

철강 업종의 SI활용 사례

2019.10.02

목차

- **철강 산업의 AI 적용 사례**
- **철강 산업의 AI 적용 ISSUE**
- **AI 적용 사례 (1~5)**
- **제조업 AI 지표 및 방향 설계**
- **결론**

철강 산업의 AI 적용 사례

세계 제조업의 미래 등대 공장_다보스포럼

: 4차 산업 혁명 시대에 맞아 최첨단 기술과 인프라를 적극 도입해 제조업의 미래를 제시한 스마트 팩토리를 의미

최첨단 3대 기술 : 연결, **지능**, 유연한 자동화

19년 7월 POSCO 등대공장 선정

(독일 : BMW, 지멘스, 보쉬 미국 : 존슨앤 존슨 인도: 타타스틸 중국 : 하이얼 등 다수)

포스코가 보유한 철강 분야 국가 핵심 기술 (국가핵심기술 : 기술/경제적 가치가 높아 유출 시 중대한 악영향을 끼칠수 있는 기술)

- **인공지능** 기반의 초정밀 도금 제어 기술
- 딥러닝 **인공지능** 기반 고로 조업 자동 제어 기술
- 초고강도 강판 제조를 위한 **스마트** 수 냉각 기술

철강 산업의 AI 적용 ISSUE

공정	공정 내용	ISSUE
제선	철광석을 녹여 쇳물(용선)을 만듦	고로 용선 온도 예측
제강	쇳물에 탄소등으로 첨가하여 용강을 생성	제강 전로 정련 온도 예측 및 자동화 조업
연주	냉각하여 슬라브 형태의 반제품 생성	슬라브 표면 품질 예측
압연	슬라브를 누르고, 펴서 코일이나 판을 만듦	냉연 도금 부착량 예측 및 제어
환경/에너지	제품 생산 중 발생하는 분진,가스 등과 소비되는 전력량	부생 가스 발생량 예측/전력 사용량 예측

□ 목적에 맞는 지표를 설정하고 적절한 AI 모델을 선택하는 것이 중요

가공 산업 (자동차 조립 등)	소재 산업 (철강 제조)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 부품간 물리적 결합 : BOM→ reversible(가역) ▪ 단순/반복 작업 → 표준화 쉬움 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 재료의 물리/화학 변화 : Recipe → irreversible ▪ 실시간 변동 대응: 경험/수식모델 → 표준화 어려움
Recipe/경험활용, 표준화 어려움 → 타 산업 분야 스마트 팩토리, AI 사례 단순 도입 불가	

구분	수식(통계)/규칙 기반 모델	AI 기반 모델
설명	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 학문적 이론이나 현장 전문가의 경험으로 부터 공정 인자 간의 관계를 수식/규칙 으로 표현 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 누적된 또는 학습된 데이터로부터 공정 인자 간의 관계 표현
장점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상관성 도출 용이 : 수식표현으로 인해 직관적 해석 쉬움 ▪ 모델 개발 시간 짧음 : 복잡도가 낮아 학습 시간 ▪ 현장 적용성 용이 : 일반 PC 에서도 모델 구동 가능 ▪ 조업 환경 반영 : 조업자의 경험 기반 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 우수한 특징 추출 능력 : 다양한 데이터간의 연관성 추출 ▪ 노이즈에 강함 : 수많은 데이터 인자 사용 (노이즈 둔감) ▪ 학습 유연성 : 기존 수식모델 + 추가적인 지식 모델 ▪ 사용 편의성
단점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 개발자/운영자가 이해하는 범위 내에서 성능 향상 가능 ▪ 노이즈 많거나, 수식 모델이 수시로 변화는 환경에서 사용 불가 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 학습 시간 장시간, 대용량 데이터 필요, 문제 발생 시 논리적 해석 불가

[사례1] QMS 를 활용 공정 및 품질 인자 예측 [1/6]

계측 데이터 중요성

- 계측데이터 신뢰성 하락 時 全부분 영향 有
→ 신뢰성 확보 및 예지/실시간 정비 必



계측 정비 문제점

- 위험 설치 개소 多
→ 열화 계측기 현장 점검 難
- 관리 point 多 vs. 담당 인원 少
→ 예지정비 難 / 돌발 대응성 업무 진행

&

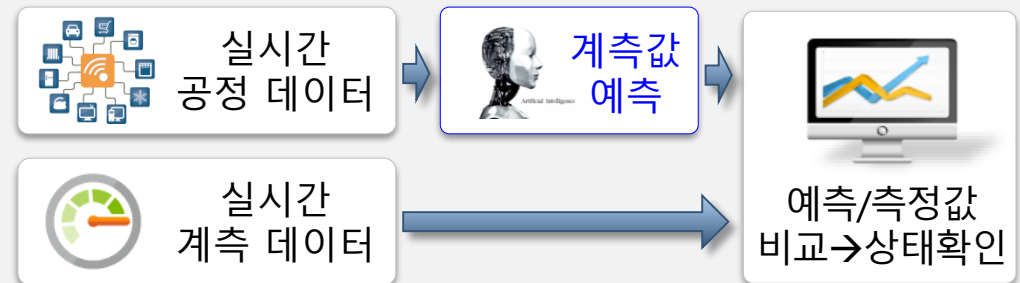
구분	개소	담당인원
일반 계측기	5K ↑	5명
특수 계측기	90 ↑	2명

인공지능(AI) 기반의 지능화 정비 시스템 구축

공정 데이터 및 계측 데이터 AI 학습



학습 데이터 기반 정상 계측값 예측



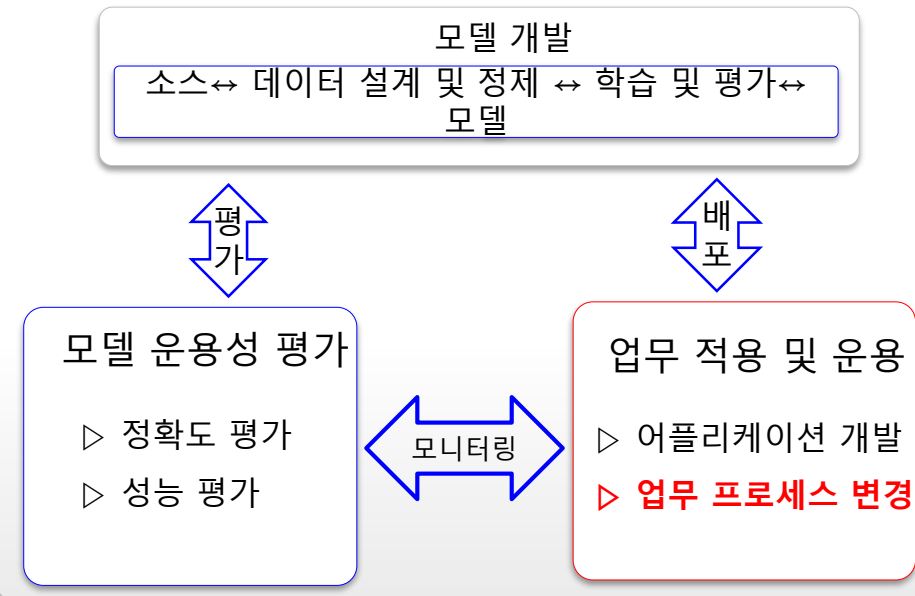
[사례1] QMS 를 활용 공정 및 품질 인자 예측 [2/6]

✓ AI 적용 시스템 개발 시 **단계별 개발 프로세스 도출**

✓ **기존 시스템(QMS)을 활용**하여 AI적용 데모 시스템 구축을 통한 AI 활용 기술 효용성 검증

■ AI 기반 개발 이점 및 프로세스

- 수시, 신속 모델 변경을 통한 정확한 모델 상시 유지



■ 인공 지능 활용 계측 정비 개발 배경

- AI 예측 결과와 **조업 경험에 의한 영향 인자 일치성** 검증

✓ 가열로 최종 제질 온도 영향 인자 분석 및 예측

→ 가열로 내부(예열-본열-균열대) 와 소재 온도 데이터 학습

✓ 압연 라인 온도 계측 데이터 기반 재질 온도 예측

→ RM,IM,PFM설비 온도와 워터박스 유량,압력 데이터 학습

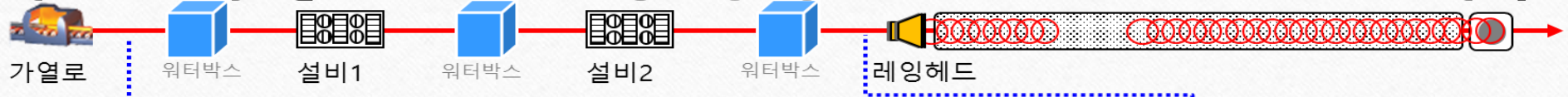
✓ 온도 데이터 대비 품질 변화 통합 연계 예측

→가열로 영향 인자 대비 제품 품질 정보 데이터 연계 예측

공정	수집인자	예측인자
가열로	가열로 내부 공정 온도, 소재 온도 등 10종	가열로 소재 추출 온도
소형 압연	각 공정별 계측 온도 및 워터박스 압력, 유량 등 38종	강종별 레잉 헤드 온도 (스텔모어 초입)
가열로 통합 연계	소재/공정 온도 외 재료 시간 등 26 종	탈탄 및 산화 두께

❖ AI 개발 모델의 핵심은 정확한 모델을 **신속 구현**하고 **수시 개선** 하는데 있음

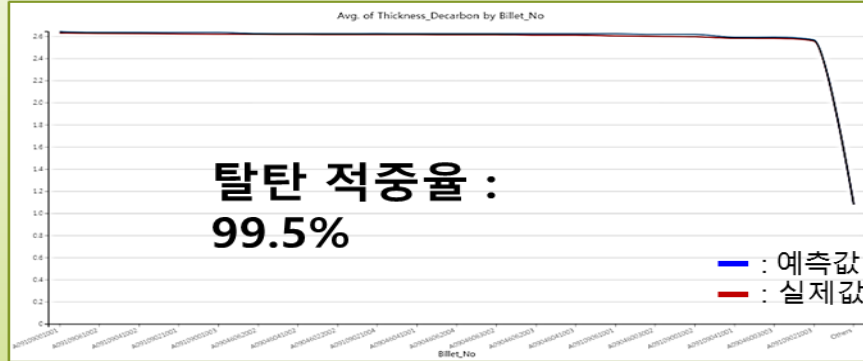
[사례1] QMS 를 활용 공정 및 품질 인자 예측 [3/6]



가열로 추출 온도 및 탈탄

Billet_No string Text	Temp_Output_Billet_ bigint Integer	측정온도	prediction double Decimal	예측온도
A09086042003	1161		1163.7250736410467	
A09070062001	1165		1166.326718119677	
A09070063003	1167		1170.6369364347763	
A09070062003	1169		1171.3274683951051	
A09070062002	1171		1175.8436565773209	
A09070063004	1174		1178.382749645303	
A09070062004	1176		1177.6816401382075	
A09070063001	1177		1180.5187444737714	
A09070063002	1180		1183.3008976578524	
A09070042002	1181		1182.195653394922	
A09070022002	1183		1184.982514956021	
A09070042003	1184		1185.8865846649608	
A09070022003	1186		1187.2373729461833	
A09070042004	1187		1191.4152030743226	
A09070022004	1188		1187.3939966242856	
A09070021004	1189		1188.7362295166795	
A09070002002	1198		1197.9661566063835	

온도 적중율 :
99.3%



압연 종료 온도

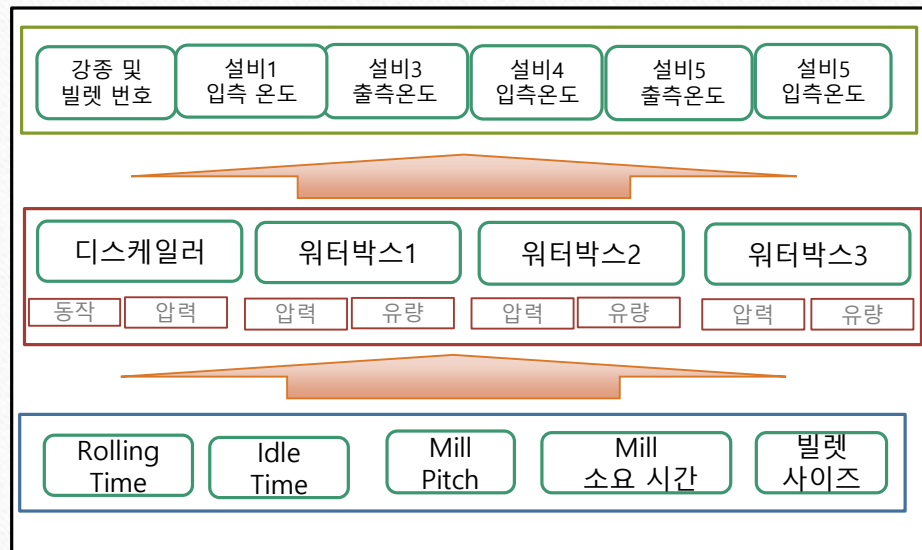
Billet_NO string Text	Product_Key string Text	LAYINGHEAD_Outside_Material_Temp(27_443-B... bigint Integer	측정온도	prediction double Decimal	예측온도
A08915021002	SCM435W	866		857.2159110855487	
A08915002005	SCM435W	869		868.5768003828995	
A08915043002	SCM435W	866		868.5768003828995	
A08915023001	SCM435W	866		871.4942203509933	
A08915021005	SCM435W	868		858.6095627716049	
A08915002002	SCM435W	867		872.3447742559168	
A08915021001	SCM435W	865		864.6319811521448	
A08915023002	SCM435W	868		871.8306092398822	
A08915002004	SCM435W	870		871.8306092398822	
A08915043003	SCM435W	870		855.833745854568	
A08913024002	SCM435W	873		855.833745854568	
A08913024001	SCM435W	875		855.9364279155592	
A08909061002	AI51B20	855		855.755307045161	
A08909061001	AI51B20	853		855.0125015353756	
A08909021001	AI51B20	862		855.755307045161	
A08909041006	AI51B20	866		855.9733557965128	
A08909061006	AI51B20	856		855.755307045161	
A08909021005	AI51B20	858		855.755307045161	
A08909001006	AI51B20	860		855.755307045161	
A08909041004	AI51B20	863		855.755307045161	
A08909041005	AI51B20	864		855.755307045161	
A08909001004	AI51B20	865		855.833745854568	
A08909041003	AI51B20	863		855.755307045161	
A08909061003	AI51B20	861		855.755307045161	
A08909001003	AI51B20	867		855.755307045161	
A08909001005	AI51B20	858		855.755307045161	
A08909041002	AI51B20	865		855.833745854568	
A08909001002	AI51B20	865		855.9733557965128	

온도 적중율 :
90.3%

※ 학습데이터 : 6개월
검증데이터 : 7개월차

❖ 공정 데이터 활용 시 학습을 통한 설비 고장 예지 및 품질 예측 가능성 확인

[사례1] QMS 를 활용 공정 및 품질 인자 예측 [4/6]



타겟 인자

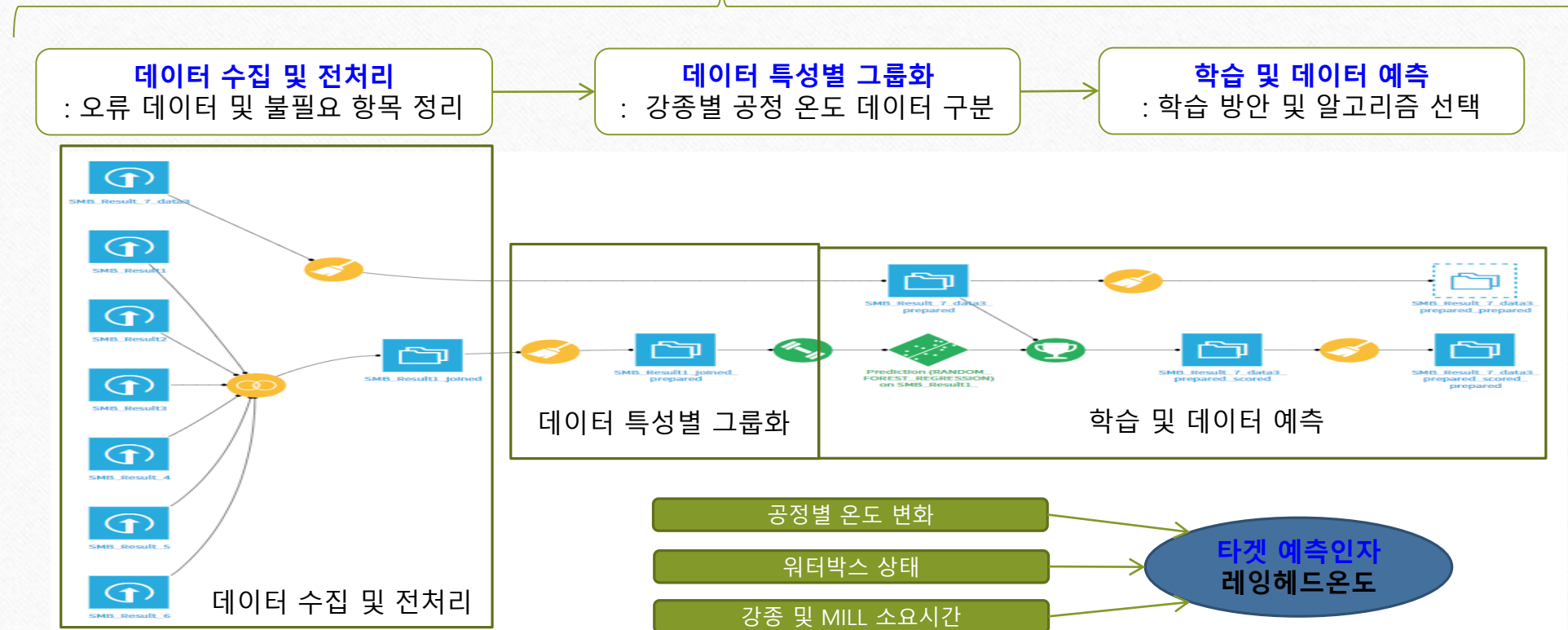
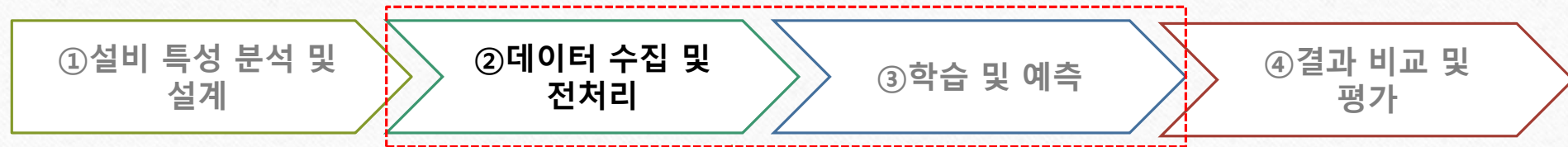
강종별 레잉 헤드 온도
(스텔모어상)

※ 가열로 수집 데이터 179개중 온도 연관 인자 38개 추출
(롤 사용량 및 교체 관련 인자 141개 제거)

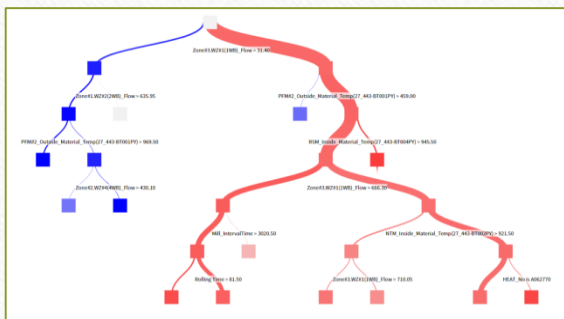
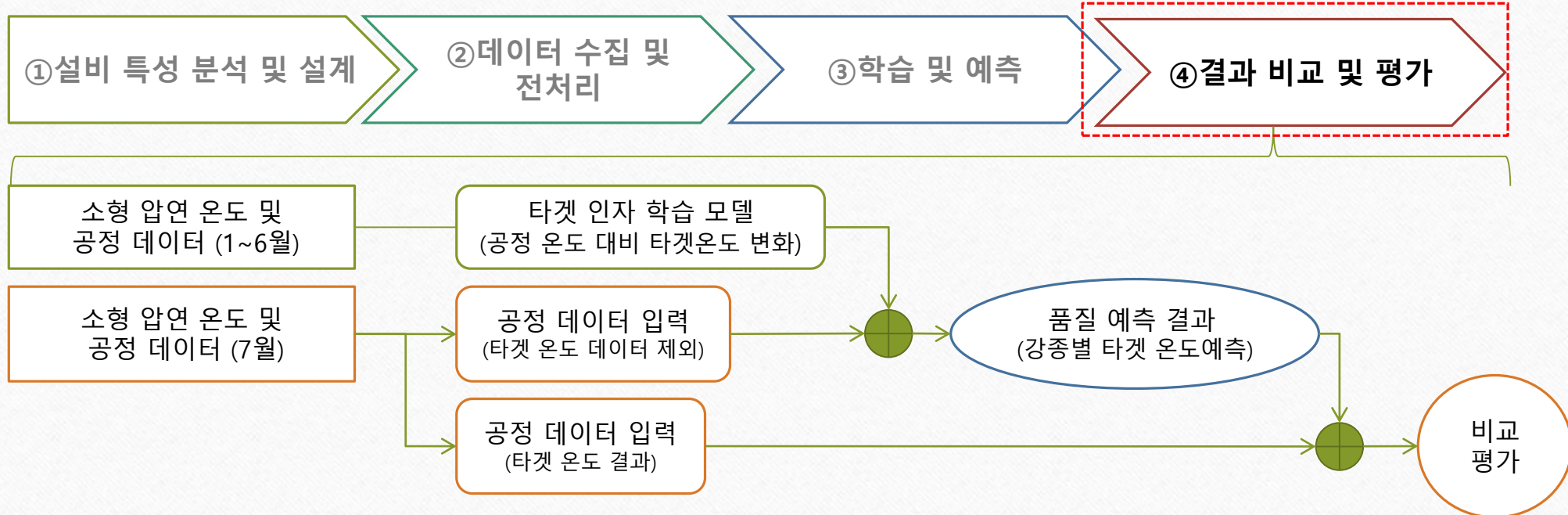
학습 모델 디자인 컨셉

- : ① 소재 온도는 타겟 인자와 영향이 있다.
- ② 타겟 온도는 공정 온도와 워터박스상태와 영향이 있다.
- ③ 강종별 공정 온도와 타겟 온도가 다르다(강종별 학습 필요)
→ 타겟 온도가 일정하면 동일 강종內 동일한 물성 변화를 가진다.

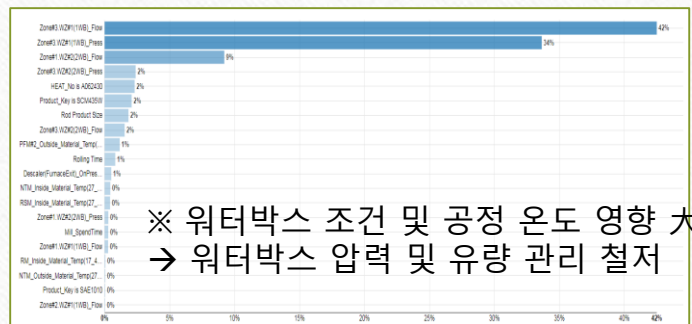
[사례1] QMS 를 활용 공정 및 품질 인자 예측 [5/6]



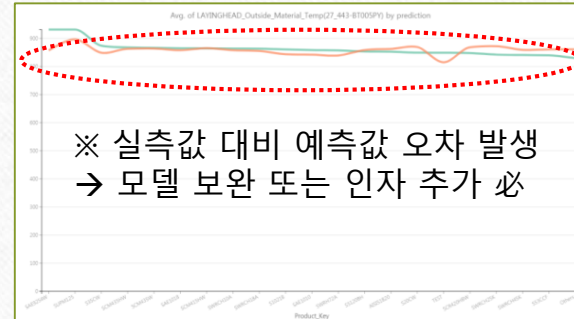
[사례1] QMS 를 활용 공정 및 품질 인자 예측 [6/6]



공정 데이터 학습

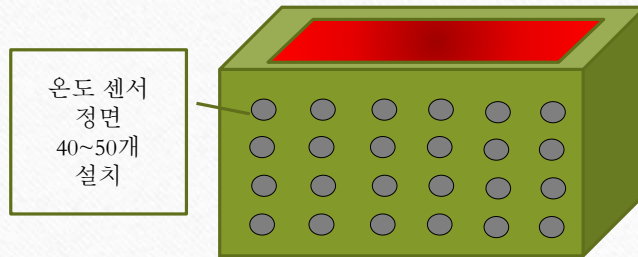
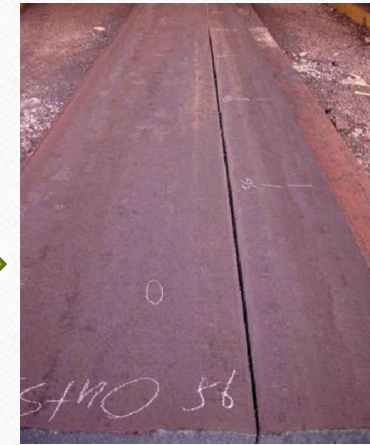
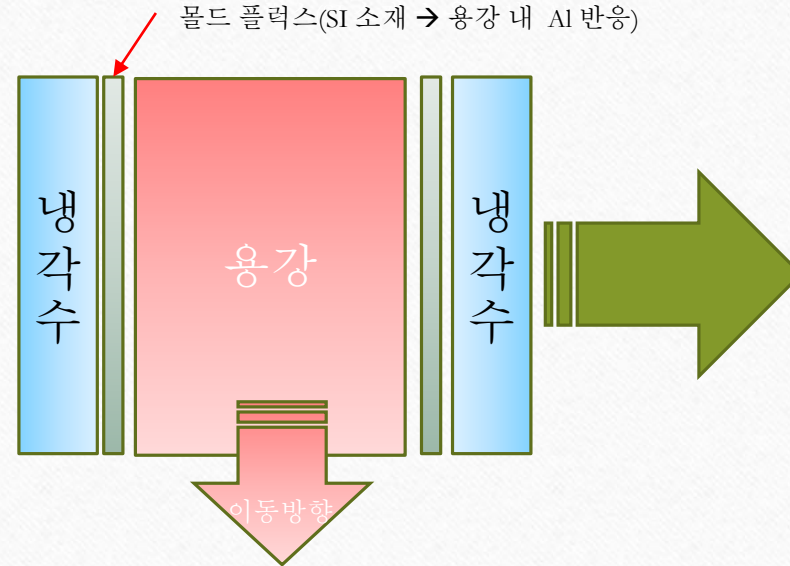
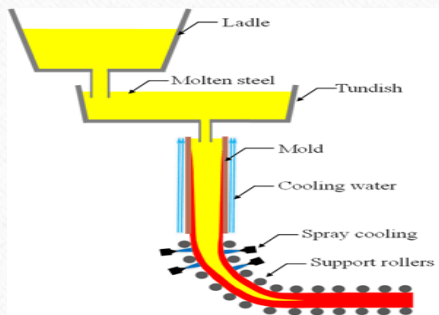


영향 인자 AI 자동 분석



강종별 타겟 온도 비교 결과

[사례2] 연주 공정의 면세로 크랙 탐지 기술 (1/2)



수식

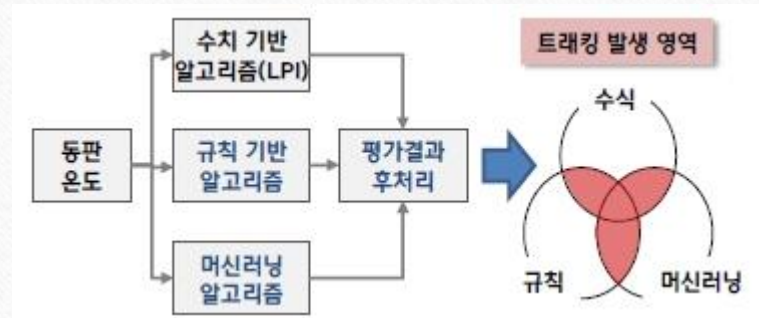
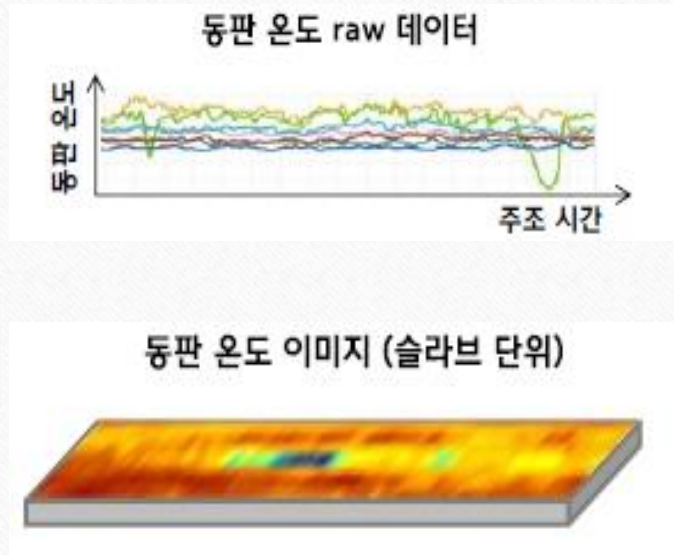
$$\frac{\sum_{i=1}^N \{ T^{i-n}_{avg(Group1)} - \text{Min}(T^{i-n}_{Group2}) \}}{N}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^N \{ T^{i-n}_{avg(Group1)} - (T^{i-n}_{TC2} + T^{i-n}_{TC3})/2 \}}{N}$$

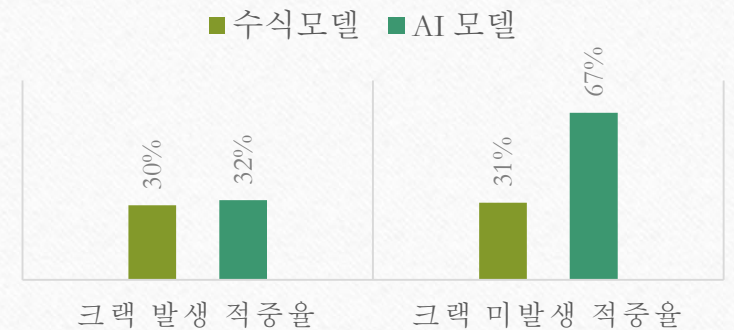
장점 : 크랙 판정 속도 매우 빠름
 단점 : 크랙 탐지 영역 제한적
 정해진 크랙 패턴만 탐지

AI 기반
 이미지 학습
 모델 개발

[사례2] 연주 공정의 면세로 크랙 탐지 기술 [2/2]



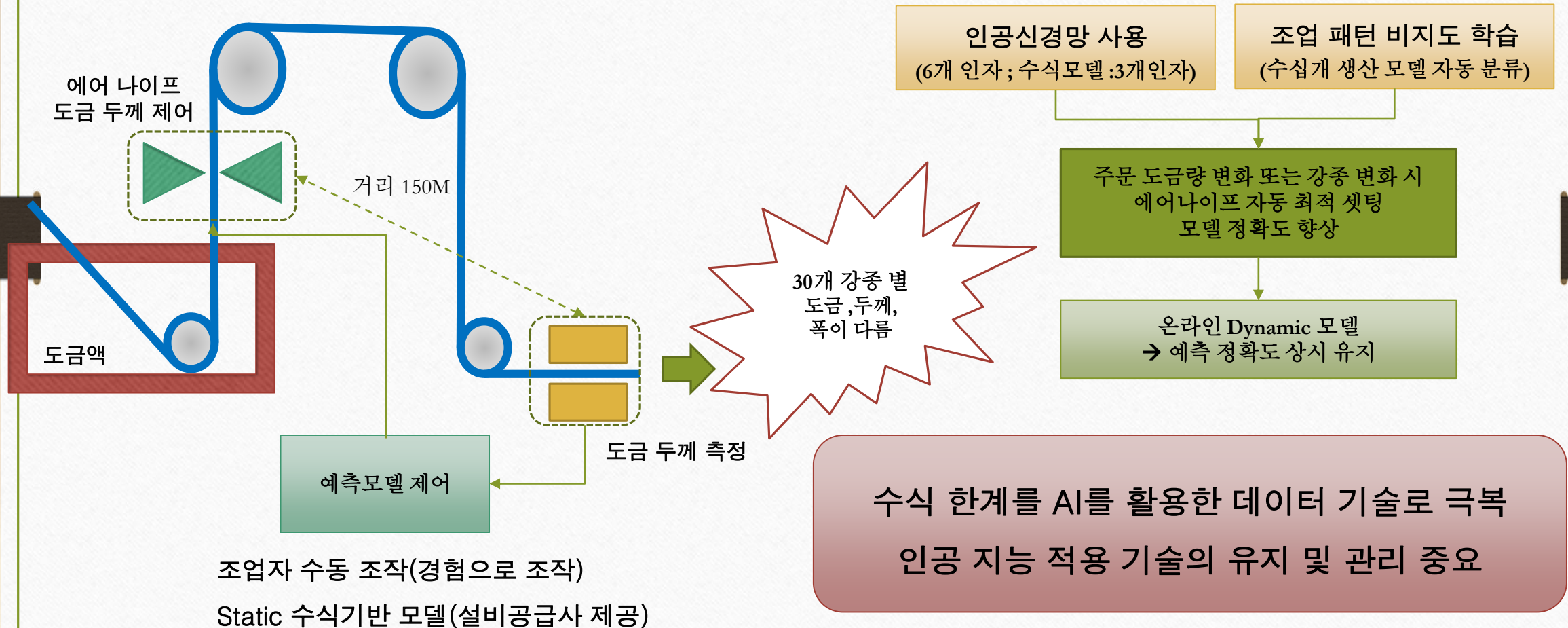
성능 평가 결과



AI 모델이 크랙 미발생 슬라브 적중율 우위

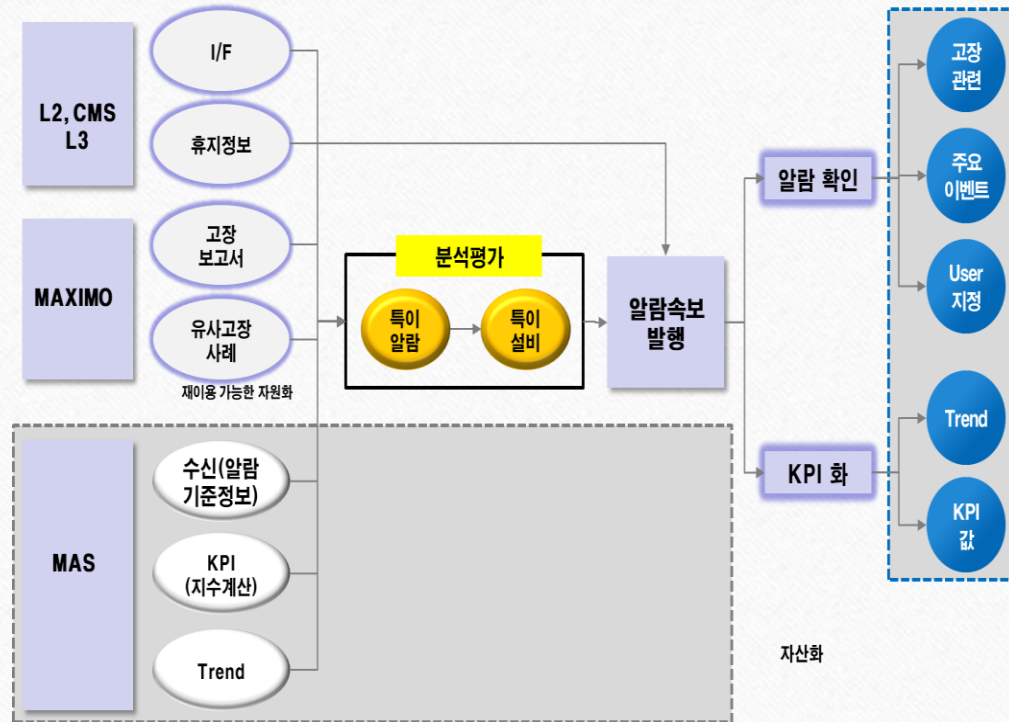
강종 개발, 설비 특성 등의 여러 환경에 적용 가능하도록 모델 수시 변경 필요

[사례3] AI 기반 도금량 예측 모델제어

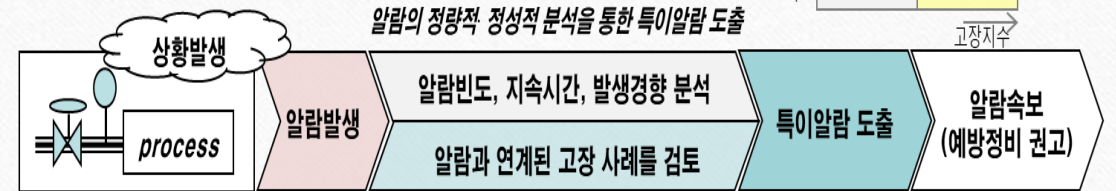


[사례4] AI 기반 정비 지원 시스템 [1/2]

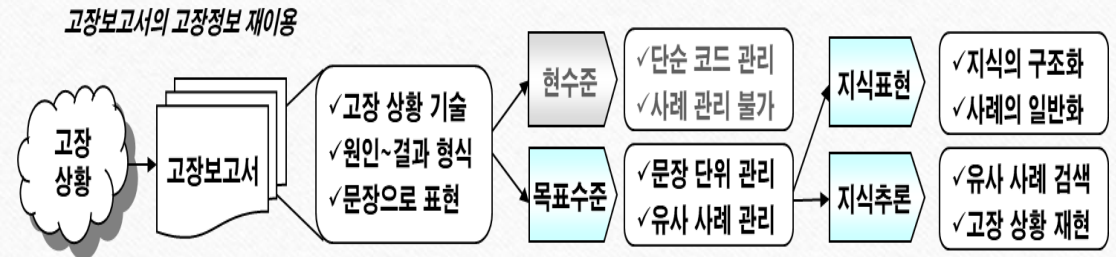
정비지원시스템은 Level 2, 3 시스템의 설비정보, 알람, 휴지정보 등을 수집,
이 자료를 기반으로 설비와 알람의 연관성을 매핑한 기준 정보 관리로 설비 고장에 대한 정보를 사전에
감지하여 수리, 조치함으로 설비효율 향상 도모



◆ 알람분석 및 알람속보 발행

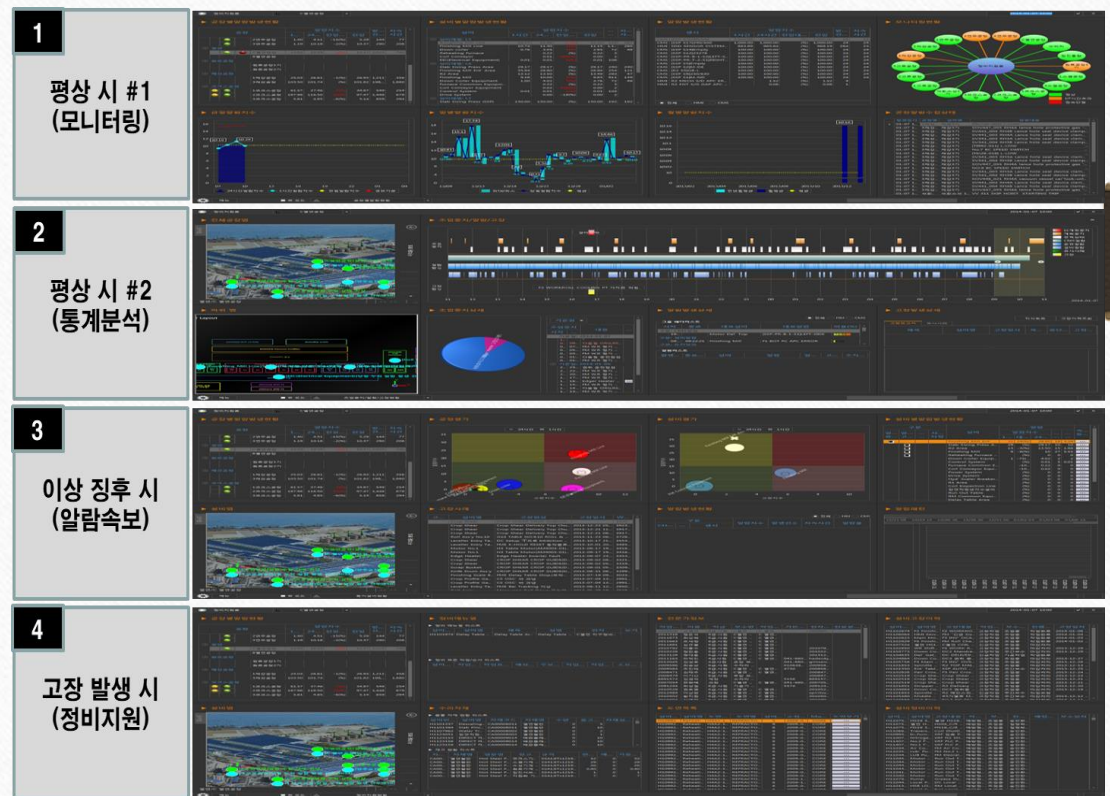
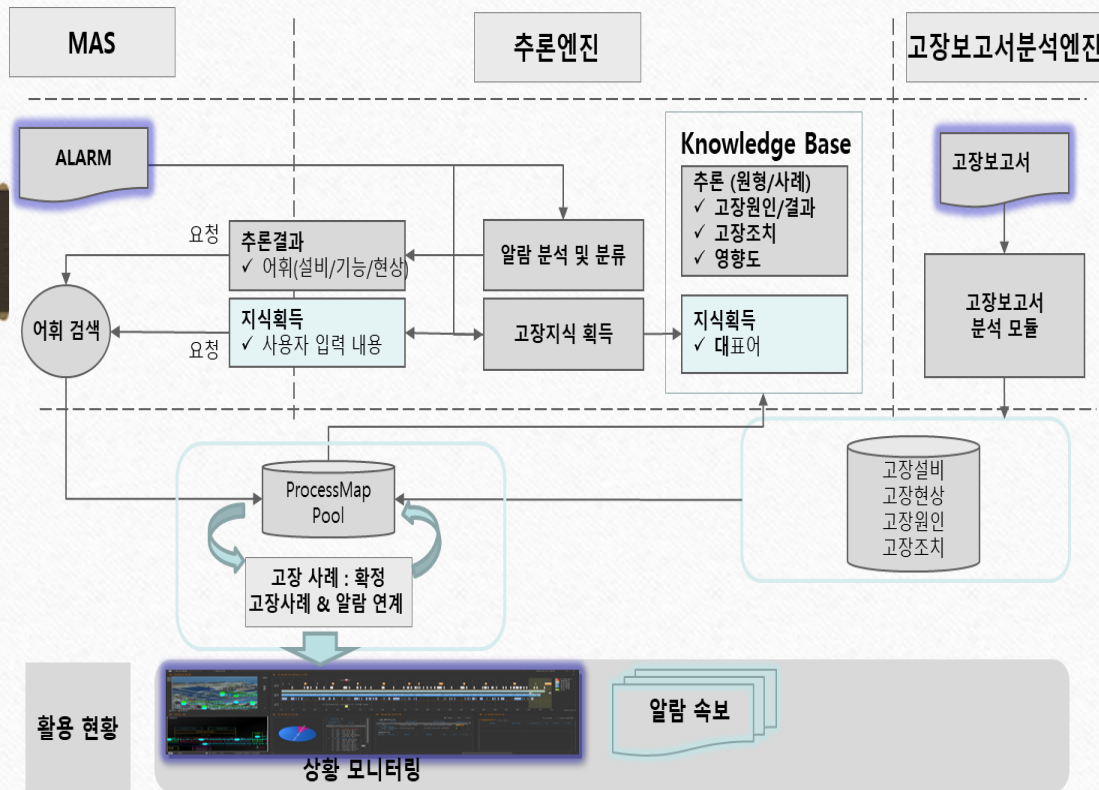


◆ 고장분석 및 고장사례 제공



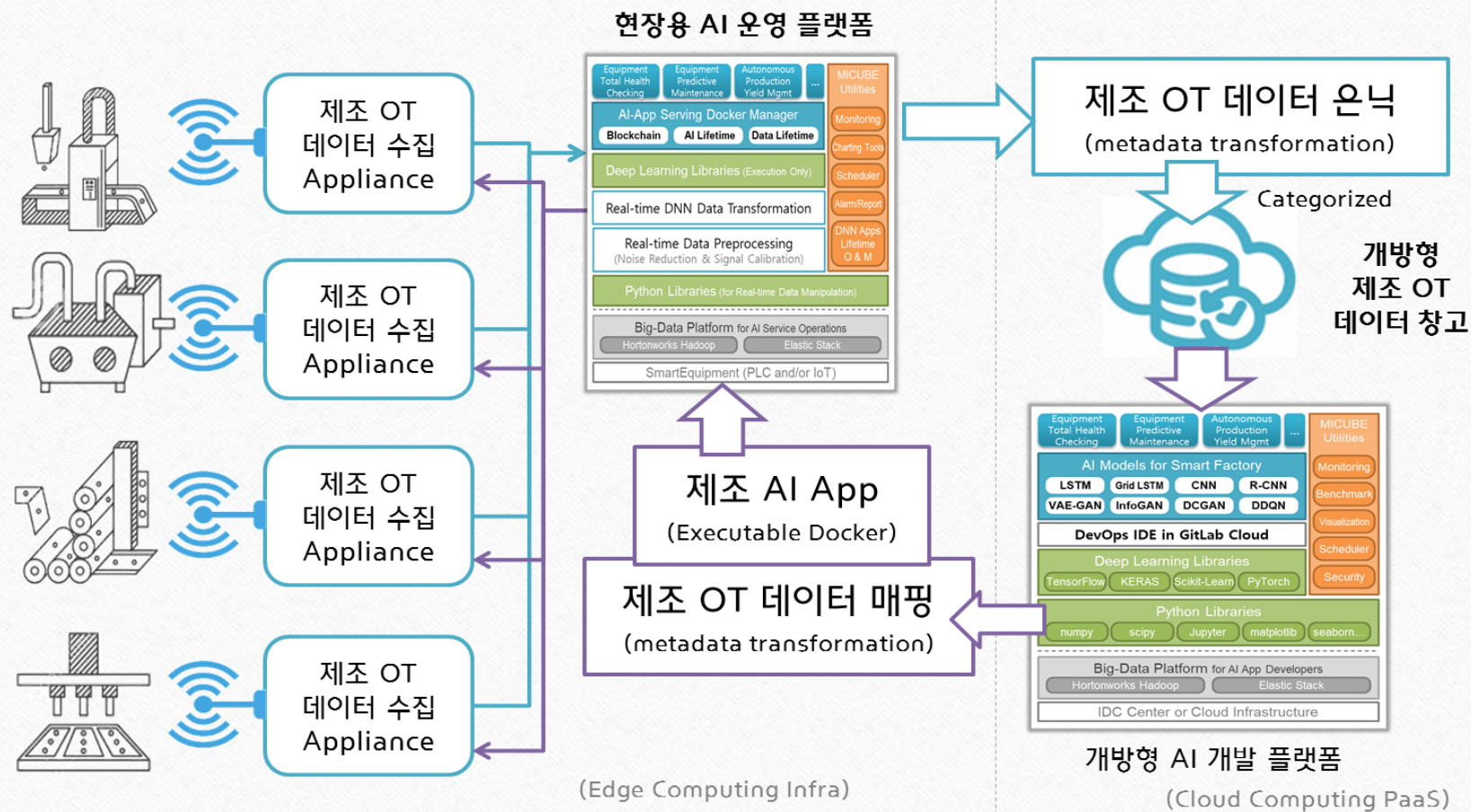
[사례4] AI 기반 정비 지원 시스템 [2/2]

정비지원시스템은 Level 2, 3 시스템의 설비정보, 알람, 휴지정보 등을 수집,

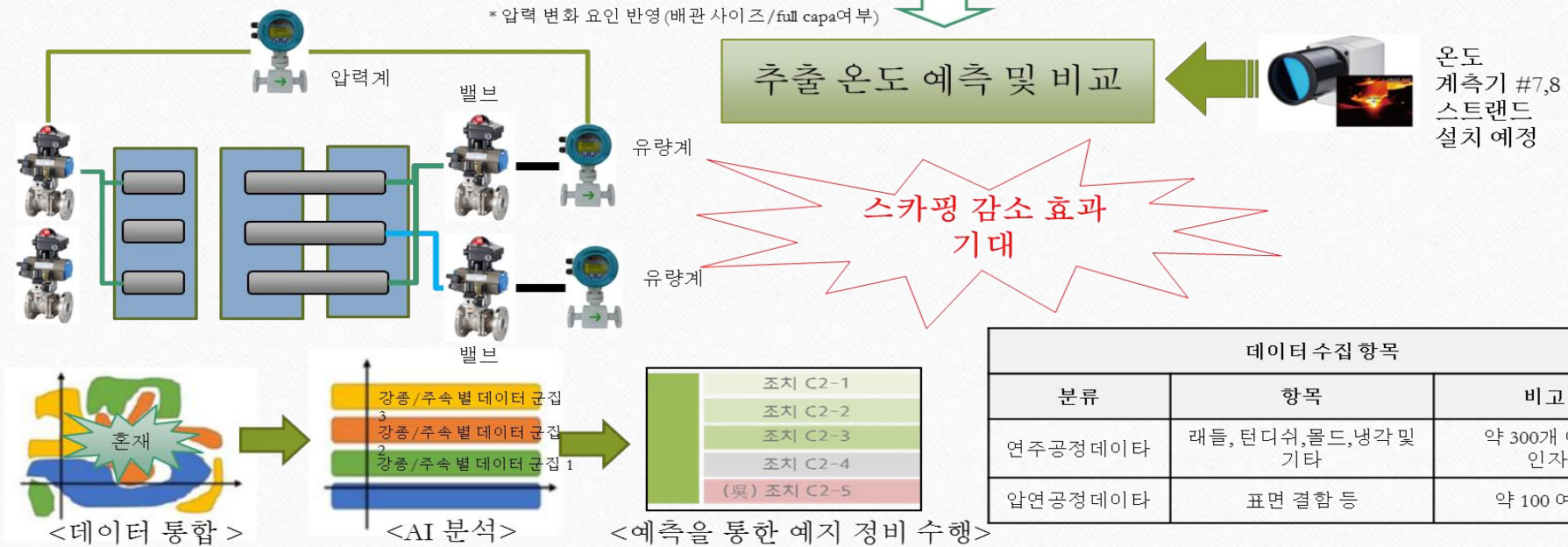
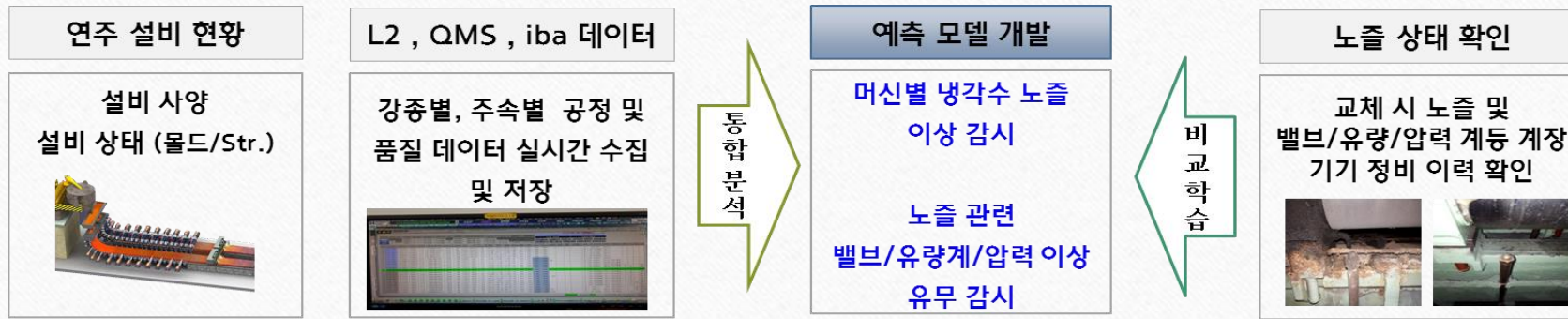


[사례5 진행 중] 과기부 민간지능서비스확산 과제 수행

- 현장용 인공지능 서비스 운영 플랫폼 : AI Program들이 24 x 365 자율적으로 실행될 수 있는 플랫폼



[사례5 진행 중] 과기부 민간지능서비스확산 과제 수행



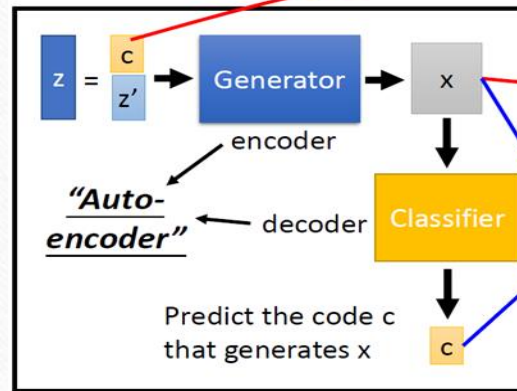
[사례5 진행 중] 과기부 민간지능서비스확산 과제 수행

4.분석 Tool

▷ Mathematical Computing

- Two-Track InfoGAN 모델 적용 : (1) 설비 고장 발생 요인 (C1) 발견 → (2) 장애 조치 방안 (C2) 발견

(Disentangled Representation)



c must have clear influence on x

The classifier can recover c from x.

설비 정비 조치 이력의 분류(C2)로부터 전문가 리뷰를 통해 적합한 조치들만 선택함

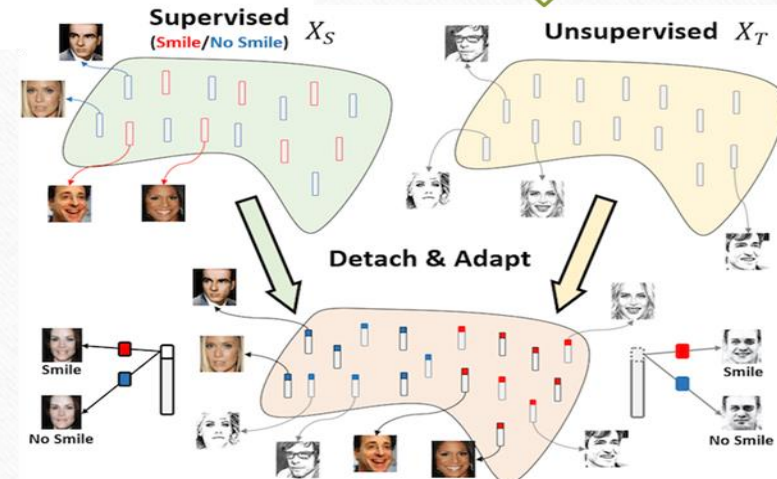
준지도 학습 적용

설비 고장
요인 (C1)
발견

설비 정비
조치 이력
(C2) 분류

C1-F
C1-E
C1-D
C1-C
C1-B
C1-A

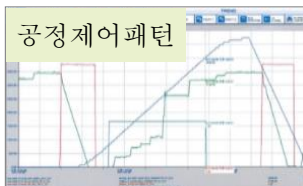
C1-A	조치 C2-1
	조치 C2-2
	조치 C2-3
	조치 C2-4
	(吳) 조치 C2-5



[사례5 진행 중] 과기부 민간지능서비스확산 과제 수행

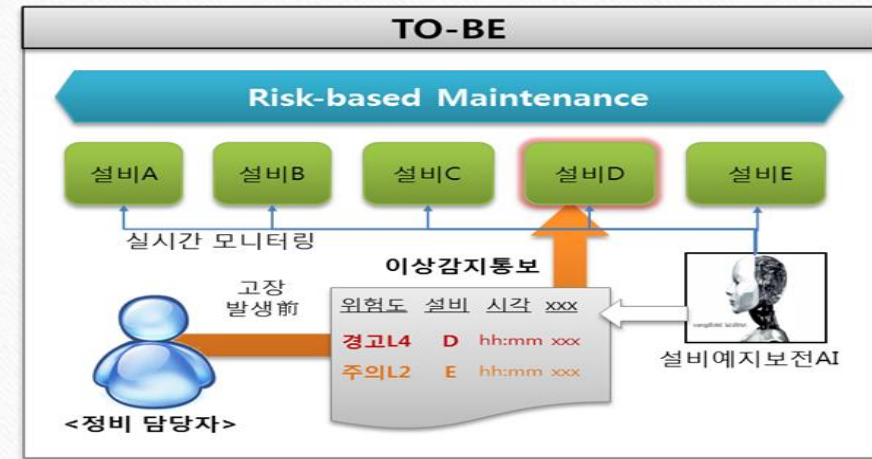
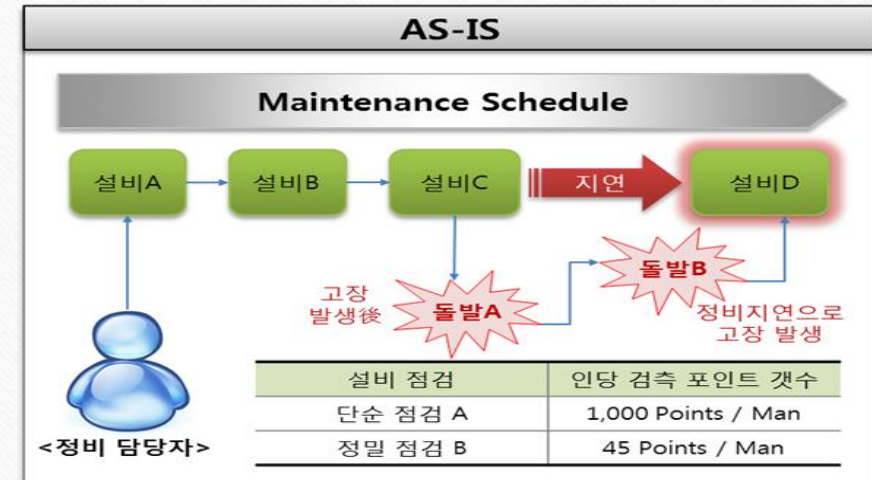
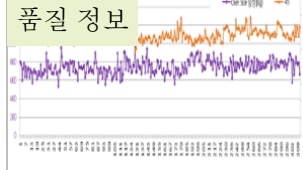
연주 공정 냉각수 제어에 따른 품질 예측

대상 공정	연주 공정
관리포인트	적정 냉각 제어 (과다: 경화로 설비 고장; 과소: 불량)
수집 정보	구간별 냉각 수분량 계측, 에어 스프레이 유량 계측, 출측 온도, 유량 제어용 컨트롤 밸브 개폐 정보 등
설비 정보	설비 상태에 관한 진동계 및 전력부하계 정보
품질 정보	특수강 밀도(또는 경도), Overweight Level 등
기타 정보	제어 공정 로그, 설비 알람 이력 로그 등
AI 활용	적정 냉각수 제어에 대한 최적 Recipe 찾기 (+ 품질 이상 발생 시 원인 분석 및 상황 조치 전파)

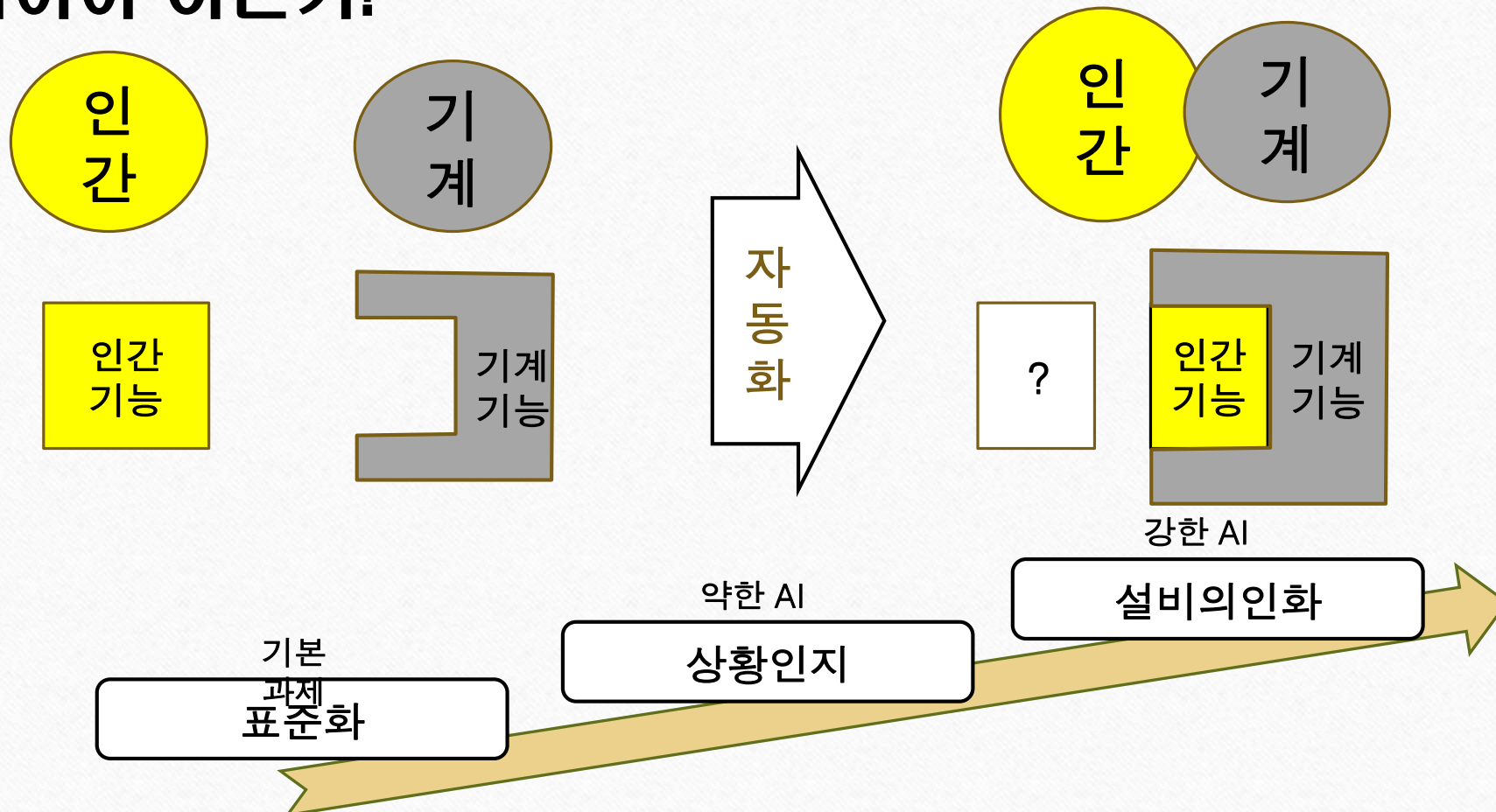


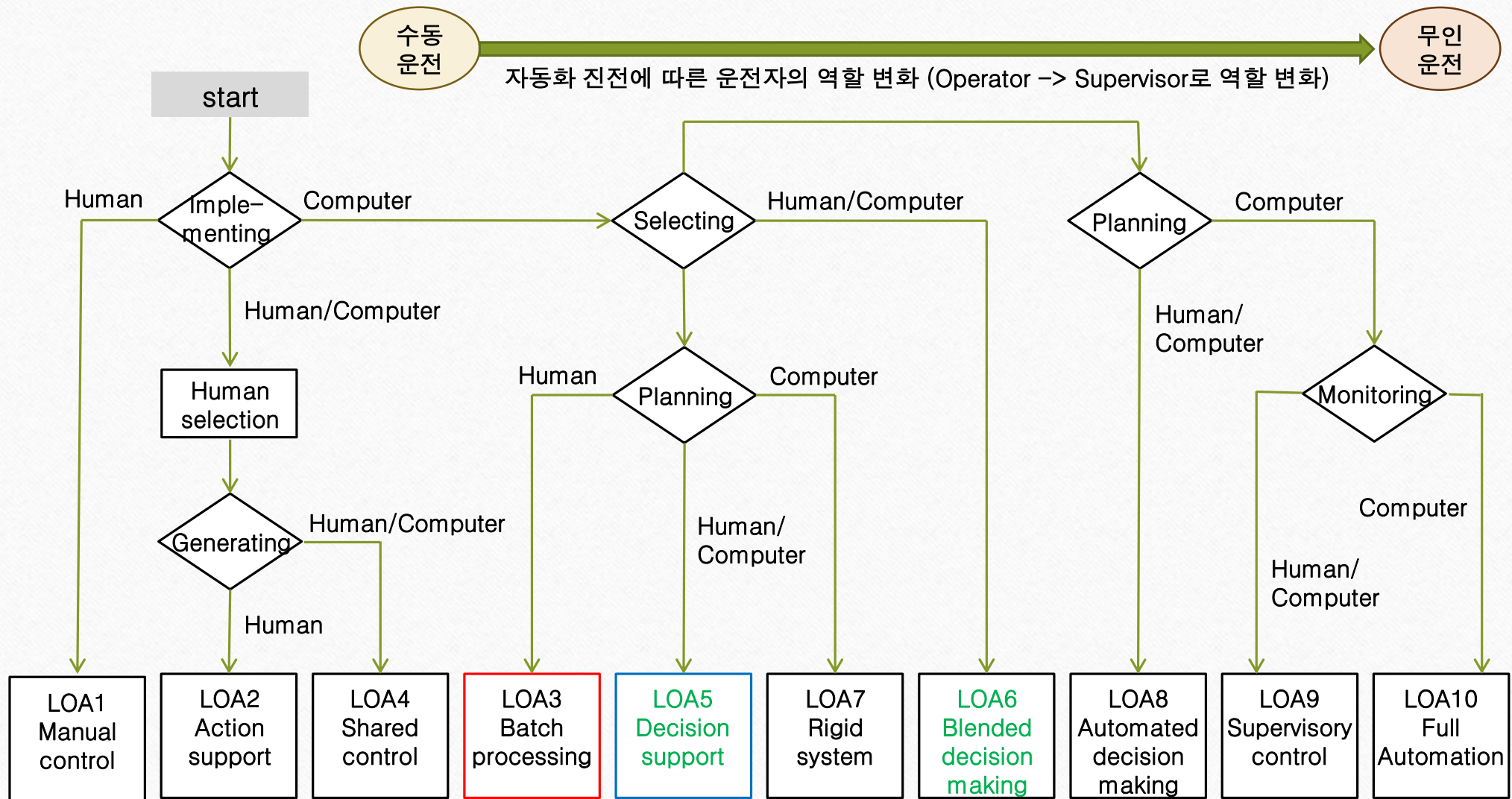
- 상공정 미분(-45um)상안격외(33%) 주요 가능원인자:
- ① BP 화학성분("C") 하한치 → 격외 Heat ("C" 0.13 ↓)
 - ② 수분사 압력 증대 → 120 bar 조업 유지
 - ③ 탈수/건조 온도 저하 → 80℃ 이상 유지
 - ④ 뉴메릭 설비 trouble → 뉴메
 - ⑤ Sampler 동작 → Sampler

관리Recipe



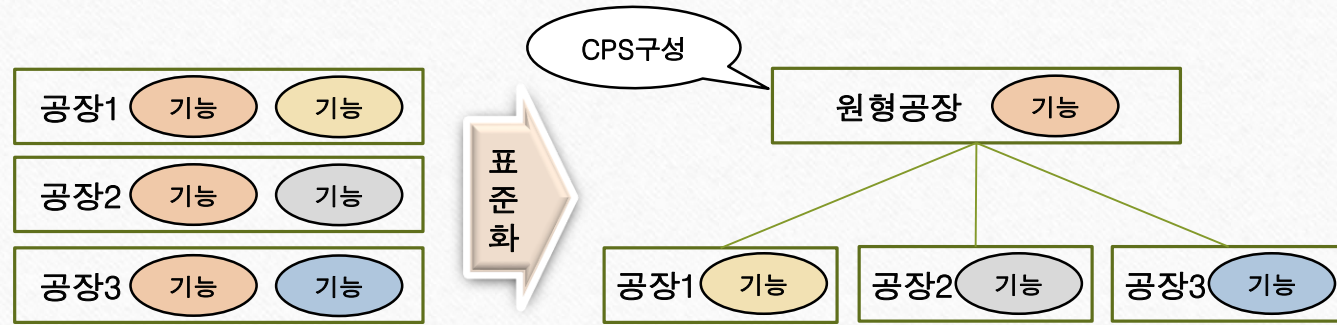
완전 자동화를 위하여는 기계 지능의 진화는 어디까지 되어야 하는가!





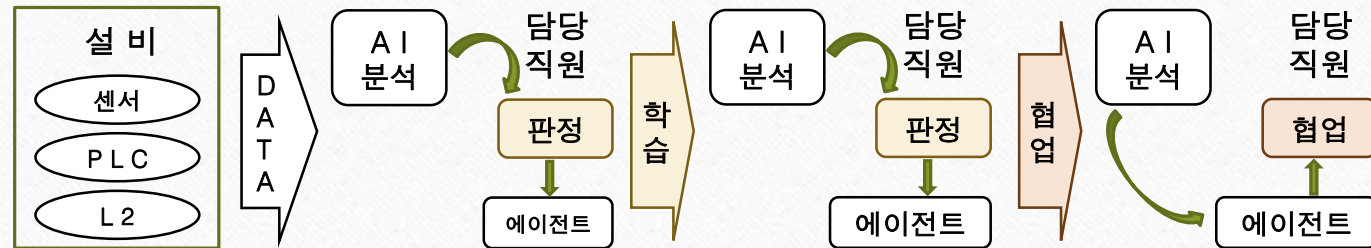
▷ CPS 구성

- 원형 공장 구현
- 공통 핵심 기능
- 부품 단위 실증



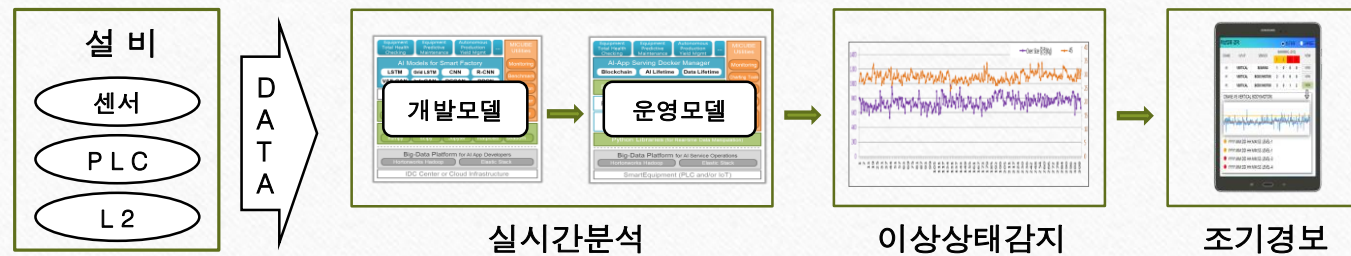
▷ 인간-기계 협업

- AI 분석 축적
- 담당직원 판정
- 분석 에이전트



▷ 제조 조기 경보

- 실시간 분석
- 이상 상태 감지
- 국제 표준 평가



Theory

평가정보관리

- ▷ MES KPI
- ▷ 제조조기경보
- ▷ best practice

학습정보관리

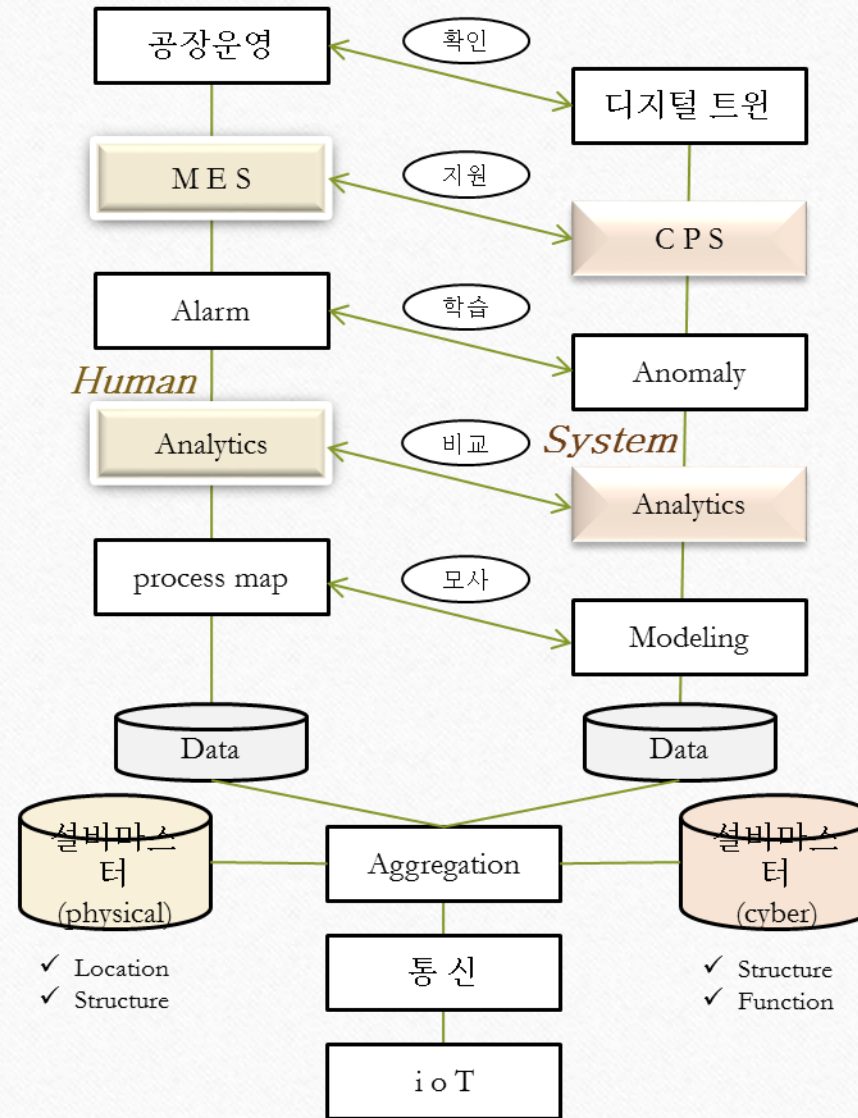
- ▷ 강화학습
- ▷ belief theory
- ▷ 인간-기계협업

분석정보관리

- ▷ AI (딥-러닝)
- ▷ Alarm생애관리
- ▷ Abnormal Situation Management

기준정보관리

- ▷ 원형이론
- ▷ 에이전트
- ▷ 메타데이터
- ▷ 시나리오



Standard

: ISO22400

: ISO62264 (ISA95)

: ISO19450

: ANSI/ISA-18.2

: HIL Human-in-the-Loop

: Statistics

: Deep Learning

: IEC61512 (ISA88)

: RAMI4.0

: AutomationML

: IEC81346

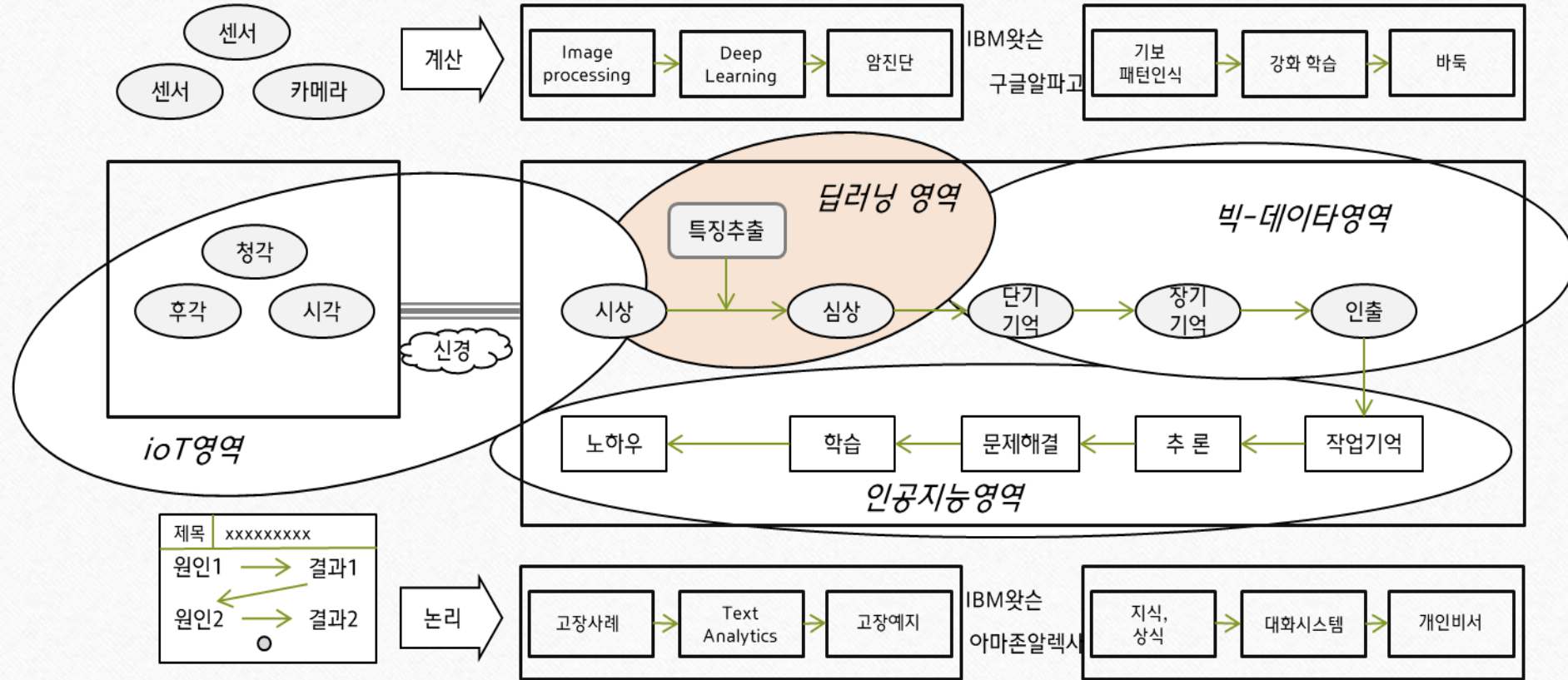
: IEC62541 (OPC/UA)

: oneM2M

: MQTT, CoAP, NB-IOT

Mathematical Computing

“입력신호(현상)를 적절한 수학적 처리(Modeling)를 통하여 인지(특징판정,분류등)을 하는 방법론”



결론

- 지속적인 내용 공유와 소통 협업을 통해 IT+OT+사람 간의 공감대 높은 상황 인지 필요
- 데이터 특성과 과거 수행 경험을 고려한 알고리즘 선택
- 명확하게 정의된 문제(OT)에 대한 새로운 해결방안(IT) 제시
- 문제의 목적과 목표에 맞게 적절한 AI모델 및 평가 지표 선택