

DOCSIS 3.1 케이블모뎀 구현 및 데이터 전송 성능 평가

김경달 · 이상근 · 김재학 · 조상훈

주식회사 텔라움

An Implementation of DOCSIS 3.1 Cable Modem and Performance Evaluation

Kyung-dal Kim · Sang-keun Lee · Jae-hak Kim · Sang-hoon Cho

Telaum Co., LTD.

E-mail : shcho@telaum.com

요 약

DOCSIS 3.1 표준을 준수하는 케이블모뎀을 개발하였고, 실제 HFC 가입자 망에서의 연동 시험을 실시하였다. 1024, 4096 QAM 등 고차 변조방식을 사용하여 2.5Gbps 이상의 고속 데이터 서비스가 가능함을 확인하였다.

ABSTRACT

We implemented DOCSIS 3.1 Data Cable Modem and evaluated the feasibility of high speed data service utilizing high modulation order of 1024 QAM or greater through the small field trial.

키워드

DOCSIS, Cable Modem, 케이블모뎀

I. 서 론

HFC(Hybrid Fiber Coaxial) 케이블 방송망에서의 데이터 통신 규격인 DOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specification)는 1997년 DOCSIS 1.0을 시작으로 DOCSIS 3.0 규격으로 진화하면서 하향 1Gbps, 상향 200Mbps의 전송 속도와 향상된 망 운용성을 갖는 기술로 발전하였다. FTTH의 기가급 서비스에 대응하기 위한 새로운 전송규격이 요구됨에 따라 DOCSIS 3.1 규격이 새로이 제정되었다. OFDM 방식과 고차 변조방식을 사용하여 스펙트럼 효율이 향상되었고 고효율의 오류 정정 방식을 적용하고 확장된 주파수 대역을 사용하여 최대 10Gbps 데이터 전송이 가능한 표준이다.

본 연구에서는 DOCSIS 3.1 규격을 준수하는 데이터 케이블 모뎀을 구현하였고 이의 성능 평가를 수행하여 현재 HFC 망에서의 적용 가능성을 확인하였다.

II. DOCSIS 3.1 케이블모뎀 구현

Broadcom사의 BCM3390R을 사용하여 DOCSIS 3.1 케이블모뎀을 개발하였다. 192MHz 대역폭의 OFDM 수신기 2개와 96MHz 대역폭의 OFDMA 송신기 2개 그리고 상, 하향 각각 32, 8개의 SC-QAM (Single Carrier QAM) 송수신기를 구성하였다. 듀얼코어 CPU에 각각 리눅스 커널 3.14와 eCos 운영체계를 탑재하고 네트워크 패킷 처리부와 DOCSIS 프로토콜 처리부를 분리 구현하였다. DIBA 방식의 IPTV 클라이언트 기능을 구현하였고, NMS 기능과 PNM(Proactive Network Maintenance) 기능을 구현하였다.

다양한 상, 하향 주파수 구성을 갖는 HFC 전송망에 대응하기 위하여 85MHz와 174MHz의 상, 하향 분리대역을 갖는 2개의 필터 बैं크를 구현하여 전송망 설정에 따라 선택적으로 자동 설정되도록 하였다.

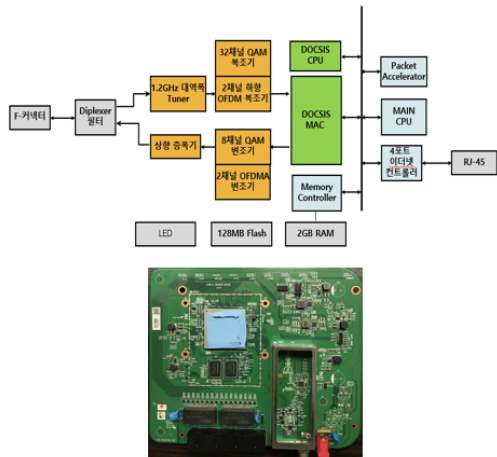


그림 1. 케이블모뎀 블록도와 보드

III. 최대 전송률 시험

옥외형 광 송수신기와 간선분기증폭기, 탭오프 등을 사용하여 시험 전송망을 구성하고 DOCSIS 3.1 CMTS와 연동하여 최대 IP 데이터 전송률을 측정하였다.

표 1. 최대 전송률 신호 조건

	하향	상향
주파수 범위	SC-QAM: 481 ~ 609MHz OFDM: 617 ~ 809MHz, 810 ~ 1002MHz (총 384 MHz)	OFDM: 12~108MHz, 108~174MHz (총 162 MHz)
Subcarrier spacing	50kHz	50kHz
Subcarrier 변조방식	4096 QAM	1024 QAM

상기의 조건에서 하향 3.94Gbps, 상향 995Mbps의 데이터 전송률이 측정되었다.

IV. 전송망 연동시험

시험 전송망과 같은 OFDM 설정 하에 DOCSIS 3.0 용도로 서비스 중인 주파수를 회피하고 LTE 신호와 중첩되는 일부 신호 대역은 배제대역으로서 제외하여 DOCSIS 3.1 신호를 실제 운용 중인 가입자망에 인입하였다. 하향 OFDM 신호의 대역폭은 208MHz, 상향 OFDMA 신호의 대역폭은 76MHz로 할당하였으며 하향 16채널, 상향 1채널의

SC-QAM 채널을 OFDM 채널과 데이터 본딩 구성하였다.

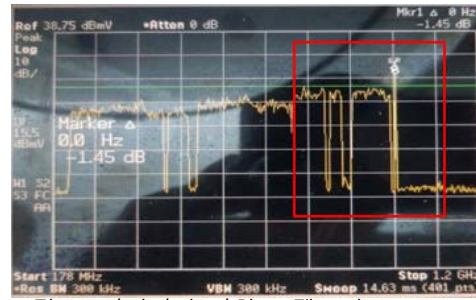


그림 2. 가입자망 하향 스펙트럼

가입자망에서 측정된 OFDM 신호의 MER(Modulation Error Ratio) 분포는 다음과 같다.

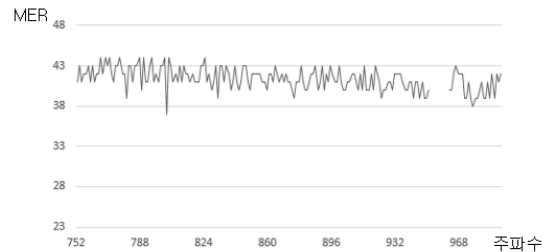


그림 3. 가입자단의 하향 MER

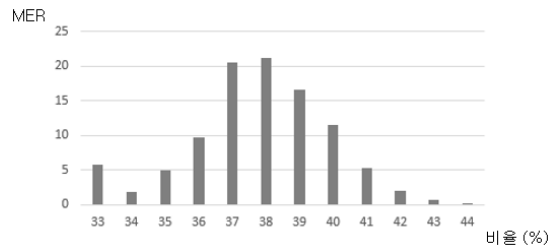


그림 4. 상향대역 내에서의 Subcarrier MER 분포

측정된 MER에 근거하여 시험 전송망과 동일하게 하향 변조방식은 4096 QAM, 상향 변조방식은 1024 QAM으로 설정하였다.

전송률 시험 결과 하향 구간에서 1^{-5} 이하의 소량의 Correctable Codeword가 발생했지만 LDPC 에러 정정에 의해 손실 없이 복구 되었으며 하향 2.6Gbps, 상향 522Mbps의 데이터 전송 성능을 나타내었다.

V. 결론

DOCSIS 3.1 케이블모뎀을 구현하여 실제 전송

망에서의 성능 시험을 통해 현재의 HFC 전송망
변경 없이 1024, 4096 QAM 등의 고차 변조방식을
사용하는 DOCSIS 3.1 서비스의 적용이 가능함을
확인하였다. 향후 서비스 확대 시 OFDM 파라미
터, 변조 방식 등 운용 설정의 최적화와 추가의 주
파수 확보를 통해 서비스 성능을 향상시킬 수 있
다.

References

- [1] 정준영, 김태균, 최동준, “10Gbps 케이블 데이
터 서비스를 위한 DOCSIS 3.1 표준 기술”,
TTA 저널, No.156, pp. 82-87, 2014
- [2] Data-Over-Cable Service Interface Specifications
DOCSIS 3.1 Physical Layer Specification,
CableLabs, CM-SP-PHYv3.1-I13-171220, Dec.
2017