Development of high reliable IoT Wireless Network for Decommissioning NPPs

2021. 10. 22.

이 승 식

한국전자통신연구원

자율형IoT연구실

ETRI 한국전자통신연구원
Electronics and Telecommunications Research Institute

Contents

I Introduction

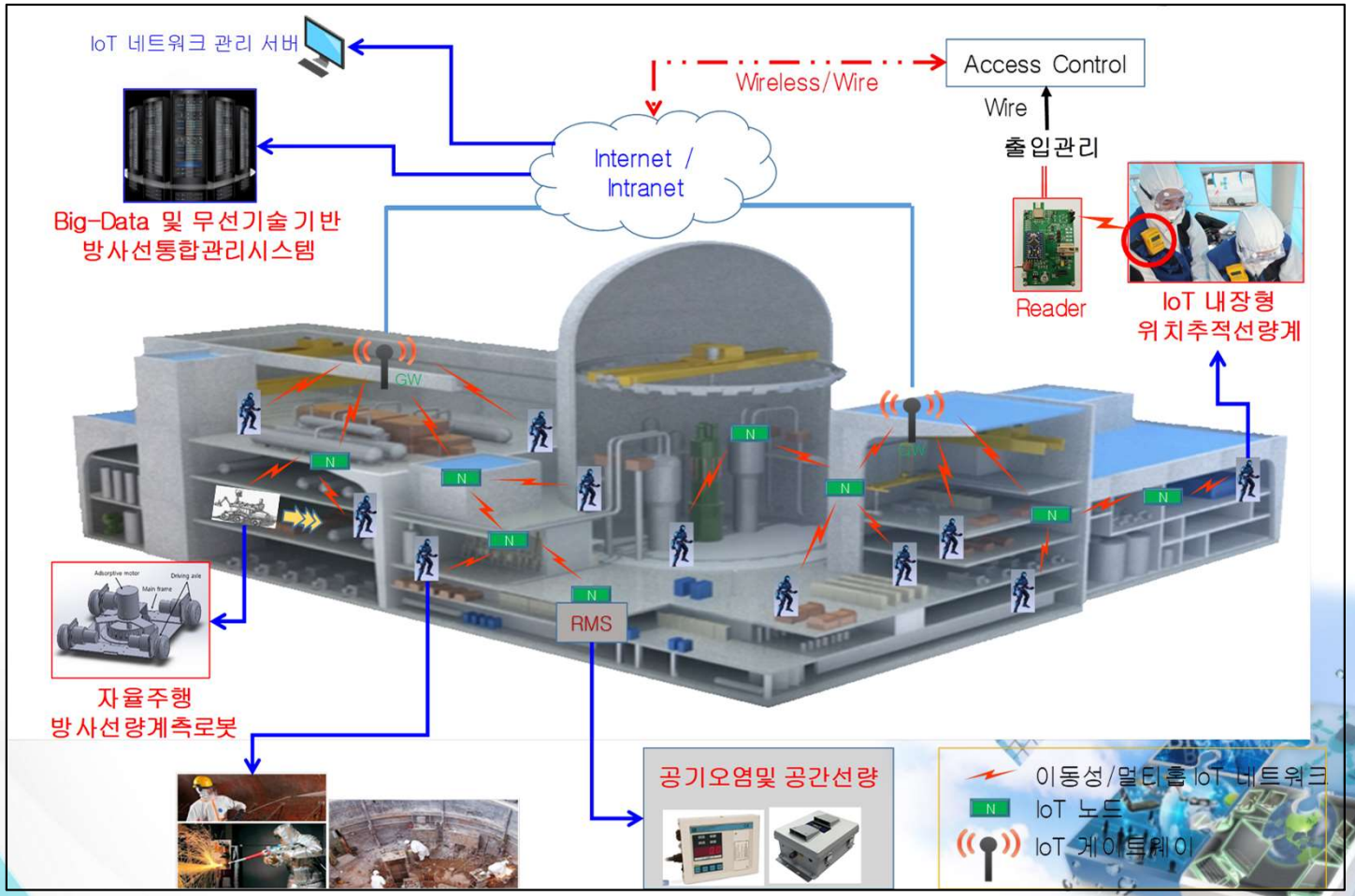
II Node and AP Design

III Test and Result

IV Conclusion

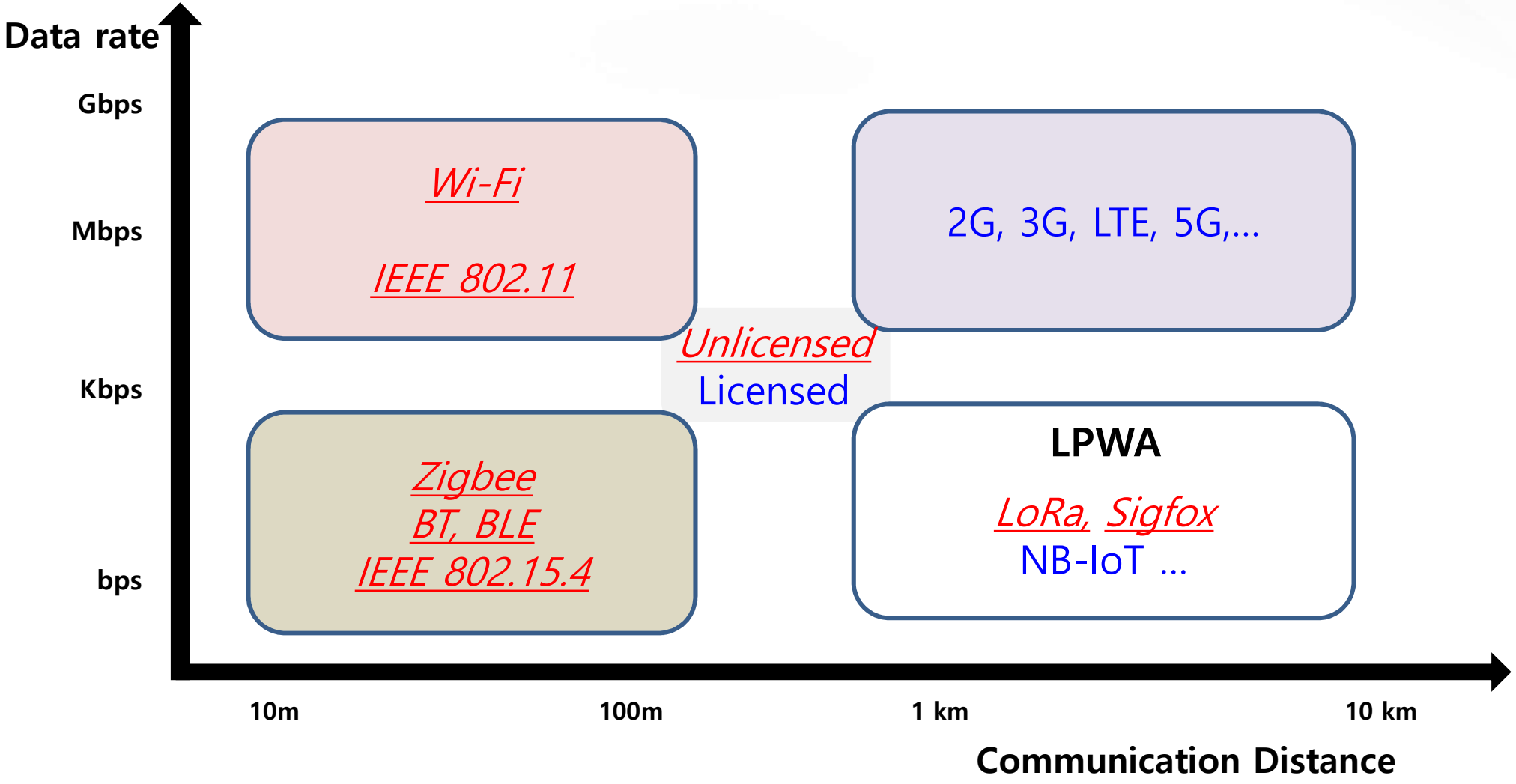
1.1 원전해체에 무선네트워크의 필요성

- 원자력발전소 설계, 운영 정보 및 해체관리 시기 동안의 방사선 모니터링 정보 전달 필요
- 해체작업 중 작업자 피폭량 모니터링 및 피폭량의 실시간 관리를 위한 이동성/멀티홉/고신뢰 지원 IoT 네트워크 구현 필요



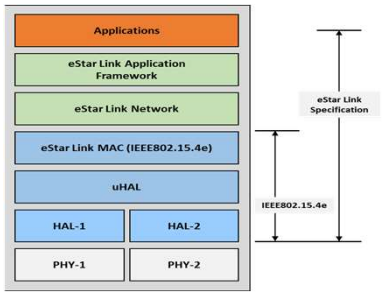
1.2 무선 통신 방식 비교

Date Rate & Communication distance



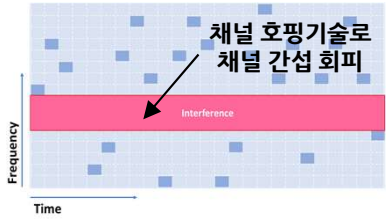
1.3 IEEE802.15.4e기반 LPWA 특징

IEEE802.15.4e DSME MAC 특성



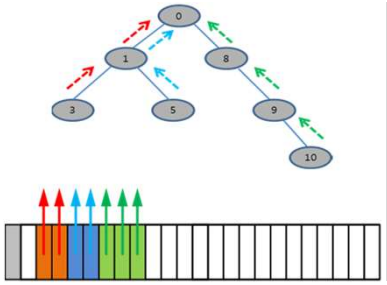
산업용 IoT Application

(IEEE 802.15.4e)



Multi Channel

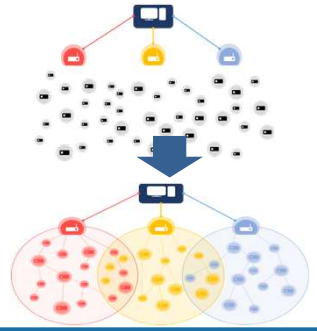
(채널간섭 회피에 따른 신뢰성 향상)



TDMA MAC

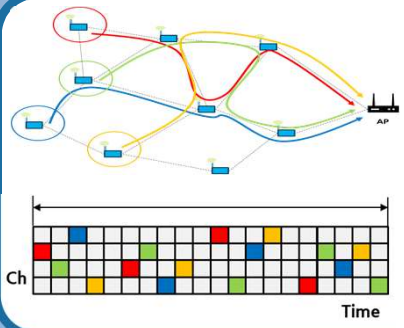
(멀티홉 데이터 전송지연 최소화)

IEEE802.15.4e 기반 IIoT Network 특성



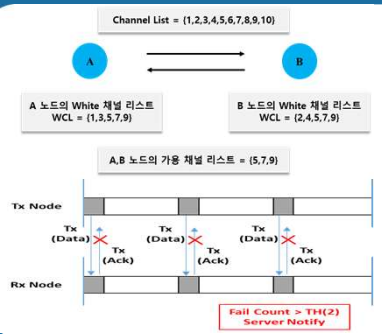
Load balanced Self Clustering

(로드 밸런싱을 고려한 네트워크 자동구성)



Mesh Topology Multi-pass Routing (QoS)

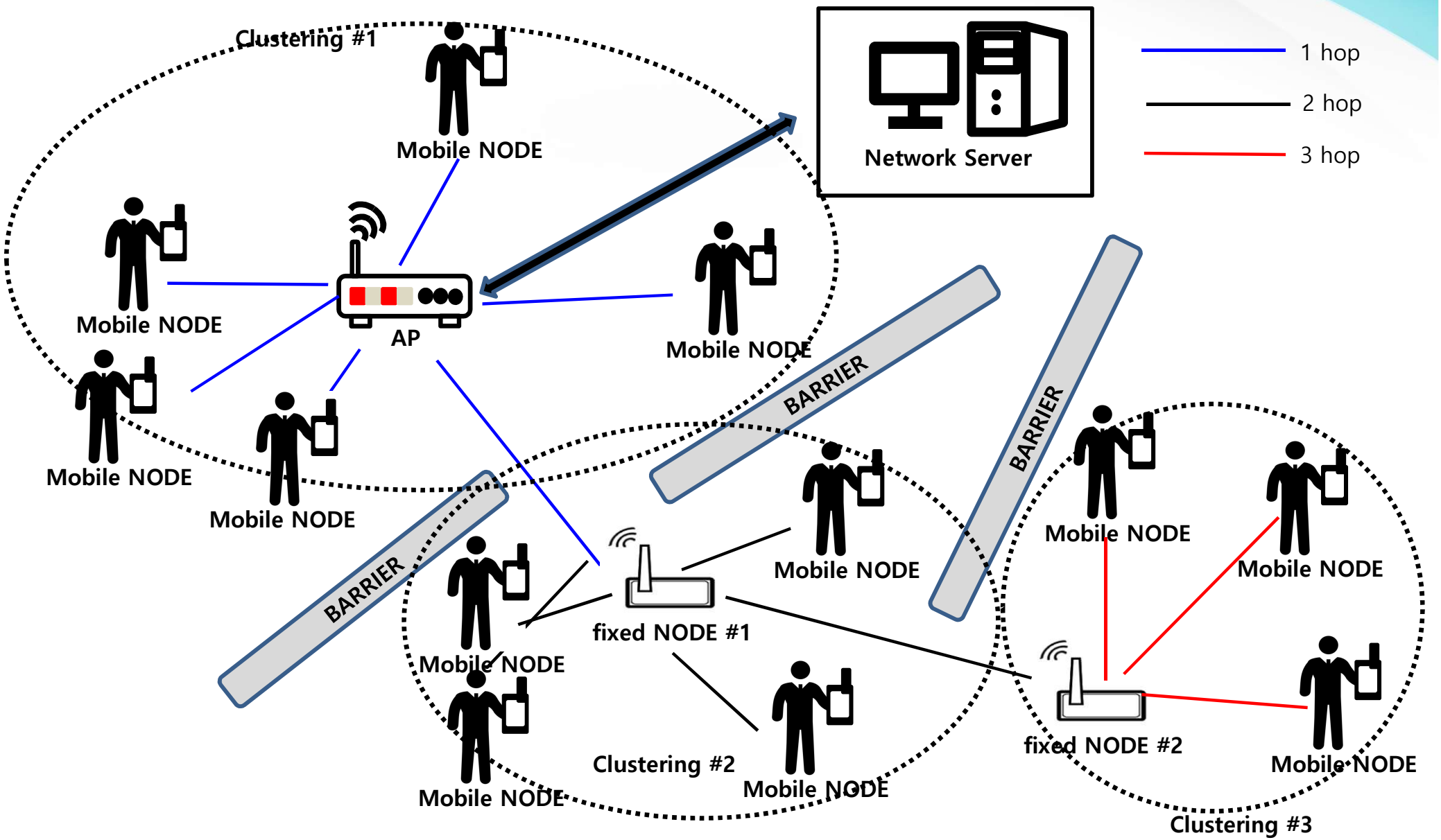
(멀티홉 데이터 전송 QoS 보장)



Real-time Multi channel Management

(실시간 멀티홉 채널 변경 및 관리)

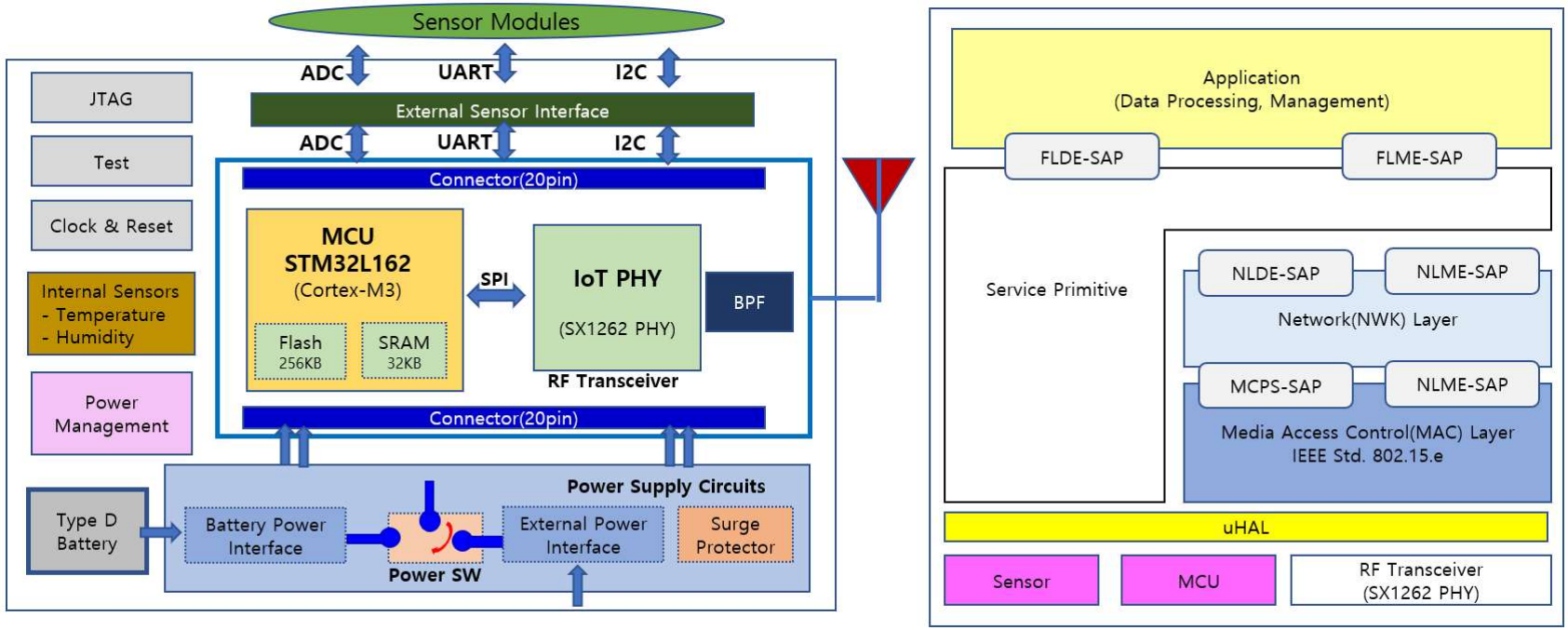
1.4 멀티홉 기반 LPWA Wireless Network



2.1 Fixed and Mobile Node 설계

• 경량 IoT 노드 설계 및 제작 •

- 국내 주파수 기술기준 만족(917~923.5 MHz, 6.5MHz 대역)
- Private LoRa 적용 및 고신뢰/멀티홉/저지연 지원 IoT 네트워크 스택S/W 탑재
- 시분할/멀티채널/고신뢰 지원 IEEE802.15.4e DSME MAC 표준기술 적용
- 멀티홉 환경에서의 원격 무선 업그레이드(OTA) 기능 적용
- 채널 다이버서티 기술로 채널간섭 회피 지원

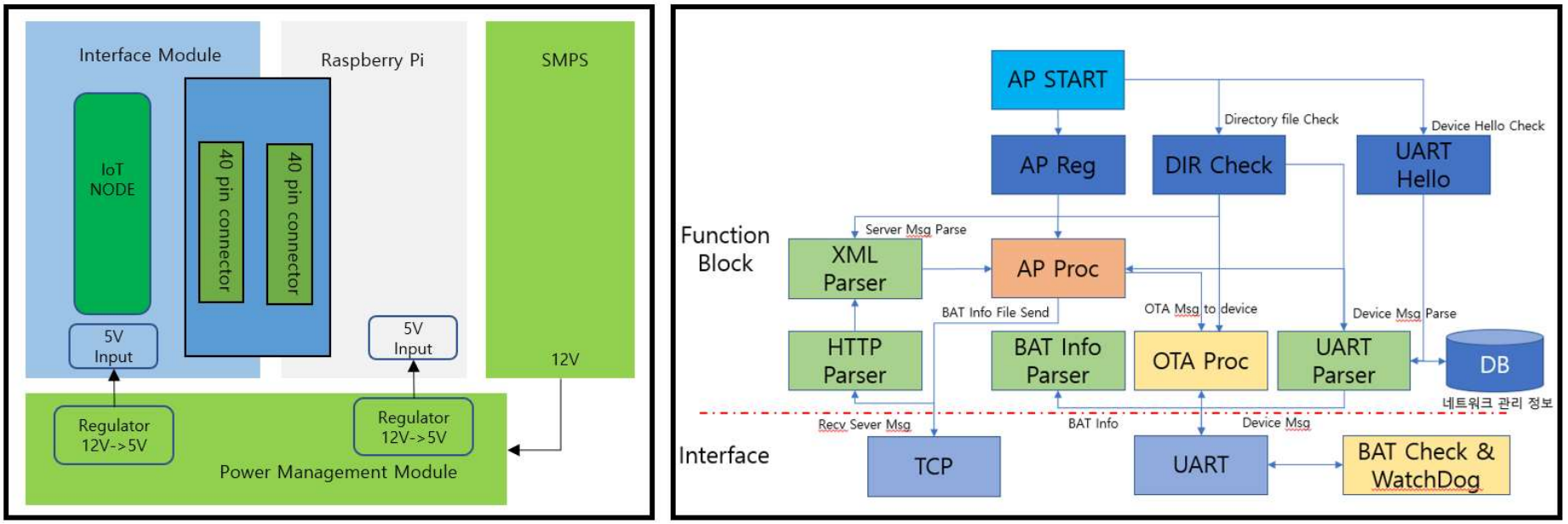


<Node Block Diagram (left : H/W, right : S/W)>

2.2 AP 설계

• 경량 IoT 노드 설계 및 제작 •

- 라즈베리파이 4B+ 기반 AP보드 제작
- 고정 및 이동형 노드를 내부에 탑재
- 백홀 네트워크 접속 지원 (LTE, 이더넷)
- 국제표준: IEC/ISO 30128 & IEEE 802.15.4e / 클러스터링 무선 네트워크 관리 기능 지원
- HTTPS 보안 기능 지원(TLS 기능 지원) / XML 기반 확장 가능한 HTTP 프로토콜 지원
- 방열/방진/방수 기능 지원 클러스터링 IIoT AP 함체 제작

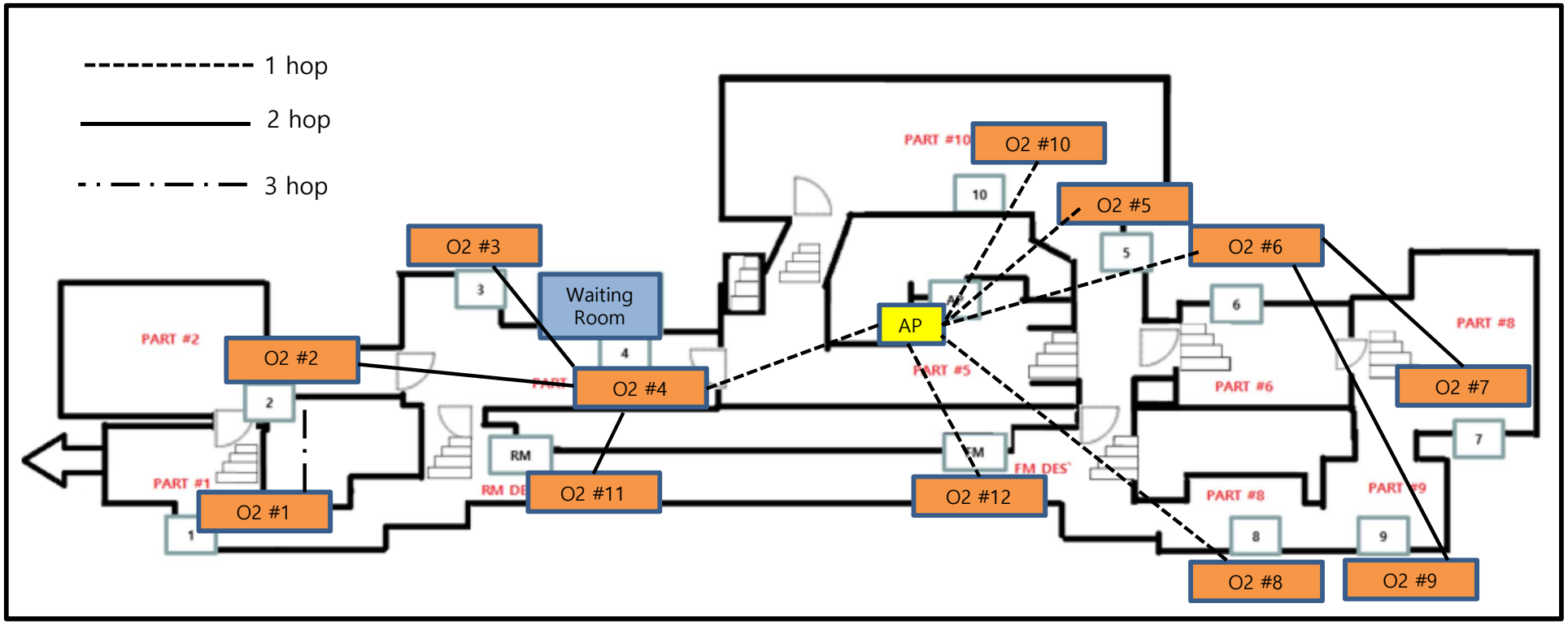


<AP Block Diagram (left : H/W, right : S/W)>

3.1 Test of proposed IoT Network

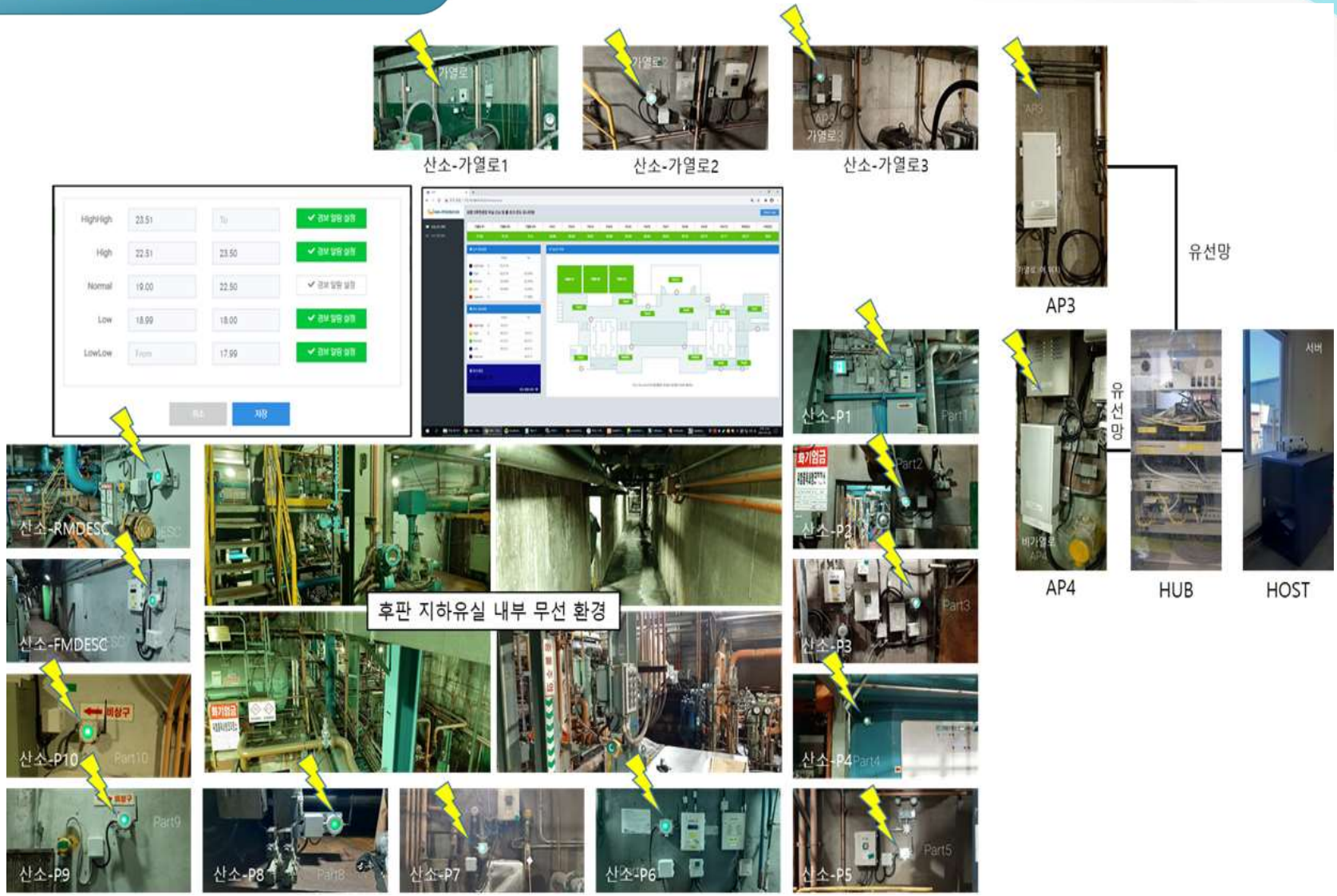
• 밀폐공간내 IoT 네트워크 실험 •

- 지하 실험공간 : 150m x 40m
- 특징
  - ◆ 밀폐형 지하공간 : 원전 환경과 유사한 환경
  - ◆ 제강 설비의 유틸리티 금속 파이프로 가득차고 격자형 벽면으로 분리된 공간
  - ◆ 센서(산소 센서) 측정값 전달을 위하여 최대 3-hop 진행



3.2 Test Environment of IoT Network

• 밀폐공간내 IoT 네트워크 실험 환경 •



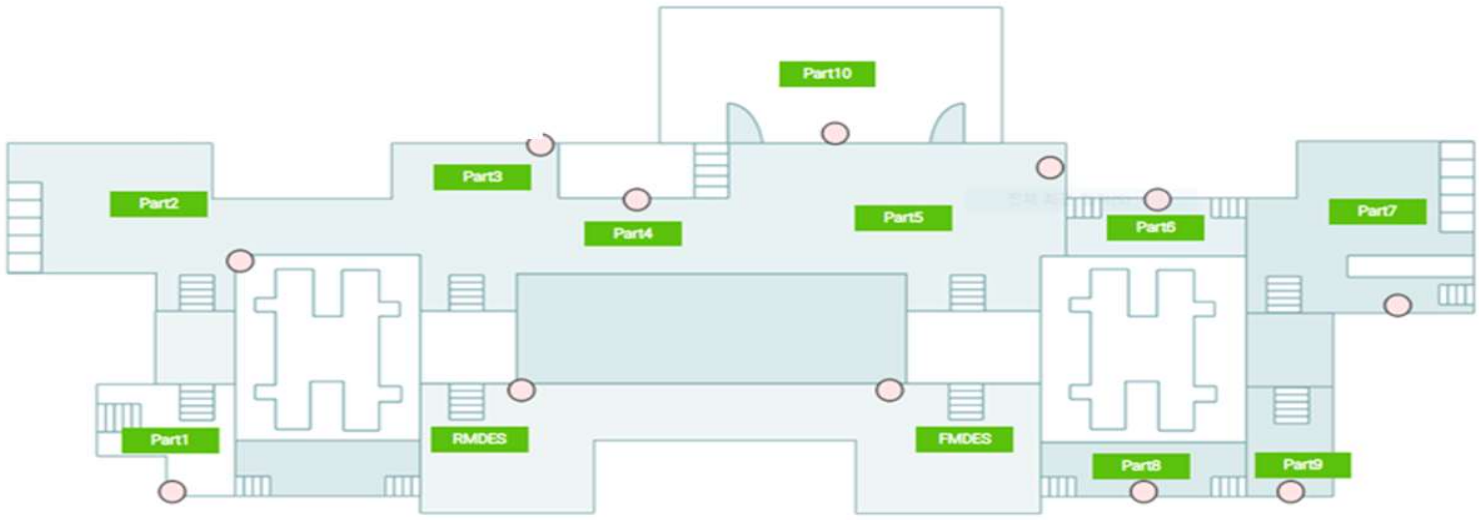
3.3 Test Results of proposed IoT Network

• 밀폐공간내 IoT 네트워크 실험 결과 •

- 지하 실험공간 산소 농도 모니터링(HMI 화면)
- 1분당 1회 모든 정보 업데이트
- 멀티홉 환경에서의 원격 무선 업그레이드(OTA) 기능 확인

Part1	Part2	Part3	Part4	Part5	Part6	Part7	Part8	Part9	Part10	RMDES	FMDES
20.86	20.46	20.97	20.69	20.38	20.45	20.91	20.76	20.74	21.71	20.77	20.8

✔ 실시간 측정



〈OIL CELLAR PART별 평면도 및 침수 방지용 PUMP 배치도〉

4. Conclusion

- 원전 해체작업 중 작업자 피폭량 모니터링 및 피폭량의 실시간 관리를 위한 이동성/멀티홉/고신뢰 지원 IoT 무선네트워크 구현 필요
- 시분할/멀티채널/고신뢰 지원 IEEE802.15.4e DSME MAC 표준기술 적용 고정 및 이동형 Node 설계 및 제작
- Node에 Private LoRa 적용 및 고신뢰/멀티홉/저지연 지원 IoT 네트워크 스택S/W 탑재
- 라즈베리파이 4B+ 기반 AP보드 제작
- 멀티홉 데이터 전송 QoS 보장 무선 IoT 네트워크 구성
- 원전 환경과 비슷한 밀폐형 지하공간에서 IoT 무선네트워크 실험 진행
- 3-hop 무선 연결이용 산소센서 측정치의 서버에 실시간 전송 실험 완료
- 차후 해체 원전(고리 1호기)내 무선 네트워크 실험 예정

감사합니다.

rfsslee@etri.re.kr