


<h1>#3</h1>	<h2>전력산업과 인공지능 기술</h2>
	<p>글. 정준홍 한전KDN(주) 전력ICT기술원 부장</p>

### 전력산업과 디지털 변환

전기가 문명 발전을 위한 핵심 에너지원으로 부상한 시기는 19세기 말 시작된 2차 산업혁명 때이다. 우리나라 최초의 전력 회사인 '한성전기'도 그 당시인 1898년 설립되었고, 1961년에는 남한에 남아있던 3개 전력사가 통합되며 지금의 한국전력이 탄생하였다. 이후 우리나라 전력산업은 경제발전과 함께 폭발적으로 성장했는데, 한전 설립 당시와 비교했을 때 정점을 기록했던 2018년 기준 총발전량은 320배, 최대전력은 300배 이상 증가하였다. 이러한 양적 성장뿐만 아니라 공급전압 유지율, 송배전 손실률, 주파수 유지율, 정전시간 등 질적인 측면에

서도 우리나라는 세계 최고 수준의 전력품질을 자랑하고 있다.

상기와 같이 발전을 거듭한 전력산업에 최근 큰 변화의 바람이 불고 있는데, 바로 '탄소중립(Net Zero)' 때문이다. 2015년 세계 195개국은 범지구적 차원의 기후변화 위기와 그 심각성을 인식하고 이에 대응하고자 파리협정에 동참하였으며, 우리나라도 2030년까지 탄소 배출량을 2018년 대비 40% 감축하는 국가온실가스감축목표(NDC, Nationally Determined Contribution)를 UN 기후변화협약사무국에 제출하였다(2021.12). 탄소중립 실현을 위해서는 최우선으로 화석연료 의존이 높은 발전 비중을 줄이고 친환경, 재생에너지로의 전환을



**Kdn 한전KDN**

**3<sup>th</sup>** Move forward, KDN Platform

**한전 KDN 창립 30주년**  
30년 혁신의 저력으로 친환경, 디지털중심의 에너지ICT 플랫폼 세상을 만들어 갑니다.

한전KDN은 에너지 신기술로 전력 생산부터 판매까지 전 과정에 에너지ICT 서비스를 제공하고 있습니다. 더 편리하고 스마트한 세상을 한전KDN이 만들어 갑니다.

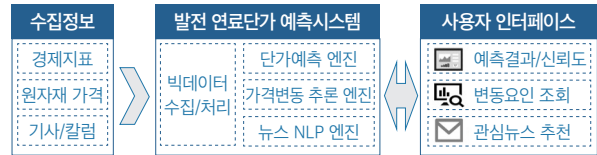
가속하는 이른바 ‘에너지 대전환’이 필요하다. 이에 따라 향후 전력계통은 기존 대형 발전소 중심의 중앙집중형 공급체계와 재생에너지 중심의 분산형 공급체계가 공존할 것이 자명하다. 복잡해진 전력계통을 안정적이고 효율적으로 운영하기 위해서는 첨단 디지털 기술의 도입이 필수적인바, 전력 그룹이 ‘디지털 변환(Digital Transformation)’에 집중하는 이유이다.

**한전KDN의 ‘에너지ICT 플랫폼’ 전략과 인공지능**

한전KDN은 국내 유일의 ‘에너지ICT 전문 공기업’으로, 신재생을 포함한 에너지 분야 전 영역에 첨단 ICT를 융복합하여 디지털화, 지능화된 서비스를 제공하고 있다. 발전에서부터 급전, 송변전, 배전, 판매에 이르는 계통 전 분야에 대한 감시·진단·제어, 전력정보 관리, 전력거래, 스마트그리드 솔루션 등을 보유하고 있으며, 이를 통해 국민에게 고품질의 전기를 안정적으로 제공하는 데 기여하고 있다. 특히, 2022년은 한전KDN이 창립 30주년을 맞이한 해로 에너지ICT 글로벌 Top-Tier 도약을 위해 ‘친환경·디지털 중심의 에너지ICT 플랫폼 기업’으로 거듭나고 있다. 에너지 분야 탄소중립과 디지털 변환에 발맞춰 기존 O&M 중심의 사업전략을 데이터 기반, 플랫폼 중심으로 변경하는 한편, 국민 눈높이에 맞는 ESG 경영을 본격화하고 있다. 그리고 이러한 변화를 견인하기 위해 4차 산업혁명을 촉발시킨 ‘인공지능 기술’을 적극적으로 활용하고 있다.

인공지능 구현에 있어 데이터는 최우선으로 확보해야 할 가장 중요한 요소이며, 이는 전력산업 분야도 마찬가지다. 전력 데이터 확보를 위해 현장 설비에 별도의 데이터 수집장치를 부설하거나 기존 감시진단을 수행하던 레거시 시스템과 연동하기도 한다. 수집한 전력 데이터는 해당 도메인 지식을 보유한 전문가를 중심으로 다각적인 분석 과정을 거치는데, 한전KDN은 급전 EMS(Energy Management System), 송변전 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition), 배전자동화(DAS, Distribution Automation System), AMI(Advanced Metering Infrastructure), 전력판매시스템 등의 운영 경험과 전문지식을 바탕으로 해당 과정에서 뛰어난 성과를 보이고 있다. 이는 곧 한전KDN이 산업통상자원부 제1호 ‘결합전문기관’으로 지정되고, 수십여 건의 인공지능 연구개발 및 관련 사업을 원활히 추진할 수 있는 원동력이 되고 있다. 이에, 한전KDN의 대표적인 인공지능 분야 연구개발 사례를 소개하고자 한다.

표 1. 발전 연료단가 예측시스템 구성



**발전 연료단가 예측**

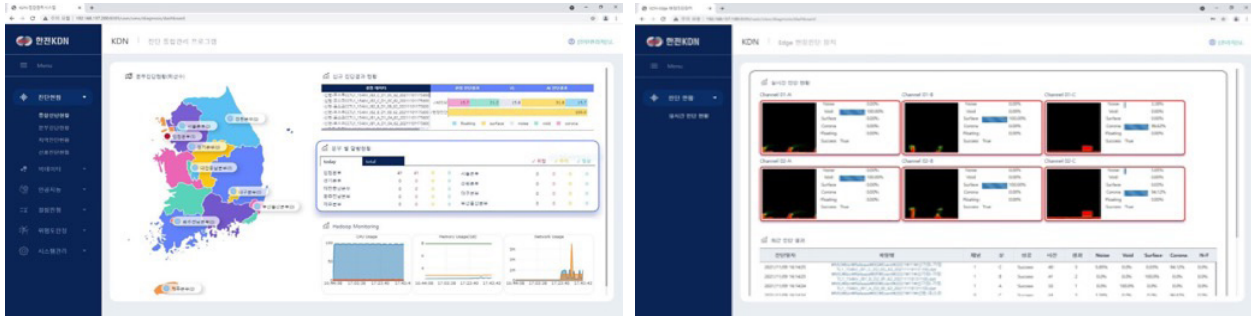
전기요금의 약 80% 이상은 석탄, 석유, LNG 등 발전 연료로 생산된 전력을 사들이는 비용이며, 우리나라는 연료 대부분을 수입에 의존하고 있다. 안정적인 전기요금 유지를 위해서는 연료가격이 일정해야 하지만 국제유가나 석탄가는 매해 급등락을 반복하고 있으며, 최근에는 사정이 더 나빠져 중국과 호주 간 석탄 분쟁, 우크라이나 전쟁 등의 영향으로 폭등을 거듭하고 있다. 만약 발전 연료의 가격을 조기에 예측할 수 있다면 최적의 구매 시점을 결정하는 데 도움이 되고, 결과적으로 전기요금 인상 요인을 완화할 수 있을 것이다. 연료단가 예측을 시작하게 된 배경이다.

발전 연료단가 예측시스템은 인공지능 기술을 이용하여 발전 연료의 가격을 예측한다. 먼저, 경제 및 원자재 전문지로부터 각종 경제지표와 원자재 가격을, 인터넷 기사나 칼럼에서 에너지 관련 최신 뉴스를 수집한다. 이를 분석하여 발전 연료단가에 영향을 미치는 300여 개의 키워드를 추출하고 그 상관관계를 추론하는 다수의 예측 모델을 생성, 혼합하여 최종 모델을 수립한다. 개발된 시스템은 최장 6개월간의 열량별 유연탄과 LNG 단가를 예측할 수 있고, 가격변동의 핵심 요인을 추론하여 영향도 순으로 제시한다. 또한, 관심 기사나 칼럼을 선별 요약하여 제공하는 뉴스 추천기능도 제공하고 있다. 현재 한국남동발전에서 본 시스템을 도입하여 운영 중이며, 발전 연료의 경제적, 안정적 조달에 크게 기여하고 있다.

**Edge 컴퓨팅 기반 PD 진단**

고압 지중 전력케이블(이하 전력케이블)이 열화, 흡습 등으로 손상되면 전력구 화재나 대규모 정전 등의 큰 피해로 이어질 수 있어 주기적인 점검과 유지보수가 필요하다. 전력케이블의 건전성을 평가하는 효과적인 방법으로 PD(Partial Discharge, 부분방전) 진단이 있다. 전력케이블의 열화로 인

그림 1. Edge 컴퓨팅 기반 PD 진단시스템



한 절연성능 저하, 제조상 문제로 공극(Void), 크랙(Crack) 등이 발생하면 해당 결함부를 중심으로 방전이 생길 수 있는데, 이때 발생하는 수~수백 MHz 대역의 고주파 신호를 분석하여 이상 유무를 진단하는 것이다. 먼저, 전력케이블에 고주파용 CT(Current Transformer)를 설치하고 출력 Pulse를 PD 계측 장치로 분석, 진단 파형을 생성한다. 이로부터 Void, Surface, Corona, Floating 등 PD 발생 패턴을 식별, 전력케이블의 결함 여부와 그 원인을 유추한다.

인공지능 기반 PD 진단시스템은 상기한 다양한 PD 발생 패턴을 딥러닝을 통해 학습, PD 발생 여부를 자동으로 진단하는 시스템이다. 다만, 실시간 발생하는 대량의 PD 데이터(PRPD, Phase Resolved Partial Discharge)를 인공지능 GPU 서버가 있는 원격지의 진단시스템에 모두 전송해야 한다는 문제가 있다. Edge 컴퓨팅 기반 PD 진단시스템은 현장에 설치된 Edge Device에 PD 진단을 위한 인공지능 모델을 탑재, 그 발생 여부를 직접 판단한다. PD 발생 시에만 Edge Device가 데이터를 전송하므로 기존 대비 네트워크 트래픽을 획기적으로 줄일 수 있으며, 대규모 시스템 구축 시에도 진단 속도가 저하되지 않는다는 장점이 있다.

### AMI 관리 서비스

AMI(Advanced Metering Infrastructure, 지능형전력계량인프라)는 전력 공급자와 소비자 간 계량정보 교환을 위한 양방향 통신 기반을 의미하며, 소비자에게 실시간 전력정보를 제공하여 수요 반응(Demand Response)을 유도하고 전력 공급자에게 수요예측 정보를 제공하여 최적의 전력 생산과 운용 계획을

수립할 수 있게 만든다. 현재 한전 저압고객 약 1,200만 호를 대상으로 AMI가 구축되었으며, 오는 2024년까지 총 2,250만 호 구축을 완료할 계획이다. 이에 따라 통신모뎀, 데이터집중장치 등 AMI 설비 수량도 가파르게 증가하고 있으며, AMI 관리에 필요한 인력, 시간, 비용도 늘어나고 있다.

이를 해결하기 위해 한전KDN은 인공지능 기술을 이용하여 설비 관리를 지능화한 인공지능 기반 AMI 관리 서비스를 개발하였다. 인공지능 기반 AMI 관리 서비스는 대용량 검침정보와 네트워크 정보를 빅데이터와 인공지능 기술로 분석 및 진단한다. 이로부터 스마트미터, 모뎀, 데이터집중장치의 고장 유형을 33종까지 세분하고 유지보수가 필요한 설비를 자동으로 선별해 낸다. 또한, 검침 실패가 일시적인 통신 불량 때문인지 아니면 설비 고장 때문에 발생했는지도 구분한다. 네트워크 토폴로지 분석을 통해 고장 위치를 판단하고 고장원인이 복수일 경우 우선순위를 부여할 수도 있다. 현재 제주 등 전국 3개 권역에서 현장 시험을 진행 중이며, 향후 전국을 대상으로 서비스를 확대할 계획이다.

### OPGW 설비 진단

송전선로 최상부에는 선로를 낙뢰로부터 보호하기 위해 피뢰도선을 설치하는데, 여기에 광섬유 케이블을 삽입한 것을 OPGW(Optical Ground Wire, 광섬유 복합 가공지선)라 한다. OPGW는 우리나라 전력계통 운영을 위한 핵심 ICT 설비로, 한전KDN은 이의 시공부터 운영 관리를 위한 최고의 기술력을 보유하고 있다. 최상의 OPGW 통신망을 유지하기 위해서는 주기적인 점검이 필수인데, 과거에는 작업자가 직접 송전탑에 올라

그림 2. 빅데이터 처리와 AI 기술을 결합한 AMI 관리 서비스

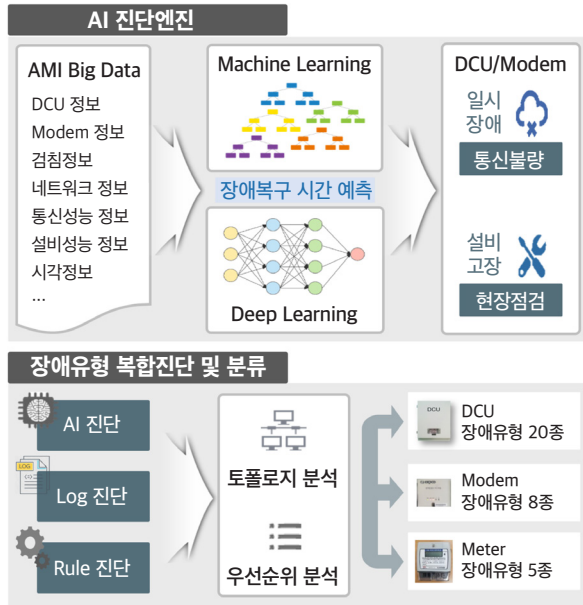


그림 3. AI 영상분석 기술을 활용한 OPGW 설비 진단



OPGW와 클램프, 댐퍼, 항공장애표시구 등의 부속 설비를 점검해야 했다. 최근 들어서는 드론으로 촬영한 영상을 보며 지상에서 점검을 수행한다. 승탑에 따른 사고위험을 줄이고 영상을 통해 결합을 판별하므로 점검 시간도 단축할 수 있다.

OPGW 설비 진단시스템은 인공지능 영상분석 기술을 이용하여 OPGW 점검 업무를 자동화한 솔루션이다. 드론으로 촬영한 OPGW 영상을 프레임 단위로 분해하여 각각의 설비를 식별하고, 인공지능 진단 엔진으로 결합을 실시간 검출한다. 이를 통해 OPGW 설비 진단정확도와 업무효율을 크게 개선하고 있으며, 지속적으로 진단규칙을 추가하여 현 90% 수준의 결합 검출률을 높여나갈 계획이다.

**인공지능과 에너지 대전환**

전 세계에서 두각을 나타내는 기업들 모두 한결같이 인공지능 분야에 천문학적 투자를 아끼지 않고 있다. 전술한 사례 이외에도 한전KDN은 인공지능 기반 재생에너지 발전량 예측, 행위인지 기술을 활용한 작업자 안전관리, 위험지역 출입관리 및 소방관제, 영상분석 기반 전력설비 감시진단 솔루션 등을 개발하여 상용화를 추진 중이며, 앞으로도 인공지능을 포함한 최신 기술을 적극적으로 활용하여 에너지 대전환과 ESG 경영 실

전에 앞장설 계획이다.

인공지능은 지금도 놀라운 진화를 거듭하고 있으며, 최근에는 ‘초거대 인공지능’ 구현에 빅테크 기업들의 관심이 집중되고 있다. 무엇보다도 이러한 인공지능 기술의 발전이 탄소중립 실현을 앞당기고, 글로벌 에너지 대전환에 이바지하길 기대해 본다.

...	저자소개	↗
<p>정준홍 한전KDN 전력ICT기술원 부장은 전기전자 및 컴퓨터공학 박사 학위를 취득하고 2005년 한전KDN에 입사했다. 송변전, 배전, AMI 분야 수십 건의 프로젝트를 수행하였으며, 현재는 한전KDN의 인공지능 분야 연구개발 조직을 이끌고 있다. 2007년부터 2008년까지 성균관대학교 정보통신공학부 겸임교수를 역임하였고, 2020년부터 현재 대한전기학회 전기설비분회 이사과 JEET 에디터로 활동 중이다.</p>		