

미국 HDTV의 Grand Alliance 현황 및 전망

朴 熙 福, 朴 鍾 碩

LG電子 映像미디어研究所 ATV그룹

I. 서 론

현재 TV의 기본구조는 디지털 시대로 재창조되고 있다. 즉, 서라운드 오디오와 더불어 디지털로 된 선명한 고화질의 영상이 가정에 전달되는 것이다. 이것은 케이블이나 위성뿐만 아니라 지상을 통해서 일 수 있다. 이러한 전망하에 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 결성하게 되었다. 1995년 봄 현재, GA HDTV의 프로토타입 테스트가 미국의 Virginia주 Alexandria에 있는 ATTC(Advanced Television Test Center)에서 진행중이며, 제안된 규격이 FCC의 최종 승인을 얻기 위해 올 여름 FCC에 제출될 것이다.

HDTV 시스템은 MPEG-2의 비디오 압축방식과 트랜스포트 규약, 다중 전송포맷(Multiple Transmission Format), Dolby의 디지털 오디오 그리고 VSB 변조를 기반으로 하여 뛰어난 화질과 음질을 제공할 것이며, 미국에서 추진중인 NII(National Information Infrastructure)의 일부로서의 역할도 하게 될 것이다. 디지털 기술은 사회적으로 새로운 사업영역을 만들고 반도체, 컴퓨터, 통신, 그리고 디스플레이와 같은 주요산업을 자극하게 될 것으로 기대된다.

새로운 HDTV 시스템은 현재의 아날로그 TV 규격인 NTSC, PAL, SECAM을 훨씬 뛰어 넘는 기술적 진보의 산물이다. 즉 현재의 아날로그 시스템들은 이미 40년이 넘는 낡은 기술로서 잡음도 많고 영상과 음성의 질도 떨어지며, 융통성(flexibility)도 없으며 처리상의 결점들도 많다. 그런데, 지난 수십년 동안 처리, 통신, 디지털 압축, 그리고 고집적화 기술들은 많은 진보를 가져 왔다. 예로써 과거에는 일반 TV수신기가 한 프레임의 영상 데이터를 담을 수 있도록 충분한 메모리를 갖는다는 것은 생각할 수도 없었으나, 지금은 비디오 압축기

술에서 프레임 메모리를 사용치 않는 것을 생각할 수도 없게 되었다.

제안된 HDTV 규격에서 각 가정들은 NTSC영상의 공간해상도보다 약 6배나 큰 200만 화소 이상으로 구성되는 화면을 받게 될 것이며, 제공되는 디스플레이 포맷중의 하나인 순차주사 포맷은 초당 60프레임을 제공함으로써 NTSC영상의 초당 29.97프레임보다 2배가 넘는 시간해상도를 갖는다. 그래서 움직임의 표현은 스포츠 팬이나 컴퓨터 그래픽 전문가들에게도 충분할 정도로 자연스러워지며, 공간해상도는 아주 큰 화면으로 보기에도 충분할 정도로 높게 된다. 또한 화면의 종횡비(aspect ratio)도 영화와 같이 16 : 9의 파노라마식이 제공될 것이다.

시청자들에게 제일 큰 혜택은 NTSC의 결점들이 모두 없어 지는 것이다. HDTV영상은 디지털적으로 깨끗하게 처리되므로 채널상의 고스트나 비트도 안보이고 수신이 약한 지역에서 생기는 스노우 현상도 없으며, 시청자들은 방송국이 보장하는 영역내에서는 오직 깨끗한 영상만 받게 된다.

본고에서는 이와 같은 드라마틱한 영상시스템인 HDTV에 대해 미국의 규격으로 채택될 기로에 있는 GA시스템을 중심으로 개발과정과 기술적인 내용 그리고 차후 개발전망등을 알아 봄으로써 국내 HDTV개발과 상업화 과정에 조금이나마 도움이 되고자 한다.

II. HDTV의 개발과정

HDTV의 연구개발은 1968년 일본에서부터 시작되었다. 일본 정부로부터 보조를 받은 NHK는 전자생산업체와 힘을 합하여 10억 달러를 상회하는 대형 프로젝트를 수행한 결과로 아날로그 HDTV 시스템인 MUSE(MULTIPLE sub-Nyquist Encoding) 시스템을 개발하였다. 이러한 때인 1980년 중반 미국의 TV방송계는 이동체 무선통신 관련 산업계로부터 상위 UHF 밴드의 일부를 할당해 달라는 공격을 받았고, FCC에서는 TV 방송에

사용되지 않는 스펙트럼의 일부를 그들에게 재할당하는 것에 동의하였다. 그러나 방송업자들은 그 스펙트럼은 ATV(Advanced Television)의 서비스를 위해 필요하다는 것을 주장하면서 반격에 나섰다. 이러한 주장을 뒷받침하기 위해 1987년 초기에 워싱턴에서 MUSE 시스템의 데모를 수행하였다. 이 데모는 정치적으로는 성공적으로 인식되었지만, 기술적인 문제점들이 몇가지 남아 있었다. 즉, MUSE는 두 개의 6MHz 채널을 사용하였고, 고스트에 약했으며, 움직이는 물체에 있어서 화질의 열화를 크게 보였다. 미국 방송협회는 이러한 사실을 인식하고 1987년 8월에 FCC에 ATV에 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 사람들은 새로운 ATV규격이 EDTV(Enhanced Definition Television)이거나 HDTV일지라도 단지 MUSE에서 파생한 규격일 것이라고 생각했다. 그러나 그 생각은 맞지 않았다. 1988년말 FCC는 23개의 HDTV 제안서를 접수 받고, ATTC(Advanced Television Test Center)와 ATEL(Advanced Television Evaluation Laboratory)에서 HDTV시스템을 테스트 하도록 계약하여 여러 가지 객관적인 평가와 화질에 대한 주관적인 평가를 수행하였다. 그 결과 FCC는 1990년 3월 두 가지 중요 결정사항을 발표하였다. 첫째가 HDTV는 NTSC신호의 확장 형태보다는 동시방송으로 되어야 한다는 것이었다. 동시방송에서 HDTV신호는 자체로서 완전 독립적이고 단일 채널을 통하여 전송되는 것이며, 일반적인 NTSC 수신기와 호환되지 않는다는 것을 의미한다. 둘째는 HDTV는 EDTV에 우선하고 FCC에서는 HDTV의 규격을 먼저 정할 것이라는 것이었다. 이들은 미국, 유럽, 일본에서 넓게 가지고 있던 관점을 전면 부정하는 것이었고, 단일 6MHz 방송채널내에 HDTV를 전송할 수 있는 것에 대해 모험을 건 것이었다.

FCC는 각 ATV시스템 개발자들에게 1990년 5월말까지 시스템 테스트를 위한 초기 제안서를 제

출하도록 요청했다. 그런데 제출기간 마감직전에 GI(General Instrument)에서 최초의 완전디지털 HDTV에 관한 제안서를 제출하였다. 이 기술은 그 당시 몇년 후에 나올 것으로 인식되던 것이었지만, GI는 다중 NTSC채널을 하나의 위성중계기 채널에 맞도록 넣는 것으로부터 주파수 압축에 대한 방법을 터득하고 있었다. 그 후로 대부분의 경쟁사들이 앞다투어 완전디지털 HDTV시스템을 연구하였고, 일부 경쟁사들은 콘소시엄을 형성하는 등하여 모두 4개의 완전디지털 HDTV 시스템이 테스트를 위하여 제출되었다. 최종 제출된 시스템에는 2가지의 다른 시스템도 있었는데, 하나는 Narrow MUSE 시스템이고, 다른 하나는 EDTV 시스템이었다. 그런데 EDTV 시스템은 나중에 취소되었다. 여섯 개의 제안된 시스템은 ATTC와 ATEL에서 1991~1992년 동안에 성공적으로 테스트 되었다. FCC자문위원회(Advisory Committee)는 1993년 2월 시스템을 선택하기 위한 특별 토론회를 마련하였고 하나의 시스템을 선택하려 하였다. 그 토론회에서 완전디지털 기술이 아날로그 기술보다는 우수라는 것이 결정되었는데, 네 가지의 완전디지털 시스템중에서 명백한 승자를 선택할 수가 없었다. 그래서 각 시스템별로 좀 더 개선을 한 후 다시 테스트할 것이 결의되었다.

자문위원회는 그 토론에서 나온 건의 사항을 승인하였다. 그리고 경쟁사들이 토론회에서 각 시스템의 장점들을 서로 합치는 논의를 했던 것에 고무받아 자문위원회는 완전디지털 경쟁자들간의 GA(Grand Alliance)를 지지하는 성명서를 발표했다. 그 후 몇달 간의 협상끝에 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 완전디지털 시스템에서 최상의 장점들을 골라 상중의 상 HDTV 규격을 만들기 위한 것이다.

1993년도와 나머지 대부분 기간은 시스템을 정의하는데 소요되었다. 새로 결성된 GA의 기술전문가 그룹은 세부적인 문제점들을 해결하였고, FCC위원회 전문가 그룹은 1993년 10월에 위원회에 제출된 GA 시스템을 승인하도록 협조하였다.

변조 시스템에 대한 승인은 1994년 초까지 연기가 되었는데 그 이유는 한 경쟁사가 끝까지 따라 오고 있었기 때문이다.

작년 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 ATTC에서 실험실 테스트를 했다. 앞으로 Charlotte에서 필드 테스트를 한다. 자문위원회는 95년내에 FCC에 HDTV 규격을 추천을 함으로써 모든 작업을 끝내게 된다. 표 1은 지금까지 언급한 HDTV 개발 과정의 몇 가지 이정표를 보여준다.

〈표 1〉 HDTV 개발의 주요 이정표

연 도	내 용
1968	- 일본에서 HDTV 개발 시작
1984	- 일본에서 아날로그 HDTV 방식인 MUSE 개발완료 발표
1987	- MUSE의 미국 워싱턴 데모
1988	- FCC에서 ACATS 조직
1990	- 미국에서 23개의 HDTV 제안서 접수
1990	- FCC에서 HDTV 동시방송 결정
1990	- GI에서 최초의 완전디지털 HDTV 제안
1991~1992	- 제안된 5가지의 HDTV의 시스템 테스트
1993	- HDTV의 Grand Alliance(GA) 발표
1994	- GA HDTV 시스템의 프로토타입 구현
1995	- GA 시스템 테스트
1995	- FCC에 최종 HDTV 규격 추천

III. HDTV 시스템 개발시의 쟁점들

미국내 지상방송 채널에서 동시방송 HDTV 시스템의 설계는 많은 쟁점들 사이에서 균형을 갖추

어야 한다. 즉, 고해상도의 화면과 음성을 전달하고 기존의 NTSC 방송과 공존시키면서 어떻게 제한된 대역의 방송 스펙트럼을 효율적으로 이용할 것인가는 중요한 문제이다. 동시방송에서는 독립된 HDTV 신호가 한 개의 텔레비전 채널을 통해 전송되어 진다. 스펙트럼의 제한성 때문에 FCC는 HDTV 방송이 NTSC 방송에 할당된 표준 6MHz 채널만을 점유해야 한다고 결정했다. 그러면서 NTSC 방송이 그대로 유지되어야 하기 때문에 새로운 방송은 현재 사용되고 있지 않은 채널들을 통해 서비스되어질 것이다. 그런데 현재의 텔레비전 스펙트럼은 주어진 방송 지역에서 시스템 특성상 금지채널들이 존재한다. 그래서 지리적으로 인접한 두 방송국이 있을 때, 한 방송 지역에서 사용되는 스펙트럼은 그 이웃하는 지역에서는 비어 있다. 이렇게 해야만, 방송 서비스의 경계영역에서 텔레비전 시청자들은 이웃 지역의 방송으로부터 간섭을 피하게 된다.

HDTV 동시방송 시스템은 불규칙 잡음과 공동 채널 간섭(co-channel interference)을 제거해야 하고, NTSC 정도의 서비스 영역을 제공해야 한다. 미국에서는 같은 채널을 이용하는 지상방송국 간의 최소거리가 155마일인데, HDTV 방송국이 NTSC 방송국의 B등급 서비스 영역과 동일한 서비스 영역을 제공하기 위해서는 송신탑으로부터 반경 55.5마일 떨어진 지역까지는 깨끗한 화면을 공급해야만 한다. 그러기 위해서 HDTV 동시방송 시스템은 인접 NTSC 방송으로부터의 공동채널 간섭을 제거할 수 있어야 할 뿐 아니라 인접 지역의 NTSC 방송신호 수신에 매우 적은 간섭이 미치도록 해야 한다.

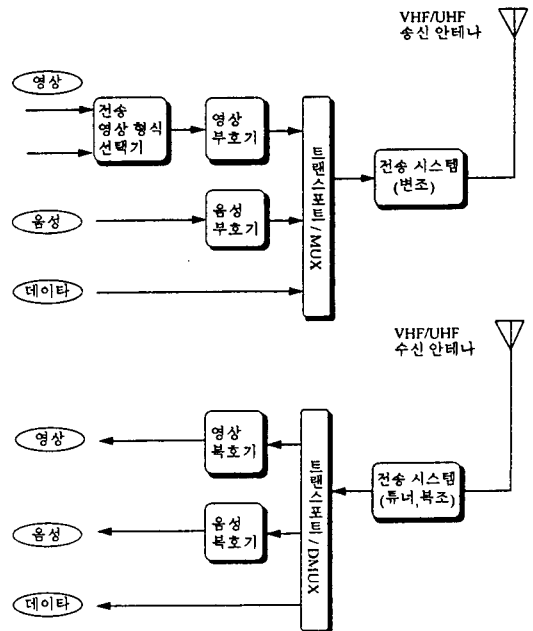
HDTV 시스템의 다른 필요사항중 하나는 현재와 미래의 다양한 분야의 서비스를 공급할 수 있고, 여러 응용분야에 적용될 수 있는 융통성(flexibility)을 갖는 것이다. 가정과 사무실에서 화상, 음성, 데이터를 이용하는 새로운 제품이 출현할 것이며, 이들은 가전, 통신, 컴퓨터 장비들 뿐만 아니라 여러 전달 매체들 사이의 호환성(interoperability)도 요구하게 될 것이다. 호환성은 소비자가 시스템을 쉽게 사용하기 위해, 새로운

디지털 시장을 확대하기 위해, 그리고 전자산업체들이 HDTV 산업을 부흥하는데 동기를 부여하기 위해서도 필요하다. 또한 압축된 데이터의 호환성은 HDTV와 다른 응용분야간에 상승효과를 일으킬 것이다. 컴퓨터와 가전제품들간에 같은 비디오, 오디오 압축 규격을 사용하는 것은 압축된 데이터를 직접 교환 가능하게 하며 반복적인 압축신장으로 인한 비용과 손상을 제거시킬 수 있다.

마지막으로 HDTV 시스템은 케이블과 광대역 광통신망을 통해 전송될 수 있어야 하며, 영화, 스포츠, 일반적인 방송 자료들이 무리없이 방송될 수 있도록 소스와 디스플레이의 다양한 주사형태가 필요하다.

IV. GA HDTV 시스템 특징

GA HDTV 시스템의 특징은 비디오 포맷, 비디오 부호화, 오디오 부호화, 트랜스포트(transport), 전송(transmission) 시스템의 특성에서 얻



〈그림 1〉 GA HDTV 시스템의 구성도

을 수 있다(그림 1). 각 시스템들의 특성에 대한 것을 다음에 설명한다.

1. 비디오 포맷

모든 텔레비전 응용분야가 다중 비디오 포맷을 요구하는 것은 아니고, 처리하려는 프로그램의 종류에 따라 하나의 비디오 포맷을 선택할 수 있다. 그러나 TV의 디지털 신호처리는 하나 이상의 비디오 포맷을 허용할 수 있게 하며 여러 포맷 사이의 호환이 가능하게 한다.

GA HDTV 시스템에서 선택한 비디오 포맷은 두 종류의 화소구조와 몇 개의 프레임율을 가진다. 즉, 유효 화소수가 720×1280인 것과 1080×1920인 것이 있으며, 프레임율은 24, 30, 그리고 60Hz인 것이 있다. GA는 필름 모드를 위하여 24Hz와 30Hz의 프레임율의 포맷을 포함하고 있다. 각 화소는 장방형 화소(square pixel)이므로 화면 종횡비(aspect ratio)가 16 : 9가 된다. 비디오 포맷의 종류가 이처럼 많은 것은 여러 응용분야를 최적으로 지원하기 위한 것인데, 각 포맷에 따른 응용 분야를 표 2에 보였다.

NTSC에서 HDTV로 전환되는 전환기 동안은 NTSC의 59.94Hz 프레임율과 연관되어 23.97, 29.97, 그리고 59.94Hz의 프레임율을 포함한다. 60Hz 프레임율 또는 필드율의 화소 클락은 74.25MHz이며, 59.94Hz 프레임율 또는 필드율의 화소 클락은 74.18MHz인데, 두 클락의 비율은 1000/1001이다.

(표 2) GA HDTV 비디오 포맷에 따른 응용분야

비디오 포맷	응용 분야
720×1280 P, 60 frame/s	스포츠, 콘서트, 애니메이션, 그래픽, 이중주사 NTSC, 광고
720×1280 P, 24, 30 frame/s	필름, 그래픽, 애니메이션, 저전송율 화상
1080×1920 I, 60 field/s	비월주사 카메라 영상
1080×1920 P, 24, 30 frame/s	공간해상도가 높은 필름

*P = 순차주사, I = 비월주사

엔코더에서 다중 비디오 포맷을 지원하기 때문에 디코더에서는 출력을 최종 디스플레이에 적합한 포맷으로 변환하여 주어야 한다. 디코더에서의 포맷 변환 방법은 디스플레이 동기 신호를 바꾸어 주는 방법과 디스플레이에 맞게 프레임 크기를 바꾸는 방법이 있는데 전자의 경우는 실현상의 문제가 있기 때문에 후자의 방법이 주로 쓰일 것 같다. 그리고 후자의 방법에는 비디오 포맷 상호간의 변환 과정이 필요한데, GA에서 추천하는 포맷 변환 방법은 표 3에 나타나 있다.

비디오 포맷들은 더 좋은 화질의 비디오 포맷으로 확장성을 고려하고 있는데, GA HDTV의 궁극적인 포맷은 1080×1920, 60Hz의 순차주사 형식을 목표로 하고 있다. 이것은 HDTV 시스템 중 최고 화질을 실현할 수 있는 것이다.

(표 3) GA에서 추천하는 HDTV 비디오 포맷 변환 방법

출력 입력	720×1280 P, 60fr/s	720×1280 P, 24, 30fr/s	1080×1920 I, 60 fi/s	1080×1920 P, 24, 30fr/s
720×1280 P, 60fr/s	불필요함	추천하지 않음	공간 및 비월변환	추천하지 않음
720×1280 P, 24, 30fr/s	3 : 2 혹은 2 : 2 pulldown	불필요함	3 : 2, 2 : 2 pulldown, 공간 및 비월변환	공간변환
1080×1920 I, 60 fi/s	역비월 및 공간변환	추천하지 않음	불필요함	추천하지 않음
1080×1920 I, 24, 30fr/s	공간변환, 3 : 2, 2 : 2 pulldown	공간변환	3 : 2, 2 : 2 pulldown, 비월변환	불필요함

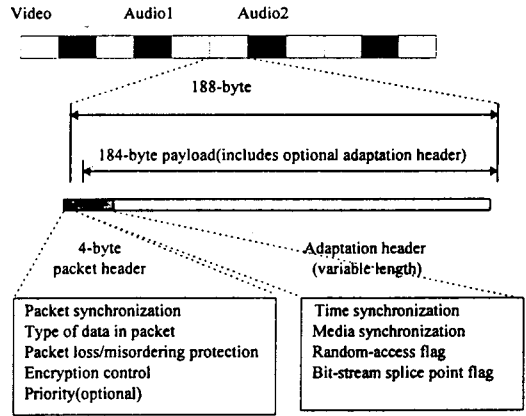
2. 비디오 압축 방식

GA의 비디오 신호압축 방식은 움직임 보상된 DCT(Discrete Cosine Transform)를 근간으로 하고 있는 MPEG-2(Moving Picture Experts Group 2), MP/HL(Main Profile/High Level) 압축방식의 대부분을 포함한다. DCT는 공간적인 중복성을 없애고, 움직임 보상은 시간적인 중복성을 없앤다. DCT는 에너지 압축률(energy compaction)이 좋으며 구현상 적은 비용이 들고 고속 알고리즘이 많이 개발되어 있는 장점이 있다. GA는 또한 신호원 적용 부호화 방식을 포함하여 화질을 좋게 하기 위하여 여러 기법들을 비디오 데이터 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(forward analysis with localized quantization-level control), 그리고 자동 필름 형태 탐지 등의 기술들을 지원한다. 국부 양자화 레벨 제어를 통한 순방향 해석 방법은 인간의 시각 시스템의 특성을 이용함으로써 압축으로 인한 결점들이 덜 나타나게 하는 것이다.

3. 패킷 전송

GA HDTV 시스템은 전송하기 위한 방법으로 패킷(packet) 기술을 이용함으로써 멀티미디어 서비스를 위한 진가를 발휘한다. 패킷 기술은 전송 에러가 발생할 수 있는 지상채널에 대해 에러를 검출할 수 있어서 특히 유리하다. 전송시스템은 영상, 음성, 그리고 보조 데이터를 나타내는 다양한 기본비트열(elementary bit stream)로부터 고정 길이 패킷의 열을 발생시킨다. 패킷은 영상, 음성, 그리고 보조 데이터 중에서 한 종류의 데이터만을 가진다. 여러 비트열로부터의 데이터가 한 패킷내에 혼재하는 경우가 없으므로 전송포

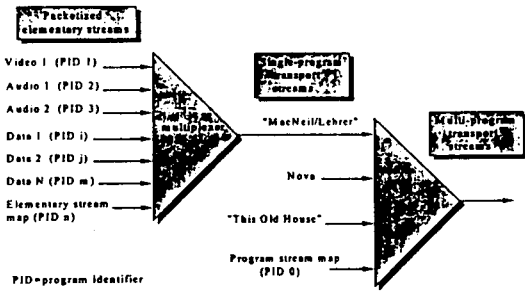


(그림 2) 트랜스포트 패킷의 구조

트 매커니즘은 사용 가능한 채널의 대역폭에 맞추어서 패킷의 수를 융통성 있게 할당할 수 있다. 트랜스포트 패킷은 4바이트의 패킷헤더와 184바이트의 페이로드(payload)로 이루어져 있다(그림 2).

헤더에는 패킷동기 정보와 페이로드의 내용에 관한 정보를 담고 있다. 동기는 1바이트로 항상 헤더의 처음에 오며 고정된 값이다. 헤더에 있는 패킷 확인부(packet identifier)는 13비트로 고정되어 있으며, 여러 기본비트열을 어떻게 섞었는지에 관한 정보를 알려준다. 패킷 확인부의 위치가 항상 고정되어 있으므로 패킷동기가 이루어지지만 하던 어떤 기본비트열의 패킷들이라도 쉽게 추출할 수 있다. 고정된 길이의 패킷은 에러의 검출 및 대응을 쉽게 한다. 전송 조건이 나빠서 에러가 생겼을 때 패킷헤더에 기본비트열 디코더가 그 패킷은 무시하도록 하는 신호를 넣을 수 있다. 그러면 디코더부는 화상 및 음성신호의 표현에서 발생할 수 있는 결점을 적절한 수단을 이용하여 감출 수 있다. 조건부 액세스에 의한 가입자 서비스도 제공되는데, 화상, 음성, 그리고 데이터를 각각 독립적으로 스크램블 시킬 수 있어 패킷헤더는 해당하는 페이로드가 스크램블 되어 있는지를 알려 준다.

때때로 비디오와 오디오간의 주기적 동기를 맞추기 위해, 압축된 비트열의 불규칙한 삽입을 위해, 또는 지역방송 프로그램의 삽입을 위해서 추가적인 헤더 정보가 필요하다. 이 경우 가변길이를



(그림 3) 트랜스포트 시스템의 다중화 형태

가지는 적응헤더(adaptation header)가 트랜스포트 패킷의 페이로드 일부에 존재한다. 비디오와 오디오간의 입술동기(lip sync)를 맞추기 위해 두 기본비트열에 PTS(Presentation Time Stamp)를 보내어 언제 출력해야 하는지를 알려준다. PTS는 마스터 클럭에 대한 상대적인 값으로 주어진다.

트랜스포트 시스템은 프로그램을 올바르게 복구하기 위해 기본비트열과 함께 제어 데이터열(elementary stream map)을 같은 시간기저(time-base)로 다중화 한다(그림 3). 그리고 각 프로그램들은 전체 시스템을 제어하는 데이터(program stream map)와 함께 다중화 되어 하나의 비트열로 된다.

4. Dolby 오디오

GA가 제안하고 있는 시스템은 화질 못지 않게 음질도 매우 고급스럽다. 이산 다중채널 디지털 오디오(discrete multichannel digital audio)는 디지털 고화질 와이드 영상과 이상적으로 잘 부합하여 스피커가 내장된 값싼 단음조(monophonic) TV에서 벗어나 극장과 같은 영상과 오디오를 제공하는 안방극장을 연출한다.

1991년부터 영화 관객들을 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 저역 강화 채널의 이산 다중채널 사운드를 384kb/s의 채널 비트열로 부호화하고 있다. 이 사운드는 현재의 지상

방송과 VHS HiFi로 널리 알려져 있는 매트릭스 서라운드 사운드보다 훨씬 우수하다.

AC-3 부호화는 오디오 신호를 시간 영역에서 주파수 영역으로 변환한 후 수행된다. 오디오 스펙트럼은 분석되어 중요한 특징부분은 적절한 S/N을 얻기 위해 충분한 비트수로 부호화되고, psycho-acoustic masking(오디오 스펙트럼의 일부가 인접한 큰 주파수 성분에 의해 가려지는 것) 성분이나 청각 주파수의 경계치를 벗어 나는 성분은 적은 비트수로 부호화된다.

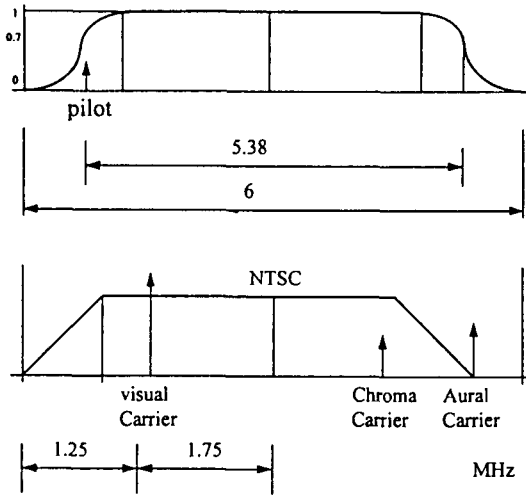
그외 몇 가지 특징들은 AC-3의 오디오 시스템을 매우 우아하게 하는데, 프로그램 세그먼트 또는 채널 변경시 오디오 레벨의 요동을 제한하는 것, 청취자가 원래 오디오 프로그램의 full dynamic range를 선택할 수 있도록 하는 것, 모노 또는 스테레오 수신기를 가진 청취자에게도 오디오 채널들의 혼합물을 제공하는 것 등이 있다. 다중 오디오 비트열은 음성다중이나 시각적, 청각적으로 손상된 사람들을 위한 서비스를 위해 제공될 수 있다.

5. 디지털 VSB

제안된 HDTV 규격안의 전송 시스템은 VSB(Vestigial SideBand) 변조 방식을 사용한다. VSB의 스펙트럼은 다른 변조 방식의 스펙트럼과 비슷할지 모르나 신호 자체는 다른 특징이 있어 강력한 경쟁 시스템을 물리치고 선택되어 졌다. 그리고 경쟁 시스템의 좋은 특징들은 VSB 시스템에 응용 되었졌다.

전송 시스템은 지상방송을 위해 4레벨 VSB변조와 trellis 부호화(4레벨 신호를 8레벨 신호를 출력)을 합친 8-VSB변조방식을 이용하며 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 낮은쪽 주파수대의 roll-off 영역에 위치하고 있다(그림 4).

송신기의 입력이 연결되지 않았을 때 모두 "0"이 되는 것처럼, 일정한 데이터 열은 비균등 스펙트럼을 만들고 인접 방송국에 간섭을 준다. 이것을



〈그림 4〉 8-VSB 및 NTSC 주파수 스펙트럼

방지하기 위하여 GA 시스템에서는 유사 불규칙열로 입력 데이터를 스캔블하여 스펙트럼이 할당된 주파수 대역에 걸쳐서 평균적으로 평활하게 해준다. GA 트랜스포츠 시스템에 의해 만들어진 데이터는 동기 1바이트를 포함하여 188바이트 패킷으로 분할되는데, 전송에서도 이와 비슷하게 187바이트의 데이터와 1개의 동기 바이트 그리고 오류정정을 위한 20바이트의 패리티 바이트로 구성된다. 동기 바이트는 트랜스포츠의 동기 바이트 대신 삽입되어 송신된 후 수신기에서 다시 트랜스포츠의 동기 바이트로 대체된다. VSB 신호는 일차원이므로 복조된 기저대역의 신호를 1개의 AD변환기에 의해 디지털화 되도록 한다.

S/N을 조절할 수 있는 케이블 방송에서는 trellis 코딩 없는 16-VSB 변조 방식을 사용한다. 레벨수의 증가는 신호의 스펙트럼을 변화시키지는 않으나 8-VSB에 비하여 유효 데이터율은 2배로 늘어나게 한다.

VSB 시스템에 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 등)를 위해 잡음에 강한 기준 데이터를 제공함으로써 이루어진

다. 수신기는 기준 데이터만 올바르게 수신한다면 일반 데이터에는 약간의 에러가 있더라도 전체 동작에 크게 영향을 주지 않게 한다.

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

V. HDTV와 타미디어와의 호환

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 HDTV 시스템의 중요한 설계 목표였다. HDTV 시스템에서 고도의 호환성은 지상방송, 케이블TV, 가전제품, 컴퓨터, 통신, 그리고 NII 등과의 서로 상반되는 점 또는 서로 다른 점들을 조화롭게 하는데 있다. 비록 이러한 시스템들간에는 서로 호환되지 않더라도 HDTV는 이들 모든 시스템과의 호환성을 생각할 필요가 있고, 완벽한 호환성을 이루지 못한다면 인터페이싱 또는 변환 방법이 제공되어야 한다. 이러한 의미에서 호환성은 정도의 문제이다.

1. GA HDTV의 호환 특성

GA HDTV시스템의 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 완전하

계 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 국제 표준인 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 HDTV 시스템은 트랜스포트 계층내에서 캡슐화 되는 패킷을 사용함으로써, ATM과의 호환성을 강조하였다. ATM 링크상에서의 MPEG-2 응용 데이터의 분배는 가장 일반적인 호환성 시나리오인데, 그 반대 가능성(MPEG-2 링크상에 ATM 데이터의 분배)도 GA 시스템에서는 제공된다.

2. HDTV와 NII

디지털 HDTV사업을 전개하고 새로운 소비시장을 개척함으로써, 미국은 NII(National Information Infrastructure)을 향상시키는 개발에 박차를 가할 수 있게 된다. 지상채널을 이용한 HDTV 방송은, 정교한 디지털 신호처리 회로를 이용하여 여러 형태의 화소형식 및 프레임율 처리가 가능한 고휘상도의 수신기를 저가격으로 거대한 시장에 내어 놓게 할 것이다. 이때 하나의 HDTV 수신기 세트에 강력한 마이크로 프로세서를 부착함으로써, 적은 비용으로 NII 대응 정보용용기기를 얻게 될 것이다.

진보된 NII 응용기능을 소개하기에 가장 좋은 방법은 촉매제로서 오락(비디오 게임)을 이용하는 것이다. 그리고 이러한 수단은 HDTV수신기를 사용할 수 있어야만 성공할 수 있을 것이다. 아직은 모든 NII가 일반대중 지향적이지는 않지만, 소비자에 의한 NII의 수용과 사용증가는 아마도 발전된 형태의 HDTV수신기의 수요를 창출할 것이다. 이와 같이 HDTV는 NII의 개발과 새로운 NII 확

장을 가능하게 하는 촉매 역할을 할 수 있다. 반대로 NII가 발전해 감에 따라 소비자들은 더욱 정교한 HDTV와 다른 정보용용기능을 요구할 것이다.

VI. 각계의 반응과 전망

지난 4월 열린 NAB 쇼에서의 HDTV 데모는 ATTC의 GA 시스템 테스트와 함께 미국의 ATV 규격 제정을 향한 긴 여정의 이정표가 될 것이다. 그러나 디지털로의 전환이 방송업자들에게 어떻게 펼쳐질 것이며 또한 어떻게 펼쳐져야만 하는가에 대해서는 불확실성과 양면성이 존재한다. ACATS 의장인 Wiley는 NAB 연설에서 산업계와 정부로부터 나오는 여러 불협화음과 실망스런 말들에 대해 우려를 표명하였고 HDTV에 들어가는 비용에 대해 불평을 하는 방송업자들은 융통성이 큰 GA 시스템이 디지털 시대로 들어가는 티켓이 될 것임을 강조했다. 실제로 그들이 말하는 비용은 디지털 방송을 하는데 있어서는 HDTV와 관계없이 필요한 것이다.

미 상원 법안 652조는 방송업자들에게 ATV용의 제2채널을 부여하는 문제를 FCC가 결정하도록 하고 있다. 만약 부여하는 것으로 결정되면, 방송업자들이 향후에도 무료로 서비스를 제공하는 한은 다양한 서비스를 위해 부여된 채널을 사용해도 되도록 융통성을 주고 있다. 그런데 상원의 Bob Dole의원에 의해 고려되고 있는 스펙트럼 재구성에 관한 것은 이 법안의 규정들이 변할 수도 있다는 것을 암시하고 있다. 또한 현재 공화당이 지배하고 있는 하원에서는 초당적 법안의 문안이 공개될 것으로 예상된다. 만약 현 방송업자들에 대한 후발 경쟁자들이 하원의 공화당계에게 높은 스펙트럼 사용료 징수나 스펙트럼 공매를 하도록 유도한다면 방송업자들이 오랫동안 기대해 온 무료 ATV 채널은 위협에 처하게 될 것이다. CBS의 기술담당 수석부사장인 Joseph Flaherty는 이러한 일이 발생할 수도 있음을 우려하였다. 그리고 그는 HDTV 채널로 설정되어 있는 ATV채널을 다른

용도로 쓰는 것에 관한 논의는 시기상조로 판명될 것이며, 괜히 다른 용도들에 대한 논의를 함으로써 무료 HDTV 채널이 공매되는 ATV 채널로 될 수 있는 것에 대하여 걱정하였다. 실제로 HDTV로의 전환 비용은 ATV 공매에 필요한 비용보다 훨씬 적게 들어 갈 것이다.

NBC의 Michael Sherlock은 ATV규격이 확정된 후 아주 짧은 기간내, 아마 1997년 가을쯤에, NBC는 몇몇 중요시간대 프로그램을 HDTV로 방영할 것이고, 이를 점점 다른 시간대로 확대할 것이라고 말했다. 또 FOX 사장 Rupert Murdoch은 FOX도 대부분의 ATV채널 방송시간을 HDTV 이하급의 여러 프로그램을 방송하면서, 때때로 특별 방송을 HDTV로 방영할 것이라고 말했다. 방송업자들이 디지털로 빠르게 움직이는 이유는 디지털 DBS의 전례없는 성공, 디지털 비디오카세트와 DVD(Digital Video Discs)의 임박한 시장 등장, 케이블 업자들이 새로운 서비스를 위해 수십억불을 투자하고 있는 점, 그리고 컴퓨터에서의 완전 동화상 비디오에 대한 지원이 빠르게 이루어지고 있는 등의 사실 때문이다.

GA 시스템의 융통성에 대해서는 DSRC의 이사인 Glen Reitmeier에 의해 보다 자세하게 설명되었고 GA 시스템은 다음과 같은 세 가지의 다른 방법으로 채널 용량을 조절할 수 있다고 했다. : 1) 각 서비스에 고정된 비트율을 부여하는 방법, 2) 오디오와 비디오에 질적 목표를 부여하고 상대적으로 부호화하기 쉬운 장면일 때에 보조 데이터를 끼워 넣는 방법, 3) 내용적으로 연관되어 있는 오디오, 비디오, 그리고 데이터를 패킷화 전에 혼합하여 보내는 방법이다. FCC의장인 Reed Hundt는 방송업자들이 ATV 스펙트럼의 6MHz를 통해 어떤 종류의 오디오, 비디오, 그리고 데이터도 보낼 수 있음을 분명하게 말했다. 예를 들면 여러 가지의 영상을 한꺼번에 보낼 수도 있고 12개의 오디오와 다른 데이터를 동시에 보낼 수도 있으며 이 혼합을 언제든지 바꿀 수도 있다. 그리고 Hundt는 제안된 15년간의 NTSC에서 ATV로의 전환 기간이 충분한지에 대한 의문을 제기하는 한편, 다른 FCC 대표들과 함께 FCC가 향후 어느 시점에

서 NTSC 6MHz 채널을 회수하여 새로운 용도로 쓸 것임을 분명히 하였다.

전직 방송인이며 오랜동안 FCC 위원을 지내고 있는 James Quello는 방송업자들에게 현재의 NTSC 스펙트럼과 새로운 ATV 스펙트럼을 시장 요구에 대해 최선이라고 판단되는 대로 융통성 있게 쓰는 것을 허용하자고 주장했다. 그리고 그 융통성에 어떤 제한이 필요함을 밝혔다. 그는 결국 정부의 법안이나 기술적 발전이 아닌 소비자의 요구에 의해 방송업자들이 채널에 어떤 서비스를 보낼 것인가를 결정하게 될 것이라고 하였다. 미국의 방송업자들은 GA HDTV 시스템이 시장에서 요구하는 어떤 서비스의 혼합 형태도 지원할 수 있으며, 정부도 이러한 서비스의 실시를 허용할 것이라는 것에 대해 자신감을 갖고 있다. 아직 명확하지 않은 것은 그들이 융통성 있는 시스템을 만들기 위해 얼마만큼 많이 지불해야 되는가 하는 것이다.

VII. 결 론

혼미스런 HDTV 시대로의 행보는 1년 앞을 정확하게 내다 볼 수가 없다. 그 이유는 HDTV가 산업, 경제적으로 파급효과가 워낙 커서 정책 결정에 변화 요인이 너무 많기 때문이다. 그러나 분명한 것은 HDTV 시대는 도래할 것이고, 많은 산업 분야에서 그들의 개발 목표를 HDTV와 연계시켜서 정하고 있다. 즉, 가전, 컴퓨터, 통신, 정보, 오락, 그리고 그외 대부분의 영상응용 분야에서 그들의 최종 출력을 위해 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 더욱 윤택하게 할 것으로 기대된다. HDTV로 가기 위한 전환기에는 많은 투자와 손실이 예상되는데, 미국과 같이 경제적 원리가 전체 산업을 지배

하는 나라에서는 그 짐을 짊어지고 나가겠다고 나서는 자가 쉽게 나타나지 않을 것이다. 그래서 현재 미국에서는 HDTV 시대 진입의 목전에서 진통을 겪고 있는 중이다. 그러나 소비자 생활의 질과 욕구가 향상되고 기술의 발전에 따라 HDTV 시대로 가기 위한 동기가 뚜렷해지며, 싼 비용으로 시스템을 구축할 수 있을 때 그 결과를 분명히 볼 수 있을 것으로 생각된다.

우리는 이것에 대비하여 꾸준한 기술개발을 하여야 하고, 미국과 같은 기술 선진국에서 혼란기에 있는 것을 기회로 삼아 우리나라의 TV산업이 세계적인 선두에 설 수 있도록 노력해야 할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] Carlo Basile et al., "The US HDTV standard : The Grand Alliance," IEEE Spectrum, pp. 36~45, April 1995.
- [2] Mitch Shapiro, "NAB95 : Flexible approach to HDTV?" ATM, May 1995.
- [3] Brian Evans, Understanding digital TV : The route to HDTV, IEEE Press, 1995.
- [4] Grand Alliance HDTV system specification, Version 2.0 December 1994.

저 자 소 개



朴 熙 福

1960年 4月 6日
 1983年 2月 한국항공대학교 통신공학과(학사)
 1985年 2月 서울대학교 전자공학과(석사)
 1993年 2月 서울대학교 전자공학과(박사)

1984年 12月~현재 LG전자(주) 영상미디어연구소 책임연구원

주관심분야 : 영상신호처리, 디지털통신, HDTV



朴 鍾 碩

1958年 10月 2日
 1981年 2月 서울대학교 전자공학과 학사
 1983年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
 1991年 5月 미국 플로리다주립대 전기공학과 박사

1983年 3月~현재 LG전자 영상미디어연구소 책임연구원

주관심분야 : HDTV, Digital TV, Digital Image Processing, Digital Communications