

#2

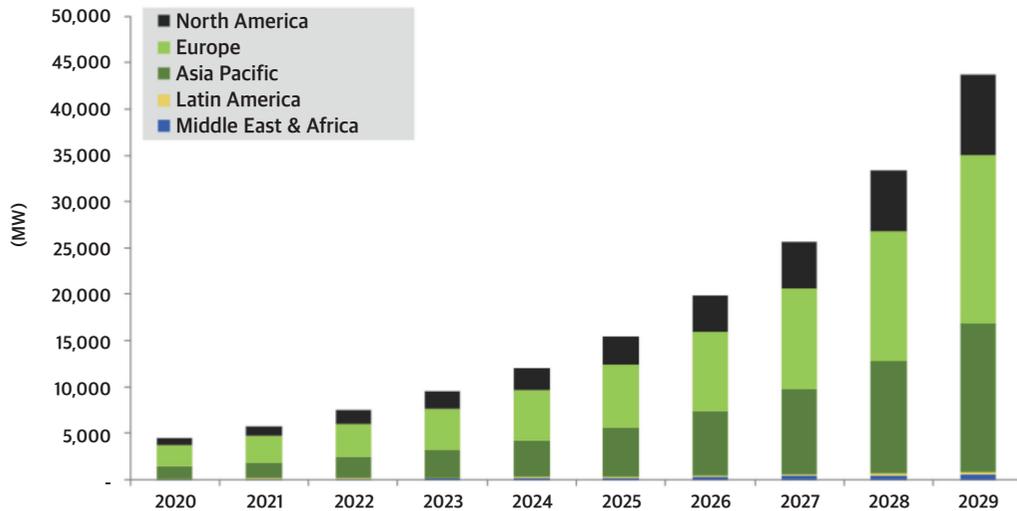
# 에너지 인공지능, 신재생자원관리 효율화 및 통합관제 플랫폼



글. 이효섭 인코어드 테크놀로지스 부사장



그림 1. VPP 용량 크기 예상



〈Source: Guidehouse Insights〉

### 전력시장의 핵심 트렌드, VPP

에너지 전환은 글로벌 공통의 목표이며, 우리나라 역시 제9차 전력수급기본계획을 통해 에너지전환의 구체적인 실천계획을 수립하고 이행해 나가고 있다. 9차 기본계획은 2034년 주요 신재생자원인 태양광과 풍력 설비 용량 목표 71GW를 제시하고 있으며, 이는 우리나라 전체 발전설비 용량 대비 36%를 차지한다.

국내 신재생 발전설비의 숫자는 매 분기 15% 이상씩 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 1MW 이하의 소규모 태양광 설비 비율은 전체의 75%로 전체 설비 중 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 대부분의 소규모 신재생 자원은 전국에 분산되어 배전계통에 연결되고 있으며, 해당 발전소들은 중앙의 통합 관리 체계에서 벗어나 있어 계통의 안정성을 위협함과 동시에 전체 자원의 효율적 운영에 어려움을 점차 가중시키고 있다.

전력시장은 이러한 소규모 분산전원의 효율적 관리를 위하여 소규모 분산자원을 집합화하여 하나의 가상 발전기(Virtual Power Plant; VPP)로 구성, 전력시장에 참여하도록 유도하고 있다. 소규모 발전자원을 집합화한 가상발전자원을 기존의 전력시스템에 연계함으로써 개별 자원에 대한 원격 모니터링 및 관리 체계를 가상발전소 운영자에게 위임하고, 전력시장은 분산자원의 증가에도 효과적으로 대응할 수 있는 체계를 확보하

고자 한다. 이러한 VPP 시장은 한국 뿐 아니라 전세계적으로 시장의 규모가 큰 폭으로 증가하고 있으며 이는 전력시장의 핵심 트렌드로 자리잡아가고 있다. (그림 1 참고)

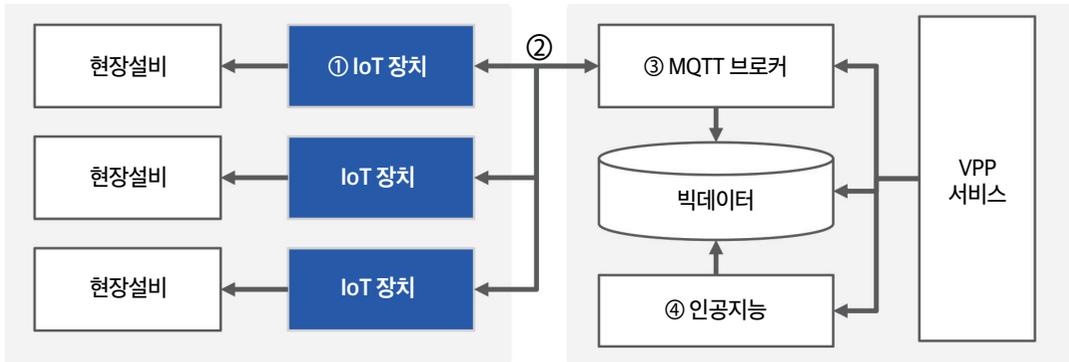
발전자원의 집합화는 기존 전력설비에 IT 기술을 결합함으로써 물리적으로 분산된 발전 자원을 논리적으로 하나의 발전소로 구성함으로써 가능해진다. 가상발전소가 전통적인 발전기와 동일한 역할을 하도록 만들기 위해서는 전체 설비 정보를 실시간으로 취합하여 전력시장에 전달할 수 있어야 하고, 정밀한 예측에 기반하여 내일의 발전량 예측과 같은 미래의 설비 상태 정보를 전력시장에 제공할 수 있어야 한다. 또한, 전력시장 및 배전망 운영자의 명령을 수신하여 분산된 모든 개별 발전소를 제어할 수 있어야 한다.

최근의 IoT기술, 인공지능 기반 예측 및 최적화 기술은 가상발전기가 전통적 발전기와 동등한 기술적 요구사항을 만족시키기 위한 기반 기술로 활용되고 있다. 그림 2는 이러한 기술 기반으로 구축된 인코어드의 VPP 서비스 플랫폼을 도식화하고 있다.

#### ① IoT 기반 데이터 수집 및 현장 제어

IoT 기술은 분산된 개별 현장에서의 데이터 수집을 위하여 보편적으로 사용되고 있으며, 이제는 현장 데이터 수집 외에

그림 2. 인코어드 신재생 VPP (가상발전소) 시스템의 구성



IoT 장치를 연계한 현장설비 제어 기술이 확산되고 있다. 과거 대비 대폭 향상된 IoT 기기의 컴퓨팅 능력을 적극 활용한다면 설비의 오작동 및 비정상적인 제어 명령 탐지 등 현장 문제에 자체적으로 대응 가능하도록 IoT 기기를 설계할 수 있으며 이를 통해 서버 비용은 물론 현장에서의 문제 대응 비용을 최소화시킬 수 있다. 제어 기능이 추가됨에 따라 기기가 현장에서 탈취되었을 때 탈취된 기기를 통한 제어가 불가능하도록 추가적인 접근 제어 기술의 적용이 필요하고, 또한 내부 정보 탈취 방지를 위한 물리적 데이터 암호화 등이 적용되어야 한다.

### ② 상호인증 기반 통신 암호화

현장에서 위변조된 데이터가 전달되거나 위변조된 제어 명령이 IoT 기기로 전달되었을 경우 이는 전력망에 직접적인 위협이 된다. 인코어드의 VPP 시스템에서는 IoT 장치와 서버 시스템 간 통신에 PKI 인프라 기술을 적극적으로 도입함으로써 통신에 대한 보안성을 최대한 높이고 있다. X.509 기반의 인증서를 활용한 IoT 기기와 서버와의 상호인증으로 기기 및 서버의 위변조를 방지하고, TLS 1.2 기반 암호화된 통신 채널 위에서 데이터를 전송함으로써 통신 구간에서의 데이터 탈취에 대한 피해를 최소화한다. 특히, 국가정보원의 검증필 암호화 모듈을 적용함으로써 암호화 모듈의 무결성 검증까지도 지원하고 있다.

### ③ MQTT 기반 실시간 양방향 통신

MQTT는 경량의 Publish/Subscribe (Pub/Sub) 메시징 프로토콜로써, M2M (machine-to-machine) 혹은 IoT 기기가 낮

은 전력, 낮은 대역폭 환경에서도 사용할 수 있도록 설계되어 있다. IoT 기기의 실시간 데이터 전송은 물론 전력시장 및 배전망 관리자의 실시간 제어 명령에 IoT 기기가 즉각 반응하기 위하여 MQTT 기반의 시스템을 구축하고 있다. 클러스터링 기능이 가능한 MQTT 브로커를 도입함으로써 서버 설비의 일부 훼손에도 안정적 운영이 가능하도록 구성하고 있다.

### ④ 인공지능 기반 발전량 예측

발전량 예측은 신재생에너지 기반 VPP의 핵심 기술로써 발전량에 대한 미래 가시성 확보를 통해 입찰에 대한 최적화는 물론 전력시장의 실시간 요청에 대한 개별 자원의 제어 전략을 수립하는데 주요 정보로 사용된다. 통상 딥러닝 기반의 인공지능 기술을 활용하여 날씨 관측정보와 발전량 정보, 그리고 날씨 예보를 활용하여 발전량을 예측한다. 근래에는 LSTM (Long Short-Term Memory)과 같은 시계열데이터에 특화된 딥러닝 기법을 활용하여 더욱 정확도를 높여가고 있으며, 개별 발전소의 특성을 추가적으로 반영하기 위한 다양한 입력 및 데이터 처리방안들이 고안되고 있다. 인코어드 역시 인공지능 기반의 발전량 예측을 제공하고 있으며, 1일 전 태양광 발전량 예측에 대해서 약 2%대의 매우 낮은 오차(NMAE 기반 오차 계산)를 보여주고 있다.

인코어드는 전술한 4가지 핵심 기술 기반 위에서 아이덤스 (intelligent DERMS; iDERMS) VPP라는 자체 VPP 서비스를 제공하고 있다. 아이덤스 VPP는 개별자원에 대한 계약 관리에서부터, 전력거래소 입찰관리, 전력거래 후 최종 정산금 배분까지

그림 3. 아이덤스 VPP 서비스 대시보드



VPP에 대한 모든 프로세스를 하나의 플랫폼에서 해결 가능하도록 서비스하고 있다. 이러한 기술적 우위에 기반하여 국내 대부분의 발전공기업이 본 솔루션을 채택하고 있으며, 최근에는 SaaS 형태의 서비스를 통해 고객 규모를 급격히 확대하고 있다.

그림 3은 아이덤스 VPP 서비스에서 제공하는 VPP 현황 대시보드 예시로서 실시간 예측 정확도 및 정산금, 발전 실적을 시각화하며, VPP 운영 자원에 문제 발생시 이를 실시간으로 인지하고 처리할 수 있도록 지원하고 있다.

**시사점**

과거 수백~수천 개의 발전기에서 이제 수만~수십만 개의 분산전원으로 전력망의 구성이 급격히 변화해가고 있다. 본 글은 최근 신재생 분산자원의 증가에 따른 전력망의 대응 방안으로써 VPP의 개념과 이를 구현하기 위한 기술에 대해서 살펴

보았다. 발전소 가상화를 위해서는 수많은 발전소 설비 데이터의 실시간 취합은 물론 집합화된 단일 발전소로 활용하기 위한 예측 및 제어기술이 필요하며, 궁극적으로 이러한 기술을 결합한 VPP 운영 플랫폼이 필요하다. 본 글에서 제안하는 아이덤스 VPP 외에도 다양한 시장 참여자들의 적극적인 기술 개발을 통해 VPP가 향후 신재생 확대에 따른 전력망 안정성 확보에 핵심 역할을 담당할 수 있기를 기원한다.

...	저자소개	↗
<p>이효섭 인코어드 테크놀로지스 부사장은 서울대학교에서 수석사(2006년)를 취득하고, 동 대학에서 병렬컴퓨팅 알고리즘 연구로 이학석사(2007)와 이학박사(2010)를 취득하였다. 이후 미국 와이오밍대학교 수학과에서 박사후 연구원으로 재직하였고, 서울벨연구소에서 통신 빅데이터 분석 및 GPU기반 계산병렬화 연구를 진행하였다. 2014년 인공지능 기반 에너지 서비스 스타트업 인코어드 테크놀로지스에 재직 중이다.</p>		