

저비용 방송망 구축을 위한 확장 대역폭 전송 기법 연구

김호재, 허규민, 배재휘*, 허남호*, 김형남[Ⓢ]
부산대학교, 한국전자통신연구원*

hnkim@pusan.ac.kr

A study on scalable bandwidth transmission for low-cost broadcasting network

Ho Jae Kim, Gyumin Heo, JaeHwui Bae*, Namho Hur*, Hyoung-Nam Kim[Ⓢ]
Pusan National Univ., ETRI*

요 약

최근 디지털 방송 기술이 발전함에 따라 대용량 전송 기술 연구가 진행되고 있으며, WideBand reuse-1(WiB) 광대역 전송 기법이 제안되었다. WideBand reuse-1(WiB) 광대역 전송 기법은 방송사들이 송신 안테나 및 송신 사이트를 공유하여 방송망 설치 비용을 절감하고, 유지 보수 비용 등의 운용 비용을 삭감할 수 있다. 그러나 WiB 광대역 전송 기법은 간섭 신호로 인하여 수신 열화가 발생하기 때문에, 저비용 방송망 구축이 가능하면서 간섭 문제를 해결하는 전송 방식으로 확장 대역폭 전송 기법이 제안되었다. 확장 대역폭 전송 기법은 현재 사용하는 여러 개의 방송 채널을 하나의 대역폭으로 사용하는 방식으로, 주파수 할당 후 여분의 대역폭이 발생하며, 이를 이용하여 전송 용량을 증가시킬 수 있다. 이에 본 논문은 확장 대역폭 기법을 적용하여 여분의 대역폭을 사용한 경우와 사용하지 않는 경우에 대한 BER(bit error rate) 성능 및 전송 용량을 비교 분석한다.

I. 서 론

최근 디지털 방송 기술이 발전함에 따라 초고품질 영상 서비스를 지원하기 위해 UHD TV(ultra high definition television) 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 대용량 전송이 필요한 UHD TV의 서비스를 지원하기 위해 WideBand reuse-1(WiB) 광대역 전송 기법이 제안되었다. WiB 광대역 전송 기법은 UHF(ultra high frequency) 대역 224MHz(470 ~ 694MHz)를 하나의 대역폭으로 사용한다 [1-2].

WiB 광대역 전송 기법의 장점은 방송사들이 송신 안테나 및 송신 사이트를 공유하여 방송망을 구축하기 때문에 방송망 설치 비용을 절감하고, 하나의 송신기를 사용하므로 송신기 유지 보수 비용이 절감되어 저비용 방송망 구축이 가능하다 [1-2]. 그러나 모든 사이트가 하나의 광대역 신호를 사용할 경우 간섭 신호로 인하여 수신 열화가 발생한다. 이러한 간섭 문제를 해결하고, 보다 효율적으로 방송시스템을 운용하기 위해 확장 가능한 대역폭 전송 방식이 제안되었다[3]. 확장 대역폭 전송 기법은 현재 사용하는 여러 개의 방송 채널을 하나의 대역폭으로 사용하는 방식이다. 확장 대역폭을 사용하면 주파수 할당 후 여분의 대역폭이 발생하며, 이 대역폭을 추가적으로 사용하여 전송 용량을 증가시킬 수 있다.

본 논문에서는 확장 대역폭 전송 기법을 소개하고 여분의 대역폭을 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우에 대하여 BER(bit error rate) 성능 및 전송 용량을 비교 분석한다.

II. 확장 대역폭 전송 기법

확장 대역폭 전송 기법은 WiB 전송 기법의 간섭 문제를 해결하며 그림 1 과 같이 여러 개의 UHF 채널을 사용하여 신호를 전송하는 소규모 광대역 전송 기법이다

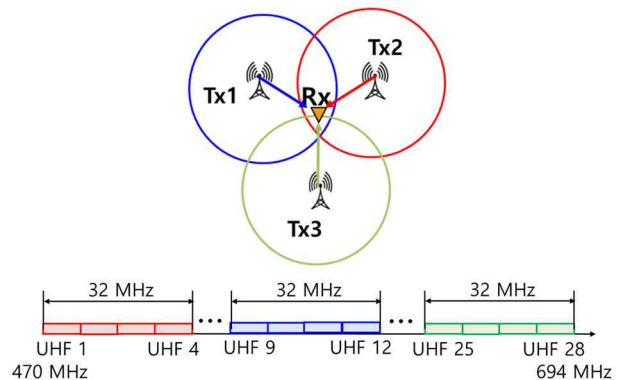


그림 1. 32 MHz 확장 대역폭을 사용한 신호 전송 방식

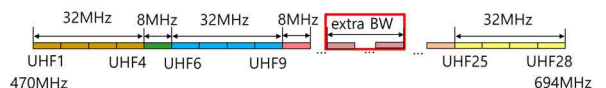


그림 2. 확장 대역폭 전송 방식의 주파수 할당

[3]. 4 개의 방송국이 하나의 32MHz 대역에 할당되어 하나의 송신기를 사용하며, 송신기 설치 비용이 1/4 로 줄어든다. 또한, 하나의 송신기를 사용하므로 유지 보수 비용 등의 운용 비용을 삭감할 수 있다.

일반적으로 지역마다 주 방송사와 지역 방송사가 존재하며, 대한민국을 기준으로(UHF 대역:228 MHz) 각 사이트마다 4 개의 주 방송사와 1~2 개의 지역 방송사가 방송을 송출한다. 그림 2 와 같이 주 방송사는 4 개의 채널에 32 MHz 의 확장 대역폭을 할당하고, 지역 방송사는 5 개의 채널에 8 MHz 할당할 경우 60

MHz(228-(32×4+8×5))의 대역폭은 사용되지 않는다. 이 대역폭을 추가적으로 사용할 경우 전송 용량을 증대시킬 수 있다. 또한, 현재 방송시스템과 동일한 전송 용량을 맞출 경우 요구 CNR 을 낮출 수 있으며, 이는 송신 신호의 세기를 감소시켜 전기세 절감으로 인한 추가적인 비용을 삭감할 수 있다.

III. 모의실험 결과

모의실험은 16K-FFT 를 사용하여 확장 대역폭 전송 기법의 BER 성능을 분석하였다. 확장 대역폭 전송 기법은 여분 대역폭을 추가로 사용할 수 있으며, 할당된 모든 대역(확장 대역 및 일반 대역)에 균등하게 배분하여 사용한다. 여분 대역폭은 UHF 채널(8 MHz)당 2.86 MHz(60/(5+4×4)), 여분 대역폭/(일반 채널 수+ 확장 대역 채널 수×4))를 추가로 사용할 수 있으며, 확장 대역은 11.42 MHz 를 추가로 사용 가능하다. 또한, 기존의 UHF 채널 사이에 존재하는 보호 대역 1.17 MHz(0.39×3)를 추가로 사용 가능하다. 모의실험에 사용되는 파라미터는 일반적인 확장 대역(30.44 MHz)과 보호 대역 및 여분 대역을 추가한 확장 대역(43.03 MHz)에 대하여 모의실험을 진행하였다.

그림 3 은 30.44 MHz 및 44.03 MHz 대역을 사용한 확장 대역 실험 결과이다. 채널은 COST 207 TU 6 채널을 사용하였으며 속도는 30, 60, 100 km/h 일 경우에 대해서 모의실험을 진행하였다. 채널 추정용 파일럿 기반 채널 추정을 사용하였으며, 파일럿 패턴은 PP2 를 사용하였다. OFDM 심볼은 10 개, 보호 구간은 1/32 를 사용하였으며, 변조 차수는 64-QAM(quadrature amplitude modulation), 코드율 2/3 을 사용하였다. 동일한 OFDM 개수를 사용할 경우 여분 대역폭을 추가한 확장 대역폭 시스템이 OFDM 길이가 짧기 때문에 Doppler 에 대한 영향을 적게 받는 것을 확인할 수 있다.

변조 방식 및 코드율(code rate)에 따른 전송 용량 R_{bt} 은 다음 식과 같이 계산할 수 있다.

$$R_{bt} = \frac{T_U}{(T_U + T_\Delta)} \times BW_e(Hz) \times R_{a,b} \quad (1)$$

여기서 T_U 는 OFDM 데이터 심볼 길이, T_Δ 는 보호 구간 길이, BW_e 는 사용 대역폭, $R_{a,b}$ 는 a -QAM 변조, b 의 코드율을 사용하였을 경우의 스펙트럼 효율을 나타낸다. 64-QAM(quadrature amplitude modulation), 코드율 2/3 의 전송률 $R_{64,2/3} = 3.99$ bps/Hz 이며 [4], 이 경우 30.44MHz 의 전송 용량은 약 117.8 Mbps, 43.03MHz 의 전송 용량은 약 166.5 Mbps 이다. 256-QAM 을 사용하는 현재의 방송시스템은 송신기 당 40Mbps 의 전송 용량을 가지므로 4 개 방송사의 전송 용량은 160 Mbps 이며, 43.03 MHz 를 사용하는 확장 대역폭 전송 방식을 사용할 경우 현재 방송시스템과 유사한 전송 용량을 가진다. 또한, 256-QAM 보다 차수가 낮은 64-QAM 을 사용하기 때문에 전력 사용 감소 효과도 발생한다.

III. 결론

본 논문에서는 저비용 방송망 구축을 위하여 확장 대역폭 전송 기법에 대한 연구를 진행하고, 여분의 대역폭을 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우에 대한 BER(bit error rate) 성능 및 전송 용량을 비교 분석하였다. 확장 대역폭을 사용할 경우 주파수 할당 후 여분의 대역폭이 존재하며, 이 대역폭을 사용하여 변조 차수를 낮추더라도 현재의 방송 시스템과 유사한 166.5 MHz 의 전송 용량을 도출할 수 있다. 또한, 변조 차수를

표 1. 모의실험 사용 파라미터

Parameter	With extra BW	Without extra BW
Bandwidth (MHz)	43.03	30.44
Num of carriers	13633	13633
Elementary period (μ s)	0.027	0.0193
OFDM symbol duration (μ s)	448	316.8
Carrier spacing (Hz)	2232	3156

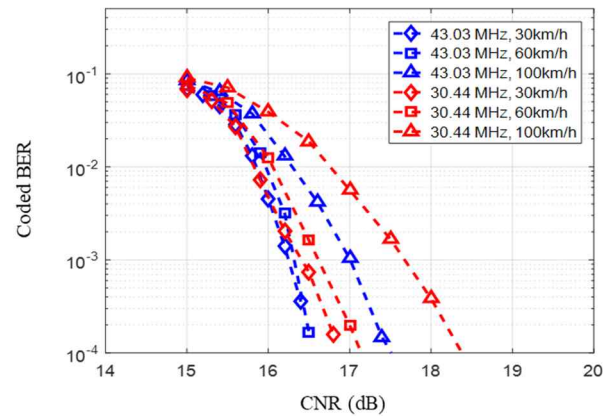


그림 3. 모의 실험 결과

낮추기 때문에 요구 CNR 이 감소되고 이로 인하여 전력 사용량이 감소하여 추가적인 비용 절감이 발생할 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2017 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00081, 초고품질 UHD (UHQ) 전송기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] Digital Video Broadcasting(DVB), Terms of Reference for a TM Feasibility Study Mission on Wideband reuse-1 (WiB), TM5452r1, January 2017
- [2] E. Stare, J.J. Gimenez, P. Klenner, "WiB - a new system concept for digital terrestrial television(DTT)," Proceeding of IBC 2016 Conference, pp. 41, September 8-12, 2016
- [3] JaeHwui Bae, Jae-Hyun Seo, YoungSu Kim, Jae-Young Lee, Namho Hur, Heung Mook Kim, "Research on scalable bandwidth transmission for digital terrestrial TV broadcasting," Proceeding of ICTC2017, pp1093-1096, Oct. 18, 2017
- [4] ETSI, Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), ETSI TS 102 831 v1.2.1, August 2012