
DVB-S2 기반의 전송량 증가를 위한 FTN 기법 연구

김태훈* · 권해찬* · 정지원* · 최명수 · 박희만 · 이성로

*한국해양대학교, 국립목포대학교

A Study of FTN Method for Increasing Throughput based on DVB-S2 System

Tae-hun Kim* · Hae-chan Kwon* · Ji-won Jung* · Choi Myung Su · Park Hee Man · Lee Sung Ro

*Korea Maritime and Ocean University, Mokpo National University

E-mail : kim_tae-hun@hhu.ac.kr

요 약

본 논문은 인접 심볼 간의 간섭(ISI)이 발생하지 않는 최대 데이터 전송률인 Nyquist rate 보다 빠르게 데이터를 전송하는 방법인 Faster than Nyquist(FTN) 을 다룬다. FTN 신호는 인접 심볼 간의 간섭을 일으키지만, 신호대역폭을 유지하면서 비트 전송률을 증가시킨다. 그러므로 FTN 에 의한 ISI 를 보상해주는 것이 필요하다. 본 논문에서는 FTN 신호를 제안하는 BCJR Equalizer 와 Turbo Equalization 을 이용하여 복호한다. BCJR Equalizer 를 이용하여 최대한 인접 심볼 간의 간섭을 복원한 신호를 LDPC 복호기에 입력해주어 복호를 한다. 그리고 이 과정을 반복하는 Turbo Equalization 을 이용해 성능을 높인다. 마지막으로 FTN 신호의 축소 %별로 성능을 비교한다.

ABSTRACT

In this paper, we used FTN(Faster than Nyquist) method that is transmission method faster than Nyquist theory. FTN signaling introduces intersymbol interference(ISI), but increases the bit rate while preserving the signaling bandwidth. Therefore, we need compensating ISI caused by FTN. In this paper, we propose decoding method for FTN signal that using BCJR Equalizer and Turbo Equalization. first ISI of inputted signal is restored by BCJR Equalizer, and then restored signal inputted in LDPC decoder. and repeat the process using the Turbo Equalization improves performance. finally, we shows performance comparison according to reduce percentage of FTN signal.

키워드

FTN(Faster than Nyquist), BCJR 이퀄라이저, LDPC 코드,
Turbo 이퀄라이제이션, ISI(Intersymbol Interference)

I. 서 론

현대사회에서 데이터의 전송률에 대한 요구는 계속 되는 반면 사용 가능한 대역폭은 제한적이다. 그렇기 때문에 우리는 제한된 대역폭 내에서 해결을 해야 한다. 이를 위해 대두되고 있는 방식이 FTN(Faster than Nyquist) 를 이용한 전송 방법이다. 하지만 FTN 방식은 ISI(Inter-symbol Interference) 를 유발한다. 그러므로 ISI 를 해결하기 위해 많은 연구들이 진행되고 있다.

본 논문은 ISI를 해결하기 위해서 BCJR Equalizer 와 Turbo Equalization 을 사용하는 방식을 제안한다. 그리고 FTN 신호의 축소 %별로 성능을 비교한다.

II. F T N (Faster than Nyquist)

Faster than Nyquist (FTN) 전송 방법은 주파수 대역에 의해 주어지는 Nyquist rate 보다 빠르

게 신호를 전송하는 방법이다. 예를 들어 어느 정해진 시간동안 Nyquist rate에 맞추면 10000개의 데이터를 전송한다고 했을 때, FTN 방식을 사용하여 50%로 축소하면 동일한 시간동안 20000개의 데이터를 전송할 수 있다. 그로 인해 필연적으로 인접 심볼 간의 간섭이 발생하게 된다.

다음 그림 1은 Oversampling 된 데이터와 Nyquist rate에 맞게 전송되는 데이터, 그리고 FTN을 적용하여 빠르게 보내는 데이터를 나타낸다.

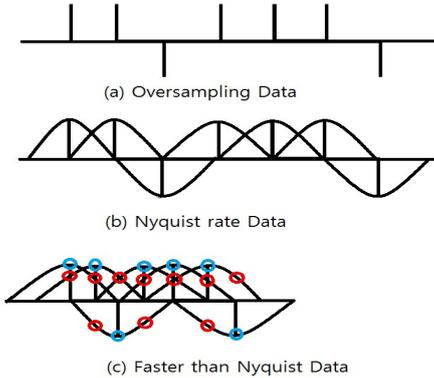


그림 1. Oversampling, Nyquist rate, FTN 데이터

그림 1-(b)를 보면 Nyquist rate에 맞추게 되면 인접 심볼 간의 간섭이 생기지 않는 것을 알 수 있다. 하지만 그림 1-(c)에서는 FTN으로 인해 인접 심볼들이 서로 영향을 주어 데이터의 Decision 시점마다 그림의 빨간 동그라미로 표시된 부분이 원 데이터에 첨가 되게 되어 데이터가 일그러지게 된다. 그러므로 우리는 이와 같은 인접 심볼 간의 간섭(ISI)을 해결해야한다. 그 방법은 다음 3장에서 설명한다.

III. 제안하는 방법

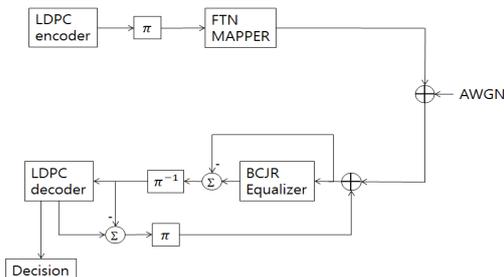


그림 2. BCJR Equalizer와 Turbo Equalization을 포함한 부복호기 구조

위 그림 2는 인접 심볼간의 간섭(ISI)을 해결하기 위해 제안하는 방식의 구조이다.

여기서 FTN MAPPER는 송신하려는 데이터를 FTN 축소 %별로 FTN에 의한 ISI를 첨가 시키

는 부분을 의미한다. FTN 된 신호는 AWGN (Additive White Gaussian Noise) 채널을 통과하여 수신된다. 수신된 신호는 ISI를 보상하기 위한 BCJR Equalizer에 입력되고 Equalizer의 출력은 LDPC decoder로 입력된다. 그리고 성능의 향상을 위해 Turbo Equalization 방식을 이용하여 반복한다.

IV. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 파라미터는 다음과 같다. LDPC coding rate 1/2, 총 데이터량은 1004400(약 100만개), 필터는 roll of factor가 0.35인 SRRC 필터를 사용했다. 그리고 반복수는 시뮬레이션 결과 최적이었던 inner iteration (LDPC decoder) 60회, outer iteration (Turbo Equalization) 4회로 고정하였다.

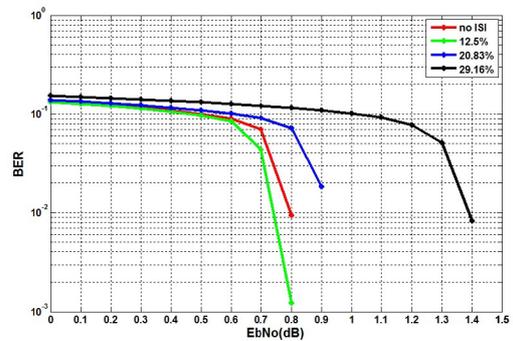


그림 3. FTN 된 신호가 직접 LDPC decoder에 입력될 때의 축소 %별 성능

기존의 ISI가 발생하지 않는 Nyquist rate에 맞춘 시스템의 경우 0.9dB에서 완벽한 데이터를 복호하였고, FTN 신호가 직접 LDPC decoder에 입력되어 복호하면 %별로 12.5%일 때 0.9dB, 20.83%일 때 1.0dB, 29.16%일 때 1.5dB에서 완벽한 데이터를 복호하였다.

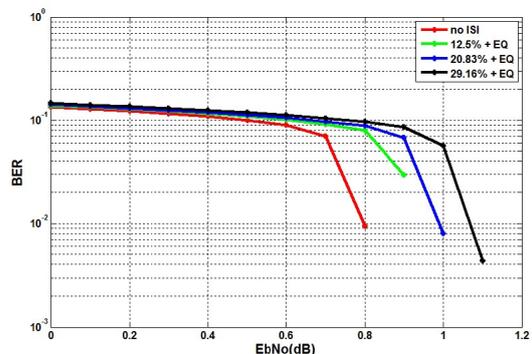


그림 4. 제안하는 구조에서의 축소 %별 성능

제안하는 구조를 이용하면, 12.5%일 때 1.0dB, 20.83%일 때 1.1dB, 29.16%일 때 1.2dB 에서 완벽한 데이터를 복호하였다. 이 결과에서 알 수 있듯이 대략 20%이하의 FTN 신호의 경우에는 우리가 제안하는 구조가 아니라 LDPC decoder 에 직접 입력하는 것이 제안하는 구조를 사용하는 것보다 0.1dB 가량 성능이 좋았고, 그 이상 %의 FTN 신호에서는 BCJR Equalizer 를 사용하게 되면 성능향상에 도움이 되었다.

V. 결 론

FTN 을 사용하면 데이터를 전송할 때 필연적으로 ISI 가 발생하게 된다. 이러한 ISI의 효과를 보상하기 위해서 제안하는 구조의 효과는 ISI 가 적게 나타나는 낮은 %의 FTN 신호의 경우 Equalizer 가 없어도 기존의 Nyquist rate 에 맞춘 시스템의 BER 성과 큰 차이가 없었고, 29.16 %의 FTN 신호의 경우 Equalizer 가 없이 LDPC decoder 로 직접 입력되면 기존의 Nyquist rate 에 맞춘 시스템에 비해 0.6dB 의 성능 차이가 났고, 제안하는 시스템을 적용하면 성능의 차이를 0.3dB 로 보완할 수 있음을 보였다. 즉, 본문에서 제안하는 기법은 어느정도 높은 %의 축소를 하였을 때 효과가 작용한다는 것을 의미한다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-H0301-13-2005), 본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고문헌

- [1] "J. E. Mazo, "Faster than Nyquist signaling" Bell Syst. Tech. J., vol. 54, pp. 1451-1462. Oct. 1975.
- [2] C. Douillard et al., "Iterative correction of intersymbol interference: turbo equalization", Eur. Trans. Telecommun., vol. 6, pp. 507-511, Sep./Oct. 1995.
- [3] 송동신, 조준호 " Effect of random interleaver for convolutional coded faster than nyquist transmission over gaussian channels" , in Proc. 2008 한국 통신학회 추계 종합학술발표회, 서울, 대한민국, Nov. 2008..