

프로젝트 주제 PR



권영민 멘토님

모승환 멘토님

부산광역시 빅데이터 분석가 양성과정 2기 J6[제육]조



Content

01 | 주제 선정 배경

02 | 주제 선정 과정

03 | 프로젝트 목표

Content

01 | 주제 선정 배경

02 | 주제 선정 과정

03 | 프로젝트 목표

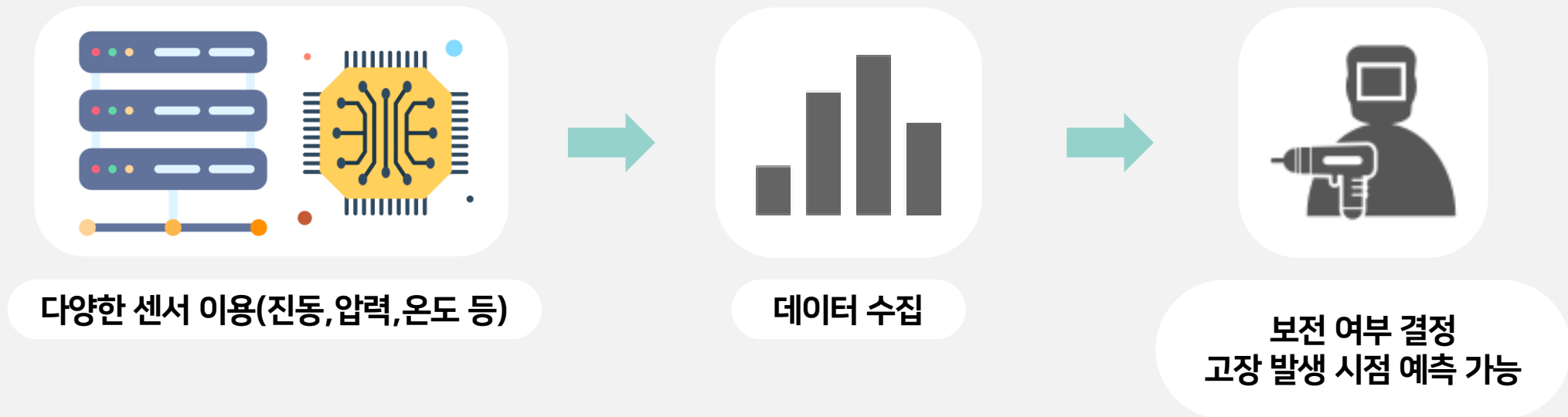
01 | 주제 선정 배경

(1) 예지 보전의 필요성

“예지 보전(Predictive Maintenance)”

- 설비의 기존 데이터를 기반으로 이상징후를 사전에 파악하고 조치하는 유지보수 방법 중 하나

“예지 보전의 기능”



01 | 주제 선정 배경

(1) 예지 보전의 필요성

“ 예지 보전의 기대효과 ”

생산량 손실

5~20%

대부분의 공장에서 장비 고장 및 계획되지 않은 정전으로 인해 생산량의 5~20%의 손실을 입습니다.

연간 가동 중지 시간

800시간 / 연간

제조업체는 매년 장비 고장으로 최대 800시간의 생산성 손실이 발생합니다.

소비재 제조업

2,000만원 / 건

소비재 제조업체의 예상치 못한 가동 중지는 사고당 2,000만원의 손실이 발생합니다.

자동차 제조업

15억원 / 시간

장비 고장으로 인해 자동차 산업은 평균적으로 분당 2,500만원, 시간당 15억원의 비용이 발생합니다.

그림(1) - 설비의 Down Time 동안 발생하는 손실

1. 기존 보전방법 보완 :

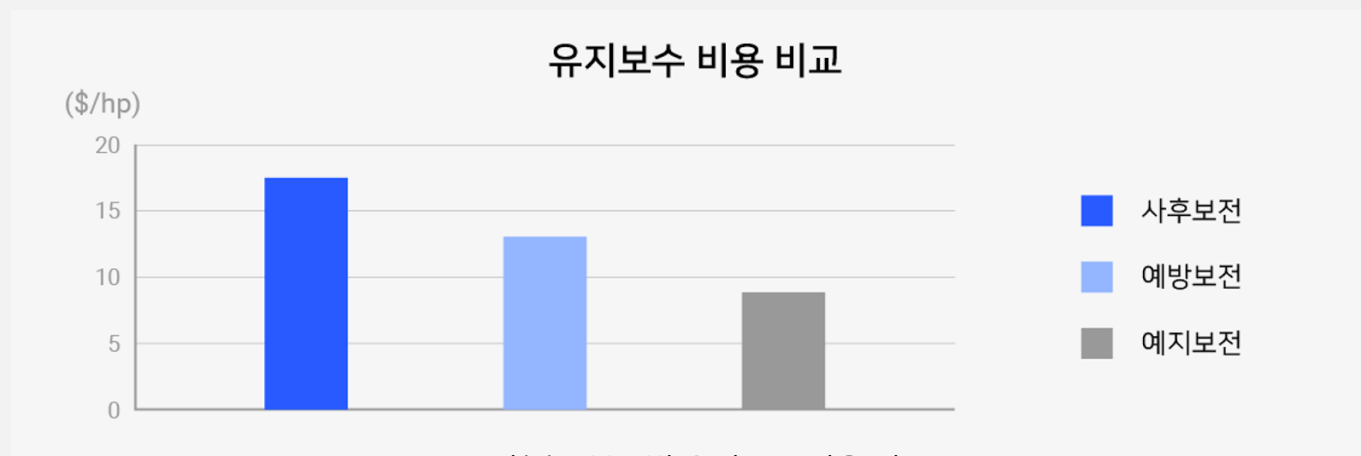
- 사후(Breakdown)보전 시, 설비의 Down Time의 증가와 함께 부품 교체비용 증가

“ 설비의 Down Time 절감 ”

01 | 주제 선정 배경

(1) 예지 보전의 필요성

“ 예지 보전의 기대효과 ”



그림(2) - 분류별 유지보수 비용 비교

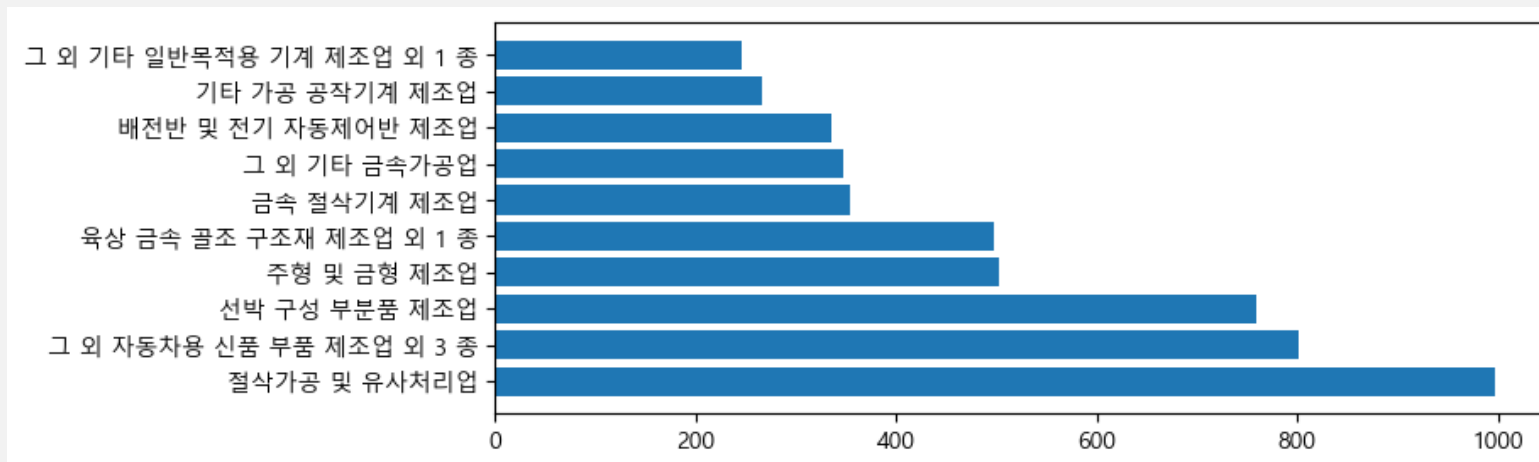
2. 유지보수 비용 절감 :

- 예방 및 사후보전보다 “ 30% 이상의 비용 절감 ” 기대 가능

01 | 주제 선정 배경

(2) 분석 대상 설비 선정

“ 경남 지역 (부산 포함) 분야별 제조업 분포 ”



그림(3) - 경남지역 제조업체 분포 상위 10건

절삭가공 및 유사 처리업
자동차용 신품 부품 제조업
주형 및 금형 제조업
금속 절삭기계 제조업

“ **철강재 가공업** 연관 산업체가 가장 큰 비중을 차지하고 있다. ”

01 | 주제 선정 배경

(2) 분석 대상 설비 선정

“철강 가공업체”



용접 설비

사출 성형 설비

주조 설비

MCT(Machining Center Tool)

CNC

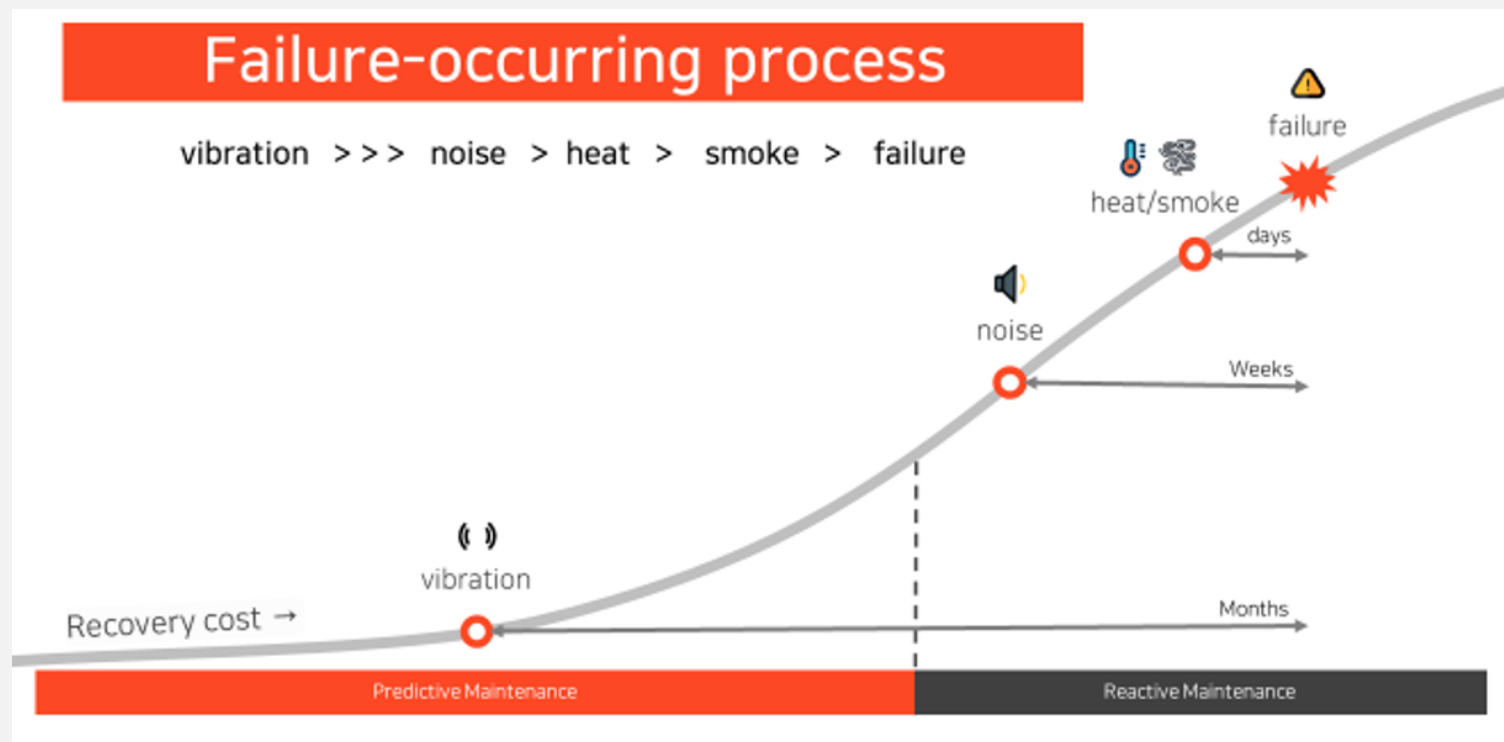
.

.

.

01 | 주제 선정 배경

(3) 중요 데이터 선정 기준



그림(4) - 설비 이상 발생 과정(유지 보수)

- 설비 예지 보전 시, 이상 작동의 영향이 가장 빨리 나타나는 지표가 “진동” 수치로 나타난다.

01 | 주제 선정 배경

(3) 중요 데이터 선정 기준

“진동”



- 설비가 고장 나기 전에는 가장 먼저 진동이 발생한다.
- 시간이 지날수록 진동의 증가 → 마찰/충격 증가 = 소음 발생
- 소음이 발생하는 단계는 사실상 이미 설비에 이상이 발생한 상태이기 때문에, 진동 데이터로 잠재 결함을 발견하고 고장을 예측하는 것이 가장 바람직하다.

“온도”

- 일반적으로 온도 데이터만을 기준으로 예지 보전을 하는 경우는 없다.
- ∴ 기온의 영향을 받기 쉽기 때문에, 센서로 설비 자체의 온도만을 측정하는 것은 몹시 어렵다.
- 보통 온도 데이터는 예지 보전을 위한 보조적인 데이터로 이용된다.

01 | 주제 선정 배경

(3) 중요 데이터 선정 기준

“소음”

- '음향 에너지(I)'가 기체를 통해 '압력(P)'을 가하여 인간의 청각에 감지되는 음의 파형
- 대부분의 공장 환경은 하나의 설비만 있는 것이 아니라 여러 개의 설비가 동시에 작동하기 때문에, 소음 데이터 또한 예지 보전에 활용하기에는 정확도가 떨어진다.

“전압/전류”

- 전압이나 전류와 관련된 고장은 전기적 고장으로 분류된다.
- 일반적으로 전기적 고장은 단기간에 갑작스럽게 발생하기 때문에,
- 예지 보전 보다는 '긴급 보전'에 더 적합한 데이터라고 여겨질 수 있다.

Content









01 | 주제 선정 배경

02 | 주제 선정 과정

03 | 프로젝트 목표

데이터 명	데이터 구성	데이터 형태	수집처
회전 기계 고장 유형 AI 데이터셋(회전기계)	분석에 사용된 변수 : Sensor 1-4 (Z 방향 진동 데이터, m/s2) 정상상태 / 불량 Type 3개	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv데이터 개수 : 약 1,500,000개 (2 sensor groups)데이터 셋 총량 : 73.0 MB수집 주기 : 140초	KAMP
장비 이상 조기 탐지(열풍건조)	정형 : PLC 및 센서 (온도, 전류, 시간) 비정형 : 공정 팬 소리 센서	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv , wav데이터 개수 : 307,083개데이터 셋 총량 : 1.8GB데이터 수집 기간 : 약 60일수집 주기 : 5sec	KAMP
로봇 용접 예지보전 AI 데이터 셋 (용접)	측정시간, 진동센서, 전류센서 측정값	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv데이터 개수 (진동 : 918,270 / 전류 : 8,439,850)데이터 셋 총량 : 105MB데이터 수집 기간 : 10개월	KAMP
용접 예지보전 AI 데이터 셋 (용접)	작업 시간, 전압, 전류, 용접 속도, 양/불량	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv데이터 개수 : (정상 : 654,200 / 이상 : 145,800)데이터 셋 총량 : 5.188MB데이터 수집 기간 : 약 80일수집 주기 : 5min	KAMP
사출 성형 예지보전 AI 데이터셋 (사출 성형)	온도, 압력, 시간, 속도, 위치, 정상/비정상	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv데이터 개수 : 26,796,510 (row 1,030,635개*column 26개)데이터 셋 총량 : 136 MB데이터 수집 기간 : 약 5개월수집 주기 : 분당 평균 2~3 shot	KAMP
전자 부품(배터리) 예지보전 AI 데이터셋 (배터리 용접)	AAS 기반 제조 데이터	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv데이터 개수 : 1,268,865개데이터 셋 총량 : 7.96 MB데이터 수집 기간 : 약 90일수집 주기 : 약 3sec	KAMP

데이터 (1) : 회전 기계 고장 유형

 g1_sensor1.csv	Microsoft Excel
 g1_sensor2.csv	Microsoft Excel
 g1_sensor3.csv	Microsoft Excel
 g1_sensor4.csv	Microsoft Excel
 g2_sensor1.csv	Microsoft Excel
 g2_sensor2.csv	Microsoft Excel
 g2_sensor3.csv	Microsoft Excel
 g2_sensor4.csv	Microsoft Excel

	time	normal	type1	type2	type3
0	0.000000	-0.853307	-3.464579	0.555219	3.919664
1	0.000736	-0.740463	-2.448986	-0.234687	4.145351
2	0.001472	-0.138630	-1.922383	-0.009000	2.941685
3	0.002208	0.049443	-0.906790	-0.272301	2.603155
4	0.002944	-0.289088	-0.568259	-0.986978	1.361874

속성 (column)	설명	비고
Time	데이터의 수집 시간	float
Normal	정상상태	float
Type 1	질량불균형 고장상태	float
Type 2	지지불량 고장상태	float
Type 3	질량불균형과 지지불량 고장상태	float

02 | 주제 선정 과정

제 1안 : 설비 이상 탐지를 통한 예지 보전 모델 개발

데이터 (2) : 장비 이상 조기 탐지

Index	Process	Time	Temp	Current	Date
1	1	오후 4:23:19.0	76.00785	1.518	2021-09-07
2	1	오후 4:23:24.0	74.11938	1.499	2021-09-07
3	1	오후 4:23:29.0	74.12181	1.721	2021-09-07
4	1	오후 4:23:34.0	74.06198	1.678	2021-09-07
5	1	오후 4:23:39.0	73.0865	1.678	2021-09-07

속성	설명	비고
Index	데이터 수집 시 자동 생성 값	int
Process	process 추적을 위해, 동일 process에 동일 숫자 부여	int
Time	측정 시 시간을 초 단위까지 기록(H:MM:SS.S)	timestamps
Temp	열풍건조 설비 내 공정 온도 측정 값	float
Current	열풍건조 설비 내 공정 전압 측정 값	float

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	2021-09-06	32	33	20	21	22	31					
3	2021-09-07	32	33	34								
4	2021-09-08											

속성	설명	비고
0	0: 에러가 발생한 작업단위(lots)의 날짜	timestamps
1~11	Error Lots Number	int





02 | 주제 선정 과정

제 1안 : 설비 이상 탐지를 통한 예지 보전 모델 개발

데이터 (3) : 로봇 용접 예지 보전

진동 데이터

« Dataset_로봇용접 예지보전 AI 데이터셋.zip » dat

이름	유형
 current_anomaly.csv	Microsoft Excel
 current_normal.csv	Microsoft Excel
 vibration_anomaly.csv	Microsoft Excel
 vibration_normal.csv	Microsoft Excel



Time	0	3.12	6.25	9.38	12.5	15.62	18.75	21.88	25
2021-08-02 6:47	0.000448	0.000634	0.000895	0.001124	0.000333	0.000583	0.000242	0.000743	0.001193
2021-08-02 7:12	1.42E-06	0.000176	0.000315	0.000793	0.001073	0.00113	0.00133	0.000867	0.000609
2021-08-02 7:36	0.000594	0.000379	0.001343	0.000454	0.000517	0.000454	0.000693	0.001282	0.001232
2021-08-02 7:59	0.000168	0.000438	0.000732	0.000812	0.000957	0.000835	0.001051	0.000489	0.000181
2021-08-02 8:27	0.00037	0.000512	0.000656	0.000267	0.000236	0.000236	0.000305	0.000629	0.001426
2021-08-02 8:50	0.000876	0.001094	0.001298	0.000453	0.001058	0.001029	0.000723	0.001009	0.000653
2021-08-02 9:15	0.000233	0.000487	0.00021	0.000919	0.001256	0.0009	0.000513	0.000621	0.001162
2021-08-02 9:38	0.00026	0.000772	0.00064	0.000956	0.00082	0.000459	0.000451	0.000879	0.000683
2021-08-02 10:04	4.91E-05	0.00061	0.000661	0.00123	0.001145	0.000206	0.001114	0.0004	0.0008
2021-08-02 10:29	0.000222	0.000313	0.000679	0.002288	0.001356	0.000655	0.000679	0.000481	0.000548

전류 데이터

Time	0	1.91	3.81	5.72	7.63	9.54	11.44	13.35	15.26
2021-09-01 0:04	0.028044	0.033194	0.023135	0.019984	0.012384	0.015154	0.003928	0.00271	0.001608
2021-09-01 0:07	0.017024	0.061488	0.025492	0.01949	0.003985	0.000198	0.001219	0.000958	0.000525
2021-09-01 0:10	0.055605	0.051026	0.03343	0.015864	0.010201	0.004803	0.001797	0.002638	0.002295
2021-09-01 0:17	0.07064	0.090214	0.061381	0.023377	0.018212	0.004499	0.001965	0.002304	0.002807
2021-09-01 0:21	0.08939	0.101223	0.069492	0.029898	0.013571	0.007979	0.002882	0.003186	0.000395
2021-09-01 0:24	0.068921	0.088922	0.058321	0.034605	0.012462	0.015147	0.006261	0.005785	0.00077
2021-09-01 0:28	0.007304	0.066613	0.034942	0.01966	0.002551	0.001851	0.001142	0.001741	0.00063
2021-09-01 0:35	0.005391	0.052981	0.027	0.018822	0.00412	0.001308	0.000123	0.001853	0.000903
2021-09-01 0:38	0.047085	0.08875	0.048688	0.024884	0.008295	0.00258	0.003128	0.001494	0.001964
2021-09-01 0:43	0.053076	0.091792	0.053634	0.025971	0.008131	0.003486	0.003271	0.001399	0.005595

데이터 (4) : 용접 예지 보전

« 100_산출물(양식) » Dataset 용접 예지보전 AI 데이터셋.zip » data

이름	유형
 normal_data.csv	Microsoft Excel 실효로 구...
 outlier_data.csv	Microsoft Excel 실효로 구...

속성(column)	설명	비고
WK_DT	작업 시간	int
PIPE_NO	제품 번호 부여	object
DV_R	직류 전압 측정값	int
DA_R	직류 교류 측정값	int
AV_R	교류 전압 측정값	int
AA_R	교류 전류 측정값	int
PM_R	용접 속도 측정값	int
FIN_JGMT	FIN_JGMT=1: 양품 / FIN_JGMT=0: 불량	int

WK_DT	PIPE_NO	DV_R	DA_R	AV_R	AA_R	PM_R	FIN_JGMT
20220117080000100	PP22041200707	308	7962	364	5975	9270	1
20220117080000100	PP22041200707	308	7962	364	5975	9270	1
20220117080000400	PP22041200707	319	8351	360	5964	9270	1
20220117080000400	PP22041200707	319	8351	360	5964	9270	1
20220117080000600	PP22041200707	320	8312	361	5983	9270	1

데이터 (5) : 사출 성형 예지 보전

공정 변수 조건		내용
독립변수	온도 관련	'Barrel_Temp_Z1', 'Barrel_Temp_Z2', 'Barrel_Temp_Z3', 'Barrel_Temp_Z4', 'Hopper_Temp'
	압력 관련	'VP_Press', 'Back_Flow'
	시간 관련	'Machine_Cycle_Time', 'Cycle_Time', 'Injection_Pressure_Real_Time', 'VP_Time', 'Plasticizing_Time', 'Cooling_Time', 'Decompression_Time'
	속도 관련	'Plasticizing_Screw_Velocity'
	위치 관련	'Screw_Position', 'VP_Position', 'Weighing_Start_Position', 'Plasticizing_Start_Position', 'Plasticizing_End_Position', 'Minimum_Cushion'
	기타	'No_Shot', '_ID'
종속변수	정상/비정상 여부	'PassOrFail' (normal: 0, abnormal: 1), 분석 과정에서 생성

No_Shot	Machine_Cycle_Time	Barrel_Ten	Barrel_Ten	Barrel_Ten	Barrel_Ten	Hopper_T	Injection_F	Screw_Pos	Injection_F	Max_Inject	Screw_Vel	VP_Time	VP_Positio	Weighing_VP_Press	Plasticizing	Plasticizing	Plasticizing		
0	16.54	16.52	210.2	200.7	193.5	187.3	40.1	1.23	6.02	1211.65	78.37	20.6	2	8.14	10.51	1062	4.74	10.46	63.11
1	16.56	16.54	210.2	200.8	193.5	187.2	40.2	1.24	6.02	1211.65	78.37	20.6	2	8.14	10.51	1062	4.81	10.49	63.11
2	16.58	16.56	210.1	200.7	193.5	187.2	40.2	1.26	6.02	1209.16	78.32	35.38	2	8.12	10.54	1101.41	4.8	10.53	63.11
3	16.62	16.58	210.1	200.6	193.5	187.2	40.2	1.3	6.28	1228.24	78.19	36.35	2	8.12	10.79	1092.55	4.84	10.78	63.11
4	16.62	16.62	210	200.5	193.4	187.3	40.1	1.31	6.46	1287.11	77.99	46.1	2	8.1	10.96	1153.41	4.86	10.94	63.11
5	16.62	16.64	210	200.4	193.4	187.3	40.1	1.3	6.43	1261.17	78.07	47.77	2	8.11	10.94	1176.73	4.87	10.92	63.11
6	16.62	16.62	210	200.3	193.3	187.4	40	1.31	6.51	1276.63	78.03	46.78	2	8.11	11	1162.02	4.84	10.99	63.11
7	16.62	16.62	210.1	200.3	193.4	187.5	40	1.3	6.38	1285.61	78.17	45.13	2	8.12	10.89	1151.92	4.87	10.87	63.11
8	16.6	16.64	210	200.4	193.4	187.7	39.9	1.31	6.39	1241.21	78.11	39.1	2	8.14	10.9	1108.89	4.89	10.89	63.11
9	16.62	16.62	209.9	200.3	193.6	187.9	40	1.32	6.4	1283.99	78.17	45.59	2	8.12	10.9	1149.05	4.93	10.88	63.11
10	16.62	16.64	210	200.2	193.6	188	40.1	1.32	6.43	1283.86	78.06	43.91	2	8.13	10.93	1131.71	4.83	10.91	63.11

데이터 (6) : 배터리 전자부품 용접 예지 보전

변수 유형	변수명	설명
용접시퀀스	PageNo	용접 작업 시퀀스 정보 (Count)
용접속도설정(mm/s)	Speed	설정된 길이를 기준으로 모터 속도를 설정
용접길이설정(mm)	Length	용접할 부분의 길이를 설정
용접출력(W)	RealPower	용접 포인트 별로 측정된 실제 용접 출력
발광횟수설정(Hz)	SetFrequency	초당 발광 횟수 설정
최대용접출력설정(%)	SetDuty	최대 용접 출력 설정
용접출력설정(%)	SetPower	용접 재질에 따라 변하는 용접 출력 설정
용접시간(s)	GateOnTime	용접 게이트 오픈 시간
작업시간	WorkingTime	작업이 진행된 시간 (HH:MM:DD hh:mm:ss)

A	B	C	D	E	F	G	H	I
PageNo	Speed	Length	RealPower	SetFrequency	SetDuty	SetPower	GateOnTime	WorkingTime
1	250	241.1	1688	1000	100	82	1154	2022-01-08 10:11:45.181
2	250	241.2	1713	1000	100	83	1670	2022-01-08 10:11:48.487
3	250	241.1	1695	1000	100	82	1153	2022-01-08 10:11:51.245
4	250	241.2	1717	1000	100	83	1670	2022-01-08 10:11:54.493
5	250	241.1	1698	1000	100	82	1154	2022-01-08 10:11:57.269
6	250	241.2	1719	1000	100	83	1670	2022-01-08 10:12:00.659
7	250	241.1	1697	1000	100	82	1153	2022-01-08 10:12:06.660
8	250	241.2	1719	1000	100	83	1670	2022-01-08 10:12:09.910
9	250	241.1	1699	1000	100	82	1154	2022-01-08 10:12:12.674
10	250	241.2	1722	1000	100	83	1670	2022-01-08 10:12:15.900

[수집된 데이터 목록]

데이터 명	데이터 구성	데이터 형태	수집처
회전 기계 고장 유형 AI 데이터셋(회전기계)	분석에 사용된 변수 : Sensor 1~4 (Z 방향 진동 데이터, m/s2) 정상상태 / 불량 Type 3개	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv데이터 개수 : 약 1,500,000개 (2 sensor groups)데이터 셋 총량 : 73.0 MB수집 주기 : 140초	KAMP
로봇 용접 예지보전 AI 데이터 셋 (용접)	측정시간, 진동센서, 전류센서 측정값	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv데이터 개수 (진동 : 918,270 / 전류 : 8,439,850)데이터 셋 총량 : 105MB데이터 수집 기간 : 10개월	KAMP
3상 reactor circulation pump 설비 모터 진동 데이터 셋	취득 일시, 진동 량, 진동 주파수 값 중 첫번째로 높은 성분의 진동 속도, 저주파 배수 성분, 진동 주파수 중 1X 성분의 2배, 3배수 성분	<ul style="list-style-type: none">파일 확장자 : csv데이터 개수 : 문의 (row * column)데이터 셋 총량 : 문의수집 주기 : 문의	퓨처메인

02 | 주제 선정 과정

제 2안 : 모터 이상 탐지를 통한 예지 보전 모델 개발

참고 기업 : 산업 AI 기반 예지 보전 관련 기업

A) 원 프레딕트



B) 모터 센스



02 | 주제 선정 과정

제 2안 : 모터 이상 탐지를 통한 예지 보전 모델 개발

Total Process)

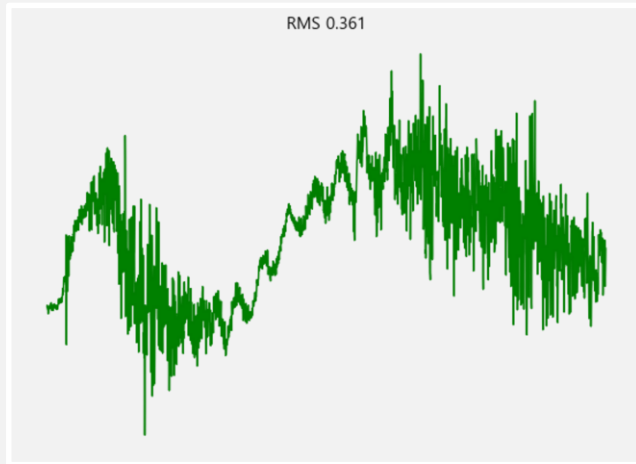


“ MOTER ”

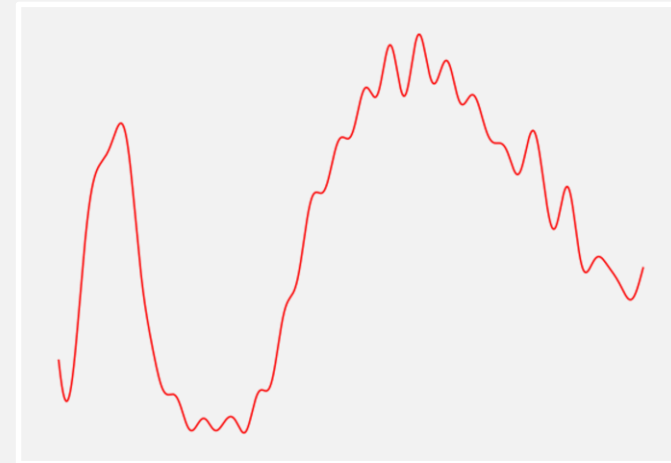
02 | 주제 선정 과정

제 2안 : 모터 이상 탐지를 통한 예지 보전 모델 개발

필요 기술 1 > 전처리 - 노이즈 필터링



처리 전



처리 후

모터의 진동 센서로 데이터 수집 시, 외부의 진동의 영향을 받을 수 있다.

외부의 진동으로 판별되는 데이터 제거 ▶ 순수한 모터의 진동 데이터로 보정

필터링 처리 전의 RMS(진동 크기) : 0.361 ▶ 필터링 처리 후의 RMS : 0.141

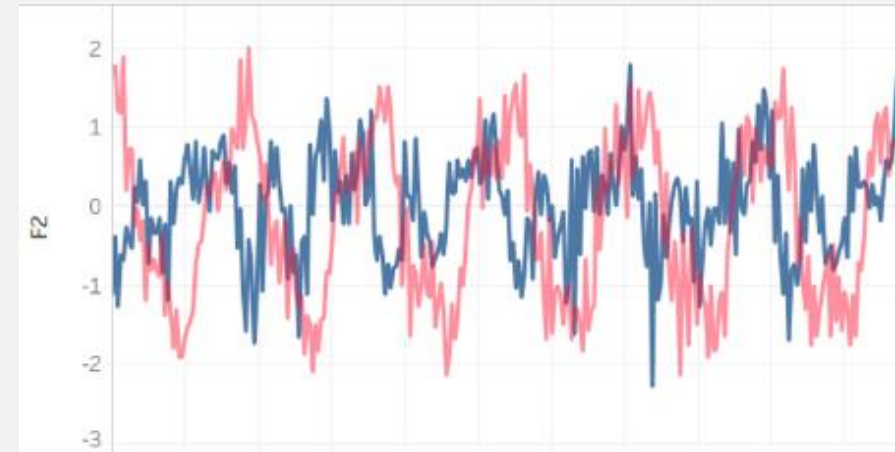
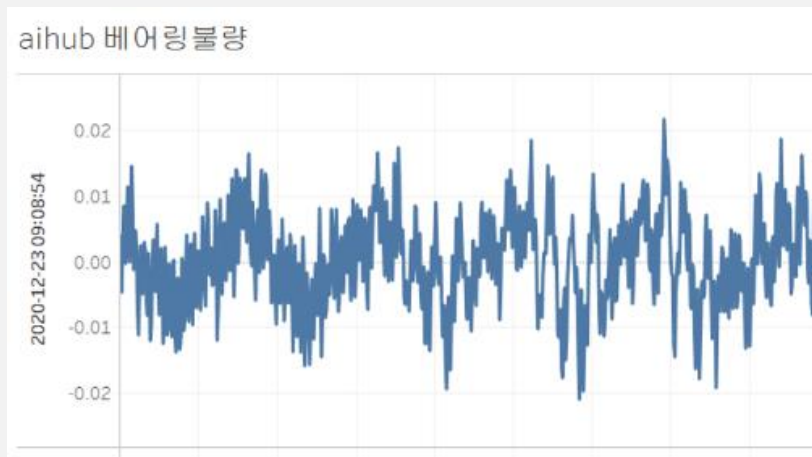
02 | 주제 선정 과정

제 2안 : 모터 이상 탐지를 통한 예지 보전 모델 개발

필요 기술 2 > 전처리 - 중첩 파동 분해 (푸리에 변환)

(푸리에 변환 활용)

여러 개의 중첩된 파동을 위치함수에서 Wave vector 함수로 변환하여 분해



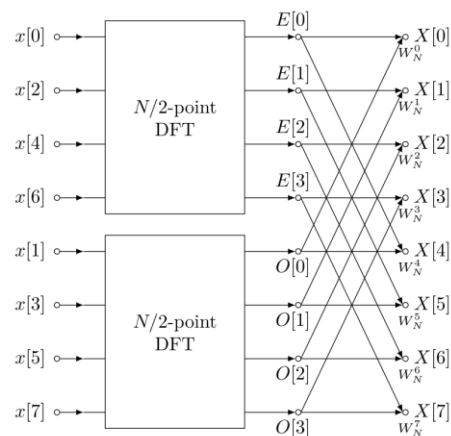
필요 기술 2 > 전처리 - 중첩 파동 분해 (푸리에 변환)

이산 데이터 → 연속 데이터로의 변환을 위한 처리

DFT(Discrete Fourier Transform)

$$Y_k = \sum_{n=0}^{N-1} y_n \cdot \exp\left(-i \cdot 2\pi \frac{k}{N} n\right)$$

- y_n : input signal
- n : Discrete time index
- k : discrete frequency index
- Y_k : k 번째 frequency에 대한 Spectrum의 값



FFT(Fast Fourier Transform)

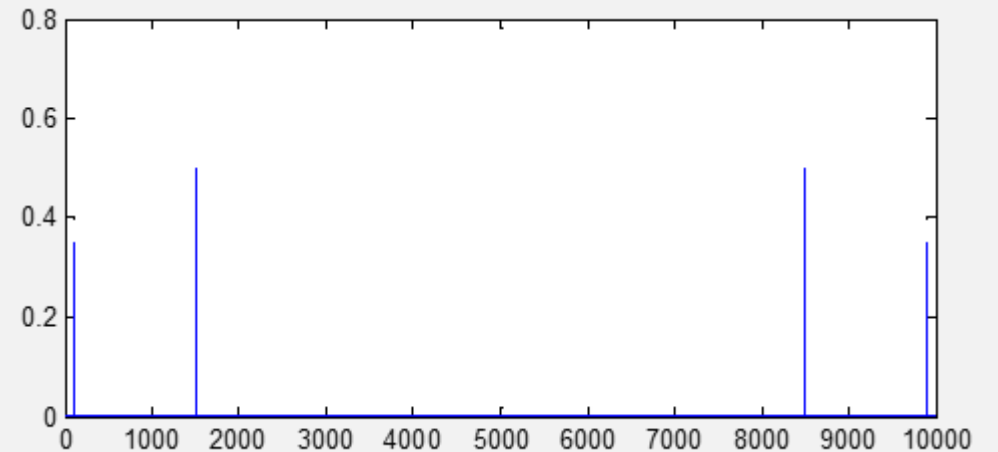
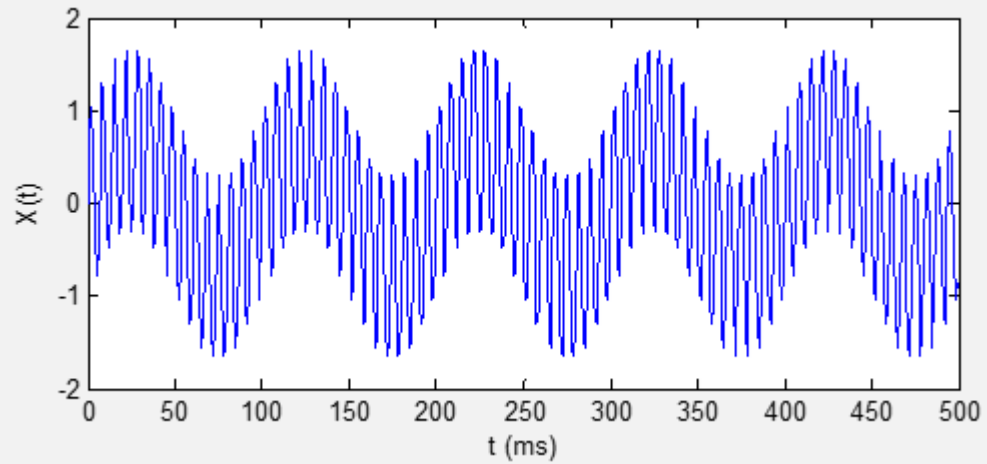
STFT(Short-Time Fourier Transform)

$$X(l, k) = \sum_{n=0}^{N-1} w(n)x(n + lH) \exp \frac{-2\pi kn}{N}$$

변환 명칭	시간		주파수
CTFT (연속시간 푸리에 변환, Continuous Time Fourier Transform)	연속	\Leftrightarrow	연속
DTFT (이산시간 푸리에 변환, Discrete Time Fourier Transform)	이산	\Leftrightarrow	연속
DFT (이산 푸리에 변환, Discrete Fourier Transform)	이산	\Leftrightarrow	이산

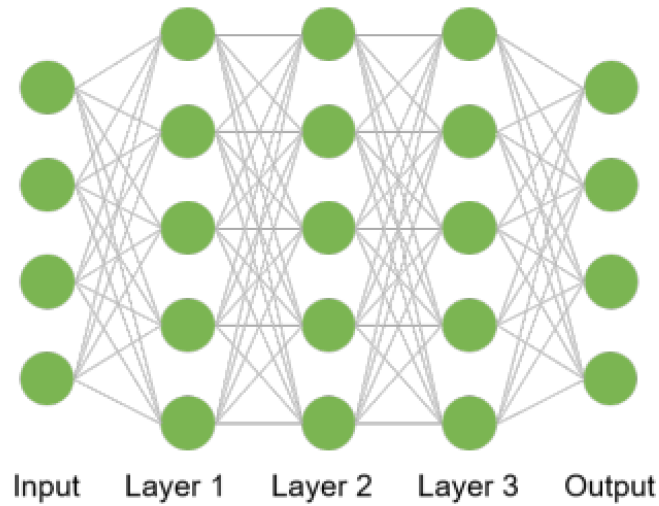
- N : FFT size
 - Window를 얼마나 많은 주파수 밴드로 나누는가입니다.
- Duration
 - 샘플링 레이트를 window로 나눈 값입니다.
 - $T = \text{window}/SR$
 - $T(\text{Window}) = 5T(\text{Signal})$, duration은 신호주기보다 5배 이상 길게 잡아야한다.
 - 440Hz 신호의 window size는 $5 \cdot (1/440)$ 이 됩니다.
- $w(n)$: Window function
 - 일반적으로 Hann window가 쓰입니다.
- n : Window size
 - Window 함수에 들어가는 Sample의 양입니다.
 - 작을수록 Low-frequency resolution을 가지게 되고, high-time resolution을 가집니다.
 - 길수록 High-frequency, low time resolution을 가집니다.
- H : Hop size
 - 윈도우가 겹치는 사이드입니다. 일반적으로는 1/4정도를 겹치게 합니다.

필요 기술 2 > 전처리 - 중첩 파동 분해 (푸리에 변환)

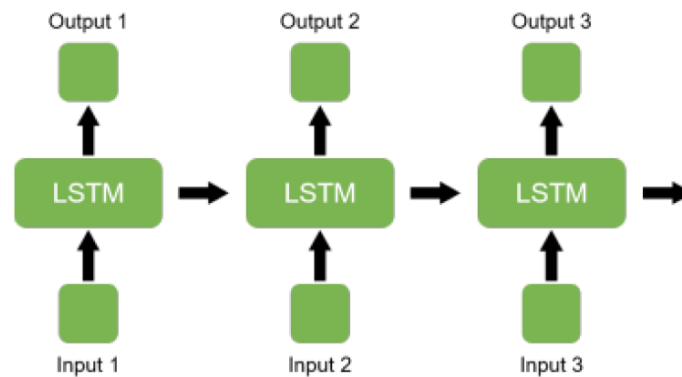


필요 기술 3 > AI 적용 모델

- DNN



- RNN / CNN



Content

01 | 주제 선정 배경

02 | 주제 선정 과정

03 | 프로젝트 목표

03 | 프로젝트 목표

제 1안 : 설비 이상 탐지를 통한 예지 보전 모델 개발

용접

- 로봇 용접
- 용접기
- 배터리 부품

사출 성형

- 사출 성형

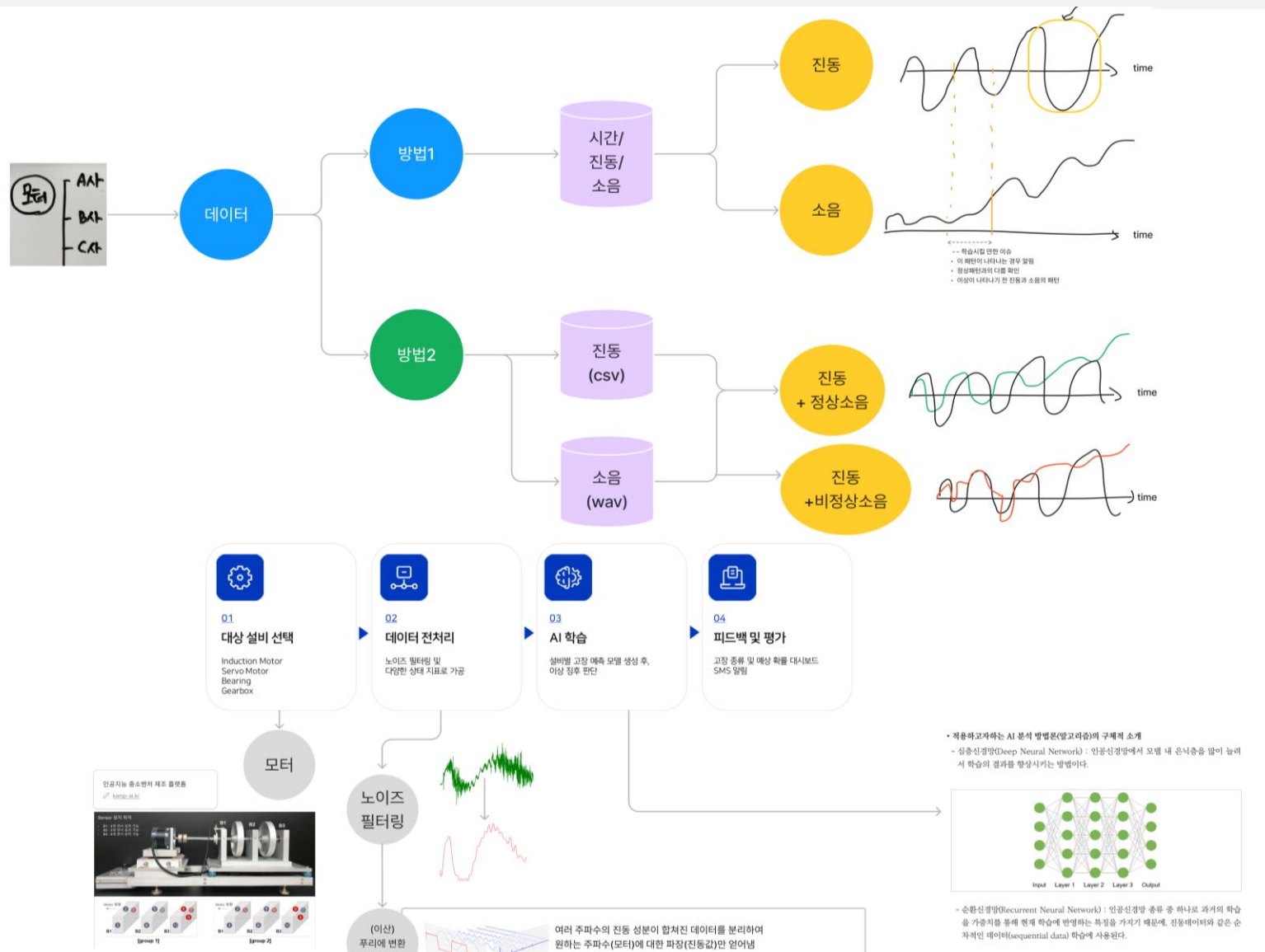
회전

- 회전 기계 고장 유형

- 각 공정별 범용될 수 있는 설비 예지 보전 모델링 구축

03 | 프로젝트 목표

제 2안 : 모터 이상 탐지를 통한 예지 보전 모델 개발



감사합니다
잘 부탁드립니다 (^_^)

