

Dual 주파수를 이용한 Data 전송에 관한 연구

이 진, 박성수^a

목포대학교 전기공학과

A Study on Data Transmission Using Dual Frequency

Jin Lee and Sung Soo Park^a

Department of Electrical Engineering, Mokpo National University, Jeollanamdo 58554, Korea

(Received May 10, 2018; Revised May 29, 2018; Accepted May 31, 2018)

Abstract: The following conclusions were obtained after analyzing the data transmission characteristics using two frequencies and studying a system that selects data with a good reception frequency as a priority data. Data transmission and reception using two frequencies were measured at -41 to -51 dBm when the frequency was normal, and data transmitted at 900 MHz was selected as priority data. When priority frequency failure occurred, the frequency reception data of the next rank was automatically adopted, and when the frequency of the next rank was disturbed, the priority frequency search was performed again. The above results show that the use of two frequencies enables more stable data transmission and reception, and further studies should be continued to expand the transmission and reception distances.

Keywords: Two-frequency, 900 MHz, 2.4 GHz, Simultaneously, Wi-SUN, Zigbee

1. 서론

환경오염의 문제는 친환경 에너지 사용의 요구를 가져왔고, 청정에너지인 전기의 수요는 하루가 다르게 증가하게 되었다. 그러나 전기 에너지는 아직까지 화석 연료와 원자력에 많은 의존을 하고 있으며, 우리나라는 2030년까지 총 2억 1,900만 톤의 온실가스를 감축하여야 한다. 따라서 정부는 신재생을 이용한 에너지 공급의 의무 비율을 2020년까지 7%로 확대하고자 하며, 태양광이나 풍력 및 지열 발전 등을 권장하는 정책을 수립 시행하고 있다.

신재생에너지 공급 비율의 확대를 위한 분산형 전원 등의 발전원은 기존 전력계통과의 연계에서 전력 품질

의 문제를 가져온다. 그 이유는 기존의 화석 연료와 원자력을 이용한 발전이 가지는 안정적이고 일정한 출력의 값을 신재생에너지는 유지할 수 없기 때문이다. 따라서 친환경적인 신재생에너지원의 사용 확대는 필연적이나, 전력 품질의 안정적 운전에 대한 우려가 대두되고 있다. 전력 품질의 안정적 운전을 위해서는 불규칙적인 에너지원의 안정적 관리가 필요하며, 안정적인 관리를 위한 정확한 정보의 전달과 확보가 반드시 선행되어야 한다. 현재 사용되고 있는 무선 정보의 전달 방식은 단일 주파수 방식을 이용하고 있으며, 단일 주파수 방식은 정보의 전달 과정에서 각각의 주파수 특성에 따르는 제약이 동반하게 된다. 따라서 이러한 제약을 보완하기 위한 연구가 지속되고 있으며, 두 가지의 주파수를 동시에 사용하고자 하는 연구도 그 일환 중 하나이다.

본 연구는 불규칙적인 에너지원과 규칙적인 에너지원 모두를 안정적으로 관리하기 위한 것으로, 정보의 전달에 두 개의 주파수를 동시에 사용하여 단일 주파수가 가지는 단점을 보완하고 데이터의 유실을 최소화

a. Corresponding author; mirgary00@naver.com

하고자 하는 것이다.

2. 실험 방법

2.1 주파수의 선택

우리나라에서 사용되는 ISM 대역은 400 MHz와 900 MHz, 2.4 GHz 및 5 GHz 대역이다. 그러나 400 MHz는 자료의 전송 속도, 5 GHz는 전송 거리에서 문제를 가지고 있다.

5 GHz의 고주파가 정보의 장거리 송신에 불리한 이유는 아래의 식 (1)로 해석할 수 있다.

$$FSPL(dB) = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 = \left(\frac{4\pi df}{c}\right)^2 \quad (1)$$

식 (1)에서 파장 $\lambda = \frac{c}{f}$ 이고, path-loss는 자연공간에서 주파수의 제곱에 따라 손실이 증가함을 알 수 있다.

식 (1)을 decibel로 환산 적용을 하면 식 (2)가 되고 식 (2)에서 d 와 f 는 전송 거리와 주파수이다.

$$\begin{aligned} &= 10\log\left(\left(\frac{4\pi df}{c}\right)^2\right) \\ &= 20\log(d) + 20\log(f) + 20\log\left(\frac{4\pi}{c}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

수신 감도의 측정을 위한 dBm 은 W (Watt)의 값을 식 (3)을 이용하여 구하였다.

$$dBm = 10\log\left(\frac{P}{1mW}\right) \quad (3)$$

실험 주파수로 채택된 두 개의 주파수는 식 (2)와 (3)을 이용하여 각 주파수에서의 손실을 계산한 다음 결정되었다.

전송 거리 100 m를 기준으로 연산된 각각의 주파수에서의 path-loss는 900 MHz와 2.4 GHz 및 5 GHz에서 71.5와 80.0 및 86.42 dB의 값으로 나타났다. 이 결과에서 주파수의 증가는 손실의 증가를 의미한다고 해석할 수 있다.

일반적으로 우리나라의 데이터 송수신 장치는 광케이블의 설치가 불가한 지역에 위치하고 있다. 따라서 왕복 4차선의 횡단 개소나 도심 외곽의 산간 지역에

설치된 송수신 장치는 이동 장애물인 대형 차량이나 산간의 수목 등에 의한 전파 장애도 고려하여야 한다. 고주파인 5 GHz는 송수신 거리에 따르는 손실과 장애물의 전파 장애 등을 고려하면 약 3~5% 정도의 정보 전달 제약을 예상할 수 있다.

이러한 결과를 바탕으로 실험에 사용된 주파수는 900 MHz와 2.4 GHz로 결정되었다 [1].

2.2 송수신 장치의 설계

데이터 송수신 장치는 900 MHz와 2.4 GHz 주파수의 동시 사용이 가능하도록 설계되었다. 설계된 장치는 수신한 각 주파수의 수신 안정도를 비교한 다음, 수신 정보가 양호한 주파수를 우선순위로 채택하였다. 우선 순위 주파수에서 장애가 발생하면 차순위 주파수의 데이터를 이용하였고, 차순위의 주파수에서도 장애가 발생하면 우선순위의 주파수 자료를 재검색하여 데이터의 사용 여부를 확인하였다 [2,3].

그림 1은 두 개의 주파수를 수용하도록 설계한 통신 모듈의 개념도이고, 그림 2는 MCU에 두 개의 주파수를 동시에 송수신하도록 설계한 회로도이다 [4].

그림 3은 주파수별 데이터 신호를 시각화하기 위한 것으로, 수신 감도 -65 dBm 이상과 -79~-66 dBm 및 -80 dBm 이하의 3단계로 나누고, 이를 각각의 LED에 점등할 수 있도록 설계한 것이다. 3단계에서의 등은 각각 녹색과 노란색 및 적색의 등으로 구분하여 점등되었다.

그림 4는 통신 모듈의 실물도이다. 900 MHz와 2.4 GHz를 동시에 사용하기 위하여 장치는 900 MHz 통신 모듈과 2.4 GHz 통신 모듈 및 메인보드의 3개 부분으로 나뉘어 설계하고 구현되었다 [5].

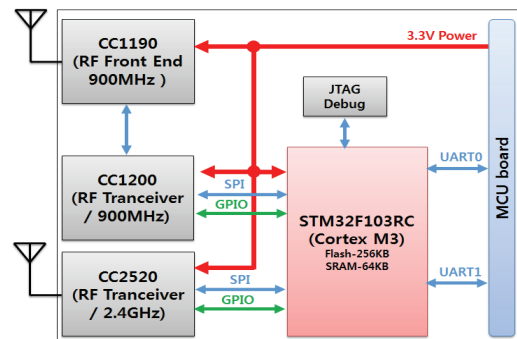


Fig. 1. 900 MHz Wi-Sun and 2.4 GHz ZigBee communication module conceptual diagram.

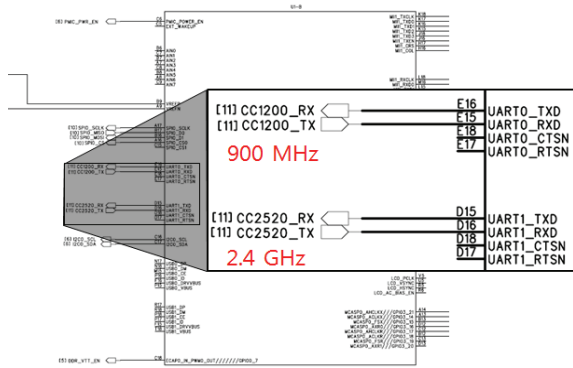


Fig. 2. Two communication module circuit in MCU.

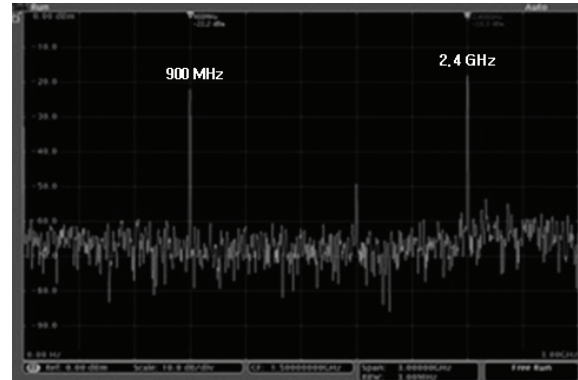


Fig. 5. 900 MHz and 2.4 GHz spectrum measures.

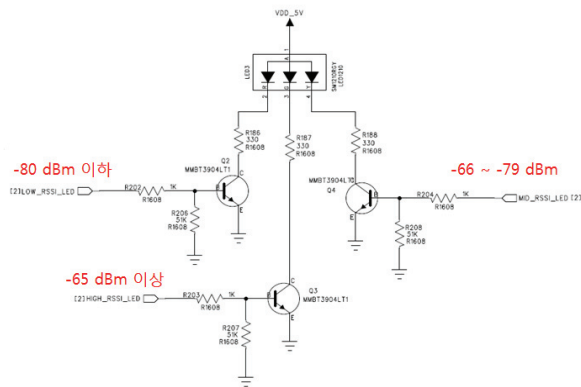


Fig. 3. LED circuit diagram by frequency reception sensitivity.

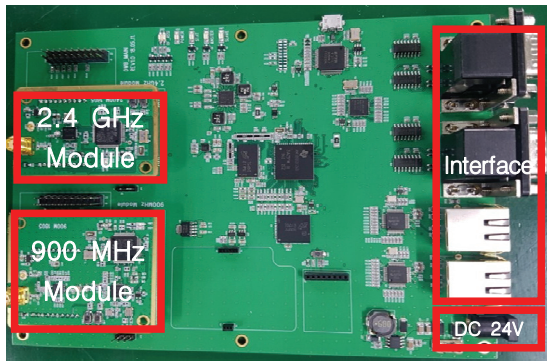


Fig. 4. 900 MHz Wi-Sun and 2.4 GHz ZigBee communication module.

Table 1. Use of two-frequencies measures.

Number of test	900 MHz (dBm)	2.4 GHz (dBm)
1	-41	-50
2	-42	-51
3	-41	-51
4	-41	-49
5	-41	-50

의 데이터 출력의 값이다. 각 주파수의 출력은 최고 허용 가능한 10 mW로 설정하였고, 그 결과는 스펙트럼 분석기를 이용하여 해석하였다.

그림 5의 결과를 식 (2)와 (3)을 이용하여 연산한 주파수별 수신 감도는 다음과 같다. 최고 출력 10 mW와 전송 거리 100 m를 기준으로, 900 MHz와 2.4 GHz의 수신 감도는 각각 -61.5와 -70.0 dBm의 값으로 나타났다. 최고 출력 10 mW와 전송 거리 10 m를 기준으로 측정된 각 주파수의 수신 감도는 표 1과 같이 -42와 -51 dBm의 값으로 해석되었다. 따라서 수신 감도가 좋으며 path-loss의 값이 적은 900 MHz 주파수가 데이터 수신에 우선 주파수로 선정되었으며, LED의 등은 900 MHz 주파수 선정을 의미하는 녹색등이 점등되었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 정상 수신

그림 5는 정상적으로 수신된 900 MHz와 2.4 GHz

3.2 900 MHz 장애

그림 6은 우선 주파수의 장애가 나타났을 때를 조사하기 위한 것으로, 장치의 900 MHz 안테나를 제거한 다음 측정된 데이터 출력의 값이다.

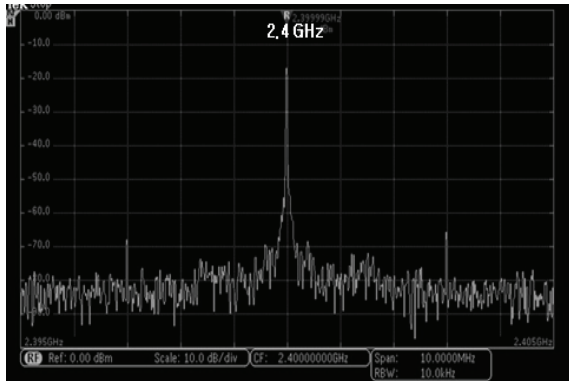


Fig. 6. After removing 2.4 GHz module spectrum measures.

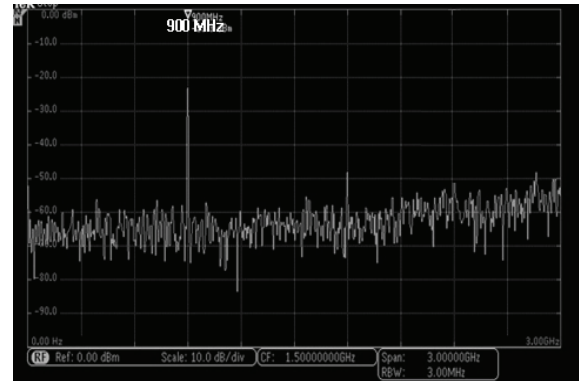


Fig. 7. After removing 900 MHz module spectrum measures.

Table 2. After removing 2.4 GHz module measures.

Number of test	900 MHz (dBm)	2.4 GHz (dBm)
1	-99	-50
2	-101	-51
3	-101	-51
4	-100	-49
5	-101	-50

Table 3. After removing 900 MHz module measures.

Number of test	900 MHz (dBm)	2.4 GHz (dBm)
1	-40	-110
2	-41	-110
3	-41	-109
4	-40	-110
5	-41	-108

그림 6의 결과에서 최고 출력 10 mW와 전송 거리 10 m를 기준으로 900 MHz 주파수의 수신 감도는 -101~-99 dBm의 값으로 나타나 통신이 불가능하였다. 그러나 2.4 GHz의 수신 감도는 전송 거리 10 m에서 -51~-50 dBm, 전송 거리 100 m를 기준으로 평균 70.0 dBm의 값으로 나타나 비교적 양호한 수신 상태를 보였다. 따라서 LED의 등은 2.4 GHz 주파수 선정을 의미하는 적색과 노란색의 등이 점등되었다. 표 2는 측정된 출력의 값이다.

3.3 2.4 GHz 장애

그림 7은 2.4 GHz의 안테나를 제거하고 900 MHz의 안테나를 다시 결합한 다음 측정된 데이터의 출력 값이다. 측정된 2.4 GHz의 수신 감도는 -110~-108 dBm으로 측정되었으며, 수신 감도 -100 dBm 이하는 통신 불가의 상태를 의미한다. 900 MHz의 데이터 수신 감도는 -43~-41 dBm로 얻어져 수신이 양호하게 이루어짐을 알 수 있었고, 녹색의 LED 등이 점등되었다.

표 3은 측정된 출력의 값이다.

4. 결론

두 개의 주파수를 이용한 데이터의 전송 특성을 분석하고, 수신에 양호한 주파수의 데이터를 우선순위의 자료로 선택하는 시스템을 연구한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 두 개의 주파수를 이용한 자료의 전송과 수신은 주파수가 정상적일 때 수신 감도는 -51~-41 dBm으로 측정되었으며, 900 MHz로 전송된 data가 우선순위의 자료로 선정되었다.
- 2) 우선순위 주파수의 장애가 일어나면 차순위의 주파수 수신 자료가 자동적으로 채택되었고, 차순위의 주파수의 장애가 일어나면 다시 우선순위의 주파수 검색이 이루어졌다.

이상의 결과로부터 두 개의 주파수 이용은 보다 안정적인 자료의 송수신이 가능함을 알 수 있었고, 차후의 연구는 송수신 거리의 확대에 관한 연구가 지속되어야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] U. S. Choi, S. H. Yang, C. J. Kim, and O. S. Moon, *J. Korean Inst. Electr. Electron. Mater. Eng.*, **25**, 949 (2012). [DOI: <https://doi.org/10.4313/JKEM.2012.25.12.949>]
- [2] U. S. Choi and N. J. Park, *J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.*, **14**, 2397 (2010). [DOI: <https://doi.org/10.6109/jkiice.2010.14.11.2397>]
- [3] M. C. Horton and R. J. Menzel, *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, **13**, 316 (1965). [DOI: <https://doi.org/10.1109/TMTT.1965.1125996>]
- [4] Y. H. Lee, *J. Korean Inst. Electr. Electron. Mater. Eng.*, **18**, 130 (2005). [DOI: <https://doi.org/10.4313/JKEM.2005.18.2.130>]
- [5] J. H. Lee, S. H. Lee, *J. Inst. Korean. Electr. Electron. eng*, **18**, 4 (2014). [DOI: <http://dx.doi.org/10.7471/ikeee.2014.18.4.552>]