

# Software-Defined Radio 기반 실시간 송수신기 성능평가

이영목<sup>§</sup>, 이의준<sup>§</sup>, 방인규<sup>†</sup>, 김태훈<sup>§</sup>

<sup>§</sup>국립한밭대학교 컴퓨터공학과, <sup>†</sup>국립한밭대학교 지능미디어공학과  
{leeym, ejlee}@edu.hanbat.ac.kr, {ikbang, thkim}@hanbat.ac.kr

## Performance Evaluation of Real-Time Transceiver based on Software-Defined Radio

Yeongmuk Lee<sup>§</sup>, Euijun Lee<sup>§</sup>, Inkyu Bang<sup>†</sup>, Taehoon Kim<sup>§</sup>

<sup>§</sup>Department of Computer Engineering, Hanbat National University

<sup>†</sup>Department of Intelligence Media Engineering, Hanbat National University

### 요약

본 논문에서는 소프트웨어 정의 라디오 (Software-defined Radio; SDR)를 활용하여 실시간 송수신기를 구현하고 GNU Radio에서 SDR의 파라미터 등을 조절하여 구현한 송수신기의 정성적인 성능평가를 진행하고자 한다. 이를 통해, GNU Radio를 이용해 SDR 장비의 활용 방법에 대해 학습하고, 실제 환경에서 효율적인 통신 시스템 구현에 활용할 수 있는 기반을 다지고자 한다.

### I. 서론

다양한 산학연 기관에서 2030년 6G 출범을 목표로 다양한 요소기술의 연구개발을 진행하고 있다. 2023년 6월 ITU-R은 6G Vision을 발표하며 사물인터넷, 인공위성 및 저궤도 위성의 활용 등에 대한 청사진을 제공하였다. 6G를 구현하기 위해 인공지능을 이용한 전송시스템 성능을 높이는 연구들도 이미 활발히 진행 중이다 [1-2]. Peng *et al.* [1]은 딥러닝 모델과 성상도 기반 변조 분류를 제안하였고, Kumar *et al.* [2]는 딥러닝을 활용한 신호 밀도 기반 자동 변조 분류를 제안하여 통신 시스템의 변복조 과정에 인공지능 기술을 적용하고자 하였다.

소프트웨어 정의 라디오(Software-Defined Radio; SDR)는 소프트웨어와 디지털 신호 처리 기술을 사용하여 통신 시스템의 송수신 신호를 사용자가 직접 정의할 수 있는 라디오 시스템이다 [3]. 이를 통해 기존의 하드웨어 구성요소가 아닌 소프트웨어를 사용하여 라디오 시스템의 주파수, 대역폭, 조작 방식 등을 프로그래밍적으로 제어할 수 있다. SDR 장비를 활용한 실험은 개발한 통신 시스템 요소 기술의 실제 시스템 적용을 검증하는데 있어 매우 유용하다.

통신 분야의 많은 연구들이 제안 기법의 우수성을 수학적 분석 및 모의실험을 통해 검증하는 상황에서, 실험적인 검증까지 함께 진행된다면 제안 기법의 우수성을 보다 쉽게 증명할 수 있을 것으로 예상된다. 이에, 추후 저궤도 위성 군집을 고려한 6G 환경에서 최적의 성상도를 찾기 위해 본 연구를 통해 획득한 SDR 장비 활용 노하우를 적용할 예정이다. 본 연구에서는 실시간 통신 시스템을 구현하고, 통신 여부를 파악하는 등 정성적인 성능평가를 진행하고자 한다.

### II. 시스템 모델

그림 1은 본 연구에서는 구현하고자 하는 통신 시스템을 보여주며, 실시간으로 영상 데이터를 송수신 해보고자 한다 [3].

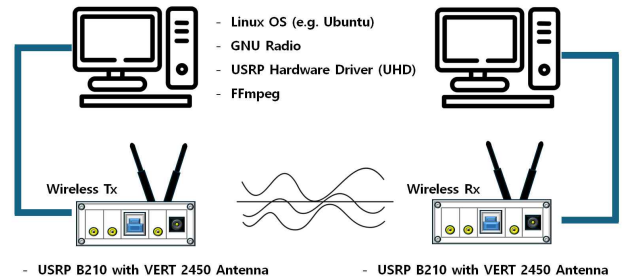


그림 1 시스템 모델

본 연구에서 사용되는 SDR 장치는 Ettus사의 USRP B210이며, 안테나는 VERT 2450 듀얼밴드 안테나 (2.4-2.5 및 4.9-5.9GHz)를 사용하였다. 안테나는 송신 측 SDR의 Tx/Rx, 수신 측 SDR의 Rx2에 장착하였다. 각 SDR 장치는 두 대의 서로 다른 컴퓨터에 연결하였으며, 운영체제는 Ubuntu, USRP 장치를 제어하기 위한 UHD (USRP Hardware Driver), SDR 시스템을 프로그래밍하고 제어하기 위한 GNU Radio, 그리고 영상 확장자 처리 및 스트리밍을 위한 FFmpeg를 설치하였다.

GNU Radio는 소프트웨어 정의 라디오에서 신호를 처리하는 프로그래밍을 만들 수 있는 개발도구이다. 소프트웨어 정의 라디오는 신호처리 로직이 하드웨어 내의 회로에서 고정된 것이 아니라 소프트웨어로 동작하도록 설계된 무선 통신 장비이다. 이를 이용하면 신호처리에 대한 업데이트도 쉽고 하나의 장비로 여러 종류의 통신을 지원할 수 있다.

그림 2는 본 논문에서 제시하는 실시간 송수신을 위한 GNU Radio 송신기, 수신기 코드 블록도이다 [3]. 송신기에 해당하는 코드 블록 내용은 다음과 같다. 송신부는 데이터의 패킷화 및 CRC (Cyclical Redundancy Check) 삽입, 헤더 비트 삽입, Payload 생성 및 USRP 데이터 전송 모듈 등으로 구성이 되며, 수신부는 USRP 데이터 수신, 채널 추정 및 동기화, OFDM 복조 등의 모듈로 구성된다.

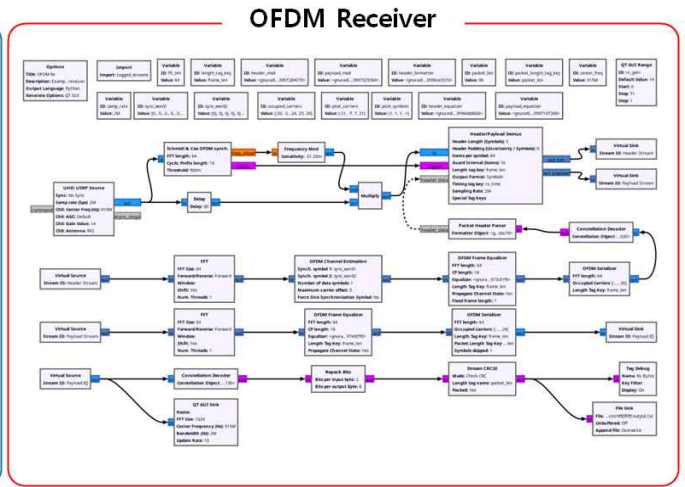
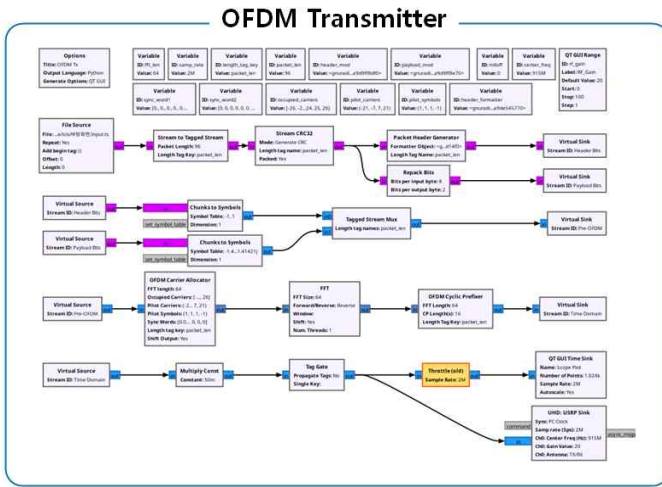


그림 2 실시간 송수신을 위한 OFDM 송수신기 블록도 [3]

### III. 실험 결과

본 장에서는 SDR 기반 실시간 송수신기의 성능평가를 위해 실내(indoor)에서 실험을 진행하였으며, 그림 3과 같이 송수신기는 약 3m의 거리 간격을 두고 배치되었다. 송수신기의 RF Gain을 조절하는 것은 송수신하는 과정에서의 신호 품질을 결정하는 주요 요인이기 때문에 송수신기의 RF Gain을 변경하며 영상 수신 여부 및 수신 영상의 품질(quality)을 정성적으로 평가하고자 한다. 송신기(Tx)의 RF Gain은 20dB에서 100dB까지, 수신기(Rx)의 RF Gain은 0dB에서 71dB까지의 범위를 설정할 수 있다. 표 1은 송수신기의 RF Gain에 따른 수신된 영상 이미지이다. 실험결과를 통해 확인된 바와 같이 두 값이 낮은 값으로 설정되면 송수신이 불가능하고, 송수신이 가능한 시점부터 일정값 밑으로는 수신 영상의 오류가 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 RF Gain (Tx), RF Gain (Rx) 둘 중 한 값이 상대적으로 높은 경우 다른 한 값을 비교적 낮게 설정해도 수신된 영상의 품질이 유지가 되었다. 실험에 측정된 Gain값은 실험 환경, 변복조 계수, 사용된 SDR 장비 등에 따라 달라질 수 있다. 실험을 통해 송수신기 RF Gain의 적절한 조절이 실시간 송수신기의 성능에 중요한 영향을 미치며, 전력 소모를 고려해서 설정할 필요도 있다.

### IV. 결론

본 논문에서는 GNU Radio와 SDR을 활용한 실시간 송수신기를 구현하였고, RF Gain에 따른 수신 영상의 오류를 비교하여 성능평가를 하였다. GNU Radio의 장점은 사용자가 직접 코드 블록을 작성할 수 있고, 본 논문에서 제시된 시스템 환경뿐만 아니라 다양한 SDR 장치, 채널 모델, 변조 기법 등을 적용할 수 있다는 점이다. 또한, 향후 통신 시스템 설계 및 구현에 많은 영향을 미칠 것으로 기대가 된다. 특히, RF Gain 설정 외에도 다른 파라미터나 환경 변수가 통신 시스템의 성능에 미치는 영향을 연구하여 실제 환경에서 안정적이고 효율적인 통신 시스템을 설계할 수 있을 것으로 기대한다. 추후 GNU Radio와 SDR을 인공지능 기법을 추가하여 더욱 다양한 변조 기법을 고안할 계획이다.

### ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 2024년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음”(2022-0-01068)

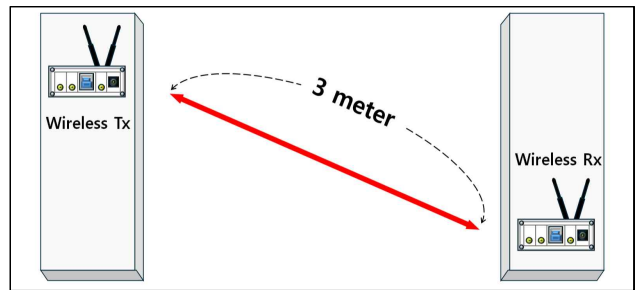


그림 3 송수신을 위한 SDR 위치 구성

표 1 송수신기의 RF Gain에 따른 수신 영상 비교

RF Gain (Tx)	RF Gain (Rx)	수신 영상
0 ~ 42dB	0 ~ 35dB	수신불가
43dB	36 ~ 57dB	[Blurred image]
42 ~ 46dB	36dB	
43dB	50 ~ 63dB	[Vertical lines]
47 ~ 68dB	36dB	[Distorted image]
43dB	63 ~ 71dB	
69 ~ 100dB	36dB	[Clear image]

### 참고 문헌

[1] Shenglian Peng, Hanyu Jiang, Huaxia Wang, Hatha Alwageed, Yu Zhou, Marjan Mazrouei Sebdani, Yu-Dong Yao, “Modulation Classification Based on Signal Constellation Diagrams and Deep Learning,” *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 30, no. 3, pp. 718–727, Mar. 2019.

[2] Yogesh Kumar, Manu Sheoran, Gaurav Jajoo, and Kumar Yadav, “Automatic Modulation Classification based on Constellation Density using Deep Learning,” *IEEE Communications Letters*, vol. 24, no. 6. 1275–1278, June. 2020.

[3] 유동호, “소프트웨어 정의 라디오: 실시간 동영상 데이터 송수신기 구현에 대한 접근,” 방송공학회논문지 제28권 제1호, 2023년 1월