도: 20xx  
출력: 750KW  
RPM: 1800  
주파수: 60Hz  
역률: 80%

교류 발전기 A (사용률 ↑, 습도 ↓, ...)



언어 지능이 뛰어난 아이



도입연도: 20xx  
출력: 750KW  
RPM: 1800  
주파수: 60Hz  
역률: 80%

교류 발전기 B (사용률 ↑, 습도 ↑, ...)



공간 지능이 뛰어난 아이

### 설비 데이터

- 같은 종류의 설비들간에도 데이터 특성이 다를 경우가 있음
- 양질의 데이터 취득이 용이하지 않음 (동기화된 설비환경 정보, 센서 정보, label 정보)
- Unbalanced 데이터 형태

## 예지 정비 시장 동향

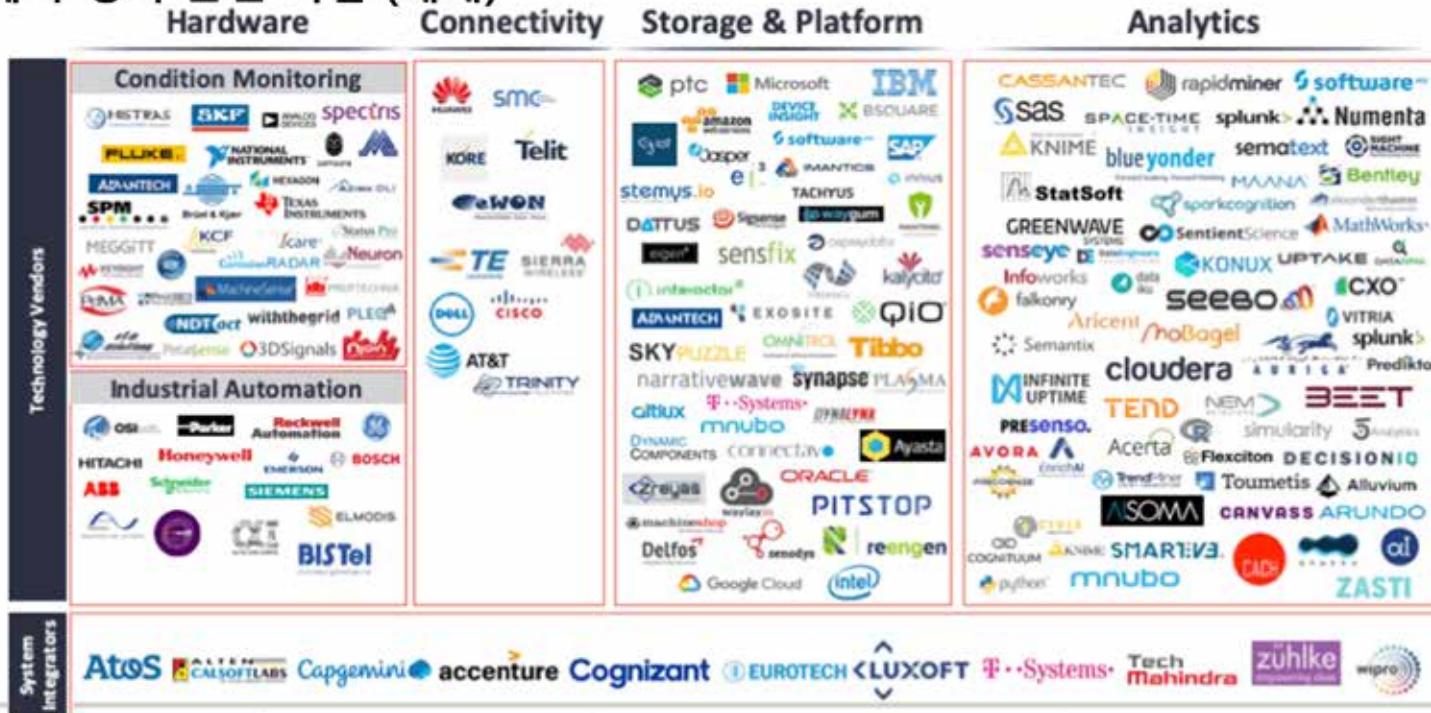
- 예지 정비에 대한 높은 관심
  - Google Trends 검색
  - 검색어: predictive maintenance
  - 기간: 2010.01.01. ~ 2020.09.09.



kt

# 예지 정비 시장 동향

## • 예지 정비 관련 기업 (세계)



(source: "Predictive Maintenance Market Report 2019-2024", IoT Analytics, 2019.10.)

kt

# 예지 정비 시장 동향

- 예지 정비 관련 기업 (국내)

통신



SI



중소기업



스타트업

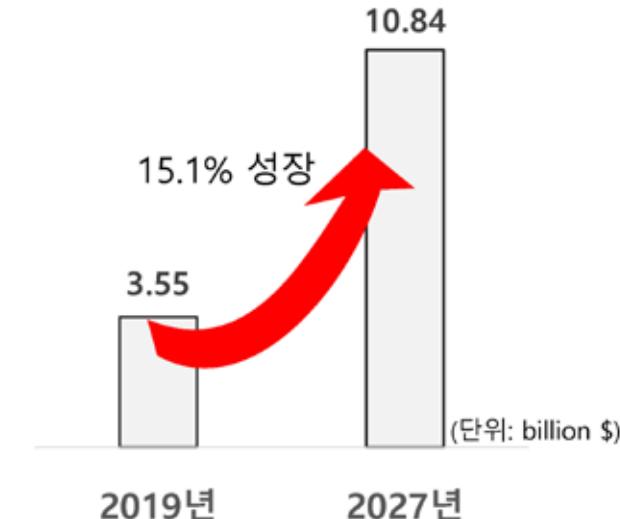


kt

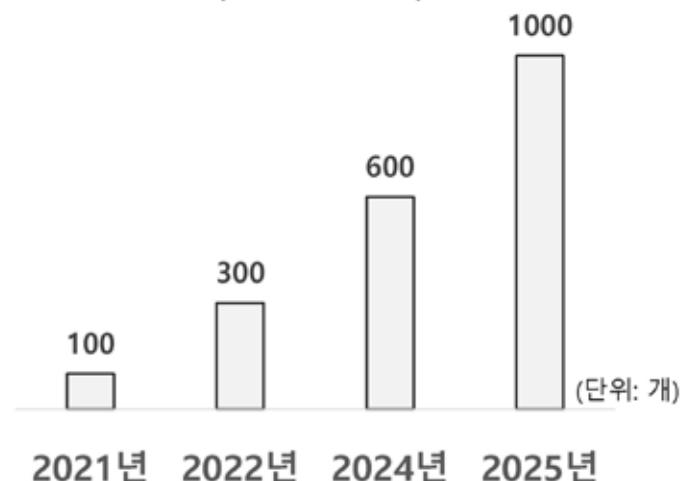
## 예지 정비 시장 동향

### • 국내외 예지 정비 시장

세계 예지 정비 시장\*



정부 지원 5G + AI 스마트 공장\*\*  
(누적 그래프)



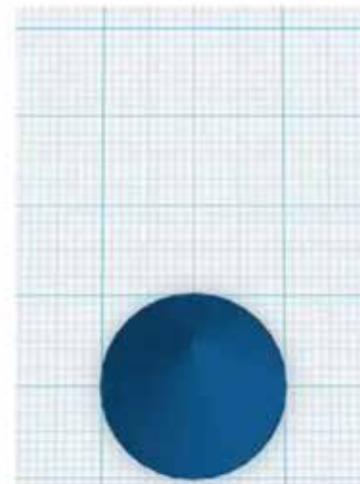
(\* : "Predictive Maintenance Market Forecast to 2027", The insight partners, 2020.07.

\*\*: 종소벤처기업부)



## 연구 동향

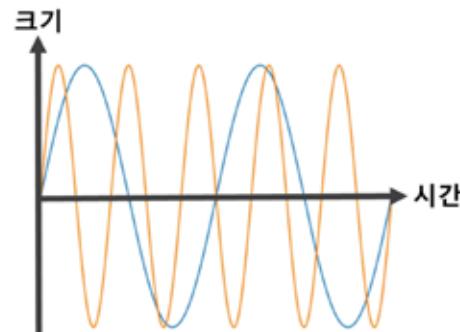
- 데이터 특징 (feature, indicator)



kt

# 연구 동향

- 시계열 데이터 특징 (feature, indicator)



- Time domain features**
  - Mean
  - Standard deviation
  - Kurtosis
  - Zero-crossing rate
  - ⋮
- Frequency domain features**
  - Power bandwidth
  - Mean frequency
  - Peak frequencies
  - Harmonics
  - ⋮
- Time-Frequency domain features**
  - Short-Time Fourier Transform (STFT)
  - Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC)
  - Mel Frequency energy
  - ⋮

## 연구 동향

- DCASE 2020 challenge (**Detection and Classification of Acoustic Scene and Events**, 2020.05.01. ~ 2020.06.15.)

Acoustic Scene Classification

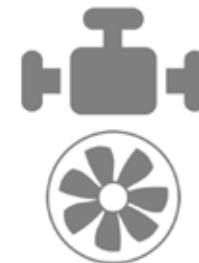
Unsupervised Detection of  
Anomalous Sounds for Machine  
Condition Monitoring

Sound Event Localization and  
Detection

⋮

Automated Audio Captioning

- Data (Dev. set, Evaluation set)
  - ToyADMOS (NTT group)  
(Toy-car, Toy-conveyor)
  - MIMII dataset (Hitachi, Ltd)  
(Valve, Pump, Fan, Slide rail)



kt

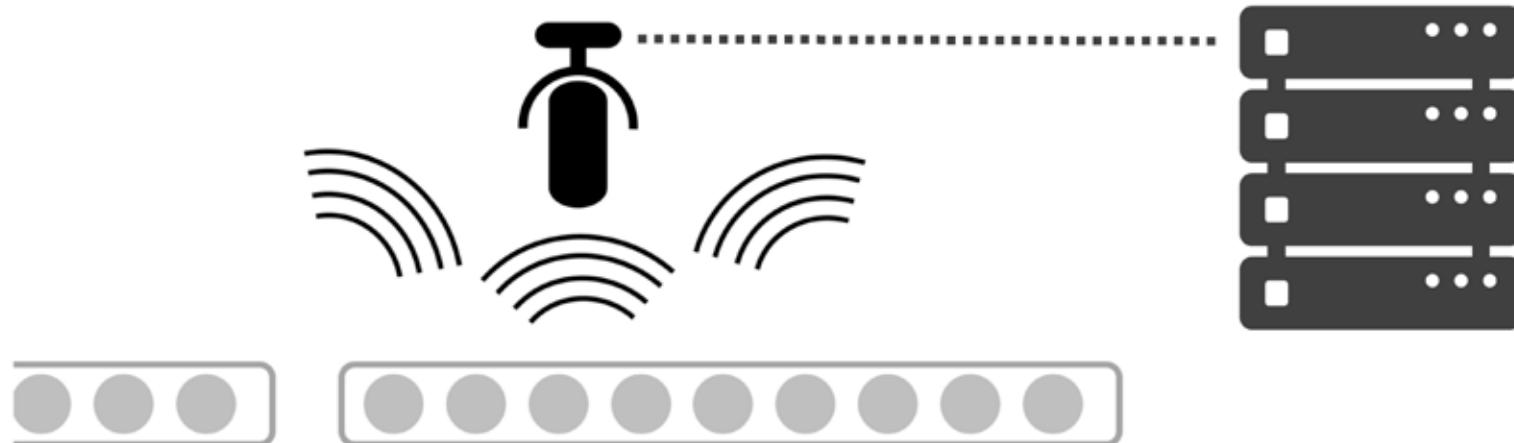
## 연구 동향

- DCASE 2020 challenge (**Detection and Classification of Acoustic Scene and Events**, 2020.05.01. ~ 2020.06.15.)
  - 총 40팀 참여, 117개 모델 제출
    - Amazon AWS, 삼성 R&D 폴란드, IBM Research, Intel Labs, LG전자, 요한 케플러 대학, Human Dataware Lab., NeuronSW, ...
  - 상위 10개 모델의 공통 특징
    - 기본 feature extractor: Auto Encoder
    - Ensemble classifier
    - 모델 입력: log-mel energies
    - Data augmentation 적용 (50%)

## 예지 정비 분야에서의 중요한 요소

- 데이터 취득 및 저장

- 적절한 센서 적용 (환경에 강건)
- 대용량 데이터 처리
- 동기화 (설비 상태 정보, 시간 정보 등)

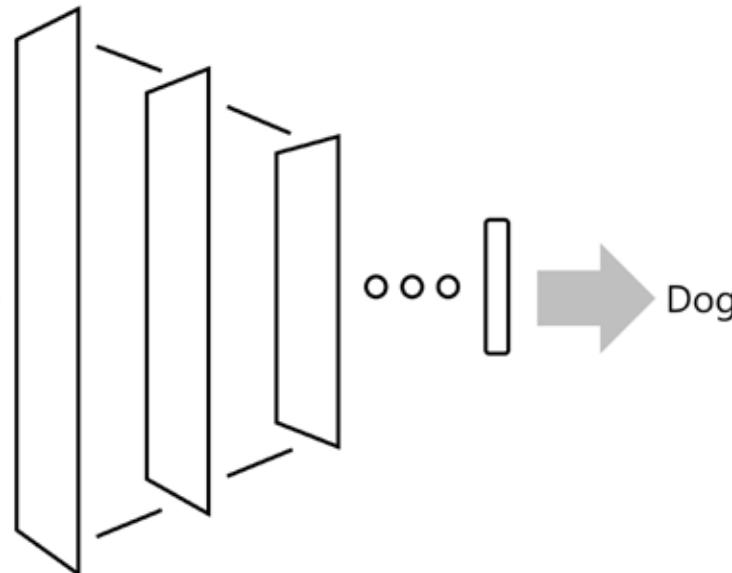


kt

## 예지 정비 분야에서의 중요한 요소

- 데이터 engineering
  - Feature engineering

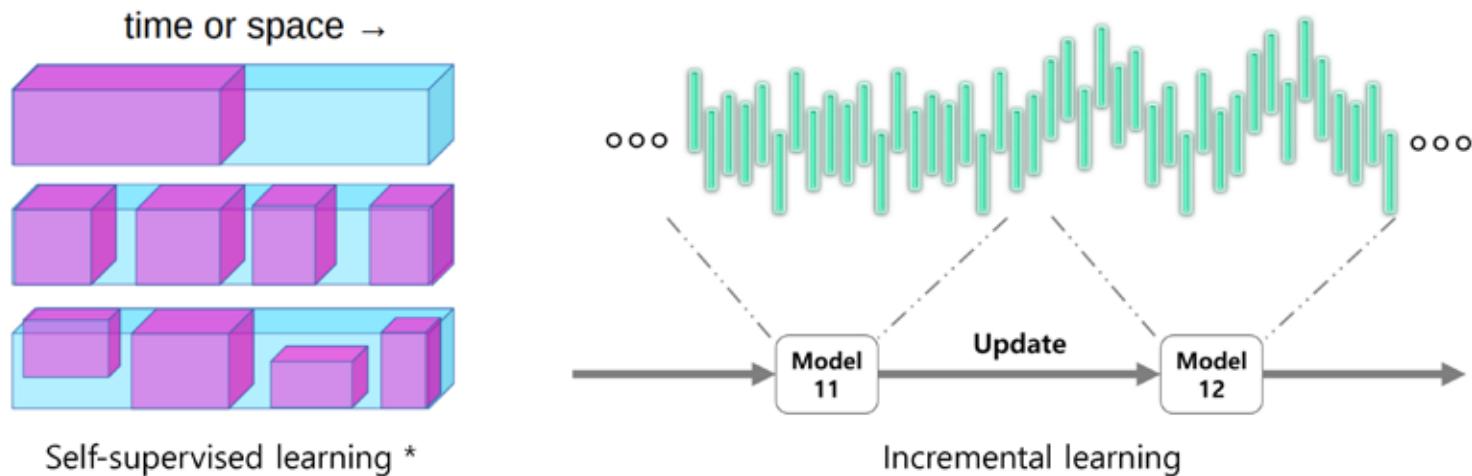
Shape  
Landmark  
Color  
Symmetry  
...



kt

# 예지 정비 분야에서의 중요한 요소

- 데이터 engineering
  - Modeling



\* "Self-supervised learning", Yan Lecun, Keynote speech (AAAI 2020)



# 예지 정비 분야에서의 중요한 요소

- 데이터 분석 및 이해



(Source: TensorFlow Extended: An end-to-end machine learning platform for TensorFlow - Robert Crowe, slideshare)

## 예지 정비 분야에서의 중요한 요소

- 보안

- 데이터 유출
- 해킹 위험



kt

# KT GiGAmachine Doctor



"작은 디바이스 하나만 부착하면,  
전문가의 도움 없이,  
4일만에 기계의 이상여부 진단"

## 보다 빠른 조기 경보

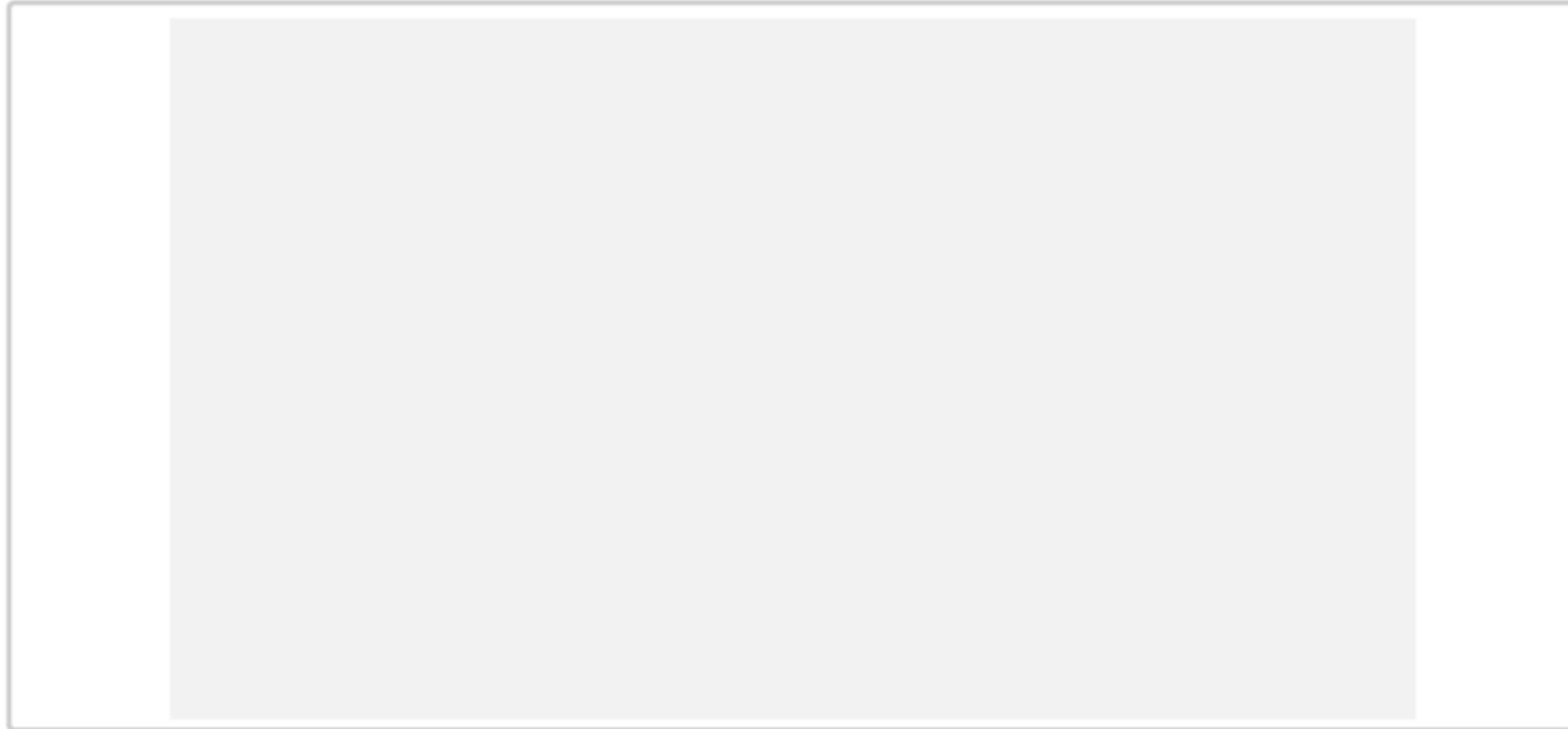
- 설비에 따른 센서 구성  
(PoC를 통해 검증)

## 보다 정밀한 진단

- 마이크 + 진동 센서 활용해,  
설비 노후화 관련 정밀도 향상



# **KT GiGAmachine Doctor**



**kt**

## **KT GiGAmachine Doctor**

- **고객(사용자) 중심**

- 우리나라 제조업 분포 특성
  - 중소업체와 영세업체가 다수임
  - 업체 맞춤형 비즈니스 모델
- 설비 운용 중단으로 인한 손실 >> 예지 보전 서비스 비용
- 보안성 문제
  - 공장 내부 또는 지역별 전화국사 관리



감사합니다

