

완전 디지털 HDTV 전송방식

朴 鍾 碩

(株)金星社 家電研究所

I. 서 론

완전 디지털 HDTV는 1990년 미국의 GI(General Instrument)사에 의해 처음으로 제안된 이후 Zenith/AT&T, MIT, ATRC(Advanced Television Research Consortium)의 HDTV 방식들에도 확산되어 현재 미국내 FCC(Federal Communications Commission)에 제안되어 있는 HDTV 방송 방식의 주류를 이루고 있다. 완전 디지털 HDTV 방식은 HDTV 송, 수신기 내부의 신호처리 뿐만 아니라 공중 선로를 통한 전송까지도 완전한 디지털 방식으로 이루어진다는 점에서 기존에 제안된 일본의 MUSE 방식, 유럽의 HD-MAC 방식과 큰 차이를 보이고 있다. 완전 디지털 HDTV 방식의 장점으로는 i) 전송선로의 잡음에 강하다는 것이며, ii) 낮은 송신 전력으로 인접 NTSC 방송 채널에 영향을 극소화 할 수 있으며, iii) ISDB(integrated services digital broadcasting)의 실현에 유리하다는 것이다. 한편, 완전 디지털 HDTV 방식의 단점으로는 i) 수신신호 전력이 일정수준 이하 떨어지는 지역에서 갑자기 화면 전체가 수신이 불가능해지는 현상(cliff effect라고 함)이 있으며, ii) 수상이 가격을 떨어 뜨리는데 아직까지는 아날로그 방식보다 불리하다는 것 등을 들 수 있다. 그러나 이같은 단점중 cliff effect는 이후에 설명하게될 전송상의 다양한 기법들을 동원하여 많은 부분 개선이 가능하고 수상이 가격은 향후 반도체 기술의 발달로 해결 가능하다고 볼 때, 완전 디지털 HDTV 방식은 미래 지향적인 우수한 HDTV 방식으로서 손색이 없다고 할 수 있다. 현재 미국의 FCC에는 4개의 완전 디지털 HDTV 방식이 제안되어 성능 시험중에 있다. (표 1 참조^{[1])})

II. DSC(Digital Spectrum Compatible)- HDTV 전송방식^[2]

DSC-HDTV 방식은 Zenith와 AT&T가 제안하고 있는 완전 디지털 HDTV 방식으로 미국에서의 다른 HDTV 제안 방식과 같이 6MHz의 대역폭 내에 완전한 HDTV 신호를 전송하며 동시 전송(simulcast) 방식을 채택하고 있다. DSC-HDTV 방식에서 전송과 관련된 큰 특징은 변조방식으로서 2레벨/4레벨 VSB(vestigial side band) 변조방식을 채택하고 있는 점이다. 본 변조 방식은 데이터의 중요도에 따라 2레벨 데이터 또는 4레벨 데이터로 분류하여 각각 잡음에 대한 immunity를 달리하여 전송하는 방식이다. 즉, 중요한 정보는 2레벨의 데이터로 전송 시킴으로써 송신기로부터 먼 지역에서 잡음과 다른 방해신호의 존재 상황에서도 일정 수준 이상의 화질 및 음질을 보장할 수 있게 하며 완전한 HDTV급의 고화질을 얻기 위해 필요한 여분의 정보는 전송효율을 극대화한 4레벨 데이터로 전송하는 기법이다. 이러한 방식으로 디지털 전송 방식에서의 "cliff effect"라 불리는 현상(급작스러운 화질의 열화)을 제거할 수 있다.

1. DSC-HDTV 전송 데이터 포맷

DSC-HDTV에서의 전송 데이터 포맷은 그림 1과 같다. 여기서 데이터 포맷은 마치 기존의 NTSC와 유사한 형태를 지니고 있음을 볼 수 있다. 그러나 이 데이터 포맷은 실제 HDTV에서 표시되는 형태와 직접적인 관계는 없다. 그림 1에서의 데이터 포맷과 관련된 파라미터의 정의는 다음과 같다.

표 1. 미국 FCC에 제안된 4가지 완전 디지털 HDTV 시스템의 규격

	DigiCipher	DSC-HDTV	ADTV	CCDC
Proponents(s)	GI, ATVA	Zenith, AT&T	Philips, ATRC	MIT, GI
VIDEO				
Lines per Frame	1050	787 /788	1050	787 /788
Frame per second	29.97	59.94	29.97	59.94
Interlace	2 : 1	1 : 1	2 : 1	1 : 1
Horizontal Scan Rate	31.469 kHz	47.203 kHz	31.469 kHz	47.2 kHz
Aspect Ratio	16 : 9	16 : 9	16 : 9	16 : 9
Active Video Pixels	1408H × 960V(1uma) 350H × 480V(chroma)	1280H × 720V(1uma) 640H × 360V(chroma)	1440H × 960V(1uma) 720H × 360V(chroma)	1280H × 720V(1uma) 640H × 360V(chroma)
Video Bandwidth	21.5 MHz(1uma) 5.4 MHz(chroma)	34 MHz(1uma) 17MHz(chroma)	24.5 MHz(Nuquist Limit)	34 MHz(1uma) 17 MHz(chroma)
Video Compression Algorithm	Motion-compensated DCT coding	Motion-compensated transform coding (DCT&VQ)	Motion-compensated DCT coding (MPEG++- based)	Motion-compensated DCT coding
Block Size	8×8	8×8	8×8	8×8
Sampling frequency	53.65 MHz	75.3 MHz	54.0 MHz	75.3 MHz
AUDIO				
Audio Bandwidth	20 kHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz
Audio Sampling	48 kHz	47.203 kHz	48 kHz	48 kHz
Dynamic Range	85 dB	96 dB	96 dB	
Number of Audio Channels	4	4	4	4
DATA				
Video Data Rate	17.49 Mbps(32-QAM) 12.59 Mbps(16-QAM)	8.6 ~ 17.1 Mbps	17.73 Mbps	18.88 Mbps(32-QAM) 13.60 Mbps(16-QAM)
Audio Data Rate	0.503 Mbps	0.5 Mbps	0.512 Mbps(nominal)	0.755 Mbps
Control Data	126 kbps	40 kbps(data)	40(data)	126 kbps (access control)
Ancillary	126 kbps	413 kbps	512 kbps(nominal)	
Total Data Rate	19.51 Mbps(16-QAM) 24.39 Mbps(32-QAM)	11.1 to 21.0 Mbps	19.2 Mbps(16-QAM) 24.0 Mbps(32-QAM)	19.89 Mbps(32-QAM) 14.60 Mbps(16-QAM)
TRANSMISSION				
Error Correction Overhead	6.17 Mbps	1.3 to 2.4 Mbps	4.96 Mbps	6.54 Mbps
RF Modulation terrestrial	32-QAM (or 16-QAM)	2-level and 4-level VSB	Spectrally shaped 32-QAM /16-QAM	32-QAM (or 16-QAM)
C/N Threshold	12.5dB(16-QAM)	16dB(4-level data)	16.1 dB	15.7 dB(32-QAM)

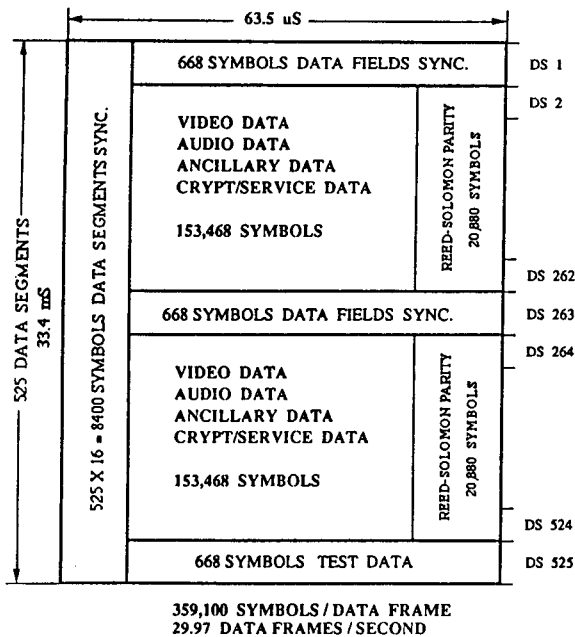


그림 1. 심볼 형태의 DSC-HDTV 데이터 포맷

Data segment (DS) : 684 symbols / 63.5 μsec

(참조) : 63.56 μsec는 기존 NTSC의 수평주사 기간이다. DSC-HDTV에서의 수평주사 기간은 data segment 기간의 1/3에 해당하는 21.19 μsec 이다.

Data segment sync. interval : Data segment 중 첫 16심볼로 이들 중 첫 4심볼은 data segment의 동기를 유지하기 위한 목적이며, 나머지 12심볼은 DC offset 상태를 나타내기 위하여 사용된다.

Data field : 262 또는 263 data segment로 구성되며 이것은 기존의 NTSC의 필드와 유사하며 평균 주기는 1/59.94 μsec 이다.

Data frame : 두개의 연속인 데이터 필드로 구성된다.

전체 symbol rate : 10.76 Msymbol/sec이다.

Data field sync. : 1 DS / data field이며, 데이터 필드 동기, 채널동화, 데이터 에러, 성능 평가를 위해서 사용된다.

2. 에러 정정

DSC-HDTV에서 에러정정은 한 data segment 단위로 이루어진다. 한 data segment에서 data segment sync 신호를 뺀 나머지는 W2 데이터인 경우 167 byte를 이루게 된다. 이중 20 byte의 RS(Reed-Solomon)

parity byte를 제외하면 순수 데이터는 147 byte가 사용되게 되어 있다. 20 byte의 parity 데이터를 사용하면 10 byte의 에러를 정정할 수 있다. 따라서 DSC-HDTV의 에러 정정 방식은 종종 RS(167,147) t=10으로 요약되어 표기된다.

다음으로 에러정정과 함께 군집 에러(burst error)를 control하기 위한 방법으로 많이 쓰이는 끼워짜기(interleaving)에 대해 설명한다. RS code는 한 data segment에서 10 byte(최대 80 bit)까지의 에러를 정정할 수 있으므로 기본적으로 군집에러에 강한 것이 특징이다. 그러나 DSC-HDTV는 동일 채널간섭(cochannel interference)하에서 동작하므로 강한 NTSC의 sync 신호동에 맞추어서 군집에러가 자주 발생할 수 있다. 따라서 DSC-HDTV에서는 130 data segment를 단위로 한 inter-segment interleaving과 한 data segment 내에서 이루어지는 intra-segment interleaving을 적용하며 이 같은 군집 에러에 대해 더욱 강하게 한 특징이 있다.

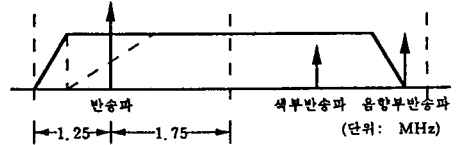
3. 변조 방식 (2레벨/ 4레벨-VSB)

DSC-HDTV 방식에서 변조 방식에서의 기본적인 요구 사항은 최대 21 Mbit/s 데이터를 6 MHz의 전송대역폭 내에서 전송하여야 한다는 점이다. 따라서 4 bits/Hz 정도의 spectrum 효율을 갖는 변조 방식을 채택하여야 한다. 이러한 특성의 변조 방식 중에서 가장 일반적으로 고려되어질 수 있는 변조 방식은 16-QAM이다. 그림 2(a)와 같은 스펙트럼 특성을 지닌 NTSC 방식을 고려할 때, 밴드 중심에서 약 1.75 MHz 떨어진 위치에 NTSC의 반송파가 존재할 수 있는 동시방송 상황에서는 QAM 변조 방식의 사용시에 반송파의 정확한 추출에 상당한 어려움이 있다. 이러한 경우 반송파 추출시에 발생할 수 있는 위상 에러등은 시스템의 성능에 상당한 열화를 초래한다. 따라서 수신측에서의 반송파 추출을 용이하게 하기 위해서는 전송측에서 지표반송파(pilot carrier) 성분을 삽입하여 전송할 필요가 있다. 그러나 지표반송파를 삽입하여 전송할 경우에는 반송파 성분에 의하여 기존 NTSC 신호에 미치는 영향을 고려하여야 한다. 즉 지표반송파의 위치가 전송 밴드의 중앙에 위치하면 그 반송파의 성분이 상당히 적은 전력을 지니고 있다 하더라도 NTSC 신호에 악영향을 줄 가능성은 상당히 높다. NTSC 방식의 수신기에서는 해당 대역에서의 낮은 주파수 측의 가장자리 부분의 대역에 대하여 상당히 큰 감쇠 특성을 나타내므로 (그림 2(a) 참조) 이러한 대역 내에 HDTV를 위한 지표반송파

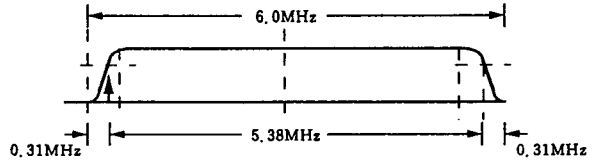
가 존재한다면, HDTV의 지표 반송파에 의한 NTSC에 미치는 영향이 최소화 될 것이다.

위에서 고려한 몇가지 조건들을 만족시킬 수 있는 방식으로 DSC-HDTV에서 채택한 방식이 2레벨 /4레벨 VSB 방식이다. (W1 데이터는 2 레벨 VSB로, W2 데이터는 4 레벨 VSB로 전송). 즉 10.76 Msymbol /sec 를 전송하기 위해서는 일반적으로 10.76 MHz 정도의 전송 대역폭이 필요하나 VSB 변조 방식을 사용하면 약 1/2 정도의 대역폭으로 전송할 수 있으며, 또한 지표반송파 성분을 그림 2(b)에 나타난 것과 같이 밴드의 가장자리에 둠으로써 이러한 반송파 성분에 의하여 NTSC 신호에 미치는 영향을 최소화 할 수 있다.

VSB 변조된 신호의 스펙트럼은 그림 2(b)와 같이 주어지며, 특히 유의할 점은 변조 반송파 주위의 roll off 특성이 transmitter와 receiver가 대칭을 이루어야 한다는 것이다. 이와 같은 특성은 SAW(surface acoustic wave) 필터를 사용하여 얻고 있다.



(a) NTSC 스펙트럼 형태



(b) DSC-HDTV 스펙트럼 형태

그림 2.

을 갖고 있다. 따라서 NTSC의 반송파는 $57.5(=57+0.5)fh$ 에 위치하고, 색부반송파는 $285(=5 \times 57)fh$ 에 위치하며, 음향 부반송파는 $343.5(=6 \times 57 + 1.5)fh$ 에 위치하므로 DSC-HDTV 수신기 내부의 post-comb 필터에 의하여 이들 NTSC의 반송파들은 상당한 감쇠가 있게 된다. 한편, 수신측에 post-comb 필터가 있을 경우, 수신측에서 원 데이터의 수신을 용이하게 하기 위하여 송신측에서 pre-coder가 그림 3과 같이 동작하고 있다. 이와 같은 pre-coder /post-comb 필터의 combination은 완전 상보관계(complement)가 아니므로 동일 채널 NTSC 방해 신호가 존재하지 않거나 아주 약한 경우에는 오히려 시스템 성능의 열화를 초래한다. 따라서 이 경우에는 그림 5와 같이 post-comb 필터에서 arithmetic operation을 사용치 않고 modulo operation을 사용하여 이들 필터 조합을 완전한 complement의 관계로 만들어 놓아 실제로는 동작하지 않는 것처럼 한다. 따라서 HDTV 수신기에는 이와같은 post-comb 필터 스위

4. NTSC로부터의 방해 신호 제거 방법

동일 채널을 NTSC와 HDTV가 사용할 경우 HDTV에서 고려하여야 할 사항은 NTSC 신호 성분중에서 세력이 큰 신호 성분에 의한 HDTV 신호로의 영향을 어떻게 최소화 시킬 수 있는가 하는 점이다. 그림 2(a)에서 본 바와 같이 NTSC에서의 중요한 주파수 성분은 NTSC의 반송파, 색부반송파, 음향 부반송파이며, 이들의 위치는 대역의 낮은 측 가장자리로 부터 각각 1.25 MHz, $(1.25+3.58)MHz$, $(1.25+4.5)MHz$ 이다. DSC-HDTV에서는 이에 대한 방안으로 수신측에 post-comb 필터를, 그리고 송신 측에서는 pre-coder를 채택하였다(그림 3참조). 이 post-comb 필터는 NTSC의 반송파 성분을 효과적으로 제거하기 위해서 그림 4와 같이 $f=57 \times n \times fh$ ($n=1, 2, 3, \dots$) (fh 는 NTSC 수평 주사선 주파수)의 간격으로 null이 발생하는 주파수 특성

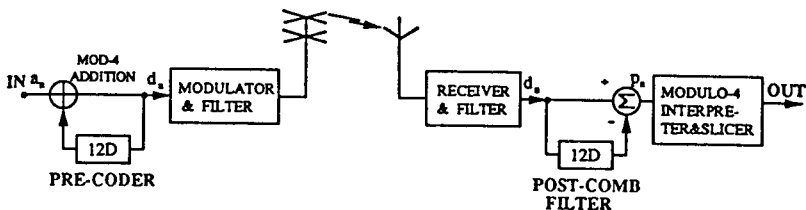


그림 3. Pre-coder와 post-comb 필터 구성도

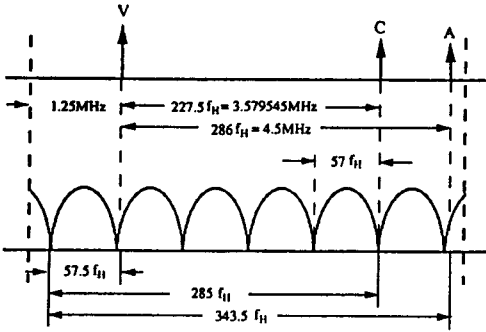


그림 4. NTSC 반송파와 post-comb 필터의 특성

청을 위한 판별회로가 필요하게 된다. 이를 판별하는 방법은 data segment sync. 를 통하여 전송되는 데이터를 이용하여, 수신측에서 post-comb 필터를 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우와의 성능차를 판단하여 성능이 우수한 것으로 사용을 결정하게 된다.

III. Digicipher 전송방식^[3]

General Instrument사에서 제안하고 있는 digicipher 전송방식의 큰 특징은 변조방식으로 16-QAM(quadrature amplitude modulation)이나 32-QAM을 사용한다는 것이다. 방송국에서는 32-QAM을 기본 전송 모드로 정해놓고 16-QAM은 동일채널 간섭이 심한 곳이나 방송 전력을 크게 할 수 없는 곳과 같은 특별한 경우에 사용할 수 있도록 한다. 다시 말하면 32-QAM 모드는 C/N비 16.5 dB 이상을 확보할 수 있는 경우에 16-QAM 모드보다 월등한 화질을 전송할 수 있다. 한편 16-QAM 모드는 C/N비 경계치가 12.5 dB로 낮은 경우 약간의 화질 저하로 더욱 넓은 면적에 대해 HDTV

방송을 가능케 하는 전송방식으로 두가지 모드 전송방식은 Zenith /AT&T의 DSC-HDTV 전송방식인 2레벨 /4레벨 VSB와 같은 맥락에서 이해된다. 그러나 digicipher의 16 /32-QAM 전송방식은 둘 중의 한 모드가 방송국에 의해 선택되어 사용되고 동시에 두 모드가 존재하지 않는 점에서 DSC-HDTV와 다르며 따라서 cliff effect를 제거하는데 사용되지는 않는다는 것이 큰 차이점이다.

1. 전송 데이터 포맷

Digicipher 시스템에서의 전송 데이터 포맷은 그림 6과 같다. 주사선 수는 1050으로 NTSC의 2배가 되어 2 줄 단위로 묶으면 NTSC와 같은 형태가 되지만 각각의 주사선이 display되는 형태와 일치하는 것은 아니다. 매 주사선마다 4비트씩 프레임당 125.87 비트가 가입자를 선택하는 것등의 채널을 제어하기 위해 할당되어 있으며, 같은 수의 데이터 비트가 부가적인 음성 신호나 caption, 프로그램 모드 제어, 문자방송 등 여러가지 부가적인 정보 전달을 위해 마련되어 있다. 16 비트 47.2 kHz로 표본화된 음성 데이터는 주사선당 16 비트, 프레임당 503.496 비트가 할당되어 있다. 주사선 1과 2에 24 비트의 시퀀스가 동기를 위해 전송되고, 시스템의 제어를 위해 24비트로 된 제어 시퀀스, 16비트의 프레임 표시 시퀀스, 그리고 다음의 거대블록(macroblock)의 시작 위치를 가리키는 16비트의 NMP(next macroblock position) 시퀀스가 할당되어 있다. 전체적으로 16-QAM의 경우 2줄의 주사선은 848개의 정보 비트로, 32-QAM의 경우는 1160개의 정보 비트로 이루어진다.

2. 채널 부호화

Digicipher 시스템에서는 전송중에 발생하는 에러의 영향을 감소시키기 위해 trellis 부호화와 블록 부호화를 결합한 연접 부호화(concatenated coding)를 한다. 이러한 연접부호는 내부부호와 외부부호로 구성되어 있

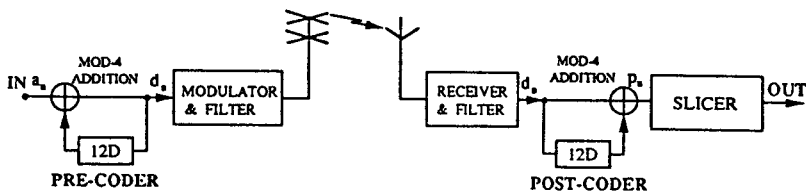


그림 5. NTSC 신호 없을 경우 post-comb 필터의 구성도

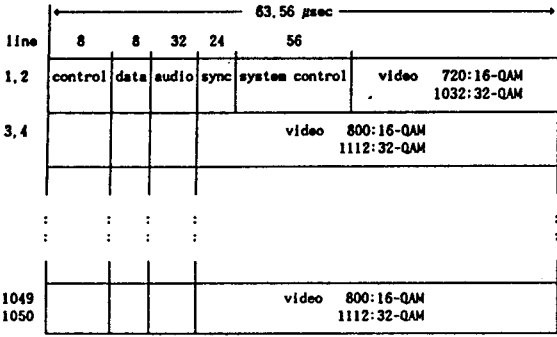


그림 6. Digicipher 시스템의 전송 데이터 포맷

며, 내부부호화에 의해 불규칙하게 발생하는 random 에러를 수정할 수 있고, 외부부호화에 의해 다중경로나 페이딩 등에 의해 전송 채널에서 발생할 수 있는 군집 에러(burst error)를 수정할 수 있어 여러 정정 능력이 강한 것이 특징이다. Digicipher 시스템에서는 내부부호로 trellis 부호(16-QAM : rate 3/4, 32-QAM : rate 4/5)를 사용하고 연판정(soft decision)을 하며, 외부부호는 Reed-Solomon 부호(16-QAM : rate 106/116, t=5, 32-QAM : rate 145/155, t=5)를 사용하여 경판정(hard decision)을 한다. 또 각각의 부호화 후에는 interleaver를 두어 trellis 부호에 의해 발생할 수 있는 군집 에러나 자동차의 점화 플러그 등에서 발생할 수 있는 펄스성 잡음에 의한 에러를 각각의 블록에 분산시켜 불규칙하게 만듦으로써 성능을 향상 시킨다. 그림 7은 FEC(forward error correction) 부호기와 복호기의 블록 다이어그램을 나타내고 있고, 그림 8은 내부 부호와 외부 부호의 구성 형태를 나타낸다. 두 번에 걸친 interleaving에 의해 에러를 분산시키고 FEC 부호화하여 NTSC 신호에 의한 간섭의 영향을 최소화 한다.

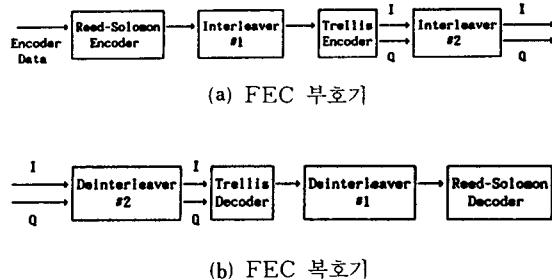


그림 7. FEC 부호기 및 복호기의 블록 다이어그램

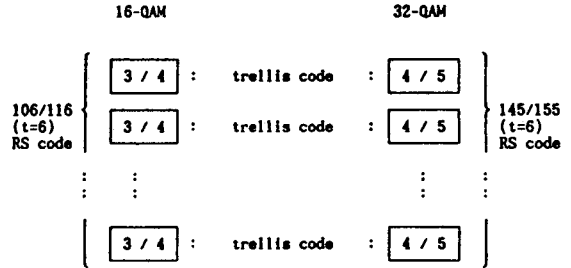


그림 8. 연접부호의 내부부호 및 외부부호 구성 형태

3. 변조 방식

Digicipher 시스템에서 채택한 변조 방식은 16/32-QAM으로, 4.88 MHz의 심볼 전송률을 가진다. 16-QAM은 같은 C/N비 일때 32-QAM에 비해 낮은 BER(bit error rate)을 나타내게 되고, 따라서 넓은 지역을 포괄할 수 있으며, 32-QAM은 16-QAM에 비해 시스템의 문턱값(threshold)이 4dB 정도 증가하지만 더 나은 화질을 제공한다. 방송국에서는 화질과 포괄할 수 있는 면적을 고려하여 동작 모드를 선택할 수 있다.

그림 9의 digicipher 송/수신기 블록도를 이용하여 16-QAM 변조방식을 설명하면 다음과 같다. 16-QAM 모드는 한번에 4 비트를 보내는 직각 변조의 디지털 형태로 예를 들면 처음에 20 Mbits/sec의 데이터를 심볼이라 불리는 4 비트로 된 word로 변환한다. 이렇게 되면 심볼 전송률은 원래 신호의 1/4인 5 Msymbols/sec가 된다. 간단한 D/A 변환에 의해 처음 2비트는 4개의 레벨을 갖는 신호로 변환되고 이 신호는 다시 평형 변조기의 입력이 되어 반송파를 변조하게 된다. 다른 2개의 비트도 같은 방법으로 처음과 직각을 이루는 두번째의 평형 변조기에 의해 변조되고 처음 변조된 출력과 합쳐져 16-QAM 신호를 발생한다. 이 신호는 다시 실제의 전송 주파수로 옮겨져 전송된다. 수신단에서 송신단과 마찬가지로 서로 90°의 위상차를 나타내는 국부 발진기에 의해 작동하는 1쌍의 평형 변조기가 있어서 각각 기저대역 신호로 복조한다. 이 출력을 적당한 시간에 표본화하여 레벨을 검출하고, 다시 각각의 4 레벨 신호를 2 비트의 디지털 신호로 변환한 다음, 두 쌍을 다중화(multiplexing)하여 본래의 신호를 복구하게 된다.

약 6 MHz의 대역폭으로 좁혀진 HDTV 신호는 신호원 부호화와 채널 부호화에 의해 변조되어 전송신호는 거의 불규칙하게 나타난다. 즉 RF 에너지가 6 MHz 대

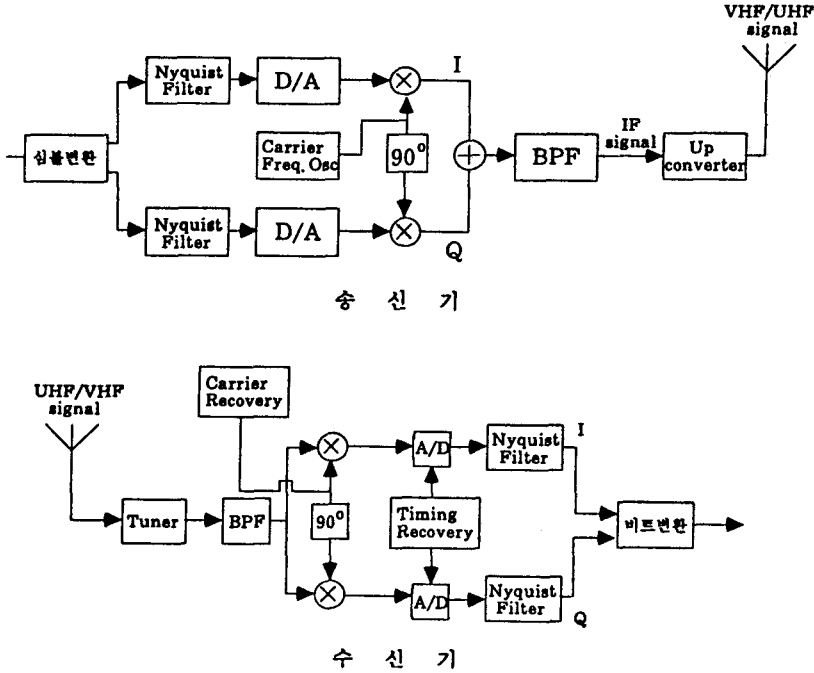


그림 9. Digicipher의 송/수신기 블럭도

역에 넓게 퍼지는 효과가 있어 대역통과(band pass)된 잡음과 비슷한 성질을 나타내기 때문에 확산 스펙트럼 방식에서와 같이 동일채널 간섭의 영향을 덜 받게 된다. 또 반송파가 포함되어 있지 않기 때문에 NTSC나 PAL, SECAM의 신호보다 다른 신호에 간섭의 영향을 적게 준다. 따라서 HDTV 신호의 전송 채널로 기존의 TV 채널 사이사이의 금기 채널(taboo channel)을 이용하는 것이 가능하다.

IV. ADTV(Advanced Digital Television) 전송방식^[4]

Philips사와 Thomson사등의 ATRC(Advanced Television Research Consortium)에서 제안한 ADTV 전송방식의 가장 큰 특징은 NTSC 신호의 동일채널 간섭으로부터 영향을 최소화 할 수 있도록 스펙트럼이 형성된 SS(spectrally shaped)-QAM 전송 방식을 채택하고 있다는 것이다. SS-QAM 방식은 높은 우선순위(HP, high-priority)를 가지는 데이터와 표준 우선 순위(SP, standard-priority)를 가지는 데이터로 이루어

진 2개의 분리된 채널이 각각 독립적으로 QAM 변조되어 전체의 스펙트럼이 동일채널 NTSC 스펙트럼과의 간섭을 최소화 할 수 있도록 형성된 방식을 말한다.

그림 10에 SS-QAM의 주파수 스펙트럼과 동일채널 NTSC 신호의 스펙트럼과의 관계를 나타내었다. 여기서 HP채널은 1.125 MHz의 대역을 갖는 협대역 신호로서 동일채널 잔류측대와 NTSC 신호의 하측대와 부분에 위치하여 NTSC 신호로부터 뿐만 아니라 NTSC 신호로의 간섭의 영향을 최소화 할 수 있다. 또 SP 채널은 4.5 MHz의 대역으로 동일채널 NTSC 신호의 상측대대에서 큰 전력을 가지는 영상 반송파와 색부반송파 사이에 위치하여 NTSC 신호와 상호간의 간섭을 최소화 한다. HP 채널 신호는 SP 채널에 비해 5dB 정도 더 큰 전력으로 전송되기 때문에 약조건의 공중선로서도 높은 신뢰도를 가지고 전달될 수 있도록 하고 있다. SS-QAM의 기본 변조 방식은 32-QAM으로서 24.0 Mbps를 전송하도록 되어 있다. 그러나 GI의 digicipher 방식과 마찬가지로 특별한 경우 방송국에서는 service area를 넓히기 위해 16-QAM을 채택할 수는 있게 되어 있는데 이때에는 19.2 Mbps를 전송하며 약간의 화질 열화를 수반하게 된다.

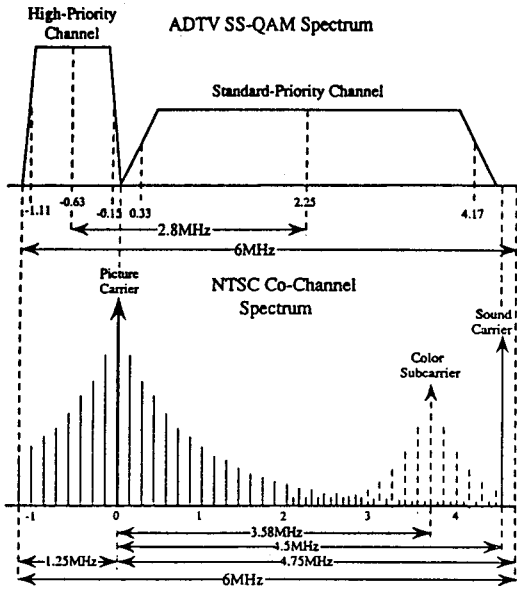


그림 10. ADTV SS-QAM의 신호와 동일채널 NTSC 신호의 스펙트럼 관계

채널코딩은 GI의 dicipher 방식과 마찬가지로 HP, SP 각각의 채널에 대해 tellis 부호화와 Reed-Solomon 부호화를 동시에 사용하는 연접 부호화 방식을 채택하고 있다. 데이터 전송율은 32-QAM(16-QAM) 모드에서 HP 채널이 4.8(3.84) Mbps를 전송하고 SP 채널은 19.2(15.36) Mbps를 전송한다. 9/10 trellis 부호화 및 127/148 R-S 부호화에 사용된 parity 데이터를 제외한 순수 데이터 전송율은 32-QAM 전송 모드에서 HP, SP 채널 각각 3.7 Mbps와 14.8 Mbps 이다.

ADTV의 송신 시스템은 HP, SP의 두 채널이 독립적으로 변조되어 SS-QAM 신호를 생성 시키므로 그림 9에 나타낸 바와 같은 QAM 변조기가 두개 사용되고 있으며, ADTV 수신기에도 두개의 QAM 복조기가 사용되고 있다.

V. CCDC(Channel-Compatible DigiCipher) 시스템의 전송방식^[5]

MIT와 GI에서 제안한 CCDC 시스템의 전송방식은 대부분 GI의 digicipher 방식을 그대로 따르고 있다. 예를들면 CCDC 시스템도 digicipher 방식과 마찬가지로

로 32/16-QAM을 변조방식으로 사용하고 있으며, trellis 부호화와 Reed-Solomon 부호화를 함께 사용하는 연접 부호화 방식을 채택하고 있다. 기타 채널 등화 기법이나 interleaving 등도 digicipher 방식과 매우 유사하므로 여기서는 구체적인 기술을 생략한다.

VI. 결 론


지금까지 현재 미국에서 제안되고 있는 4가지 완전 디지털 HDTV의 전송방식에 대해 알아보았다. 지면 관계상 각 방식의 전체적인 특징과 특히 인접 NTSC 방송과의 간섭을 최소화 하기 위한 기법등에 대해 주안점을 두었다. 앞서 살펴본대로 미국에 제안된 완전 디지털 HDTV 전송방식은 크게 VSB와 QAM의 두 group으로 나누어 진다. VSB는 AT&T/Zenith의 DSC-HDTV에서 채용되었고 QAM은 32-QAM이나 16-QAM의 두 모드로서 GI, MIT, ATRC의 시스템들에 채용되고 있다. 현재까지 각 proponent가 제시한 자료들에 의하면 특성상 큰 차이는 없다. 다만 DSC-HDTV와 ADTV가 인접 NTSC 신호의 방해에도 HDTV 수신 이 가능한 척도인 D/U비(desired to undesired ratio)에서 약간의 우위를 보이고 있는 정도이다.

현재 FCC에서 test가 진행중이며 1993년 2월에는 현재 경합하고 있는 4 방식이 1-2 방식으로 압축되어 이들 선택된 방식에 대해 실제 field test를 진행시킬 계획으로 있다. 완전 디지털 HDTV는 미국에서 어떤 방식이 최종 규격으로 채택되더라도 유럽의 HDTV program이나 일본의 차기 HDTV 계획들에 지대한 영향을 끼칠 것이 분명하며 다른 민생용 전자기기의 완전 디지털화를 추진시키는 계기가 될 것이다.

參 考 文 獻

[1] William Y. Zou, "Comparison of proposed digital HDTV terrestrial broadcasting system," *IEEE Trans. Broadcasting*, vol. 37, no. 4, Dec. 1991.
 [2] Zenith and AT&T, "Digital Spectrum-Compatible HDTV: Technical Details," FCC ACATS Document, Sep. 1991.

[3] General Instrument, "DigiCipher : System Description," FCC ACTS document, Aug. 1991.
 [4] ATRC, "Advanced Digital Television : System Description," FCC ACTS Document, Jan. 1992.

[5] MIT and Feneral Instrument, "Channel Compatible DigiCipher HDTV Systme," FCC ACATS Document, Apr. 1992. 

筆者紹介



朴 鍾 碩
 1958年 10月 2日生
 1981年 2月 서울대학교 전자공학과(학사)
 1983年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)
 1991年, 5月 미국 플로리다 주립대 전기공학과(공학박사)

1983年 3月~현재 (주) 금성사 가전연구소 책임연구원