

# ATSC 8-VSB와 DVB-T COFDM 방식의 성능 비교

김 대 진

전남대학교 공과대학 전자공학과 조교수

## I. 머리말

캐나다의 통신연구센터(Communications Research Centre)에서 ATSC 8-VSB와 DVB-T COFDM 전송시스템의 성능비교에 관한 보고서[1, 2]가 나온 이래 8-VSB와 COFDM에 대한 비교 실험 및 테스트가 미국, 호주, 싱가포르, 브라질 등에서 수행이 되어 발표가 되었고 또한 계획 중인 곳들이 있다. 필드 테스트는 각각의 국가에서 자국의 지형에 따라 어느 정도가 수신이 되는지를 알아보기 위한 것인데, 비교 테스트는 자국의 표준을 결정하기 위한 자료를 수집하기 위한 것이거나 또는 자국에서 선택한 표준의 장단점을 자세하게 분석하기 위한 것이다.

국내에서는 지상파 디지털TV 실험방송전담반에서 국내 표준인 8-VSB에 대하여 필드 테스트 결과를 2000년 8월 31일에 발표하였는데 수신성공률이 NTSC 화질 등급 3과 비교시 DTV 수신성공률이 다소 높게 나오는데 도심지역에서는 다중경로에 의한 영향이 커서 DTV가 NTSC에 비해 수신성공률이 같거나 다소 떨어지는 것으로 발표되었다[3]. 앞으로 지상파 DTV 방송 초기에는 도심지역, 산악지형, 실내수신등에서 생길 수 있는 난시청 현상을 해결하기 위한 노력이 계속되어야 할 것인데 방송사 및 국가 연구기관에서는 중계기를 어디에 설치할 것이냐에 대하여 연구를 하여야 하고 수신기 제조업체에는 수신기의 성능향상을 위하여 노력을 해야 할 것이다.

본 논문에서는 먼저 8-VSB와 COFDM의 이론적인 차이점을 살펴 보면서 단일캐리어와 다중캐리어의 장단점을 정리하고자 한다. 단일캐리어와 다중캐리어의 차이, 파일럿의 형태와 비율, 변조방식의 차이를 살펴보고 이에 대한 전력의 차이, 충격잡음에 대한 강인성, 정적 동적 다중경로에 대한 강인성을 살펴보기로 한다. 그 다음에 피크전력 대 평균전력비, C/N 임계치, 다중경로 왜곡, 이동수신, 단일 주파수 방송망, 충격잡음, 옥내 수신, 수신 안테나, 등의 중요한 항목에 대하여 8-VSB와 COFDM의 비교 테스트를 분석한다. 이 비교

테스트 자료로는 미국 볼티모어에서의 실시한 옥내/옥외 사이트에서의 수신 용이함에 대한 비교[4], 호주의 시드니에서 실시한 필드와 실험실 테스트를 통한 성능비교[5, 6], 싱가포르에서 필드 테스트 비교를 통한 표준 선정[7, 8], 브라질에서의 다중경로의 간섭측정 비교[9] 등의 데이터를 사용한다.

COFDM과 8-VSB와의 비교 분석을 하면 8-VSB의 상대적 단점을 파악할 수 있어 이를 개선할 수 있는 방법에 대하여 연구하고 노력할 수 있는 발판이 될 수 있다. 그래서 도심지역, 산악지형, 실내수신등에서 생길 수 있는 난시청 현상 해결을 위한 연구에 도움이 될 것이다.

## II. 8-VSB와 COFDM 표준의 차이점

### 1. 단일 캐리어와 다중 캐리어[10-13]

먼저 변조 방식을 살펴보면 8-VSB는 -7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7의 8 레벨에 캐리어 동기용으로 DC 125를 더해서 롤오프인자(Roll of Factor:  $\alpha$ )를 0.115로 하는 VSB 변조를 한다. COFDM의 경우는 하나의 프레임 내에 존재하는 모든 데이터 반송파들은 QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 비균일 16 QAM (non-uniform 16 QAM) 또는 비균일 64 QAM중의 하나로 매핑 되어지는데 모두 그레이 매핑(gray mapping)을 사용한다. 비균일 형태의 매핑은 두 가지 규격이 있는데  $\alpha = 2$ 인 경우, 신호 성상도에서 볼 때 신호 매핑 점이 비균일 16 QAM은  $\{\pm 2, \pm 4\}$ 이고 비균일 64 QAM은  $\{\pm 2, \pm 4, \pm 6, \pm 8\}$ 이다. 그리고  $\alpha = 4$ 인 경우에는 각각  $\{\pm 4, \pm 6\}$ ,  $\{\pm 4, \pm 6, \pm 8, \pm 10\}$ 이다.

8-VSB와 COFDM의 가장 큰 차이점은 단일캐리어 대 다중캐리어로부터 오는 차이이다. DVB-T방식은 위에서 설명한 QPSK, 16QAM, 64QAM을 변조한 다음 이를 다시 다중 캐리어로 직교 변조하는데 2k 모드는 캐리어 수가 1705개이고 8k 모드는 캐리어 수가 6817개이다.

표 1. 미국 볼티모어 비교 수신 테스트에서 두 시스템 작동 파라미터

System	DVB-T	ATSC
Bandwidth	6 MHz	6 MHz
Carrier	1705	Single
Modulation	64QAM	8-VSB
Useful symbol duration	299 (sec)	93 ns
Guard interval	1/8	-
FEC	3/4	2/3
Useful Data Rate	18.67 Mb/s	19.39 Mb/s

6MHz 대역에 맞는 COFDM 방식의 비교 파라메타가 미국 볼티모어 비교 수신 테스트에서 사용되었는데 표 1과 같다.

볼티모어의 파라메타를 기준으로 할 때 8-VSB는 심볼 길이가 93ns이고 COFDM은 299µs이다. 이 때 COFDM의 가드 인터벌은 37µs가 된다. 전송되는 신호는 심볼 단위로 다중 채널의 영향을 받게 되는데 단일 캐리어 전송을 하는 8-VSB는 멀티 캐리어 전송을 하는 COFDM보다 심볼의 길이가 훨씬 더 짧기 때문에 다중 경로의 영향을 더 많이 받는다. 예를 들어 지연 확산이 25µs 일 때 8-VSB의 경우는 269개의 심볼에 심볼간간섭을 주게 되고 이를 보상하기 위해

269탭 이상의 등화기가 필요하다. 그러나 표 1의 COFDM의 경우는 심볼 길이가 299µs이고 심볼과 심볼 사이에 37µs의 가드 구간이 있기 때문에 25µs의 지연 확산은 가드 구간에만 영향을 미치고 다음 심볼에는 영향을 미치지 못한다. 그래서 다중 경로에 의한 심볼간간섭이 야기되지 않으며, 8k 모드는 심볼 길이가 약 4배 더 길기 때문에 다중경로에 대해서 훨씬 더 강하다.

2. 전송 기준신호와 채널 등화[10-13]

지상 방송용 8-VSB는 6 MHz 채널에 19.39 Mbps의 데이터를 전송할 수 있는데 그림 1은 8-VSB의 데이터 전송 프레임의 구조를 보여준다. 각 데이터 프레임은 2개의 데이터 필드로 이루어져 있고 각 필드 당 313 데이터 세그먼트로 이루어져 있다. 데이터 필드의 첫번째 데이터 세그먼트는 데이터 필드 동기 신호이고 이 신호는 수신기에서 등화기에 의해 사용되어지는 혼련용 데이터 시퀀스를 포함하고 있다. 나머지 312 데이터 세그먼트들은 각각 188 바이트 트랜스포트 패킷에 FEC 용 데이터가 추가로 20 바이트씩 실려 있다. 데이터 세그먼트는 832개의 심볼들로 이루어져 있다. 첫번째 4개의 심볼은 2진 형태로 전송되어지고 세그먼트 동기화를 제공한다. 이 데이터 세그먼트 동기 신호는

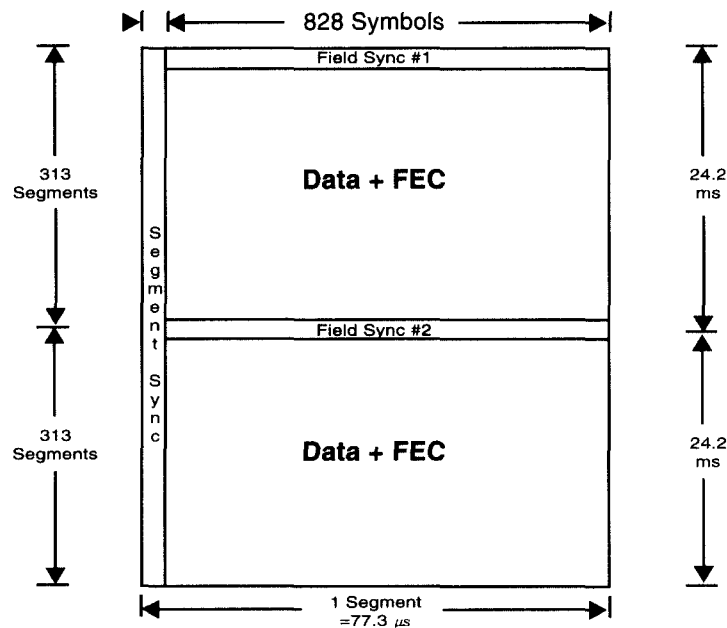


그림 1. 8-VSB 데이터 프레임.

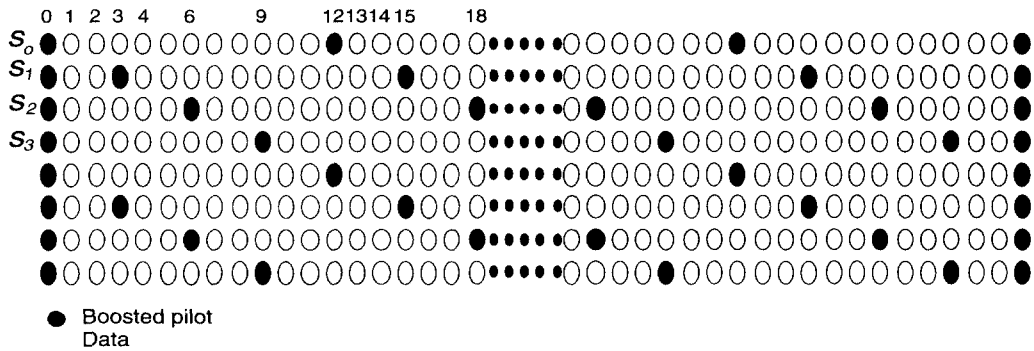


그림 2. COFDM 데이터 프레임 구조.

MPEG2-TS의 188 바이트 중 첫 번째 바이트인 동기 바이트를 나타낸다. 그래서 수신기에 알려져 있는 기준 신호는 데이터 필드 싱크와 데이터 세그먼트 싱크이고 이 신호는 2-레벨로 전송된다. 데이터 필드 싱크의 마지막에 있는 12개의 8-레벨 신호를 제외하면 그 기준 신호의 비율이 0.79%가 된다.

QPSK 또는 QAM으로 변조된 신호는 실질적인 OFDM 전송을 위해서 그림 2와 같은 프레임 구조로 재형성된다. 하나의 프레임은 68개의 OFDM 심볼로 구성되며 4개의 프레임이 하나의 슈퍼 프레임을 구성한다. 그리고 하나의 OFDM 심볼은 2k 모드에서 1705개의 부반송파로 이루어져 있고, 8k 모드에서는 6817개의 부반송파로 구성되어 있다. 전송 채널을 통해 전송되기 직전의 심볼 주기를  $T_s$ 라고 할 때,  $T_s$ 는 유효 심볼 구간  $T_u$ 와 보호 구간  $T_g$ 로 구성된다. 보호 구간은 유효 심볼 구간의 뒷단을 해당 유효 심볼의 앞단으로 반복적 삽입을 통해 구현하는데, 그 길이는 요구되는 데이터 전송율과 채널의 상태에 따라 유효 심볼 구간의 1/4, 1/8, 1/16, 또는 1/32 중에 하나로 선택되어질 수 있다.

모든 OFDM 심볼은 실제 전송되어야 할 정보 데이터와 수신단이 알고 있는 기준 신호(reference signal)로 구성되어 있다. 즉 한 심볼 내에 존재하는 다수의 부반송파 중의 특정 위치에 특정한 값으로 송수신단이 약속한 규정으로 기준 신호를 보내는 것이다. DVB-T 시스템에서는 분산형 파일럿, 연속형 파일럿, 그리고 전송 구조와 관련된 파라미터를 알려주는 TPS(Transmission Parameter Signalling) 신호의 세 가지 기준 신호를 프레임 구조에 삽입하여 전송하는데 이 신호의 부호는 PRBS(Pseudo Random Binary Sequence) 신호에 의해 결정된다. 특히 분산형 파일럿 신호와 연

속형 파일럿 신호의 정보는 프레임 동기, 반송파 주파수 오프셋 추정, 채널 추정 등에 유용한 정보를 제공하고 이 기준 신호들은 평균 정보 데이터 전력의 2배로 증폭되어 전송된다. 분산형 파일럿의 삽입 위치는 4개의 심볼 단위로 그 위치가 다르다. 하나의 심볼 내에서는 12개의 부반송파 간격으로 등간격을 유지하여 삽입된다. 연속형 파일럿의 특징은 모든 심볼에 대해 항상 정해진 위치에만 삽입되어 있다는 것이다. 2k 모드에서는 총 1705개의 부반송파중에 45개의 연속형 파일럿이 삽입되며 8k 모드에서는 총 6817개의 부반송파중에 177개가 삽입되어 있다. 연속형 파일럿과 분산형 파일럿을 합하면 약 11%가 되는데 채널 추정을 하는데 유용하게 사용된다. COFDM에서 가드 구간이 다중경로로 인한 심볼간 간섭을 없애주지만 주파수 선택적 페이딩 현상에 의해 캐리어마다 신호의 크기와 위상이 달라지게 된다. 그래서 파일럿 신호로 각 캐리어에 해당하는 채널을 추정해서 각 캐리어에 해당하는 신호에 대해 역보상을 하여 안정된 신호를 수신할 수 있게 해준다. 또한 11%에 해당하는 파일럿 신호가 이동수신을 가능하게 하는 중요한 역할을 한다. 이동환경에서는 채널 환경이 급하게 바뀌고 또한 도플러도 많이 발생하게 된다. 그래서 11%의 파일럿을 사용하여 동적 채널을 추정할 수 있도록 하여 이동환경에서도 수신을 가능하게 해 준다.

이러한 프레임 구조와 기준 신호(Reference Signal) 구성의 차이와 단일 캐리어 대 다중 캐리어의 차이로 인한 두 표준 방식의 장단점을 비교하면 다음과 같다. 8-VSB는 COFDM보다 송신 전력이 작고 데이터 전송률이 크다. COFDM은 가드 구간과 11%의 파일럿으로 인해 소비하는 데이터가 많아서 데이터 전송율이 떨어진 다. 이를 보상하기 위해서 한 심볼당 보다 많은 비트를

보내는 64QAM을 사용해야 하고 그 때문에 전송 전력 이 많이 소비되고 C/N 임계치가 나쁘다. 임펄스 잡음에 대해서는 8-VSB가 더 강한 성능을 보이고 있는데 그 이유는 COFDM의 경우 임펄스 잡음이 OFDM 복조 시 모든 반송파로 확산시켜 많은 양의 데이터 손실을 가져오기 때문이다. 8-VSB가 다중경로 및 동적 이동수신에 약점을 가지고 있는 이유는 기준 신호가 0.8% 밖에 안되고 이 또한 한 군데에 몰려 있어 채널 추정을 할 수가 없다. 그래서 결정 지향형 형태의 채널 등화기를 사용해야 하는데 이 경우 결정 에러 때문에 수렴속도가 느리게 되어 동적 환경에 따라가기가 쉽지 않다. 반면에 COFDM은 가드 구간을 사용함으로써 심볼간 간섭을 없애고 또한 11%의 파일롯을 이용하여 채널 추정을 할 수 있으므로 각각의 부반송파에 대해 한 개의 탭을 갖는 간단한 등화기 구조로 신호 왜곡을 보상할 수 있다. 심볼 길이가 길고 가드 인터벌과 11% 파일롯을 사용하는 것이 정적, 동적 다중경로에 강하여 이동체 수신 또는 단일 주파수 망 구성에 유리하게 하는 원인이다.

III. 8-VSB와 COFDM 성능 비교

1. C/N 임계치

ITU-R의 비교 자료[1]에 의하면 AWGN상에서 C/N 임계치는 ATSC의 경우 이론치는 148 dB인데 RF 실험치는 152 dB이고, DVB-T의 경우 이론치는 165 dB인데 RF 실험치는 192 dB이다. 브라질에서 실시한 필드 테스트 중 다른 간섭이나 손상이 없을 때의 C/N 임계값을 살펴보면 ATSC의 두 제품은 146 dB와 151 dB,

DVB-T는 190 dB로 ATSC가 약 4 dB의 이득을 가지고 있음을 보여주었다. 호주의 실험실 테스트의 AWGN에서의 C/N 임계값을 살펴보면, ATSC는 151 dB, DVB-T는 191 dB로 ATSC가 4 dB의 더 나은 성능을 보여주었다. ATSC의 C/N 임계값 151 dB는 이론적인 값 148 dB에 매우 가까우나 DVB-T의 191 dB는 이론적인 값 165 dB보다 26 dB 높게 나타났다. 그러나 실제 필드 테스트에서는 C/N 임계치가 복잡한 통계치를 나타낸다. 호주에서 실시한 필드 테스트의 C/N 임계값에 대한 통계가 표 2에 나타나 있다. 이는 두 시스템의 C/N 임계값 성능에 미치는 복잡한 다중 경로의 영향을 반영하고 있는데 8-VSB가 정적 환경에서는 147 dB부터 동작되기 시작했으며 COFDM보다 4 dB정도 더 나은 성능을 보였다. 그러나 두 시스템에 있어서 동적 환경에서는 정적환경보다 C/N 임계값이 1 dB정도 더 높은 쪽으로 이동했다.

2. 침투전력 대 평균전력 비

99.99%의 시간율로 보았을 때 ITU-R의 비교 자료 [1]에 의하면 ATSC 8-VSB가 7 dB, DVB-T COFDM 이 9.5 dB의 침투전력대 평균전력비를 가지고 있다. 호주 필드 테스트에서 실시한 송신기에서의 침투전력 대 평균전력 비도 99.99%의 시간율로 볼 때 8-VSB가 7.14 dB이고 COFDM이 9.63 dB로 측정되었다.

또한 브라질 필드 테스트에서의 침투전력 대 평균전력 비는 ATSC가 6.66 dB, DVB-T가 8.28 dB이다. 따라서 COFDM 변조 방식을 이용한 송신기는 8-VSB 변조 방식을 이용한 송신기보다 약 2 ~ 2.5 dB의 침투전력을 더 필요로 한다는 것을 알 수 있다. COFDM이 높은 침투전력대 평균전력비를 가지고 있다는 것이 시스

Parameter	COFDM	8-VSB	Unit		
Static Multipath	Median Threshold C/N (Noise Inject)	19.6	15.7	dB	C/N
	Median Threshold C/N (System Att.)	19.6	16	dB	C/N
	Minimum Threshold C/N (Noise inject)	18.7	15	dB	C/N
	Minimum Threshold C/N (System Att.)	18.2	14.7	dB	C/N
	Average Threshold C/N (Noise inject)	20.3	16.4	dB	C/N
	Average Threshold C/N (System Att.)	20.7	17.3	dB	C/N
	80% of tests (Noise inject) were less than	20.9	17.1	dB	C/N
	95% of tests (Noise inject) were less than	25.2	19.7	dB	C/N
	80% of tests (System Att.) were less than	24.5	18.5	dB	C/N
	95% of tests (System Att.) were less than	26.4	24.3	dB	C/N
	Spread of Threshold C/N (95% Noise Inject)	6.3	4.5	dB	
	Spread of Threshold C/N (95% System Att.)	8.2	9.6	dB	

표 2 호주의 정적 다중경로에 대한 필드 테스트 측정 결과

템 성능에는 영향이 없지만, 단 반송사들의 초기 투자 비용은 조금 증가시키는 영향은 있다.

### 3. 충격 잡음에 대한 강인성

호주의 실험실 테스트의 충격 잡음 성능을 살펴 보면 ATSC는 17-25 dB, DVB-T는 9-14 dB로 ATSC가 DVB-T 보다 8~11 dB 낮은 신호 레벨에서 고정된 레벨의 충격 간섭을 처리할 수 있음을 알 수 있다. 이것은 충격 잡음이 충분이 클 때 8-VSB는 단지 몇 개의 심볼만 영향을 받지만 DVB-T COFDM는 복조(FFT) 시 광대역 스펙트럼 충격 잡음의 에너지를 모든 반송파로 확산 시켜서 많은 양의 데이터 손실을 가져오기 때문이다.

브라질에서의 필드 테스트의 결과도 마찬가지로 ATSC 시스템이 DVB-T 시스템 보다도 충격 잡음에 대해 더 나은 성능을 가지고 있음을 보였으며 특히 DVB-T 시스템에 있어서 8k 반송파로 구성된 것이 2k로 구성된 것보다 더 나은 성능을 보였다. ITU-R 비교 자료에도 8-VSB가 COFDM보다 충격 잡음에 대한 강인성이 양호한 것으로 서술하고 있다.

### 4. 다중 경로 왜곡에 대한 강인성

호주의 실험실 테스트의 결과로 다중 경로 왜곡에 대한 강인성을 살펴보면, 전체적으로 DVB-T가 8-VSB보다 더 좋은 성능을 보여 주었다. +72(s의 단일 에코의 경우 8-VSB는 -22 dB까지 동작하나 COFDM은 0 dB까지 동작했다. 또한 C/N 임계값 대 에코 성능을 보면 다중 경로 에코가 -7 dB이상일 때 8-VSB는 급격히

성능이 떨어졌고 비록 불안정한 동작이기는 하나 COFDM은 에코가 0 dB일 때도 동작했다.

브라질 필드 테스트에서도 마찬가지로 다중 경로의 상황에서 COFDM이 8-VSB보다 더 강한 성능을 보여 주었다. 특히 8k 반송파로 설정된 COFDM이 가장 우수한 성능을 보였는데 이것은 더 긴 고스트에 대해서 더 좋은 성능을 가지고 있기 때문이다. 또한 반사된 신호가 주 신호 대비 2(s 시간 지연된 상황에서의 시스템 성능 비교를 하였는데, DVB-T시스템이 유일하게 C/E가 0 dB일 때 만족스러운 성능을 보여주었고 8-VSB는 신호 대비 에코가 2 dB 이하일 때는 동작하지 않았다.

### 5. 도플러에 대한 성능 및 이동수신

그림 3은 브라질 필드 테스트의 결과로서 에코 신호가 주 신호로부터 4(s 만큼 지연되는 경우의 에코 대 신호의 비율을 보여준다. 전체적으로 ISDB-T 시스템이 가장 우수한 성능을 보이고 있으며 COFDM 변조방식을 이용한 시스템이 8-VSB 변조방식을 사용한 시스템과 비교할 때 더 좋은 성능을 가진다는 것을 볼 수 있다. 이것은 COFDM 시스템이 8-VSB 시스템보다 더 빠른 속도의 강한 에코를 처리할 수 있다는 것을 나타낸다. 또한 COFDM에서는 2k 모드가 8k모드보다 채널의 변화에 대처하는데 더 좋은 성능을 나타냈다.

### 6. 단일 주파수 망

SFN은 한 송신기 군(cluster)이 지정된 서비스 지역을 서비스 하기 위해 사용된다. 이에 따른 SFN 구현에 영향을 주는 문제점은 다중 경로에 대한 왜곡을 얼마

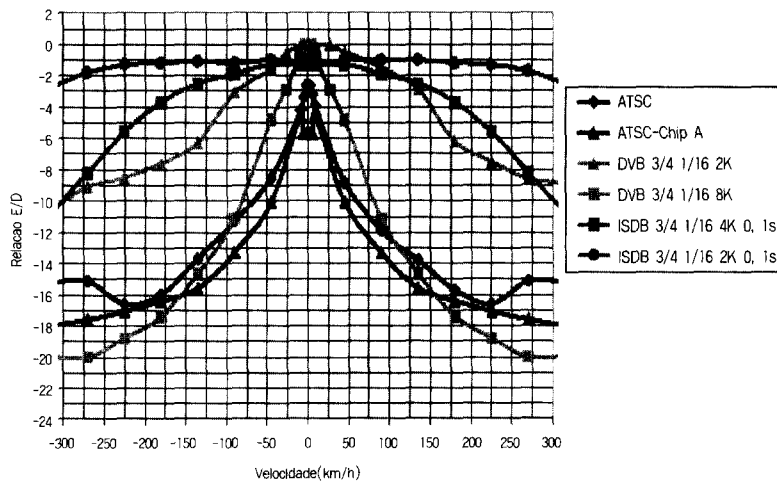


그림 3. 속도에 따른 에코 대 신호 비율.

만큼 견딜 수 있는냐는 것이다. 이에 대해서는 호주와 브라질 필드 테스트의 결과에서 COFDM 시스템이 8-VSB 보다 더 좋은 성능을 보여주었으며, 특히 8k모드에서 가장 좋은 성능을 보여주었다. 8k모드는 대규모 SFN용으로 설계되었고 매우 긴 보호 간격을 지원할 수 있는 작은 반송파 간격을 사용한다. 또한 강력한 길쌈부호(R<sup>2</sup>/3/4)를 사용한다면 0 dB 다중 경로 왜곡을 충분히 견딜 수 있는 시스템이다.

SFN에 대한 실험으로 브라질에서는 세 개의 송신기를 가진 단일 주파수 네트워크에서 중간 수신 장소를 나타내는 매우 혹독한 "Channel E"를 만들어 테스트 했는데 DVB-T만 32.4 dB에서 동작하고 8-VSB는 동작하지 않았다.

7. 옥내 수신

옥내 수신에 있어서 주목해야 할 특징은 수신 안테나 높이가 옥외 수신보다도 낮고 집의 벽이나 천장에 의한 감쇄 때문에 신호 전계 강도가 약 20 dB 감소할 것이고, 반면에 안테나의 이득이 낮고 지향성이 떨어지며 추가적인 인접 반사면이 있고 집안에서의 다중경로로 인한 상당히 짧은 반사파의 영향으로 탭 에너지가 증가할 것이라는 것이다. 또한 방 안에서 움직이는 사람과 가까운 거리에서 움직이는 큰 차량은 동적인 다중 경로를 야기시킨다. 미국 ATSC 표준의 옥내 DTV 필드

드 테스트를 살펴보면 시스템 성능 지수가 거의 60%이다[14-15]. 낮은 HAAT를 갖는 워싱턴 지역의 방송국을 제외하면 그 지수가 90%까지 증가하지만 2개의 워싱턴 지역의 방송국은 300개의 옥내 사이트 중에서 150개를 나타내므로 이 통계는 신뢰성이 떨어진다. 워싱턴 DC에서는 낮은 송신 HAAT를 사용하고 또한 집안에서의 심각한 다중 경로 때문에 서비스 가능성이 41% 미만의 결과를 보였고 Raleigh에서의 탭 에너지의 중간값은 -9 dB로 상당히 큰데 이것은 옥외 테스트에서는 탭 에너지의 중간값이 -16.5 dB로 심각하지 않다는 것을 감안하면 집안에서의 다중경로가 상당히 심하다는 것을 알 수 있었다.

또한 미국 볼티모어에서 8-VSB와 COFDM의 옥내 수신율에 관한 성능을 조사하였다. 다이폴 안테나로 31개 옥내 수신 사이트를 테스트 하였는데 8-VSB는 31개 사이트 중 11개 사이트에서 수신되었고 COFDM은 31개 사이트 모두에서 수신에 성공하였다. 2-Bay 안테나의 경우 8-VSB는 18개 사이트 중 7개 사이트에서 수신을 성공하였지만 COFDM은 18개 사이트 모두에서 수신을 성공함으로써 COFDM 시스템이 옥내 수신에 있어서 훨씬 나은 성능을 보였다.

8. 안테나 방향에 대한 수신율의 용이함

그림 4는 미국 볼티모어에서 실시했던 수신 안테나

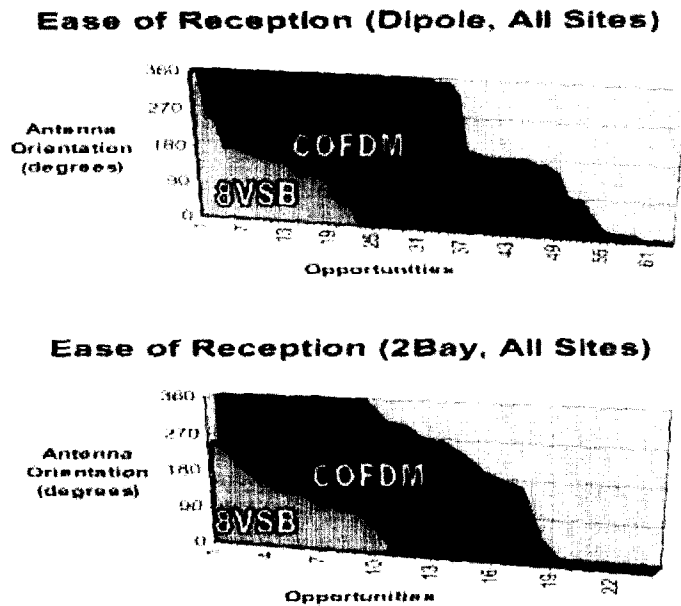


그림 4. 안테나 방향에 따른 수신 용이함

방향에 따라 몇 개의 사이트가 수신이 되는지를 보여준다. 이 그림을 보면 전체적으로 다이폴 안테나와 2-Bay 안테나에 대하여 8-VSB보다 COFDM이 360°의 전 방향에 대하여 수신되는 사이트가 훨씬 많다는 것을 보여준다. 이것은 COFDM이 안테나 지향성에 덜 민감하고 그 만큼 채널을 바꿀 때 안테나를 조절할 필요가 적어진다는 것을 보여준다. 즉 COFDM이 수신에 있어서 더 용이하다는 것을 보여준다.

#### 9. HDTV 방송능력

현재의 디지털 오디오 압축 기술을 사용해 스포츠나 빠르게 움직이는 프로그램에 대해 만족할 만한 HDTV 영상을 제공하기 위해서는 적어도 18 Mbps의 데이터 전송속도가 필요하다. 미국 볼티모어 필드 테스트는 6 MHz 대역에서 8-VSB가 HDTV를 전송할 수 있는 유일한 시스템이라는 것에 반박하기 위하여 같은 대역에서 COFDM 전송 테스트를 실시하였다. 테스트의 결과로 6 MHz에서 COFDM의 데이터 전송 속도는 1867 Mb/s로 8-VSB의 데이터 속도 1939 Mb/s보다 약 3% 정도 떨어지지만 HDTV 전송을 보장할 수 있는 18 Mb/s보다 높았다.

#### IV. 결론 및 토론

이제까지 우리는 8-VSB와 COFDM의 표준 방식의 차이로 인한 장단점을 살펴보았으며 해외 지상파 필드 테스트들을 통하여 두 시스템에 대한 성능 비교를 하였다. 8-VSB방식은 작은 송출 전력, 고속 전송, HDTV 방송, 충격잡음, 침투전력대 평균 전력비에 유리하고 COFDM방식은 전송로의 변화와 왜곡이 심한 다중경로 환경에서의 DTV 방송에 유리하다. 표준의 차이와 필드 테스트의 결과를 살펴본 결과 다중경로 왜곡에 대한 강인성과 도플러 환경에서 COFDM이 8-VSB보다 우수하여 옥내 수신, 이동수신 또는 SFN 측면에서 COFDM이 유리하다는 것을 알 수 있다.

미국에서 VSB 성능 특별 그룹(VSB Performance Ad hoc Group)이 ATSC 태스크 포스(Task Force)에 제출한 보고서[15]를 살펴보면 DTV 전송 시스템은 주로 실내 안테나를 사용하는 고정 수신기 사용 모델로 디자인되어 있으며, 실외 수신 테스트에서는 전력 임계치를 넘는 사이트 중 수신 성공 사이트 비율은 나타내는 시스템 성능 지수가 약 83%, 실내 수신인 경우 시스템 성능 지수가 약 60%를 나타내고 있으며 실내 수신을 위해서는 약 20 dB 이상의 추가적인 링크 버짓이 필요하다고 서술하고 있다. 또한 휴대 수신, 도보용 수신, 이동수신은 전체 강도가 큰 제한된 지역에서만 가능하

며 특히 이동수신을 위해서는 새로운 전송 모드가 설정되어야 하고 19.39Mbps 보다 더 낮은 속도에서 수신될 것이라고 이야기하고 있다. 그래서 RF 시스템 성능에 대해 태스크 포스에 다음과 같은 사항을 권고하고 있다. 첫째 ATSC가 VSB의 성능향상에 대해 조사해야 하며, 둘째 DTV는 등급이 5 아니면 0이기 때문에 DTV 서비스의 가능여부에 대한 정의와 측정이 필요하며, 셋째 실내, 휴대, 도보용, 이동수신 응용에 대한 성능을 결정하기 위해 추가적인 테스트가 필요하며, 넷째 송신 안테나의 HAAT가 DTV 서비스에 미치는 영향을 평가해야 하고, 마지막으로 DVB-T의 COFDM과의 공정한 성능평가를 권고하고 있다.

국내에서도 방송사 엔지니어를 중심으로 8-VSB의 문제점을 지적하고 COFDM과의 비교 테스트를 주장하고 있다. 기술적으로 보았을 때 국내에서의 8-VSB와 COFDM의 비교 테스트는 국내 표준인 8-VSB의 장단점을 좀 더 국내 상황에 직시하여 분석할 수 있게 해주고 그 결과는 8-VSB의 성능향상의 방향을 제시하고 난시청 지역을 줄이는데 기여할 것이다. 미국이나 한국에서 8-VSB 표준을 확정한 시점과 급변도를 비교해 볼 때 DTV 서비스에 대한 요구사항이 많이 변화하고 있는 실정이다. 방송사에서는 서비스 요구사항을 다시 한번 면밀히 검토해 볼 필요가 있고 또한 국책 연구소와 더불어 송신소 배치에 관한 연구를 적극적으로 하여야 할 것이다. 또한 가전업체에서는 8-VSB 성능향상에 대한 가시적인 결과가 조만간 나와야 할 것이다. 국가 전체적으로 보았을 때는 미국과 같이 태스크 포스 팀을 구성하여 디지털 방송 도입에서 생길 수 있는 기술적 문제점을 자세히 분석하고 해결하기 위해 노력해야 할 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] ITU-R Document 11A/65-E, "Guide for the use of digital television terrestrial broadcasting systems based on performance comparison of ATSC 8-VSB and DVB-T COFDM transmission systems," May 11, 1999.
- [2] 김영석, "ATSC 8-VSB와 DVB-T COFDM 전송시스템의 성능비교", 방송과 기술, 통권 69호, 1999년 11/12월.
- [3] 지상파 디지털 TV 실험전담반 최종보고회 보고서, 2000년 8월 31일.
- [4] Sinclair broadcast group, "Comparative reception testing of 8VSB and COFDM in Baltimore," September 27, 1999.
- [5] FACTS, "FACTS summary report for the Australian field trials of DVB-T and ATSC DTTB systems

- conducted in 1997," July 25, 1998.
- [6] Neil Pickford, "Results summary for Australian 7 MHz tests of DVB-T and ATSC DTTB modulation systems," Communications lab report, June 1998.
- [7] Singapore digital television technical committee, "Singapore digital television technical committee - final report," May 1999.
- [8] Singapore digital television technical committee, "DTV standard ranking table," May 1999.
- [9] ABERT/SET, "Tests on digital television systems: third report," [http://www.anatel.gov.br/index.asp?link=/biblioteca/Publicacao/relatorio\\_tv\\_digital\\_cp229.htm](http://www.anatel.gov.br/index.asp?link=/biblioteca/Publicacao/relatorio_tv_digital_cp229.htm), March 25, 2000.
- [10] 김대진, "8 VSB 송수신 시스템", 방송공학회지, 1997년 6월.
- [11] ATSC standard A/53, "ATSC digital television standard," December 1996.
- [12] ATSC standard A/54, "Guide to the use of the ATSC digital television standard," October 1995.
- [13] ETSI standard ETS 300 744, ver.0.0.3 "Digital broadcasting system for television, sound and data services; framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television," April 1996.
- [14] Gary Sgrignoli, "Preliminary DTV field test results and their effects on VSB receiver design," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 45, No. 3, August 1999.
- [15] Report of the VSB performance ad hoc group to the ATSC task force on RF system performance, "Performance assessment of the ATSC transmission system, equipment and future directions," October 19, 2000.

## 필자소개



### 김대진

-1986년 3월 ~ 1991년 8월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사  
 -1984년 3월 ~ 현재 전남대학교 전자공학과 조교수  
 -1980년 3월 ~ 1984년 2월 서울대학교 전자공학과 학사  
 -1987년 1월 ~ 현재 전남대학교 전자공학과 조교수  
 -1991년 7월 ~ 1996년 12월 LG전자 멀티미디어(연) 책임연구원  
 -주관심분야 : 디지털 통신, 디지털 방송 송수신, 멀티미디어 통신