



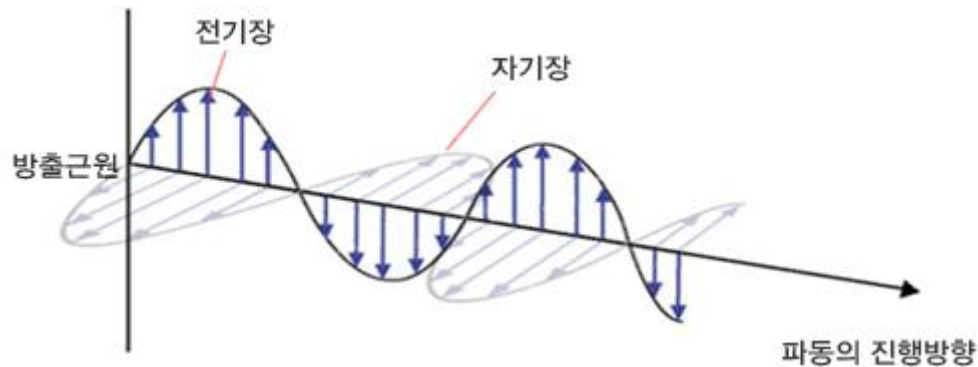
로라야 놀자 아두이노 편

개 요 편

CodeZoo 장병남 (rooney.jang@codezoo.co.kr)

무선통신 이론 (기초편)

1. 전파는 무엇일까요?



전파는 전자기파의 줄임말로 위 그림처럼 전기장과 자기장으로 구성된 파동을 일컫는 말입니다.

전파는 볼 수도 들을 수도 만질 수도 없지만 멀리 있는 사람들끼리 의사소통을 할 수 있도록 해 주는 고마운 존재입니다. 라디오나 TV를 보고 휴대폰으로 통화를 하고 블루투스 이어폰으로 음악을 듣는 것이 바로 전파 덕분입니다.

좀 더 자세하게 설명한 나무위키에서 설명한 전파입니다.

(<https://namu.wiki/w/%EC%A0%84%ED%8C%8C>)


20세기 후반부터 인간에 의해 수 많은 종류의 전파가 발생되어 사용되고 있다. 인간의 개입이 없는 자연 상태에서도 전파는 존재하는데, 번개에 의해서 생성되기도 하고, 태양이나 다른 항성에서 오는 천체 복사에도 전파가 포함되어 있기 때문이다.

전파는 맥스웰에 의해 1865년에 수학적으로 예견되었다. 그는 맥스웰 방정식을 제시하여 공간에서 전자기파가 퍼져나갈 수 있음을 설명했다. 1887년에 하인리히 루돌프 헤르츠가 실험실에서 전파를 만들어 냄으로써 맥스웰이 상정한 전자기파의 실체를 증명했다. 굴리엘모 마르코니가 1896년에 무선 전신을 발명하는 등, 많은 발명이 뒤를 이었고, 이를 통해 전파는 점차 실용적인 통신 수단이 되었다.

반사, 굴절, 편광, 산란, 흡수와 같은 전자기 현상은 전파가 공간과 지표면에서 이동하는 방식에 영향을 미친다. 주파수 대역별로 영향을 미치는 이들 요소의 조합들이 서로 다르기 때문에, 서로 다른 조합이 영향을 미치므로, 특정 주파수 대역만이 특정 용도에 유용하다.

무선 통신용으로 전파를 수신하기 위해서는 안테나가 필요하다. 그리고 안테나는 수 천개의 신호를 모두 포착하기 때문에, 특정 주파수만 골라내어 수신하기 위해서는 튜너도 필요하다. 튜너는 대개 공진기(제일 간단한 것은 콘덴서와 코일을 연결한 회로)를 이용해서 구성된다. 이러한 공진기는 특정 주파수에서 공진하도록 되어 있어서 그 주파수의 사인 파를 증폭하고 나머지는 걸러내는 기능을 한다. 보통, 공진기의 유도 코일이나 컨덴서를 조정할 수 있는

형태로 구성해서, 사용자가 공진하는 주파수를 변경할 수 있도록 한다.

 한번 정리해 볼까요?

전파는 우리 눈에 보이지는 않지만 전기장과 자기장으로 구성되어 만들어지고 여기에 우리가 필요한 신호를 실어서 안테나로 송신하면 필요한 곳에서 안테나로 수신해서 사용할 수 있습니다.

2. 전파의 성질

전파는 직진, 반사, 굴절, 간섭, 회절 과 같은 전파 고유의 특징이 있습니다.

아래 사이트에서 전파의 성질을 애니메이션으로 확인하실수 있습니다.

전파의 성질이 궁금하다면 꼭 방문해서 보시기 바랍니다.

전파의 성질 (<http://www.crmgo.go.kr/ch/lay1/S382T383C386/contents.do>)

3. 주파수

주파수는 자동차가 다니는 1차선, 2차선, 3차선, 버스전용차선 처럼 특정전파가 사용하는 전용도로입니다. 여기서는 주파수 대역(bandwidth)이라고 이야기 합니다. 전파법에 따라 전파를 사용하는 제품은 용도에 맞는 주파수 대역을 이용 합니다.

주파수별 용도 (<https://namu.wiki/w/%EC%A0%84%ED%8C%8C>)

대역	주파수 / 공기 중 파장	대표적인 사용처
-	3 Hz 미만 100,000 km 이상	인공 및 자연의 전자기파 잡음
ELF (Extremely low frequency)	3~30 Hz 100,000 km~10,000 km	잠수함의 통신
SLF (Super low frequency)	30~300 Hz 10,000 km~1000 km	잠수함의 통신
ULF (Ultra low frequency)	300~3000 Hz 1000 km~100 km	잠수함의 통신, 지하광산간 통신
VLF (Very low frequency)	3~30 kHz 100 km~10 km	대한민국에서 9kHz 이하는 미분배, 항법, 시간 동기화, 잠수함의 통신
LF (Low frequency)	30~300 kHz 10 km~1 km	항법, 시간 동기화, AM 장파 방송, RFID, 라디오비콘
MF (Medium frequency)	300~3000 kHz 1 km~100 m	AM 중파방송(526.5~1606.5), 아마추어 무선(1800~1825)
HF (High frequency)	3~30 MHz 100 m~10 m	단파방송, 생활무전기, RFID, OTH레이더
VHF (Very high frequency)	30~300 MHz 10 m~1 m	FM방송(88~108), DMB 방송(174~216), 항법(108~118), 항공기의 통신(118~137), 아마추어무선(144~146), 선박통신(156~163)
UHF (Ultra high frequency)	300~3000 MHz 1 m~100 mm	디지털 텔레비전 방송(470~806), 전자레인지(2450), 무선 천문학, 핸드폰(800~900, 1800~2600), Wi-Fi(2400), 블루투스, GPS, 아마추어무선(430~440), 무선전화기(1700), 무선모형(72MHz또는 2.4Ghz)
SHF (Super high frequency)	3~30 GHz 100 mm~10 mm	무선 천문학, Wi-Fi(5), 대부분의 레이더, 통신위성, 위성방송, 차세대 이동통신(5G)
EHF (Extremely high frequency)	30~300 GHz 10 mm~1 mm	무선 천문학, 인공위성, 우주연구, 전파천문, 원격 감지, 밀리미터파 전선 스캐너, 대한민국에서 276GHz이상은 미분배

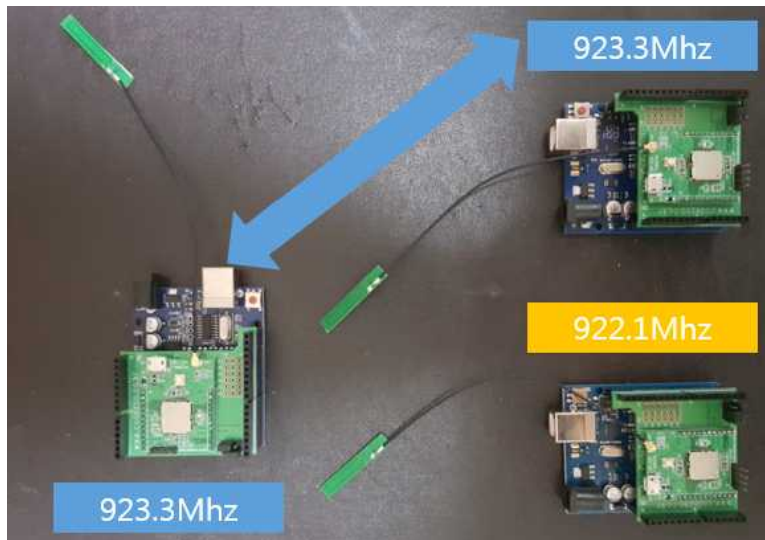
4. 송신기, 수신기, 송수신기

- 송신기(transmitter) : 전파를 보내는(송신) 장치 입니다.
- 수신기(receiver) : 전파를 받는(수신) 장치 입니다.
- 송수신기(transceiver) : 하나의 장치로 전파를 보내고 받을 수 있습니다.

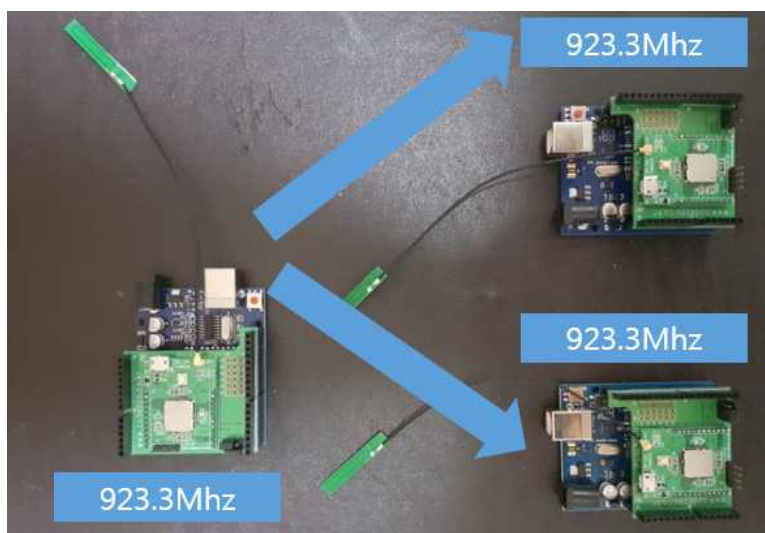
우리가 사용할 로라는 송신과 수신을 하나의 장치에서 모두 할 수 있는 송수신기 입니다.

5. 주파수 채널의 특성

- 1) 같은 채널끼리 통신 가능 합니다. 다른 채널은 통신 할 수 없습니다.



- 2) 방송(Broadcasting) : 같은 채널의 여러 장비에 동시에 전송할 수 있습니다. 단 장비가 너무 가까울 경우 전파의 특성 중 하나인 간섭이 발생할 수 있습니다. 로라 장치의 경우 동일한 채널의 디바이스를 설치할 경우 최소 1m, 평균 3m 간격으로 배치하라고 권고 하고 있습니다.



로라 시작하기

1. 로라를 만나다

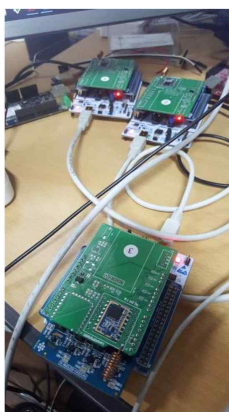
2017년 4월 협력업체의 요청으로 로라(LoRa)를 처음 접하게 되었습니다. 약 1개월의 준비과정을 거쳐서 대구 삼성창조 캠퍼스 3개의 건물에 각각 로라 모듈을 설치해서 운영 테스트를 진행하였습니다. 건물간 거리가 떨어져 있음에도 불구하고 각각 건물에 설치한 온습도 센서에서 측정값을 얻어오는 것을 보고 전율을 느꼈습니다.



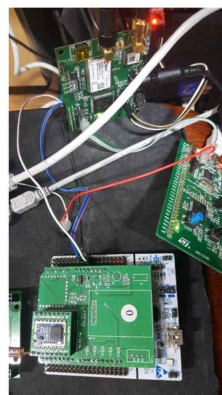
이전에 주로 사용했던 와이파이, 블루투스과 같은 통신 수단으로 건물끼리 떨어져 있는 곳에서 데이터를 수집하는 것은 상상해 볼수 없었던 일이었습니다.

물론 WCDMA, LTE와 같은 이동통신을 이용해서 원거리 통신이 가능하긴 하지만, 단말기마다 통신비를 지불해야 하기 때문에 해당 경우는 제외 하였습니다.

☞ 첫 번째 진행했던 프로젝트에 사용한 로라 디바이스



LoRa Sensor Node



LoRa Concentrator



LoRa Server

○ LoRa Sensor Node - 온습도 데이터를 수집해서 로라를 이용해 전송합니다.

- LoRa Concentrator - 로라로 수집한 온습도 데이터를 TCP/IP 통신으로 서버로 보냅니다
- LoRa Server - LoRa Concentrator로 수집된 데이터를 데이터베이스에 저장하고 웹서버를 통해 사용자에게 알려줍니다.

Welcome to LoRa Gateway data table.

NO	LORA NODE ID	Temperature (°C)	Humidity(%)	Pressure(mbar)	RSSI	SnR	Integrity(%)	Time
1	3	28	42	1015	-18	26	100	Mon May 08 2017 19:28:30 GMT+0900 (KST)
2	3	28	42	1015	-17	29	100	Mon May 08 2017 19:28:35 GMT+0900 (KST)
3	1	28	43	1016	-24	26	100	Mon May 08 2017 19:28:40 GMT+0900 (KST)
4	1	28	43	1016	-24	26	100	Mon May 08 2017 19:28:44 GMT+0900 (KST)
5	2	28	43	1016	-25	26	100	Mon May 08 2017 19:29:13 GMT+0900 (KST)
6	2	28	43	1016	-24	25	100	Mon May 08 2017 19:29:14 GMT+0900 (KST)
7	3	28	42	1015	-17	27	100	Mon May 08 2017 19:29:32 GMT+0900 (KST)
8	3	28	42	1015	-17	28	100	Mon May 08 2017 19:29:34 GMT+0900 (KST)
9	1	28	43	1016	-26	25	100	Mon May 08 2017 19:29:40 GMT+0900 (KST)
10	1	28	43	1016	-24	26	100	Mon May 08 2017 19:29:44 GMT+0900 (KST)
11	2	28	43	1016	-20	24	100	Mon May 08 2017 19:30:13 GMT+0900 (KST)
12	2	28	43	1016	-20	26	100	Mon May 08 2017 19:30:14 GMT+0900 (KST)
13	3	28	42	1015	-17	19	100	Mon May 08 2017 19:30:32 GMT+0900 (KST)
14	3	28	42	1015	-18	25	100	Mon May 08 2017 19:30:34 GMT+0900 (KST)
15	1	28	43	1016	-23	26	100	Mon May 08 2017 19:30:40 GMT+0900 (KST)
16	1	28	43	1016	-24	26	100	Mon May 08 2017 19:30:44 GMT+0900 (KST)
17	2	28	43	1016	-20	25	100	Mon May 08 2017 19:31:13 GMT+0900 (KST)
18	2	28	43	1016	-21	28	100	Mon May 08 2017 19:31:14 GMT+0900 (KST)

ID, 온도, 습도, 기압, 수신감도, 입력시간

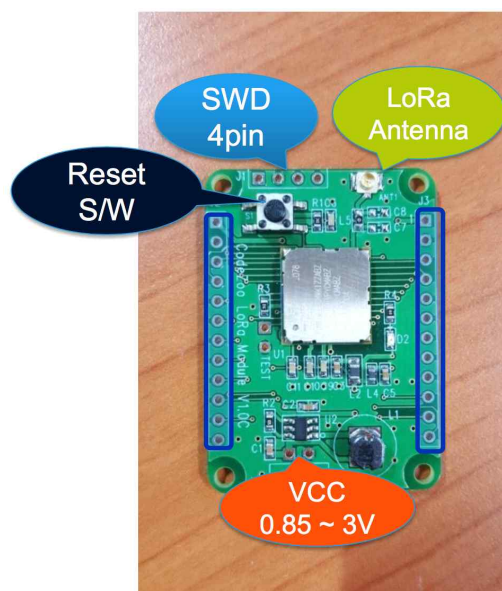
- 로라로 수신한 데이터를 웹서버로 서비스한 웹페이지 -

기존에 만들어 두었던 오픈소스 기반 임베디드 리눅스 서버에 1개월 정도의 작업을 통해서 해당 건물의 온도와 습도, 기압과 같은 센서값들을 로라통신을 통해 얻어서 저장할 수 있는 데모 시스템을 만들 수 있었습니다.

2. 로라 모듈을 만들어서 국제 사물인터넷 전시회에 참가하다

첫 번째 로라의 임팩트가 너무나 컸던 탓이었을까요.

로라 모듈과 게이트웨이를 직접 만들어 봐야 겠다는 생각을 했습니다.



코드주에서 만든 첫 번째 로라 모듈

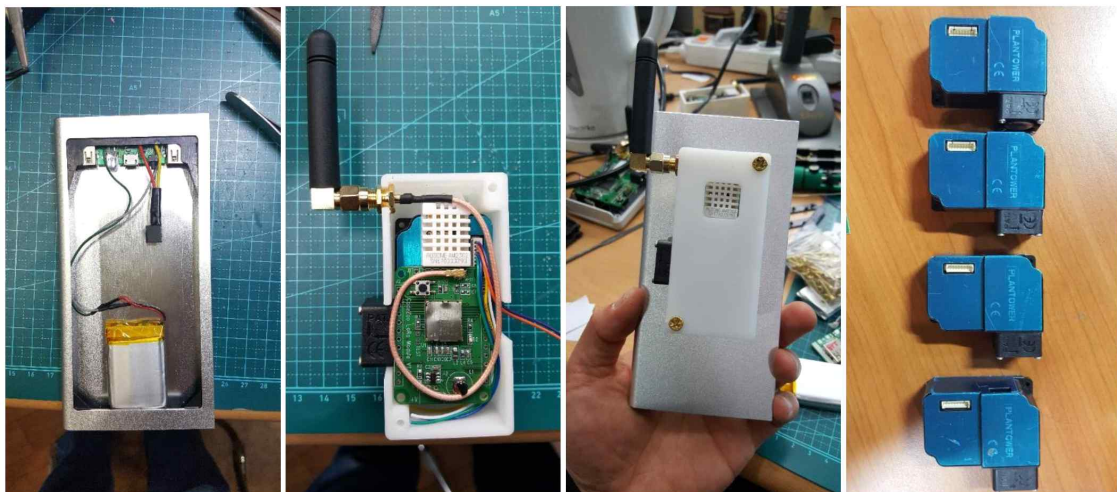
AA사이즈 건전지 1개 또는 2개만 연결하면 동작하고 확장 연결핀에 센서와 다양한 디바이스들을 연결하기 위한 목적으로 만들었습니다. 이전에 만들어 두었던 수집기(Concentrator)와 함께 사물인터넷 전시회에 참가하게 되었습니다.



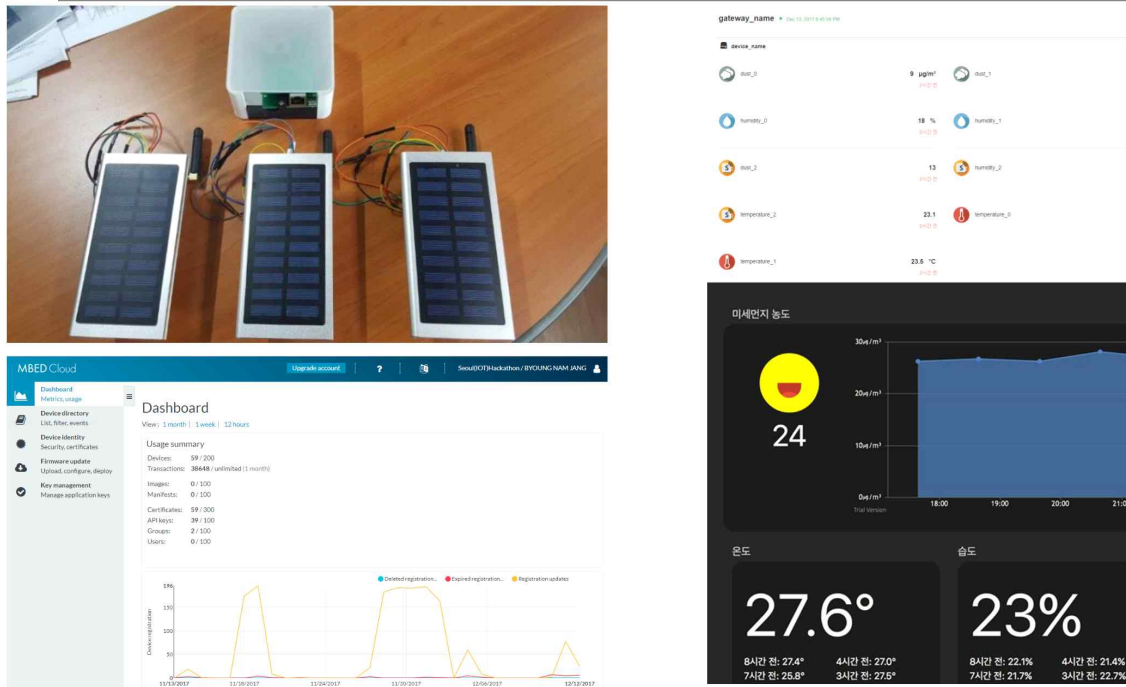
로라는 SK텔레콤을 통해서만 사용할 수 있다고 알고 계셨던 많은 분들에게 자체망을 구성해서 로라를 사용할 수 있다는 것을 알려 드릴수 있는 계기가 되었습니다.

3. 서울 IoT 해커톤 입상하다

2017년 11월 서울 IoT 해커톤에서 기존에 개발한 로라 모듈과 초미세먼지 센서, 태양광 충전 패널을 결합해서 지역 미세먼지 알림 시스템을 만들었습니다. 그리고 입상하게 되었습니다.



Air quality monitoring system

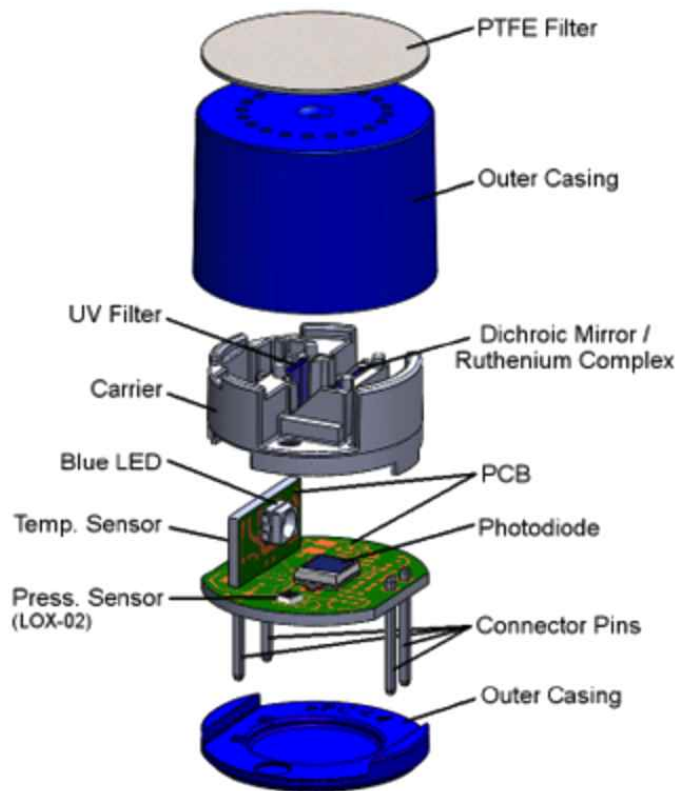


4. 화학공장 근로자들을 지키는 안전시스템에도 로라 장비를 투입 했습니다.
화학공장의 고립된 작업공간의 산소농도를 정밀하게 측정하고 분석하기 위한 장비를 로라로 만들고 작업장에 투입 하였습니다.



- 로라 산소농도 측정센서 -

<산소농도센서 구조도>



5. 로라를 이용한 새로운 제품을 만들 주인공은 바로 당신!!

로라는 어렵지 않습니다.

저는 로라를 시작한지 약 1년만에 단순한 온습도 측정기부터 산업현장에서 사용하는 제품까지 만들 수 있었습니다.

사용하는 방법만 정확히 알게 된다면 누구든지 로라를 사용할 수 있습니다.

그리고 눈앞에서 한정되었던 메이킹의 영역이 사물인터넷으로 확장되는 것을 느낄 수 있습니다. 게다가 로라를 사용하는 무선 주파수 대역은 우리가 와이파이와 블루투스를 맘껏 사용하는 것처럼 정부에서 누구라도 사용할 수 있도록 허락해 준 무선 주파수입니다.

이제 로라를 사용하기 위해서 중요한 몇가지 정보를 하나하나 살펴 보도록 하겠습니다.

로라를 사용하기 전에 알아야 하는 몇가지

1. 전파법

갑자기 법을 왜 언급하는지 의아해 하실수도 있겠지만, 우리가 사용하는 전파는 공공재로서 국가의 관리하에서 사용해야 합니다. 로라를 사용하면서 주파수와 관련해서 공부하면서 알게 된 중요한 사실은 아래와 같습니다.

1) 주파수(채널)와 출력세기

현재 국내에는 2종류의 로라가 판매되고 있습니다.

433Mhz 주파수를 사용하는 로라와 868/915Mhz 주파수를 사용하는 로라입니다.

물론 국내 전파인증된 로라를 구입하면 전파법 걱정은 하지 않아도 됩니다.

하지만 판매하는 대부분의 제품이 해외에서 만들어져서 국내에 수입되어 오는 제품이므로 사용하는 입장에서는 국내 전파법을 따르는지 정확하게 확인 해야 합니다.

전파법을 따르지 않으면 국내에서 연구목적 외에 사용할 수 없습니다.

433Mhz에 주파수에 대해서는 다음 블로그를 참고하시기 바랍니다.

<http://motordicdaser.blogspot.com/2017/08/433mhz.html>

2016년 9월, 미래창조과학부가 '고시 제2016-102호'에 의거하여 433Mhz를 제한적으로 허용했다. 다만, 단서조항 때문에 물류기지 이외의 장소에서 사용하는 것은 여전히 불법이다.

물론 연구목적으로 사용할 수는 있습니다. 하지만 이 경우에도 주파수를 외부로 송출하는 출력파워의 제한 (5.6dBm)으로 인해 20dBm까지 출력할 수 있는 로라모듈을 1/4정도로 밖에 출력할 수 없습니다.

그렇다면 868/915Mhz 대역의 주파수를 사용하는 로라를 살펴 보도록 하겠습니다.

제30조(RFID/USN 등의 무선설비) ① 917 ~ 923.5 MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 RFID용 무선설비의 기술 기준은 다음 각 호와 같다.

1. 발사하는 전파의 중심주파수는 다음 표에 따를 것

채널	주파수(MHz)	채널	주파수(MHz)	채널	주파수(MHz)	채널	주파수(MHz)
1	917.1	9	918.7	17	920.3	25	921.9
2	917.3	10	918.9	18	920.5	26	922.1
3	917.5	11	919.1	19	920.7	27	922.3
4	917.7	12	919.3	20	920.9	28	922.5
5	917.9	13	919.5	21	921.1	29	922.7
6	918.1	14	919.7	22	921.3	30	922.9
7	918.3	15	919.9	23	921.5	31	923.1
8	918.5	16	920.1	24	921.7	32	923.3

미래창조과학부 무선설비규칙 제30조를 보면 위 표와 같이 32개의 주파수를 900Mhz 대역에서

사용할 수 있도록 지정해 놓았습니다.

한가지 정보를 더 확인해 보겠습니다. 주파수별로 사용 가능한 출력세기입니다.

④ 917~923.5MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 USN용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 발사하는 전파의 중심주파수는 제1항1호에 적합할 것
2. 전파형식은 NON, A1D, A7D, B1D, B7D, D2D, F1D, F7D, G1D, G7D 중 1 이상을 사용할 것
3. 주파수허용편차는 중심주파수로부터 $\pm 40 \times 10^{-6}$ 이하일 것.
4. 공중전질대이득을 포함한 복사전력은 다음 표를 따를 것

채널	기준값
1, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18	3 mW 이하
2, 5, 8, 11, 14, 17, 19, 20~25	10 mW 이하
26~32	25 mW 이하
20~32	200 mW 이하 ※ 실외 고정용 점대점(Point-to-multipoint) 무선기기에 한함

다른 채널들과 달리 26 ~ 32 채널(주파수)는 25mW 까지 출력세기를 높일 수 있습니다.

높은 출력을 낼수록 신호를 더욱 강하게 멀리 보낼수 있습니다.

그리고 그 출력을 내는 채널(주파수)는 국내 전파법으로 지정해 놓았습니다.

여기에 맞춰서 로라를 다룰 수 있다면, 연구&개발 뿐 아니라 제품으로 만들때도 국내 전파법에 허용되는 범위에서 로라를 자유롭게 사용할 수 있습니다.

2) 채널 점유에 대한 강제

무선통신에 사용되는 주파수는 한 개인이 무한정 사용할 수 없습니다. 전파법에서는 이에 대한 조항도 있습니다. 아래 내용을 살펴 보겠습니다.

7. 송신전 신호감지 (Listen Before Transmission) 방식을 이용하는 경우 송신전 5 ms 이상 수신하여 그 수신신호의 세기가 -65 dBm 이하인 경우에 한하여 전파를 발사하고, 4 초 이내에 송신을 중단하여 50 ms 이상 휴지할 것

로라를 송신하기 전에 5ms (0.005초) 동안 수신해서 -65 dBm 이상의 전파가 감지되면 송신을 하지말고 그 이하일 경우에만 송신을 합니다. 하지만 송신은 4초 이내 중단해야 하고 송신한 이후 50ms (0.05초) 동안 대기 후 다음 송신을 해야 합니다.

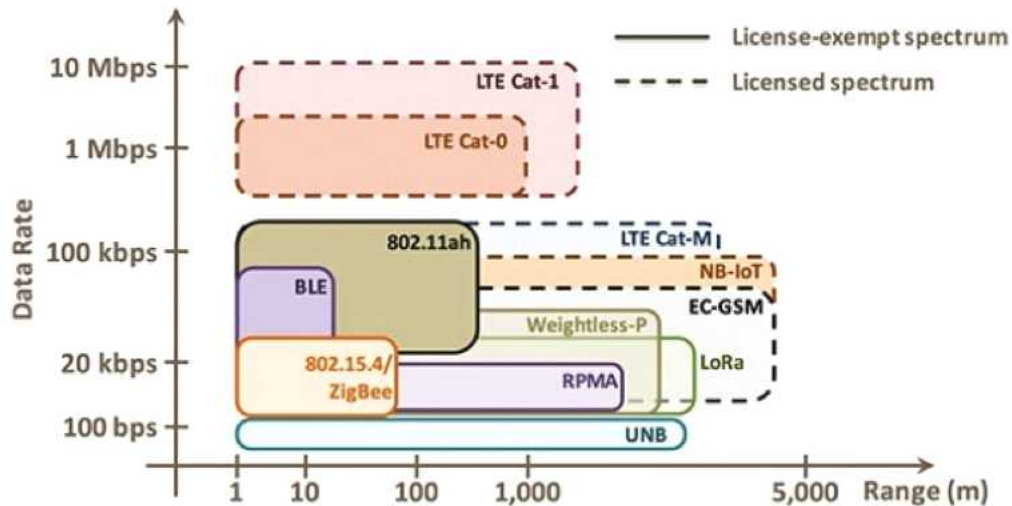
크게 1), 2)에 대한 부분을 통신할 때 지켜줘야 합니다. 해당 기능이 구현되어 있는 국내 로라 모듈을 구매하거나 해외 모듈을 구매했을 경우에는 위 기능들을 직접 구현해 주어야 제품을 만들거나 사용하실 때 전파법에 위법되지 않게 쓰실 수 있습니다.

저도 아무것도 모르는 상태에서 로라를 시작했지만, 제품화 과정을 거치면서 해당 내용을 알게 되어 현재 제품에 적용해서 생산하고 있는 상황입니다.

다음은 로라만의 특징을 몇가지 정리해 봤습니다.

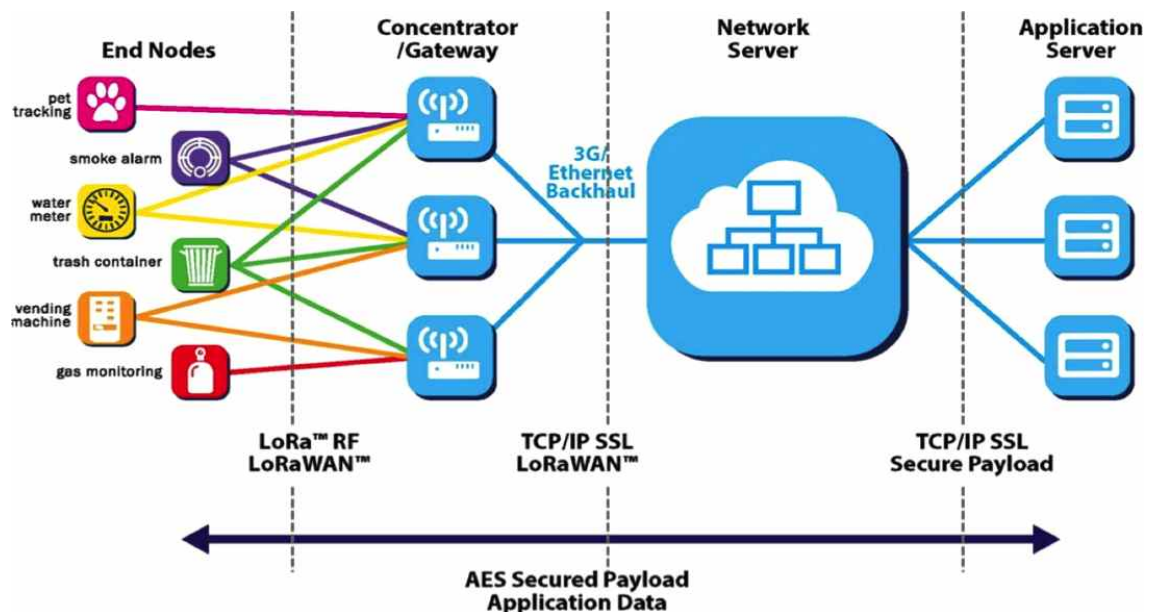
2. 로라만의 특징

1) 로라의 통신거리



오른쪽 아래 끝에 있는 LoRa를 보시면 알겠지만, 약 5Km의 거리를 20kbps 속도로 데이터를 전송할 수 있다고 합니다. 초당 20Kbit를 전송한다고 하니 1초에 약 2500바이트를 전송할 수 있다고 하는데, 실제 어느정도의 데이터를 전송할 수 있는지는 뒤에서 다시 확인해 보도록 하겠습니다. 어쨌든 작은 데이터를 멀리 보낼수 있는 통신 수단 중 이동통신사(국내 SKT, KT, LGT외)의 통신수단을 사용하지 않고 보낼수 있는 몇 되지 않는 좋은 통신 수단입니다.

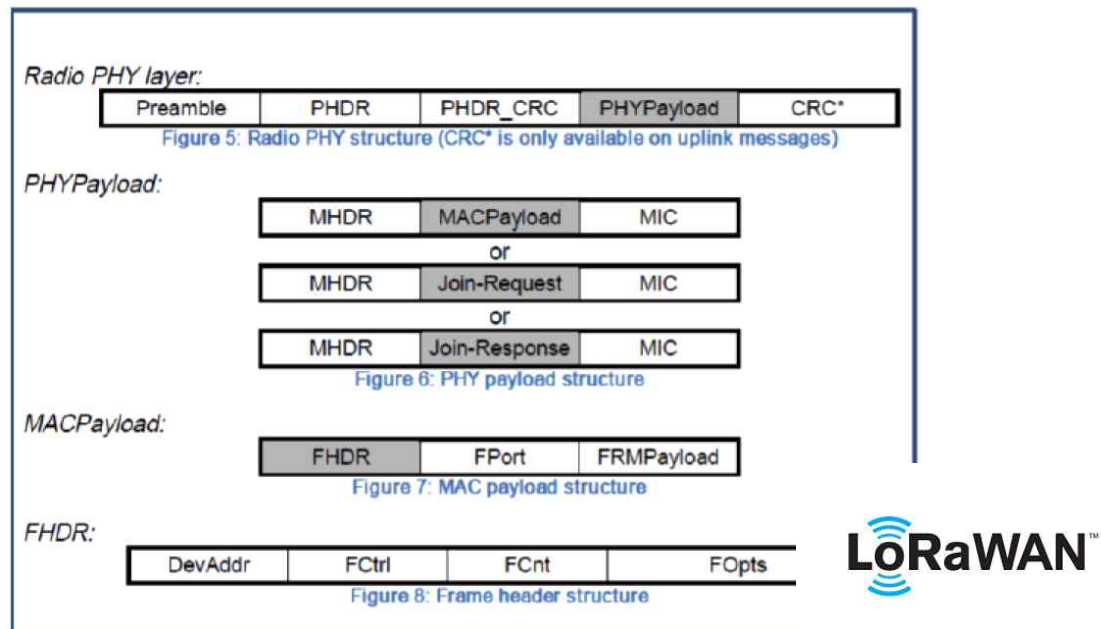
2) 로라의 큰 그림



로라에 대해 조금만 찾아봐도 바로 볼 수 있는 그림입니다. 로라는 로라통신모듈에 다양한 센서와 액추에이터(동작 디바이스)를 부착한 End Nodes의 신호를 수집기/게이트웨이로 받아서

네트워크 서버로 보내고 여기서 고객에게 보낼 최종 데이터(Payload)를 어플리케이션 서버로 보내는 형태입니다.

이와 같은 단계를 착오없이 정확하게 수행하기 위해 아래 그림에서 보이는 LoRaWAN이라고 하는 소프트웨어로 구현된 LoRa전용 Mac 프로토콜을 사용합니다.



여기서 중요한 것은 로라의 큰 그림은 대규모(수백에서 수천대)의 로라장비를 다루기 위해 로라얼라이언스 라고 하는 협회에 의해 제안된 방법이라는 사실입니다.

해당 큰 그림을 구현하기 위해 로라 노드와 사용되는 전용 장비(게이트웨이, 네트워크서버)은 일반인이 구매하기 상당한 가격의 제품들입니다.

그렇다면, 큰 그림을 구성하지 않으면 로라로 통신이 불가능 할까요?
저의 대답은 No!입니다.

단순히 로라 노드들만 가지고도 충분히 통신이 가능합니다. 저도 그렇게 시작했고, 위 LoRaWAN을 사용하지 않아도 통신을 하고 여러 노드들을 모아서 서비스를 구성 할 수 있었습니다.

하지만, 대규모의 로라장비들을 정확하게 일괄적으로 다루기 위해서는 로라얼라이언스에서 제안한 위 큰그림보다 더 좋은 방법은 현재로서는 없다고 말씀드리고 싶습니다.

3) 로라의 사용 주파수와 송신출력 제한

위 전파법에서 언급한 것처럼 로라는 로라얼라이언스에 의해 각 국가별 로라채널을 정의해 놓았습니다. 대한민국의 경우 KR920-923 이라는 스펙에 정의해 놓았는데, 사용하는 주파수 정보는 아래와 같습니다.

Center frequency (MHz)	Bandwidth (kHz)	Maximum EIRP output power (dBm)	
		For end-device	For gateway
920.9	125	10	23
921.1	125	10	23
921.3	125	10	23
921.5	125	10	23
921.7	125	10	23
921.9	125	10	23
922.1	125	14	23
922.3	125	14	23
922.5	125	14	23
922.7	125	14	23
922.9	125	14	23
923.1	125	14	23
923.3	125	14	23

Table 56: Center frequency, bandwidth, maximum EIRP output power table

<http://net868.ru/assets/pdf/LoRaWAN-Regional-Parameters-v1.1rA.PDF>

해당정보는 LoRAWAN의 지역정보를 참고하면 됩니다. 한국의 경우 대역폭(Bandwidth)은 125Khz로 13개의 채널을 지정해 두었습니다. 해당 주파수 정보는 위 전파법에 나온 국내 허용 채널(20-32)과 동일합니다. 주파수 송신출력의 경우 920.9 ~ 921.9Mhz 는 10dBm, 922.1 ~ 923.3Mhz는 14dBm으로 정해 놓았습니다.

위 표를 보시면 주파수 정보와 송신출력제한을 대한민국 전파법에 맞춰서 정의해 놓은 것을 알 수 있습니다.

4) 로라의 SF(Spreading Factor)

확산 요소(Spreading Factor)는 로라 신호를 멀리 보내는데 있어서 가장 중요한 설정값 입니다. 로라는 7에서 12까지의 확산 계수로 작동합니다. SF7은 가장 짧은 시간안에 데이터를 전송할 수 있고, SF12는 전송하는데 가장 시간이 오래 걸립니다. 확산 계수가 증가하면 같은 양의 데이터를 전송하는 데 대기 시간이 두 배가 됩니다.

로라 신호는 SF12일 때 가장 멀리 보내고 SF7일 때 가장 짧은 거리를 보냅니다.

아래표로 간단하게 정리해서 다시 확인해 보겠습니다.

SF	Chips/symbol	Bitrate (bps)
7	128	5469
8	256	3125
9	512	1758
10	1024	977
11	2048	537
12	4096	293

SF7의 경우 데이터를 전송할 때 데이터를 외부영향으로부터 보호하기 위한 Chips/symbol이 128인 반면, SF12의 경우 4096입니다. SF가 증가함에 따라 데이터를 안전하게 보낼수 있는 거리가 늘어나고 반면 초당 전송할 수 있는 데이터는 1/18로 줄어 들었습니다. 따라서 데이터를 보낼 거리와 사용할 데이터의 양에 따라서 신중하게 결정해야 할 부분입니다.

참고로 배터리 소모량은 SF7 < SF8 < SF9 < SF10 < SF11 < SF12입니다. SF값이 증가함에 따라 배터리 소모량이 증가 합니다. (같은양의 데이터라도 전송하는데 오래 걸리니 당연히 배터리를 더 많이 사용하겠죠?)

5) 암호화

로라 통신 범위안에 동일한 채널을 수신하고 있는 로라 장비들은 신호가 왜곡되거나 잘못 전달되지 않는 이상 같은 데이터를 수신합니다. 여러 사람들이 같은 라디오 주파수를 맞춰놓고 동일한 라디오 방송을 청취하는 것과 마찬가지로입니다. 따라서 보내는 데이터를 암호화를 통해 원하는 않은 수신장비에서 수집하는 것을 원천적으로 막아야 합니다.

로라에서는 기본적으로 AES128 암호기법을 사용합니다. 16개의 Key를 통해 데이터를 암호화해서 전송하고 수신측에서는 수신한 데이터를 동일한 Key로 복호화 해서 사용 합니다.

AES 암호화 알고리즘에 대한 자세한 내용은 아래 링크를 참고하시기 바랍니다.

https://ko.wikipedia.org/wiki/%EA%B3%A0%EA%B8%89_%EC%95%94%ED%98%B8%ED%99%94_%ED%91%9C%EC%A4%80

6) RSSI와 SnR

로라로 데이터를 수신할때 RSSI와 SnR값을 로라 통신모듈에서 얻을 수 있습니다.

RSSI는 Received Signal Strength Indicator의 약자로 수신한 신호세기를 표시하는 것으로 얻어온 값이 0에 가까울수록 신호세기가 강한 것입니다. -30과 -79를 얻어왔다고 하면 -30이 신호세기가 더 강한 것입니다. 로라의 경우 제품 스펙을 참고해서 최대 통신거리를 RSSI로 얻어온 값으로 유추할 수 있습니다. 최대 통신거리가 -135.5 dBm 이라고 하면 통신 테스트시 RSSI 값이 -130정도 얻어온다고 하면 최대 통신거리에 도달했다라고 추정해 볼수 있습니다. 물론 실제 테스트시 -130보다 더 낮은 RSSI에서도 통신이 되는 경우도 있습니다.

RSSI와 더불어 통신이 원활히 잘 되고 있는지 판단하기 위해 SnR 값을 사용 합니다.

SnR은 Signal to Noise Ratio의 약자로 신호대 잡음비를 나타냅니다.

SnR과 RSSI에 대한 로라 제조사인 Semtech의 답변은 다음과 같습니다.

5dB 이상일 때 SNR이 "충분" 합니다. 그런다음 RSSI에 의존하세요.

✓ Best Answer chosen by Vincent van Beveren



Sebastien (Semtech Corporation)

Hi Vincent,

The calculation you are proposing is mostly right, and is the simplification we actually propose in our drivers and documentation. It may be made better when SNR is close to 0 (energies sum up), but this approximation is good enough.

Concerning the SNR, by implementation choice it tails off when it becomes quite positive. You just have to consider that SNR is "sufficient" when over 5dB, and then just rely on RSSI.

Actually, in your calculation, a better description would be "packet power" instead of RSSI, which is effectively what you are trying to quantify.

Best,

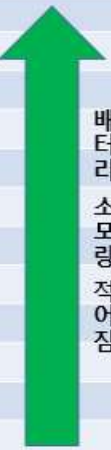
June 26, 2017 - 👍 2 - 👎 0

6) 저전력 로라를 구현하고 싶다면?

앞에서 배웠던 내용들을 정리해 보면,

TX Power (전송 출력파워)를 낮출수록, SF 값을 낮은값으로 설정할수록 전력소모를 줄일수 있습니다. 하지만 원하는 거리에서 통신을 하는 것이 목적이므로 먼저 통신테스트를 실시해서 데이터가 정상적으로 전달되는 확인 합니다. 이후 TX Power와 SF값을 바꾸면서 데이터 수신 시 RSSI와 SnR값을 참고하여 최적의 TX Power와 SF값을 설정할 수 있습니다.

상시 전원이 연결되어 있지 않고 건전지나 배터리로 동작하는 로라 제품을 계획하고 있다면 이 작업에 많은 노력을 기울여야 합니다.

배터리 소모	SF (Spreading Factor)	TX Power
 배터리 소모량 적어짐	7	0
	8	1
	9	2
	10	3
	11	4
	12	5
		6
		8
		9
		10
		11
		12
		13
		14

자 이제 본격적으로 로라와 놀아 볼까요?

다음 챕터는 로라 하드웨어에 대한 소개입니다.