

## OFDM 기반 20Gbps 급 전송을 위한 무선백홀 시스템 물리계층의 모뎀 구현

문장원, 문영진, 이용수, 방승재, 김준우, 손경열, 이 훈  
한국전자통신연구원

jwmoon@etri.re.kr, yjmoon@etri.re.kr, L7856@etri.re.kr, sjbahng@etri.re.kr,  
jwkim74@etri.re.kr, kysohn@etri.re.kr, hlee@etri.re.kr

## Physical Layer Modem Implementation for OFDM-based 20Gbps Wireless Backhaul systems

Jang Won Moon, Young Jin Moon, Yong Su Lee, Seung Jae Bahng, Jun Woo Kim,  
Kyung Yeol Sohn, Hoon Lee

Electronics and Telecommunication Research Institute (ETRI)

## 요 약

본 논문은 5G 융합 서비스를 위한 20Gbps 급 전송을 지원 하는 OFDM 기반 무선백홀 모뎀의 물리계층 기술 개발 및 구현 구조와 검증 환경에 대해 설명 한다.

## I. 서 론

최근 국내에서 5G 이동통신 상용 서비스가 본격화 되면서 5G 서비스에 대한 수요가 늘고 있는 가운데 3GPP LTE(Long Term Evolution) 및 밀리미터파가 적용된 NR(New Radio access technology)을 기반으로 하는 4G/5G 이동통신에서는 음영지역 해소를 위해 많은 수의 소형셀 운영이 불가피하게 되고 매크로 기지국, 소형셀, 코어망 간의 효율적인 정합을 위해 무선 백홀의 필요성이 높아지고 있다.[1] 한국전자통신연구원에서는 GK-5G MXN(Giga KOREA 5G Mobile Xhaul Network) 사업의 후속 사업으로 5G 융합서비스를 위한 20Gbps 무선백홀 기술 개발 과제인 GKWBH(Giga KOREA Wireless Back-haul)를 진행 하고 있으며 초고주파 E-Band 대역에서 2GHz 의 대역폭을 이용하여 최대 25Gbps 의 전송을 지원 하는 무선백홀 시스템을 개발 중에 있다. 본 논문에서는 GKWBH 시스템의 물리계층 구조와 구현 및 검증 환경에 대해 설명 한다.

## II. 본론

GKWBH 시스템의 기본적인 주요 파라미터들은 표 1 과 같다.

표 1. GKWBH 주요 파라미터

파라미터	값
대역폭[MHz]/1FA	500
샘플링주파수[MHz]	591.36
FFT 크기[sample]	128
CP 길이[sample]	12
OFDM 심볼 구간[ns]	236.74
서브프레임 길이[us]	7.58
프레임 길이[ms]	10
다중화 방식	FDD

10ms 의 무선 프레임은 1320 개의 서브프레임으로 나뉘며 각 서브프레임은 전송되는 데이터에 따라 Type-A, Type-B, Type-C 로 분류 된다. Type-A 는 채널 추정과 동기 Tracking 을 위한 DMRS(Demodulation Reference Symbol)와 초기 동기를 위한 Preamble 및 제어 정보를, Type-B 는 DMRS 와 Data 를, Type-C 에는 Data 를 전송 하게 되고 모든 서브프레임에는 공통위상오류를 보상하기 위한 PERS(Phase Estimation Reference Symbol)가 일정 간격으로 배치 된다. 그림 1 과 2 는 각각 무선프레임과 서브프레임의 구조를 나타낸다.

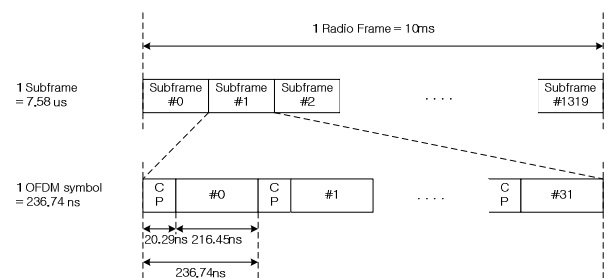


그림 1. 무선프레임 구조

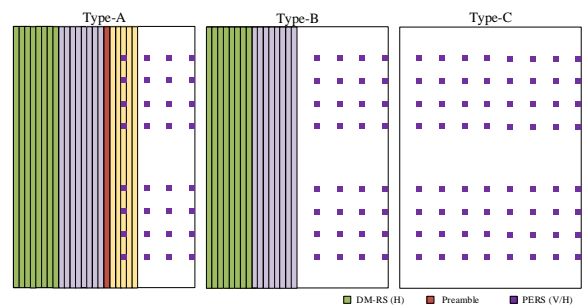


그림 2. 서브프레임 구조

그림 3 은 GKWBH 시스템 물리계층 모뎀 송신기(상) 및 수신기(하)의 구조를 나타낸다.

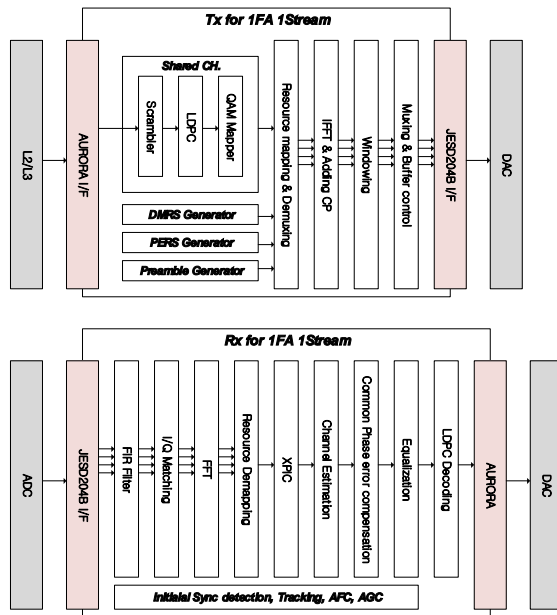


그림 3. 물리계층 송신기(상) 및 수신기(하) 구조

GKWBH의 물리계층은 상향링크/하향링크로 전송되는 2 종류의 채널이 있으며 시스템 운영에 필요한 기본적인 제어정보를 위한 UCCH/DCCH(Uplink/Downlink Control Channel)과 Data 채널인 USCH/DSCH(Uplink/Downlink Shared Channel)로 구성된다. 부호화 방식은 LDPC(Low Density Parity Check)를 사용 하였으며 채널 상태에 따라 AMC(Automatic Modulation Control)를 적용하도록 설계 되었고 제어 채널은 BPSK, 데이터 채널은 QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM 을 지원 한다.

그림 4 는 데이터 채널 복조기 성능 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

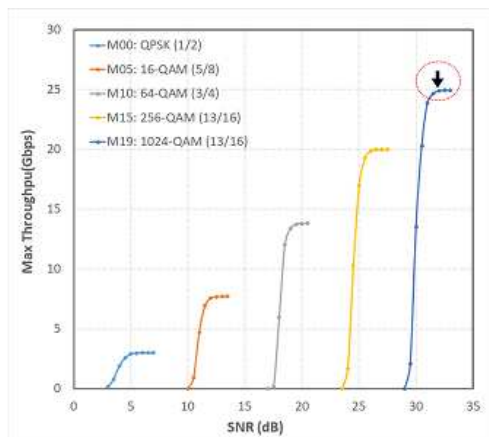


그림 4. 데이터 채널 성능 시뮬레이션 결과

모뎀 구현은 AFC(Automatic Frequency Control), AGC(Automatic Gain Control), 데이터의 변복조, 동기 획득 및 Tracking, 채널 추정, 공통위상오류 보상, I/Q imbalance 보정 등의 기능을 지원하도록 되어 있으며 147.84MHz 의 Clock 속도로 4 개의 Path 를 동시에 처리하는 병렬 구조를 가진 FA 8 개를 한 개의 FPGA 칩으로 구현 하였다. 사용된 칩은 Xilinx 사의 xcvu440t 이며 상위계층과의 인터페이스는 AURORA 를 AFE(Analog Front End)와는 JESD204B 를 이용 하였다.

그림 5 와 6 은 각각 GKWBH 시스템의 테스트 베드의 구성과 모뎀 보드(좌) 및 실외 시험 환경(우)을 나타낸다.

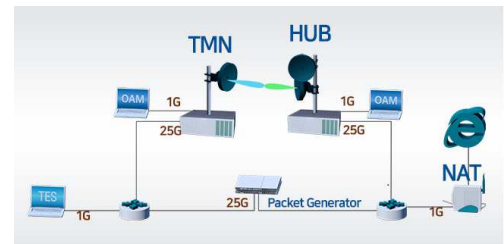


그림 5. GKWBH 시스템 테스트 베드 구성도

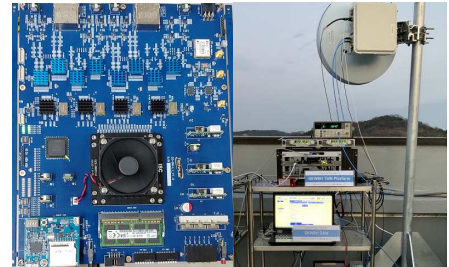


그림 6. GKWBH 모뎀 보드(좌) 및 실외 시험 환경(우)

실내에 GKWBH 시스템 테스트 베드를 구축하고 모뎀 보드에 탑재된 MAT(Modem analysis tool)를 이용 하여 모뎀의 기능을 확인 하였다. 실외 시험은 약 1km 거리의 ETRI 본원과 기숙사의 옥상에 Hub 와 Terminal 각각 1 세트를 설치 하여 무선 채널 환경과 RF 성능등을 확인 하였다.

### III. 결론

본 논문에서는 20Gbps 급 전송 속도를 지원하기 위한 OFDM 기반 무선백홀 모뎀의 물리계층 구현 구조와 시험 환경 에 대하여 설명 하였다. 최대 25Gbps 의 전송 속도를 지원 하기 위해 AD/DA 모듈 성능 향상, FA 간 간섭 제거, IQ Imbalance 보정 등의 기능을 보완하고, XPIC[2] 기술을 적용하여 용량 증대 기능을 개발 및 시험 진행중에 있으며, 향후 5G-AutoDrive 및 5G-Mmedia 실증 사업과의 연계 시연이 예정 되어 있어 5G 무선백홀의 광범위한 활용이 기대 된다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 '범부처 Giga KOREA 사업'의 지원을 받아 수행된 연구임(No.GK20N0600, 5G 융합서비스를 위한 20Gbps P2MP 무선백홀 기술 개발)

### 참 고 문 헌

- [1] X. Ge, H. Cheng, M. Guizani, and T. Han, "5G Wireless Backhaul Networks: Challenges and Research Advances," IEEE Network, Nov. 2014, pp. 6-11
- [2] 이용수, " A Study on the adaptive XPIC(Cross Polarization Interference Cancellation)method according to the channel environment in the high capacity wireless backhaul systems," 한국통신학회 2019 하계종합학술발표회, VOL69 NO.01, pp. 0097-0098, Jun. 2019.