

## ATSC 8-VSB 방식의 성능 개선 동향

김 대 진

전남대학교 공과대학 정보통신공학부

### I. 서 론

국내의 지상파 DTV 추진현황은 2000년 9월 3일(방송의 날)에 디지털TV 시험방송 서비스를 시작하였으며 2001년 말경 본 방송을 실시할 계획이다. 그리고 2002년까지 수도권지역, 2003년까지 광역시, 2004년까지 도청 소재지 그리고 2005년까지 시, 군 지역 순으로 단계적 확대가 이루어질 것이다. DTV에서 중요한 것은 화질과 음질 그리고 다양한 데이터 서비스인데 영상 압축과 오디오 압축 기법에 의하여 화질과 음질이 결정되지만, 방송초기에 보다 더 근본적인 문제는 화면이 나오느냐 안 나오느냐의 문제로 볼 수 있다. 디지털이 되면서 화면이 나오느냐 안 나오느냐의 한계가 명확해졌으며 이는 디지털 송·수신기의 성능에 의하여 결정된다. 이 디지털 지상파 방송 송수신 기술표준은 전세계적으로 미국의 ATSC(Advanced TV System Committee) 방식, 유럽의 DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial) 방식 그리고 일본의 ISDB-T(Integrated Service Digital Broadcasting-Terrestrial) 방식으로 나뉘어져 있는데 각각의 국가에서 자국의 지형에 따라 어느 정도가 수신이 되는지의 필드 테스트가 많이 진행되었다. 미국, 유럽, 일본을 제외한 몇몇의 나라에서는 자국의 표준을 결정하기 위한 자료를 수집하기 위하여 2~3개 방식의 비교 테스트를 수행하였다.

2000년 중반까지 해외에서 수행되어진 필드 테스트는 참고문헌 [1, 2]에 요약 정리되어 있다.

미국에서의 DTV 필드 테스트는 표준화된 방법을 사용하여 일관성 있는 데이터 수집과 분석을 보장하게 하여 국가적인 데이터 베이스를 만들고 또 다른 장소 다른 상황에서의 결과 값과 간단 명료하게 비교할 수 있도록 하기 위함이었다. 이 테스트는 송신구역 및 시스템 성능평가와 소비자용 수신기 구현 평가를 위하여 수행되었고 그 결과는 소비자용 수신기 디자이너에게 어느 정도의 성능을 가진 수신기를 제작하여야 하는지의 목표치를 제공하고 있다. 그리고 미국의 ATSC 방식과 유럽의 DVB-T 방식, 일본의 ISDB-T 방식을 비교하기 위한 테스트가 진행되었는데, 미국 볼티모어에서는 옥내/옥외 사이트에서의 수신용이함에 대한 비교, 호주의 시드니에서는 필드와 실험실 테스트를 통한 각 방식간의 성능비교, 싱가포르에서는 필드 테스트 비교를 통한 표준선정, 브라질에서는 다중경로의 간섭측정 등을 포함한 비교 테스트를 수행하였다. 위의 비교테스트의 결과를 보면 미국 방식은 작은 송출 전력, 고속 전송, HDTV 방송, 충격잡음, 피크대 평균 전력비에 유리하고 유럽 방식은 전송로의 변화와 왜곡이 심한 다중경로 환경에서의 DTV 방송에 유리하다는 것을 실험적으로 증명해 주고 있다.

본문에서는 최근에 미국에서 수행되어 2001년 4월에 발표된 ATSC 방식과 DVB-T 방식의 비교 테스트인 MSTV/NAB 필드 테스트를 살펴보고, 필드 테스트들을 통하여 파악된 ATSC 방식의 단점을 보완하기 위해 미국 ATSC 산하 특별그룹인 T3/S9의 성능 개선 노력이 어떻게 진행되고 있는지 알아보려고 한다.

## II. MSTV/NAB 필드 테스트<sup>[3,4]</sup>

DTV 전송시스템에 대한 초기의 요구사항은 정의된 서비스 영역에서 NTSC보다 우수한 커버리지를 가지는 것과 13.39Mbps의 HDTV 전송(1080i 또는 720p 비디오 포맷)이었다. 그러나 싱글레어 브로드캐스트 그룹이 1999년 6월과 8월 사이에 미국의 볼티모어에서 실시한 필드 테스트를 근거로 도심 지역과 옥내 수신에 있어서 ATSC 방식의 문제점이 있다는 것을 거론한 이래로 2000년 5월에 브라질의 필드 테스트 결과가 발표되면서 미국의 방송사들은 새롭게 DTV 전송시스템에 대한 요구사항을 정리하였다. 새로운 요구사항은 2000년 7월 RF Task Force 내의 Broadcaster Requirements ad hoc 그룹이 Task Force팀의 승인하에 작성되었는데 적절한 신호 레벨이 보장된 곳에서 기본적인 DTV 채널 할당을 만족, A/53의 19.39Mbps를 만족, 고정·휴대·보행자(5km/h 이하)·이동(5km/h 이상) 수신 요구, 고속 전송과 더불어 저속 전송이 가능한 다중모드 서비스 요구, 채널 서핑을 위한 안테나 재위치 설정(re-positioning)이 없을 것 등이다. 또 한쪽에서는 옥내 수신과 이동체 수신에서 우수한 성능을 보이고 있는 DVB-T 방식을 검토해야 한다는 목소리도 커지고 있다. 한편 그때까지 각국에서 수행되어진 비교 테스트들은 주로 다중경로가 심한 환경과 도플러 또는 이동수신 환경에서의 수신 중요성을 부각하여 DVB-T 방식의 우수성을 선호하려는 경향을 보이고 있고 또한 공정한 비교 평가인가에 대한 의문을 많이 제기했다. 그래서 공정하고 신뢰성 있는 비교 테스트 자료를 얻기 위해 2000년 봄에 30개의 방송사가 모여서 VSB/COFDM 비교 필드 테스트를 발의하여 2001년 4월에 MSTV/NAB 필드 테스트 결과 보고서를 발간하였다.

측정에 사용한 수신기는 각 방식별로 최근 출시된 수신기 각 6개씩을 ATSC 방식은 ATTC에서, DVB-T 방식은 캐나다의 CRC에서 실험실 테스트를 수행하여 그 중 가장 성능이 좋은

수신기를 한 대씩 선정하여 실제 필드테스트에 사용하였고 8-VSB와 COFDM을 동일 전력, 동일 대역폭(6MHz), 유사한 전송율(8-VSB: 19.39Mbps, COFDM: 19.57Mbps)로 교대로 송신하면서 비교테스트를 수행하였다. 측정항목은 수신전계, 수신마진, BER 등이다. 디지털 송신 사이트는 모두 3개, 비교를 위한 아날로그 사이트는 모두 2개이다.

〈표 1〉은 MSTV/NAB 필드 테스트의 조건 및 ATSC 방식의 성능 결과를 요약해 놓은 것이다.

VSB/COFDM 비교 테스트에서 먼저 워싱턴/볼티모어 결과를 보면, 30피트 옥외수신의 경우 전체 사이트를 대상으로 하면 75%대 48%, SPI(System Performance Index)는 98%대 63%로 ATSC 방식이 우수하게 나왔는데 주요인은 TOV를 만족하는 CNR의 차이로 보인다. 그리고 6피트 2극(dipole) 안테나를 사용한 것은 ATSC 방식이 36% 측정되었으며 DVB-T 방식이 42%였다. 옥내수신에서는 ATSC 방식대 DVB-T 방식의 성공 사이트 비율이 30피트 안테나를 사용한 경우는 71%대 57%, 6피트 2극 안테나의 경우는 37%대 44%, 옥내 실버센서(indoor silver sensor) 안테나의 경우는 32%대 28%, 옥내 나비넥타이(indoor bow tie) 안테나의 경우는 30%대 27%였는데 방향성이 없는 2극 안테나의 경우 ATSC 방식이 안 좋게 나왔으며 전반적으로 옥내 수신의 경우 옥외대비 전계 강도가 낮아서 수신율이 저조했다. 다음으로 클리브랜드 결과를 보면, 30피트 옥외수신의 경우 전체 사이트를 대상으로 하면 ATSC 방식대 DVB-T 방식의 성공 사이트 비율이 73%대 60%이고 6피트 Megawave 안테나를 사용한 것은 28%대 14%였다. 옥내수신에서는 30피트 안테나를 사용한 경우는 86%대 81%, 6피트 Megawave 안테나의 경우는 52%대 17%, 옥내 Megawave 안테나의 경우는 26%대 17%였다. 이와 같이 테스트 결과는 30피트 옥외 안테나의 경우 ATSC 방식이 적합하고 휴대용 6피트 안테나의 경우는 두 방식 모두 아직 미흡한

〈표 1〉 MSTV/NAB 필드 테스트 개요 및 ATSC 성능 요약<sup>[3]</sup>

		워싱턴/볼티모어	클리블랜드
테스트 조건		- 4개의 UHF DTV stations - 옥외 (30 feet, 6 feet 안테나) : 185곳 - 옥내 : 44곳 - 10마일 이내의 근접지역과 커버리지 경계지역을 중심으로 수신 전계 강도가 적절한 곳을 실험 - 옥내수신 : 송신기에서 25마일 이내	- 1개의 Low VHF DTV 방송국 (Ch2) - Co-located NTSC 방송국 (Ch3) - 옥외 (30 feet, 6 feet 안테나) : 98곳 - 옥내 : 22곳 - 10마일 이내의 근접지역과 커버리지 경계지역을 중심으로 수신 전계 강도가 적절한 곳을 실험 - 옥내수신 : 송신기에서 25마일 이내
옥외수신	30 feet (9.1m)	- SA : 평균 75% - 방송국에 따라 SA : 60~85% - 방송국에 따라 SPI : 56~89%	- SA : 평균 73% - NTSC Grade 3지역 (60개) : 92% - NTSC Grade 2~3지역 (22개) : 23% - NTSC Grade 1.5 이하 지역 (8개) : 12.5% (1지역) 수신성공
	6 feet (1.8m)	- SA : 평균 36% - 방송국에 따라 SA : 24~47% - 방송국에 따라 SPI : 40~53%	- SA : 평균 28%
옥내수신		- SA : 32% (고도의 방향성 셋탑 안테나 이용) - SA : 30% (UHF bowtie 안테나) - SA : 15~42% (안테나에 따라) - SPI : 41~70% (방송국에 따라)	- SA : 26% (광대역 VHF/UHF 셋탑 안테나)

성능을 보였으며 옥내 수신에서는 두 방식 모두 안정된 수신을 못하였다. 그리고 DVB-T 방식을 추가할 만한 이유를 발견하지 못하였고 ATSC 방식의 우수성을 재확인하는 결과가 나왔다.

위의 MSTV/NAB 필드 테스트 결과에 대해서 DVB-T를 옹호하는 진영에서는 테스트에 사용된 셋탑박스의 튜너를 성능이 좋지 않은 것을 사용해서 결과가 나쁘게 나왔으며 튜너를 개선하면 이보다는 훨씬 좋은 결과가 나올 것이라며 또 다시 공정성에 문제를 제기하였다.

### III. ATSC T3/S9의 8-VSB 방식 성능 개선 동향<sup>[5]</sup>

미국 방송사들의 새로운 요구사항을 만족시키고 지금까지 제기되어온 많은 문제점들을 해결하

기 위해 ATSC에서는 기술그룹 (T3) 중 RF 전송 특별 그룹인 T3/S9를 통하여 규격 개선 재안을 2000년 6월에 요청하였다. 이에 11개 업체가 제안서를 제출하였는데 1개 업체는 초반에 포기하고 10개 업체와 디지털 방송 관련 인사들이 모여 2001년 6월 6일과 7일 이틀동안 각 업체별 발표회를 가졌다. 그리고 호환성 (backwards compatibility) 문제와 각 그룹별 통합안의 가능성에 대한 논의가 있었다. 제안된 내용을 주요 기술별로 이중 스트림 시스템과 훈련용 데이터 개선의 두 가지 범주로 크게 나누고 이들에 속하지 않는 것은 기타로 나누어 모두 세 개의 서브 그룹으로 활동이 세분화되었다. 이중 스트림 시스템 그룹에 속하는 제안사는 NxtWave, Zenith, Philips이고 훈련용 데이터의 개선안을 제안한 회사는 BroadCom, Conexant, Oren Semiconductor, PLM (Partel-Limberg-McDonald), Sarnoff의 5개사이다. 나머지 두 회사인 ADC와

〈표 2〉 ATSC T3/S9 표준 개선 제안업체들의 주요제안 내용

범 주	제안 업체	주요 내용
이중 스트림 시스템	Zenith	표준 8-VSB TS 신호와 함께 강인한 E-VSB 신호 스트림을 동시에 전송
	Philips Semiconductors	표준 8-VSB 신호외에 2-VSB와 4-VSB 신호 및 H-VSB 신호를 다중하여 전송
	NxtWave	총 5가지의 모드(A~E) 중 3가지(A~C)는 혼련용 데이터의 보강을, 2가지(D~E)는 강인한 데이터를 표준신호와 함께 다중하여 전송
혼련용 데이터 개선	Broadcom	RS 코딩의 보정능력을 약간 희생하는 대신 한 필드당 414 심볼의 추가적인 혼련용 데이터를 인가하여 신호를 강인하게 함
	Patel - Limberg - McDonald	필드의 끝 부분에 3개의 세그먼트 길이의 PN1023을 추가하여 강력한 등화 기능을 부여함
	Sarnoff Corporation	현재 한 필드당 312개인 데이터 세그먼트 수를 더 적은 데이터 세그먼트수로 해서 강인하게 보냄 (6가지 모드)
	Oren Semiconductor	필드 동기신호의 PN63 뒷부분 전부를 PN511의 마지막 304 심볼로 바꿔 이동 수신을 제외한 다른 모든 수신 모드를 가능하게 함
	Conexant	워터마킹(watermarking) 방식, 모든 심볼에 작은 전력의 PN 시퀀스를 추가함
기타 방식	ADC Broadcast Systems	상하의 스펙트럼에 가드밴드를 마련하여 기존의 인접 채널 혼신을 줄임
	Merrill Weiss Group	다수의 송신기를 동기시켜 전송하는 방법(4가지)을 제시하여 신호가 약하거나 음영지역을 보완함

Merill Weiss 그룹은 RF 대역개선과 SFN (Single Frequency Network)의 구성을 위한 스트림을 제안하였다. 각 제안 업체들의 주요 제안 내용은 〈표 2〉와 같다.

다음 회의는 6월 26일에 있었는데 지난번 회의에서 발표한 이중 스트림 시스템과 혼련용 데이터 개선의 두 가지 그룹에 대하여 진행 결과를 발표하고 호환성을 현재 표준의 수신기로 개정된 표준의 방송을 수신할 수 있는 것으로 의견의 통일을 보았으며 앞으로는 T3/S9의 일정을 지키기 위해서 호환성을 만족시키지 못하는 제안은 버리고 호환성을 만족시키는 제안만을 가지고 가능한 빨리 진행하기로 합의하였다. 그 이후로 한 달에 한번씩 회의를 하고 있는데 회의 내용은 주로 통합안의 진행사항과 호환성의 만족여부

확인이다. 현재 이중 스트림 시스템 그룹에서는 Zenith사와 NxtWave사가 통합안을 내놓았고 Philips사가 독자적으로 세 회사의 안을 합친 통합안을 내놓은 상황이다. 혼련용 데이터 개선 그룹에서는 Broadcom사와 Oren사가 통합안을 내놓은 상황이다. 호환성의 만족여부를 확인하는 테스트는 워싱턴 D.C.에 있는 WHD-TV에서 13~14개의 기존의 DTV 수신기를 가지고 실시되었는데 Philips사의 통합안의 내용 중 50% 2-VSB Mix 부분을 제외한 나머지 부분과 다른 통합안들은 모두 통과하였다.

현재 위에서 언급된 통합안들을 조합해서 개정 표준의 초안을 만들고 있는데 주요 내용은 다음과 같다. 이중 스트림 시스템 그룹의 통합안들을 조합해서 원래의 주 서비스 모드(Main Service

mode)에 4개의 강인 모드(Robust mode)가 추가되어 있다. 그리고 강인 FEC 처리(Robust FEC Processing) 블럭들이 추가되어 있는데 주 서비스 데이터는 변화없이 통과된다. 강인 모드 중 3개는 강인 FEC 층에서 다양한 레벨의 증가된 보정용데이터(Redundancy)를 적용하고(Enhanced 8-VSB Packets), 나머지 한개는 Pseudo 2-VSB를 사용하는 강인 패킷들을 가진다. 강인 모드의 구분과 데이터 필드내의 강인 패킷들에 대한 모든 정보는 필드 싱크 세그먼트내의 예약된 비트들(Reserved bits)에 쓰여진다. 훈련용 데이터 개선 부분은 데이터 필드의 맨 마지막 세그먼트의 끝 부분에 일반 데이터 대신 384 심볼의 여분의 필드 싱크가 추가된다. 이 중에서 뒷부분에 360개의 훈련용 데이터가 있으며 다음 필드의 필드 싱크 세그먼트와 연속해서 있으므로 1088 심볼 길이의 훈련용 데이터로 사용할 수 있다. 그리고 추가되는 360개 훈련용 데이터를 만들기 위해 트렐리스 인코더 앞에 부가적인 회로가 추가되어 있다.

앞으로의 T3/S9의 일정은 위 통합안들을 기초로 해서 실험실 테스트와 필드 테스트를 거쳐 하나의 8-VSB 전송 표준을 만드는 것이다.

#### IV. 결 론

지금까지 해외 필드 테스트를 살펴보고 현재의 8-VSB 시스템의 기술 수준과 도심지역 및 옥내 수신과 이동체 수신에 대한 문제점을 파악하였다. 이를 개선하기 위해서 크게 두 가지 방법이 제안되었는데 강인한 신호가 혼합된 이중 스트림 시스템과 등화 성능을 개선하기 위한 훈련용 데이터의 개선이었다. 현재의 8-VSB 성능 개선 노력은 기존의 수신기도 개선된 RF 신호를 수신할 수 있어야 된다는 호환성 문제를 가장 중요하게 생각하고 있다. 그래서 호환성을 만족시키지 못하는 제안은 배제되고 추후 논의 과제로 미루어지고 있다.

확실한 테스트 결과가 나와봐야 알겠지만 현재 호환성을 만족시키는 제안들은 도심지역 및 옥내 수신, 그리고 휴대 및 보행자 수신에 대한 문제점은 어느 정도 해결해 줄 것으로 예상하고 있다. 그러나 이동체 수신에 대해서는 상당부분 성능이 개선될 것으로 예측하나, 완전한 이동체 수신을 위해서는 더 많은 연구가 필요하다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 김대진, ATSC 8-VSB와 DVB-T COFDM 방식의 성능 비교, 방송공학회지, 제5권 제4호 pp. 14-21 2000년 12월.
- [2] 김대진, 해외 지상파 DTV 필드 테스트, 방송과 기술, 통권 76, pp. 140-163 2001년 1/2월.
- [3] ATSC, Performance assessment of the ATSC transmission system, equipment and future directions, Report of the ATSC Task Force on RF System Performance, Rev.1.0, April 12, 2001.
- [4] Robert P. Seidel, Summary of the MSTV/NAB VSB/COFDM Project.
- [5] <http://www.atsc.org/sg>

#### 저 자 소 개



金大鎭

1980년 3월~1984년 2월 서울대학교 전자공학과(학사), 1984년 3월~1986년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과(석사), 1986년 3월~1991년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과(박사), 1991년 7월~1996년 12월: LG전자 멀티미디어(연) 책임연구원, 1997년 1월~현재: 전남대학교 정보통신공학부 부교수, <주관심 분야: 디지털 통신, 디지털 방송>