

미국의 HDTV(High Definition Television) 기술개발 동향

지 인 호

(홍익대 과학기술대 전기공학과 조교수)

1. 개 론

현재의 TV 방송은 모두 아날로그 신호를 전파에 실어 전송한다. 그러나, 오늘날 TV는 디지털 방송 TV 시대로 변천 되고 있다. 서라운드 오디오와 더불어 디지털로 된 선명한 고화질의 영상이 가정에 전달되는 것이다. 이 전달은 위성이나 케이블뿐만 아니라 지상을 통해서 될 수 있다. 미국의 연방통신위원회, FCC(Federal Communications Commission)는 1987년에 미국내에서의 디지털 TV 규격 제정을 선도하였고, HDTV 시스템 개발을 위한 수년간의 경쟁 기간이 지난후, 주요 경쟁업체들은 1993년에 지상방송용 HDTV 규격을 공동으로 제정하기 위한 Grand Alliance(GA)를 결성하였다. HDTV 시스템은 MPEG-2(Moving Picture Experts Group 2)의 비디오 압축방식과 트랜스포트 규약, 다중 전송포맷, Dolby의 디지털 오디오 그리고 VSB변조를 기반으로 하여 뛰어난 화질과 음질을 제공할 것이며, 미국에서 추진중인 NII(National Information Infrastructure)의 일부로서의 역할도 하게 될 것이다. 디지털 기술은 사회적으로 새로운 시간영역을 만들고 반도체, 컴퓨터, 통신, 그리고 디스플레이와 같은 주요산업을 자극하게 될 것으로 기대된다.

새로운 HDTV 시스템은 현재의 아날로그 TV규격인 NTSC, PAL, SECAM을 훨씬 뛰어 넘는 기술적 진보의 산물이다. 과거에는 일반 TV수신기가 한 프레임의 영상 데이터를 담을수 있도록 충분한 메모리를 갖는다는 것은 생각할 수도 없었으나, 지금은 비디오 압축기술에서 프레임 메모리를 사용하지 않는 것을 생각할수도 없게 되었다.

제한된 HDTV 규격에서 각 가정들은 NTSC영상의 공간해상도보다 약 6배나 큰 200만 화소 이상으로 구성되는 화면을 받게 될 것이고, 제공되는 디스플레이 포맷중의 하나인 순차 주사 포맷은 초당 60프레임을 제공함으로써 NTSC영상의 초당 29.97프레임보다 2배가 넘는 시간해상도를 갖는다. 그래서 움직임의 표현은 스포츠 팬이나 컴퓨터 그래픽 전문가들에게도 충분할 정도로 자연스러워지며, 공간 해상도는 아주 큰 화면으로 보기에도 충분할 정도로 높게 된다.

시청자들에게 제일 큰 혜택은 NTSC의 결점들이 모두 없어지고 HDTV영상은 디지털적으로 깨끗하게 처리되므로 채널상의 고스트나 비트도 안보이며 약한 지역에서 생기는 스노우 현상도 없으며, 시청자들은 방송국이 보장하는 영역 내에서는 오직 깨끗한 영상만 받게 된다.

2. HDTV의 개발과정

HDTV의 연구개발은 1968년 일본에서 시작되었다. 일본 정부로부터 보조를 받은 NHK는 전자생산업체와 힘을 합하여 1984년 아날로그 HDTV 시스템인 MUSE(MUltiple Sub-nyquist Encoding) 시스템의 개발완료를 발표하였다. 1987년에 워싱턴에서 MUSE 시스템의 데모를 수행하였다. 이 데모는 정치적으로는 성공적으로 인식되었으나, 기술적인 문제점들이 남아 있었다. 즉, MUSE는 두 개의 6MHz 채널을 사용하였고, 고스트에 약했으며, 움직이는 물체에 있어서는 화질의 열화를 크게 보였다. 미국 방송회회는 이러한 사실을 인식하고 1987년 8월에 FCC에 ATV(Advanced Television)에 대한 지상방송 규격을 제정하도록 요구하였다. 그래서 동년 9월, FCC는 ACATS(Advisory Committee on Advanced Television Service)를 조직하여 ATV에 대한 규격 제정 활동을 시작하였다. 그 당시 많은 사람들이 새로운 ATV 규격이 EDTV(Enhanced Definition Television)이거나 HDTV일지라도 단지 MUSE에서 파생한 규격이라고 생각했다. 그러나 1988년말 FCC는 23개의 HDTV제안서를 접수받고 HDTV시스템을 테스트 하도록 계약하여 여러 가지 객관적인 평가와 화질에 대한 주관적인 평가를 수행하였다.

1990년 3월 FCC는 두 가지 중요 결정사항을 발표하였다. 첫째가 HDTV는 NTSC신호의 확장 형태보다는 동시방송으로 되어야 한다는 것이었다. 그림 1에 동시 방송 방식의 개념을 나타내었다. 이 동시 방송 방식이란 현재의 NTSC 방식을 사용한 TV 방송과 공채널을 사용한 새로운 ATV(Advanced Television) 방송 양쪽에 동시에 동일한 내용의 프로그램을 방송하는 것으로, 종래 방식의 TV 수상기의 사

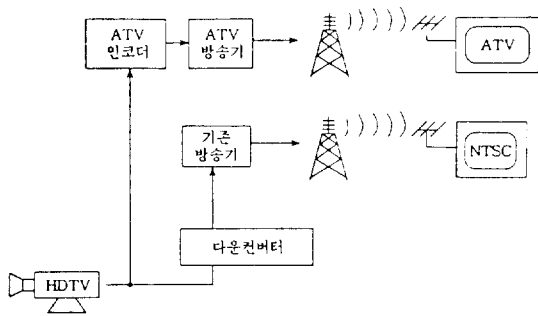


그림 1. 동시 방송 방식

용자를 고려한 것으로 되어 있다. 그러나 이것은 미래에 NTSC 방식의 TV 방송을 중지한다는 의도가 있다. 둘째는 HDTV는 EDTV에 우선하고 FCC에서는 HDTV의 규격을 먼저 정할 것이라는 것이었다. 1990년 GI(General Instrument)에서 최초의 완전디지털 HDTV제안서를 제출하였다. 1991-1992년 사이에 제안된 HDTV의 시스템 테스트가 성공적을 진행되었다. 1993년 2월 FCC자문위원회는 HDTV 시스템을 선택하기 위한 토론회를 마련하여 그 토론회에서 나온 건의 사항을 승인하였다. 그리고 FCC자문위원회는 경쟁사들이 토론회에서 각 시스템의 장점들을 서로 합치는 논의를 했던 것에 고무받아 완전 디지털 경쟁자들간의 GA(Grand Alliance)를 지지하는 성명서를 발표했다. 그 후 몇 달 간의 협상 끝에 일곱 경쟁사(AT&T, GI, MIT, Philips, Sarnoff, Thomson, Zenith)들은 1993년 5월 24일 디지털 HDTV을 대연합(GA) 할 것을 발표하였다. GA의 목적은 제안된 4개 완전 디지털 시스템에서 최상의 장점들을 골라 상중의 상 HDTV 규격을 만들기 위한 것이다.

1994년에는 GA 시스템 프로토타입 하드웨어가 구현되었다. AT&T와 GI는 공동으로 비디오 엔코더를, Philips는 비디오 디코더를, Sarnoff와 Thomson은 트랜스포트 시스템을, 그리고 Zenith는 전송 시스템을 만들었다. Dolby 연구소는 AC-3 디지털 사운드 시스템을 제공하였다. 시스템 통합은 Sarnoff에서 수행되었고 AT&T에서 실험실 테스트를 했다. Charlotte에서 필드 테스트를 하였던 데 만족스런 결과를 얻었다. 1995년에 FCC에 HDTV 규격을 추천완료 함으로써 현재는 정식규격을 승인 요청 중이다.

3. HDTV 시스템의 5가지 기능

GA HDTV 시스템의 특징은 비디오 포맷, 비디오 부호화, 오디오 부호화, 트랜스포트(Transport), 전송시스템의 특성에서 얻을 수 있다(그림 2).

3.1. 비디오 포맷

GA HDTV 시스템에서 선택한 비디오 포맷은 두 종류의 화소구조와 몇 개의 프레임율을 가진다. 즉, 유효 화소수가

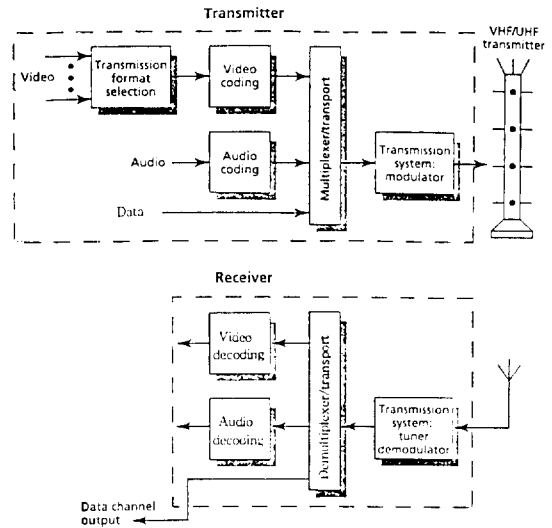


그림 2. GA HDTV 시스템의 구성도

720 x 1280인 것과 1080 x 1920인 것이 있으며, 프레임율은 24, 30, 그리고 60 Hz인 것이 있다. 각 화소는 장방형 화소이므로 화면 종횡비가 16:9가 된다. 이들 포맷들은 방송, 컴퓨터 멀티미디어, 컴퓨터 그래픽, 산업영상 등에 맞게 되어 있다. 픽셀 클럭 속도는 60.0 Hz 프레임 속도에서 74.25MHz이다. 비디오 포맷들은 더 좋은 화질의 비디오 포맷으로 확장성을 고려하고 있는데, GA HDTV의 궁극적인 포맷은 1080 x 1920, 60Hz의 순차주사 형식을 목표로 하고 있다. 이것은 HDTV 시스템 중 최고의 화질을 실현할 수 있을 것이다.

3.2. 비디오 압축 방식

GA의 비디오 신호압축 방식은 움직임 보상된 DCT(Discrete Cosine Transform)를 근간으로 하고 있는 MPEG-2, MP/HL(Main Profile/High Level)압축방식의 대부분을 포함한다. DCT는 공간적인 중복성을 없애고, 움직임 보상은 시간적인 중복성을 없앤다. DCT는 에너지 압축율이 좋으며 구현상 적은 비용이 들고 고속 알고리즘이 많이 개발되어 있는 장점이 있다. GA는 또한 신호원 적응 부호화 방식을 포함하여 화질을 좋게하기 위하여 여러 기법들을 비디오 압축에 적용하고 있는데, 그 중의 하나는 B-프레임 예측(Bidirectional-Frame Prediction) 방법이다. B-프레임 예측 방법은 전프레임과 후프레임을 이용하여 현재의 프레임을 예측함으로써 압축 효율을 증가시킬 수 있는 것이다. 그리고 GA는 더 좋은 화질을 위하여 넓은 영역의 움직임 예측, 필드/프레임간의 움직임 벡터 탐색, 필드/프레임간의 적응적 DCT 부호화, 국부 양자화 레벨 제어를 통한 순방향 해석 등의 기술을 지원한다.

3.3. 패킷 전송

GA HDTV 시스템은 트랜스포트하기 위한 방법으로 패

킷(Packet)기술을 이용함으로써 멀티미디어 서비스를 위한 진가를 발휘한다. 트랜스포트 시스템은 영상, 음성, 그리고 보조 데이터를 나타내는 다양한 기본비트열로부터 고정 길이 패킷의 열을 발생시킨다. 패킷은 영상, 음성, 그리고 보조 데이터 중에서 한 종류의 데이터만 가진다. 여러 비트열로부터 데이터가 한 패킷내에 혼재하는 경우가 없으므로 트랜스포트 베커니즘은 사용 가능한 채널의 대역폭에 맞추어서 패킷의 수를 융통성 있게 할당할 수 있다. 트랜스포트 패킷은 4바이트의 패킷헤더와 184바이트의 페이로드(Payload)로 이루어져 있다(그림3). 헤더에는 패킷동기 정보와 페이로드의 내용에 관한 정보를 담고 있다. 동기는 1바이트로 항상 헤더의 처음에 오며 고정된 값이다. 헤더에 있는 패킷 확인부는 13비트로 고정되어 있으며, 여러 기본비트열을 어떻게 섞었는지에 관한 정보를 알려준다. 패킷 확인부의 위치가 항상 고정되어 있으므로 패킷동기가 이루어지지만 어떤 어떤 기본비트열의 패킷이라도 쉽게 추출할 수 있다.

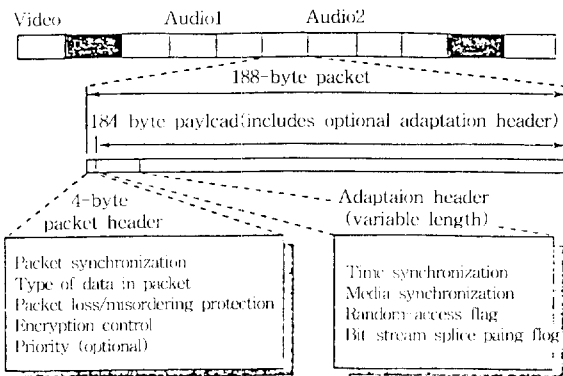


그림 3. Transport packet의 구조

3.4. Dolby 오디오

이산적인 다채널 디지털 오디오가 디지털 고화질 큰화면의 화상에 적합하다고 알려져있다. 1991년부터 영화 관람객들을 사로잡아 왔던 Dolby사의 AC-3 디지털 오디오 압축 시스템이 GA 시스템의 오디오로 제공되는데, AC-3의 지각적인 부호화 시스템은 왼쪽, 오른쪽, 가운데, 왼쪽 서라운드, 오른쪽 서라운드, 그리고 지역 강화 채널의 이산 다중채널 사운드를 384kb/s의 채널 비트열로 부호화하고 있다. 이 사운드는 현재의 방송과 HiFi로 널리 알려져 있는 매트릭스 서라운드 사운드보다 훨씬 우수하다. AC-3 코딩과정은 오디오 신호를 시간영역에서 주파수 영역으로 변환한다. 오디오 스펙트럼이 연속적으로 분석되고 현저한 특징들이 적절한 신호대 잡음비를 얻기위해 충분한 비트로 부호화한다.

3.5. 디지털 VSB 우수성

제안된 HDTV 규격안의 전송 시스템은 VSB(Vestigial Side Band) 변조 방식을 사용한다. 전송 시스템은 지상방송

을 위해 4레벨 VSB변조와 trellis 부호화(4레벨 신호를 8레벨 신호를 출력)를 합친 8-VSB변조방식을 이용하여 데이터의 기본적인 전송 스펙트럼은 QAM의 스펙트럼처럼 양쪽 가장자리에 roll-off 영역을 가지고 대부분의 주파수 영역에서 평활하다. 그러나, 주파수 대역의 중앙에 억압(pilot) 반송파가 있는 QAM과는 달리 VSB 억압 반송파는 낮은 주파수대의 roll-off영역에 위치하고 있다(그림 4). VSB시스템에 부여된 특징중 하나는 지상방송에서 발생하는 극단적인 잡음 상황에서도 입력에 쉽게 동기하여 데이터를 받을 수 있는 것이다. 이것은 시스템에 쓰이는 몇 종류의 동기 복구(반송파 복구, 타이밍 복구, 프레임 복구)를 위해 잡음에 강한 기준 데이터를 제공함으로써 이루어 진다. 수신기는 기준 데이터만 올바르게 수신한다면 일반 데이터에는 약간의 에러가 있더라도 전체 동작에 크게 영향을 주지 않게 한다.

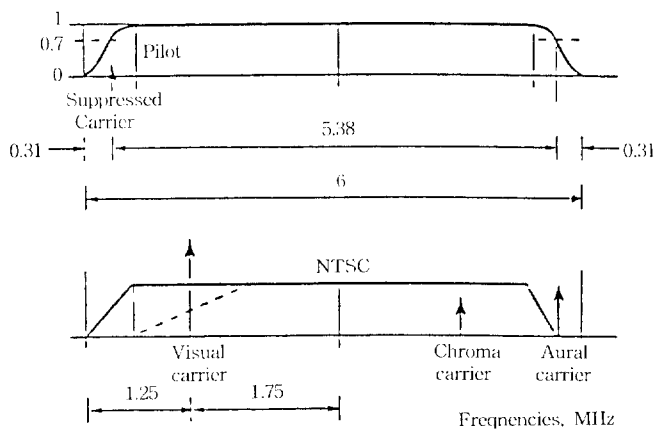


그림 4. 8-VSB와 NTSC의 주파수 스펙트럼

VSB 시스템의 가장 중요한 특징은 QAM에서 사용하고 있는 억압 반송파 대신 작은 파이롯트를 사용한다. 이 파이롯트는 NTSC 스펙트럼의 Nyquist 경사부에 위치하여 NTSC 방송에 미치는 공동채널 간섭을 최소화하도록 되어 있다. 만약 다른 채널 손상 없다면 이 파이롯트 신호는 0dB의 S/N까지 수신 가능하고 고스트 또는 공동 채널 간섭 같은 열악한 상황에서도 신호를 쉽게 수신할 수 있도록 여분을 제공하고 있다.

4. HDTV와 타미디어와의 호환성

TV, 영상분야, 정보분야 등으로부터의 다양한 데이터를 같이 엮어서 처리하기가 어려운 것은 각 분야의 규격이 급속하게 변화하기 때문이거나 어떤 분야에서는 아예 규격이 없기 때문이다. 호환성은 여러 분야에서 디지털 시스템이 개발중이었던 1990년 이후로 미국 HDTV시스템의 중요한 목표였다. HDTV 시스템에서 고도의 호환성은 지상방송, 가전제품, 컴퓨터, 통신, 케이블 TV 등의 서로 상반되는 점 또는 서로 다른점들을 조화롭게 하는데 있다. GA HDTV시

시스템의 세 가지 구조는 호환성을 위한 기초를 제공한다. 첫째로 계층적 디지털 시스템 구조는 데이터 통신의 OSI(Open System Interconnection)모델과 양립한다. 둘째로 GA 시스템은 단일구조의 규정된 데이터 형식이 아니라 헤더를 사용하여 디지털 시스템의 융통성을 완전하게 이용하고 있다. 마지막으로 시스템의 각 계층은 그 계층내에서 다른 시스템과 호환하도록 설계되는데, 다양한 계층을 가지는 GA 구조는 많은 응용 분야에서 쉽게 연결 되도록 하고 있다.

GA의 비디오 압축기술은 비디오 압축의 국제표준인 MPEG-2를 기초로 하므로 HDTV와 관련된 장치들이 압축 비트열 상태에서 MPEG-1, MPEG-2를 이용한 컴퓨터 멀티미디어 응용분야에 직접적으로 호환되도록 한다. 예를 들면 HDTV VCR의 출력이 멀티미디어 컴퓨터의 입력으로 사용될 수 있고 HDTV 수신기는 완전 동화상 비디오를 기록한 CD-ROM으로부터 입력을 받아 볼 수 있다. 물론 상호 적절한 인터페이스는 정해져야 하는데 이것은 쉽게 해결될 수 있다. GA HDTV시스템은 트랜스포트 계층내에서 캡슐화 되는 패킷을 사용함으로써, ATM과의 호환성을 강조 하였다.

5. 결 론

미국의 HDTV의 시대로의 행보는 필드 테스트도 만족스런 결과를 얻어서 FCC에 정식규격 승인 요청 중의 단계에 와 있다. 일본도 위성을 이용한 MUSE 방식을 사용한 HDTV 방송을 시험하고 있고 유럽에서도 독자적 기술을 가미한 디지털 방송 HD-MAC이 연구개발되고 있다. 그리하여 분명히 HDTV 시대는 다가오고 있으며, 많은 산업분야에서 그들의 개발 목표를 HDTV와 연계시켜 정하고 있다. 즉, 컴퓨터, 정보통신, 가전, 오락, 그리고 그외 대부분의 영상응용 분야에서 그들의 최종 출력을 현재 NTSC급 시스템보다 더 진보된 시스템을 필요로 할 것이고, HDTV가 그 역할을 충분히 해낼 것으로 믿고 있다. 미국의 GA HDTV 시스템은 여러 산업 분야의 연계를 고려해 이들 대부분을 수용할 수 있도록 융통성 있게 설계되었으며, HDTV 산업이 발달하면 더욱 많은 응용산업이 발생하고 사람들의 생활을 더

욱 윤택하게 할 것으로 기대된다. 우리나라도 HDTV의 개발에 박차를 가하여 미래의 TV산업이 선진국이 되도록 하여야겠다.

참 고 문 헌

- [1] Carlo Basile et al., "The US HDTV standard: The Grand Alliance", IEEE Spectrum, pp. 36-45, April 1995.
- [2] Grand Alliance HDTV system specification, Version 2.0 December 1994.
- [3] A. N. Netravali and B. G. Haskell, Digital Pictures: Representation and Compression, 2nd Edition, Plenum Press, New York, 1995.
- [4] E. Petajan, "Digital Video Coding Techniques for US High Definition TV", IEEE Micro, pp.13-21, October, 1992.

저 자 소 개



지인호(池仁鎬)

1958년 11월 11일생. 1980년 2월 서울대 공대 전자공학과 졸업. 1983년 8월 동대학원 전자공학과 졸업(석사). 1995년 6월 미국 Polytechnic University 전기공학과 졸업(공학박). 1982년 3월-88년 6월 국방과학연구소 통신장비연구실 연구원. 1995년 8월-현재 홍익대 과학기술대 전기공학과 조교수.