

위성방송의 전디지털화를 위한 스튜디오 및 STL 인터페이스

지난 7월 1일 KBS가 시험 위성방송 신호를 발사함으로써 우리나라에도 본격적인 위성방송시대의 막이 열렸다. 이번에 실시되는 위성방송의 가장 큰 특징은 디지털 방식의 사용이다. 현재 우리나라에서 시청가능한 일본의 NHK 위성방송, 홍콩의 STAR-TV등은 방송국으로부터 전송된 신호를 바로 FM변조하여 위성으로 보내는 아날로그 방식인 반면, 우리나라 위성방송은 방송국으로부터 전송된 신호를 디지털 부호화, 압축, 시분할 다중, 그리고 디지털 변조하여 위성으로 전송하는 디지털 방식인 것이다. 디지털 방식은 기존의 아날로그 방식에 비해

- 중계기당 전송가능한 TV프로그램 수의 증가 (4-8개)
- 필요 중계기 전력의 감소
- 가청지역 내에서의 동일한 품질 유지
- 스튜디오급의 TV 수신

등의 장점을 갖는 반면,

- 신호의 압축 및 복원 과정에서의 시간 지연
- 압축으로 인한 새로운 품질 열화
- 고가의 수신기 가격

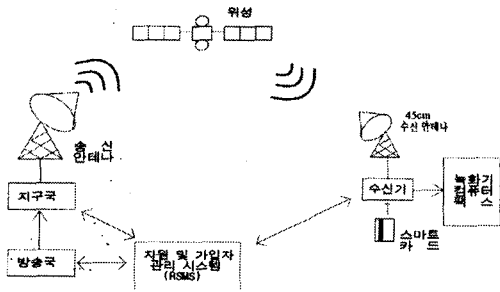
등의 단점이 있다. 이러한 단점들은 향후 관련 기술발전, 수신기 대량생산, 프로그램 제작 기법의 변화등에 의해 해결될 가능성이 있기 때문에 위성방송의 활성화에는 커다란 문제가 없을 것으로 전망된다.

그림 1은 우리나라 위성방송 시스템의 구성도를 표시한 것이다. 디지털 방식을 채용한 방송의 최대 효과는 프로그램의 제작, 편집, 송출, 그리고 수신에 이르는 전과정에서 디지털화가 이루어 질 때 발휘된다. 현재 지상파 TV방송을 위한 제작과 편집과정에서 일부 디지털 장비가 사용되고 있으나, 송출 및 수신 방식이 아날로그 방식이기 때문에 그 효과가 그다지 크지 않다. 그러나 금번 위성방송에서는 송출에서 디지털화가 이루어짐으로써 그림 1에 표시된 바와 같이 스튜디오내 신호와 방송국과 송신지구국사이의 신호(Studio to Transmit-

朴 瑄 圭

韓國放送公社 技術研究所

ter Link Signal;STL신호)가 디지털화된다면, 소위 말하는 “전디지털화”가 완벽하게 구현되게 된다.



(그림 1) 위성방송 시스템의 구성도

우리나라의 위성방송 신호규격¹⁾은 현재 확정되어 표준화 절차를 거치고 있으며, 이에 부합되는 수신기가 제작되어 일반 시청자에게 공급되고 있다. 다만 위성방송의 또 다른 특징인 제한 수신과 데이터 방송의 규격이 미정으로 되어 있으며, 이는 별도의 규격으로 제정될 전망이다. 여기서 방송신호는 송신기로부터 수신기까지의 신호를 의미하며, 표 1에 각파라미터의 값을 표시하고 있다. 이미 이에 대한 상세한 내용은 여러 문헌을 통하여 발표

되었기 때문에 본고에서는 자세히 다루지 않기로 한다. 한편 전디지털화를 위하여 필수적인 스튜디오 및 STL 인터페이스 규격은 강제사항이 아니고, 방송사의 선택에 달려있는 사항이기 때문에 여러 가지 규격이 고려될 수 있다. 따라서 본고에서는 스튜디오 및 STL 인터페이스 규격에 대한 국제 표준화 동향을 분석하고, 현재 위성방송시스템에서 사용하는 규격과 문제점에 대해 설명하기로 한다. 이 결과를 토대로 우리 실정에 적합한 스튜디오 및 STL 인터페이스 규격을 제시하기로 한다.

II. 스튜디오 신호의 디지털 부호화

1. 비디오 신호의 부호화

칼라 TV신호를 디지털 부호화하는 경우, NTSC와 PAL과 같은 콤포지트 신호를 직접 부호화하는 콤포지트 부호화방식과, 휘도신호와 색차신호(또는 R, G, B)를 각각 부호화하는 콤포넌트 부호화방식의 2가지가 있다. 본절에서는 각 부호화방식의 개요와 부호화 파라미터에 대해 설명하기로 한다.

(표 1) 위성방송 신호 규격

구분	항목	파라미터
비디오	압축 방식	MPEG-2 Video Main Profile@Main Level
	해상도(Resolution)	720 화소×480 주사선
	화면 중횡비	가로 : 세로 = 4 : 3, 16 : 9
	프레임 율	29.97, 23.976 프레임 / 초
	Pan/scan 정보	16×9 모드에서 제공
	비트율 변환	VBR(Variable Bit Rate)3-10Mbps
	색신호 형식	Y : Cr : Cb = 4 : 2 : 0
	예측모드	Adaptive field / frame prediction
	B 프레임의 연속 수	0, 1, 2
	GOP의 크기	15개 이하
오디오	압축방식	MPEG-1 Audio Layer II
	표본화 주파수	48kHz
	최대비트율	384Kbps
	채널 수	최대 4채널(송신측), 2채널(수신측)
	분해능	16 bit PCM
	음성다중 언어수	한국어포함 3개국어

구분	항목	파라미터
다중화	다중화 방식	MPGE-2 System
	다중화되는 정보	1. 비디오 PES 2. 오디오 PES 3. 데이터 방송 PES 4. RSMS데이터
	전송 패킷의 비트율	34.352 Mbit/s
오류정정 부호화	부호화 방식	연집부호화(Concatenated Coding)
	외부 부호	Reed-Solomon 코드(부호율 : (204, 188))
	내부 부호	1. 1/2 길쌈 부호화후 7/8 펄취어링(Puncturing) 2. 구속장 $k=7$
	인터리빙 방식	I(인터리빙 깊이=12 바이트인 길쌈 인터리빙
	부호화후 비트율	42.6 Mbps
변조	변조 방식	Gray-coded QPSK
	롤오프(Roll-off)	0.35

○ 콤포지트 부호화

Nyquist 이론에 의하여 비디오 신호 대역폭의 2배에 해당되는 주파수로 표본화를 하면, 그 표본으로부터 원신호의 완전한 복원이 가능하다. 그러나 이것은 원신호가 이상적인 필터에 의해 완전하게 대역제한될 때 가능하며, 실제의 비디오신호에서는 2배정도의 표본화주파수를 사용한다면 고주파 성분에서 왜곡이 생긴다. 따라서 비디오 신호의 표본화 주파수는 이것보다 높은 주파수를 선택한다. 또한 콤포지트 부호화에서 표본화 주파수를 선택할 경우에는 색부반송파 주파수 f_{sc} 와 표본화 주파수 f_s 사이에 발생하는 비트(beat)방해에 대해서도 고려해야만 된다. 비트 주파수 f_b 는 다음과 같은 식으로 표시된다.

$$f_b = k f_{sc} - f_s \quad (1)$$

여기서 k 는 임의의 상수이며, 표본화 주파수 f_s 를 색부반송파 주파수 f_{sc} 의 정수배로 선택함으로써 비트 주파수 f_b 는 0 또는 색부반송파 주파수의 정수배가 되어 비트방해를 줄일 수 있다. 처리속도를 고려하여, 초기에는 표본화 주파수를 색부반송파 주파수의 3배로 하였지만, 최근에는 거의 모든 기기가 4배를 채용하고 있다. 이로 인해 화질 향상은 물론이며, 표본화 주파수를 $3f_{sc}$ 로 사용할 때 주사선간의 표본화 위상차가 반주기가 되는 것에 비해, 표본화 주파수를 $4f_{sc}$ 로 사용하면 주사선간의 표본화 위상차가 없어지기 때문에 신호처리

유리한 점이 있다.

비디오 신호의 양자화 비트수는 양자화잡음에 의한 화질열화를 인지할 수 없도록 하기 위하여 최소한 8비트가 필요하다는 주관적 평가결과가 보고되어 있으며, 최근의 방송기기에서는 10비트를 사요하는 경우가 많다. 여기서 양자화 비트수가 증가할수록 S/N비가 증가하게 된다.

○ 콤포넌트 부호화

콤포넌트 부호화의 경우, 콤포지트 부호화의 경우처럼 색부반송파 주파수의 정수배인 표본화 주파수를 사용해야만 하는 제약은 없고, 주로 수평 주파수 f_H 의 정수배를 사용한다. 525 주사선방식과 625 주사선방식에서 공통점을 갖도록 한다는 관점에서 콤포넌트 부호화의 표본화 주파수가 국제규격으로서 다음과 같이 결정되어 있다.

525 주사선방식의 수평 주파수 $f_{H(525)}$ 와 625 주사선방식의 수평 주파수 $f_{H(625)}$ 는 각각 다음과 같은 식으로 주어진다.

$$f_{H(525)} = 4.5M \text{ Hz} / 286 \quad (2)$$

$$f_{H(625)} = 625D / 25 \quad (3)$$

위의 두 식에서 최소공배수는 2.25MHz이다. 결과로서 525 주사선방식에서 주장하는 14.3MHz와 625주사선방식에서 주장하는 12MHz의 중간값인 동시에 2.25MHz의 6배인 13.5MHz가 국제규격으로서 선택되었다.

콤포넌트 부호화에서 휘도신호 및 색차신호의

표본화 주파수에 관한 검토가 이루어진 결과, 여러 가지 종류가 생겨났다. 대표적인 것은 일반적으로 “4:2:2”라고 불리우고 것으로 휘도신호를 13.5MHz로, 색차신호를 6.75MHz로 표본화하는 방식이 있다. 이외에도 RGB 3원색을 모두 13.5MHz로 표본화하는 “4:4:4”방식이 있다.

컴포지트 부호화는 각국마다 사용하는 신호방식이 다르기 때문에 ITU-R에서는 표준화를 하지 않고 있다. 우리나라에서 사용하는 NTSC신호는 ANSI/SMPTE-244M에 부호화 파라미터가 결정되어 있으며, 표3에 이에 대한 개요가 표시되어 있다.

(표 2) ITU-R 권고 601의 컴포넌트 부호화 파라미터

파라미터	525주사선, 60필드/초	626주사선, 50필드/초
1. 부호화된 신호: Y, Cr, Cb	$E'_Y = 0.299E'_R + 0.587E'_G + 0.114E'_B$ $(E'_R - E'_Y) = 0.701E'_R - 0.587E'_G - 0.114E'_B$ $(E'_B - E'_Y) = 0.299E'_R - 0.587E'_G - 0.886E'_B$ $Y = 219E'_Y + 16$ $Cr = 160(E'_R - E'_Y) + 128$ $Cb = 126(E'_B - E'_Y) + 128$ 여기서 사용된 $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ 는 감마보정된 신호이다.	
2. 주사선당 표본수 - 휘도신호 - 색차신호	858 429	854 432
3. 표본화 구조	직교, 주사선, 필드 및 프레임은 반복됨. Cr과 Cb의 표본들은 각 주사선의 홀수번째 휘도 표본과 동일한 위치를 갖는다.	
4. 표본화 주파수 - 휘도 신호 - 색차 신호	13.75MHz 6.75MHz	
5. 부호화 방식	휘도 및 색차 신호의 각 표본에 8비트(선택사항으로 10비트)가 할당된 선형 PCM을 사용	
6. 디지털 유효 주사선의 표본수 - 휘도 신호 - 색차 신호	720 360	
7. 아날로그 대 디지털 수평시간 관계 - 디지털 유효주사선의 끝부터 O_H 까지	16 휘도클록주기	12 휘도클록주기
8. 비디오신호 레벨과 양자화 레벨의 일치 - 스케일 - 휘도신호 - 색차신호	0-22 블랙을 레벨 16으로하고 첨두 화이트를 레벨 235로 하는 220개의 양자화레벨. 경우에 따라 신호레벨이 235를 초과할 수 있다. 0을 레벨 128로하는 255개의 양자화 레벨	
9. 사용되는 부호어	레벨 0과 255는 동기신호에만 사용되며, 레벨 1에서 254는 비디오 신호의 표시에 이용된다.	

○ 부호화 파라미터의 규격
위에서 언급한 TV신호의 부호화 파라미터는 ITU-R, SMPTE, 그리고 EBU에 규격화되어 있으며, 여기서는 대표적인 것만을 소개하고자 한다.

컴포넌트 부호화는 ITU-R BT. 601^[2]에 4:2:2 및 4:4:4 방식에 대하여 부호화 파라미터가 결정되어 있으며, 표2는 이 가운데 4:2:2방식에 대한 개요가 표시되어 있다.

○ 콤포넨트 부호화방식의 장점

표2에 표시된 바와 같이 콤포넨트 부호화에서 초당 펄드수를 제외한다면 각파라미터의 값이 525 주사선 방식과 625주사선 방식에서 동일하게 적용된다. 이는 아날로그 또는 콤포지트 디지털 표준에서는 불가능했던 두 방식(525 주사선 방식과 625 주사선 방식)에 대한 장비의 공통적인 사용을 허용한다. 즉 한 장비에서 펄드수의 변환이 가능하다면, 하나의 장비를 사용하여 두 방식의 프로그램을 모두 제작할 수 있으며 서로간의 프로그램 교환도 용이해 질 것이다. 또한 MPEG-2를 근간으로 하는 디지털 압축 방식도 Y, Cr, Cb를 각각 압축하는 콤포넨트 부호화 형태이므로, 향후 모든 디지털 장비는 기본적으로 콤포넨트 부호화방식을 채택하게 될 것이다.

○ 압축부호화 방식

현재 방송에 사용되는 동영상 압축부호화 방식으로 표준화된 방식은 우리나라 위성방송에서 채용한 MPEG-2 MP@ML규격^[3]이 있다. 이것은 근본적으로 방송의 전송을 위해 설계되었기 때문에 영상의 제작이나 비선형편집과 같은 스튜디오용으로 사용이 불가능하다. 즉 영상제작과정에서 가장 중요한 과정의 하나가 편집인데, 이 규격을 따르는 신호를 갖고는 편집이 불가능하기 때문이다. 따라서 MPEG에서는 편집이 가능하고 스튜디오 품질을 유지하기 위한 동영상 압축 방식을 연구하고 있으며, 96년말까지 그 규격을 표준화할 예정이다. MPEG-2에서 이에 해당되는 것은 4:2:2를 수용하는 MPEG-2 HP@ML^[4]이며, 목표 비트율은 약 30Mbps이다.

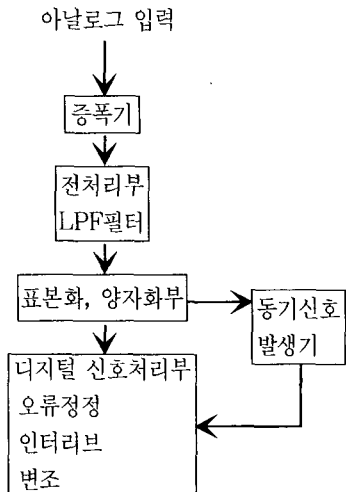
2. 음성신호의 부호화

그림 2는 음성의 디지털 부호화과정을 표시한다. 마이크로부터 아날로그 음성신호가 입력되면, 전처리, 표본화 및 양자화, 디지털 신호처리의 3단계를 거쳐 디지털화가 된다. 전처리부에서는 디지털화에 동반되는 양자화 잡음을 백색 잡음화하기 위하여 일종의 잡음을 첨가한 후에 양자화하는 방법이 있다. 또한 최근에는 예측 부호화, 엔트로피 부호화, 적응형 부호화, 서브밴드 부호화 등의 다양

한 고능률 부호화방식이 실용화되고 있다.

〈표 3〉 ANSI ISMPTE 2.44M

입력신호	NTSC	
주사선당 표본수	910	
표본화 구조	직교	
표본화 주파수	4f _{sc}	
표본화 위상	I, Q축(+123°, +33°)	
부호화 형식	균등 양자화된 PCM, 8 또는 10 비트/표본	
양자화스케일	8비트방식	10비트방식
백색레벨	C8	320
블랭킹	3C	0F0
동기	04	010
금지된 부호	00	000
		001
		002
		003
	FF	3FC
		3FD
	3FE	
	3FF	



〈그림 2〉 오디오신호의 디지털 부호화 과정

3. 스튜디오신호의 인터페이스 규격

525주사선방식과 625주사선방식의 스튜디오에서 각 장비간의 디지털 인터페이스 규격은 ITU-R BT. 656^[5]으로 표준화되어 있다. 이 규격은 4:2:2 콤포넌트에 대한 것이며, 병렬 및 직렬 인터페이스 규격을 규정하고 있다. SMPTE에서는 콤포지트 신호에 대한 인터페이스 규격도 규정하고 있다. 표 4는 국제 표준화 디지털 인터페이스 규격을 표시하며, 본절에서는 이가운데 콤포넌트 신호의 인터페이스 규격에 대해 언급하기로 한다.

〈표 4〉 디지털 인터페이스 규격의 국제 표준화 동향

	콤포지트	콤포넌트
병렬	ANSI/SMPTE 244M	SMPTE 125M ITU-R BT. 656
직렬	SMPTE 259M	SMPTE 259M ITU-R BT. 656

1. 병렬 인터페이스

ITU-R BT. 656에서는 현 TV의 4:2:2병렬 인터페이스에 대하여 상세한 규정을 하고 있다. 병렬 인터페이스는 장비간 디지털 비디오 신호를 전송하기 위해 27MHz의 클럭신호를 보내는 트위스트페어 신호선과 8비트 방식의 경우에는 8개의 트위스트페어 신호선, 10비트 방식의 경우에는 10개의 트위스트페어 신호선을 이용하여 병렬로 데이터를 전송하는 방식이다. 병렬인터페이스에서는 여러개의 신호선을 사용하여, 각 신호선간 타이밍이 어긋날 수 있기 때문에 수신측에 클럭신호를 동시에 전송한다. 이러한 경우에 수신측에서는 동기포착이 용이해지며, 또한 회로도 간단해 진다. 병렬 인터페이스는 스튜디오내의 장비간의 짧은 연결에 적합하며, 등화기를 사용하지 않을 경우에 50m, 등화기를 사용할 경우에 200m까지 전송가능하다. 또한 코넥터는 25핀 D형을 사용하며, 전송되는 신호는 비디오데이터이외에 타이밍 기준신호와 보조 신호가 있다.

○ 비디오 데이터

데이터를 식별하기위하여 비디오 데이터중에서

8비트 방식의 경우에는 00과 FF를, 10비트 방식의 경우에는 상위 8비트가 모두 0(00-003) 또는 1(3FC-3FF)이 되는 단어를 사용하지 못하게 되어있다. 또한 비디오 데이터 단어는 다음에 표시한 순서로 시분할 다중되며, 비트율은 27MWord/sec 이다.

Cb, Y, Cr, Y, Cb, Y, Cr, ...

여기서 Cb, Y, Cr는 화면의 동일한 위치에서의 표본값이며, 다음에 오는 Y는 다음 위치에서의 표본값이다.

○ 타이밍 기준신호

병렬 인터페이스에서는 수신측에서 동기화를 확실히 하기위하여 디지털 유효주사선의 바로 앞에 SAV(Start of Active Video)와 디지털 유효주사선의 바로 뒤에 EAV(End of Active Video)의 두 가지 타이밍 기준신호를 삽입한다. SAV와 EAV는 각각 4단어로 구성되며, 그 내용은 다음과 같다.

8비트 방식 FF, 00, 00, XY

10비트 방식 3FF, 000, 000, XYZ

최초의 3단어는 고정형의 프리앰블이고, 잘못 인식되는 것을 막기위하여 비디오 데이터에서는 사용되지 않도록 되어있다. 4번째 단어는 필드번호, 블랭킹시간을 표시하는 플래그, SAV와 EAV의 구별, 오류검출 및 정정에 사용되고 있다.

○ 클럭 신호

클럭 신호는 27MHz의 구형파이고, ITU-R BT. 656에서는 다음과 같이 펄스폭을 규정하고 있다.

펄스폭 : 18.5 ± 3ns

지터(jitter) : 1필드구간에 평균 3ns 이하

○ 기타

ITU-R BT. 656에서는 인터페이스의 전기적 특성, line driver 레벨, 코넥터의 핀 배열등이 상세하게 규정되어 있다.

2. 직렬 인터페이스

현 TV의 직렬 인터페이스로는 ITU-R BT. 656, SMPTE259M^[6]에서 규정된 10비트 스크램블 NRZI방식과 일본에서 사용되고 있는 10B1C방식^[7]이 있다. 직렬 인터페이스를 사용하면 하나의 케이

블로 장거리 전송이 가능해져서 스튜디오의 설치가 간편해진다.

○ 10비트 스크램블 NRZI방식

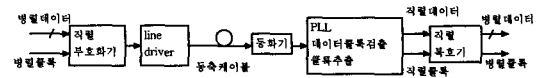
그림 3에는 동축케이블을 이용한 직렬 인터페이스의 개념도를 표시하고 있다. 병렬 데이터 및 클록은 직렬 부호화기로 입력된 후, line driver를 통하여 전송로로 보내진다. 수신측에서는 케이블의 특성을 보정하기 위해 등화기를 통과한 후, PLL 회로에서 클록을 추출하여 복호기에서 병렬 데이터로 출력시킨다. 최근에는 자동 등화가 가능한 제품도 실용화되어 있다. 한편 광케이블의 경우에는 전기/광변환기를 사용하는 것으로 되어 있다. 이러한 경우에 등화기가 필요 없게 된다.

10비트 직렬 인터페이스에서는 병렬에 비해 10배의 처리속도가 요구되기 때문에, 한 단어의 시작과 끝을 검출할 필요가 있다. 이 방식에서는 단어의 LSB로부터 차례대로 송출하도록 되어있기 때문에, LSB인식이 필요하다. 이것을 “단어동기”라 부르지만, 여기에는 병렬 인터페이스에서 설명한 동기정보의 일부가 이용되고 있다. 구체적인 예를 들면, 복호기에서 30비트 길이를 갖는 검출기를 설계하고, 병렬일 때와 동일하게 3FF, 000, 000을 검출한 다음의 비트를 LSB로 판단한다. 그리고 이것을 기준으로 10비트씩 절단하여 하나의 단어로 인식하는 방법이 있다.

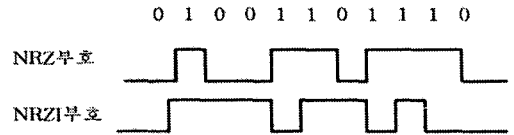
이 방식은 데이터를 NRZ부호로부터 NRZI부호로 변환하여 신호의 극성이 없도록하는 것이 특징이다. NRZ에서는 신호 레벨이 높을 때 1이고, 낮을 때 0이었으나, NRZI에서는 1클록구간에서 레벨의 천이(1에서 0, 또는 0에서 1)가 발생하면 1이고, 발생하지 않으면 0이 된다.

한편 직렬 인터페이스에서는 입력되는 데이터열로부터 클록을 추출해야만 한다. 따라서 데이터가 변화하지 않는 상태(NRZI에서는 신호의 천이가 없는 상태)가 장시간 지속된다면, 클록의 재생이 어렵게 된다. 이것을 피하기 위하여 송신측에서 스크램블링을 하여 같은 부호가 연속되는 것을 막는다. 그림 4에 NRZ와 NRZI를 비교하여 표시하고 있으며, 그림 5에는 SMPTE 259M에 기술된 부호화기의 구성예를 표시하고 있다.

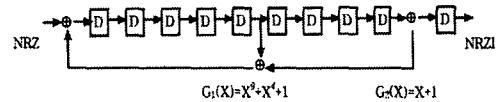
SMPTE 259M에서는 콤포지트 신호의 스크램블 NRZI에 대해서도 규정하고 있다. 콤포지트 경우의 특징은 타이밍 기준신호로서 TRS-ID를 수평 동기신호의 평탄부에 삽입시켜 놓은 것이다. 수신측에서는 이것을 검출하여, 주사선동기, 필드동기를 확립한다. TRS는 3FF, 000, 000, 000의 4단어로 구성되며, 여기에 한단어의 ID가 추가되어 전송된다. ID단어는 유효비트가 8이고, 하위 3비트로 칼라필드스퀀스를, 상위 5비트로 1-31 주사선의 번호를 표시한다.



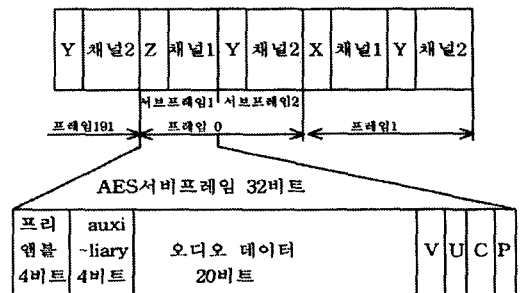
〈그림 3〉 동축케이블을 이용한 직렬인터페이스의 개념도



〈그림 4〉 NRZ NRZI의 비교



〈그림 5〉 스크램블 NRZI 부호화기의 구성예(SMPTE 259M)



〈그림 6〉 AES/EBU 포맷

○ 10B1C 방식

10B1C방식의 특징은 10비트 병렬 데이터의

LSB를 반전시켜, 11번째 비트에 보부호(complement code)비트로 추가하는 것이다. LSB와 C비트의 반전관계를 유지한 상태로 스크램블링을 걸어 NRZI부호로 변환하여 전송한다. 이 방식에서 C비트를 추가하는 것에 의해 데이터의 량이 1할정도 증가하지만, 11비트 주기로 반드시 신호의 극성이 반전되므로 동일한 부호가 연속되는 것을 막을 수 있다. 또한 이 부호 반전의 규칙성을 검사함으로써 전송로에서 발생하는 비트오율을 간단하게 측정할 수 있다. 더욱이 C비트의 검출이 화소단위의 단어동기 검출이 되기 때문에 아주 짧은 시간내에 단어동기가 확립될 수 있다는 장점도 갖고 있다.

3. 오디오 인터페이스

오디오 인터페이스의 국제 표준화 규격으로서 AES/EBU 직렬 인터페이스 규격이 있다. 이것의 프레임 구조는 그림 6에 표시되어 있다. AES/EBU 프레임 포맷에서는 오디오 2채널을 하나의 채널페어로 하여 전송한다. 그림 6에 표시된 바와 같이, 192개의 연속된 프레임은 1블록을 구성하며, 하나의 프레임은 다시 2개의 서브프레임으로 구성된다. 또한 하나의 서브프레임은 32비트로 구성되며, 이에 대한 자세한 내용은 다음과 같다.

동기프리앰블	4 비트
auxiliary	4 비트
오디오데이터	20 비트
유효플래그(V)	1 비트
사용자데이터(U)	1 비트
채널상태	1 비트
패리티비트	1 비트

프리앰블에는 X, Y, Z 3종류의 비트 패턴이 있다. X는 서브프레임 1을, Y는 서브프레임 2를 표시하지만, 특히 블록의 첫 번째에 해당되는 서브프레임 1의 프리앰블은 Z가 된다. 또한 그림 6에서 오디오 데이터에 20비트가 할당되어 있지만, auxiliary를 사용한다면 최대 24비트까지의 오디오 데이터 전송이 가능해진다. AES/EBU 포맷은 ITU-R BS. 647로 규정되어 있다.

IV. STL(Studio to Transmitter Link) 인터페이스 규격

방송국에서 제작된 프로그램을 송신소까지 전달하는 것을 1차분배(primary distribution)라 하며, 본래 수신측에서의 신호처리를 전제로 하지 않는다. 그러나 부득이한 경우에 수신후 신호처리를 행하는 경우가 있으므로, 이러한 경우를 대비하여 스튜디오 품질을 유지하도록 전송할 필요가 있다. 현 지상과 TV에서는 아날로그 콤포지트 TV신호를 FM 변조하여 마이크로웨이브 또는 광케이블을 이용하여 전송하는 방법과 콤포지트 디지털 부호화하고 DPCM을 이용하여 압축된 신호를 전송하는 방식이 널리 사용되고 있다.

한편 우리나라의 위성방송과 같은 디지털방식에서는 디지털 콤포넨트 방식의 1차 분배 규격이 필요하며, 이에 부합되는 규격으로 ITU-R Rec. 723¹⁸⁾이 있다. 이 규격은 270Mbps의 비디오 데이터를 ITU-T G.702의 접속 규격에 부합되는 32-45Mbps로 압축하는 방법에 대해 설명하고 있으며, 본절에서는 이 규격의 개요(표 5)에 대해 언급하기로 한다.

○ 비디오 입출력

ITU-R BT.601에 규정된 디지털 콤포넨트신호 포맷을 사용하며, 신호원의 손상을 방지하기 위해서 1차분배규격용 부호화장치에서는 고능률 부호화장치에서 흔히 사용되는 대역제한용 전처리필터와 잡음제거용 필터는 사용하지 않는 것이 바람직하다.

○ 부호화 계층구조

프레임, 필드, 블록스트립(Block Stripe;BS), 매크로블록, 그리고 블록(8x8화소, DCT기본블록)순으로 계층화된 구조로 부호화된다. 매크로블록은 휘도(Y)에 대한 2개의 DCT블록과 색차신호(Cr, Cb)에 대한 각 1개의 DCT블록으로 구성된다. 블록스트립은 45개의 매크로블록으로 구성되며, 525 주사선방식에서는 31개의 블록스트립이 되고, 625 주사선방식에서는 36개의 블록스트립이 된다.

○ 부호화 모드

비디오 입출력	양자화	ITU-R BT. 601
	인터페이스	ITU-R BT. 656(직렬 또는 병렬)
신호원 부호화	부호화영역	525주사선방식 Y:720화소 X 248 주사선/필드 C:360화소 X 248 주사선/필드
	모드	3모드:입력신호의 필드내 직접 DCT 필드간 예측차의 DCT 움직임보상 프레임간 예측차의 DCT
	DCT	크기:YC모두 8X8의 필드내 거리 블록 정밀도:입력 8비트시에 DCT계수 12비트
	예측신호	필드간:1필드전의 2주사선 평균 프레임간:1프레임전의 단일화소
	움직임보상	검출블록:매크로블록 범위:15,5화소, 7.5주사선 정밀도:1/2화소, 1/2주사선
	양자화	준선형양자화 적용양자화의 판단 파라미터 -Y/C -DCT위치 -criticality(2비트, 매크로블록간격으로 전송) -전송계수(8비트, 버퍼용량, 8주사선간격으로 전송)
	가변장부호화	양자화 DCT계수와 움직임벡터에 적용
	버퍼용량	1,572,846비트
기타	오류정정부호	RS(255,239), 인터리브 2:1
	오디오/데이터	(1) 204kbps:34.368Mbps채널 (2) 154kbps:32.086Mbps채널 44.736Mbps채널

부호화는 매크로블록을 기본단위로 행해지며, 다음의 3가지 모드가 있다.

• 필드내 모드: 필드내 데이터를 직접 DCT하는 경우

• 필드간 모드: 이전 필드의 상하화소로부터 현 필드의 화소를 예측하여 그 차이에 대해서만 DCT하는 경우

• 프레임간 모드: 움직임 보상 프레임간 예측의 차이를 DCT하는 경우

모드의 선택 방식과 refresh방식은 특별히 규정되어 있지 않다. 따라서 부호화기의 제조업자는 화질 및 오류에 대한 요구조건을 만족하는 범위에서 이러한 것들을 최적화해야 할 것이다. 모드의 선택

이 화질에 크게 영향을 주기 때문에 제조업체에 따라서 부호기의 성능이 달라질 수 있다.

○ 움직임보상

프레임간 예측된 움직임만을 사용한다. 검출방법은 규정되어 있지 않기 때문에 제작사별로 다를 가능성이 있다.

○ 양자화제어

양자화기는 매크로블록 단위로 4종류, 블록스트림 단위로 176종류가 가능하도록 구성되어 있다. 양자화기의 특성을 보면, 고주파영역에서 저주파영역보다 양자화가 성기게 이루어진다. MPEG 또는 JPEG의 양자화 특성과 비교해 보면, 기울기가 급한 특성을 갖고 있다. 따라서 블록마다의 왜곡

범위가 커져서 국소방해의 원인이 되기 쉽다. 이것을 피하기 위해서 양자화시 매크로블록 단위의 조정이 필수적이거나, 이에 대한 규정은 정해져 있지 않다.

○ 오류정정

적용되는 매체 또는 시스템에 따라 변할 수 있지만, 이 규격에서는 (255,233) Reed-Solomon 부호를 적용하도록 되어 있다. 송신측에서 16바이트를 추가함으로써, 수신측에서 8바이트의 오류를 정정할 수 있다. 또한 이 규격에서는 2상 인터리브를 적용하기 때문에 실제로 최대 16바이트의 오류를 정정할 수 있도록 되어있다. 이것은 일반적인 유선선로에서는 발생하지 않는 비트오율이나, 무선선로(마이크로파 선로)에서는 발생가능한 비트오율이다.

V. 현황과 개선방안

현재 KBS가 2채널의 기술시험방송을 실시하고 있다. 따라서 여기서 언급하는 것은 KBS의 스튜디오와 KBS와 용인지구국간의 STL이다.

1. 현황

○ 스튜디오

KBS는 위성방송을 위하여 2개의 송출스튜디오를 지난 6월에 완공하여 현재 시험방송을 송출하고 있다. 송출스튜디오의 신호 인터페이스 규격은 직렬 디지털 콤포넌트(SMPTE 259M)로서 오디오 채널을 최대 8채널까지 수용할 수 있도록 설계되어 있다.

○ STL

송출스튜디오로부터 제작된 위성방송 신호는 다음과 같은 루트를 거쳐 용인지구국으로 전송된다.

KBS -> 목동전화국 -> 용인전화국 -> 용인 지구국

모든 구간은 광케이블로 연결되어 있으나, 구간별로 신호의 규격이 다르다. KBS와 목동전화국간,

용인전화국과 용인지구국간은 NTSC신호를 FM변조하여 전송하며, 목동전화국과 용인전화국간은 NTSC신호를 직접 디지털 부호화한 후 DPCM을 이용하여 압축한 신호(DS3급)를 전송한다. 따라서 디지털 콤포넌트로 제작된 신호를 아날로그, 디지털 콤포지트, 아날로그로 변환시키는 과정에서 상당한 화질의 열화가 발생된다.

○ 프로그램 관련정보 및 안내정보

TV프로그램에는 비디오 및 오디오 이외에 프로그램을 디스플레이하기 위해 수신기에 전달되어야 하는 정보가 있다. 기본적으로 비디오에서는 화면비(16:9/4:3), PAN/SCAN 유무 및 데이터, 텔레시네 유무, 자막방송유무 및 사용언어등이 필요하며, 오디오에서는 디스플레이 모드(스테레오/모노), 음성다중유무 및 언어등이 필요하다. 향후에 필요 비디오 및 오디오의 비트율, 스크램블 유무 및 방법등이 필요할 것이다. 이와 같은 정보는 프로그램과 동기화되어 송신지구국의 TV부호기(MPEG-2 MP@ML 부호기)에 전송되어야만 시청자가 부자연스럽지 않게 위성방송을 시청할 수 있으나, 현재는 전송루트가 2원화되어 동기의 어려움이 있다.

위성방송에서는 시청자에게 모든 채널에 대한 프로그램 안내방송을 별도의 데이터 채널을 이용하여 전송해주도록 되어있다. 안내방송에는 채널번호 및 이름, 프로그램의 제목 및 설명, 시작 및 방영시간, 비디오 및 오디오의 형상정보등이 포함된다. 이에 관한 데이터는 방송국으로부터 수집, 가공되어 각 중계기에 동일하게 전송되어야 한다. 현재는 방송사가 KBS뿐이므로 데이터의 수집 및 가공이 용이하나, 장차 방송국이 증가하면 이에 대한 처리도 어렵게 되어 별도의 운영센터가 필요하게 될 것이다.

2. 개선방안

○ STL의 콤포넌트 디지털화

디지털 콤포넌트 스튜디오 제작된 신호를 열화 없이 송신지구국까지 전달하는 방법은 스튜디오 출력(270Mbps)을 그대로 전달하거나, 3절에서 설명한 ITU-R Rec. 723을 따르는 부호기를 이용하

여 압축한 신호를 전달하는 것이다. 전자는 통신프로토콜에 없는 규격이므로 새로운 부/복호기가 필요하며, 전송에 필요한 대역폭이 넓기 때문에 비경제적이다. 후자는 전송효율은 전자에 비해 월등하나, 압축/복원을 거치는 과정에서 다소의 화질열화가 예상된다. 현재로는 후자가 유력한 형편이다.

○ 프로그램 관련 정보의 동기화

프로그램과 관련 정보를 동일한 전송루트를 이용하여 전송하며, 이를 분리하여 TV 부호기가 소화해내는 방안이 연구되어야 한다.

○ 송출스튜디오에 TV 부호기 설치

궁극적으로 MPEG-2 부호기를 스튜디오에 설치하고, 지구국에서는 각 방송사로부터 압축된 MPEG-2 TS(transport stream)만을 받아 다중화하는 방식(remultiplexing)이 가장 바람직하다. 그 이유는 방송프로그램에 관련된 정보가 송출스튜디오에서 직접 TV부호기로 입력되어 현재와 같은 전송의 2원화와 같은 어려움이 제거되어 방송운용이 편리하게 되기 때문이다. 또한 STL도 압축된 7Mbps내외의 데이터만 전송하므로 전송 효율이 다른 어느 방식보다도 월등하게 된다. 다만 압축된 데이터를 전송하므로 오류에 대책만 세우면 된다. 이러한 방식은 현재 위성방송을 도입하는 다른 국가들에서 널리 사용되고 있다.

VI. 맺는말

방송의 디지털화는 거스를 수 없는 대세이며, 특히 뉴미디어인 위성방송과 같은 경우에는 두말할 나위가 없다. 국내 위성방송도 우여곡절 끝에 디지털 방식으로 결정되어, 현재 기술시험방송이 실시되고 있지만 그 준비기간이 짧아서 여러 가지 문제점이 노출되고 있다. 특히 신호의 흐름에서 본다면 STI에서 디지털화가 이루어지지 않은 상태여서 디지털화의 장점을 제대로 못살리고 있다. 따라서 본고에서는 무궁화호를 이용한 위성방송이 디지털 방식에 걸맞는 형태로 실시되기 위하여 갖추어야 하는 스튜디오 및 STL의 신호 인터페이스

규격과 시스템 구성방법에 대하여 살펴보았다. 본 방송이전에는 이에 대한 실현이 가능하리라고 전망된다.

한편 본고에서는 언급하지 않았지만, 위성방송에서는 데이터방송을 위한 인터페이스 규격과 유료방송을 위한 수신기와 RSMS(프로그램 및 가입자 관리 시스템)간의 인터페이스가 필요하다. 그러나 이 인터페이스들은 관련 규격이 확정되지 않아 현재의 수신기에는 구현되지 않았지만, 위성방송의 활성화를 위하여 조속한 시일내에 결정되어야 할 규격으로 남아 있다.

참고 문헌

- [1] “위성방송수신기 정합 규격”, 한국전자통신연구소, 1996. 5
- [2] ITU-R BT. 601-4 “Encoding parameters of digital television for studios”, Geneva 1995.
- [3] ISO/IEC 13818-2 DIS “Generic coding of moving pictures and associated audio information : video”, Nov. 1994.
- [4] ITU-R Doc. 11E/19-E, “MPEG-2 4:2:2 profile verification definition of quality and acceptability threshold”, March 1996.
- [5] ITU-R BT. 656-2 “Interfaces for digital component video signals in 525-line and 625-line television systems operating at the level of Recommendation ITU-R BT. 601”, Geneva 1995.
- [6] SMPTE 259M, “10-bit 4:2:2 component and 4fsc NTSC composite digital signals-serial digital interface”, SMPTE J. vol. 102 No. 2, pp 174-178, Feb. 1993.
- [7] “特輯 最新の放送技術”, テレビ誌, vol. 46, No. 4, April 1992.
- [8] CCIR Rec. 723 “Transmission of component-coded digital television signals for contribution-quality applications at the third hier-

achical level of CCITT Rec. G.702", Geneva
1990.

저 자 소 개



朴 瑄 圭

1958年 7月 30日生

1981年 2月 서강대학교 전자공학과 졸업(학사)

1983年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자과 졸업(석사)

1995年 8月 한국과학기술원 전기 및 전자과 졸업(박사)

현재 한국방송공사 기술연구소 차장

주관심분야 : 위성통신, 디지털 다중화, 디지털 라디오