

# 전력분야 메타버스의 산업적 활용

최승환 전력연구원 디지털솔루션연구소 소장





[그림 1] 전력분야 메타버스 기술 활용구조

## 1. 머리말

최근 전력산업 분야는 생태계 전반을 ‘지능화’ 하기 위해 다양한 ICT 기반 디지털 전환이 지속적으로 진행 중이다. 이러한 디지털 전환은 데이터(D), 네트워크(N), 인공지능(A) 기술이 접목된 다양한 서비스 혁신과 솔루션 개발 형태로 추진되고 있다

메타버스 기술이 그중 하나인데, 국방, 의료, 전력 등 여러 산업 분야로 그 영역을 확장하고 있는 메타버스는 산업현장 관점에서 가상세계를 완전히 또는 부분적으로 구현할 수 있는 기술과 개념의 복합체다. VR 및 AR 기술이 빠르게 발전하고 IoT, 5G 등 통신 인프라가 이를 뒷받침하면서 가상공간 접근성이 높아짐에 따라 언제 어디서나 접속 가능한 메타버스 세계가 산업현장에도 빠르게 적용되고 있다.

국가기반시설인 전력설비는 매우 엄격한 신뢰성 및 안전성이 요구되며, 고장 및 사고 발생 시 국민안전과 산업에 매우 큰 피해를 줄 수 있다. 또한 설비가 다양하고 복잡하며, 조작이 어렵고 위험하다. 따라서 메타버스 기술 기반 훈련 및 운영의 활용 효과가 크다고 볼 수 있겠다.

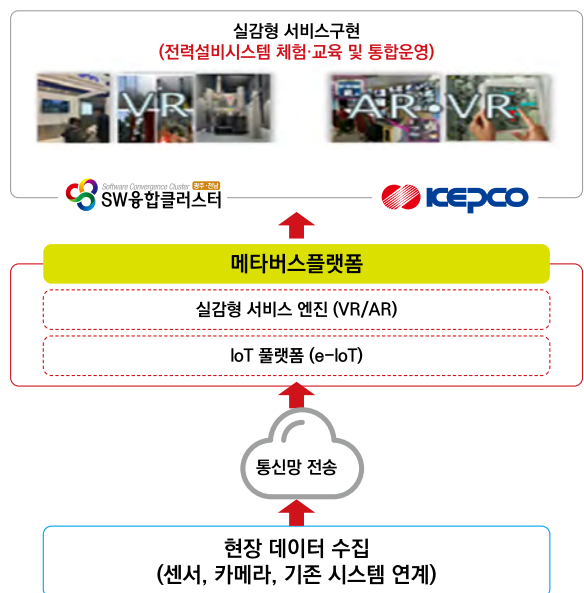
본고에서는 그간 전력분야 메타버스 기술의 산업적 활용에 대해 [그림 1]에서와 같이 VR·AR 플랫폼 기술과 VR·AR 전력설비 훈련시스템 기반 서비스 기술을 중심으로 소개하고 향후 산업 생태계

를 전망한다.

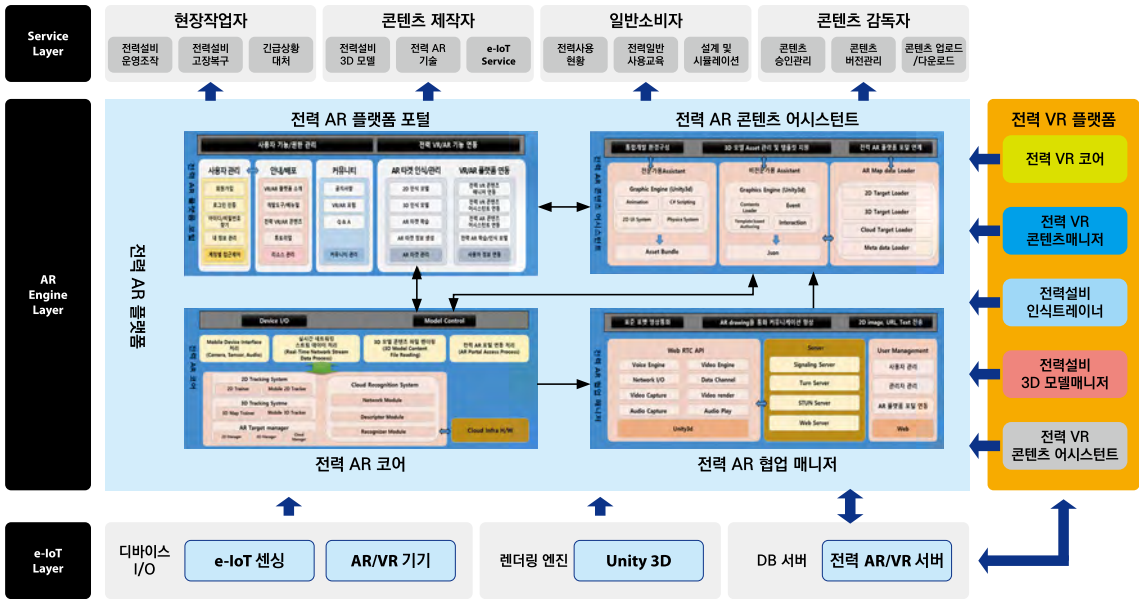
## 2. 메타버스 기반 플랫폼 기술

### 2.1 VR·AR over IoT 아키텍처

한전에서는 메타버스 기반 플랫폼 환경을 구축하기 위해 현장데이터 수집이 가능한 e-IoT 플랫폼 개발을 추진하였다. 또한 이를 기반으로 [그림 2]에서와 같이 가상현실·증강현실 실감형 서비스를 개발할 수 있는 엔진을 융합(VR·AR over e-IoT)한 에너지 IoT 생태계를 구축했다. 이를 통해 전력산업 분야 신서비스 창출 개방형 플랫폼 환경을 확보했다.



[그림 2] 메타버스 플랫폼 환경



[그림 3] 전력 VR-AR over e-IoT 플랫폼 아키텍처

센서, 카메라를 활용한 현장데이터와 함께 기존 시스템을 연계한 전력설비 데이터가 통신망을 통해 플랫폼에 전송된다. 그리고 이를 기반으로 3D모델 및 가상현실 애플리케이션을 개발해 전력설비시스템 대한 체험, 교육 및 통합운영이 되는 구조이다.

세부 플랫폼 아키텍처는 아래 [그림 3]에서와 같이 e-IoT 플랫폼 데이터 수집 환경을 기반으로 전력 VR엔진(VR코어, VR콘텐츠 매니저, 전력설비 인식트레이너 및 3D모델 매니저, VR어시스턴트)과 전력 AR엔진(AR코어, AR협업 매니저, AR콘텐츠 매니저)이 연계된다. 그리고 서비스 측면에서의 콘텐츠가 개발될 수 있는 형태다.

## 2.2 VR-AR 개발환경 포털

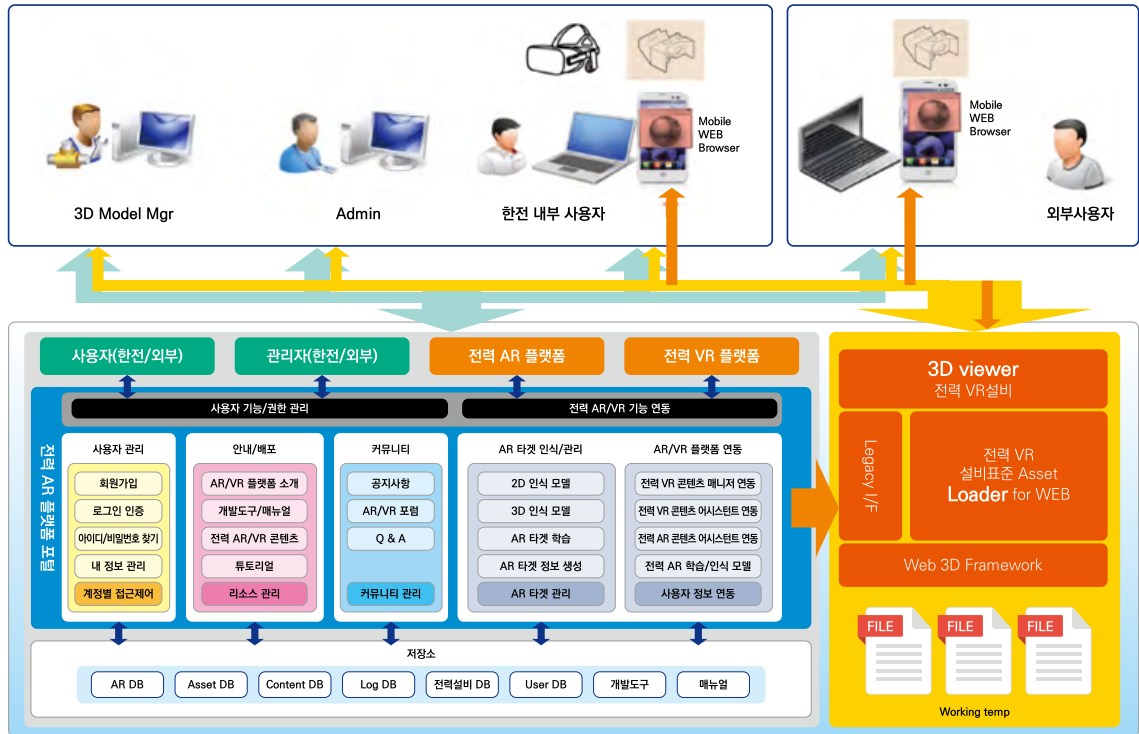
전력 분야 VR·AR 애플리케이션을 효율적으로 개발하고 공유하기 위한 포털(KAVS, KEPCO AR/VR Store)을 [그림 4]와 같이 구축해 전력 분



[그림 4] KAVS 포털 Home 화면

야 3D모델, AR/VR 애플리케이션 관리(업/다운로드) 공유플랫폼으로 운영하며 보유 콘텐츠는 다음과 같다.

- 3D 모델 : 발전, 송전, 배전, 변전, 통신, 기타 300여 종
- VR App. : 변전설비 점검 가상훈련 외 14종
- VR 개발도구 : 전력VR코어, 전력VR개발도구, 손동작 인식모듈
- AR App. : GIS 부분방전(PD) 진단지원앱 외 10여 종
- AR 개발도구 : 전력AR코어, 전력AR개발도구



[그림 5] PC 웹/모바일웹을 통해 접근 가능한 반응형 KAVS 포털의 구성

•매뉴얼 및 튜토리얼 : 각종 앱 및 개발도구/박스

또한 포털에서는 [그림 5]와 같이 AR/VR 애플리케이션 개발에 필요한 API, 개발도구를 제공함으로써 손쉬운 개발환경을 제공하고 있다.

•(VR플랫폼)

코어 : VR장비 입출력 통합 게이트웨이 API, 다중 사용자 실시간 협업 API, 전력흐름 가시화 API  
Tool : 전력설비 3D모델 간 상호작용 Node기반 통합 VR 저작도구

•(AR플랫폼)

코어 : 2D/3D기반 전력설비 인식/추적/정합 SDK, 현장-원격지 음성/영상/Text/이미지/드로잉 협업 API  
Tool : 비전문가용 웹저작도구(2D), 전문가용 전력설비 학습도구(2D, 3D)

### 3. 메타버스 기반 서비스 기술

#### 3.1 VR 전력설비 훈련시스템

VR 가상교육 훈련은 고성능 GPU 자원을 보유한 PC에서 인재개발원과 각 사업소에 설치된 별도의 교육장에서 오프라인 형태로 이루어진다. 송전, 변전, 배전 분야의 가상훈련이 필요한 부분을 <표 1>과 같이 선정해 시뮬레이터를 개발했다. 이와 같은 VR 콘텐츠 적용으로 업무효율 향상, 고장 사고비용 및 유지보수비용을 절감할 수 있다.

#### 3.2 AR 전력설비 훈련시스템

전력설비운영기술 고도화의 일환으로 VR·AR 기반 변전소 통합감시시스템을 구현하고 시범 적용한 사례로서, 변전소 설비상태감시, 경보, 계측 등에 통합 데이터를 연계하고 3D 모델링을 적용해 종합적이고 직관적으로 설비를 모니터링하는 구조이다.

<표 1> VR 전력설비 훈련시스템 사례

구분	내용(시뮬레이터 화면)
<p>(송전) 드론을 활용한 송전선로 점검 가상훈련</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VR 및 물리 기반 드론 조종 및 철탑 설비점검 훈련</li> <li>- 드론 훈련을 하기 위해서는 넓은 장소가 필요하고 드론 배터리 10분 내외라 훈련시간 제한 ▶ 가상현실을 이용한 훈련시뮬레이터로 한계 극복</li> </ul>	 <p>[그림 6] 드론 운전 훈련</p>
<p>(배전) 배전기가재 구조 및 시공 가상 훈련</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배전 분야 주요 기자재 내부구조 및 동작원리 훈련</li> <li>- 배전 기자재 다양한 종류, 고장 빈번 발생, 내부구조 이해부족 ▶ 다양한 고장상황 연출, 시대응절차 충분한 학습</li> </ul>	 <p>[그림 7] 개폐기 시공절차 훈련</p>
<p>(변전) 보호계전기 설정 및 전력설비 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MTR, GIS 보호계전기 설정 및 케이블 결선 등 훈련</li> <li>- 계전기 종류 다양, 기기사용법 숙지 어려움, 인적실수 오작동 ▶ 주변압기 절연파괴 등 발생 시 신속한 감지 및 계통분리 훈련</li> </ul>	 <p>[그림 8] 보호계전기 결선훈련</p>
<p>(변전) 변전설비 점검 가상훈련</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 변전소 보통 점검(변압기, 차단기, SFRA 등) 훈련</li> <li>- 설비별 동작 매커니즘 복잡, 점검교육 어려움 ▶ 보통점검(변전소당 3일 동안 변전소 전체설비 점검) 반복 훈련</li> </ul>	 <p>[그림 9] 변전소 전체점검 훈련</p>

#### 4. 맺음말

최근 코로나 19로 인한 비대면환경과 5G통신, AI 등의 기술발전으로 메타버스 시대가 본격적으로 도래하면서 관련 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 메타버스 기술 성과물을 교육훈련뿐만 아니라 현장업무에도 실질적으로 도입할 수 있도록 기술개발을 지속적으로 추진할 예정이다. ICT가 급속히 발전하면서, 이를 이용한 전력설비 운영 지능화 요구가 강조됨에 따라 디지털 전환 가속화를 위한 ICT 기반 인프라 지원이 강조된다. 아무리 전력설비의 성능이 발전해도 결국 그것을 운영하는 것은 전력산업 현장의 운영자이기

때문에 빠른 기간 내 일정 수준의 숙련도를 갖추도록 교육훈련을 제공할 필요가 있다. 이에 전력연구원에서는 메타버스를 활용한 기술의 실전도입을 위한 연구개발을 추진하고 있으며 전력산업 분야 현장에서의 적용확대로 앞으로 뛰어난 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 예상된다.

한편 전력산업 분야에서는 메타버스 기술의 높은 가능성과 활용성에 주목해 플랫폼, 콘텐츠, 통신인프라를 확보하고 적극적으로 활용할 계획이다. 특히 실시간 데이터처리에 대한 대응전략으로 초저지연 네트워크 기술을 확보하기 위해 Private 5G 및 에지컴퓨팅의 기술개발도 병행해 나가고 있다.





[그림 6] VR·AR기반 변전소 통합감시시스템

<표 2> VR·AR기반 변전소 통합감시시스템

구 분	주요 내용
가상화	<ul style="list-style-type: none"> <li>전력설비 Digital Pairing</li> <li>SCADA 데이터 보관 및 조회 관리</li> </ul> <p>Plan Design Simulation Training</p> <p>Virtual Real</p>
시각화	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 대시보드 HMI(2D)를 3차원 공간에서 3D 가상 전력설비로 시각화</li> <li>광대역 Lidar scanning과 Photogrammetry 방식 통한 실시간 수치,형상 데이터 수집 및 3D모델링</li> </ul>
표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>AR/VR전력설비 교육,감시,점검,유지보수 상호작용 UI/UX(VR플랫폼 연계)</li> <li>ARML 기준 개발, 데이터 정보 네트워크 방식 표준 준수</li> <li>전력 VR플랫폼, 차세대 WEB SCADA 시스템과 국제 표준 연계 시스템 확장성을 위한 AR/VR통합관리시스템 구축</li> </ul>
통합화	<ul style="list-style-type: none"> <li>AR/VR 전력설비 시간적, 공간적 효율성 극대화로 문제 해결</li> </ul> <p>VR</p> <p>작업 관련 계획수립 기술적, 교육적 관리적 대책 전달</p> <p>AR</p> <p>현장 안전 점검 유해상황 전달</p>

<표 3> 전력산업 메타버스 적용가능 업무(공정관리/자산관리/재난대응/유지보수/대외사업/직무교육)

공정 관리	설계 지원	• 정확한 위치(GPS) + 현장사진 + 공간정보 기반으로 전력 통신망 설계	IoT OPNW, AMI 등 전력·통신 연계 공사
	공정 최적화	• 전력, 통신 병행공사(AMI 등)시 정교한 Time schedule로 시간낭비 요인제거	
자산 관리	Map 관리	• 지하매설물, 에너지 자립섬, 송전선 개통과 연계, 3D기반 구현	ICT실, 변전소 등 클릭시 3차원으로 개별 설비 구현
	이력관리	• 고장 발생 내역(일자, 내용 등), 유지보수 시행이력 등	
재난 대응	기상정보연계	• 태풍, 폭염 황사, 산불 등 경로 및 피해설비 예측 및 시뮬레이션	기상청 기상정보 시스템 등과 연계
	현장 영상재현	• 드론 영상, CCTV 촬영 화면정보를 결합, 설비 취약 포인트 분석 등	
유지 보수	네비게이션	• 현장 설비에 대해 정확한 위치(GPS) 기반 안내로 도착 시간 단축	앞으로는 현장방문시 마다 스마트기기로 정보 갱신 병행(사진 등)
	위탁업무확인	• 유지보수업체 현장 조치시, 스마트기기 확인되면 대가 지불 등	
대외 사업	국내 사업	• 태양집광울, 풍력·풍향, 전기차 운행로, 도서 마이크로그리드 입지선정, 통합검침 등	에너지신사업 연계
	해외 사업	• 센서 + 스마트기기 + 무선망 + 클라우드PC + AR·VR SW 등 Total 기술	패키지 솔루션 化
직무교육		• 신입사원 입사, 인사이동으로 직무 변경시 OJT 교육 등	헤드셋 웨어러블, 사무실 전용공간 등

수많은 이용자가 동시에 접속해 지연시간 없이 메타버스를 사용하려면 MEC(Mobile Edge Computing), IoT, 5G 네트워크 기술 등이 필요하다. 접속자의 증가에 따른 부하를 분산하기 위해서 통신 에지파트에 분산 클라우드 컴퓨팅을 적용해 네트워크의 지연시간을 줄이고 속도와 보안성을 강화하는 기술을 확보해 나갈 계획

이다. 따라서 이를 통해 메타버스가 단순 가상현실을 넘어 IoT와 연동해 설비의 사전고장감지 등 통합적인 모니터링을 할 수 있도록 추진해 나갈 것이다. TTA

#### 참고문헌

- [1] 채창훈, 정남준, '전력 에너지분야 VR가상훈련 시뮬레이터 개발', 정보처리학회지 제28권 제1호 pp58-67, 2021.03
- [2] 에너지 전력분야 사물인터넷 e-IoT(TTAK.KO-10.1221 PART1~5), 2018.12
- [3] 채창훈, 정남준, '전력산업에서의 VR/AR 플랫폼 구성방안 연구', KEPCO Journal Vol.2 No.3, 2016
- [4] 박명혜, 김영현, '에너지IoT 플랫폼 개발에 관한 연구', 정보처리학회논문지, Vol.5. No.10, 2016