

NLOS 환경에서 LPWA 통신 커버리지 측정

권혁 · 진경복 · 오창현*

한국기술교육대학교

Measurement of LPWA communication coverage in NLOS environment

Hyuk Kwon · Kyoung-Bog Jin · Chang-Heon Oh*

Korea University of Technology and Education (KOREATECH)

E-mail : hyuk.kwon@advantest.com / kbjin@koreatech.ac.kr / choh@koreatech.ac.kr

요약

LPWA는 한번에 전송할 수 있는 데이터양은 적지만 매우 넓은 범위의 정보를 수집할 수 있어 아파트 계량기의 정보를 수집하거나, 산업현장에서 간헐적으로 보내는 데이터 등을 수집하는데 적합하다. 하지만 LPWA에 대한 대부분의 응용 연구는 실외, 특히 LOS(line of sight) 환경에 대해 한정되어 있어 아파트 및 산업현장에 적용하기 위한 정보를 수집할 경우 힘든 문제가 발생한다. 본 논문에서는 LPWA 통신이 아파트 및 산업현장에 적용될 수 있도록 NLOS(non line of sight) 환경인 건물 내부에서 통신 커버리지를 측정하였다. 실험을 위해 sx1276 디바이스를 이용해 LoRa 모듈을 제작하고 Class A를 적용한 후 확산인자 7과 12에 대해서 각 층마다 데이터를 수집하였다. 실험결과, 확산인자가 낮은 7의 경우 7층에서부터 수신되는 데이터의 에러와 Loss가 증가하는 것을 확인할 수 있었으며 확산인자가 높은 12는 9층까지도 Loss 없이 데이터가 수신되는 것을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

LPWA has a small amount of data that can be transmitted at one time, but it can collect a very wide range of information, so it is suitable for gathering information of apartment meter or collecting data intermittently sent from industrial site. However, most of the application studies on LPWA are limited to outdoor, especially LOS environment, so it is difficult to collect information for application to apartment and industrial sites. In this paper, we have measured the communication coverage within the building, which is a NLOS environment, so that LPWA communication can be applied to apartments and industrial sites. For the experiment, LoRa module was created using sx1276, Class A was applied, and the spreading factor was changed for each layer. As a result, in case of spreading factor 7 that shows increasing error and losses from the 7 floor, but the in case of spreading factor 12, the data could be seamlessly received even on the 9th floor without error and losses.

키워드

NLOS, LPWA, Communication maximum distance, IoT, Smart Factory

I. 서론

IoT(internet of things) 시대에는 많은 물체들이 옥외, 실내, 산 또는 강과 같은 환경에 관계없

이 서로 연결되어 있다. 현재 개발 및 연구된 다양한 통신 기술 중에서 LPWA(low power wide area)는 앞으로 있을 IoT 시대에 정보를 가장 효율적으로 수집할 수 있는 통신기술 중 하나이다 [1]. LPWA의 가장 큰 특징은 한 번에 전송할 수 있는 데이터는 적지만 매우 넓은 범위에서 정보를

* corresponding author

수집할 수 있다는 것이다. 예를 들어 한전에서는 최소의 비용으로 망을 구축하여 각 가정에 배치된 전력량계로부터 데이터들을 수집할 수 있으며, 산업현장에서는 건물 내부에 배치된 감지기로부터 데이터 등의 정보를 수집할 수 있다. 하지만 LPWA에 대한 기존의 연구 및 응용 제품들은 실외, 특히 LOS(line of sight) 환경만을 고려하여 실험을 진행하거나, NLOS라고 해도 대체적으로 광활한 환경을 고려한 상태에서 실험을 진행하였다[2-6]. 따라서 아파트 및 산업현장에 LPWA를 적용하기 위한 접근 방법을 찾는 데 있어서 매우 어려운 난관에 부딪히게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 LPWA 통신이 건물 내부와 같이 극한의 NLOS 환경을 만났을 때의 성능을 제시하고자 통신이 가능한 최대 거리를 측정하는 실험을 진행하고 결과 데이터를 제시할 것이다.

II. LoRa Class A 기반 실험환경 구성

실험을 위한 통신 보드의 RF 모듈은 Semtech사의 sx1276을 이용하였으며, 제어를 위한 MCU는 ST사의 STM32L 152RE를 이용하여 개발하였다. 통신 방식은 LoRa Class A를 적용하였다. LoRa의 Class A는 그림 1과 같이 End Node(LoRa Device)는 게이트웨이로 데이터를 전송하고 일정 시간만 수신대기를 한 상태에서 sleep 모드로 전환되어 에너지를 절약하는 방식의 통신 운영 방식이다[7].

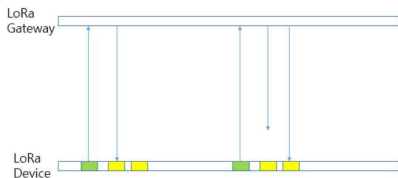


그림 1. LoRa Class A 통신 운영 방식

실험은 표 1과 같이 2개의 실험이 진행되도록 RF 모드를 설정하였다. 확산인자(SF, spreading factor)를 7과 12로 한 이유는 sx1276에서는 확산인자가 7부터 12까지 사용 가능하며 7의 경우 확산인자가 좁아 수신측에서 잡음에 신호가 묻혀 방해물이 많거나, 거리가 멀어질수록 오류 및 통신 장애가 많이 발생하지만 12의 경우 확산인자가 넓어 7보다 잡음 및 페이딩에 의한 손실에 강한 특징을 가지기 때문이다.

표 1. LPWA 모듈 매개 변수 값

Parameter	Value	
	Device A	Device B
Frequency(MHz)	918.3	919.1
Spreading Factor	7	12
Bandwidth(KHz)	125	
Transmit Power(dBi)	14	

III. 실험 및 결과

실험은 한국기술교육대학교 담헌 실학관 1층의 복도 중앙에 게이트웨이의 역할을 하는 보드를 배치한 후 각 층의 건물 끝에 device A와 B를 배치한 후 데이터 전송 실험을 진행하였다. 그림 3은 건물에 배치된 게이트웨이 역할의 보드와 각 층에 배치된 보드들의 모습을 보여주는 사진이다.

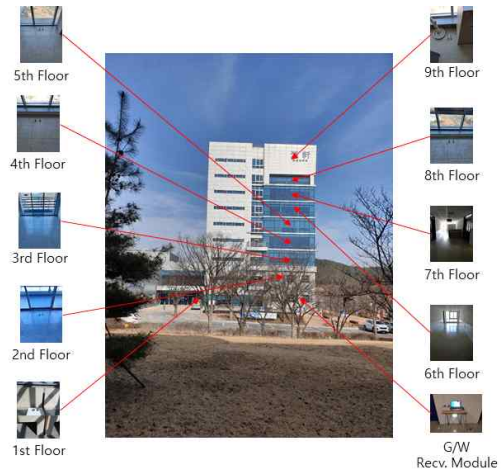


그림 2. 실험환경 구성도

표 2. SF 7의 통신 성능

층	Average		Packet			Success rate
	RSSI (dBm)	SNR (dB)	Recv	Loss	Error	
1	-83.1	25.8	100	0	0	100%
2	-73.6	25.6	98	1	1	98%
3	-100.5	21.0	96	3	1	96%
4	-103.4	22.4	98	1	1	98%
5	-103.5	22.3	100	0	0	100%
6	-116.6	-11.3	100	0	0	100%
7	-114.5	-33.9	21	71	8	21%
8	-119.9	-29.4	71	24	5	71%
9	-126.7	-32.5	0	95	5	0%

표 3. SF 12의 통신 성능

층	Average		Packet			Success rate
	RSSI (dBm)	SNR (dB)	Recv	Loss	Error	
1	-90.2	29.8	100	0	0	100%
2	-78.2	34.0	100	0	0	100%
3	-86.0	38.8	100	0	0	100%
4	-101.6	28.6	100	0	0	100%
5	-113.0	13.4	100	0	0	100%
6	-111.6	17.8	100	0	0	100%
7	-119.1	-11.0	99	1	0	99%
8	-123.4	-25.7	100	0	0	100%
9	-117.0	-3.22	100	0	0	100%

실험 결과, 6층까지는 SF 7과 SF 12의 성능이 동일 한 것을 확인할 수 있으나, 7층 이후부터는 SF 12가 압도적으로 좋은 것을 확인할 수 있다. 이 결과를 통해 SF 7은 6층 이하의 건물 혹은 건물 중간층에 배치될 경우 12층 가량의 건물에 적용하기 용이하며, SF 12의 경우 9층에서의 수신 신호 세기를 감안할 경우 12층까지 통신이 가능할 것으로 예상되며, SF 12역시 층의 중간에 배치될 경우 약 25층 가량의 건물에도 적용이 가능할 것으로 사료된다.

IV. 결 론

LPWA는 넓은 범위의 지역에서 정보를 수집하는데 용이한 통신이다. 하지만 기존의 연구들은 거리에만 중점을 두고 연구를 진행하여 실내에 대한 LPWA의 특징 및 성능을 알 수 없는 문제가 존재하였다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 층수가 높은 건물에 LPWA 송신 및 수신 모듈을 배치하여 데이터를 수집하는 실험을 진행하였다. 9층 높이의 건물에 LPWA 모듈을 배치하여 NLOS 환경에서 데이터를 수집한 결과 확산인자가 7인 경우 6층까지는 데이터 수집이 비교적 수월하지만 7층에서부터 데이터의 수신이 힘들어지는 것을 확인하였으며, 확산인자가 12인 경우 9층까지도 데이터가 원활하게 수신되는 것을 확인할 수 있었으며, 신호 수신감도도 비교적 안정적인 것을 확인할 수 있었다. 향후에는 본 논문에서 실험한 결과를 바탕으로 LPWA의 가장 큰 문제점인 속도를 개선하는 방안과 실내에서 빠른 속도로 넓은 범위의 데이터를 수집하는 방법에 대한 연구를 진행할 것이다.

References

[1] G.A. Akpakwu, B.J. Silva, G.P. Hancke, and A.M. Abu-Mahfouz, "A Survey on 5G Networks for the

Internet of Things: Communication Technologies and Challenges", *IEEE Access*, vol. 6, pp. 3619-3647, 2017.

[2] R. S. Sinha, Y. Wei, and S. H. Hwang "A survey on LPWA technology: LoRa and NB-IoT," *Ict Express*, vol. 3, no. 1, pp.14-21, 2017.

[3] U. Raza, P. Kulkarni, and M. Sooriyabandara, "Low power wide area networks: An overview," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 19, no. 2, pp.855-873, 2017.

[4] P. Thubert, A. Pelov, and S. Krishnan, "Low-power wide-area networks at the IETF," *IEEE Communications Standards Magazine*, vol. 1, no. 1, pp.76-79, 2017.

[5] U. Noreen, A. Bounceur, and L. Clavier, "A Study of LoRa Low Power and Wide Area Network Technology", *Proceedings of the Advanced Technologies for Signal and Image Processing(ATSIP)*, 2017 International Conference, Fez, Morocco, 2017. 5.

[6] D. Ismail, M. Rahman, and A. Saifullah, "Low-Power Wide-Area Networks: Opportunities, Challenges, and Directions", *Proceedings of the 19th International Conference on Distributed Computing and Networking(ICDCN)*, Varanasi, India, 2018. 1.

[7] SK Telecom N/W Institute of Technology 5G Tech Lab, *Low power IoT LoRa device Technical requirements*, SKtelecom, pp.1-14, 2016. 7.