

ATSC 수신기 시스템

ATSC Set-Top Box System

도영수, 김상욱

삼성전자주식회사 기술총괄 중앙연구소 정보미디어 Lab

경기도 수원시 팔달구 매탄 3 동 416

e-mail : domadeus@samsung.co.kr

요약

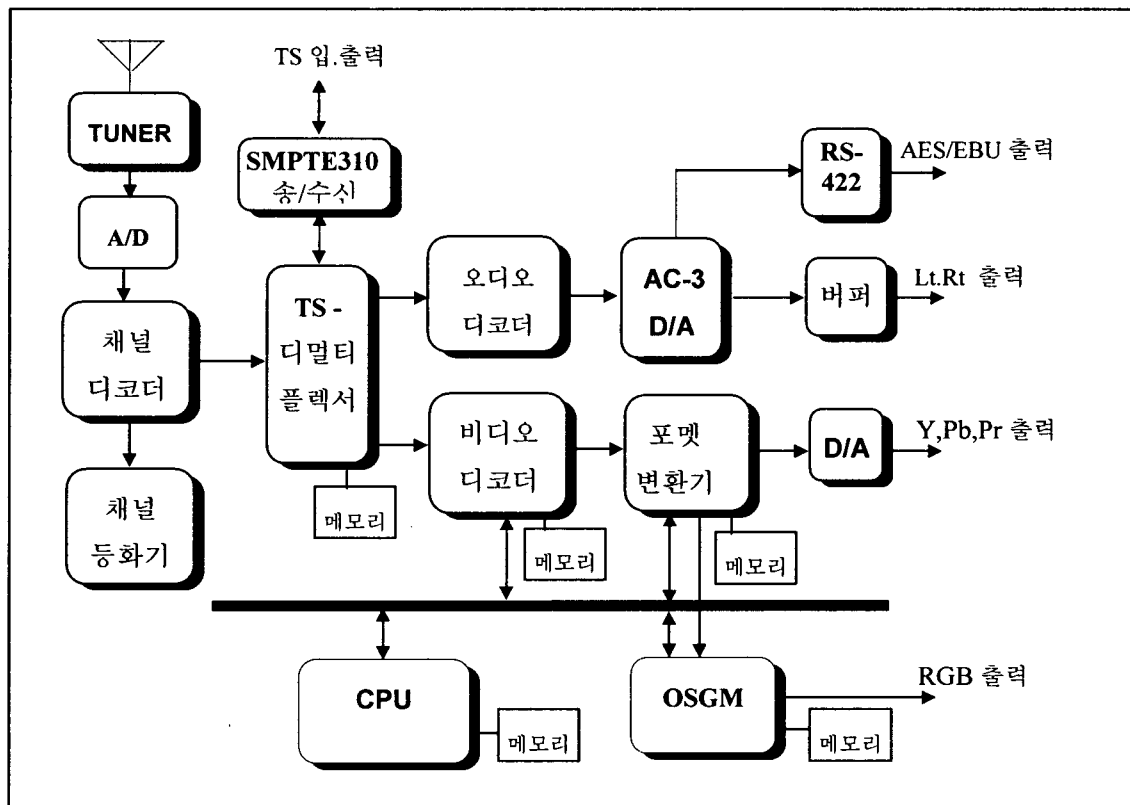
DTV(Digital Television)라 일컬어 지는 방송 방식은 미국의 경우 지상파를 이용하여 압축된 영상신호와 음성신호를 방송 및 수신하기 위한 것으로 ATSC(Advanced Television System Committees)가 규격을 제안하고 FCC(Federal Communications Commission)가 수용하여 현실화 되어졌다. ATSC 산하의 다양한 Working Group 에서는 방송국, 방송장비업체, 가전업체 등이 제안함으로써 규격화하여 전송부는 VSB(Vestigial Side-band), 영상압축은 MPEG2, 음성압축은 AC3 로 결정하였다. 본 고에서는 ATSC 의 규격에 따라 송신되어지는 방송을 수신할 수 있도록 채널복조와 영상 및 음성신호를 복호화 할수 있는 수신 시스템의 구성과 테스트 결과를 살펴보고자 한다.

1. 서론

NTSC 와 같은 기존의 아날로그 방송 환경하에서는 고화질의 화상과 고음질의 음성을 송수신 함에 있어 많은 제약과 기술적 어려움이 있었다. 80년대부터 이러한 서비스를 하기위한 많은 시도가 있어왔다. 미국의 HDTV, 일본의 하이비전, 유럽의 HD-MAC 이 약간씩 방법은 달리고 있지만 비용과 기술적인 문제 등의 이유로 결국 실용화에 이르지 못하다가 미국의 제너럴 인스트루먼트사가 디지사이퍼라는 방식을 이용 디지털 신호의 송수신의 가능성을 열어 놓았다. 이후 모든 방송 관련 업체들이 일명 GA(Grand Alliance)를 구성하여 본격적인 개발에 착수하게 되었다. 이어 이 단체는 ATSC 라는 표준화 단체를 구성하여 디지털로 화상과 음성 및 각종 데이터를 전송할 수 있는 규격을 완성하게 되었고 그 결과 A/52(Digital Audio), A/53(DTV Standard), A/56(Program Guide)을 내놓게 되었다. 또한 TV 방송에 각종 정보를 전송할 수 있는 Data Broadcasting 에 관한 규격을 제정하기 위해 지금도 활발한 활동을 하고 있다. 본 고는 ATSC 규격에 준하는 신호를 방송국에서 코딩하여 공중파로 전송될 때 이를 수신 및 디코딩하여 디스플레이 기기에 영상 및 음성 정보를 출력하는 Set-Top Box 시스템에 대해 소개하고자 한다. 방송국에서 촬영한 원화상과 음성을 각각 MPEG2 와 AC3 로 압축한 후 Randomizing/Interleaving/Trellis Encoding/Read-Solomon 의 채널 코딩으로 에러 내성 및 정정능력을 추가하여 이를 VSB 로 채널 변조를 하여 송출하면 Set-Top Box 는 역의 방향으로 디코딩하여 영상 및 음성 신호를 복구하게 된다.

2. 시스템 구성

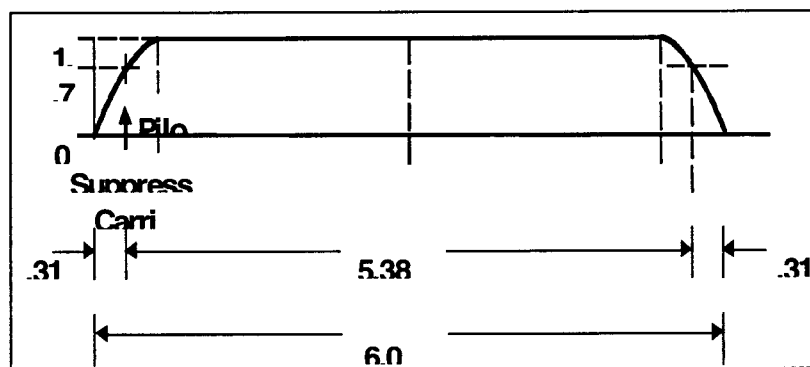
압축된 영상신호 및 음성신호는 시간적으로 멀티플렉싱 되어 188 바이트의 MPEG 패킷 형태로 출력되고, 이를 전송시 잡음에 의한 오류의 정정을 위해 20 바이트를 추가(208 바이트) 하여 채널코딩을 한 후, 기존의 아날로그 방송과 같이 Vestigial Side-band 로 변조하여 원하는 채널번호에 해당하는 캐리어로 전송되어진다. 현재 대부분의 미국 방송국은 기존의 아날로그 방송은 VHF 대역(채널 2-13 :54MHz-216MHz)으로 방송을 실시 하고 있어 DTV 신호는 주로 UHF(채널 14-69 :470MHz-806MHz)로 송출하고 있다. 또한 영상신호 및 음성신호를 멀티플렉싱시 부가 정보를 함께 삽입하여 각 방송국의 프로그램 정보와 시간 정보 등을 함께 보내게 된다. 그러나 아직까지는 정상적으로 서비스를 하지 못하고 있다. 송출된 신호는 도면 1 에서와 같이 안테나를 통하여 튜너에 입력되게 된다.



도면 1. Set-Top Box 시스템 구성도

튜너로 원하는 채널을 선국하면 중간주파수가 출력되고, 이 신호는 SAW 필터와 복조기를 통하여 기저대역으로 변환하여 출력을 내보낸다. 출력신호는 6.0MHz의 대역폭을 갖고 있으며 엄밀히 말해 기저대역에서 +2.58MHz 쉬프트 되어진 것으로 후단의 10 비트 A/D 변환기에 입력된다. 도면 2 에 기저대역 출력을 도시하였다. 이는 디지털 PLL 을 통하여 동기검출

및 AGC를 하기 위함이다. A/D된 신호는 채널 디코더에서 동기 검출을 하고 동일 채널에 혼입된 NTSC 성분을 검출하여 제거한 후 채널 등화기에 입력되고 다경로 수신신호로 발생하는 페이딩을 감쇄하기 위한 필터링을 행한다. 등화필터 후에 신호는 다시 채널 디코더에 보내지고 전송로상에서 존재할 수 있는 군집오류와 산발오류를 트렐리스 복호기(Trellis Decoder), 디인터리버(De-interleaver), 리드-솔로몬 복호기(Reed-Solomon Decoder)와 디랜더마이저(De-randomizer)로 에러정정을 실시하여 채널 디코딩을 완료한다. 이때 208 바이트의 데이터는 188 바이트로 되고 멀티플렉스된 영상과 음성 및 부가 정보 추출을 위해 TS(Transport Stream) De-multiflexer가 188 바이트 중 4 바이트 헤더를 통해 영상압축 데이터와 음성 압축 데이터를 분리하여 출력한다.



도면 2 VSB 기저대역 수신 스펙트럼

영상압축 데이터는 I,P,B 또는 I,P 형태의 연속된 픽처로 구성되어 있는데 비디오 디코더 (Video Decoder)는 픽처 단위로 데이터를 저장하여 처리를 한다. 먼저 GOP(Group Of Picture)를 디코딩 순서로 재배열한 후 VLD(Variable Length Decoder)로 통계적으로 압축된 데이터를 복원하고 공간 코딩된 DCT(Discrete Cosine Transform) 계수를 역변환(IDCT: Inverse-DCT)하여 I 픽처를 복원하게 된다. 복원된 I 픽처를 이용하여 운동벡터 디코더를 통하여 B 픽처와 P 픽처를 마지막으로 복원한다. 복원된 픽처는 ATSC에서 결정한 18 형태의 화면 출력 포맷 중 하나로 출력이 되는데, 이를 포맷 변환기(Format Converter)가 각각의 출력장치에 맞도록 하나의 출력 포맷으로 변환한다. 화면비(16:9,4:3)와 프레임레이트 및 스캔방법(Interlace, Progressive)에 따라 입력되는 18 가지 화상을 16:9의 화면비율로 720X480Progressive, 1280X720 Progressive, 1920X1080Interlace의 3 가지 형태 중 하나로 변환하여 R/G/B 또는 Y/Pb/Pr 형태로 출력한다. Y/Pb/Pr 출력은 D/A 변환기를 통하여 모니터로 출력되고 R/G/B 출력은 OSGM(On Screen Graphic Mixer)에 입력되어 그래픽신호와 혼합되어 출력할 수 있도록 구성된다.

음성신호는 1536 샘플단위로 데이터를 처리하는데 TS에서 입력된 신호를 레벨과 주파수성분에 따라 비트 할당(Bit allocation) 및 역 TDAC(Time Domain Aliasing Cancellation)을 하여

Left, Right, Surround Left ,Surround Right ,Center, Sub-woofer 신호를 추출하여 이를 D/A 로 변환하여 출력하게 된다. 2 채널 오디오 출력을 위해서는 다운믹스를 하여 Surround, Center, Woofer 신호를 Left 와 Right 로 출력하고, 6 채널 출력을 위해서는 시리얼 디지털 오디오 형태인 AES/EBU 로 변환하여 출력한다.

CPU 는 Strong ARM 코어를 내장한 32 비트 프로세서를 이용하여 전체시스템을 제어 하였으며 p-SOS 형태의 리얼타임 오퍼레이팅 시스템(Real-Time Operating System)으로 프로그램을 구성하였다.

3. 채널부 테스트 및 결과

채널부의 테스트는 Lab 테스트 및 임지 테스트를 모두 실시하였으며, Lab 테스트의 경우는 전 주파수 채널에 대하여 실시를 하였고, 임지 테스트의 경우는 시험방송을 하고 있는 방송국에 협조를 얻어 이동용 안테나를 탑재한 차량을 이용하여 일부 채널에 대하여 실시가 되었다. 방송국의 송신안테나는 Horizontal Polarity 와 Circular Polarity 안테나였으며, 수신안테나를 회전시키면서 Azimuth 를 측정하는 방식으로 실시를 하였다. 같은 지역이라도 채널에 따라 수신 상황이 조금씩 다르게 나타났으며, 신호의 Fluctuation 이 커도 양호하게 수신이 되었다. Lab 테스트는 Harris 의 VSB 송신기, Eiden 의 NTSC 송신기, HP 의 스펙트럼 분석기와 잡음 발생기, 신호 감쇄기 등을 이용하여 한계전계강도 및 잡음에 대한 내성특성을 위주로 측정을 하였다.

Description	DUR at TOV (dB)		
	GA	Samsung(Board)	Samsung(STB)
한계전계강도	-80.0dBm	-81.0dBm	-80.0dBm
Random Noise Susceptibility in Multipath Ensembles	$\Delta 1.2\sim\Delta 3.6$	$\Delta 0.5\sim\Delta 2.9$	$\Delta 0.83\sim\Delta 2.0$
NTSC Co-channel 간섭	1.8dBm	2.6dBm	2.8dBm
DTV Co-channel 간섭	14.9	15.2	-
NTSC 인접채널 간섭	-48.7~-44.4	-41.9~-32.0	-24.8~-22.5
DTV 인접채널 간섭	-43.2~-39.3	-33.6~-28.2	

4. 영상 디코딩부 테스트 및 결과

영상 디코딩부 테스트를 위해 미국 내 방송국(ABC, CBS), CEMA, Sarnoff 에서 제작한 트랜스포트 스트림을 재생하여 Harris 사의 8VSB 변조기를 이용 RF 23 채널로 송신하였다. 튜너입력 전계 강도는 채널부의 영향이 없도록 -35dBm 의 중전계로 하였으며 , 스트림은 18Mbps

의 MP@HL 수준의 HD(High Definition)급과 4Mbps의 SD(Standard Definition)급으로 공급하였다. Sarnoff의 스트림은 ATSC에서 규정된 18가지 포맷과 Syntax상의 오류를 검출할 수 있는 구조로 되어있다. 디코더부는 시스템 클럭은 27MHz/74.25MHz, 출력 포맷은 1920x1080 60Interace로 고정하였다. 평가는 영상신호의 특성상 관능평가를 실시하였으며 그 결과는 표 2에 도시하였고 ATSC 규격에 모두 만족하는 결과를 얻을 수 있었다.

	ABC	CBS	CEMA	Sarnoff
Format	1280x720	1920x1080	1920x1080	18Format
화면비	16:9	16:9	16:9	16:9, 4:3
Frame 비	59.94P	29.97I	30I	24~60 I,P
Bit-rate	18.5Mbps	18.9Mbps	18.4Mbps	4.5~18Mbps
Picture 구조	IPB(N=15,M=3)	IPB(N=15,M=3)	IP(N=15, M=1) IPB(N=15,M=3)	IP(N=97, M=1) IPB(N=15,M=3)
관능평가	OK	OK	OK	OK

표 2 영상디코딩부 테스트 결과

5. 오디오 디코딩부 테스트 및 결과

AC-3는 Dolby Lab.이 제안하여 채택된 방식으로 오디오 디코딩 테스트는 Dolby 기준에 의거하여 Dolby가 제공한 스트림과 테스트 절차에 따라 실시하였다. 테스트는 AC-3로 인코딩된 테스트 스트림을 제생하여 크게 2가지 방법으로 나누어 볼 수 있는데 아날로그 영역, 디지털 영역의 출력을 검출하여 청감에 따른 방법과 정밀측정에 의해 50여가지 항목을 테스트 하였고, 그 중 중요한 부분을 표 3에 도시하였다. Diff-Stream은 448Kbps로 최대한의 대역폭을 갖도록 하여 디코더의 최대 처리능력을 테스트하여 Glitch나 Repeat Frame이 발생하지 않아야 한다. Data Rate는 96-448Kbps까지 데이터를 가변 시 이상동작을 테스트하기 위한 것이며, Down Mix는 Set-Top의 아날로그 2채널 출력시 6채널의 데이터를 각각 분산하여 음의 손실이 없도록 하기 위함이다. 테스트 결과 모든 Dolby의 기준을 만족하는 성능을 얻을 수 있었다.

	Diff-Stream	Data Rate	Down Mix	채널분리도	주파수응답
Dolby Lab.	No glitch	96~448Kbps	<-60dBr	>80dBr	20dBr±1
Samsung	OK	OK	-100dBr	L→R 81.4 R→L 93.1	20.4 dBr at 10KHz
Test 방법	Listening	Listening	Analog 측정	Analog 측정	Analog 측정

표 3. 주요 AC-3 디코딩 테스트 항목

6. 결론

1998년 11월 미국 내 4대 방송국(ABC, CBS, FOX, NBC)이 지상파 방송을 시작한 이래로 많은 방송국들이 DTV 방송을 계획 중에 있으며 채널 전송 및 영상신호와 음성 신호의 전송에서는 상당히 안정화 되어 가고 있으나 아직 까지 부가정보 서비스에 있어서는 미진한 상태이다. 또한, 지상파의 데이터 서비스를 위해 DASE(DTV Application Software Environment)와 같은 규격의 논의도 이루어지고 있다. 한편, 케이블에서는 DTV 전송 의무법인 "Must Carry"로 인한 Digital 방송의 전송뿐만 아니라 인터넷 서비스를 비롯하여 VOD, Interactive game, 전자상거래와 같은 PC 영역의 서비스를 포함하는 규격인 Open-Cable 시스템을 진행 중에 있다. 또한 이미 Digital 방송을 실시하고 있는 위성방송과 통신 사업자들까지도 새로운 방송을 준비 중에 있다. 이는 대중의 욕구이기도 하다. 따라서 DTV가 성공적인 발전을 위해서는 고화질, 고음질의 영상 매체로서 뿐만 아니라 방송과 통신과 컴퓨터를 융합 할 수 있는 서비스로의 기술발전이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] ATSC Standard A/52 (1995), Digital Audio Compression (AC-3)
- [2] ATSC Standard A/53, Digital Television Standard, 1995.
- [3] ATSC Standard A/54, Guide to the Use of the Digital Television Standard, 1995.
- [4] R.Citta, "Frequency and phase lock loop," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. CE-23, pp.358-365, Aug. 1977.
- [5] D.S.Han and D.I.Song, "A digital FPLL for GA-VSB ATV receiver," *International Conference on Signal Processing Applications and Technology*, vol.1 pp.93-97, Oct. 1995.
- [6] J.S.Oh, et al, " A Design of VSB Receiver IC for Digital Television," to be appeared in *International Conference on Consumer Electronics*, Jun.1998.
- [7] ISO/IEC 13818-1 (1994), Information Technology — Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Systems.
- [8] ISO/IEC 13818-2 (1994), Information Technology — Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Video.
- [9] ATSC Standard A/65 (1998), Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable (PSIP).