

위성을 이용한 HDTV 전송에 관한 CCIR의 연구 동향

徐基榮 · 朴宰弘
(ETRI 위성통신기술본부 위성통신기술개발실)

1. 개 요	6. 20GHz대에서 위성 방송 수신기 개발 동향
2. 서 론	7. 12GHz 대역 방송 위성을 사용한 HDTV 전송 실험
3. HDTV 개발의 배경	8. 결 론
4. 협대역 RF HDTV의 요구 조건	
5. 위성 방송에 적합한 HDTV 전송형태	

1 개 요

1941년 미국의 FCC(미 연방 통신 위원회)는 흑백TV의 표준주사선을 525개로 결정하였으며 이때부터 표준 방식의 TV시대가 시작되었다. 이후 흑백TV와 양립성이 있는 RCA의 NTSC(National Television System Committee) 방식등의 컬러TV 표준 방식이 정하여져 방송이 실시되고 있으며 그 이후로도 TV의 화질 개선을 위해 IDTV, EDTV, HDTV등에 관한 연구가 수행되고 있으나 아직 완전한 표준 규격이 제정되지는 않았다.

본 고에서는 최근 HDTV 표준규격에 관한 CCIR(국제무선통신자문위원회)의 연구동향에 대해 기술하고자 한다.

2 서 론

CCIR은 위성을 이용한 HDTV 전송에 필요한 기술적인 파라미터, 적당하고 가능한 주파수

대역, 내부 서비스 분배측면 등의 문제에 대한 연구를 수행하면서 기본적으로 HDTV 위성방송 방식을 개발하기 위해서 제안된 기술적인 방법들이 HDTV의 중요한 기능들을 다할 수 있도록 고품질을 제공해야 하며, 방송위성에 대해 HDTV 전송에 적당하고 충분한 주파수 할당으로 충분한 프로그램을 제공할 수 있어야 한다는 것을 가정하고 있다.

CCIR에서는 프로그램 국제교환을 위해 HDTV 표준규격을 확립하고자 오랫동안 노력하여 최근 study group11에서는 적지 않은 합의가 이루어지고 있으며 위성을 이용한 전송에 관하여도 일본을 중심으로 많은 연구결과가 보고되고 있다. 이런 시점에서 국제적인 추세의 파악과 국내 HDTV개발을 위해서 CCIR의 연구 동향에 관심을 갖는다는 것은 중요하다 볼 수 있겠다.

3 HDTV 개발의 배경

현행 NTSC 방식에서는 주파수 대역에서 휘도

(luminance) 성분과 색도(chrominance) 성분이 중첩되어 있는 부분에서 각 성분의 불완전한 분리로 인한 상호간섭 현상(cross-effect)에서 오는 화질의 저하 및 화면 종횡비(aspect ratio)의 제한으로 인한 시청감 제한등의 많은 문제점이 있다.

이런 문제점을 극복하고자 제안된 것중의 하나가 IDTV(Improved Definition TV)로써 Comb 필터를 사용하여 휘도성분과 색도성분의 분리로 색해상도 향상을 가능하게 하고 송신측 시스템의 변경없이 수신측에서 수직해상도를 1.4배 향상시킬수 있었으며 이보다 한차원 더 개선하고자 한 것이 EDTV(Extended Definition TV)로써 기존 전송 채널을 이용하는 범위에서 신호 규격을 기존규격과 양립성이 있도록 하면서 수평해상도도 1.5배 증가시키게 된다.

그러나 화질개선을 위해서는 근본적으로 새로운 방식의 연구가 필요하였으며 일본이 NHK를 중심으로 새로운 TV 시스템을 연구하기 시작하였다. 이 방식은 현행 방식보다 수직·수평해상도가 각각 2배이상으로 뛰어난 화질을 갖고 있으며 화면종횡비도 16:9로 시청감제한을 극복하였다. 그러나 여기서도 기존 TV와의 양립성이 큰 문제로 제기되고 있다.

4. 협대역 RF HDTV의 요구조건

위성방송 시스템 연구에 대한 출발점은 관측자가 수신한 신호의 객관적 품질이다. 이러한 측면에서 복합신호(PAL, SECAM)에 대한 초기목표는 CCIR 권고 500-3에서 주어진 열화기준(impairment scale)으로 등급 3.5로 선정되었으며 이 값은 최악될 99% 이상에 대해 14dB의 C/N비와 33dB의 unweighted S/N비에 해당된다.

특히 여기서 C/N의 값은 위성 EIRP와 수신기 G/T의 결정에 매우 중요한 요소가 된다.

휘도압축비(luminance compression ratio)가 3/2인 MAC-420 신호 경우 S/N비(휘도에 대해)의 객관적인 값은 휘도와 색도간의 잡음분

포로 인해서 더 낮아지며 WARC BC-77계획 즉, C/N=14dB(27MHz 대역폭에서), 주파수편이 $\Delta f=13.5\text{MHz}$ 로 고정된 수신조건에서 다음과 같은 계산 결과가 나왔다.

$$S/N \text{ Weighted}=42\text{dB}$$

이 값은 대역압축을 복원한후 5.6MHz의 휘도 대역폭에 대한 Weighted S/N비이다.

그림1은 FM전송에서 S/N비에 대한 화상 대역폭의 그림으로 곡선A는 화상대역폭의 함수로 Weighted S/N비의 값을 나타내고 있다. S/N가 C/N에 직접 비례하므로, 열잡음으로 인한 손상을 똑같이 유지하기 위해서는 위성 전력을 증가시키거나, 수신기의 G/T를 향상시키는것이 필요하다. 이러한 관계로 10MHz(압축전)의 화상대역폭을 보낸다면 같은 위성 전력을 유지하기 위해서는 6dB의 G/T를 증가시키는 것이 필요하다고 보고 있다.

곡선B는 unweighted S/N비로 역시 WARC BS-77의 조건에 상응하는 기준치는 29.6dB이다. 이 경우 unweighted S/N비에서의 열화(impairment)는 A보다 더 급격하다는 것을 볼수 있으며 10MHz의 화상대역폭에 대해 열화(impairment)는 7.5dB가 될것이다.

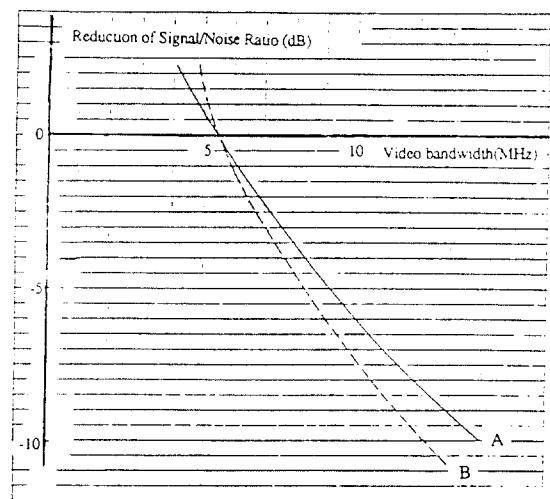


그림 1. FM전송에서 S/N비에 대한 화상대역폭(MAC의 예)

전송대역폭이 증가할때 C/N비가 증가되어야 하며, 12GHz 대에서 10MHz의 대역폭을 갖는 HDTV신호의 전송을 위하여는 17~20dB의 C/N 비가 필요한 것으로 보고 있다.

20GHz에서는 잡음보상을 위해 주파수 편이를 증가시킬 수 있으나 채널대역폭의 증가, 간섭 및 왜곡의 증가로 인해 계속 연구되어야 하며 스펙트럼의 효율적인 사용을 위해서 C/N비는 역시 17dB가 가장 바람직한것으로 보고 있다.

5] 위성방송에 적합한 HDTV 전송형태

<표1>에서는 위성방송에 적합한 HDTV 전송 형태에 대한 몇가지 예를 제시하고 있다.

<표1>의 MUSE(Multiple Sub Nyquist Sampling Encoding)시스템은 HDTV 방송을 위해 일본이 개발한 시스템으로 완전히 구현해 보인 유일한 시스템으로 의사상수(quasi-constant) 휘도처리 기술을 적용하므로 전송경로에서 잡음

으로 생기는 손상을 줄이고 있다.

두번째는 아날로그 시스템의 예로 신호의 “양립할 수 있는 부분(compatible part)”을 사용하고 있는 625-주사선 MAC/ Packet 수신기에 좋은 품질을 제공할 수 있으며 수신기를 간단히 하고 전체 성능을 향상시키기 위해 패킷 다중부 분내에 디지털 보조 데이터를 포함하고 있다.

DATV(Digitally-assisted Analog TV)시스템은 625-주사선 MAC/ Packet수신기에 최상의 양립성을 줄 수 있는 것보다 더 넓은 대역폭의 채널을 최적으로 이용한다.

All-digital시스템의 경우는 MAC/ Packet수신 기와는 양립할 수 없으나 CCIR 권고표준 60 1, 625-주사선과는 양립성을 유지할 수 있다.

비양립성(non-compatible)시스템은 MUSE 시스템과 같은 Sampling 구조를 사용하나 4-Field 계열 대신 2-Field계열을 사용한 시스템이다. 공간의 정지해상도는 MUSE와 같으나 동해 상도는 더 크다.

<표 1> HDTV 방송시스템 특성

파라미터 \ 시스템	MUSE	아날로그	DATV	All-digital	비양립성
화면종횡비 (Aspect ratio)	16 : 9	16 : 9	16 : 9	16 : 9	16 : 9
샘플링주파수(MHz)	64.8	54	72	72	64.8
Coding 형태	아날로그	아날로그	디지털보조의 아날로그	디지털	아날로그
최대휘도 대역폭(MHz)	22	21	24	21~24	20
최대색도 대역폭(MHz)	7	10.5	12	10.5~12	7
변조 형태	FM	FM FM+ 2 / 4PSK	FM+ 4kPSK 류	Digital 4PSK, 8PSK	FM
요구되는 RF대역폭(MHz)	27 / 14	40~50	54	105~120 70~80	40~50

6] 20GHz 대에서 위성방송 수신기 개발동향

20GHz 범위에서의 수신기 개발은 현재 방송 위성 수신기에 대하여는 미개발 단계이며 통신위

성 수신기에만 집중되어 있는 것으로 보고 있 다.

여기서는 통신위성 수신기에 대해 부품의 개발 동향을 살펴본다.

가. 저잡음증폭기(LNA)

LNA인 경우 20GHz대에서 동작되는 많은 부품들이 개발중이며 여기서 HEMT(High Electron Mobility Transistor)에 특별한 관심을 가지고 있으며 또한 GaAs FET에서의 진보도 주목할만하다.

HEMT를 사용한 20GHz에서 1dB의 단일부품(single-element)NF와 2dB의 amplifier NF를 얻었고, GaAs FET는 같은 주파수에서 2dB의 단일부품 NF와 3dB의 amplifier NF를 얻은 것으로 보고되었다.

나. 저잡음하향변환기(low noise direct down converter)

23GHz 대역에서 중간주파수로 직접 주파수 변환을 하기 위한 저잡음 하향변환기가 NHK에 의해 개발되었는데 도파관에 장착된 planar 회로를 채택하고 믹서다이오드(mixer diode)의 파라미터 몇개를 최적화하여 500MHz 대역폭에서 5dB의 NF가 실현되었다.

다. 국부발진기(local oscillator)

20GHz 대역 수신기에서 국부발진기에 대한 안정성은 훨씬 더 중요하게 된다. 국부발진기는

PLO(Phase Locked OSC)와 DRO(Dielectric Resonator OSC)의 2가지 형태가 있는데 간단한 회로구조 때문에 DRO 형태가 더 적당하다.

DRO는 높은 Q값을 갖는데 20GHz 대역에서 $Q=9000$ 의 값을 얻을 수 있다. 20GHz 대역에서 GaAs FET Direct OSC를 사용한 실험적인 국부발진기와 주파수를 안정화하기 위한 유전체 공진기(dielectric resonator)도 보고 되었다. (utsumi, Imai 1984)

결과적으로 현재 기술로는 20GHz대 방송위성 수신기에 대해서 예측할 수 있는 NF는 약 5 dB 정도로 추정된다.

⑦ 12GHz 대역 방송위성을 사용한 HDTV 전송실험

일본에서는 현재 운용중인 12GHz 대역의 방송위성 BS-2를 사용하여 MUSE 신호를 전송한 바 있으며 그림 2는 실험에 대한 블록도를 나타낸 것이다.

실험장비는 송·수신기를 포함해서 NHK 방송센터에 설치되었으며 위성채널 11번을 사용

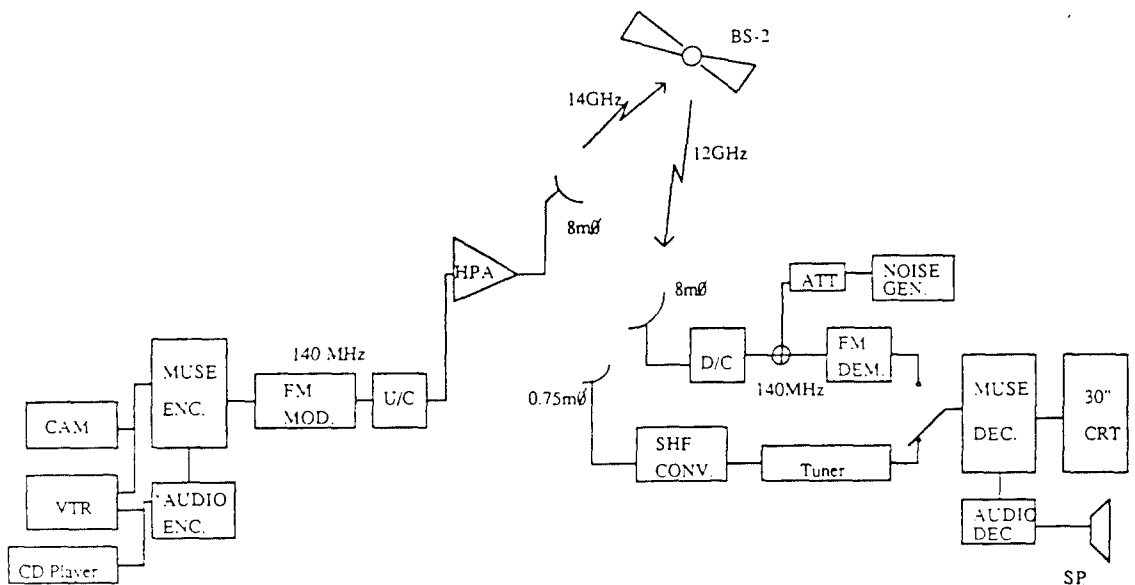


그림 2. 방송위성 BS-2를 경유한 MUSE-encoded HDTV 신호의 실험전송 개략도

했고 NF가 2.1dB인 SHF Converter를 사용했다.

<표2> MUSE 신호에 대한 변조 파라미터

파라미터	특성
화상 신호대역폭(MHz)	8.1
채널 대역폭(MHz)	27
화상신호 변조	FM
음성과 데이터 신호변조	field-blanking 주기에서 ternary PCM 다중화
심볼 속도(Mbaud)	12.15
음성과 데이터속도(Mbit/s)	1.35
주파수편이 (MHz)	10.8
프리 엠퍼시스(Pre-emphasis)	비선형 emphasis
특성	[Ninomiya, et al, 1987]

<표2>는 MUSE 신호에 대한 변조 파라미터를 나타낸다.

전송실험 결과 직경 0.75m의 안테나를 사용했을 경우 복조된 FM신호(8.1MHz 대역폭)로부터 17.8dB의 C/N비와 39.5dB의 S/N비를 얻었다.

결국 현재 운용중인 일본 방송위성 BS-2를 이용해서 12GHz WARC-BS 채널 한개로 MUSE 신호를 전송한 결과 일본의 거의 모든 도에서 최악일 99% 이상에 대해 17dB 가량의 수신 C/N을 얻을 수 있으며, 충분한 S/N비로 HDTV 신호를 수신할 수 있는 것으로 보고되었다.

8 결 론

HDTV에 대한 CCIR의 연구에서 아나로그와 디지털 시스템 모두가 가능하며 모든 시스템은 대역폭 압축이 필요하고 특히 협대역 RF시스템(24~27MHz 채널에서 동작하는)은 비교적 높은 대역압축과 아나로그 변조로 특성화 지을 수 있으며 광대역 RF시스템(아나로그와 디지털)은 전형적으로 50~120MHz에서 RF 채널 대역

폭을 요구한다고 보고 있다.

HDTV의 전송을 위한 주파수 대역으로는 기존의 방송위성 주파수대인 12GHz와 새로운 20GHz 대역에서 연구가 되고 있으며 12GHz 경우 주로 일본 방송위성 BS-2를 이용한 실험결과가 보고되고 있다.

20GHz 경우는 통신위성 수신기에만 개발이 집중되어 있으며 방송위성 수신기에 대해서는 미개발 단계로 보고 있다.

특히 '89년 CCIR최종 회의에서는 HDTV 현황및 향후개발에 관한 보고서및 스튜디오와 프로그램 국제교환을 위한 HDTV 규격의 기본 파라미터의 권고안 작성이 있었다. 여기서 6개분야(광/전변환, 화면특성, 화면주사특성, 신호형식, 아나로그표현, 디지털표현) 28개 항목의 파라미터중 4개항목(화면당 유효 주사선수, Picture-rate (field수), 수평/수직 blanking주기, 샘플 파라미터)을 제외하고는 합의를 보았으며 HDTV 스튜디오 규격의 권고초안을 위한 특별 회의를 90년 3월경 개최할 예정으로 되어 있다.

* 용어해설

PAL(Phase Alternation by Line) : 독일의 Telefunken회사에 의해 개발된것으로 색신호에 수반되는 위상에러는 색신호의 위상이 다음주사선(alternate line)에서 180° 반전(invert)되면 상쇄될 수 있다는 것이다. |오늘날 PAL은 세계 40개국 이상에서 채택된 영상표준이다.

SECAM(Sequence A Memoire or Sequence with Memory) : 색상정보를 보내기 위해서 AM대신 FM을 사용, 위상에러를 완전제거하고 색상정보는 전송전에 red와 blue로 분리한후 하나는 4.4MHz에 나머지 하나는 4.25MHz에 위치한 2개의 색상 Subcarrier에 실어 보낸후 TV에서 분리한다. 프랑스 시스템으로 20개국 이상이 사용하며 주로 동유럽 국가들이 채택하고 있다.

MAC(Multiplex Analog Component) : 영국 IBA (Independent Broadcast Authority)가 전송시 색신호와 휘도 신호를 완전히 분리하는 시간다중화(Time multiplex)기술을 개발했다. 이것은

최근 Aussat위성을 통한 위성방송 방식으로 호주에서 사용되고 있다.

화상성분을 분리해서 그것을 순차적으로 보냄으로서 추가의 중계기 대역폭이 필요없이 고해상도를 성취할 수 있다.

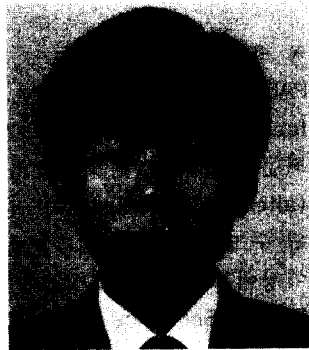
MAC 방식은 디지털 음성, 데이터 등도 함께 전송하며 PAL, SECAM, NTSC에 비해 cross-luminance, cross-color 효과를 제거하고 color noise를 줄이며 이용할 수 있는 색상 대역폭을 증가시킨다.

참 고 문 헌

1. "CCIR 최종보고서 Annex7" 1989.
2. "CCIR 권고안 보고서(HDTV by Satellite)" 1986.
3. "CCIR 최종회의 참가귀국보고회" 1989.
4. "1985 World Satellite ALMANAC", Mark Long

CommTek publishing company

5. "Recommendations and reports of the CCIR volumes X and XI-Part2 Broadcasting Satellite Service", 1986 ITU, CCIR
6. Yuich, Ninomiya, Yoshi michi Ohtsuka, Youhinori Izumi, "An HDTV broadcasting System utilizing a bandwidth compression technique-MUSE", IEEE transactions on broadcasting, Vol. BC-33, No4, 12, 1987.
7. Takashi Fajio, "A study of HDTV System in the future", IEEE transactions on broadcasting Vol. BC-24, No4, 12. 1978.
8. E. William Henry, "Advanced television Systems", IEEE transactions on broadcasting, Vol. BC-33, No4, 12, 1987.
9. T. komoto, et al. "Protection ratio for HDTV FM transmission" Nat. Conr. of ITE Japan, 6-3 1980.



徐 基 榮

저자약력

- 1960년 12월 30일생
- 1987년 : 한양대 전자공학과 졸업(공학사)
- 1989년 : 한양대 대학원 전자통신공학과 졸업 (공학석사)
- 1989년~현재 : 한국전자통신연구소 위성통신기술본부 연구원

朴 宰 弘

- 1956년 8월 25일생
- 1977년 : 서울대 전자공학과 졸업(공학사)
- 1979년 : 서울대 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1979년~1985년 : 국방과학연구소
- 1985년~현재 : 한국전자통신연구소 위성통신기술본부 서비스연구실 실장