

실감형 사이니지 네트워크를 위한 적응형 전송 기법

노재현, 김종광, 이원석, *송형규
 세종대학교 uT 통신연구소

ilovebisu@nate.com, jongkwang91@naver.com, scu008@nate.com,
 *songhk@sejong.ac.kr

Adaptive Transmission Scheme for Immersive Signage Network

Jae-Hyun Ro, Jong-Kwang Kim, Won-Seok Lee, *Hyoung-Kyu Song
 uT Communication Research Institute, Sejong University

요 약

본 논문에서는 IoS (Internet of Signage) 환경에서 실감형 데이터 전송을 위한 상황 인지 기반 적응형 전송 기법을 적용하고 이를 분석한다. 사이니지 네트워크 환경에서는 임의적인 다중 경로 페이딩, 간섭 등과 같은 왜곡 요소가 존재할 수 있기 때문에 이를 대처하기 위해 무선 송신기에서는 채널 환경에 대한 인지 이후, 그에 따른 MCS (Modulation and Coding Scheme)를 선정 및 안테나 기법을 선정한다. MCS 및 안테나 기법 선정을 위해 무선 송신기에서는 사전에 알고 있는 통계적인 SNR (Signal-to-Noise Ratio) 값을 통해 문턱값을 계산하고, 수신 사이니지로부터 얻은 CSI (Channel State Information)와의 크기 비교를 한다. 시뮬레이션 결과에서는 상황 인지를 기반으로 매 순간 최적의 전송률을 달성할 수 있음을 볼 수 있다.

1. 서론

최근 들어 디지털 사이니지는 백화점, 지하철 등의 공공 장소에서 고객 만족 수준을 높이기 위해 광고용으로 사용되고 있다. 디지털 사이니지는 고객 맞춤형 광고를 위해 광고 저장 및 전송 장치 그리고 디스플레이로 구성되어 있다 [1, 2]. 이러한 디지털 사이니지는 기존의 네트워크 환경처럼 특정 영역에 다수가 공존하여, 사이니지 네트워크 환경에서 IoS (Internet of Signage)를 형성할 수 있다. 공공 장소와 같은 사이니지 네트워크 환경에서는 다중 경로 페이딩, 간섭 등이 존재하여, 미디어 재생 품질에 극심한 영향을 끼칠 수 있어 재생 품질을 높여 실감성을 증가시키는 것이 필수적인 요구 사항이다. 이를 위해 본 논문은 해당 채널 환경에서 상황 인지를 기반으로 한 무선 송신기에서의 실감형 데이터 전송 기법을 적용하고 분석한다. 실감형 데이터 전송을 위한 전송 구조는 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 기반으로 한다. OFDM 전송 방식은 다중 반송파 전송 방식 중 하나로서 다수의 직교하는 부반송파를 동시에 전송한다. OFDM 전송 방식의 주된 이점은 기존의 다중 반송파 전송 방식에 비해 높은 주파수 효율을 지니고, 심볼 간 간섭 및 채널 간 간섭에 매우 효율적으로 대처할 수 있다 [3, 4]. 또한, 무선 송신기에서 상황 인지에 따른 적응형 데이터 전송을 위해 사이니지에서 추정된 채널 정보를 기반으로 한다. 여기서는 무선 송신기에서 수신한 CSI (Channel State Information)를 기반으로 품질이 좋다고 판단되면, 무선 송신기에서는 높은 부효율과 공간 다중화 기법을 사용하고, 반대로 품질이 좋지 않다고 판단되면, 무선 송신기에서는 낮은 부효율과 공간 다이버시티 기법을 사용하여 전송한다. 그러나 변조 차수는 높은 전송률을 위하여, 낮은 품질의 채널 환경에서도 높은

차수를 이용한다. 이는 부효율만으로도 신뢰성을 개선시킬 수 있기 때문이다.

2. 사이니지 채널 환경 모델

그림 1 은 사이니지 채널 환경에서의 송수신 모델을 나타낸다. 그림 1 에서 무선 송신기는 OFDM 변조를 통해 데이터를 전송하고, 해당 사이니지는 다중 경로 페이딩과 잡음의 영향으로 왜곡된 신호를 수신한다. OFDM 수신기에서 FFT (Fast Fourier Transform) 이후의 복소 기저대역 수신 신호 \mathbf{Y} 는 다음과 같이 간단히 표현할 수 있다.

$$\mathbf{Y} = \mathbf{H}\mathbf{X} + \mathbf{Z}, \quad (1)$$

여기서 \mathbf{X} 는 무선 송신기에서의 복소 OFDM 기저대역 전송 신호, \mathbf{H} 는 복소 레일리 페이딩 채널 그리고 \mathbf{Z} 는 평균이 0 이고 평균 전력이 σ^2 인 복소 AWGN (Additive White Gaussian Noise)를 나타낸다.

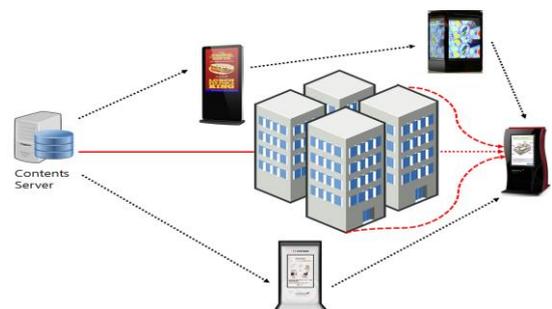


그림 1. 사이니지 채널 환경에서의 송수신 모델

3. 실감형 데이터 전송 기법

본 논문에서는 실감형 데이터 전송을 위하여, IEEE 802.11a 에서 사용된 파라미터들을 참조하며, 이는 표 1 에 제시되어 있다 [5].

표 1. IEEE 802.11a 파라미터

파라미터	값 혹은 기법
변조 기법	BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
부호율	1/2, 2/3, 3/4
대역폭	20 MHz
심볼 주기	4 μs
보호 구간	0.8 μs
총 부반송과 개수	52

IoT 환경에서 적응형 데이터 전송을 위하여, 전체 전송 단계는 MCS (Modulation and Coding Scheme) 및 안테나 기법 선정을 위한 2 개의 문턱값 계산, 프리앰블 전송을 통한 SNR (signal-to-noise ratio) 추정 그리고 추정된 SNR 값과 문턱값과의 비교를 통한 MCS 와 송신 안테나 기법 선정 순으로 구성된다. 2 개의 문턱값 계산을 위하여, 무선 송신기에서는 사전에 알고 있는 여러 개의 통계적인 SNR 값들을 이용한다. 무선 수신기에서 N 개의 통계적인 SNR 값을 알고 있을 때, 이를 크기가 작은 순으로 정렬하면, 정렬된 SNR 벡터 \mathbf{S} 는 다음과 같다.

$$\mathbf{S} = [S_1 \ S_2 \ \dots \ S_N]. \quad (2)$$

식 (2)에서 추출한 문턱값 벡터 $\boldsymbol{\eta}$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$\boldsymbol{\eta} = [\eta_1 \ \eta_2] \quad (3)$$

여기서 $\eta_k, k=1,2$ 는 $\eta_k = S_{p,k}$ 를 만족하는 값으로서 $p = \lceil N/3 \rceil$ 이며, $\lceil \cdot \rceil$ 는 버림 연산자를 나타낸다.

이후에, 프리앰블을 통해 추정된 SNR 값 \hat{S} 와 $\boldsymbol{\eta}$ 벡터의 원소들과 크기 비교를 통해 표 2 와 같이 MCS 와 안테나 기법을 선정하여 전송한다.

표 2. MCS 및 안테나 기법 파라미터 선정 방법

범위	기법
$\hat{S} < \eta_1$	변조: 64-QAM, 부호율: 2/3, 안테나 기법: 공간 다이버시티
$\eta_1 \leq \hat{S} < \eta_2$	변조: 64-QAM, 부호율: 3/4, 안테나 기법: 공간 다이버시티
$\hat{S} > \eta_2$	변조: 16-QAM, 부호율: 3/4, 안테나 기법: 공간 다중화

이와 같이 추정된 SNR 을 문턱값과의 비교를 통해, 변조 기법, 부호율 그리고 안테나 기법을 달리하여 전송하므로 채널 환경을 효율적으로 이용할 수 있다. 그림 2 는 사이니지 채널 환경에서 앞서 언급된 상황 인지에 따른 실감형 적응형 전송 기법을 보여준다.

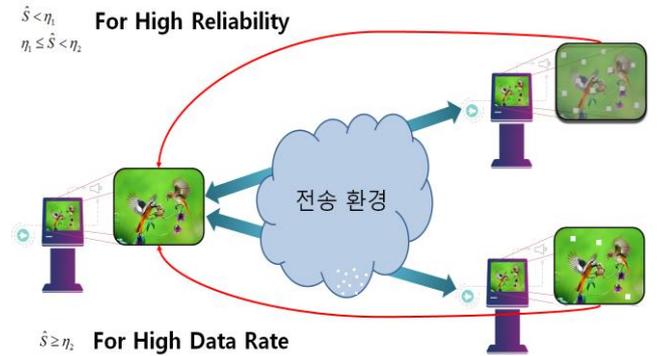


그림 2. 사이니지 채널 환경에서 상황 인지 기반 적응형 전송

4. 시뮬레이션 결과

본 시뮬레이션 결과에서는 상황 인지에 따른 적응형 전송 기법의 BER (Bit Error Rate)과 throughput 성능을 보인다. 시뮬레이션에 사용된 채널 환경은 7 개의 다중 경로가 존재하는 레일리 페이딩이며, 사용된 송신 파라미터는 표 1 과 표 2 를 기반으로 한다. 또한, 여기서는 BER 과 throughput 의 한계치를 보기 위하여, 채널 환경은 매 시뮬레이션마다 임의적으로 발생시키되 완벽 채널 추정을 가정하고 진행하였다. 본 적응형 전송 기법의 성능 타겟은 일정 SNR 이상부터 BER 성능은 10^{-3} 이하이고, throughput 성능은 항상 최대치를 달성하는 것이다.

그림 3 은 사이니지 채널 환경에서 상황 인지 기반 적응형 전송 기법의 BER 성능을 나타낸다. 그림 3 에서 낮은 SNR (약 0dB 부터 21dB 까지)에서는 높은 신뢰성을 위하여, 낮은 부호율 혹은 공간 다이버시티 기법이 사용되어 높은 BER 성능을 지니는 것을 볼 수 있다. 반면에, 높은 SNR (약 21dB 이후)에서는 높은 전송률을 위하여, 높은 부호율과 공간 다중화 기법이 사용되었다. 그러나 이로 인해 기존의 공간 다이버시티 기법보다 낮은 BER 성능을 지니는 것을 볼 수 있다.

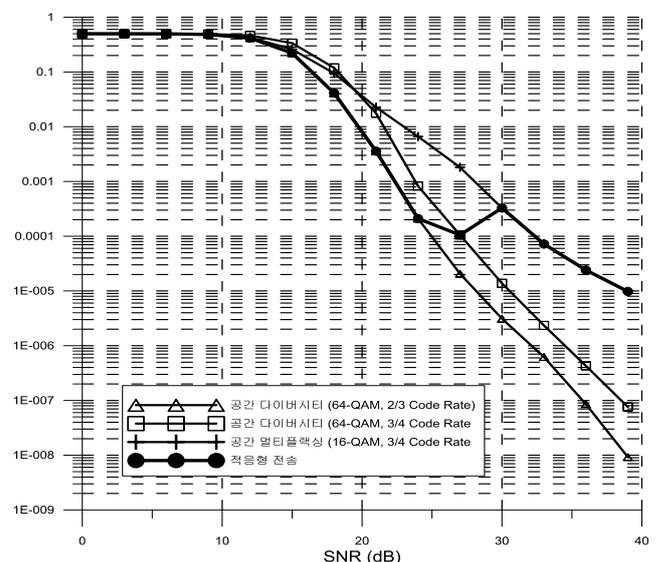


그림 3. 상황 인지 기반 적응형 전송 기법의 BER 성능

그림 4 는 사이니지 채널 환경에서 상황 인지 기반 적응형 전송 기법의 throughput 성능을 나타낸다. 그림 4 에서 적응형 전송 기법의 throughput 은 거의 모든 SNR 구간에서 다른 기법들보다 항상 높다. 이는 상황 인지를 기반으로 매 순간 최적의 파라미터를 선정하였기 때문이다. 이를 통해 SNR 40dB 에서 최대 72Mbps 의 throughput 을 달성할 수 있음을 볼 수 있다.

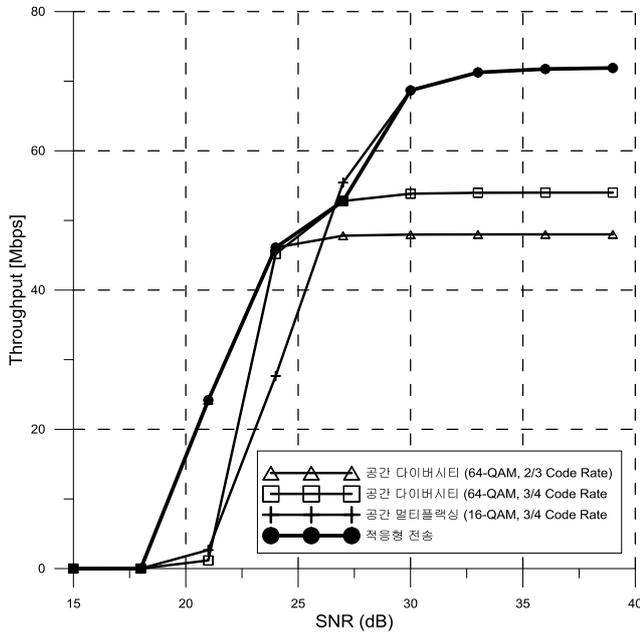


그림 4. 상황 인지 기반 적응형 전송 기법의 throughput

5. 결론

본 논문에서는 IoS 환경에서 실감형 데이터 전송을 위한 상황 인지 기반 적응형 전송 기법을 제안한다. 적응형 전송을 위하여, 무선 송신기에서는 상황 인지를 통해 수신한 CSI 를 기반으로 MCS 및 안테나 기법을 선정하여 전송한다. 이를 선정하기 위해 무선 송신기에서는 사전에 알고 있는 통계적 SNR 값을 토대로 2 개의 문턱값을 계산하고 추정된 SNR 값을 문턱값과 비교한다. 시뮬레이션 결과에서는 거의 모든 SNR 구간에서 최고의 throughput 을 달성함을 볼 수 있었다. 따라서, 본 전송 기법을 통해 IoS 환경에서 실감형 데이터 전송을 실현할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2017 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00217, 투명도와 레이어 가변형 실감 사이니지 기술 연구).

*교신저자 : 송형규

참고 문헌

- [1] 노광현, 황호영, 김승천. "디지털 사이니지와 스마트폰의 연동을 통한 개인 맞춤형 모바일 광고 서비스 연구," 한국인터넷방송통신학회 논문지, vol. 14, no. 1, pp. 139-146, February 2014.
- [2] 이동우, 이학재, 고규천, 나중화. "무선 네트워크를 이용한 디지털 사이니지에 대한 연구," 한국향행학회논문지, vol. 15, no. 3, pp. 412-418, June 2011.
- [3] Y.S.Cho, J.K.Kim, and W.Y.Yang. "MIMO-OFDM wireless communications with MATLAB," John Wiley & Sons, 2010.
- [4] Heiskala, Juha, and J. Terry Ph D. "OFDM wireless LANs: A theoretical and practical guide," Sams, 2001.
- [5] IEEE 802.11 Working Group. "Part11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications." ANSI/IEEE Standard 802.11, 1999.