

## HDTV(High Definition TV)

沈 英 錫

生産技術研究院 HDTV 開發事業團

## I. HDTV 개요

최근 HDTV라는 용어는 많은 사람에게 관심의 대상이 되고 있다. HDTV는 high definition TV의 약어로서 35mm 영화에 상당하는 선명한 영상과 원음에 가까운 CD(compact disc) 수준의 음질을 가지는 차세대 TV를 의미한다. 특히 HDTV는 화면비가 16:9로서 4:3의 화면비를 가진 기존의 TV에 비해 박력있고 현장감 있는 영상을 제공하며, 대형화면의 디스플레이 장치를 사용하여 현장감을 더욱 증가시킬 수 있다.

또한 HDTV는 위성통신, 광통신, 반도체, 디지털 신호처리 등 첨단 전자기술의 총체적 결합체로서, 향후 막대한 규모의 세계시장 형성(2000년에는 수상기 시장만 약 19조원)이 예상되며, 반도체, 컴퓨터, 통신 등 관련 분야에의 파급효과도 엄청난 것으로 분석되고 있어 가까운 장래에 HD산업이 크게 일어날 것으로 보인다.

이에 따라 일본, EC, 미국 등 선진 각국은 차기 TV 시장에서 주도적인 참여를 위해 국가정책적으로 HDTV 개발에 총력을 기울이고 있으며, HDTV 개발이 장차 첨단 민생용, 산업용 전자기술 분야에서의 위상과 직결된다고 판단, 각각 자체 표준규격 결정 및 제품개발의 기반구축에 박차를 가하고 있다.

우리나라도 차기 HDTV 시장을 겨냥한 기술개발은 우리나라 전자산업 전반의 성쇠와 직결되며, HDTV 기술개발을 통하여 원천기술을 확보함으로써 전자산업 전반의 기술수준을 향상시키고 경쟁력을 제고하는 한편, 낙후된 전자부품 산업진흥의 계기로 삼는다는 공동인식을 바탕으로 HDTV 공동개발사업을 추진하게 되었다. 이 중 수상기 분야는 이미 1990년 6월에 생산기술연구원을 주관기관으로 하여 국내기업이 다수 참여 공동개발에 착수하였으며, 산학연 협력연구체제를 통해 핵심기

술의 개발 기반을 다져나가고 있다. 국내 표준규격 제정 및 방송, 전중장비 개발에 관련된 전송, 방송분야는 금년에 개발에 착수하였거나 연구가 개시될 예정으로 있다.

1. HDTV의 정의<sup>[1],[2]</sup>

CCIR 80에서는 HDTV를 다음과 같이 말하고 있다. 'HDTV는 화면높이의 3배 정도의 거리를 두고 시청할 때 마치 유리창 밖의 장면을 보는 것과 같은 정도의 해상도를 제공하도록 설계된 시스템을 말한다.' HDTV는 크게 해상도, 화면비, 시청거리로 그 성격을 규정한다(그림 1, 표 1참조).

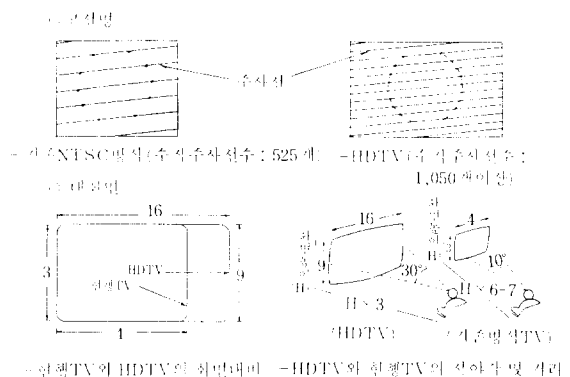


그림 1. HDTV와 기존 TV와의 비교

## 1) 해상도(resolution)

HDTV 영상은 기존의 525 라인 NTSC 시스템이나 625 라인 PAL/SECAM 시스템에 비해 대략 각각 2배 정도의 수평, 수직 해상도를 갖는다. 따라서 휘도신호

표 1. HDTV와 기존 TV와의 비교

항 목	기 존 TV	HDTV
해상도(화질)대비	1	4이상
시야각(현장감요인)	10°	30°
화질저하 요인	상존	극복가능
프로그램의 질	영화에 미달	영화 이상
사운드	FM 방송 품질	CD 품질
산업응용	제한적	광범위
시장성 상황	불리	미래적
프로그램 국제교환	불리	유리
영화와의 관계		상호간 유리
기술사항	NTSC : 525	Hivision : 1125
-주사선수	PAL, SECAM : 625	ATV : 1050, 787.5
		HD-MAC : 1250
	NTSC : 60Hz	Hivision, ATV : 60Hz
-필드주파수	PAL, SECAM : 50Hz	HD-MAC : 50Hz
		HD-MAC 12MHz
-영상대역폭	4-5 MHz	ATV 6MHz
		디지털 방식
-신호처리	아나로그 방식	Hivision, HD-MAC : 위성방송
-전송형태	지상전송	ATV : 지상전송

화소수는 대략 4배가 되며, 여기에 wide 스크린을 고려하면 약 1/4이 더 증가한다. 수직해상도는 주사선 수를 약 1000 라인 이상으로 늘림으로써 이루어진다. (현재 사용 또는 제안된 주사선 수는 1050, 1125, 1250 라인 등임.) 증가된 휘도신호 해상도를 수용하기 위해서는 기존 시스템의 약 5배에 해당하는 대역폭이 요구되며, 여기에 색차신호 전송분까지 고려하면 현존 color TV 서비스에 비해 약 6-8배의 대역폭이 필요하게 된다.

2) 화면비 (aspect ratio)

HDTV 영상은 기존 TV 영상에 비해 횡으로 25% 더 넓다. 화면의 너비와 높이의 비는 16:9가 표준으로 되어 있으며(기존 TV는 4:3), 이는 영화 스크린의 화면비가 4:3에서 wide 스크린으로 바뀐(1953) 추세를 따르는 것이라 하겠다. 현재 영화스크린의 화면은 너비가 높이에 비해 85% 또는 135% 더 넓다.

3) 시청거리 (viewing distance)

사람 눈의 분해능력은 제한되어 있으므로 고해상도를 갖는 HDTV는 기존 TV영상에 비해 더 가까운 거리에서 시청하여야 한다. 기존 TV의 적정 시청거리가 화면높이의 약 6배 정도 거리인데 비해 HDTV의 적정 시청거리는 화면높이의 약 3배 되는 거리이며, 이보다 먼 거리에서 시청하게 되면 사람 눈에 감지되는 해상도는 떨어지게 된다. 따라서 화면으로부터 같은 거리에서 시청한

다고 가정하면 HDTV의 화면의 수직, 수평길이는 기존 TV에 비해 2배 이상 커져야 하며, 대형화면의 디스플레이가 필수적이 된다. 예를 들어서 6 ft 거리에서 HDTV를 시청할 때 필요한 화면높이는 2 ft 이상이 되어야 하며, 그 너비도 약 4 ft 이상이어야 한다. 기존의 CRT 디스플레이로서 위와 같은 크기의 것은 아직 없으며, 값싼 대 화면 디스플레이 장치의 개발은 HDTV 보급에 있어서 대단히 중요하다.

2. HDTV 관련기술 및 산업

HDTV 서비스를 위해 필요한 기술은 크게 방송기술, 전송기술, 그리고 수상기 기술로 가를 수 있다. 방송기술은 HDTV 카메라, 영상 mixer, 대역압축, 표준 변환, Telecine 등의 기술을 말하며 실제 HDTV 프로그램의 운용에 따르는 방송 소프트웨어 제작기술을 포함할 수 있다. 전송기술은 지상 및 위성 전송기술, 방송국간 전송기술, 광대역 ISDN을 통한 광통신기술 등을 포함한다. 수상기 기술은 전송되는 고품질의 영상, 음성신호를 수신하는데 필요한 기술들을 말하며, 크게 신호처리 기술, 디스플레이 기술, 반도체 기술로 구분된다. 그림 2는 위의 기술들이 종합되어 구성되는 HDTV 시스템을 도시한 것이다.

신호처리 기술은 대역압축되어 전송되는 영상 및 음

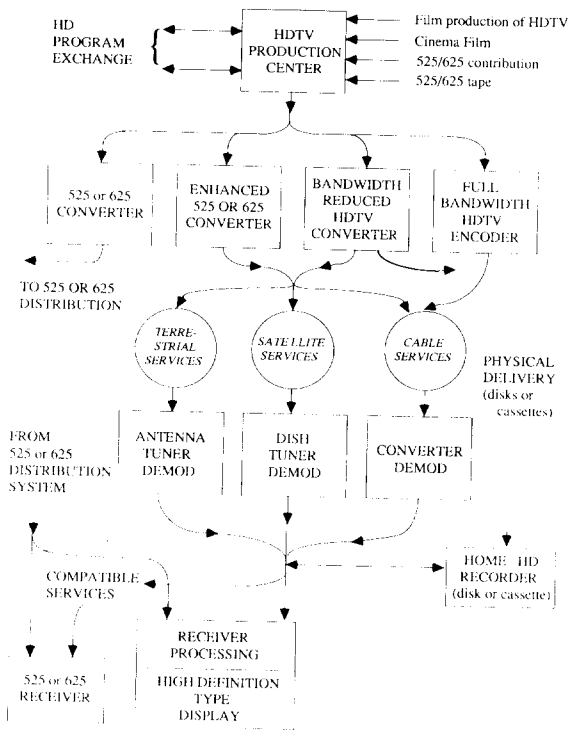


그림 2. HDTV 시스템

성신호를 재생해 내는 기술로서 기존 TV 수상기 기술과는 달리 주 기술이 고속 디지털 신호처리 기술이며, 다음 반도체 기술은 저렴한 가격으로 저소비전력과 향상된 신뢰도를 가진 HDTV 수상기를 보급하는 데 필수적인 기술로서, HDTV 신호처리 방식을 VLSI/ASIC(초고집적회로/주문형반도체)화하는 기술을 말한다. 다음 HDTV 수상기 기술에 있어 상업적으로 가장 중요한 고해상도, 대형 디스플레이 제작기술은 기존의 직시형 CRT 기술(약 40" 까지 가능)과 대형화면을 위한 투사형 CRT 기술, 투사형 LCD 기술을 들 수 있으며, 여기에 미래의 디스플레이 기술로 평판형 디스플레이 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이상에서 알 수 있듯이 HDTV 기술은 전자분야 대부분의 기술로 구성되며, 재료공학, 물리, 화학 등의 응용기술이 참여하는 종합 시스템 기술이며, 관련산업에의 파급효과도 매우 크리라는 것을 쉽게 예상할 수 있을 것이다.

직접적으로 전자산업기술에 미치는 파급효과는 첫째로 HDTV 디지털 신호처리 기술은 장차 거의 모든 전자 제품에 적용 가능하여 국내 전자산업에 첨단 전자제품

개발에 큰 도움을 줄 것이며, 레이더 신호처리, 기상위성이나 군사위성용 영상 정보처리에 크게 기여하게 될 것이다. 둘째로 위성방송 기술 및 정보통신 기술은 미래의 위성을 통한 종합 정보통신 기술의 발전에 획기적인 계기가 될 것이며, 세계로 반도체 분야에서는 시장규모가 막대한 HDTV 수상기 1대의 반도체 메모리의 소요량이 대략 퍼스널 컴퓨터의 20배 정도가 예상되며, HDTV 수상기에는 고속신호처리용 고집적 반도체가 필수적이므로 결국 대규모 반도체 시장의 형성과 반도체 설계 및 제조기술의 향상을 유도하게 될 것이다. 또한, 디스플레이 분야의 기술개발은 장기적으로는 현재의 브라운관형에서 액정이나 플라즈마를 이용한 평판형 디스플레이로 전환될 것이며, 이를 위해서는 기존 브라운관 분야의 기술 개발은 물론, 물리, 화학, 광학, 재료공학등의 연구개발이 바탕이 되어야 하므로, 기초 과학 응용기술 분야에서의 획기적인 발전이 도모될 것이다.

다음으로 HDTV가 관련산업에 미치는 파급효과는 다음과 같은 것들을 예상할 수 있다.

**영화산업분야 :** HDTV의 화질 및 종횡비는 35mm 영화에 상응하므로 HDTV 영상은 필름녹화장치에 의해, 영화 필름은 telecine 장비에 의해 상호 프로그램 교환이 쉽게 가능하다. 이 경우 영화제작의 전자정도를 HD VTR과 전자편집장치에 의해 처리함으로써, 제작 기간 및 비용이 현저히 줄어들고 고도의 특수효과가 용이하게 되며, 영화관에서는 위성과 광케이블 등으로 전송되는 HDTV 영화를 상영하는 등 영화산업에의 혁신이 일어나게 될 것이다.

**인쇄·출판분야 :** 활자 및 사진에 의한 인쇄·출판이 HDTV 디스플레이와 컴퓨터, 레이저 프린터 등이 결합된 전자출판으로 바뀌게 될 것이다.

**의료시스템분야 :** HDTV 시스템을 이용하여 각종 의료 영상정보의 기록, 전송, 처리가 종합적으로 이루어짐으로써 의료분야에 있어서 정확한 진단 및 정보활용 체계가 마련될 것이다.

이외에도 고해상도의 HDTV 영상은 국방분야에서 정확한 정보분석 및 감시, 추적이 가능한 군사방위 시스템 구축에 이바지할 것이며, 비디오 앨범, 비디오 미술관, 비디오 카탈로그, 비디오 영화관 등의 서비스와 정보통신 기능이 결합되는 미래 영상정보 도시에 있어서의 중추적인 역할이 예상된다.

### 3. HDTV 개발동향

1) 일본

HDTV 개발의 선두주자는 일본이다. 일본은 세계 최초로 실제 운용되고 있는 Hi-Vision 시스템을 개발 완료하고, 이미 1990년 6월부터 BS11을 통해 하루 한 시간씩 위성을 통한 시험전파를 송출하고 있다. 또 1991년 11월 경부터는 BS-3b를 이용해 하루 6-8시간의 프로그램 방영을 실시할 계획으로 있다. 이는 경쟁 개발국인 EC와 미국의 예상되는 시스템 가동시기에 비해 약 3-5년 정도 앞선 것으로 예상된다. 일본의 HDTV 개발은 1970년 경부터 NHK 기술연구소에서 기초적인 연구가 시작되어 국민 합동으로 꾸준히 연구개발을 계속해 왔으며, 1984년에는 하이비전용 대역압축 방식인 MUSE (multiple sub-Nyquist sampling encoding)라는 독자시스템을 발표하기에 이르렀다. 일본의 HDTV 개발에는 NHK 기술연구소를 중심으로 소니, 마쯔시다, 히다찌 등 유수의 전자회사들이 참여하였으며, 1985년 쪼꾸바 박람회에 전시되어 눈길을 끌었다. 1988년 서울올림픽을 시험 중계하였으며, 그 기술은 국내에도 도입된 바 있다. 일본에는 방송을 위해 필요한 각종 장비(카메라, 위성통신 장비, HD VTR, 각종 HD 디스플레이 장치)가 이미 개발되어 있으며, 26개의 ASIC 칩으로 구성된 MUSE 수신기와 36" 직시형 CRT가 결합된 MUSE 수상기(350만 $\text{\textyen}$ )가 시판 중이다. MUSE 수상기 가격은 1999년 경에 약 2,300 달러 정도가 될 것으로 예상되고 있다. 일본은 카메라나 디스플레이 등의 제작기술은 현재 세계 최고 수준이나, MUSE 방식 자체가 기술적인 면에서 약간의 문제를 안고 있고, EC 및 미국의 독자방식 개발 추진에 따라 그 추세를 주시하고 있는 상태이다.

2) EC(유럽공동체)

EC는 일본보다는 뒤졌지만 EC 내 전자산업을 보호하고, HDTV 산업의 육성과 EC 공동방식의 개발을 위해 1986년에 일본의 MUSE 시스템을 거부하고 범 유럽 프로젝트인 Eureka 95 프로젝트를 만들어 30개의 공·민영기관이 EC 통일규격의 HDTV 공동개발에 참여하고 있다. 참여기관으로는 Thomson, Philips, Bosch, Nokia 등의 전자회사, BBC, RAI 등 방송사업체 이외에 소프트웨어 제작기업, 연구소, 대학 등이 있다. EC의 HDTV 방식은 HD MAC이라 불리는 것으로서, 이 방식도 현재 시험 시스템이 가동되어 1990년 월드컵을 시험중계한 바 있고 1992년에는 바르셀로나 올림픽 시험중계를 목표로. 계속 개선연구 및 개발이 진행되고 있으며, 수상기의 VLSI/ASIC화 연구가 진행 중이다.

Eureka 95 프로젝트는 phase I, II가 있다. Phase I은 약 4,000 억원의 예산으로 1986.6-1990.5의 기간 동안 진행되었다. Phase I의 주목표는 D2-MAC과 호환

성이 있는 HDTV 방식의 개발이었다. 이 프로젝트는 기능별로 나누어진 모두 10개의 프로젝트 그룹에 의해 추진되었으며(표 2), 그 결과는 1988.9, 1990.9의 IBC, 1989.8의 IFA에서 전시되었으며 MUSE 보다 나은 방식이라고 주장하고 있다. Phase I에는 9개국 정부가 40%, 민간 기업이 그 나머지를 출자하고 있다.

표 2 Eureka 95 프로젝트의 개요, phase 1

번호	주요 과제	리더
1	기초적인 화질 및 음성	CCETT(프랑스)
2	프로그램 제작규격 및 방식변환	Thomson(프랑스)
3	스튜디오 기기	Bosch(독일)
4	전송	IBA(영국)
5	HD-MAC의 인코딩과 디코딩	Philips(비델란드)
6	디스플레이 규격과 up-conversion	BBC(영국)
7	수상기	Ferguson(영국)
8	변조기술과 기록기술	Philips(비델란드)
9	프로그램 소재	RAI(이탈리아)
10	Bit Rate Reduction	Thomson(프랑스)

1990년 5월에는 인코더 / 디코더 시스템의 반도체화 및 더 많은 소프트웨어(예 : HDTV용 영화, 프로그램) 개발을 목적으로 하는 phase II가 시작되었다. Phase II에는 두개의 프로젝트 그룹(PG11:오디오, PG 12: narrow-cast HDTV)이 추가되었다.

Phase II는 Philips, Thomson 등에 의해 주도되고 있으며, 구체적 추진 일정은 다음과 같다.(현재 유럽에는 영국에 20만 대, 스칸디나비아 반도에 약 3백만 대의 D / D2 MAC 수신기가 보급되어 있다.)

- ① 1991년 말까지 HD MAC 수신기회로를 반도체화하고,
- ② 1992년 1000-2000 개의 수신기를 제작, 각 연구단체에 보급토록 하며,
- ③ 바르셀로나 올림픽을 HD MAC 시스템을 이용 시험 중계하며,
- ④ 1992년 4-10월 스페인 세빌리아에서 열리는 EXPO 기간 중에는 각국에서 송신하여 EXPO 전시장에서 수신하는 HD MAC demo.를 한다.

유럽에서의 HD MAC 연구는 이제 알고리즘 연구단계는 최종 튜닝작업 만이 남아 있는 상태이며, 각 연구기관에서는 full 디지털 방식의 HDTV에 대한 연구가 진행되고 있다. 주로 움직임보상을 이용한 적응변환 부호화<sup>3),4)</sup>, subband 부호화 방식을 대상으로 140Mbps 급의

전송율을 가진 시스템에 대해 많은 연구가 진행되고 있다.

또 1990년 EEIG(European Economic Interest Grouping)하에 VISION 1250이라는 프로젝트가 결성되어 1250라인 규격의 프로덕션 소프트웨어 제작에 대한 연구개발을 수행함으로써 Eureka 95를 측면 지원하고 있다. HD MAC 시스템은 EC 공동 프로젝트로 각국 정부차원에서는 그 추진이 합의되어 있으나, 현재 독일에서는 PAL plus라는 지상방송용 EDTV 시스템이 따로 추진되고 있고, 영국에서도 HD MAC의 이전 단계인 MAC 시스템의 방송이 BSB사와 Sky사의 병합에 따라 위협을 받고 있는 등 HD MAC 시장형성의 성공여부는 불투명한 상태이다.

HD MAC 수상기는 1994년부터 시판 예정이며, 연간 성장율은 40% 정도로 예상되고 있다. 2000년 때에는 full 디지털 방식의 유럽형 HDTV도 출현할 것으로 보인다.

3) 미국

미국은 민생용 전자산업이 경쟁력을 잃어, HDTV 분야에 있어 일본이나 유럽에 비해 상대적으로 뒤져 있는 상황이다. 미국은 뒤늦게 HDTV가 자국 내의 전자산업계의 미래를 좌우할 중요한 핵심기술임을 인식하고, 1987년에 F.C.C.(Federal Communications Commission)는 위성방송 시스템인 MUSE 및 MAC 시스템과는 달리 현재의 지상방송 환경에 맞는 미국 HDTV 표준규격을 정할 것을 공표하고, 이를 위해 1993년 중에 Simulcast 방식의 표준을 정할 의사를 밝힌 바 있다. 또 금년에는 HDTV기술을 미국의 중요한 정책 기술개발과제로 선정하여 기술개발을 적극 지원할 태세이다.

미국은 이와 같이 기간을 늘려 잡음으로써, 자국 내

기업의 HDTV 기술 개발에 필요한 시간을 버는 한편 이미 거의 확정된 일본 및 유럽의 방식기술을 현 수준에서 정체시키고, 미국은 그 동안 보다 앞선 방식기술을 개발하려는 의도를 보이고 있다. 현재 F.C.C.에는 모두 6개의 방식이 선진대상에 올라 1991년부터 시험기간을 걸쳐 1993년 상반기에 표준방식을 정하도록 되어 있다. 미국의 ATV 방식은 기존 TV의 taboo 채널을 이용하도록 되어 있어서 수신영상의 고품질 유지는 물론 기존 NTSC 채널과의 상호간섭의 영향을 줄이는 것이 매우 중요한 문제로 되어 있다.

1990년 FCC에 제안된 방식은 모두 7개 방식(MIT, General Instrument / Digicipher, ATRC / ACTV-I, ATRC / ACTV-II, NHK / Narrow MUSE, Faroudja, Zenith / ASC-HDTV)이 있었으며, 이중 General Instrument 사의 digicipher 방식만이 full 디지털 방식이었다. 그러나 digicipher 방식의 영향으로 미국 ATV의 추세가 full 디지털로 변화함에 따라 Zenith는 AT&T와 공동으로 디지털 방식의 시스템으로 전환하였으며, MIT와 ATRC 방식 역시 디지털 방식으로 전환하게 되었다. 또 EDTV 수준의 Faroudja 방식은 케이블전송쪽으로 방향을 돌리고 스스로 미국 ATV 표준 경쟁내열에서 빠짐으로써, 현재 모두 6개 방식이 FCC 시험을 기다리고 있다. 표 3에 6개 방식을 간단히 비교, 소개 하였다. 위에서 ATRC(Advanced Television Research Consortium)은 Philips, Thomson, Sarnoff, NBC의 연합체이다.

또 미국의 ATV는 현재 full 디지털로 방향이 잡혀져 있는 상태이지만, 디지털방송은 송수신 거리가 증가함에 따라 갑자기 여러 발생율이 증가하며, 가변장부호(VLC, variable length code)를 사용함에 따라 영상의

표 3. 미국 FCC에 제안된 ATV 방식

방 식	시 스템	주사선 수 / 전송율	주사 방법
General Instrument / MIT(digicipher)	digital HDTV	1,050 라인 / 60Hz	비월주사
General Instrument / (MIT)	digital HDTV	787.5 라인 / 59.94Hz	순차주사
NHK(narrow MUSE)	analog HDTV	1,125 라인 / 59.94Hz	비월주사
Philips / Thomson Sarnoff / NBC (ACTV-I)	analog EDTV	525 라인 / 60Hz	비월주사
Philips / Thomson Sarnoff / NBC (ADTV)	digital HDTV	1,050 라인 / 59.94Hz	비월주사
Zenith / AT&T (DSC-HDTV)	digital HDTV	787.5 라인 / 59.94Hz	순차주사

수신불능 상태가 존재하게 되는 단점이 있고, 특히 지상 방송 채널의 특성 상 디지털 방식의 만족스러운 동작은 비관적이라 보는 견해도 상당하다. 또 방송에 따른 특수 효과나, 광고 등 빠른 움직임의 화면이 연속되는 경우에 대한 품질에 대해서도 회의적인 견해가 많아서, 디지털 방식의 미국 ATV 전망이 밝지만은 않은 것으로 보인다.

미국 FCC의 ATV 시험계획은 1991년 6월부터 ACTV-I을 선두로 6개 방식에 대한 1차 시험을 끝내고, 1992년 9월부터는 현장시험을 시작, 1993년 6월에 최종 결정을 내리는 것으로 되어 있으나, 상당히 지연될 것으로 관측되고 있다. 시험은 모두 5개 부분으로 이루어지는데 객관적 시험평가(영상/오디오 품질, NTSC 채널과의 간섭), 케이블 시뮬레이터에 의한 케이블 시험평가, 영상품질의 주관적 시험평가, 오디오 품질의 주관적 시험평가, NTSC 채널과의 간섭 및 케이블을 포함한 현장 시험평가가 그것이다. 위 시험은 미국 버지니아에 소재한 ATTC(Advanced Television Testing Center), Cable Laboratory, 캐나다의 ATL(Advanced Television Laboratory)에서 이루어질 예정이다.

## II. HDTV 디스플레이<sup>5)</sup>

HDTV의 개발에 필요한 기술은 크게 세가지로 나눌 수 있다. 첫째는 시스템 기술로서 영상/음성 대역압축 부호화, 채널 부호화 등의 신호처리 기술이고 둘째는 신호를 디스플레이 하기 위한 장치 개발 기술이며 셋째는 시스템 기술을 실제로 구현하는 기술이다. 시스템 구현에 있어서는 최종적으로 각종 신호처리 회로를 VLSI/ASIC 기술을 이용하여 반도체화 하는 기술이 가장 핵심이 된다. 수상기에서 이를 구현해 보면 복조, 영상/음성 신호처리 등의 기능을 수행하는 신호처리기 및 영상 신호를 표시하는 디스플레이 장치가 된다.

디스플레이 장치는 최종적으로 처리된 HDTV 영상을 보여주는 장치로서 영상전체의 품질 면에서 매우 중요하며, 신호처리 방식에 관계없이 공통으로 쓰일 수 있는 것으로 HDTV 개발에 있어 가장 중요한 부분이라 할 수 있다. HDTV 디스플레이 장치는 기본적으로 대 화면을 전제로 하며, 그 종류는 크게 직시형 CRT, 투사형 CRT 그리고 평판형 디스플레이로 나뉜다. 궁극적으로 HDTV는 평판형 디스플레이를 사용하게 될 것이나, 그 이전 단계에서는 가정용으로는 직시형 CRT가 주가 될 것이며, 타 응용 면에서는 프로젝터형이 주가 될 것으로 보인다.

### 1. 직시형 CRT

HDTV용 직시형 CRT는 브라운관의 대형화함에 따라 중량의 증대, 표면곡면감의 증대, 방폭 안정성의 증대 등 외형적인 문제와 국부 도우밍현상 증대, 포커스 품질의 저하, convergence 품질의 저하, raster 왜곡의 증대 등 기술적 난제가 있다. HDTV 직시형 CRT의 개발에 필요한 요소 기술은 다음과 같다.

#### (1) Glass bulb

현재 HDTV glass bulb는 일본의 경우 32"(30V), 36"(34V)를 표준으로 하고 있다. Glass bulb에 걸리는 대기압의 응력이 같은 경우 벌브의 중량은 크기의 3승에 비례하여 커지고 이는 디스플레이 장치 중량의 증대로 직결된다. 이와 같은 중량의 증대는 취급의 어려움 뿐 아니라 브라운관 배기공정 중의 온도차에 따라 폭발의 확률이 커지는 등 제조기술상의 문제를 일으킨다. HDTV용은 화면비가 크고 대형이 요구되기 때문에 매우 정밀한 경량화 설계가 필요하다.

#### (2) Shadow 마스크

HDTV용은 화면이 크고, 고해상도를 유지해야 하므로 이에 따라 마스크 핏치가 고정세화 되어 전자 빔의 마스크 투과율의 저하로 인한 열변형이 일어나게 되며 도우밍 현상이 발생한다.

이 대책으로는 마스크 재료로 열 팽창율이 작은 invar(저팽창 철/니켈 합금)를 사용하는 방법이 있는데 이 invar재의 도입은 국부 도우밍현상을 1/3 정도로 떨어뜨릴 수 있으나 비용이 많이 들게 된다.

#### (3) 형광면 및 형광체

HDTV용에서는 기존 TV의 stripe형 형광면 구조와는 달리 고해상도를 위해 원형 dot 모자이크 구조를 채용하고 contrast 향상을 위해 black matrix 형광면으로 되어 있다. 형광체는 고발광효율, 다양한 형광색, 적당한 발광시간, 온도 변화에 대한 안정성, 발광출력 포화현상이 없을 것 등의 특성이 요구된다.

#### (4) 전자총

HDTV용 CRT는 고해상도이므로 수차가 작은 대구경 전자총이 채용된다. 따라서 neck 구경은  $36.5\Phi$ - $37.5\Phi$ 로 현행 TV용 보다 크게 된다. 또한 cathode의 전류밀도도 높아지므로 함침형 cathode를 채용한다.

#### (5) 편향 yoke 및 convergence 보정장치

HDTV용도 일반 TV용과 같이 자체를 비균일하게 하면 빔 현상의 수차가 발생하여 주변 해상도가 저하되므로 DY 자체는 균일자체를 가지고 보정은 별도의 convergence 보정장치에 의해 이루어진다. DY에서는 고주파발열에 대응한 LITZ선 사용 및 권선전도 향상을 위한

slit 형을 채용한다. Convergence 보정장치는 보정량을 임의의 위치에서 자유롭게 설정할 수 있는 디지털 방식이 채용되고 있다.

## 2. 투사형 CRT 디스플레이

투사형 디스플레이용 브라운관은 1970년 대 중반에 실용화가 진행되어 최근까지 급속도로 발전해 왔다. 투사관 방식을 크게 나누면 슈미트식, 메니스커스식 등의 오목면 반사경을 내장하는 배면투사형과 외부에 투사렌즈를 장착하는(굴절렌즈식)전면 투사형으로 분류한다. HDTV용으로는 1978년 슈미트식 55"가 개발된 이래 6관을 사용한 170"형이 공개되었고 1985년에는 12관을 사용한 400" 배면 투사형 디스플레이가 발표되었다. 전면투사형으로는 3관 3 렌즈방식으로 100"이상의 제품에 역점을 두어 개발되고 있다. 그러나 투사형 display 에서는 브라운관이 투사관원으로서의 역할을 하고 있으므로 직시관에 비해 아주 높은 휘도를 필요로 하고 형광면에서의 전자빔의 입력밀도가 통상 직시관의 15-20배에 달한다. 형광면의 전력부하를 올림으로써 일어나는 형광체의 휘도포화와 수명문제, 온도상승에 따른 벌브손상, 빔전류 증대로 인한 해상도 저하 등의 기술적 문제의 해결을 위한 개발이 진행 중이다.

## 3. 평판형 디스플레이

브라운관 방식은 대형화면이 될 경우 많은 장소를 차지하므로 HDTV용 디스플레이로서 적합치 못하며 궁극적으로 평판형, 즉 벽걸이 디스플레이의 개발이 요구된다. 벽걸이 TV가 가능한 평판표시소자로서는 LCD를 비롯하여 PDP, EL, VFD 등이 검토되고 있다. 그러나 이들 모두가 아직은 HDTV용으로는 부족한 상태이지만 향후 HDTV용 개발이 가능할 것이다. 또한 최근에는 액정을 사용한 light bulb식의 투사형이 새롭게 개발됨으로써 대화면의 현실화가 보다 가까워졌으며, 플라즈마 디스플레이도 선보이고 있다.

### (1) LCD(liquid crystal display)

LCD는 유리기관 사이에 액정을 넣고 전력을 인가하면 액정분자의 배열 방향이 변화하여 광을 차단 또는 통과시키는 shutter 현상을 이용한 표시장치로서 유리기관에 칼라필터를 붙임으로서 칼라화도 실용화 되고 있다.

LCD는 처음에는 단순 matrix 형이었으나 화소 수가 증가할 때의 contrast 특성 저하를 해결하기 위해 액정 분자배열의 twisted 각을 220°-240°로 하여 contrast를 향상시킨 super TN형과 crosstalk를 차단하는 스윗칭 소자

가 각 화소에 구현된 active matrix형이 개발되고 있다.

대화면에 유리한 것은 TFT구동의 active matrix형 LCD로서 TFT 어레이의 내면적 균일화, 고정세화가 최대과제이며, 그 외에도 두매의 기관 사이에 액정을 충전하는 기술, 투명전극의 저항감소, back light의 내면적, 박형, 균일, 고휘도 효율 및 color 필터의 높은 색순도와 안정성, 표면평활성도 금후 풀어야할 기술적 난도이다.

### (2) PDP(plasma display panel)

양 투명전극 사이에 혼합된 기체를 넣고 전압을 인가할 때 기체의 방전에 의한 발광현상을 이용한 디스플레이가 PDP이다. 구동전력에 따라 AC구동형과 DC구동형으로 나뉜다.

AC/DC형 모두 Ne를 이용한 mono panel이 상품화되어 있고 대형화, 고화질화와 함께 제조표시 등의 다기능화가 진행되고 있다. Mono 대형제품으로는 Automics사의 2048×2048, 1067×1067이 발표되어 있다.

Color화의 경우는 방전 시에 발생하는 자외선을 이용하여 형광체 여기상태로 만든 후 일어나는 발광을 이용하는 방식이 개발 중이나 순시발광 휘도가 낮으므로 발광효율을 높이는 것과 기억기능을 통해 발광시간을 길게하는 연구가 진행 중이다.

PDP는 내부 기억기능과 고속응답성을 갖고 있으므로 대화면, 대용량표시가 유리하지만 아직 해결되어야 할 문제는 많다. 첫째로 고정밀, 고순도 color화를 위해선 형광체 재료의 개선과 발광효율 향상을 위한 개스 조성 기술 및 방전방식의 개선이 필요하며, 둘째로 대면적 후막형성 기술로서의 형광층의 pattern화 기술 개발, 셋째로 수명을 늘리기 위한 음극재료의 개발이 필요하다.

## Ⅲ. HDTV 전송방식

HDTV 전송시스템은 영상대역 압축부, 사운드/메이타/영상 다중화부, 채널 부호화부로 크게 나뉘며, 영상대역 압축의 핵심기술로는 다차원 필터링/시브샘플링 기술, 움직임 보상 적응변환부호화 기술, 가변상부호화 기술 등이 있고, 채널부호화의 핵심기술로는 에리저정정부호화 기술, 스크램블링 기술, 디지털 변복조 기술, 채널등화 기술 등이 있다. 본고에서는 일본의 MUSE, EC의 HDMAC, 미국의 ATV 방식에 대해 영상신호처리부를 중심으로 간략하게 살펴본다.

### 1. MUSE 방식<sup>6)</sup>

MUSE 시스템은 단일채널의 DBS 방송을 위해 일본

에서 개발된 시스템으로서 영상신호의 기저대역폭은 약 8.1 MHz이다. 영상신호의 포맷은 1125 라인의 비월주 사형으로서 필드율은 60Hz이다. MUSE 시스템은 프레임 내 또는 필드 간 오프셋 샘플링을 이용하여 대역 압축을 하고 그 결과인 아날로그 샘플을 전송하는 아날로그 시스템이다. 표 4에 MUSE 방식의 일반규격을 나타내었다.

그림 3에는 MUSE 시스템의 인코더 블록도가 도시되어 있다. RGB HDTV 신호는 카메라에 대한 anti-감마 과정과 색변환을 거쳐 Y 신호와 두 개의 색차신호(R-Y, B-Y)로 바뀌고, 다시 TCI(time compressed intergration)포맷<sup>7)</sup>으로 바뀐다. 이 신호는 정지화면용과 동화면용의 두가지 과정을 거친다. 동화면은 필드내 전처리 필터를 거친후 라인 오프셋 샘플링을, 정지화면은 필드간 전처리 필터를 거친 후 프레임 오프셋 샘플링을 함으로써 대역압축이 이루어진다. 두 경우에 대해서 샘플링 패턴은 똑 같도록 설계되어, 동영역 화소인지 정지영역 화소인지에 따라 샘플을 선택하여 전송한다.

MUSE 신호는 어두운 부분에서의 잡음 감지도를 줄이기 위한 비선형처리(전송감마)와 FM 전송을 위한 고주파강조(preemphasis) 회로를 거친 후, 디지털 사운드, 제어 및 동기신호와 다중화된다. 이 제어신호에는 카메라의 panning 및 tilting 에 따른 움직임 정보가 포함된다.

표 4. MUSE 방식의 일반규격

방식	움직임 보상 다중 표본추임 방식 (색신호는 TCI방식으로 다중화)	
주사방식	1125라인/60Hz 2:1 진행주사	
전송 기저대역 신호의 대역폭	8.1 MHz (-6dB)	
표본화 주파수	16.2MHz	
수평 방향 대역폭	(Y)	20-20MHz(영상의 정지영역) 16MHz(영상의 동영역)
	(C)	7.2 MHz(영상의 정지영역) 4.0 MHz(영상의 동영역)
동기 방식	포지티브(positive) 디지털 동기방식	
원 표본화 주파수	Y: 48.6MHz	C: 16.2MHz

수신기에서는 송신기의 역과정이 수행되며, 영상신호의 재생을 위한 보간은 화소마다 동영역 또는 정지영역 화소로 구분하여 적응처리하게 된다. 동영역화소에 대해서는 필드내 보간, 정지영역 화소에 대해서는 프레임내 보간을 위주로 하며, 제어신호에 담긴 움직임 정보는 양쪽에 모두 이용된다.

전송 포맷 및 자세한 규격은 문헌 [6]을 참조하기 바란다.

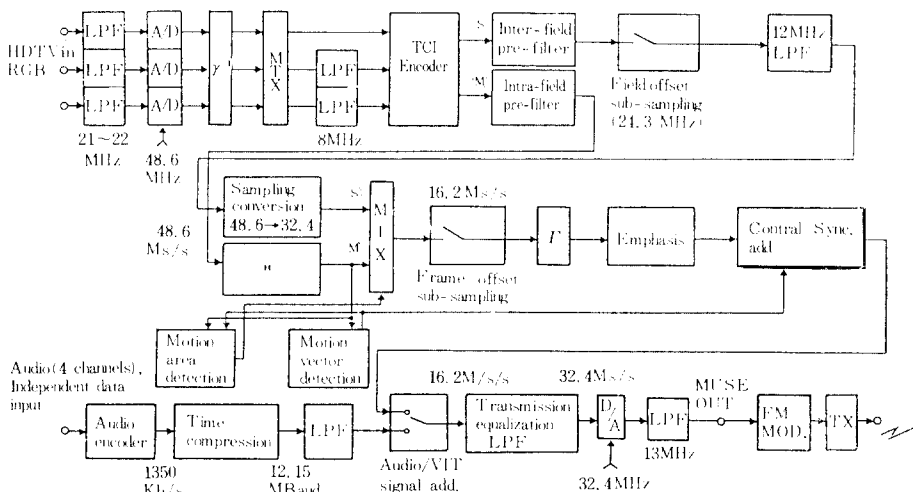


그림 3. MUSE encoder block diagram



2. HDMAC

HDMAC 시스템은 기존의 D/D2 MAC 패킷 서비스를 이용하여 HDTV 영상을 전송함으로써 MAC 시스템과 호환성을 유지하도록 설계된 시스템이다. (MAC은 multiplexed analog component의 약어로서 아날로그 영상, 디지털 사운드, 데이터 신호를 다중화하여 전송하는 EC의 위성방송 통일규격이다.) 이 시스템은 기저대역폭이 약 11MHz로서 DBS 전송을 위주로 하고 있다. 여기서는 HDMAC의 영상처리 시스템에 대해서만 간단히 언급한다.

HDMAC의 영상신호 대역압축부호화는 움직임 양에 따른 적응 서브샘플링과 DATA(digitally assisted television) 개념을 기본으로 하며, HDMAC 영상은 영상샘플들과 DATV 데이터로 구성된다. 대역압축된 영상샘플에 MAC 포맷의 시간압축을 행한 결과가 HDMAC 영상신호이며, HDMAC의 사양은 기존의 MAC 수신기와는 좋은 호환성을 전제로 만들어졌다.

1) HDMAC 영상신호의 일반적 특징

HDMAC 영상신호의 일반적 특징은 표 4와 같다.

2) 대역압축신호

그림 4는 HDMAC 영상 부호기의 블록도이다. HDMAC BR(bandwidth reduction) 부호화는 움직임의 양에 따라 세개의 부호화 branch를 사용하며, 색차신호의 40msec 모드를 제외한 모든 branch에서 quincunx 구조의 샘플격자를 사용한다. (그림 5(a))

HDMAC 휘도신호 부호화는 다음의 세 branch에 의해 이루어진다.

- 정지영역에서의 고휘상도를 구현하기 위한 80 msec branch
- 프레임 당 12 화소까지의 움직임에 대한 40 msec 움직임보상 branch

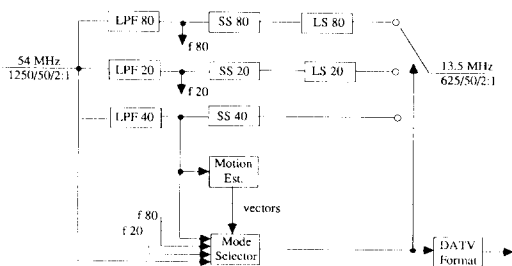


그림 4. HDTV encoder block diagram

표 5. HDMAC 영상신호의 일반적 특징

화면당 line 수 :	625
초당 field 수 :	50
비행주사비 :	2 : 1
analogue 대역폭 :	약 11MHz
증폭비 :	16 : 9(호환성 있는 4 : 3 화면비의 display를 위한 panning 정보)
압축비	
luminance :	3 : 2
color difference :	3 : 1
Sampling 주파수 :	20.25MHz <sup>2</sup>
고화질 수신 :	
Luminance 해상도	
수직해상도	
still 및 tracked motion :	620 c/apw <sup>3</sup>
untracked motion :	310 c/apw <sup>3</sup>
수직해상도	
still :	400 c/aph
motion :	200 c/aph
compatible 수신	
Active line당 sample 수	
luminance	697
color difference	349

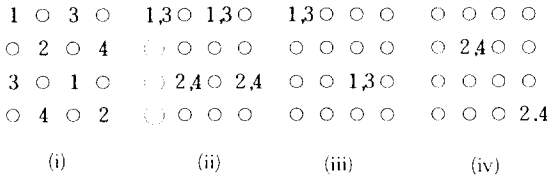
1. Practical Nyquist 필터사용을 전제
2. 기존의 MAC sampling 주파수
3. Cycles per active picture width / height

-초당 25 화면의 필름 모드를 제외한 매우 빠른 움직임에 대한 20 msec branch

HDMAC 휘도신호의 전송가능한 삼차원 스펙트럼의 범위는 그림 5(b)와 같다.

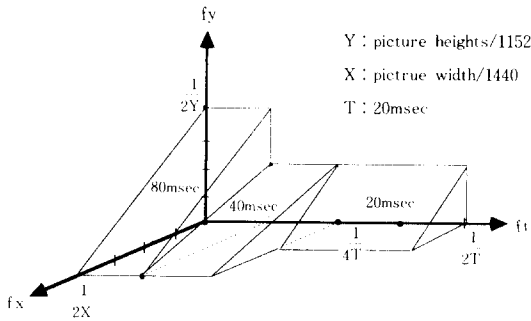
625 라인의 MAC/패킷 채널을 통해 1250 라인의 HD 정보를 전송하기 위해서 라인 shuffling이라는 기법이 사용된다. 80 및 20 msec branch에서는 필드 내 shuffling이 사용되며, 동일 필드 내의 두 개 라인에 해당하는 샘플이 interleaving을 통해 한 개의 MAC/패킷 라인으로 구성된 후 전송된다. 수신 측에서는 이러한 샘플들을 구분하여 두 개의 라인으로 재구성한다. 40 msec branch에서는 필드 간 shuffling이 사용되는데 한 필드의 샘플이 두 개의 MAC 필드로 분산되어 전송된다.

40 msec branch에 대해서는 움직임보상이 사용된다.



(i) 80ms 모드, (ii) 40ms 모드,  
(iii) 20ms 모드(odd field), (iv) 20ms 모드(even field)

(a) 1250/50/2 : 1, 54MHz 샘플 격자에서의 휘도신호 서브샘플링



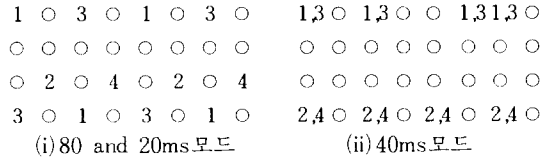
(b) Three dimensional spectrum of HDMAC luminance signal

그림 5.

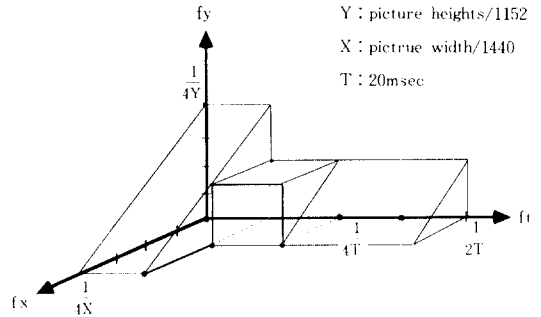
16 샘플 16 라인으로 구성된 HD 블록 단위로 하나의 움직임 벡터가 DATV 채널로 전송된다. 수신 측에서는 짝수 필드의 40 msec 블록을 움직임 보상에 의해 재생한다. 송신 측에서 움직임 벡터는 BMA(block matching algorithm)를 이용하여 구한다.

HDMAC BR 부호기는 색차신호에 대해서도 다음 세 branch를 두고 있는데. 80 msec와 20 msec branch에서는 quincunx, 40 msec branch에 대해서는 직교 샘플격자를 사용한다. (그림 6(a)) HDMAC 색차신호의 전송가능한 삼차원 스펙트럼의 범위는 그림 6(b)와 같다.

- 정지영역에서의 고해상도를 구현하기 위한 80 msec branch
- 프레임 당 6 화소까지의 움직임 화면 구현을 위한 40 msec 움직임보상 branch
- 초당 25 화면의 필름 모드를 제외한 매우 빠른 움직임에 대한 20 msec branch



(a) 1250/50/2 : 1, 27MHz 샘플 격자에서의 휘도신호 서브샘플링



(b) Three dimensional of HDMAC color difference signal

그림 6.

색차신호에 대한 shuffling은 휘도신호의 경우와 같은 방법이 사용되며, 40 msec branch에 대한 움직임 보상은 사용되지 않는다.

HDMAC 시스템은 MAC 시스템과의 좋은 호환성을 전제로 하고 있으나, shuffling으로 인해 MAC 수신기를 통해 재현되는 현상은 그 화질이 매우 나쁘게 된다. 이러한 호환성 문제를 해결하여 MAC 수신기를 통해 재현되는 영상의 품질을 높이기 위한 여러 대응기술이 송신측에 구현되어야 한다.

### 3. 미국 ATV 방식

앞서 설명한 바와 같이 현재 미국에는 모두 4가지의 디지털 HDTV방식이 제안되어 있다. 그 방식들은 대역 압축에 있어 거의 공통된 기술을 사용하고 있으며, 그것은 video codec용 MPEG<sup>[9]</sup>, H.261<sup>[10]</sup>등의 방식을 HDTV 신호에 맞추어 변형한 것이라 할 수 있다. ATV 제안 디지털 방식들을 간단히 소개한다.

(1) Zenith / AT&T DSC-HDTV(digital spectrum compatible HDTV)(그림 7)

이 시스템은 이전의 Zenith 제안 시스템인 A / DSC-HDTV시스템을 디지털로 확장한 시스템이다. 송신 출

력신호는 NTSC신호와의 간섭을 줄이기 위해 전 대역에 에너지를 골고루 분산시키는 과정을 거친다. 영상신호 기본 포맷은 787.5라인 / 59.94Hz의 순차주사이다.

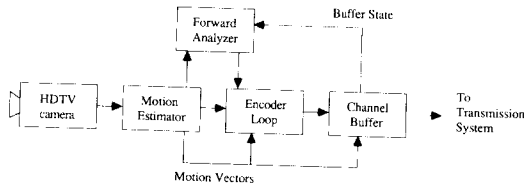


그림 7. Zenith / AT & T DSC-HDTV video encoder

그림 7의 encoder는 계층적 BMA(block matching algorithm)를 이용한 움직임 추정기를 사용하는 예측 부호기이다. 예측오차는 적응변환 부호화되며, 부호화 파라메타는 buffer의 상태 및 움직임 양에 따라 forward analyzer를 통해 제어되며, 변환계수의 선택 등은 사람의 시각특성에 맞추어 행한다. 최종단에서는 VLC 및 에러제어부호를 사용한다. 수신기에서는 그 역과정이 수행되며 출력 rate는 약 21.5 Mbps이고 그 중 비디오 rate는 약 17 Mbps이다.

(2) ATRC ADTV(advanced digital television) (그림 8)

이 시스템은 MPEG(moving picture expert group)의 대역압축방식을 HDTV 신호에 맞게 변형하여 개발된 것으로서 16 QAM 변조방식을 사용한다. 영상신호 기본 포맷은 1050 라인 / 59.94Hz의 비월주사이다.

사용된 기본기술은 역시 움직임보상 적응 DCT(discrete cosine transform) 부호화이며 VLC 및 에러제어부호가 사용된다. 최종 출력 rate는 약 21 Mbps, 비디오 rate는 약 15Mbps이다.

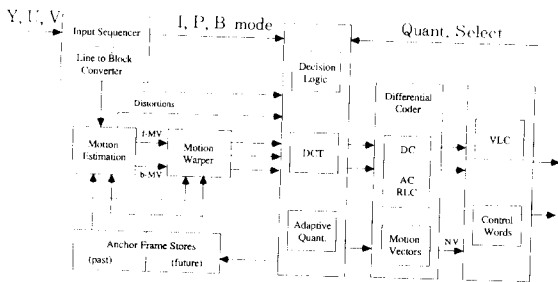


그림 8. ATRC ADTV video encoder

(3) General instrument digicipher(그림 9)

이 시스템은 FCC에 제안된 최초의 디지털 HDTV 시스템으로서 그것이 미국 ATV 시스템 개발에 끼친 영향은 매우 크다. 이 방식은 H.261의 대역압축 방식을 기본으로 하여 개발되었으며, 역시 VLC 및 에러제어부호를 사용하고 있으며, 디지털변조 방식은 16 QAM이다. 최종 출력 rate는 21Mbps, 비디오 rate는 15 Mbps이다.

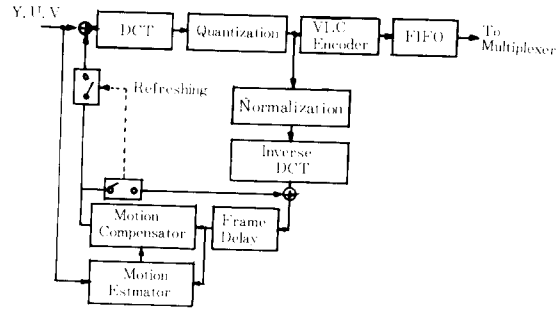


그림 9. General Instrument digicipher encoder block diagram

(4) MIT ATVA(advanced television Alliance) (그림 10)

이 시스템은 787.5 라인 / 59.94Hz 순차주사의 영상신호 포맷을 가지며 위에 소개된 다른 방식과의 차이점은 subband 해석을 바탕으로 하는 것이다. 특히 움직임 추정시 BMA 방식을 사용하지 않고 시공간 경사식<sup>(11)</sup>을 이용하여 움직임 벡터를 구하고 있고, 그 결과 계산이 간단하면서도 잡음이 존재하는 HDTV 신호에 대해서도 잘 동작한다고 주장하고 있다.

역시 VLC 및 에러제어부호를 사용하며, 최종 출력 rate는 19.4Mbps, 비디오 rate는 15.6Mbps이다.

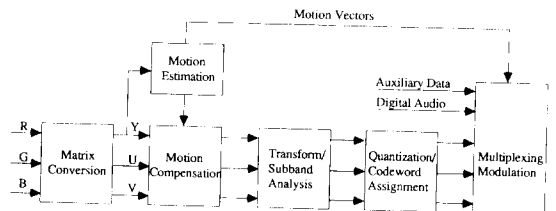


그림 10. MIT ATVA encoder block diagram

FCC에 미국 ATV 규격으로 제안된 시스템은 이외에 MUSE시스템의 6 MHz 대역 형태인 narrow MUSE와 ATRC의 ACTV-I이 있으나 모두 아날로그 시스템이고, ACTV-I은 EDTV수준으로서 미국 ATV 규격으로 선정될 가능성은 매우 희박하다고 하겠다.

#### IV. 맺는말

이상에서 HDTV 개요 및 개발동향, 현존방식 소개, 그리고 HDTV디스플레이에 기술에 대해 간단히 언급하였다. HDTV개발은 그 파급효과 및 차세대 전자산업에서의 비중으로 보아 우리나라에도 매우 중요하게 인식되어 세계에서 네 번째로 개발에 착수하게 되었다. 그동안 시행착오도 있었지만 개발에 참여하는 모든 기관 및 기술인력이 잘 조직화되고 충분한 지원하에 열심히 노력하면 우리나라의 HDTV 개발도 가능하리라 보며, 이 글이 전자 분야에서 일하고 있는 회원 여러분의 HDTV 개발 기술 파악에 도움이 되기 바란다.

#### 參 考 文 獻

- [1] K. B. Benson and Donald G. Fink, *HDTV Advanced Television for the 1990s*, Intertext / McGraw-Hill, 1991.
- [2] 영상기술의 혁명! HDTV, 공동개발추진위원회, 1989년 9월.
- [3] R. Bellora, G. Dimino, and M. Muratori, "Hybrid DCT : Comparison of the statistics of DCT coefficients and processing modes with and without motion compensation," Proceedings of Third Inter-

- national Workshop on HDTV, pp.161-172 (Book 3), Torino, Italy, Aug. 1989.
- [4] T-C. Chen and E. Fleischer and S-M. Lei, "A subband scheme for advanced TV coding in BISDN applications," Proceedings of Third International Workshop on HDTV, pp. 257-271, Torino, Italy, Aug. 1989.
- [5] 고품위 TV(HDTV : High Definition TV) 개발전략 및 산업응용방안, 한국산업기술 연구원, KITR : 89047, 1989.
- [6] Y. Ninomiya, Y. Ohutsuka, Y. Izumi, S. Gohshi, and Y. Iwadate, "An HDTV broadcasting system utilizing a bandwidth compression technique-MUSE," *IEEE Trans. on Broadcasting*, vol. BC-33, no. 4, pp. 130-160, Dec. 1987.
- [7] J. Ishida and Y. Ninomiya, "Signal format and transmission," HDTV Special Edition, *J. ITE Japan*, vol. 36, no. 10, p. 882, 1982.
- [8] Specification of the systems of the MAC/packet family, Tech. 3258-E, European Broadcasting Union, Oct. 1986.
- [9] "MPEG video simulation model three(SM3)," Simulation Model Editorial Group, ISO-IEC / JTC1 / SC2 / WG11 / MPEG90 / 041, July 1990.
- [10] "Draft revision of recommendation H. 261," Document #584, CCITT SGXV, Nov. 1989.
- [11] A. N. Netravali and J. D. Robbins, "Motion-compensated television coding : Part I," *Bell System Technical Journal*, vol. 58, no. 33, pp. 631-669, Mar. 1979. ㉑

#### 筆 者 紹 介



#### 沈 英 錫

1953年 12月 14日生

1976年 3月 서울대학교 공과대학 전자공학과

1982年 8月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)

1983年 3月~1990年 3月 경북대학교 공과대학 전자공학과(조교수, 부교수)

1990年 4月~현재 생산기술연구원 기술개발본부 부교수

주관심분야 : 정보원 부호화, 디지털 신호처리