

2020 IT 21

Global Conference

Digital New Deal
Technology Essentials
디지털 뉴딜 기술 핵심

Session 4-4

AI+스마트그리드, 한전의 AI 전략

전동훈 수석연구원 (한전 전력연구원)



[요약문]

- . 한국전력공사(KEPCO) 소개
 - 우리나라 전력산업 현황 및 전망
 - 한전의 역할 (Super Grid, Smart Grid, Micro Grid)
- . 한국전력공사의 연구개발사업 소개
 - 중장기 연구개발전략 소개 (본사 기술기획처)
 - 연구조직 소개 : 전력연구원, 경영연구원, 데이터사이언스연구소
 - 연구사업 소개 : 기초연구, 주력연구, 현장기술개발, 경영정책, Open-R&D

- . AICBM 관련 주요 연구과제 소개 (AI, IoT, BigData 중심 + 현장적용)
 - 발전 분야 : Intelligent Digital Power Plant(IDPP), 발전설비 진단, 태양광/풍력 발전기 출력예측
 - 송변전 분야 : Intelligent Digital Sub-Station(IDSS), 송변전설비 진단, PMU
 - 배전 및 수요분야 : Virtual Power Plant(VPP), 전압관리

[발표자 약력]

1993년~1994년 효성중공업 기술연구소
1994년~2010년 한전 전력연구원 송변전연구소
2011년~2012년 한전 전력연구원 연구전략실 (책임연구원)
2013년~2016년 한전 기술기획처 연구전략실 (책임연구원)

2018년~2019년 한전 전력연구원 송변전연구소 전력망신기술연구실장 (수석연구원)
2020년~현재 한전 전력연구원 기초전력연구센터 성과활용팀장 (수석연구원)
* 관심분야 : Power System, Transmission & Distribution System, Sub-station, AI + BigData 응용

2020 IT21 글로벌 컨퍼런스 - session 4 (AI융합)

한전의 AI 전략, SmartGrid + AI

2020. 9. 25

전동 혼

한전 전력연구원
수석연구원





Contents

I

한국전력공사 소개

II

한전의 연구개발사업 소개

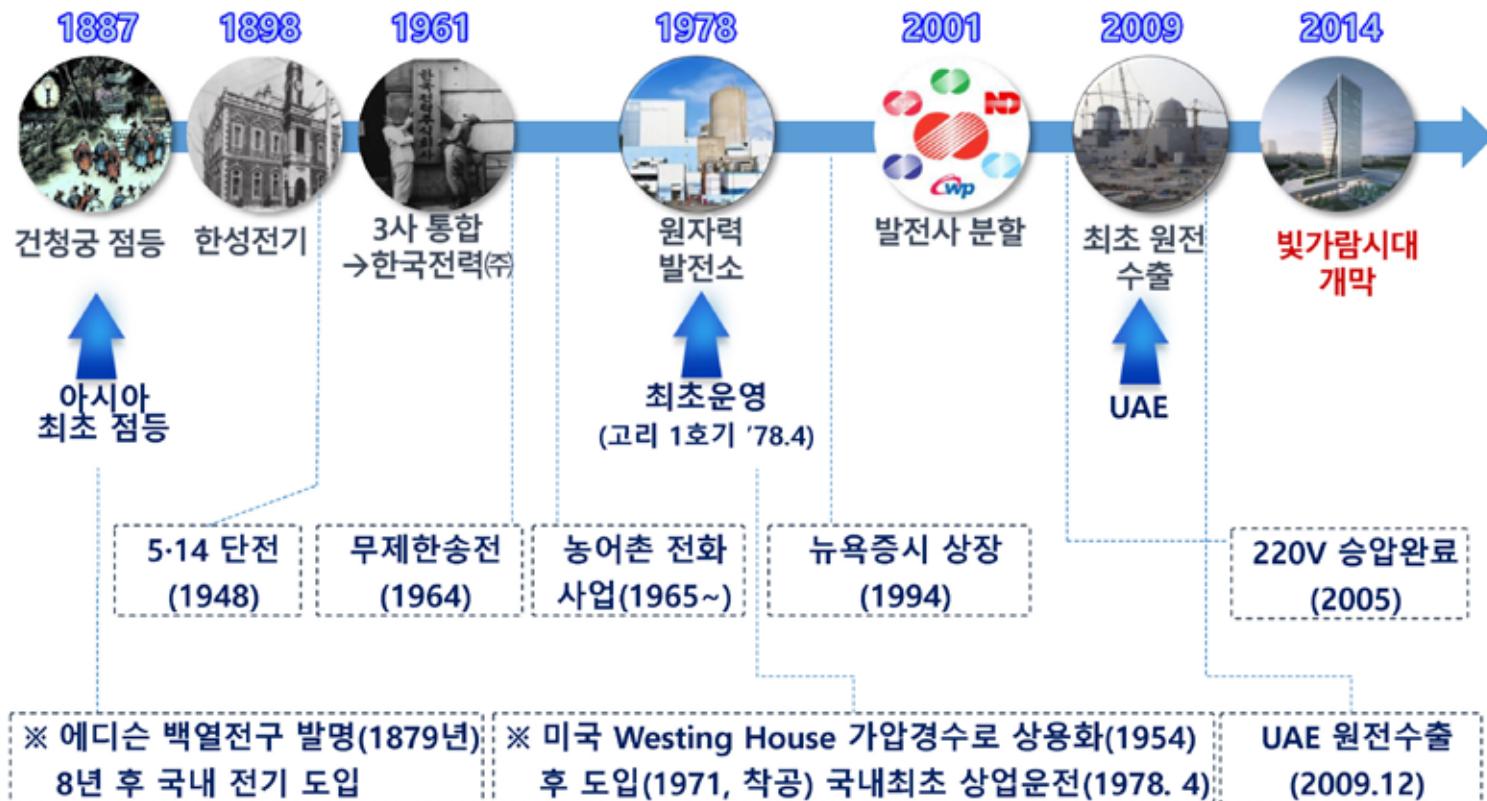
III

AICBM 관련 주요 R&D

한국전력공사(KEPCO) 소개



한국전력공사의 120년 역사 (한성전기 → 현재)



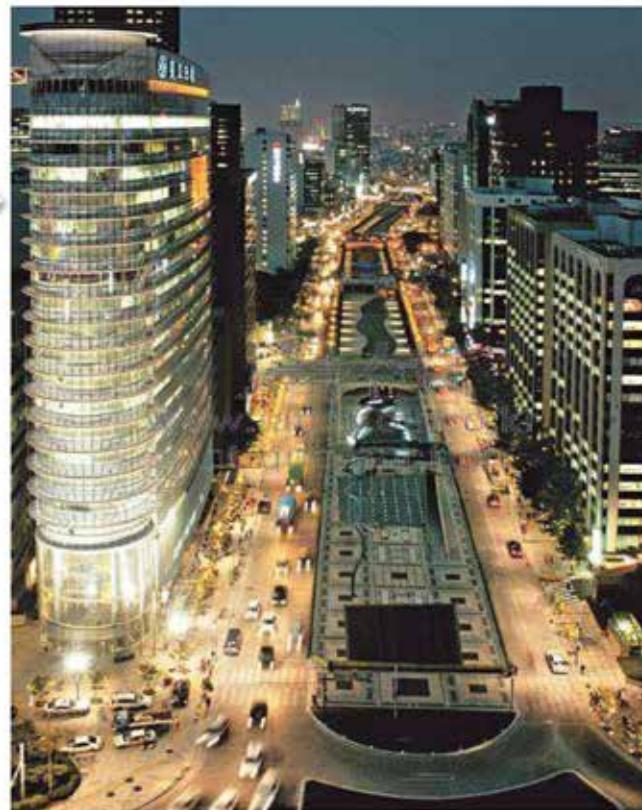
한국전력공사(KEPCO) 소개



전기는 경제성장의 원동력



우리나라 전력생산 및 GDP 추이



한국전력공사(KEPCO) 소개

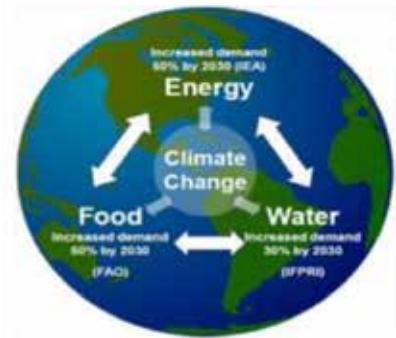


KEPCO의 조직 및 사업



I. 메가트렌드 분석 (STEEP)

- E ▶ 기후변화 : 물, 식량, 에너지 위기
(Water, Food, Energy Nexus)



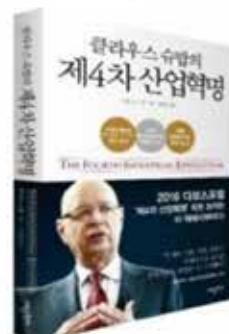
과학·기술의 혁신을 통해
자원의 낭비/고갈없이
경제성장 가능

- S ▶ 생활/업무 환경/방식 변화 : AI 기술의 발전



- 업무 자동화 범위 확대
- 고용/임금 공동화 야기

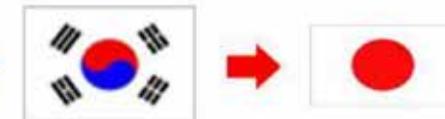
- T ▶ 4차 산업혁명 메가트렌드 (3S1P) :
Service, Smart, Sustainable, Platform



IoT, Cloud, Big Data, Mobility 및
AI, 드론, 로봇 기술 등 주도



E ▶ 고도화 : 개도국 → 선진국 ?



전력 수요증가세 둔화 (제조업 → 고부가가치산업)
※ 12대 신산업 : ①전기자율차, 스마트선박 ... ⑧ 에너지신산업

“(전력)에너지 신산업이 글로벌 성장동력으로 계속 주목”
⇒ 기술혁신을 통한 新 서비스 발굴, 선점 (무형가치)

II. 전력산업 전망 (산업분석)



(생산)

- 화력발전 감소, 태양광발전 확대
(에너지혁명 2030)
- 2차 에너지 기본계획 (2014) :
분산형 전원확대 ('35 기준 15% 이상)



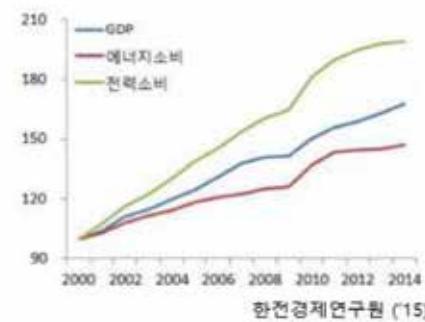
(수송)

- AC 그리드 →
AC+DC 융복합 그리드로 진화
- (단기) 분산형 전원 무제한 수용
 - (장기) 남북/동북아 계통연계
주도권 확보

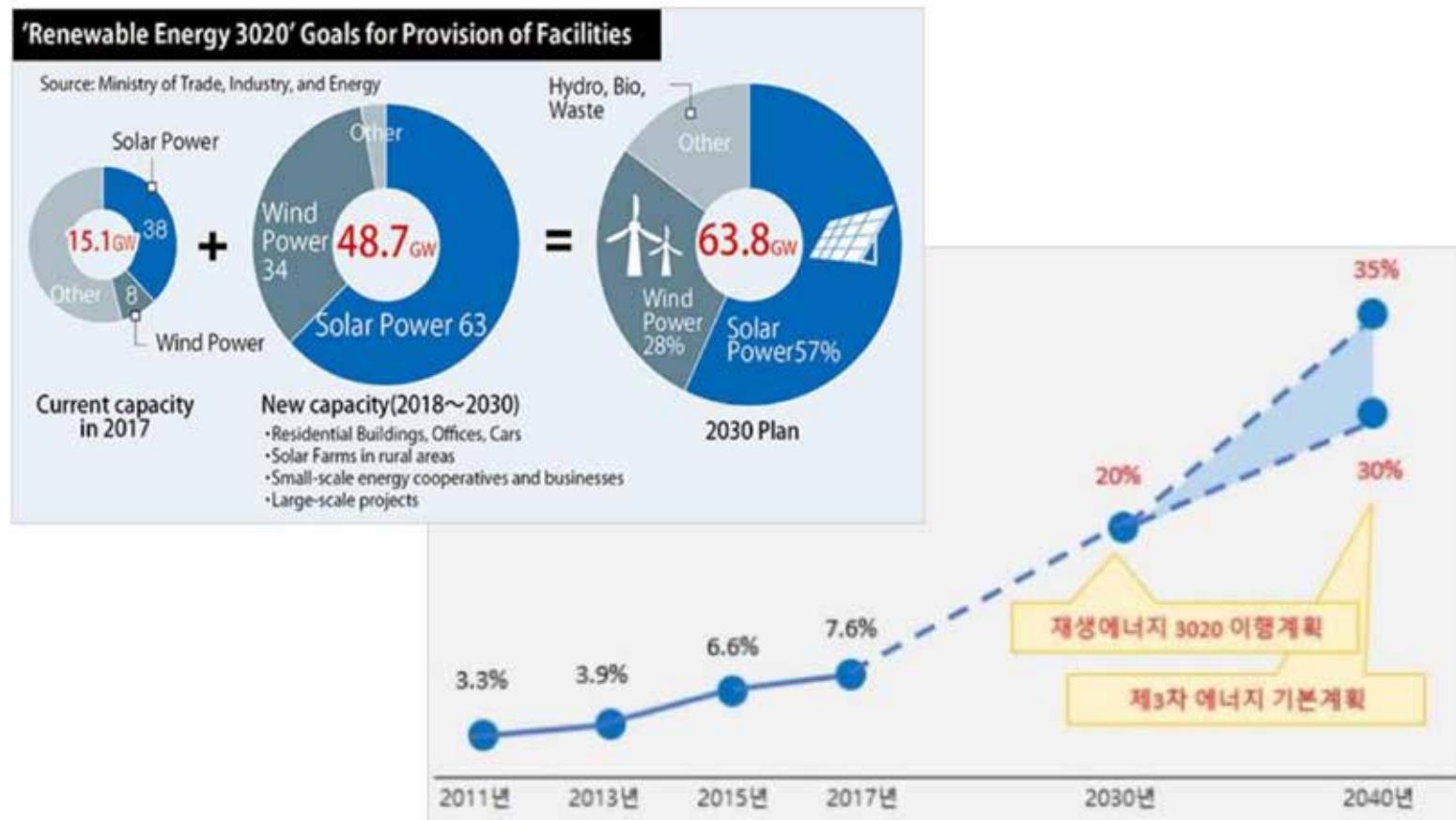


(소비)

- 전력 수요증가세 둔화
- DC 증가, 고품질 요구 증가

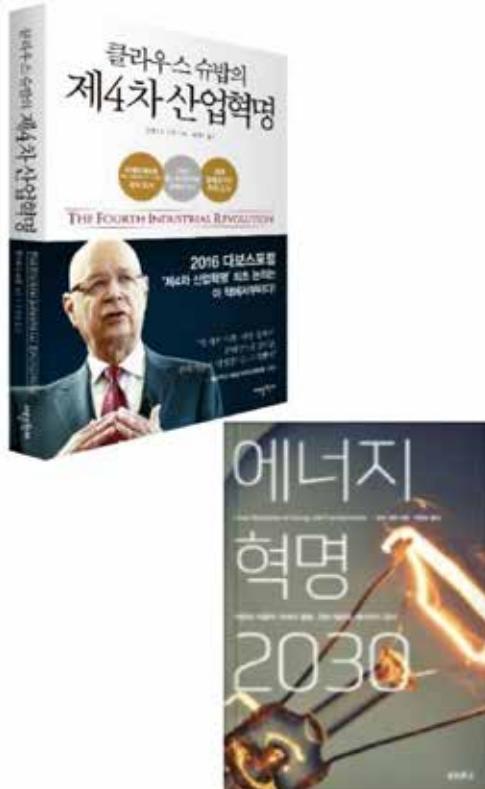


(환경변화) 재생에너지 3020 이행계획, 제3차 에너지 기본계획



재생에너지 발전비중 '40년 30~35% (제3차 에너지 기본계획, '19.6)

(환경변화) 4차 산업혁명, 에너지혁명 2030



“ 전력산업 분야에서도 4차 산업혁명은 진행중 ”

(환경변화) 슈퍼그리드 - 동북아 국가간 전력망 연계



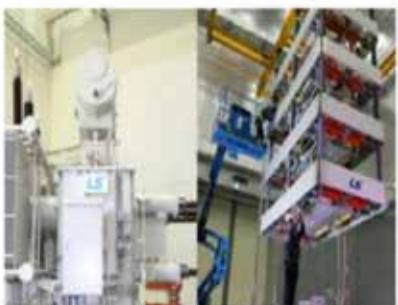
노무현
(2003~2008)

7대 신동력사업
-동북아 에너지공동체



문재인
(2017~)

동북아 계통연계



전류형 HVDC



가공송전 (한-러)



해저케이블 (한-중)



(A-KEPS)

(환경변화) 스마트 그리드



(환경변화) 마이크로 그리드

Smart
Micro Grid

Smart Grid

Super Grid

Island / Home → Building → Factory → (Campus → Town → **City** → Country)



EMS (+ Application S/W) + DG (태양광/열, 풍력, 지열) + ESS + Home, Building, Factory ...



자립형 MG



도시형 MG



자연친화형 MG



산업형 MG

우리나라 전력시스템 환경변화



남북/동북아 계통연계

Super Grid

원전 ↓, 석탄 ↓
신재생 ↑, 가스발전 ↑ 기후변화

수도권-신한울원전 HVDC 연계
FACTS 특수설비 도입

Smarter Grid

AICBM 4 차 산업혁명

재생에너지 계통연계

Micro Grid

KEPCO 2030 기술개발 추진체계

목표

“Digital KEPCO, Clean & Smart Future Creator”

방향

전력 계통의
수용성 확대

전력 기술의
Digital 변환

신 기후 체제의
청정에너지 확보

에너지 전환
정부정책 대응

핵심
추진
내용

Grid Evolution

- ① 슈퍼 그리드
- ② Active 배전망



Energy Digitalization

- ③ 에너지 플랫폼
- ④ 스마트 에너지 시티
- ⑤ 디지털 플랜트



Clean Energy

- ⑥ Grid ESS
- ⑦ 차세대 풍력
- ⑧ 고효율 태양에너지



Eco-Solution

- ⑨ 탄소 포집 / 자원화
- ⑩ 청정 융복합



추진
방법

기술 도입
Buy

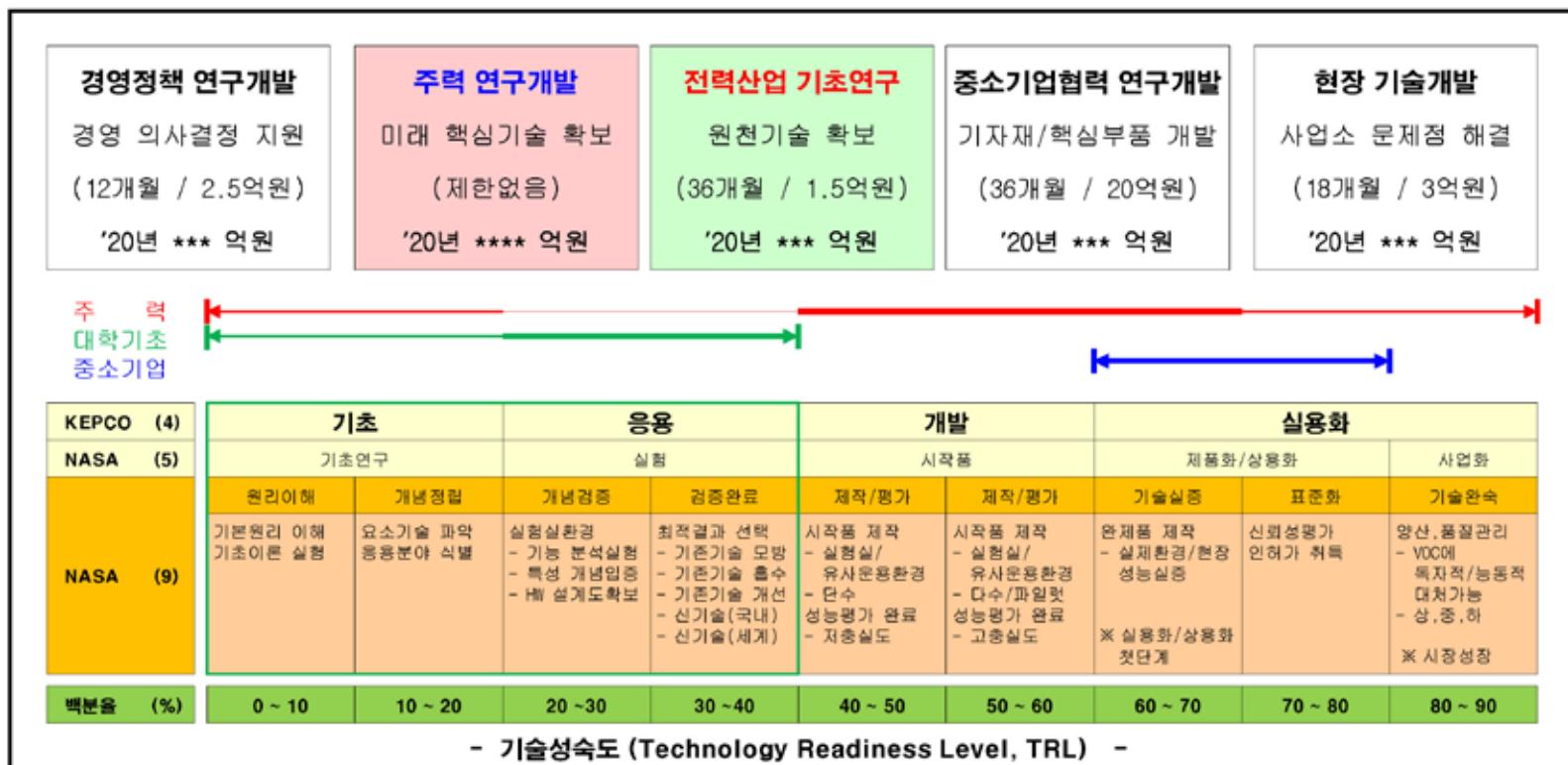
주력 연구
Make

공동 연구
Collaborate

개방형 연구
Open

한전(KEPCO)의 연구개발사업

경영정책연구, 주력연구, + 전력산업기초연구, 중소기업협력연구, 현장기술개발



한전 전력연구원(KEPRI) 소개



KEPRI의 역사

1900's

1961

• 전기 사용으로 불법

2000's

2002

• 당시 ODA 투자 대량 풀랜트 증설 사업

2010's

2007

• 경력 배전망화이스템 운영 개방

2011

• 220kV 청진~제물포~연기~봉화~진주~대전

2014

• 폐기자재생 마이크로그드 충전 기사단

2016

• 에너지산업 혁신기술 100 혁신 기관

• 디젤발전 보관기술 확대 적용 전문 기관

1995

• 산학연 대학으로 개칭

2004

• 763kV 충전간로 국선화 고장

2009

• 한국형 탈원성의 주관 도입

2013

• 대량ESS 개발사업 마무리 조성전시회

2015

• 세계 3대 국립연구원 수상

• 2015 국제 발전전시회에서 혁신 수상

• 글로벌 디지털전력망 기술 수출

• 2016 10주년 대한민국 과학기술 대표상 및 혁신상 수상

• 디젤발전 사용기술 혁신 기술 수출



한전 전력연구원(KEPRI) 소개



전력산업의 이슈 및 변화 – 에너지 전환

➤ 기존 에너지원(석탄, 원자력) → 신재생에너지원(태양광, 풍력, 연료전지 등)



< 태양광발전소 >

< 풍력(해상)발전소 >



< 기존 에너지원 (석탄, 원자력) >



< 에너지저장장치ESS (서안성28MW) >

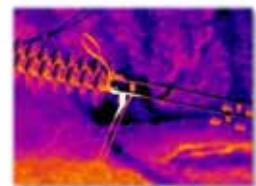
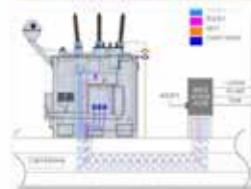


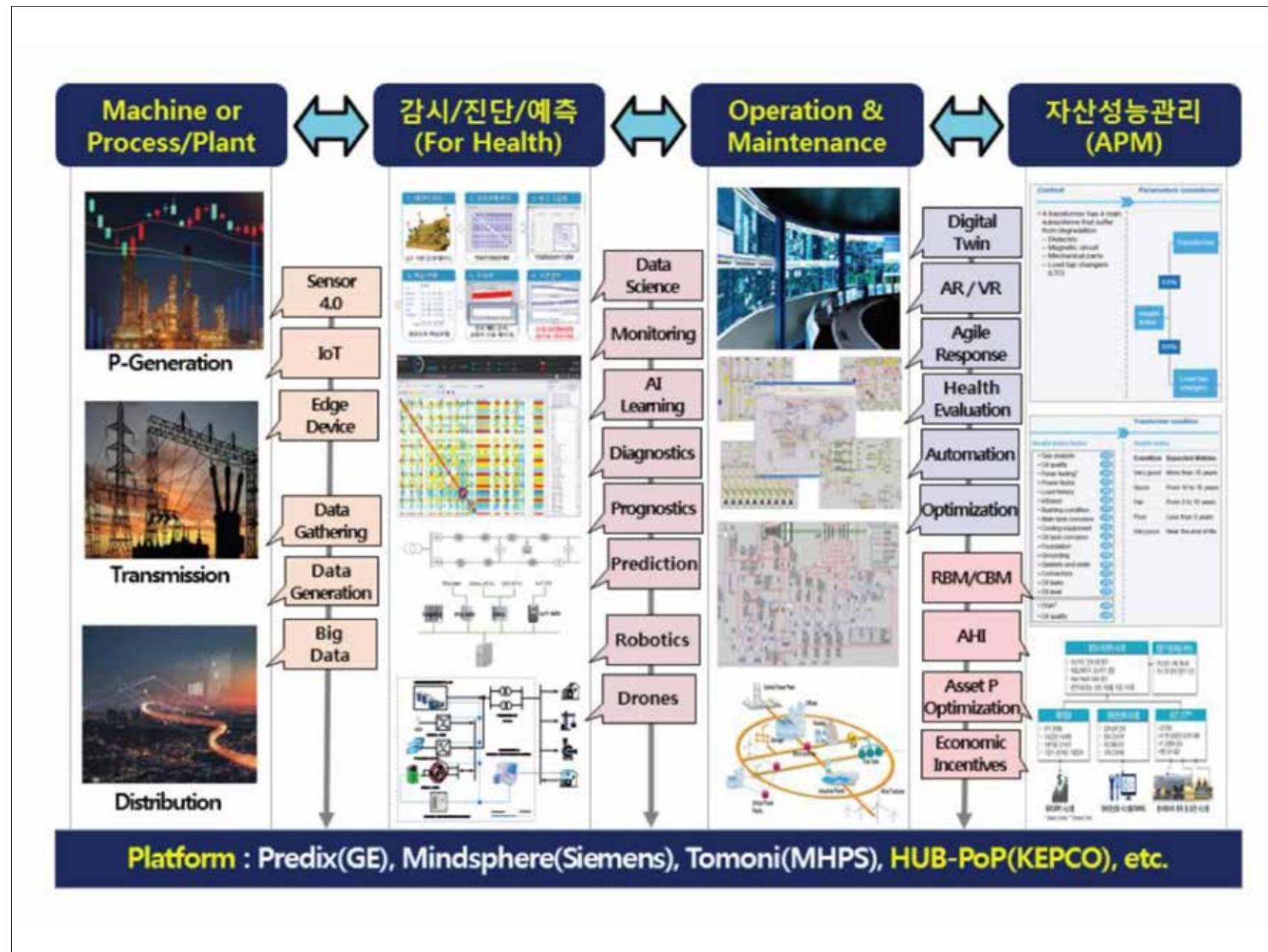
< 수소연료전지 발전소 >

한전 전력연구원(KEPRI) 소개



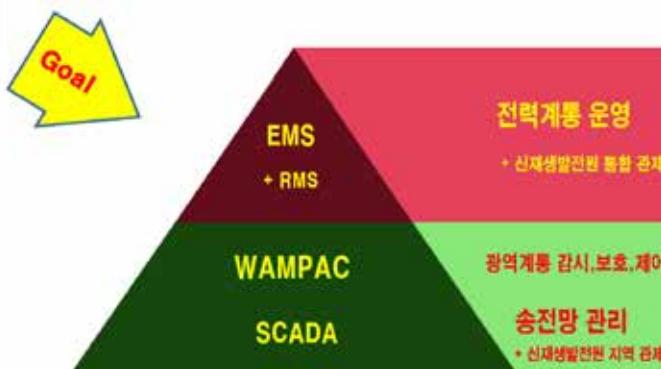
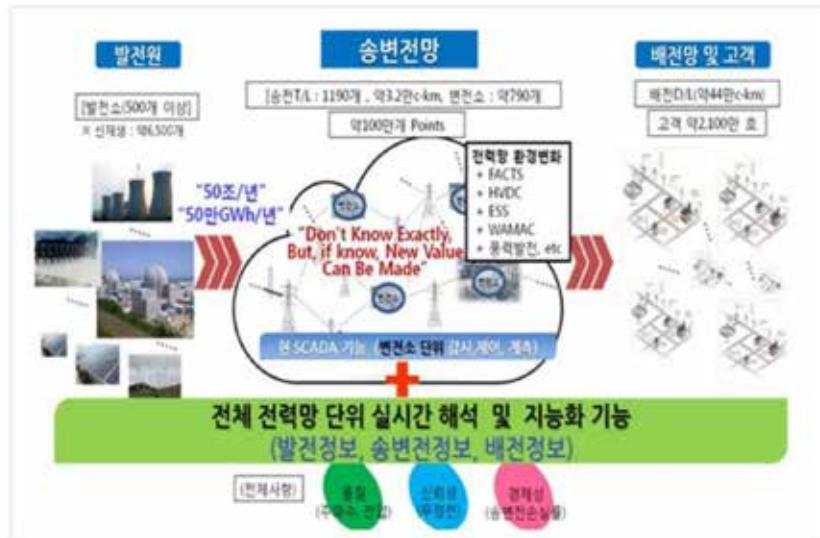
전력산업의 이슈 및 변화 – 디지털변환 (4차 산업혁명)





(WAMPAC) Transmission System 운영

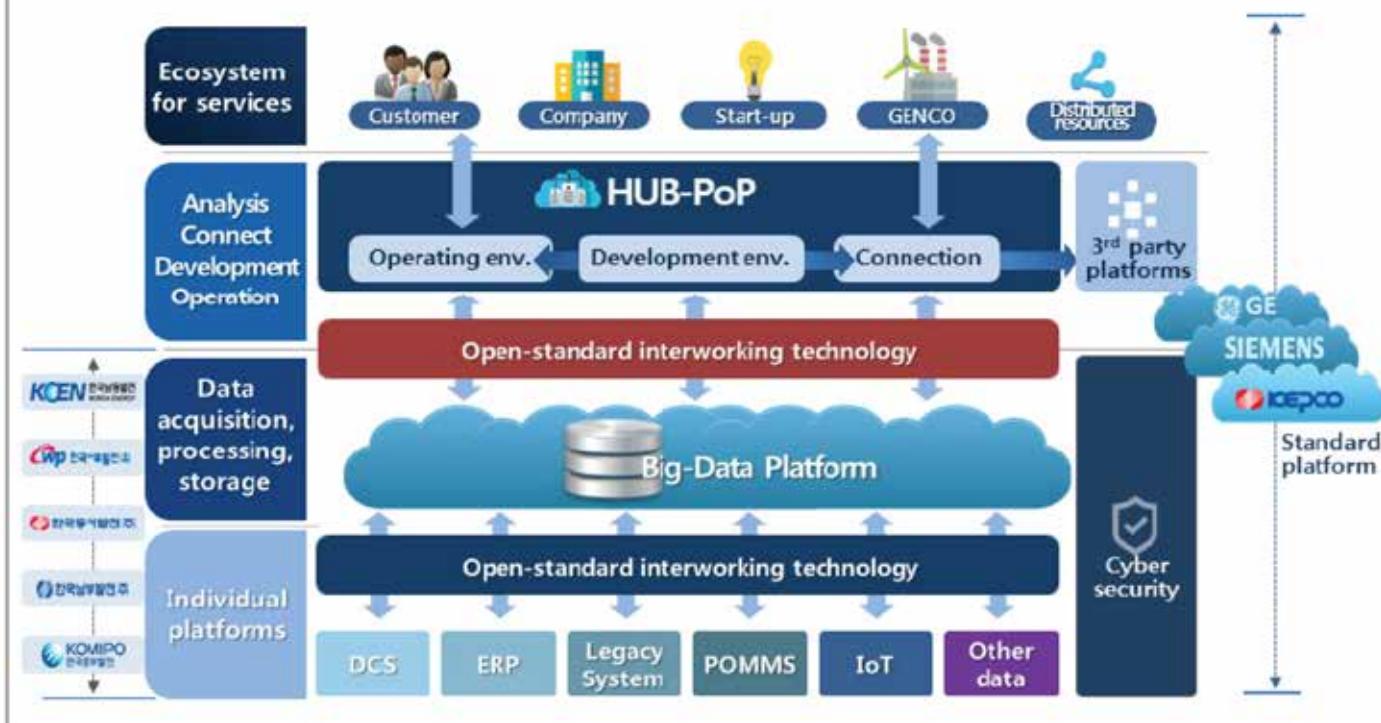
Advanced SCADA



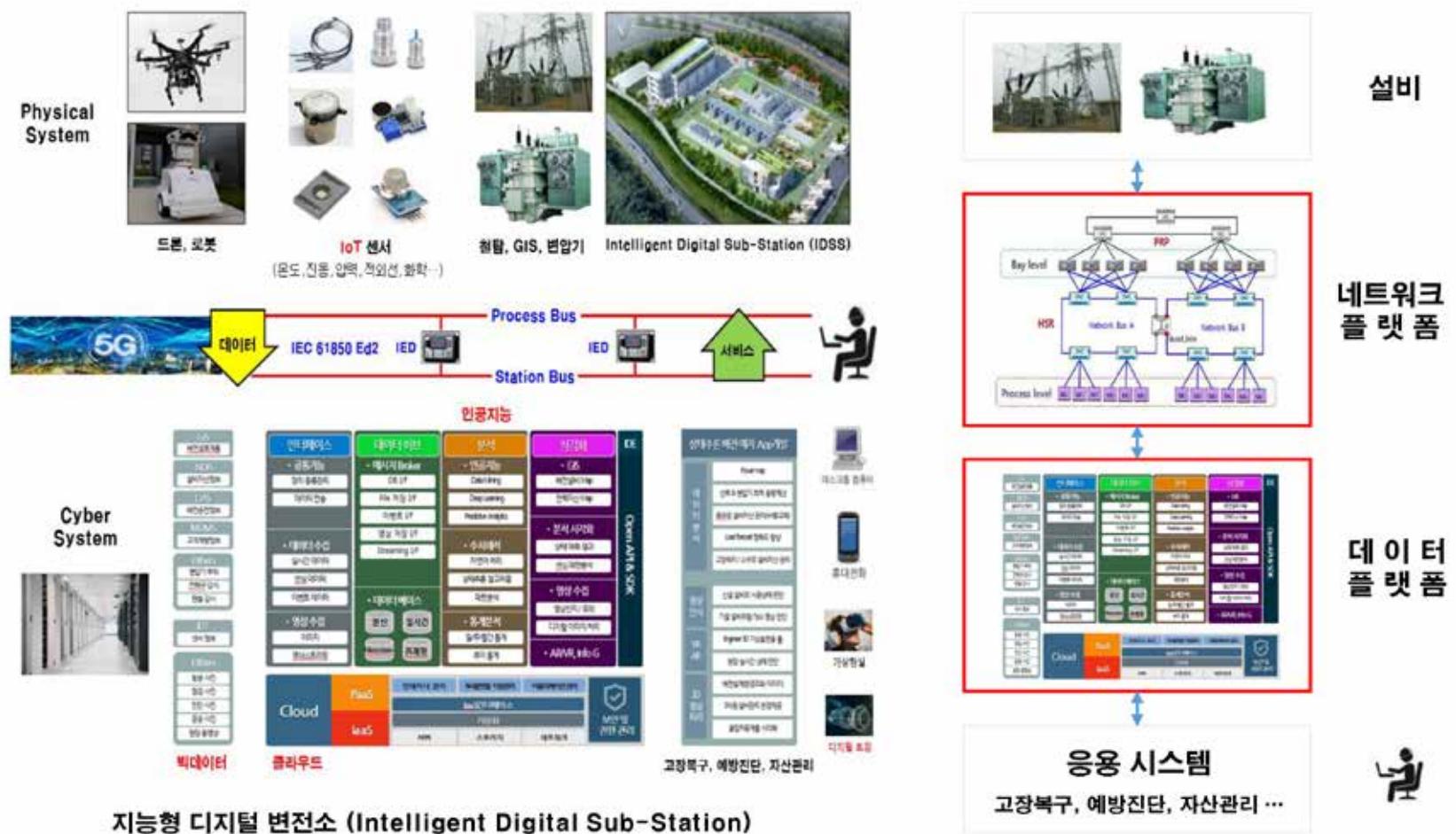
(IDPP) 지능형 디지털 발전소

IDPP Platform (HUB-PoP)

- Joint development and use of standard platform to prevent waste of investment
- Boosting new services optimized for technical solution in power generation sector



(IDSS) 지능형 디지털 변전소

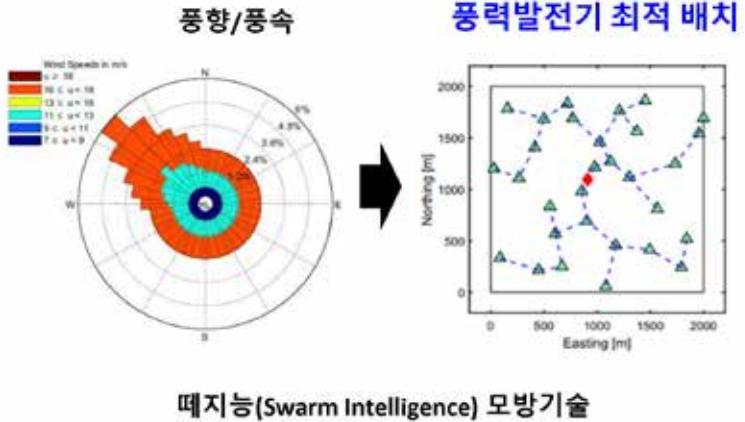




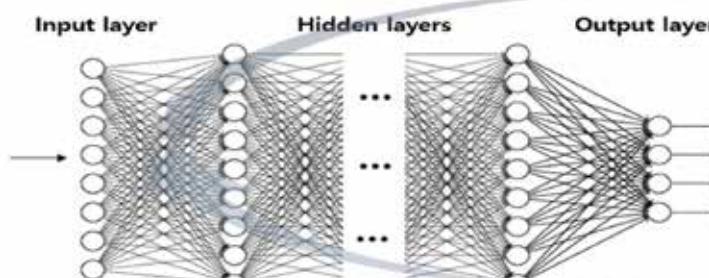
사외공모 기초연구 (R20XA03-21) 풍력단지 최적운전



< 육상풍력단지 >

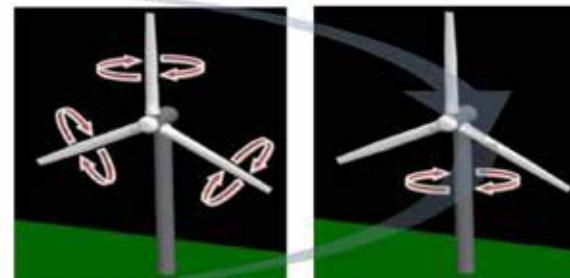


폐지능(Swarm Intelligence) 모방기술



심층신경망 (Deep Neural Network)

강화학습 (DQN)



Pitch/yaw 제어

발전효율
최대화

모델링 (단지, 발전기, 블레이드)



데이터(풍향/풍속, 발전량)

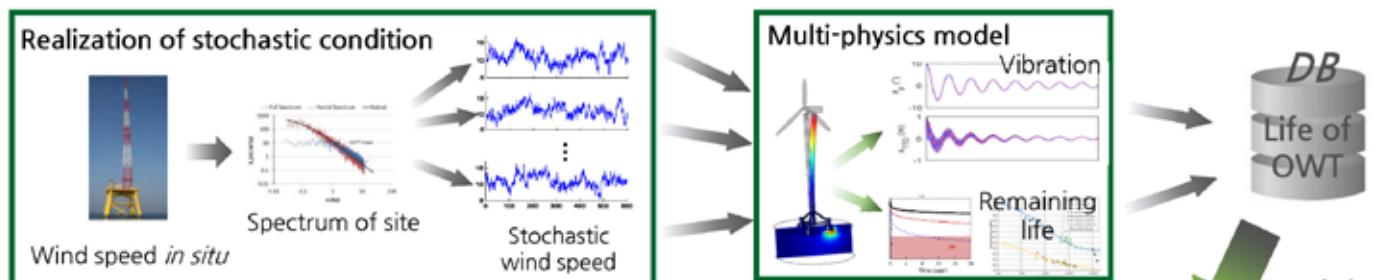


AI 기술적용

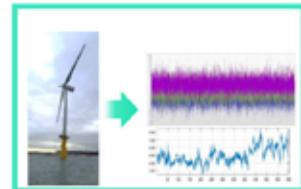
현장적용 ???



Construct database

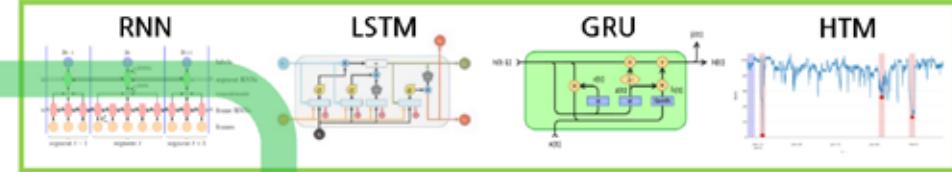


SHM data



input

Deep learning based life prediction algorithm



output

Remaining life prediction

RNN : Recurrent Neural Network (순환신경망)

LSTM : Long-Short Term Memory

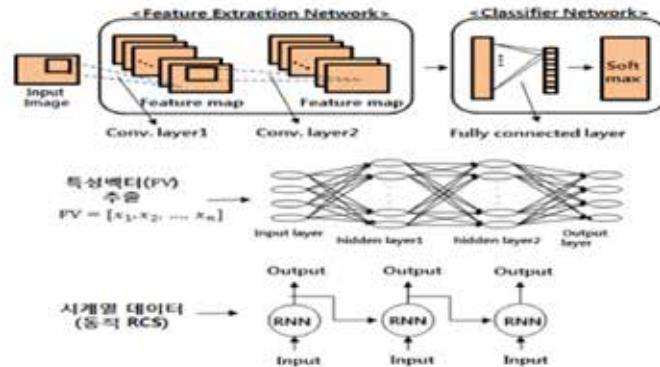
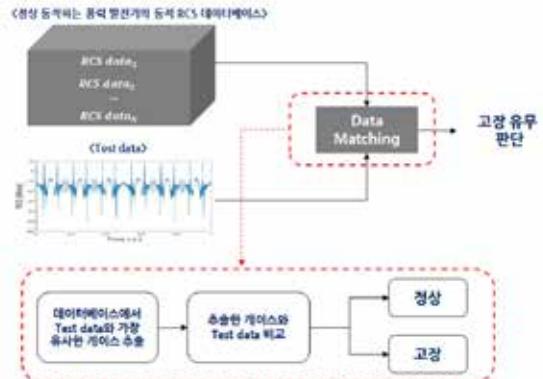
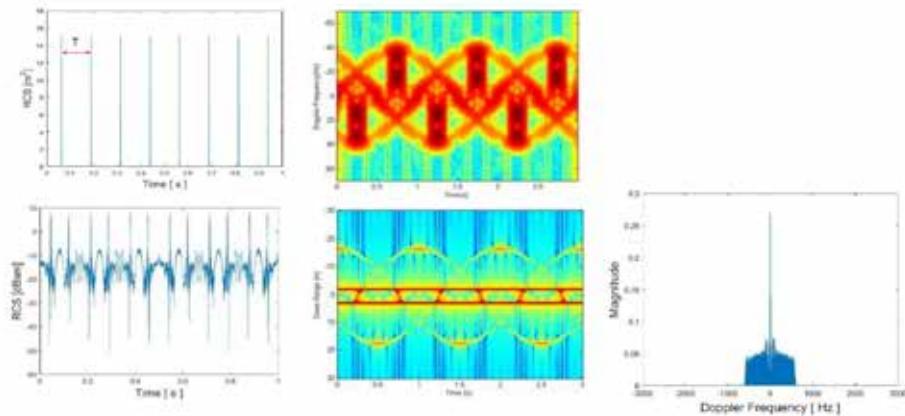
GRU : Gated Recurrent Unit

HTM : Hierarchical Temporal Memory (계층형 시간 메모리)



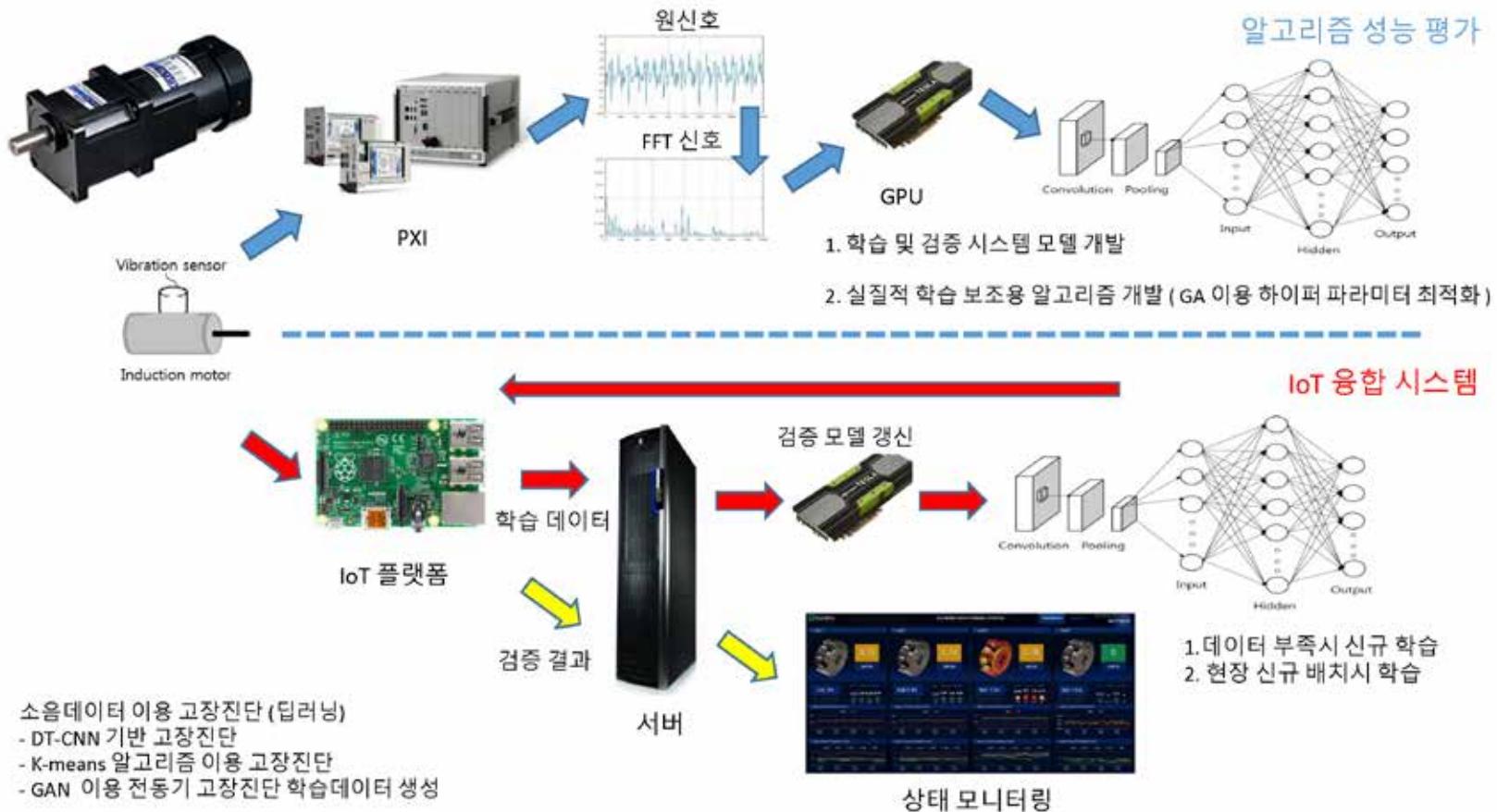
사외공모 기초연구 (R19X001-50) 풍력발전기 블레이드 상태추정

Dynamic Radar Cross Section (RCS) : 반사파량의 세기





사외공모 기초연구 (R18XA06-23) 전동기 고장진단 및 예측





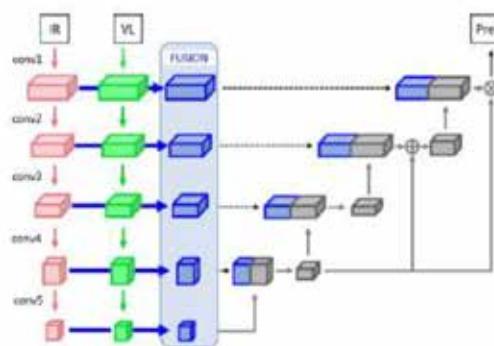
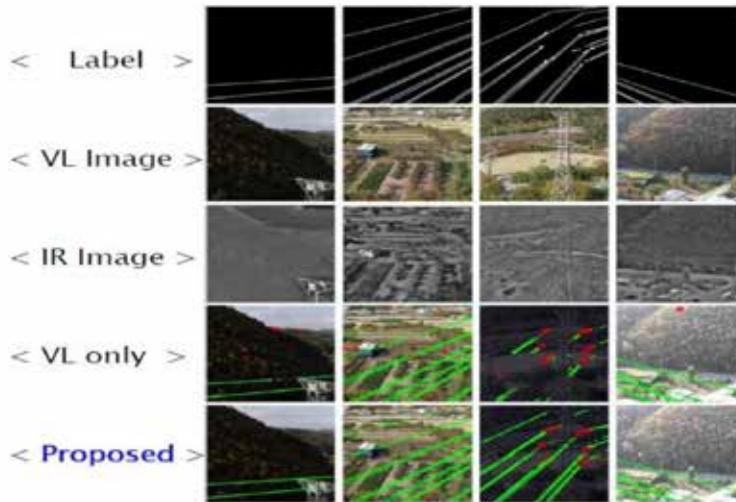
사외공모 기초연구 (R18XA06-21) 송전선로/애자 검출 및 진단

드론을 이용한 전력설비 모니터링 기술

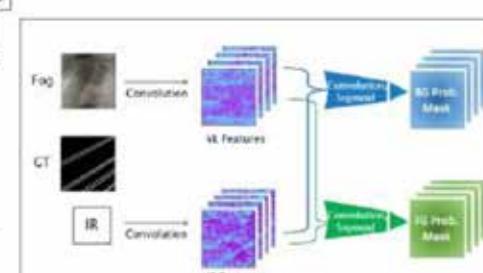
인식 기술

- 송전선로 검출
- 애자 검출
- 진단(Inspection)

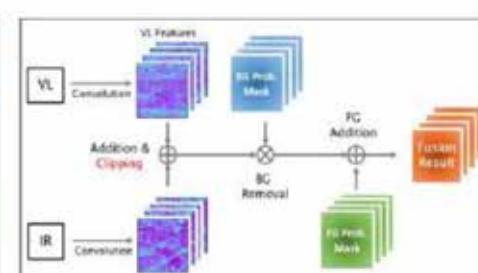
인식 기술 외 필요한 기술
: 제어, 통신, 센싱 기술 등



< 제안하는 딥러닝 모델 구조 >



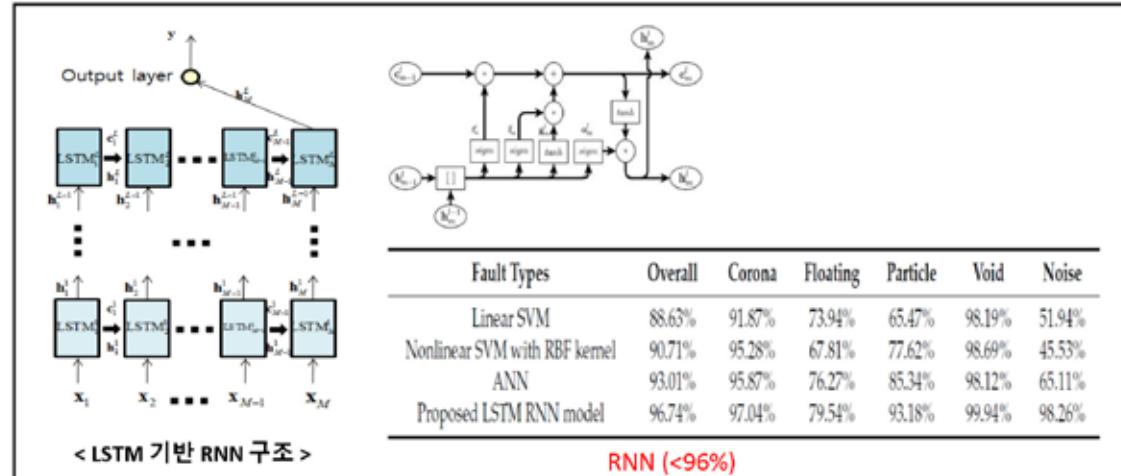
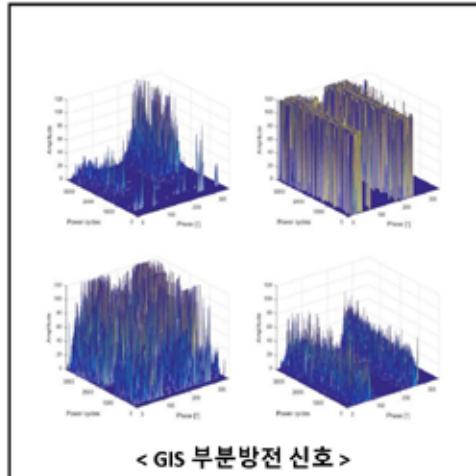
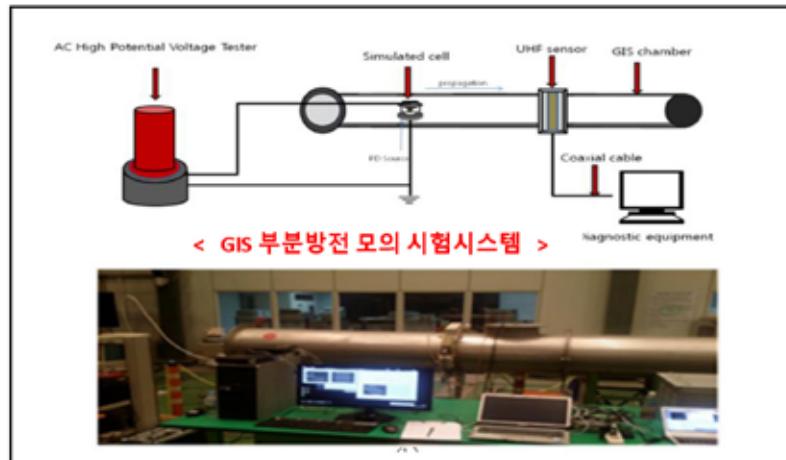
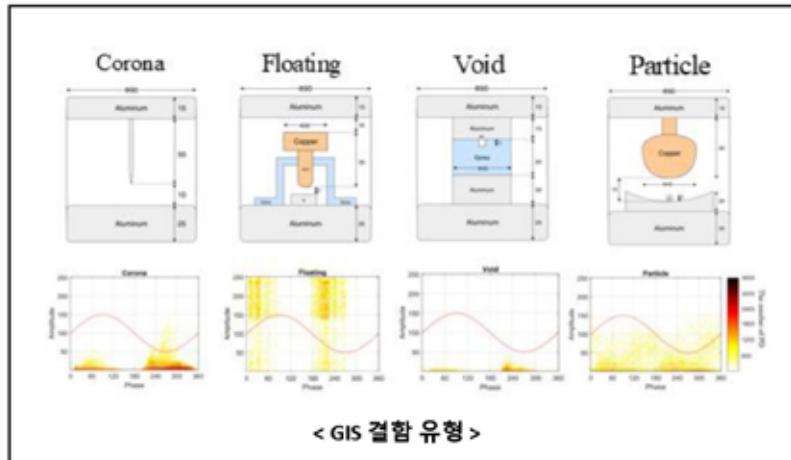
< Fusion Module: BG, FG Mask 생성과정 >



< Fusion Module: Feature vector 간 element-wise 연산 과정을 통한 fused feature 계산 과정 >



사외공모 기초연구 (R17XA05-22) 설비진단 – 가스절연개폐기 부분방전



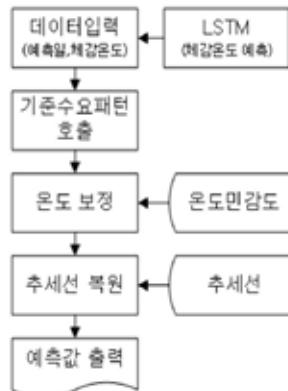
Fault Types	Overall	Corona	Floating	Particle	Void	Noise
Linear SVM	88.63%	91.87%	73.94%	65.47%	98.19%	51.94%
Nonlinear SVM with RBF kernel	90.71%	95.28%	67.81%	77.62%	98.69%	45.53%
ANN	93.01%	95.87%	76.27%	85.34%	98.12%	65.11%
Proposed LSTM RNN model	96.74%	97.04%	79.54%	93.18%	99.94%	98.26%

RNN (<96%)

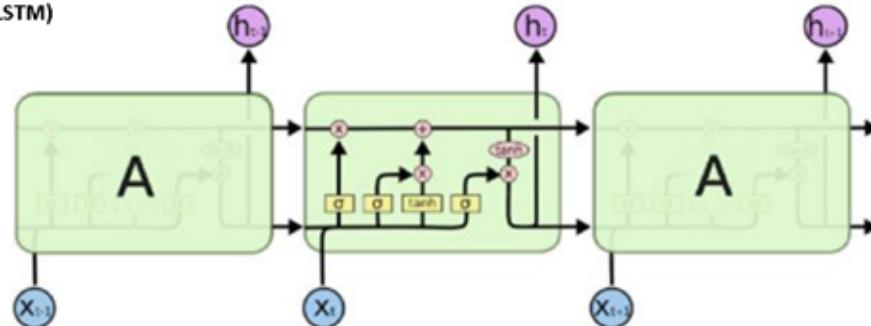


사외공모 기초연구 (R17XA05-23) 전력수요 및 신재생발전량 예측

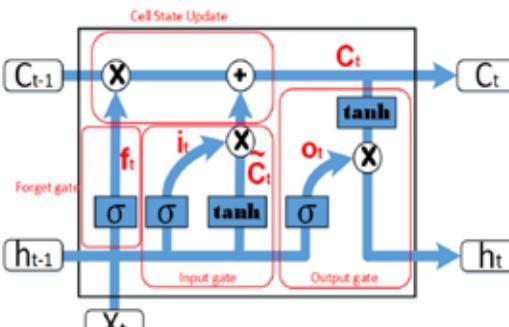
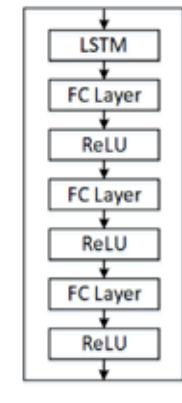
전력수요예측



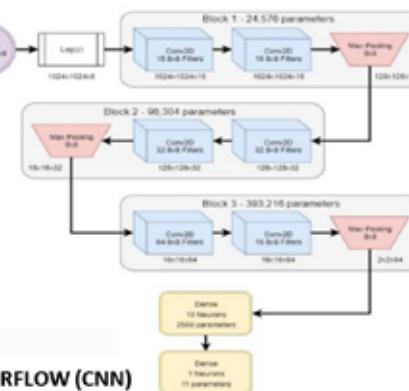
KELAS (LSTM)



풍력발전량 예측 (1~3시간)

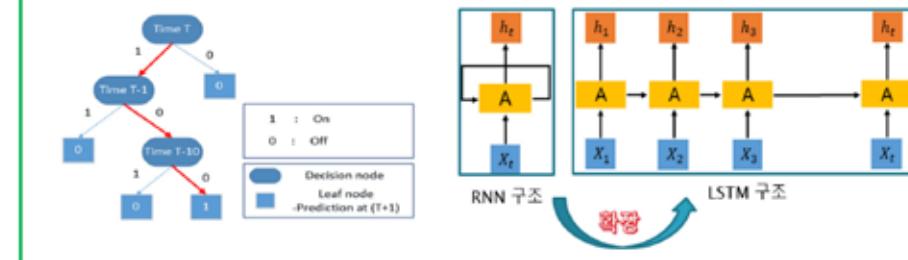
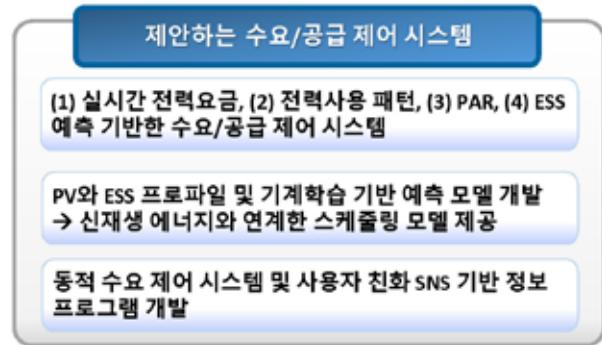
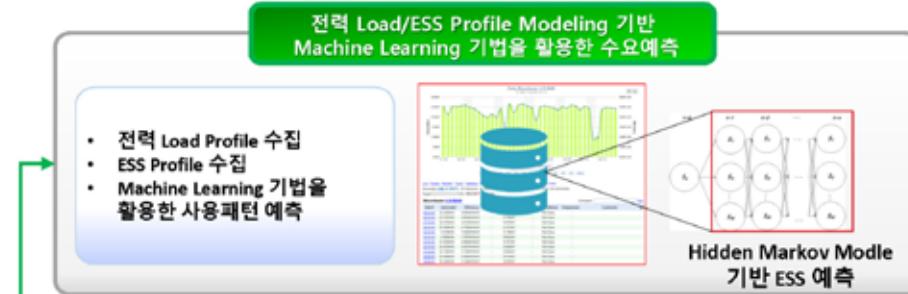
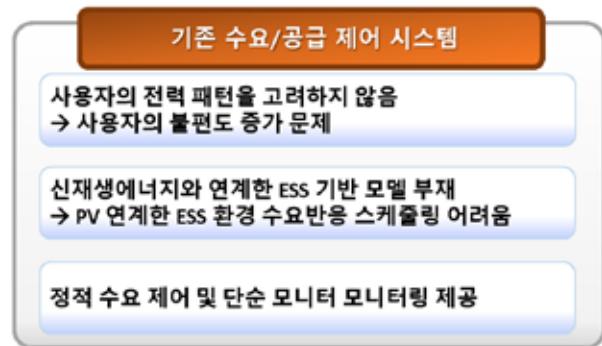


태양광발전 예측 (일사량)





사외공모 기초연구 (R17XA05-43) 스마트그리드 – 수요관리(수요예측)



Decision Tree 기반 수요예측

LSTM 기반 수요예측

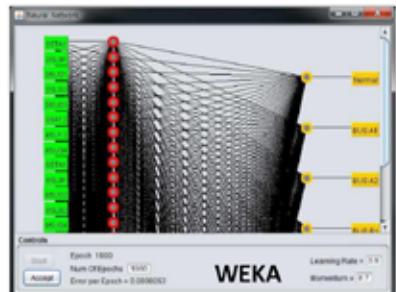
최적의 수요/공급 제어 알고리즘 개발

동적 수요 제어 시스템 및 SNS 기반 정보 프로그램 개발



사외공모 기초연구 (R17XA05-27) 디지털변전소 고장복구 지원

고장판단 (ANN)

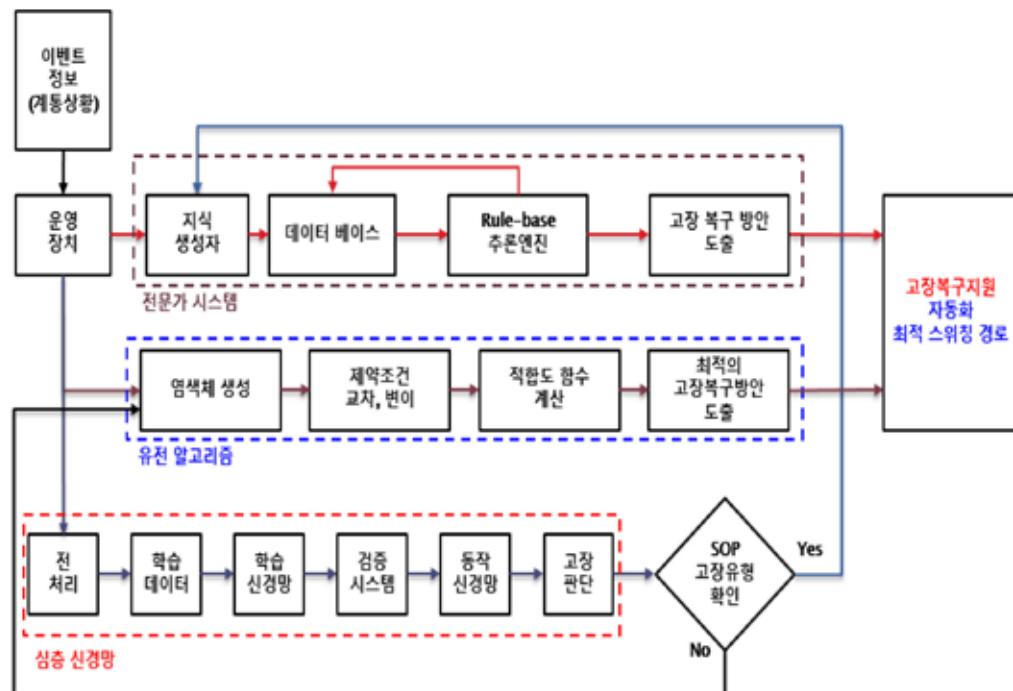


고장복구(GA)

DS	DS	DS	CB	DS	DS	DS	CB	DS	DS	DS	CB	DS	DS	DS	CB
611	612	616	617	621	622	626	4T7	4U1	4U2	4U7	4V1	4V2	4V7		
1	0	1	1	1	0	1	-	1	0	1	1	1	0	1	

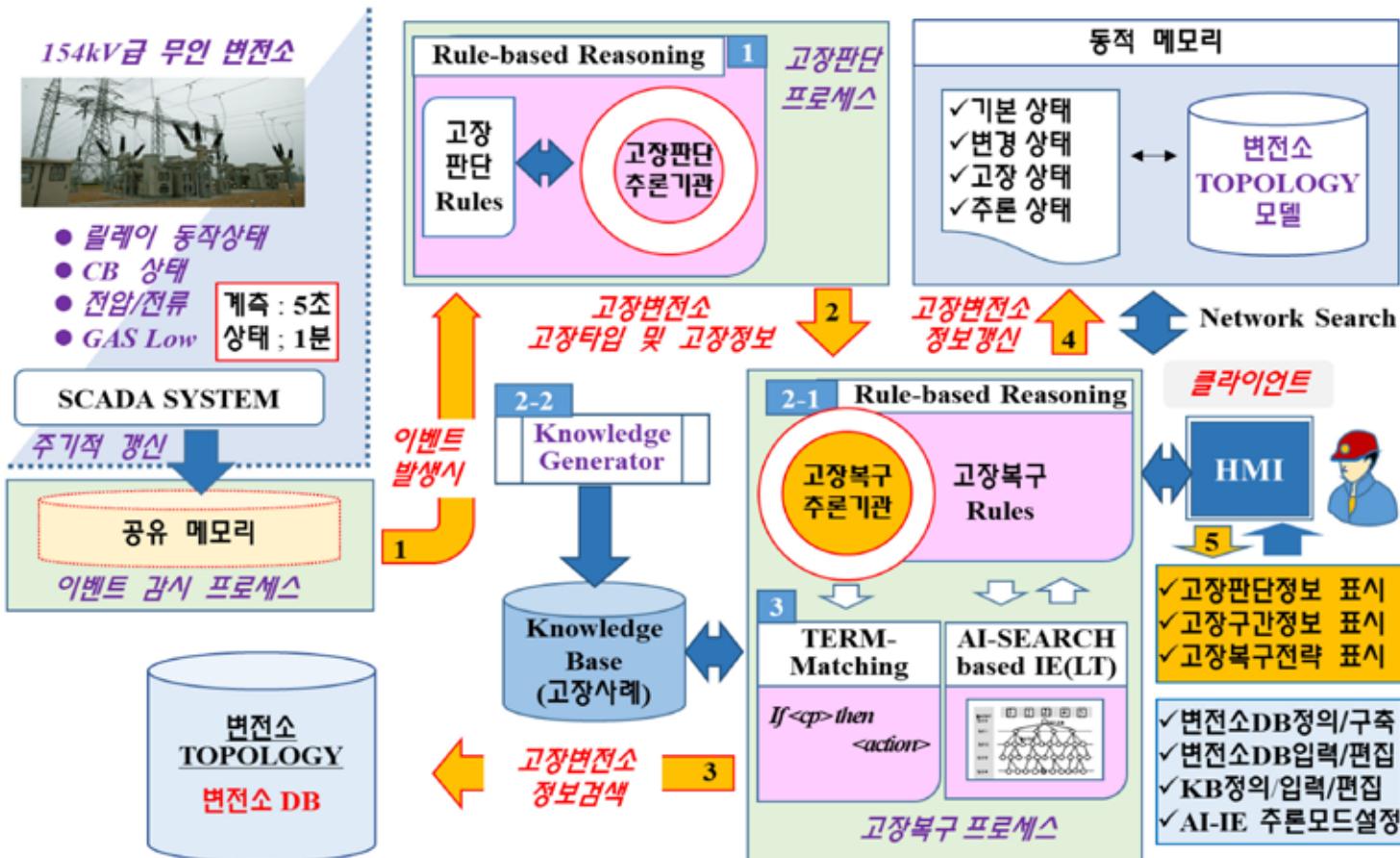
1X159 유전자

AI 기반 변전소 고장복구지원 통합시스템 개발



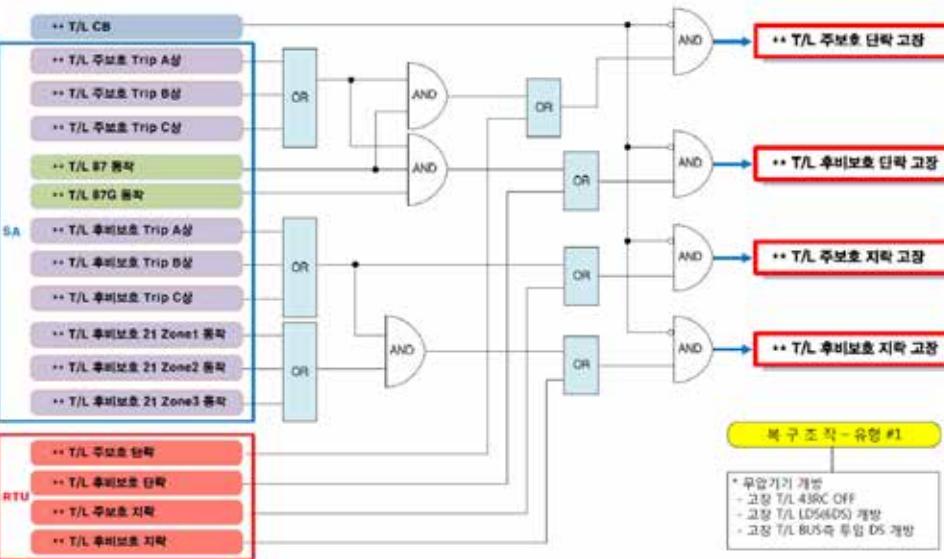


주력연구 (R17TA13) 154kV 변전소 고장복구 지원



■ 고장유형 판단 규칙과 Rule기반 로직 구성 (88 Case)

송전선로 고장유형 판단
Logic 구성도



송전선로 고장유형
판단 Rule

고장판단 규칙	
If	[T/L 주보호 단락 계전기 동작상태 T/L 주보호 지락 계전기 동작상태] & [T/L 세페로 미사용 선로 (T/L 세페로 사용선로 & LOCK-OUT 상태)] & [T/L CB 개방상태] 이면
Then	고장판단 결과는 T/L 단락 또는 지락 고장이고 고장예상구간은 T/L로 한다
Action Part	
고장유형	T/L 송전선로 고장
고장예상구간	#1T/L, ..., #nT/L
RULE 유형	1-01
고장코드	FT 1-01-0

■ 고장복구 실행 규칙 (60 Case)

