

# 변전 설비 온라인 진단 기술

신전력기연구센터 | 윤영우

○ 본 기술은 변전 설비(변압기, 차단기, 케이블 등)의 고장을 사전에 예방하는 온라인 진단 기술을 구현함에 있어, 변전 설비에 설치된 센서들로부터 신호를 측정 및 인공지능 기반 알고리즘을 적용 분석하는 기술을 개발하는 것임. 이는 변전 설비 뿐만 아니라, 회전기기(발전기, 전동기), 전력변환장치 등 타 전력설비 등에 활용 가능함.

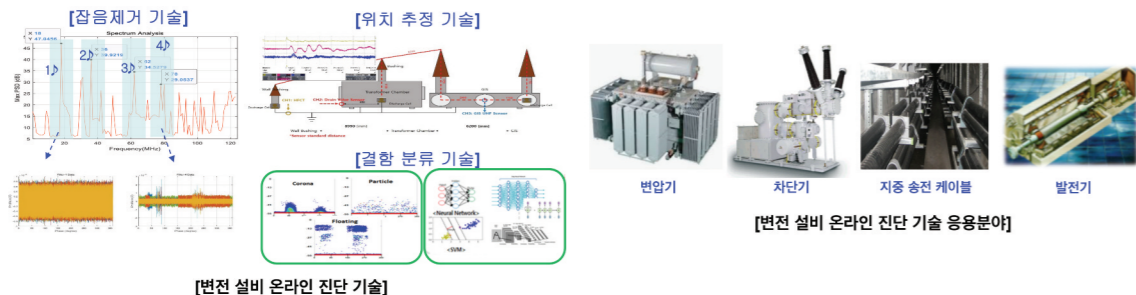
## 기술개념 및 구성

### 기술개념

▶ 본 기술은 변전 설비 온라인 진단을 위해 신호처리 및 인공지능 기술을 활용한 잡음제거, 고장 위치 추정, 고장의 종류 분류 기술을 개발하는 것임.

### 기술의 구성도

▶ 신호 처리 및 인공지능 기술을 이용한 변전 설비 온라인 잡음제거, 위치 추정, 결함 분류 기술임.



## 1. 기술 개요

### 기술개발의 필요성

- ▶ 현재 우리나라의 초고압 변전 설비(변압기, 차단기, 케이블 등) 설치 운영 연한이 길어지면서 해마다 크고 작은 사고가 발생하고 있음. 사고는 설비의 노후화 또는 갑작스런 이상 현상에 의해 발생하고 있으며 이를 사전에 예방하기 위해 변전 설비의 온라인 진단 기술 개발이 필요함.
- ▶ 4차 산업혁명으로 인해 국내외적으로 인공지능(AI), 빅 데이터(Big Data) 등의 연구가 활발히 진행되고 있으며, 변전 설비 예방 보전 분야에서도 평가(또는 진단) 결과의 정확도 향상을 위해 4차 산업혁명의 핵심 기술을 활용한 새로운 진단 기술 개발을 시도하고 있음.
- ▶ 변전 설비는 전기적으로 타 설비와 연결되어 있고 공간적으로도 서로 떨어져 있으므로 현장 잡음 제거, 고장 위치 추정(어느 설비에서 고장이 발생했는지), 고장의 종류 추정이 중요하며 이를 위한 온라인 인공지능 기반 신호 분석 기술 개발이 필요함.

## 2. 기술 내용

### 기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
  - 변전 설비(변압기, 차단기, 케이블 등)의 상태를 실시간으로 온라인 모니터링 할 수 있는 기술임.
  - 최근 시장성 및 필요성이 증가하고 있는 고부가 가치의 변전 설비 자산 관리 분야의 기반이 될 수 있는 핵심 기술임.
  - 현장 잡음 제거를 위한 신호처리 기술로 인해 배전 설비 뿐만 아니라 타 전력기기 설비의 진단 및 제어시의 잡음제거에도 적용이 가능함.
  - 변전 설비 결함별 DB구축과 인공지능 기반 진단 기술 개발로 기존 진단 기술에 비해 정확성이 증가함.

### 기술의 상세 구역

- 변전 설비 현장에서 발생 가능한 잡음 제거 기술(하드웨어 & 소프트웨어 필터링)
- 고속 샘플링 신호 측정에 기반한 결함 발생 위치 추정 기술
- 변전 설비에서 발생 가능한 결함의 종류 분류 및 정도 추정 기술

### 경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
  - 변전 설비용 진단 기술

구분	기술명	기술내용
국내	기술명	변전소 종합 예방 진단 시스템 설계 및 제작 기술
	기술 내용	변전소 내 변압기(OLTC포함), 차단기의 온라인 감시 진단을 수행하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어 기술
국외	기술명	변전 설비 결함 종류 구분 및 상태 추정을 위한 분석 기술
	기술 내용	약 100MS/s 신호 측정 기반 시간 및 주파수 영역 특징 계산(T-F Map)을 통한 분석 기술

### 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
변전소 종합 예방 진단 시스템 설계 및 제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 250MS/s 이상의 신호 측정을 통한 현장 잡음 제거 및 고장 발생 위치 추정 기술</li> <li>• 변전 설비의 고장 종류 별 DB 구축 및 다양한 시간 및 주파수 영역 진단 파라미터를 이용한 분석 기술</li> </ul>

## 3. 기술의 시장성

### 기술 응용분야 및 제품

- ▶ 기술이 적용되는 사업분야 및 제품(시스템)
  - 변전 설비 뿐 아니라 타 전력 설비 진단 분야에 적용 가능

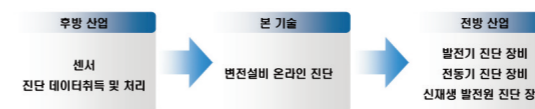


### 시장이슈

- 전력설비 예방진단 시스템은 주요 전력설비의 기능이나 성능을 상시 감시해 고장이나 사고를 미연에 방지하고, 기기별 이력, 데이터베이스 관리로 효율적 전력설비 관리를 하는 시스템
- GE, 지멘스, ABB와 같은 글로벌 메이저 전력기업들이 전력기기 모니터링 시스템 분야를 향후 주요 사업방향으로 채택
- 설비의 진단은 열화인자의 정확한 계측과 계측값에 따라 설비의 상태를 정확히 판정할 수 있는 판정기준 필요
- 현재 국내의 진단 기술 및 장치는 수입에 의존하고 있어, 진단기술의 노후화 축적과 국산화를 통해 수입 의존도를 낮출 필요 대두
- 선진국에서의 전력설비 교체 수요는 2020년을 기점으로 2050년까지 지속적으로 확대될 것으로 전망

### Supply chain

- 본 기술은 변전설비 온라인 진단기술로 신호처리 기술과 인공지능 기술을 활용하여 타 전력 설비 (Δ발전기, Δ전동기, Δ신재생 발전원 등) 진단 장비 등에 적용이 가능



### 수요전망

- 세계 전기산업 시장도 미국, 유럽의 노후 전력설비에 대한 폭발적 교체 수요와 유지보수, 신흥국의 전력수요 증가에 따른 발전 및 송배전 설비확충 등에 힘입어 2010년 이후 연평균 4.7% 증가한 8,394억 달러에 달하고 있으며, 2015년에는 8,520억 달러 수준까지 증가할 것으로 예측
- 특히, 선진국에서의 전력설비 교체 수요는 2020년을 기점으로 2050년까지 지속적으로 확대될 것으로 전망
- 세계 송배전기기 시장규모는 2012년 1,804억 달러에서 선진국 대체 수요 증가, 인도 및 아시아, 남미 등 신흥국 전력인프라 확충 등으로 연평균 4.2% 증가 하여 2022년에는 2,717억 달러에 이를 것으로 전망
- 2022년 주요 기기별 송배전 시장규모는 네트워크 제어 및 감시에 필요한 제어계측기기가 연평균 8.9%의 큰 증가세를 보일 것으로 전망

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계 송전 시장	76,956	80,112	83,396	86,815	90,375	94,080	4.1
세계 배전 시장	126,927	132,258	137,813	143,601	149,632	155,916	4.2

자료: 중소기업기술로드맵

## 4. 주요 연구성과

### 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	전력케이블의 부분방전 발생위치 탐지 방법	한국	10-1444733	2014
등록	전력케이블 부분방전 측정장치 및 이를 이용한 측정 방법	한국	10-1531641	2015
출원	전력기기 부분방전 진단 시스템 및 방법 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 기록 매체	한국	10-2019-0086760	2019

### 기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 변전 설비 온라인 진단 기술
  - 250MS/s이상의 고속 샘플링 기반 측정 기술
  - 하드웨어 및 소프트웨어 기반 현장 잡음제거 기술
  - 변전 설비 고장 발생 위치 추정 기술
  - 변전 설비 고장별 DB 구축 및 고장 분류 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
  - 2020년 12월 : 인공지능 기반 변전 설비 온라인 진단 기술 개발

## 5. 기대 효과

### 기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
  - 설계 예방 보전 분야 세계 시장은 2018년 기준 약 2,300 백만 달러로서 연평균 28.4 % 수준의 고성장을 하고 있음. 신호처리 및 인공지능 기반 분석 기술은 변전 설비 온라인 진단의 핵심기술로서 국내외 설비 예방 보전 분야를 활성화시키고, 수입에 의존하는 산업구조의 개선에 기여함.
  - 정부의 신재생에너지원 확대 정책에 따른 70kV 변전소 증가 시 변전 설비 진단기술의 국내 시장 확대가 기대되며 또한 수입대체 효과를 기대할 수 있음.

### 기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
  - 불시의 변전 설비 고장으로 인한 정전 및 사회적 혼란을 미리 방지함에 따라 국민의 불안감 해소 및 안정적인 전기 사용에 기여.
  - 국내 산업계 발굴 및 육성에 의한 변전 설비 예방 분야의 국제 경쟁력을 향상시키고, 국내 설비 진단 산업의 고도화에 기여.
  - 변전 설비 온라인 진단 기술을 설비의 위탁 관리 등 엔지니어링 기술과 접목하면 고부가 가치의 새로운 시장 개척이 가능하며 이로 인한 기술 수출, 고용 및 신 산업 창출을 기대할 수 있음.