

디지털 TV의 기술 개발동향

박 남 천

(경남대학교 전기전자공학부 교수)

1. 서 론

TV 방송은 정보전달, 오락, 스포츠 및 교육 등 우리 생활과 밀접한 관계를 맺고 있다. 최근 디지털 통신 기술, 디지털 신호압축 기술, 오류 정정 기술, 집적회로 기술, 컴퓨터 그래픽 기술, 데이터 통신 기술 등의 급속한 발전과 이들의 결합에 의해서 기존의 아날로그 TV는 디지털 TV(DTV)로 바뀌어 가고 있다. 디지털 TV는 고화질, 고음질, 다채널 및 다기능으로 그 특성이 요약되며, 송신 및 수신 신호처리 방식에 있어서 기존의 NTSC TV 방송의 아날로그 방식과는 달리, 방송국으로부터 디지털 형태로 표현된 영상 및 음향 정보가 수신되는 것을 말한다. 디지털 TV는 동일한 대역폭에서 아날로그 방송에 비해서 한 채널에 여러개의 프로그램을 동시에 보낼 수 있고, 디지털 데이터를 전송함으로써 주변 방해신호에 강하며 그리고 에러정정 기법을 적용하므로 전송과정에서의 왜곡을 최소화 할 수 있다. 또한 디지털 TV에서 사용되는 신호는 영상과 음향이 디지털 신호로 이루어지게 됨에 따라 데이터의 저장이 용이하고, 경련 변화가 없고, 양방향으로 데이터를 주고 받을 수 있어서 방송 시청 기능 외에 기존의 가정용 컴퓨터를 대신하여 가정용 정보 단말기의 역할을 담당할 것이다. 따라서 디지털 TV는 e-메일, 교육, 홈뱅킹, 홈쇼핑, 증권업무, 영화, 게임, 날씨 및 의료 등 다양한 기능을 수행하게 되어 기존의 텔레비전 방송 기능 외에 일상 생활에서 필요한 정보 서비스 영역이 기존의 제한적인 아날로그 TV에서의 데이터 서비스보다 획기적으로 확대되어 21세기 지식 정보화 사회구축에 중추적인 역할을 하게 될 것이다. 따라서 디지털 TV는 정보통신이나 가전산업, 영상산업 및 오락산업 등으로의 파급 효과가 크며 이들 산업의 활성화도 가져 올 것으로 기대된다. 이와 같은 디지털 TV의 영향력 때문에 여러 나라에서 기존의 지상파 아날로그 TV방송을 디지털 방식의

TV 방송으로 전환하고 있다. 본 고에서는 현재 우리나라가 채택하고 있는 미국의 지상파 디지털 TV 방식인 ATSC 방송 서비스 중심으로 간략히 설명하고자 한다.

2. TV의 발전과정

TV의 발전과정을 살펴보면 1941년 미국에서 흑백 NTSC(National Television Standards Committee) 방식 TV 표준을 공포한 후 1954년 미국에서 NTSC 방식의 컬러 TV 방송이 시작되었으며 우리나라에서는 1980년 컬러 방송을 개시하였다. 고선명 TV는 일본에서 위성을 이용하여 아날로그 방식인 MUSE(Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding) 방식의 실험을 마치고 91년부터 서비스를 하였고, 유럽은 1988년 HD-MAC (High Definition-Multiplexed Analog Components) 형식을 개발하였으나, 컴퓨터, 디지털 신호처리기술 및 집적회로기술 등이 발달함에 따라 아날로그 방식의 HDTV는 제반 특성이 우수한 디지털 방식으로 전환되어 개발이 추진되었다. 1998년 영국은 세계 최초로 DVB(Digital Video Broadcasting) 방식의 디지털 지상파 방송을 실시하여왔다. 또한 같은 해 11월 미국의 주요 도시에서 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 방식의 디지털 지상파 TV 방송이 시작되었다. 우리나라는 1996년부터 무궁화 위성으로 디지털 TV를 시험방송하기 시작하였으며, 1999년 5월 18일 ATSC방식으로 지상파 HDTV 영상의 송수신 실험 방송을 성공하였다. 2000년 9월 3일 KBS를 비롯한 수도권 3 방송사가 디지털 지상파 시험방송을 개시하였다. 정부는 2001년부터 2005년 까지 연차적으로 수도권에 이어, 광역시, 도, 시·군 단위로 디지털 TV를 방송하기로 계획하고 있으며 2010년경에는 현재의 아날로그 TV 방송을 중단할 계획이다¹⁾²⁾

3. 아날로그 TV와 디지털 TV 비교

디지털 TV는 화질(영상포맷)에 따라서 SDTV(Standard Definition TV)와 HDTV(High Definition TV)로 나눌 수 있으며 SDTV의 화소 수는 NTSC TV의 그것과 유사하나 HDTV는 NTSC TV보다 화소수가 약 6배 많아지고 따라서 화질이 매우 향상된다.

아날로그 NTSC TV와 디지털 지상파 ATSC TV의 특징적인 규격에 대해 표 1에 나타내었다.⁽³⁾ 아날로그 TV는 에리 수정을 위한 코딩과 신호 압축이 없으며 부가서비스 기능이 단순하다. ATSC의 영상포맷은 유효 수평라인 수, 라인 당 유효화소 수 그리고 화면의 가로 세로 비(aspect ratio)에 따라 18가지로 나누어지며, 이 중에서 어떤 포맷을 사용하더라도 수신기가 모두 수신 가능하도록 하고 있도록 하고 있다.⁽⁴⁾ 그리고 현재의 NTSC 수신기에 STB(Set Top Box)를 접속하면 SDTV 방송을 수신할 수 있다.

표 1 NTSC 와 ATSC 방식비교

구분	NTSC	ATSC	
		SDTV	HDTV
채널코딩	없음	Trellis & RS Coding	
대역폭	6 MHz	6 MHz	
변조방식	Analog	Digital	
화면비 (가로 세로)	4:3	16:9 or 4:3	16:9
화면주사방식	비밀주사	비밀/순차주사	
영상포맷 (유효수평라인*라인 당 유효화소 수)	485*525	480*704 480*640	1080*1920 720*1280
신호 압축 방식	없음	음성:Dolby AC-3 영상:MPEG2	
부가서비스	문자다중방송	양방향 Interactive 서비스 Home Shopping, VOD 서비스 등	

4. 디지털 TV의 동작원리

4.1 디지털 지상파 TV방식 비교

디지털 형태의 고품질 영상 및 음향을 기존의 지상파 TV 전송 대역폭을 사용하여 전송하려면 두 가지의 기술적 측면을 해결하여야 한다. 첫 번째로 기존의 NTSC 보다 많은 데이터를 갖는 고품질의 디지털 영상 및 음향을 충분히 압축할 수 있는 부호화 방법이 필요하다. 따라서 데이터를 줄이기 위한 압축 방법이 필수적이다. 두 번째로, 압축된 영상 및 음향 등

표 2 디지털 지상파 TV방식 비교

구분	ATSC	DVB-T	ISDB-T
영상부호화	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
음성부호화	Dolby AC-3	MPEG-2	MPEG-2
오류정정	Reed Solomon+Trellis 부호	Reed Solomon+Convolution 부호	Reed Solomon+Convolution 부호
변조	8 level-VSB	COFDM	BST-OFDM
방송파	단일방송파	다중방송파	다중방송파
대역폭	6 MHz	6,7,8 MHz	6 MHz
서비스국가 전방	미국, 캐나다, 한국 등	유럽 등 다수 국가	일본

COFDM. Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing

의 대용량 디지털 데이터를 효과적으로 기존의 NTSC 채널과 같이 6MHz 정도의 대역폭을 가진 기존 TV 채널로 전송하기 위해서는 특별한 변조 방법이 필요하다.⁽⁶⁾ 이러한 요구사항에 대해서 미국을 중심으로 한국, 캐나다 등의 나라에서 영상 압축방법으로 MPEG-2를, 음향 압축 방법으로 AC-3를 채택하고 있으며, AC-3는 전방의 좌 및 우 채널, 중간채널 좌 및 우 서라운드 채널 그리고 저음을 골라내는 0.1채널이 합쳐져 5.1채널을 형성한다. 전송을 위한 변조 방법으로는 8level-VSB(Vestigial Side Band)를 채택하고 있다.

표 2에 디지털 지상파 TV 방식인 ATSC, DVB 및 ISDB의 특징을 나타내었으며⁽²⁾ 이 방식들은 각각 서로 다른 장단점을 갖고 있다. 지상파 방송을 위해 사용되는 8-VSB 방식은 기존의 NTSC 방송 채널에 할당된 6MHz 대역을 이용하여 하나의 HDTV(High Definition TV)신호 혹은 최대 다섯 채널 분량의 SDTV(Standard Definition TV)신호들을 전송할 수 있으며, 기존의 NTSC 채널과의 간섭을 최소화하면서 기존의 아날로그 TV 방송과 동시에 디지털 TV 신호를 방송할 수 있는 장점이 있으나 이동 수신기능이 약한 것이 단점이다.⁽⁷⁾

우리나라의 디지털 TV 위성 방송은 1996년 7월부터 서비스를 실시하고 있으며 Ku band의 27MHz 대역에 비디오 부호화 형식은 MPEC(Moving Picture Expert Group)-2, 오디오 부호화 형식은 MPEC-1 layer 2나 MPEC-2, 전송 방식은 QPSK(Quadrature Phase Keying)방식을 채택하고 있다.⁽²⁾⁽⁸⁾

4.2 ATSC 지상파 디지털 TV의 원리⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾

그림 1은 ATSC 디지털 텔레비전에서 사용하는 VSB 송신기의 블록다이아그램이다() 송신부에 입력되는 MPEG-2 TS(Transport Stream) 구조의 데이터는 데이터 랜덤화기에서 랜덤 신호로 바뀐 후 순방향 오류 정정 부호화 및 오류 정정을 효과적으로 수행하기 위한 과정인 Reed-Solomon 부호화, 인터리빙(interleaving), 트렐리스 부호화(Trellis coding)를 거치게 된다. 이 과정을 거친 데이터는 동기 신호

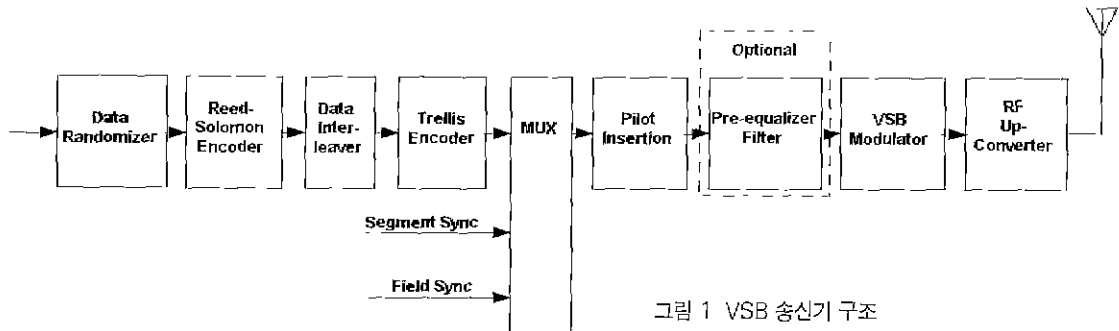


그림 1 VSB 송신기 구조

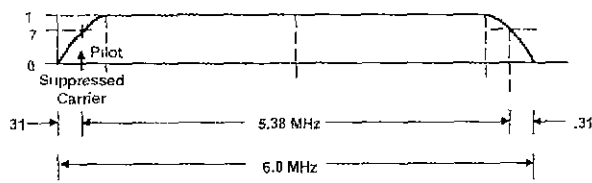


그림 2 VSB 스펙트럼

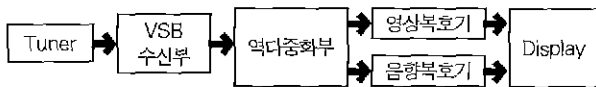


그림 3 지상파 디지털 수신기 구조

들과 다중화되고 파일럿(pilot) 신호가 삽입된 후 VSB 변조되며, RF 업 컨버팅 후 전력 증폭되어 전송된다.

그림 1의 VSB 송신기를 통하여 변조된 디지털 VSB 신호는 기존 NTSC 채널의 6MHz 대역폭을 이용하여 전송되며, 그림 2와 같은 스펙트럼을 형성한다.^[9]

지상파로 전송되는 디지털 방송을 수신하기 위해서는 VSB 수신부, 역다중화부, 그리고 영상 및 음성 복호부 등으로 구성된 그림 3과 같은 구조의 수신기가 필요하다.

수신된 VSB 변조된 신호는 VSB 수신부에서 트랜스포트 스트림이라는 패킷(packet)형태로 출력된다. 트랜스포트 스트림은 역다중화부에서 패킷 분리(depaketization) 과정을

거쳐 역다중화(demultiplexing)되어, 기본 스트림(elementary stream)의 형태로 영상과 음향, 그리고 부가 데이터로 분리된다. 분리된 영상 및 음향 데이터는 각각 영상 복호기 및 음향 복호기로 전달되어 복호된 후 TV 화면과 스피커를 통해 출력된다.

그림 4는 그림 1에 나타난 VSB 송신부에 대응하는 VSB 수신부의 구조이다. 기존 NTSC 채널을 통해 전송된 방송신호는 튜너를 통해 수신되어, VSB 복조기에서 동기 및 심볼 타이밍을 검출하고 NTSC 제거 필터(rejection filter)에서는 채널을 공유함으로써 발생하는 NTSC 간섭 신호를 제거한 후, 채널 전달함수의 역(Inverse) 전달함수를 갖는 채널 등화기를 거쳐 고스트 등 채널 왜곡을 보정하며, 위상 추적기를 통하여 위상잡음을 추적, 보정함으로써 오류를 감소시킨다. 위상 추적기를 통과한 신호는 트렐리스 복호기-디인터리버-TS(Reed Solmon) 복호기를 거치는 과정에서 NTSC 제거 필터에서 제거가 안된 오류 등의 채널 오류가 복구되며, 역난수화 과정을 거쳐서 역다중화부로 입력된다.

5. 디지털 TV의 디스플레이 방식

DTV 수신화면으로는 PDP(Plasma Display Panel), PALCD(Plasma Addressed Liquid Crystal Display), CRT방식, LCD방식(Rear Projection), DMD(Digital Micro-mirror Device)방식, AMA(Actuated Miro-mirror Array)방식 등이 있다.^[10]

13"이하의 휴대용 화면에는 LCD가, 15~20"의 모니터 화

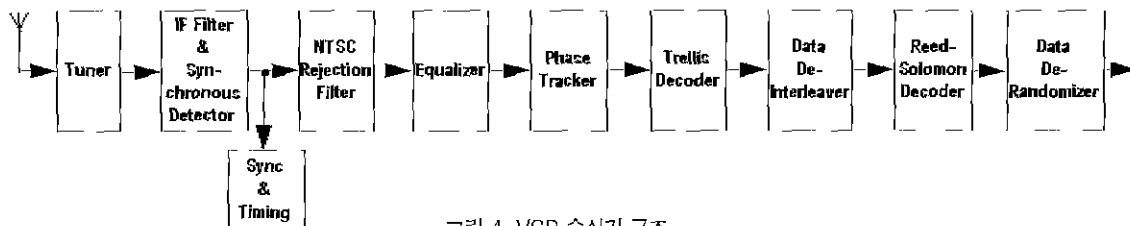


그림 4 VSB 수신기 구조

면으로는 현재는 CRT가 우세하나 앞으로 TFT LCD와 치열한 시장경쟁이 예상되고, 20~30"급 TV 수상기는 CRT가 당분간 대부분의 시장을 계속 주도할 전망이다. PALCD나 TFT LCD의 표시특성과 가격이 유리해지면 상황이 달라질 수 있다. 30~40"화면은 CRT와 PDP, 그리고 40"이상에서는 PDP와 투사형인 LCD 투영기와 CRT 투영기 그리고, DMD 투영기가 경쟁할 전망이다.^[11]

PDP는 Xe, Ne 등의 불활성 가스로 채워진 밀폐 공간에 외부에서 높은 전압을 인가하여 글로우 방전(glow discharge)을 유도하면, 고밀도의 플라즈마가 생성되고 이때 플라즈마에서 방출되어 나오는 진공 자외선(VUV : Vacuum Ultra Violet Ray)을 내는데 이 빛을 형광체가 흡수한 다음 가시광으로 바꾸어 내는 것을 이용한다. PDP는 전극노출 유무에 따라서 직류(DC)형과 교류(AC)형이 있으며 현재 소비전력과 수명측면에서 유리한 교류형이 개발 및 상용화되고 있다. PDP는 대형화가 용이하고 넓은 시야각을 갖고 있으나, 소비전력 감소 화질 향상 및 저 가격화의 중요한 과제가 남아있다.^{[11][12][13]}


6. 디지털 TV의 시장규모

현재 미국에서 판매되는 65인치 프로젝션 HDTV는 1500만원을 호가하고 있다 그러나 CRT를 이용한 30인치정도의 수상기 가격은 이보다 훨씬 저렴한 300만원대이다.^[14] 우리나라에서는 디지털 TV수상기 시장은 2010년까지 수출 1,540억불, 신규 고용 9만명을 창출할 것으로 예상되고, 디지털 위성방송 5년차에 약 7조원의 산업유발효과와 6만명의 신규고용이 창출되는 등 국가경제에 상당한 긍정적 효과가 예상된다. 더욱이 Set-Top-Box, 송·중계기, 인코더 제작장비 등 21세기 전자 산업의 새로운 시장을 형성하게 되고, 콘텐츠·프로그램 등 영상·프로그램 산업과 광고·게임·캐릭터산업 등 관련산업까지 고려할 경우 그 경제적 효과는 매우 크다.^[14]

7. 결론

본 고에서는 TV의 발전과정, 지상파 ATSC 방식을 중심으로한 디지털TV의 원리, 디스플레이 방법 및 시장규모 등에 대해 간단히 기술하였다. 디지털 TV 산업은 그 자체 뿐만 아니라 타 산업에의 파급효과가 매우 클 것으로 예상되며, 부가적인 정보 서비스 기능에 의해서 21세기의 정보화를 더욱 가속시키는 매개체로 작용할 것이다. 앞으로 디지털 TV는 부품의 제조 기술이 향상되고 가격이 저렴하게 되면 디지털 TV의 보급은 기대 이상으로 매우 빠른 속도로 확대 되어 우리 생활의 큰 변화를 가져올 것이다.

디지털 TV는 아날로그 TV에 비해서 고음질, 고화질 및 다기능을 자랑하고 있으나 디지털 영상 신호처리 기술, 디지털

음성 신호처리 기술, 채널 동화 기술, 오류 정정 기술, ASIC에서 전력 소모 감소 및 저 면적화, 및 디스플레이 기술 등의 여러 분야에서 개선 여지도 많다고 판단되며, 이에 대한 연구와 함께 보다 향상된 다기능화에 대한 기술 개발이 계속 뒤따라야 할 것이다. 

참고 문헌

- [1] "디지털 방송 표준화 현황 및 방식 개요" 방재홍, 오일남 전자공학회지 vol.26 no.6 1999.
- [2] <http://www.kbs.co.kr/techcenter/>
- [3] "디지털 TV 무선중계시스템 및 기술동향" 최광주, 이철, 전봉신, 이병현, 오성환, 이정률 전자공학회지 vol.26 no.6 1999.
- [4] "Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard" ATSC Document A/54, 1995.
- [5] "디지털 TV 방송 서비스" 임채열 전자공학회지 vol.26 no.6 1999.
- [6] "지상파 디지털 방송 수신 기술" 문주희, 오대일, 최석림 전자공학회지 vol.26 no.6 1999.
- [7] "비교실험 결과를 중심으로 한 지상파 디지털 TV 방식의 비교" 최진일, 이광직 방송공학회지 vol 4 no.4.
- [8] "ATSC Digital television Standard" ATSC Document A/53, 1995.
- [9] "미국 지상파 TV의 8VSB" 김대진, 방송과 기술, 통권 53호
- [10] "HDTV 용 TFT-LCD의 기술 현황" 사회협 전기전자재료 제 12권 제 2호(1999년 2월)
- [11] "LCD Engineering" 노봉규의 17인 성안당 2000년.
- [12] "PDP 연구개발 동향 및 시장 동향" 박명호, 전기전자재료 vol.13, no. 8, pp 1~6, 2000.
- [13] "플라즈마 디스플레이 패널의 구동방식 및 구동회로" 권오경, 전기전자재료 vol. 13, no. 8, pp.15~26, 2000.
- [14] "디지털방송 중장기정책방향" 석호익 전자공학회지 vol.26 no.6 1999.

< 저 자 소 개 >



박남천

1954년 4월 3일생. 1978년 경북대학교 전자공학과 학사. 1980년 경북대학교 전자공학과 석사. 1987년 경북대학교 전자공학과 박사. 1981년 ~1983년 경남대학교 전임강사. 1994년 7월 ~1995년 6월 미국 RPI 방문교수. 현재 경남대학

교 전자공학과 교수.