LoRaWAN Class B에서의 최적 노드 분석

서의성 · 장종욱*

동의대학교 · 동의대학교

Optimal Node Analysis in LoRaWAN Class B

Eui-seong Seo · Jong-wook Jang*

Dongeui University · Dongeui University

E-mail : uisung12@naver.com / jwjang@deu.ac.kr

요 약

'융합과 연결'이라는 4차 산업혁명으로 인하여 '고연결성 사회', '고지은성 사회'에 대한 관심이 높아지고 있으며 이에 관련한 대상은 오토메이션과 커넥티드 카등으로 국한되지 않는다. 사물인터넷은 4차 산업혁명의 주 관심사이며 이로 인한 차세대 이동통신 서비스의 기반 구축을 위한 중요 역할을 수행할 것으로 기대되고 있다. 여러 국내외 기업들은 사물인터넷 기반 구축을 위하여 여러 종류의 LPWAN에 관하여 연구 중에 있으며, 대표적으로 Semtech사의 LoRaWAN 기술이 있다. LoRaWAN은 장거리 저전력 네트워크로 수많은 디바이스, 센서를 관리하기 위함이며, 적게는 수백 개에서 많게는 수천 개에 달하는 디바이스, 센서와 통신이 이루어진다. 본 논문에서는 LoRaWAN 사용 시 자원 낭비를 줄이고 최대한의 성능을 위한 게이트웨이의 최적 노드 용량에 대해 분석하였다.

ABSTRACT

Due to the fourth industrial revolution called 'fusion and connection', interest in 'high connectivity society' and 'highland society' is increasing, and related objects are not limited to automation and connected cars. The Internet of Things is the main concern of the 4th Industrial Revolution and it is expected to play an important role in establishing the basis of the next generation mobile communication service. Several domestic and foreign companies have been studying various types of LPWANs for the construction of the Internet based on things, and there is Semtech's LoRaWAN technology as representative. LoRaWAN is a long-distance, low-power network designed to manage a large number of devices and sensors, with communications from hundreds to thousands to thousands of devices and sensors. In this paper, we analyze the optimum node capacity of gateway for maximum performance while reducing resource waste in using LoRaWAN.

키워드

LPWAN, LoRaWAN, IoT, Wireless Netwrok

Ⅰ. 서 론

LoRaWAN은 저 전력 IoT 전용망 기술인 LPWAN의 한 종류로써 Zigbee, WiFi 등의 무선 랜과 달리 최소 전력 소비 및 장거리의 대규모 무선 접속이 가능한 것이 특징이다. LoRaWAN 기술은 허가되지 않은 주파수 대역에서 작동하므로 최종 사업자는 집에서 소유한 WiFi 라우터와 유사한 LoRaWAN 게이트웨이를 무료로 구축하여 사용이 가능하다. 따라서 LoRaWAN 기술은 셀룰러 네트워크 범위가 없는 외각 지역 또는 품질 및 보안을 위한 특정 요구 사항을 충족하는 사설망을 구축하는데 적합하다. 수도, 전기, 가스 등의 검침과 같이 이동성이 많지 않으며, 데이터 전송 지연에 민감하

* corresponding author

지 않고 소량의 데이터를 전달하기에 적합하다. 기존 이동 통신망 서비스의 주요 대상과는 다르게 단말의 숫자가 기존에 비해 훨씬 많다. 또한 전원 공급이 원활하지 않은 곳에 설치되거나, 제한된 전원만으로 장시간 또는 기기의 수명이 다할 때까지 안정적으로 동작되어야 한다.

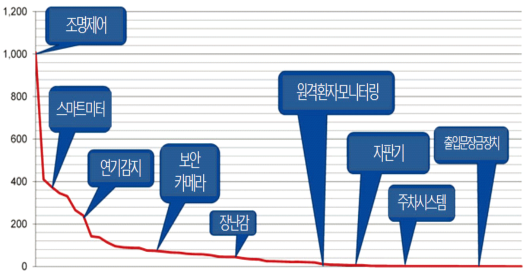

그림 1. 2020년 출현이 예상되는 IoT서비스(단위:백만)

그림 1.과 같이 건물 밖, 도로, 공공장소 등 다양한 장소에서 사물인터넷 서비스가 많아질 것이라 예상하고 있다. 다양한 사용성을 지원하기 위하여 WiFi, Bluetooth와 같은 근거리 연결로는 이용에 어려움이 있을 수 있기에 중장거리용 사물인터넷 망이 필요하다. 수많은 디바이스나 센서를 보다 효율적으로 사용하기 위해서는 게이트웨이와 단말의 거리, 속도 등에 따른 최적의 노드 용량을 확인할 필요가 있다. 본 논문에서는 디바이스 숫자와 거리에 따라 Data Rate을 지정하는 것이 가장 효율적인지를 알아보고자 한다.[1, 2]

II. LoRaWAN 정의

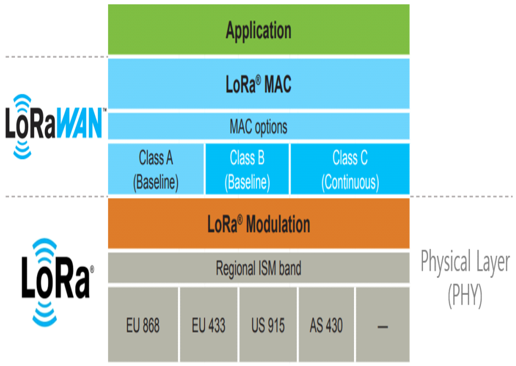

그림 2. LoRa와 LoRaWAN Stack 구조

그림 2.와 같이 LoRaWAN은 LoRa를 하위 물리계층으로 사용하고 있으며, LoRa Allience라는 글로벌 협의체에 의하여 통신 규약 정의 및 관리되고 있다. 각 지역별로 스펙트럼 할당 및 규제 요구사항이 다르기 때문에 LoRaWAN의 사양 또한 지역에 따라 차이가 있다. 유럽의 경우 867MHz에서 869MHz까지이며 총 10개의 채널을 정의하며 그중 8개는 250bps에서 5.5Kbps의 다중 DR이며, 11Kbps의 단일 고속 DR 채널 및 50kbps의 단일 FSK 채널을 정의한다. 이는 ETSI에 의하여 관리되는데 듀티 사이클 제한이 있지만 최대 전송 또는 채널 휴지 시간에 대한 제한은 없다. 북미는 902MHz에서 928MHz까지이다. 902.3MHz에서 914.9MHz의 64kHz, 125kHz의 업 링크 채널을 200kHz 단위로 정의하며, 903MHz에서 914.9MHz까지는 1.6MHz 단위로 8개의 추가적인 500kHz의 업 링크 채널이 있으며, 듀티 사이클 제한이 없지만 채널당 최대 체류 시간이 400msrc로 제한된다. 한국의 경우 920.9MHz에서 923.3MHz까지 대역을 사용하고 LBT를 통하여 최대 4초까지 송수신이 가능하다. 전송 가능한 데이터 속도는 LoRaWAN의 Data Rate에 따라 달라진다.[3, 4]

표 1. LoRaWAN Data Rate

Data Rate	Spreading Factor	Bit Rate(bps)
0	12	239
1	11	537
2	10	977
3	9	1760
4	8	3130
5	7	5470

표 1.과 같이 Data Rate이 증가하면 Spreading Factor는 감소한다. Spreading Factor가 크면 더 넓은 통신 범위를 허용하지만 전송 속도가 느리기 때문에 Time on Air로 말하는 패킷 전송 시간이 증가하고 대기 시간 또한 증가하게 된다.[5]

LoRaWAN에는 설치하는 장소나 환경에 따라 다른 클래스 사용이 가능하도록 지원하는데, 클래스 A, B, C 총 3개로 구분할 수 있으며 클래스에 따라 배터리 수명, 대기 시간 등의 차이가 있으며, 통신 방법도 각 클래스별로 다르게 이루어진다.

그림 3.은 클래스별 배터리 수명과 다운링크 대기시간에 대해 나타낸 것으로 클래스 A가 가장 적은 배터리를 소모하지만 대기 시간이 길며, C는 배터리 소모량이 많지만 가장 짧은 대기시간이 필요하다. 본 논문에서는 클래스 A를 기반으로 구현된 클래스 B를 사용하여 진행할 것이며, 거리 및 속도에 따른 최적 용량을 분석하고자 한다.[6]

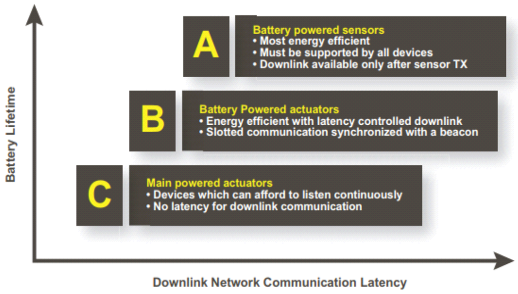

그림 3. 클래스별 배터리 수명 및 다운링크 지연시간

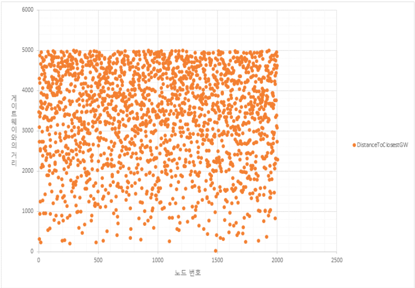

그림 5. 엔드 디바이스와 게이트웨이와의 거리

III. 시스템 설계

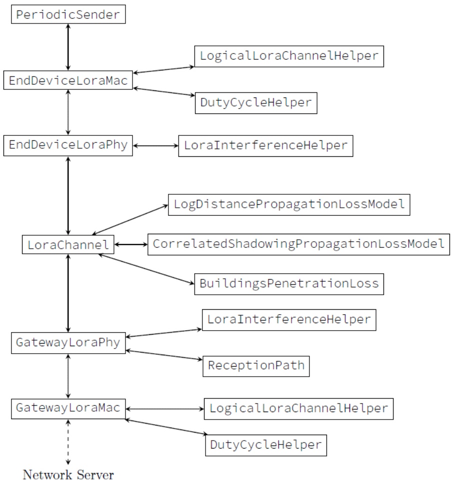

그림 4. LoRaWAN 모듈 구성도

LoRaWAN의 구성도는 그림 4.와 같으며 정해진 시간에 데이터를 전송하는 PeriodicSender를 통하여 데이터가 전송되고 엔드디바이스의 MAC계층 PHY 계층으로 인하여 채널과 연결되고, 이는 곧 게이트웨이와 서버로 전송된다.

본 연구에서는 Network Simulator-3를 이용한 가상의 환경을 구현하고 게이트웨이와 엔드 디바이스를 설치하였다. 이때 엔드 디바이스는 랜덤하게 위치하도록 하였는데 엔드 디바이스가 같은 위치에 중복적으로 생성되는 것을 방지하기 위하여 일정 거리를 두고 생성된다.[7, 8]

그림 5.는 지정한 넓이 지금 5000m에 해당하는 넓이에 엔드 디바이스가 분포되어 있는 것을 보여준다. 총 2000개의 엔드 디바이스가 분포되어 있으며, 그 중심에는 게이트웨이가 있다. 그래프에 보이듯이 넓이가 넓은 곳 즉 거리가 먼 곳에 더 많은 엔드 디바이스가 분포되어 있는 것을 알 수 있다.

IV. 실행 결과

	1000	2000	4000	7000	10000
DR0	0.66225	0.66293	0.66293	0.662675	0.41637
DR1	0.798321	0.798321	0.797857	0.592884	0.319162
DR2	0.877379	0.877379	0.877379	0.42415	0.216125
DR3	0.931372	0.931372	0.885279	0.295345	0.147985
DR4	0.962296	0.962296	0.619617	0.204687	0.099827
DR5	0.979021	0.978102	0.415737	0.145719	0.065536

그림 6. 1게이트웨이, 1500Node

그림 6.은 1개의 게이트웨이, 1500개의 엔드 디바이스를 통하여 각 거리마다 Data Rate별 패킷 전송 성공률을 나타낸다.

그림 7. 1게이트웨이, 1500Node에 대한 그래프

그림 7.의 결과를 볼 때, 전체 범위가 좁을수록 Data Rate가 높을 때, 패킷 전송률이 높은 것을 알 수 있다. Data Rate는 전송 속도가 높은 반면 범위가 좁은 것이 단점이다. 따라서 거리가 멀어질수록 Data Rate 0의 패킷 전송률이 높다는 것을 알 수 있다.

Ⅴ. 결 론

사물인터넷에 관심이 높아지고 있으며 다양한 방면에 인터넷을 연결하여 통합적으로 관리하고자 하는 기업이나 개인이 늘어나고 있다. 게이트웨이의 통신거리와 허용 용량을 확인함으로써 엔드 디바이스의 성능과 자원 낭비를 줄일 수 있을 것이다. 본 논문에서는 1게이트웨이와 1500개의 다소 적은 용량으로 실험을 하였지만 이를 토대로 엔드 디바이스 및 게이트웨이 개수를 늘이면서 확인한다면 실제 LoRaWAN을 구축하는데 있어 큰 역할을 할 것이다. 실제 구축 시에는 1500개가 아닌 수천개의 엔드 디바이스를 활용할 것이기에 데이터 전송률, 성능은 더 큰 비중을 차지할 것이다.

Acknowledgement

이 논문은 2018년도 BB21+사업에 의하여 지원되었음.

References

[1] Euiseong Seo, Jongwook Jang, “Trend and Comparative Analysis of LoRa Technology”, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(6), 1391-1394, (2018).

[2] 고득영, “소물인터넷을 위한 Low Power Wide Area 기술 동향”, *OSIA S&TR Journal*, 29(3), (2016).

[3] Dmitry Bankov, Evgeny Khorov, Andrey Lyakhov, “On the Limits of LoRaWAn Channel Access”, *IEEE International Conference on Engineering and Telecommunication*, 10-14, (2016).

[4] Daeyoung Kim, Seokhoon Kim, “LoRaWAN Technology for Internet of Things”, *JOURNAL OF PLATFORM TECHNOLOGY*, 3(1), 3-8, (2015).

[5] 한국전자통신연구원, “LPWA 기반 IoT 전용 네트워크 기술동향”, (2017).

[6] WhatisLoRaWAN[LoRa Alliance>about lorawan], (2015-11-01), URL: https://lora-alliance.org/about-lorawan

[7] 박찬두, “LPWA 기반 사물인터넷 네트워크 기술”, *대한전기학회 학술대회 논문집*, 122-123, (2016).

[8] Usman Raza, Parag Kulkarni, Mahesh Sooriyabandara, “Low Power Wide Area Networks: An Overview”, *IEEE COMMUNICATIONS*