

# 채널 등화 향상을 위한 변형된 ATSC DTV 프레임 구조와 성능 분석

\*강은수 \*\*한동석

경북대학교

\*kesno1@ee.knu.ac.kr \*\*dshan@ee.knu.ac.kr

## Modified ATSC Frame Structure for Equalization and Its Performance Analysis

\*Kang, Eun Su \*\*Han, Dong Seog

Kyungpook National University

### 요약

기존 ATSC 시스템의 시간영역 채널 추정에는 많은 탭을 사용하고 복잡도가 높지만 OFDM과 같이 보호구간을 이용하여 주파수 영역 등화기를 사용하면 복잡도를 낮추면서 정확한 채널 보상이 가능하다. 본 논문은 ATSC 시스템의 프레임에 보호구간을 삽입하여 주파수 영역 채널 등화를 제안하였다. 또한 DTV 수신기의 성능을 확인하기 위해 브라질 채널을 이용하여 컴퓨터 모의실험을 통해 성능을 확인하였다.

### 1. 서론

단일 반송파 기반의 기존 ATSC 시스템에서는 다중경로채널에서의 채널 등화를 위해, 시간 축에서 동작하는 적응 필터인 DFE (decision feedback equalizer)를 이용한다. 그러나 DFE는 긴 지연 시간을 가지는 다중 경로나 열악한 주파수 선택적 페이딩을 가지는 채널을 정확하게 등화하기 위해 많은 탭을 필요로 한다. 또한 필터의 계수를 계속 업데이트로 인해 복잡도가 증가하게 된다. 이러한 이유로 기존 ATSC 시스템의 채널 등화부는 복잡도를 낮추면서 우수한 성능을 가진 연구가 활발히 진행 되었다. 반면에, 다중 반송파 기반의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 시스템은 보호구간이 존재하여 하나의 탭을 이용하여 주파수 영역에서 등화기를 구성할 수 있다. 그 결과 ATSC와 비교하여 채널 등화를 간단히 수행하는 장점을 가진다. 본 논문은 기존의 ATSC의 프레임에 주파수 영역 등화를 하여 간단하고 정확한 채널 등화를 고려하였다. 이를 위하여 보호구간을 기존의 ATSC 프레임에 삽입하여 변형을 하였으며 이를 기존의 DFE와 컴퓨터 시뮬레이션으로 비교하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장의 기존의 ATSC 시스템에서의 등화방법에 이어 3장에 제안하는 등화 알고리즘과 4장의 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 결과를 보여주며 마지막으로 5장에 결론을 맺는다.

### 2. 기존의 ATSC 시스템 등화 방법

DTV 수신기에서 수신하는 신호는 일반적으로 다중 경로에 의해 왜곡이 되고 이는 심볼간 간섭 현상으로 나타난다. ATSC DTV 시스템에서는 크기에 정보를 실어 보내기 때문에 심볼간 간섭이 수신성능에 큰 영향을 미칠 수 있다. 이를 보상하기 위해서, ATSC DTV 수신기에서는 채널 등화기로 DFE를 사용해 왔다.

이러한 DFE의 DTV 수신기에서의 사용에 대해 알아보기 위해서는 ATSC 표준안에 제시된 송신 데이터 프레임 구조를 살펴볼 필요가 있다. 그림 1은 VSB 데이터 프레임 구조를 보여주고 있다.

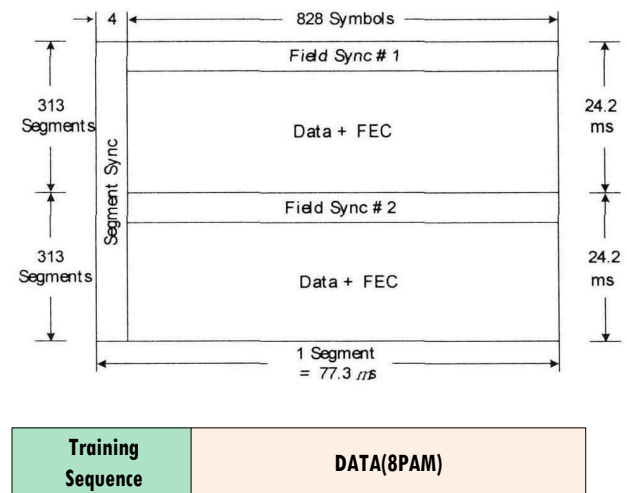


그림 1 ATSC의 프레임

하나의 ATSC 데이터 프레임은 2개의 데이터 필드로 구성되어 있다. 데이터 필드는 313개의 세그먼트로 구성되며 첫 번째 세그먼트는 수신기에서 동기화 및 등화를 위한 훈련열이 있는 필드 동기 세그먼트이며 나머지 312개는 데이터 세그먼트이다. 각 데이터 세그먼트는 828 심볼로 구성되어 있는데, 처음 4개의 심볼은 2레벨의 세그먼트 동기 심볼로 구성되어 있으며, 나머지 828 심볼은 8 레벨의 송신 데이터 심볼이다. 필드 동기 세그먼트에는 송, 수신기 사이에 약속된 심볼로 수신기에서의 채널 등화를 위한 훈련열

(training sequence)로 사용된다[1]. 펄드 동기 세그먼트는 훈련열에 LMS(least mean square) 혹은 RLS(recursive leastsquare) 등의 적응 알고리즘을 이용하여 등화한다. LMS 알고리즘은 RLS 알고리즘과 비교하여 구현이 간단하고 적은 계산량을 가지지만 수렴 속도가 느리다는 단점이 있다. RLS 알고리즘은 LMS 알고리즘보다 수렴 속도는 빠르지만 계산량이 많다[2].

### 3. 제안 등화 알고리즘

주파수 영역의 등화를 하기 위해서는 주파수 특성을 알 수 있도록 프레임이 구성되어야 한다. 제안하는 알고리즘은 기존의 ATSC 시스템의 프레임을 그림 2와 같이 구성한다. 그림2의 프레임 구성은 OFDM의 CP(cyclic prefix)와 같이 정해진 구간의 뒷부분을 복사하여 ATSC의 CP로 사용하도록 하였다. 수신기의 제안된 알고리즘은 그림3과 같다. PN코드를 사용한 시퀀스와 8PAM을 사용한 데이터를 분리하여서 각각 FFT를 하여 주파수 등화를 하게 된다. PN 코드를 이용한 시퀀스는 우리가 이미 알고 있는 신호이므로 주파수 영역의 특성을 정확히 알 수 있다. 또한 트레이닝 시퀀스가 수신될 때마다 추정된 채널을 누적 시키면 좀 더 채널을 정확히 추정 할 수 있으며 이를 데이터가 주파수영역에 등화를 하는데 사용하도록 하였다. 그림3은 위에서 설명한 제안된 알고리즘에 대하여 블록도로 나타내었다.



그림2. 제안 알고리즘 프레임 구조

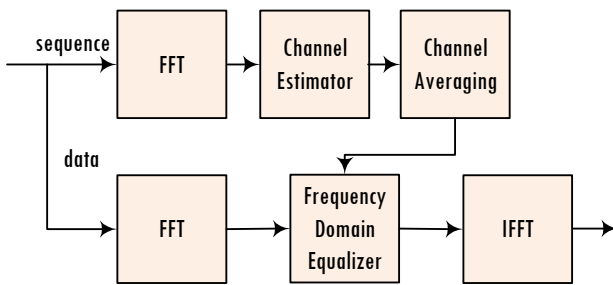


그림3. 제안 알고리즘 블록도

### 4. 실험결과

제안한 알고리즘을 비교하기 위하여 기존의 ATSC 시스템과 제안된 주파수 영역 등화기의 성능을 검증하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션에서는 총 100,000개의 심볼을 사용하였으며 기존의 시간영역 LMS-DFE와 성능 비교를 하였다. 심볼로는 8PAM을 사용하였으며 보호구간은 1/4로 하였으며 FFT 포인트는 2048로 하였다. 기존 LMS-DFE는 데이터 전 구간에서 등화기 갱신이 수행되며. 주파수 영역 등화기는 FFT를 할 때 등화를 하도록 탭을 갱신하였다. 시뮬레이션에 사용된 채널은 브라질 채널 A와 C를 사용하였으며 채널의 특성을 표1에 나타내었다. 그림 4는 기존의 LMS-DFE 알고리즘과 제안알고리즘의 성능을

나타내고 있다. 브라질 채널 A에서는 기존 알고리즘과 제안알고리즘 모두 등화기가 작동하여 약 27dB에서  $10^{-4}$ 를 만족하며 제안 알고리즘의 성능이 기존 알고리즘보다 우수하나 그 차이가 0.5dB

표1. Brazil channel A와 C의 채널 특성

Type		0	1	2	3	4	5
A	Amp	1	0.2045	0.1548	0.1790	0.2078	0.1509
	Amp[dB]	0	-13.8	-16.2	-14.9	-13.6	-16.4
	Delay[us]	0	0.15	2.22	3.05	5.86	5.93
C	Amp	0.7263	1	0.6457	0.9848	0.7456	0.8616
	Amp[dB]	-2.8	0	-3.8	-0.1	-2.5	-1.3
	Delay[us]	0.0000	0.089	0.419	1.1506	2.233	2.799

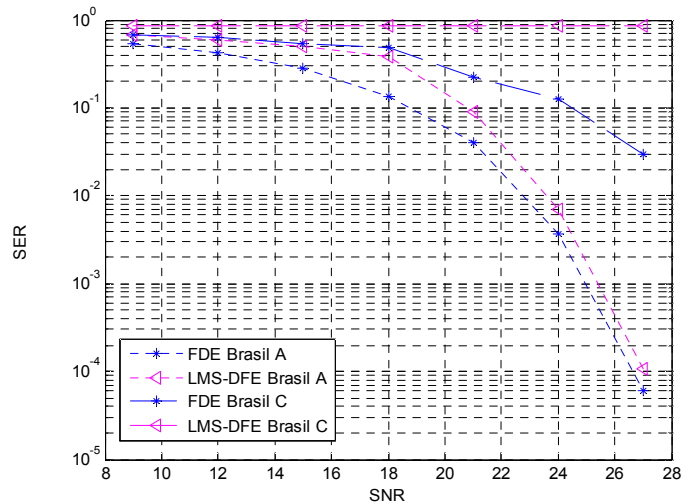


그림 4. 제안알고리즘의 SNR에 따른 심볼 에러율

정도이다. 반면 브라질 채널 C에서는 기존의 알고리즘은 등화가 되지 않고 있지만 제안한 알고리즘은 SNR(signal-to-noise ratio)이 약 24dB에서  $10^{-4}$ 을 만족하며 SNR이 증가할수록 에러가 낮아지고 있음을 볼 수 있다.

### 5. 결론

본 논문에서는 기존의 ATSC 시스템에 보호구간을 삽입하여 주파수 영역 등화 알고리즘을 제안하였다. 제안한 등화알고리즘은 기존의 LMS-DFE 알고리즘과 비교하였다. 제안한 알고리즘은 브라질 채널 C에서 기존의 알고리즘에 비해 우수한 성능을 보여줄 수 있었다. 제안한 알고리즘은 보호구간이 들어감으로 인해 기존의 프레임에 비해 전송율은 떨어지나 주파수영역에서 보상 가능하여 복잡도가 떨어지며 주파수 등화로 인하여 MIMO에 적용 용이하여 다양한 응용을 할 수 있다.

### 참고문헌

[1] ATSC Digital Television Standard, Doc. A/53A, Apr. 2001.  
 [2] Hyoung-Nam Kim, Yong-Tae Lee and Seung Won Kim, "Blind decision feedback equalization for VSB-based DTV receivers," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 48, no.3, pp. 602-609, Aug. 2002.