

## 별첨2

## AI솔루션 세부 설명자료\_4

<b>AI 솔루션명</b>	<b>설비 예지보전 솔루션 (올인원 데이터 로거)</b>																						
<b>AI 솔루션 종류</b>	<input type="checkbox"/> 설치형 AI 솔루션 <input type="checkbox"/> AI SaaS 솔루션 <input checked="" type="checkbox"/> 기타 (기업 자체 서비스 솔루션)																						
<b>AI 솔루션 인증서류</b>	<input type="checkbox"/> 자체 테스트결과서 <input type="checkbox"/> KOLAS 시험결과서 <input checked="" type="checkbox"/> 기타 (정보시스템 감리 수행)																						
<b>AI 솔루션 활용 분야</b>	<b>③ 이상탐지 솔루션</b> (사이버보안, 금융분야, 기계결함 탐지와 같은 정상데이터와 다른 특성을 갖는 결함 데이터를 찾아내는 Anomaly Detection)																						
<b>데이터 보유·수집 현황</b>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:33%;">데이터 종류</th> <th style="width:15%;">데이터 개수</th> <th style="width:52%;">데이터 상세 내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>제조데이터 - 설비데이터 (압사출 공정 설비 데이터)</td> <td>3개월간 공정 데이터</td> <td>- 감속기 진동 및 온도 데이터 - 설비 오류 발생 데이터</td> </tr> <tr> <td>테스트베드(진동발생기) 데이터</td> <td>정상/비정상 데이터 각 100,000개</td> <td>- 정상 진동 데이터 - 비정상 진동 데이터</td> </tr> <tr> <td>제조데이터 - 설비데이터 (SMT 공정 설비 데이터)</td> <td>3개월간 공정 데이터</td> <td>- soldering 설비 진동 및 온도 데이터 - 설비 주변 온도 및 습도, 이산화탄소, VOC, 미세먼지</td> </tr> </tbody> </table>			데이터 종류	데이터 개수	데이터 상세 내용	제조데이터 - 설비데이터 (압사출 공정 설비 데이터)	3개월간 공정 데이터	- 감속기 진동 및 온도 데이터 - 설비 오류 발생 데이터	테스트베드(진동발생기) 데이터	정상/비정상 데이터 각 100,000개	- 정상 진동 데이터 - 비정상 진동 데이터	제조데이터 - 설비데이터 (SMT 공정 설비 데이터)	3개월간 공정 데이터	- soldering 설비 진동 및 온도 데이터 - 설비 주변 온도 및 습도, 이산화탄소, VOC, 미세먼지								
데이터 종류	데이터 개수	데이터 상세 내용																					
제조데이터 - 설비데이터 (압사출 공정 설비 데이터)	3개월간 공정 데이터	- 감속기 진동 및 온도 데이터 - 설비 오류 발생 데이터																					
테스트베드(진동발생기) 데이터	정상/비정상 데이터 각 100,000개	- 정상 진동 데이터 - 비정상 진동 데이터																					
제조데이터 - 설비데이터 (SMT 공정 설비 데이터)	3개월간 공정 데이터	- soldering 설비 진동 및 온도 데이터 - 설비 주변 온도 및 습도, 이산화탄소, VOC, 미세먼지																					
<b>사용 프레임워크</b>	Tensorflow, Keras, Matplotlib (Python)																						
<b>사용 아키텍처</b>	<p>1) Reconstruction LSTM-AE : 설비 오류 발생 예측</p> <pre> Model: "sequential" ----- Layer (type)                Output Shape         Param # ----- lstm (LSTM)                  (None, 36, 140)     80080 lstm_1 (LSTM)                (None, 70)          59080 repeat_vector (RepeatVector) (None, 36, 70)      0 lstm_2 (LSTM)                (None, 36, 70)      39480 lstm_3 (LSTM)                (None, 36, 140)     118160 time_distributed (TimeDistr  (None, 36, 2)       282   ibuted) ----- Total params: 297,082 Trainable params: 297,082 Non-trainable params: 0           </pre> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:30%;">종류</th> <th>LSTM-AE (Auto Encoder)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>활성함수(activation)</td> <td>Relu</td> </tr> <tr> <td>손실함수(loss)</td> <td>mse (mean square error)</td> </tr> <tr> <td>최적화(optimizer)</td> <td>Adam</td> </tr> <tr> <td>학습률</td> <td>0.01</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) Prediction LSTM-AE : 설비 이상 상태 감지</p> <pre> LSTM Model 설계 ----- Model: "sequential" ----- Layer (type)                Output Shape         Param # ----- lstm (LSTM)                  (None, 10, 10)      480 lstm_1 (LSTM)                (None, 10)          840 dense (Dense)                (None, 1)           11 ----- Total params: 1,331 Trainable params: 1,331 Non-trainable params: 0           </pre> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>X_train Dim</td> <td>(,10)</td> </tr> <tr> <td>Y_train Dim</td> <td>(,)</td> </tr> <tr> <td>Batch size</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Regularization rate</td> <td>Overfitting이 발생하지 않았으므로 dropout 과 regularization 사용하지 않음</td> </tr> <tr> <td>Normalization</td> <td>0 ~ 1 (Min Max Scaler)</td> </tr> </tbody> </table>			종류	LSTM-AE (Auto Encoder)	활성함수(activation)	Relu	손실함수(loss)	mse (mean square error)	최적화(optimizer)	Adam	학습률	0.01	X_train Dim	(,10)	Y_train Dim	(,)	Batch size	1	Regularization rate	Overfitting이 발생하지 않았으므로 dropout 과 regularization 사용하지 않음	Normalization	0 ~ 1 (Min Max Scaler)
종류	LSTM-AE (Auto Encoder)																						
활성함수(activation)	Relu																						
손실함수(loss)	mse (mean square error)																						
최적화(optimizer)	Adam																						
학습률	0.01																						
X_train Dim	(,10)																						
Y_train Dim	(,)																						
Batch size	1																						
Regularization rate	Overfitting이 발생하지 않았으므로 dropout 과 regularization 사용하지 않음																						
Normalization	0 ~ 1 (Min Max Scaler)																						

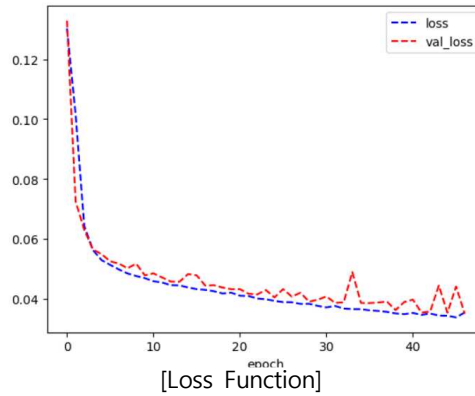
# 1) Reconstruction LSTM-AE

## - AI 모델 학습

```
Epoch 42/50 [=====] - 315s 390ms/step - loss: 0.0348 - val_loss: 0.0368
Epoch 43/50 [=====] - 317s 392ms/step - loss: 0.0352 - val_loss: 0.0397
Epoch 44/50 [=====] - 315s 390ms/step - loss: 0.0345 - val_loss: 0.0353
Epoch 45/50 [=====] - 316s 391ms/step - loss: 0.0350 - val_loss: 0.0356
Epoch 46/50 [=====] - 315s 389ms/step - loss: 0.0343 - val_loss: 0.0444
Epoch 47/50 [=====] - 315s 390ms/step - loss: 0.0343 - val_loss: 0.0353
Epoch 48/50 [=====] - 314s 388ms/step - loss: 0.0337 - val_loss: 0.0440
Epoch 49/50 [=====] - 317s 393ms/step - loss: 0.0354 - val_loss: 0.0349
Epoch 50/50 [=====] - 370s 458ms/step - loss: 0.0337 - val_loss: 0.0378
```

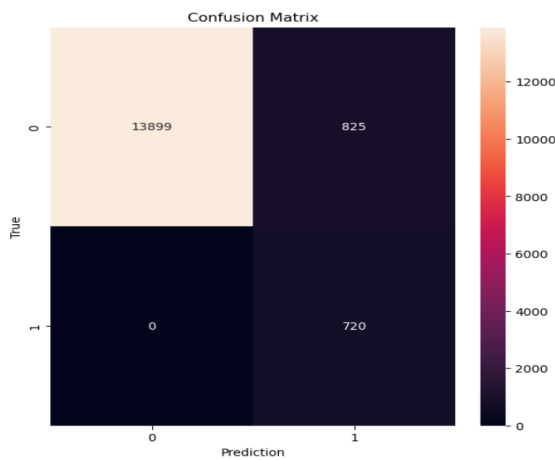
Epoch(반복횟수)	50
Batch (입력데이터 개수)	32
검증 데이터 비율	0.2(20%)

[모델 학습 결과 및 학습 설정 파라미터]



학습데이터  
결과서/  
테스트데이터  
결과서

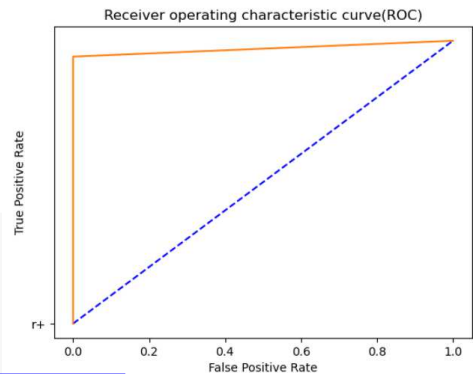
## - 테스트 데이터 적용 결과



TP(True Positive)	13899
FP(False Positive)	0
TN(True Negative)	720
FN(False Negative)	825

[Confusion Matrix]

```
fpr, tpr, thresholds = roc_curve(error_df['Label'], Y_predict)
plt.plot([0,1], [0,1], "b--", "r+")
plt.plot(fpr, tpr, label='RandomForest')
plt.xlabel('False Positive Rate')
plt.ylabel('True Positive Rate')
plt.title('Receiver operating characteristic curve(ROC)')
plt.show()
```



[ROC Curve 및 ROC\_AUC(왼쪽) / 결과그래프 및 ROC\_AUC(=0.972)(오른쪽)]

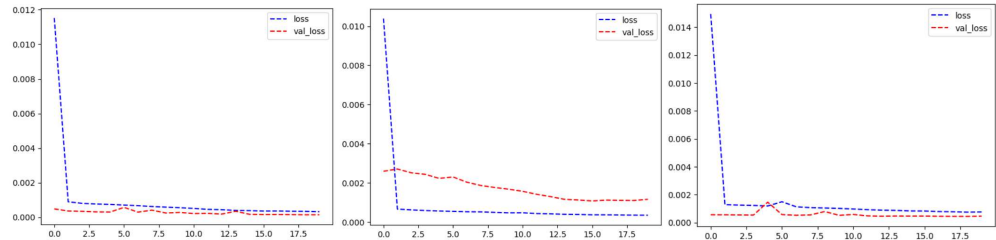
정확도 (Accuracy)	예측률 (Precision)	재현율 (Recall)	F1 score	RUC_AUC
0.946	1.0	0.944	0.971	0.971

[성능평가 결과]

## 2) Prediction LSTM-AE

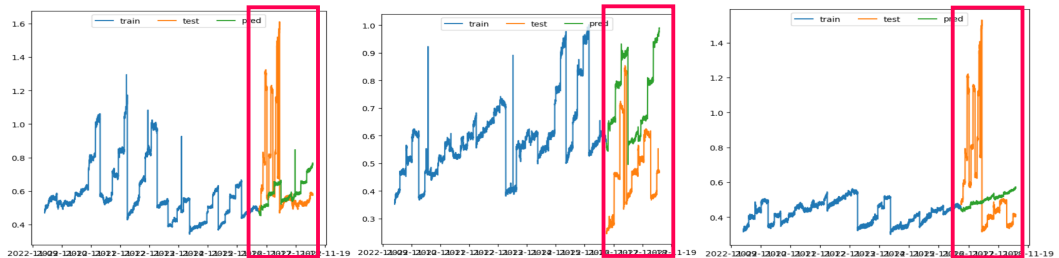
### ① 테스트베드(진동 발생장치) 적용

- AI 모델 학습 (학습 데이터)



[Loss Function – RMS\_X / RMS\_Y / RMS\_Z]

- 이상 탐지 확인 (테스트 데이터)



(x축 진동 데이터)

(y축 진동 데이터)

(z축 진동 데이터)

[진동 데이터를 활용한 정상 동작 예측 그래프(초록색)와 실제 비정상 동작 발생 시의 그래프(주황색)]

### ② 현장 적용

: 현장 적용(현장 데이터 적용) 시 MAPE값 0.017 출력

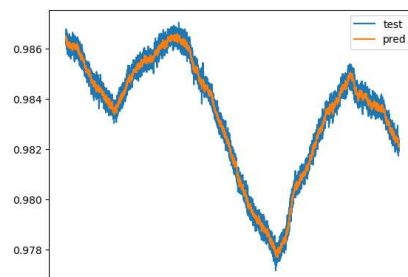
```
test_data = final_data[train_idx:, :] # 테스트 데이터 원본
print(test_data[10:, 0]) # 정답
print(pred_s_rmsy[:, 0]) # 예측

# MAPE(Mean Absolute Percentage Error)
print(np.mean(np.abs((test_data[10:, 0] - pred_s_rmsy[:, 0]) / test_data[10:, 0]))*100)

[0.98638 0.98643 0.9865 ... 0.9821 0.982 0.98215]
[0.9864149 0.986427 0.986441 ... 0.98217964 0.98219335 0.98217076]
0.017138427579772537
```

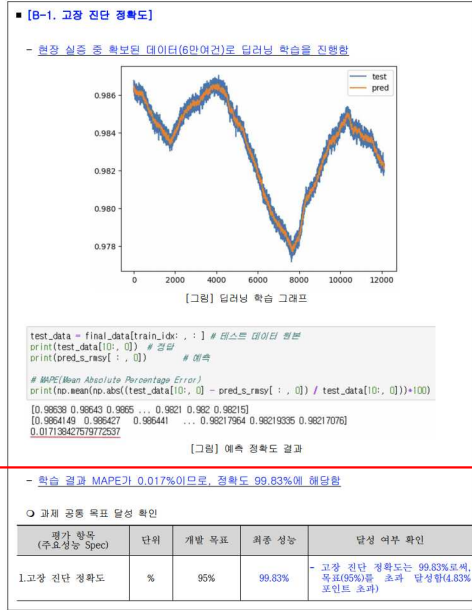
[학습 결과]

\* MAPE : 평균 절대 백분율 오차(Mean Absolute Percentage Error)의 약자로 실제 값과 예측 값 간의 백분율 오차를 측정하여 예측 모델의 성능을 평가



[예측 결과 그래프]

### ③ 고장 진단 시스템 감리 결과



㈜비즈포스 대표 귀하

유원대학교 SW테스트 및 감리팀(정보시스템관리원 오상영)은 ㈜비즈포스가 수행하는 "2023년도 SW융합 제품 상용화 지원 사업 - 반도체 주요 장비용 복합 센싱 기반 정밀진단 예지보전 시스템 및 빅데이터 가시화 기술 개발"에 대한 테스트 및 최종감리를 실시하고 본 감리보고서를 제출합니다.

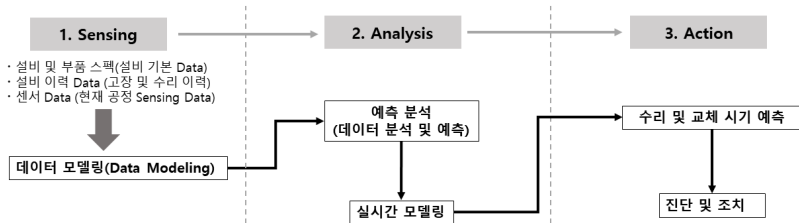
2023. 10. 24.

테스트 및 감리기관 : 유원대학교 SW테스트 및 감리팀 오 상 영

### 1) 설비 예지보전의 정의

- 설비의 이상 상태를 감지하고, 이것이 설비의 결함에 의해 발생한 것인지 혹은 일시적 과도현상인지, 또는 설비 자체의 문제인지 등을 진단하여 파악한 후, 어떻게 진전되어 고장으로 이어질 것인가를 예측하여 문제 해결 방안을 제시하고 조치하는 설비 관리방식 및 솔루션
- 즉, 현재 설비에서 무슨 일이 일어나고 있고, 이 문제를 해결하기 위해 어떤 작업을 실시하여 어떻게 완료할 것인가를 결정하는 예지보전 통합시스템임

### 2) 단계별 구성 내용



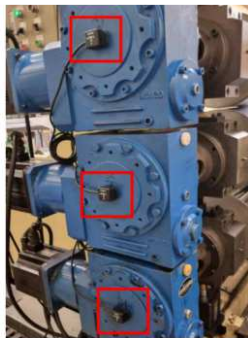
[설비 예지보전의 단계별 정의]

#### ① Sensing : 무선 센서를 이용한 실시간 설비 데이터 센싱

- 설비에 부착된 다양한 무선 센서들과 무선 전송장치를 이용하여 실시간으로 현재 상태에 대한 설비의 Data를 수집



[진동센서 설치 모습]

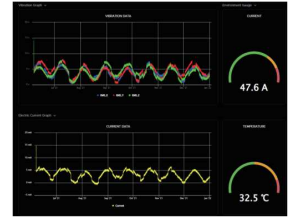


[진동센서 및 전류 센서 설치 모습]

AI 솔루션  
세부 설명

② Analysis : 실시간 모니터링 및 빅데이터 분석 및 AI 기반 설비상태 예측

- 수집된 센서의 데이터들과 설비의 관리 이력 데이터, 설비의 기본 스펙 데이터를 모두 취합하여 실시간으로 분석
- 이 과정에서 현재 설비 상태에 대한 분석 결과를 시각화 하고, 이를 클라우드 웹을 활용하여 실시간으로 보여줌으로써, 현재의 설비 현황을 모니터링 할 수 있는 "설비 현황 실시간 모니터링"서비스를 제공
- 또한, 빅데이터 분석 결과를 바탕으로, AI 기반의 설비 예측 시스템을 통해 설비의 상태를 진단하고 예측



[다양한 설비 상태의 모니터링 화면]

③ Action : 예측을 기반으로 한 문제 해결 방안 제시 및 조치

- 예측 결과를 기반으로, 현재 이상 징후가 있다고 판단될 시에는(이벤트 발생) 관리자에게 알릴 수 있도록 다양한 방법으로 알람을 제공하거나 설비의 전원을 자동으로 차단 시키며, 이에 따라 업체의 설비 관리 담당자는 해당 설비를 적절하게 조치



일시	시드	이벤트	RMS_X	RMS_Y	RMS_Z
2023-05-05 09:00		RMS_0 Over	0.0090	0.0078	0.0060
2023-05-05 11:36		RMS_0 Over	0.0080	0.0078	0.0060
2023-05-05 16:00		RMS_0 Over	0.0080	0.0078	0.0060
2023-05-05 16:46		RMS_0 Over	0.0080	0.0078	0.0060



[센서에 부착된 QR코드(왼쪽)로 이벤트 발생 내역을 확인(가운데) / 경광등 및 설비 자동차단 모듈(오른쪽)]

(주)비즈포스 All-In-One 데이터 로거

실시간 모니터링 플랫폼

예지보전 시스템

빅데이터 분석 가시화

[비즈포스가 2023년부터 상용화 중인 올인원 데이터 로거]

**첨부**

**시솔루션 추가 설명자료 ※선택**

**지식재산권 등록 및 대외 인증 현황**

**① 특허 출원 및 저작권 등록 현황**

- 관련 특허 2건 등록 및 관련 저작권 1건 등록



**② 대외 인증 및 수상 현황**

- 2023년 제 18회 디지털이노베이션 대상 선정 (한국일보 주최 / 2023년 11월 11일 보도)



**2023 디지털 이노베이션 대상**

**'2023 제18회 디지털 이노베이션 대상' 선정 리스트**

분야명	기업/기관명	제품/기술명	분야명	기업/기관명	제품/기술명
정신건강	KT	KT 'AI전환'	융합	에이스텍	AI(빅데이터/머신러닝) 및 구조 모델링 기반 신약 개발 솔루션
	페블러스	인공지능 학습용 데이터의 품질평가와 개선을 위한 '데이터 클라닉'		케이에이디	다중이용시설 안심 공간 창출형 하수 기반 과학방역 서비스 솔루션
	중우엔텍	반도체 첨단 패키징 TGV(Through Glass Via) Glass 기반 제품 기술		에이오팜	AIO-VISION, 딥러닝 기반 자동화 농산물 품질검사 시스템
	유디포엠	메타도어(Meta Door)		아이클로	빅데이터 기반 AI 담리닝 알고리즘과 디바이스를 활용한 구강질환 예측 솔루션
	인터랙트	ETXR(노코드 XR 콘텐츠 제작 시스템)		살루스마린시스템즈	해안감시 레이더 전시기
	바움랩스	GPS를 기반으로 한 스마트한 다시간 위치 공유 및 모임 일정관리		쓰리이솔루션	세계 최초 연량형 E-SKIN 오가노이드 개발 및 이를 활용한 동물대체시험법
	바운스쿠드	생성형 AI에 활용되는 데이터 관리를 위한 블록체인 기반 IP 관리 플랫폼		미린트	코라이나(Korhina), 알레르기 비염용 레이저 디지털 헬스기기
	에이엔씨랩	AMC Intelligence Platform-IT 인프라 모니터링		에이텀	특화된 평판형 트랜스포머와 이를 활용한 최소형 전자자용 통합전력변환장치 개발
	비즈포스	반도체 주요 장비용 복합 센싱 기반 정밀진단 예지보전 시스템 및 빅데이터 가시화 기술			
	젠틀에너지	수치용 자기발전 전자기에 기반한 가전용 에너지 관리 시스템			

**스마트팩토리·스마트팜 분야 기술 보유**

**【비즈포스】**



비즈포스(대표 황선민)는 충북 청주 소재 업체로서 빅데이터와 인공지능(AI) 그리고 머신러닝 기술을 기반으로 스마트팩토리/스마트팜 분야에서 주요 장비와 정밀 센싱, 실시간 모니터링 솔루션, AI연진 탑재형 데이터 로거 등의 기술을 보유하고 있다. 올해에는 중소벤처기업부의 지원을 받아 '실시간 고속 불량검출을 위한 라인 스킵 카메라 시스템 및 관리 플랫폼 설계 및 개발'을 진행 중이다. 또한 충북과학기술혁신원의 지원을 통해 '반도체 주요 장비용 복합 센싱 기반 정밀진단 예지보전 시스템 및 빅데이터 가시화 기술 개발'에 주력

하고 있다. 지역의 중소기업은 인력과 예산 등의 문제로 신기술을 자체적으로 활용하는 것이 어려워 기술 파트너의 존재가 중요하다. 비즈포스는 지역의 중소기업과 운명을 함께한다는 각오로 연구개발에 전념하고 있다. 머지않아 중소기업용 스마트공장 과 디지털 트윈 솔루션 분야에서 선도기업으로의 부상이 기대된다.