

## IEEE802.11ah HaLow 무선데이터통신망 성능 실증에 관한 연구

전홍대\*, 이성호, 공재준

\*한전KDN

\*workjhd@naver.com, vtech1288@naver.com, kjj-952433@kdn.com

## A Study on the Performance Demonstration of IEEE802.11ah HaLoW Wireless Data Network

Jeon Hong Dae\*, Lee Sung Ho, Kong Jae Joon

KEPCO KDN

## 요약

본 논문은 배전전력설비의 부분방전 신호수집을 위한 무선 데이터 통신망의 성능과 현장실증에 관한 것으로 배전전력망의 무선 데이터 통신망을 구축하기 위해 900MHz ISM 대역에서 IEEE802.11ah 무선기술을 사용하여 도심지와 개활지의 차이에 따른 성능과 품질을 검증하였다. LOS 환경에서 도달거리 최대 1.5KM로 장거리 데이터 전송이 가능하며 2.4GHz Wi-Fi 대비 장애물 투과 특성이 우수하며 환경에 따라 최대 15Mbps의 데이터 전송율을 지원, 기존 LPWA 표준 대비 전력사용 및 주파수 이용 효율이 높은 기술이다. 그러나 좁은 주파수 대역에서 도심지 건축물 구조와 기타 IoT 무선통신 주파수와의 혼선 및 간섭을 고려하였을 때 배전전력설비간 Mesh 무선통신망이 구성가능한지에 대한 불확신을 검증과 시험을 통해 해소하였으며 본 연구에서 도출된 시험 결과는 배전 전력설비기반 무선 데이터 통신망 구축시 유용한 가이드를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

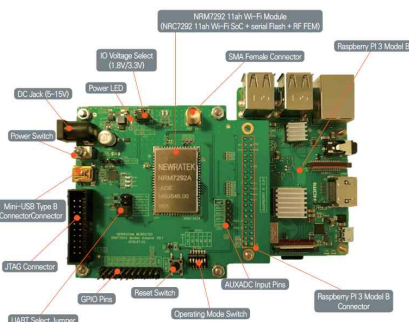
## I. 서론

IEEE 802.11ah Wi-Fi HaLoW는 1GHz 미만의 주파수 적용 및 대역폭 조정을 통하여 장거리 송수신 능력을 제공하고 저전력 특성을 강화하여 IoT 응용서비스에 적합하도록 Wi-Fi alliance에서 제정된 Wi-Fi 계열의 무선 네트워킹 프로토콜이다. 기존 802.11 계열의 Wi-Fi는 주파수 특성상 도달 거리가 짧고 트래픽 폭증으로 간섭이 심하여 서비스 안정성을 요구하는 IoT 분야에 적용이 어려운 문제점이 있다.

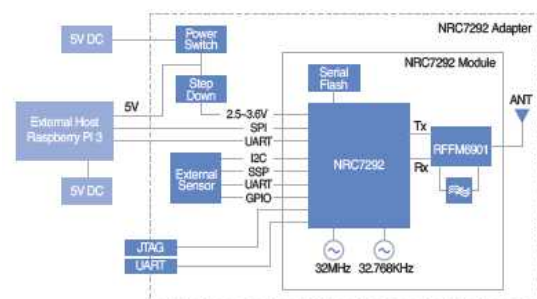
이에 반해 HaLoW는 1GHz 미만의 비면허 대역 주파수를 사용함에 따라 2.4GHz/5GHz를 사용하는 기존 고속 Wi-Fi 표준 대비 대폭 향상된 커버리지 및 우수한 장애물 투과 특성을 나타낸다. 또한 저전력 구현, AP 1대당 대규모 Station 혹은 센서 접속을 가능하게 하여 IoT 표준을 지원하는데 적합하다.

## II. 본론

시험에 사용된 IEEE 802.11ah 모듈은 NRC7292 EVK로 외형은 <그림 1>과 같으며 내부 구조는 <그림 2>와 같다.



&lt;그림 1 NRC7292 EVK&gt;



&lt;그림 2 NRC7292 EVK 구조&gt;

HaLoW를 이용한 통신 커버리지 시험을 위한 송신기 및 안테나 설정은 <표 1>과 같이 설정하였으며 배전전력설비의 특성상 지면에 철 구조의 외함에 차폐되어 설치되었으며 안테나는 외함 구조물에 영향을 감안하여 구조물 상부, 좌면, 우면에서 각각 시험을 수행하였다.

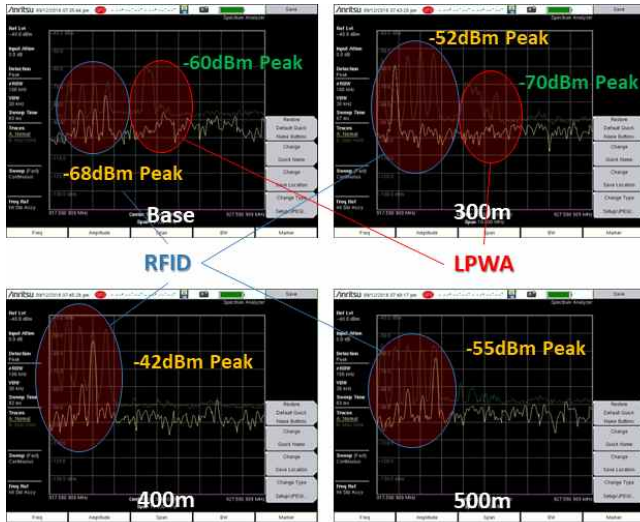
&lt;표 1 시험환경 설정&gt;

구분	내역
대상	NRC7292A(30*20)
측정항목	AP/STA간 RSSI 및 Throughput 측정
출력	TX 18dbm
주파수	922.5MHz
대역폭	2MHz
AP/STA간격	500M, 450M, 300M
안테나 위치	개폐기 상부, 좌면, 우면

시험지역의 일반적 노이즈 환경을 측정하기 위해 주파수 스펙트럼을 측정 한 결과 <그림 1>과 같이 Base 노드가 위치한 지역의 사용주파수 대역에

서 RFID로 추정되는 -68dBm 신호전력과 LPWA로 추정되는 -60dBm 신호전력이 동시에 측정되었으며 이중 RFID 신호전력은 상시 수신되는 형태로 간섭현상이 발생하였다.

시험방식은 일정 시간동안 Station Node에서 AP Node로 UDP packet을 전송하여 평균 Throughput을 측정하였으며 AP Node에서 Spectrum



〈그림 3 시험대역 스펙트럼〉

분석기를 설치하여 수신레벨을 확인하였다.

또한 안테나의 방식에 따른 결과값의 차이를 구분하기 위해 두 종류(지향성 ANT, 무지향성 ANT)를 사용하여 총 54회 측정하였다.

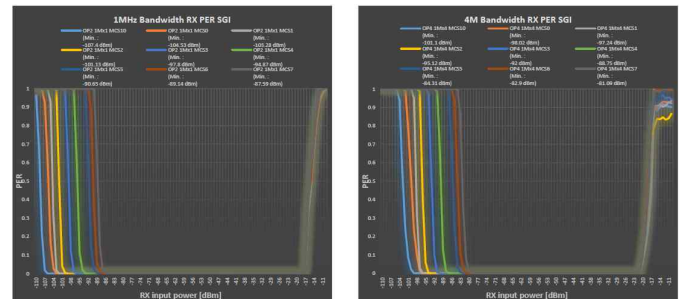
시험결과는 <표 2>와 같이 설정한 최대 500M 구간에서 대부분 통신이 성공하였으며 안테나의 위치에 따라 Connection Drop 현상이 간혹 생기기도 하였다. 전력설비인 가공 배전주상에 안테나를 설치하여 1:N 통신망을 구축하는 경우와 지상 배전기기간의 1:1 통신망을 구축하는 경우로 구분하여 1:1 통신망 구축의 경우 안테나의 위치는 지상 배전설비의 상부면 이상 노출된다면 설치위치는 큰 차이가 없는 것으로 확인 되었으며 안테나의 형태는 다이폴 안테나보다 지향성 안테나가 수신감도가 평균 3dBm 이내에서 높게 수신되었다.

〈표 2 시험결과〉

종류	안테나 위치		300M		450M		500M	
	Master	Slave	Thruput	RSSI	Thruput	RSSI	Thruput	RSSI
다이폴	상부	상부	2.12	-75	0.59	-93	0.62	-91
		좌면	2.58	-77	0.88	-88	1.05	-89
		우면	1.60	-84	0.83	-94	0.45	-92
	좌면	상부	1.76	-83	0.33	-91	0.56	-91
		좌면	1.45	-87	0.24	-92	0.89	-88
		우면	1.16	-90	—	—	0.57	-94
	우면	상부	2.56	-79	1.01	-93	0.90	-90
		좌면	2.58	-80	1.06	-91	0.96	-85
		우면	1.32	-86	0.92	-95	0.27	-92
지향성	상부	상부	1.99	-74	0.86	-91	1.05	-88
		좌면	1.99	-75	0.96	-89	0.87	-90
		우면	1.94	-84	0.49	-89	0.88	-95
	좌면	상부	1.85	-84	0.53	-95	1.05	-91
		좌면	1.51	-84	1.00	-93	0.99	-92
		우면	1.91	-81	—	—	0.36	-100
	우면	상부	2.19	-75	0.60	-89	0.88	-88
		좌면	2.35	-77	0.80	-91	1.05	-89
		우면	1.89	-79	0.56	-91	0.71	-91

수신모듈의 수신감도(Sensitivity) 한계는 -105dBm@2MHz BW <그림 4>인 것을 감안하면 500M 거리는 충분한 상태였으며 현장시험 지

역이 높은 빌딩이 밀집된 도심 중심부(서울, 선릉역 일원)인 것과 배전 전력설비가 약 100M 이내의 간격으로 설치되어 있는 점을 종합적으로 분석하면 전파의 회절과 반사 및 노이즈 환경을 감안하더라도 도심지에서 500M 이상의 통신 커버리지 서비스의 제공이 가능하다고 분석되었다.



〈그림 4. Sensitivity〉

### III. 결론

본 논문에서는 한국전력에서 운영중인 배전전력설비에서 발생하는 데이터를 원격지로 전송하기 위해 무선통신망을 구축하고자 할 경우 협대역의 IoT 무선기술이 아닌 데이터 전송율이 높은 IEEE 802.11ah 기술을 사용했을 경우 전력설비 현장의 여건을 고려한 구축사례가 없기 때문에 전력설비 설치 현장의 환경 여건을 고려하여 1:N 및 1:1 통신망 구축에 필요한 통신 커버리지 설계에 필요한 전송특성을 실증시험을 통하여 확인하였다. 전력설비의 구축형태와 용도에 기반하여 광케이블 네트워크 위주의 통신망을 운영중인 전력회사에 무선통신망 구축시 IEEE802.11ah는 1:1 통신망 구축에 최적화된 무선통신기술로 배전설비간 1:1 통신망을 구축할 경우 배전분야 무선통신 솔루션으로 충분한 기능과 역할을 수행할 것으로 분석되었다.

## ACKNOWLEDGMENT

### 참 고 문 헌

- [1] newratek.com, “IEEE802.11ah”, <http://www.newratek.com/product/nrc7292>
- [2] 정용환, 김영탁, “IEEE 802.11ah 기반의 사물인터넷 통신을 위한 CSMA/CA와 TDMA의 하이브리드 전송제어 기법”, 한국통신학회 2017년도 추계 종합학술발표회
- [3] 김기태, 김영탁, “에너지 효율적인 사물인터넷 통신을 위한 Sub-1GHz 무선통신채널의 전송속도 및 송신전력의 스마트 제어기법”, 한국통신학회 2017년도 추계 종합학술발표회
- [4] Usman Raza, Parag Kulkarni, and Mahesh Sooriyabandara, “Low Power Wide Area Networks:An Overview”, IEEE Communications Surveys&Tutorials, vol.19, no.2, pp.873-955, 2017.