

방송망 채널결합형 8K-UHDTV 1024-QAM RF 전송시스템 개발에 관한 연구

*김성훈, 최진수, 김진웅

*한국전자통신연구원 방통융합미디어 연구부

contact : steve-kim@etri.re.kr

A Study on 1024-QAM RF Transmission System using Channel Bonding Technologies for 8K-UHD Services

* Sung-Hoon Kim, Jinsoo Choi, Jinwoong Kim

Broadcasting & Telecommunication Convergence Media Research Department, ETRI

요 약

본 논문은 디지털 케이블전송망인 HFC(Hybrid Fiber and Coaxial)망 기반하에서 6MHz 다수의 방송채널결합 기술을 이용하여, 대용량 3D 및 8K-UHD 콘텐츠 전송을 위한 방송망 채널결합형 200Mbps 급 1024-QAM 송수신시스템 개발에 대하여 기술한다. H.264 비디오 부호화기를 사용하여 8K-UHDTV 및 3D/UHD 융합형 서비스를 시청자에게 제공하기 위해서는 약 120~160Mbps 의 대용량 데이터 전송률이 확보되어야 한다. 이와같이 대용량 3D/8K-UHDTV 콘텐츠를 전송하기 위해서는 상대적으로 채널환경이 우수한 HFC 디지털 케이블망을 이용한 대용량 실감미디어 콘텐츠 전송기법에 대한 연구가 주목 받고 있다. 본 논문에서는 FPGA 를 이용하여 HFC 망 기반에서 기존 OpenCable/DOCSIS 3.0 256-QAM 대비 약 30% 전송효율이 개선된 3D/8K-UHDTV 대용량 실감미디어 콘텐츠 전송을 위한 방송망 채널결합형 1024-QAM 송수신기 구현 및 개발에 관한 내용을 기술한다.

1. 서론

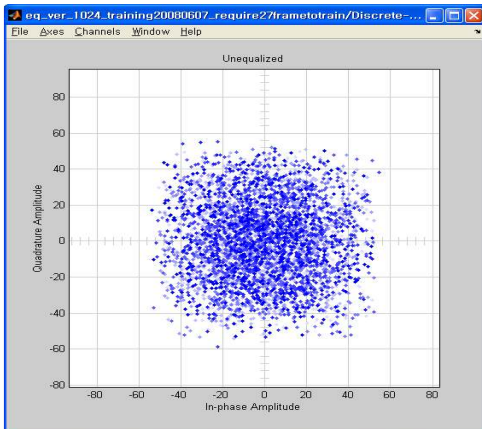
실감형 디지털방송 서비스의 급격한 확산으로 세계 주요 국가들은 HDTV 이후의 방송 서비스를 위한 준비 작업 들을 진행하고 있으며, 그 중 하나가 UHDTV(Ultra High Definition TV)이다. UHDTV 는 가정에서 70mm 영화보다 뛰어난 화질(비디오 해상도 7,680x4,320, HD 화면 16 배 크기에 해당)과 다채널(~22.2 ch) 음질로 극장급의 초고품질 서비스를 제공하여, 소비자의 품질 욕구를 만족시킬 수 있는 TV 를 목표로 한다[1]. 이와같은 UHDTV 콘텐츠를 전송하기 위한 데이터 전송률은 NHK 에서 개발한 SHV(Super Hi-Vision)을 기반으로 추정하면, H.264 비디오 부호화기를 사용할 경우 4K(비디오 해상도 : 3860*2160, HD 의 4 배) UHDTV 의

경우 30~40Mbps, 8K(비디오 해상도 : 7680*4320, HD 의 16 배) UHDTV 의 경우 120~160Mbps 급이 필요하다[1]. 본 논문에서는 대용량 UHDTV 콘텐츠 전송을 위해, 기존 OpenCable/DOCSIS 3.0 의 256-QAM 에 비해 데이터 전송률이 약 30% 향상된 방송망 채널결합형 1024-QAM 전송시스템에 대하여 기술한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 1024-QAM, 채널결합 기반 200Mbps 송수신 시스템의 설계, 구현, 제안 시스템의 성능평가를 실험을 통해서 확인하며, 마지막으로 3 절에서는 본 논문에 대한 결론 및 향후 연구방향에 대하여 기술한다.

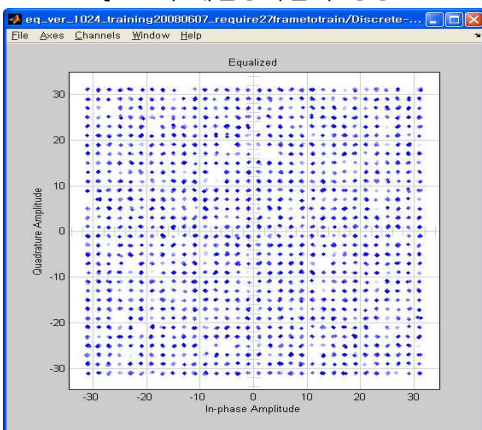
2. 본론

본 논문에서는 기존 북미형 디지털 케이블 전송규격인 OpenCable/DOCSIS 3.0 256-QAM 대비 약 30% 전송효율

을 개선시킨 OpenCable/DOCSIS 확장형 1024-QAM 전송 시스템을 설계, 구현하였으며, 표 1 은 1024-QAM 전송 시스템과 기존의 OpenCable/DOCSIS 3.0 의 전송 규격 및 파라미터를 비교한 것이다. 표 1 에서 보인바와 같이 본 논문에서 제안된 1024-QAM 은 6MHz 의 단일 채널에서 약 48.54Mbps 를 전송할 수 있으며, 4K-UHD 콘텐츠를 1 채널 내에서 전송 가능하다. 또한 채널결합기술을 적용할 경우 8K-UHD 콘텐츠의 전송은 H.264 기준으로 콘텐츠의 영상 데이터 압축율에 따라 6MHz 대역 4 개의 채널결합을 통해 최대 200Mbps 급 8K-UHD 데이터 전송이 가능하다. 그림 1 은 전체 데이터 전송률의 1% 미만인 524kbps 의 훈련열 삽입을 통해 채널등화기의 성능을 획기적으로 개선시킨 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 보인 것이다.



(a) -3dB, 5usec delay single echo 채널환경에서 1024-QAM 의 채널등화전의 성상도



(b) -3dB, 5usec delay single echo 채널환경에서 1024-QAM 의 채널등화후의 성상도

그림 1. 제안한 1024-QAM 전송시스템의 채널등화성능
그림 2 는 본 논문에서 제안한 1024-QAM, 방송망 채널결합형 200Mbps 급 송수신기의 성능평가용 테스트베드를 보인 것이다. RF 전송시스템 성능평가용

테스트베드를 통해 본 논문에서 제안한 채널결합형 1024-QAM 송수신 시스템이 DVB 에서 제시한 DVB-C2 #1.2, #2.2 fading 채널모델 환경에서 성공적으로 8K-UHD 200Mbps 급 데이터를 송수신할 수 있음을 확인하였다.



그림 2. 200Mbps 급 전송시스템 성능평가용 테스트베드

3. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 OpenCable/DOCSIS 3.0 확장기반의 200Mbps 급 방송망 채널결합형 1024-QAM 송수신기 RTL 디자인, 구현 및 성능평가에 대한 내용을 기술하였다. 본 논문에서 제안된 시스템은 1% 미만의 훈련열 삽입을 통한 채널등화성능 개선 및 채널결합 적용을 통해 8K-UHD 콘텐츠를 실시간으로 전송 할 수 있다. 본 내용의 결과물은 HFC 망 기반 3D/8K-UHD 실감미디어 전송시스템 개발에 응용될 계획이다.

REFERENCES

[1] 정세윤 외, "UHDTV 기술현황과 전망", 전자공학회지, 제 36 권 4 호, pp.427-435, 2009 년

표 1. DOCSIS 3.0 과 제안된 1024-QAM 전송방식 비교

비교항목	DOCSIS 3.0(J.83B)	ETRI 1024-QAM	
Channel Coding	Randomizer	$X^3 + X + \alpha^2$ over GF 128	$X^3 + X + \alpha^3$ over GF 128
	FEC	RS(128, 122), TCM 14/15(64-QAM), 19/20(256-QAM)	RS(128, 122), TCM 24/25(1024-QAM)
	Interleaving	I=128/64/32/16/8	I=128/64/32/16/8
Modulation	Differential Coding	○	○
	Constellation	64/256	1024
	Bandwidth	6MHz	6MHz
	Roll-off factor	0.18(64-QAM), 0.12(256-QAM)	0.12(1024-QAM)
	Bit rate(TS rate)	27M/38Mbps	48.54Mbps
	Equalization	Blind	Training(under 1% overhead)