

페이딩 채널에서 사물인터넷을 위한 split-channel two-tone OOK 기법

이건호 · 이의수 · 정의림*

한밭대학교

A Split-channel Two-tone OOK Scheme Considering IoT Communication System in Fading Channel

Gun-ho Lee · Eui-soo Lee · Eui-rim Jeong*

Hanbat University

E-mail : rjsg4100@gmail.com / euisoo28@gmail.com / erjeong@hanbat.ac.kr

요 약

본 논문에서 제안하는 split-channel two-tone OOK 기법은 페이딩 채널 환경에서 사물인터넷의 통신 성능을 향상시킬 수 있다. 두 개의 톤 신호의 간격을 이격시킴으로써 주파수 다이버시티 효과를 얻어 페이딩 채널에서 8dB의 성능 이득을 얻을 수 있다. 또한 주파수 다이버시티 기법으로 인해 발생하는 채널 대역폭 효율 저하 문제를 split-channel 기법을 사용하여 다른 사용자에게 잔여 주파수채널을 할당함으로써 대역폭 효율 저하를 방지할 수 있다.

ABSTRACT

The split-channel two-tone OOK method proposed in this paper can improve the communication performance of IoT in fading channel environment. The frequency diversity effect can be obtained by separating the interval of the two tone signals, and a performance gain of 8 dB can be obtained in the fading channel. In addition, by using split-channel, the problem of degradation of the channel bandwidth efficiency caused by the frequency diversity technique can be prevented, thereby reducing the bandwidth efficiency by allocating the remaining frequency channels to other users.

키워드

주파수 다이버시티, 페이딩 채널, Tone spacing, split-channel

1. 서 론

본 논문에서는 사물인터넷의 단말기가 페이딩 채널 환경에서 통신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 split-channel two-tone OOK(On Off Keying) 기법을 제안한다. 사물인터넷 단말기의 경우 배터리 수명과 단가 문제로 부족한 자원을 가지고 모뎀 설계를 한다. 이를 위해서는 송수신기의 구조가 간단하며, 전력소모를 최소화해야 한다. 일반적으로 페이딩 채널에서의 에러와 왜곡을 보정

하기 위하여 등화기를 사용한다.[1] 등화기에 따라 복잡도의 크기는 다르지만 사물인터넷 단말기에 사용하기에는 적합하지 않다. 송수신기의 구조의 복잡도를 줄이고, 페이딩 채널 환경에서의 통신 성능을 보장하기 위해서 한 채널에서의 두 개의 톤 신호의 간격을 벌려 주파수 다이버시티 효과를 얻는 기법을 사용한다.[2] 송수신기에서는 두 개의 톤 신호(two-tone)를 서로 다른 주파수로 전송한다. 이는 BFSK(Binary Frequency Shift Keying) 변조 방식과 동일하다 볼 수 있다. OOK 변조 방식 송수신기의 경우 해당 주파수 대역에서 신호의 유무에

* corresponding author

따라 변조를 수행하여 전송한다. OOK 변조 방식 수신기 입장에서도 동일하다. BFSK 송신기의 경우 2개의 서로 다른 주파수에 신호의 정보를 담아 전송한다. BFSK수신기의 경우 수신된 두 주파수에 각각 해당하는 대역통과필터를 통과한 신호를 받아 복조를 수행한다. two-tone OOK의 경우 BFSK 변조 방식보다 두 개의 톤 신호의 간격을 훨씬 이격시켜 전송하는 방식이다. 두 개의 톤 신호를 이격시킴으로써 주파수 다이버시티 효과를 얻어 페이딩 채널 환경에서 성능 이득을 볼 수 있다. 하지만 이와 같은 방식은 채널 대역폭 효율이 저하된다. 채널 대역폭 효율 저하 문제를 해결하기 위해서 split-channel을 제안한다. split-channel은 멀리 이격된 두 개의 톤 신호 사이에 다른 채널을 할당하여 다른 사용자에게 해당 주파수를 사용하게 함으로써 대역폭 효율 저하 문제를 해결 하였다.

II. Split Channel two-tone OOK 기법

본 논문에서 제안하는 Split Channel Two-Tone OOK 기법은 주파수 다이버시티 효과를 얻어 페이딩 채널 환경에서 모뎀의 통신 성능 이득을 볼 수 있다. 주파수 다이버시티의 효과를 얻기 위해서는 동일 채널에서의 두 신호의 톤 간격을 일정 범위 이상으로 이격시켜야 한다.

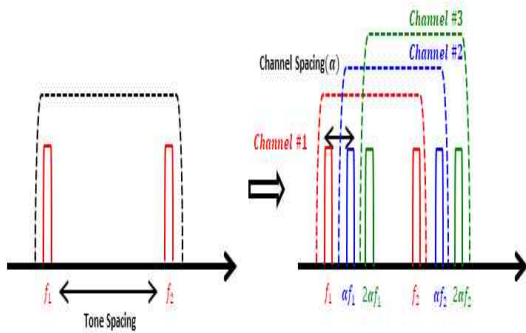


그림 1. Split-Channel two-tone OOK 기법

위 그림은 split-channel two-tone OOK 기법으로 채널 대역폭의 효율을 저하시키지 않으면서 주파수 다이버시티 효과를 얻어 페이딩 채널 환경에서 통신 성능을 개선시킨다. Channel spacing의 경우 채널과 채널 사이의 폭을 의미하며, Tone spacing은 한 채널에서 두개의 톤 신호의 폭을 의미한다. Split-channel 기법을 이용하여 송신 신호를 다이버시티 기법으로 전송함으로써 수신기의 복잡성 증가를 방지하는 긍정적 효과와 반대 부수적으로 생기는 채널 대역폭 효율성 저하의 문제점을 해결 할 수 있다. Tone spacing사이의 주파수를 다른 사용자에게 할당함으로써 채널 대역폭 효율 저

하를 방지할 수 있다. Tone spacing의 폭에 따라 서로 다른 다수의 사용자에게 각각의 다른 채널을 할당 할 수 있는 채널의 수가 정해진다. 다음과 같은 방법을 통하여 채널 대역폭의 효율을 저하시키지 않고 주파수 다이버시티 효과를 얻을 수 있다. 또한 ISI(Inter Symbol Interference)간섭을 방지 할 수 있다.

III. 성능 시뮬레이션 환경

표 1. 시뮬레이션 환경

전송속도	250Kbps
확산이득	1, 4, 16, 64
반송파 주파수	900MHz
채널환경	fading channel
Tone Spacing	2MHz

페이딩 채널 환경 중에서 ITU indoor-outdoor, ITU outdoor-outdoor channel, ETU(Extended Typical Urban Model)3GPP channel에 대하여 시뮬레이션을 진행하였다.

IV. 성능 시뮬레이션 결과

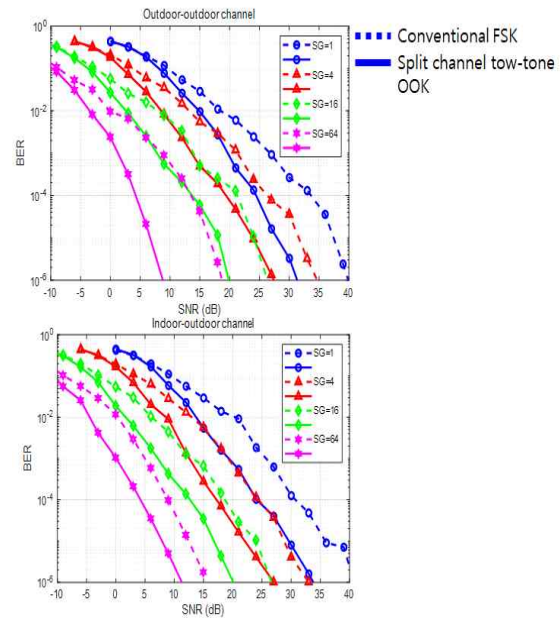


그림 2. ITU indoor-outdoor, outdoor-outdoor 채널 BER 성능 시뮬레이션

위 그래프는 페이딩 채널 환경에서 제안하는 기법을 통한 BER 성능 이득을 보여준다. 확산이득 크기에 따라 일반적인 FSK 변조방식과 제안하는 Split-channel two-tone OOK 기법의 성능차이를 비교하였다. ITU indoor-outdoor 채널에서는 약 5dB의 성능 이득을 보인다. SNR이 떨어지는 상황에서는 성능이득이 다소 감소되는 경향을 보인다. ITU outdoor-outdoor 채널에서는 약 8dB의 성능 이득을 보여준다. ITU outdoor-outdoor 채널에서는 SNR이 떨어지는 상황에서도 성능이득이 감소되는 경향이 없다.

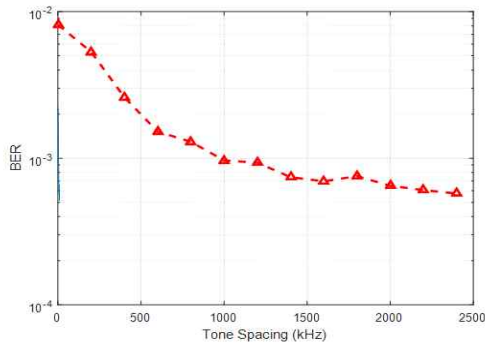


그림 3. Tone spacing에 따른 BER 성능 시뮬레이션

위 그래프는 SNR(signal noise ratio) 값을 '20'으로 고정시킨 뒤, 톤 간격에 따른 페이딩 채널 환경에서의 BER 성능을 보여준다. 톤 간격이 500kHz 이상 이격시킬 시 페이딩 채널에서 성능 이득을 볼 수 있다. 톤 간격을 2000kHz(2MHz) 이상 이격시킬 시 얻는 통신 성능 이득의 크기보다 채널 대역폭에 효율 저하에 의한 손실이 크다.

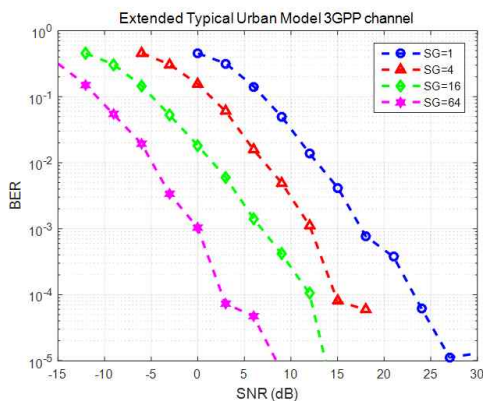


그림 4. ETU 채널에서의 BER 성능 시뮬레이션

위 그래프는 ETU 3GPP 채널에서 BER 성능 시뮬레이션한 결과이다. ETU 채널은 ITU 채널과 같은 페이딩 채널이지만, 도심 환경의 페이딩 채널

을 고려한 채널 모델이다. ETU 3GPP 채널 환경에서의 시뮬레이션 결과도 제공한다.

V. 결 론

본 논문에서 제안하는 split-channel two-tone OOK 기법은 수신기의 구조가 단순함에도 불구하고, 페이딩 채널에서 많은 성능 이득을 가진다. 두 개의 톤 신호의 간격을 적당히 이격시켜 얻은 주파수 다이버시티 효과를 통해 약 8dB의 성능이 향상된다. 사물인터넷 모뎀이 페이딩 채널 환경에서의 통신 성능 열화 문제를 해결 할 수 있을 것이라 생각한다.

References

- [1] Heedong Jang and Yoan ShinR. "compensation of Distortion Using predistorter and Equalizer for OFDM Sstems in Multipath Fading Channels" in Proceedings of the Korean Institute of Communication Sciences Conference, pp. 1,507-1,510, July. 2002.
- [2] A.Nambi Seshadri, Carl-Erik W. Sundberg and Vijitha Weerackody, "Advanced techniques for modulation, error correction, channel equalization, and diversity" in AT&T Technical Journal, volume : 72, pp.48-63. July-Aug. 1993.