

무궁화 위성방송 수신 품질 평가

박선규, 고우중, 이대권
 한국방송공사 기술연구소, 150-790, 서울시 영등포구 여의도동 18
 psk@tri.kbs.co.kr

요약

디지털 방식을 채용한 무궁화 위성방송 시스템은 스튜디오, STL, 지구국, 위성, 수신기, RSMS로 구성된다. 새로운 방송방식의 품질을 주관적 평가방법과 객관적 평가방법을 사용하여 측정하였다. 주관적 평가는 ITU-R BT. 500-5[1]에 근거하여 최종 수신된 화상에 대해 실시되었다. ITU-R Rec. 567-3[2]에 근거한 객관적 평가가 각 구간별로 실시되었다. 이 측정결과를 토대로 STL이 교체되었으며, 각 시스템 파라메타가 조정되었다. 또한 국내 7개사에서 제작된 수신기 성능을 평가하였다.

I. 개요

작년 8월 국내 최초의 방송, 통신 복합위성인 무궁화호의 발사에 성공, 직접위성방송을 위한 발판을 마련하였다. 그 이후 위성방송 송신기 및 수신기, 그리고 프로그램을 제작, 송출하는 스튜디오시설 및 STL(송출스튜디오와 송신소간 링크)이 완성되어 2개의 프로그램이 지난 7월 1일부터 시험방송되고 있다.

우리나라 위성방송은 디지털방식을 채용하여 잡음없는 선명한 영상과 CD급 음성을 서비스한다, 또한 주파수 효율이 극대화된 다채널 방송이 가능하고, 유료·데이터·자막·와이드·프로그램안내 등의 서비스가 용이 해지며, 멀티미디어서비스와 같은 새로운 방송이 가능하다. 위성방송시스템은 그림 1과 같이 스튜디오, STL, 지구국, 위성, 그리고 수신기로 구성된다. 또한 프로그램안내 및 유료방송을 위한 RSMS(프로그램 및 가입자관리 시스템)가 있다. 시험방송 실시 이전부터 RSMS를 제외한 전 시스템들의 정상 동작여부 및 방송품질을 평가하기 위하여 다음과 같은 측정이 이루어졌다.

- ◆end-to-end 주, 객관적품질 측정
- ◆구간별 객관적품질 측정
- ◆수신기 성능 측정

이 측정결과를 토대로 방송품질에 열화를 주는 시스템을 교체 또는 성능 개선을 하였다.

본 연구에서는 이러한 측정에 사용된 방법과 결과를 설

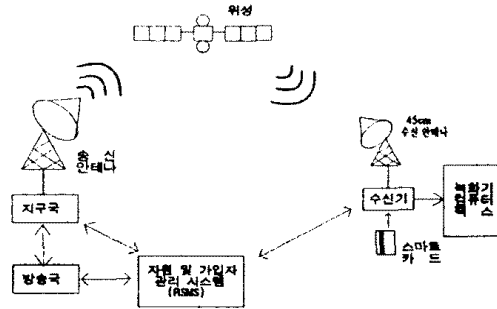


그림 1. 위성방송 시스템의 구성도

명하며, 향후 위성본방송을 위한 품질 개선 방향에 대하여 언급하기로 한다.

II. 무궁화 위성방송시스템

방송국에서 제작된 프로그램은 STL을 거친 후, 지구국에서 영상은 MPEG-2 MP@ML[3], 음성은 MPEG-1 Layer 2[3]에 따라 압축된다. 압축된 다수의 영상 및 음성신호는 MPEG-2 System에 따라 다중화되며, 오류정정을 위한 FEC(Forward Error Coreciotn)을 거친 다음, QPSK변조기에 인가된다. 이 이후에는 아날로그 방식과 동일하게 처리된다. 즉 변조된 IF신호는 up-converter에 의해서 14GHz로 변환되고, 증폭되어 안테나를 통하여 위성으로 발사된다. 위성에서 수신된 신호를 12GHz로 주파수변환, 증폭하여 다시 지구로 내려보내면, 각 가정에서는 45cm의 안테나로 수신하여 IF주파수로 변환하여 STB(set-top box)로 보낸다. STB는 복조 및 복호를 수행하여 시청자가 선택된 프로그램을 볼 수 있게 한다.

그림 2는 송신부의 개념적인 방송신호 흐름도이며, 각 시스템에서 사용되는 신호형식이 표시되어 있다. 방송국에서 디지털 시리얼 콤포넌트 신호(SMPTE-259M[4])로 제작된 신호가 STL로 인가되기 위하여 아날로그 NTSC신호, 콤포지트 디지털신호(SMPTE-244M)로 변환된다. 이 신호는 예측 DPCM(predictive differential pulse code mudulation)을 이용한 압축부호기에 의해 약 4:1로 압축되어 DS3(45Mbps)급으로 STL에 인가된다. 지구국에서는 이 신호를 다시

아날로그 NTSC신호로 복원하여 디지털 시리얼 콤포넌트 신호로 변환시켜서 압축부호기에 입력한다. 디지털 방식에서 압축부호기 이후에는 품질을 열화시키는 요인이 발생하지 않는다. 즉 다중화, 변조, 주파수변환, 증폭 과정은 직접적으로 화질 및 음질에 영향을 주지 않는다. 따라서 방송품질의 평가에서도 압축부호기까지의 신호에 주목할 필요가 있다.

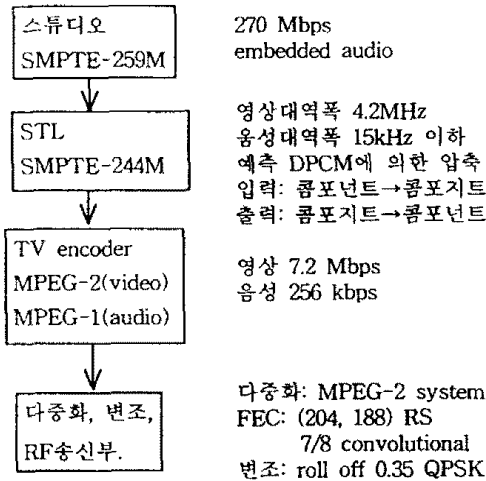


그림 2 송신부 위성방송신호의 흐름도

III. 주관적 화질평가

디지털 압축방식을 사용할 경우에 기존의 아날로그 방송과는 전혀 다른 잡음 특성 및 왜곡현상을 나타낸다. 즉 임계 신호대 잡음비 근방에서 급격히 품질이 열화되는 cliff 효과, 블록단위의 신호처리에 의한 블록효과, 그리고 섬세한 에지부분이 잘 표현되지 않는 모스키토 효과등 발생하게 된다. 이러한 왜곡을 발생시키는 요인과 화질과의 정량적인 관계에 대해서 현재 연구[2]가 진행중에 있기 때문에 이를 위성방송시스템 설계에 적용하지 못하는 실정이다. 따라서 화질에 영향을 주는 시스템마다 다양한 시험화상을 사용한 주관적평가를 실시하여 시스템 파라미터를 정하는 것이 원칙이다. 위성방송 화질에 크게 영향을 주는 것은 압축율과 STL이다. 현재 위성방송은 27MHz 중계기 당 4개의 TV프로그램과 약 2Mbps의 데이터를 전송하고 있다. 하나의 TV프로그램에서 영상은 7Mbps, 음성은 512kbps(듀얼 스테레오)로 전송되고 있다. 이러한 압축율은 국내외의 실험결과를 토대로 정해진 것으로 디지털 압축의 결점이 많이 나타나는 화상에서도 만족할 만한 화질을 얻는 것으로 되어 있다. 또한 STL은 국내 사정으로 인하여 디지털 방식에 적합한 콤포넌트 방식이 아닌 콤포지트

방식을 사용하고 있다.

결국 시스템 설계를 위해서가 아니라 이미 설치된 시스템 및 파라미터에 대한 종합적인 평가를 위하여 주관적 평가를 실시하였다.

가. 평가방법

본 연구에서는 새로운 시스템의 성능 또는 송전경로의 효과의 평가에 널리 사용되는 ITU-R BT. 500-5의 이중 자극 연속품질 척도법(double stimulus continuous quality scale method; DSCQSM)을 사용하기로 한다. 이에 대한 자세한 내용은 ITU-R BT. 500-5를 참조하기로 하며, 여기서는 중요부분만을 설명하기로 한다.

1) 일반적 사항

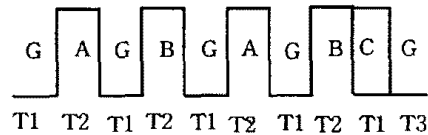
평정자에게 원화상과 수신화상을 번갈아 보이면서 각각을 표1의 5단계 평가법으로 평가하도록 한다. 이때 평정자에게는 원화상과 수신화상을 구분하여 알려주지 않으며, 두 개를 동시에 평가한다. 또한 다양한 평가화상을 사용하며, 평가기간은 30분을 초과하지 않는다.

2) 평가 시스템 및 화상

평가 화상은 4:3 표준화상은 ITU-R 시험화상 중 11개, 16:9 와이드화상은 KBS가 제작한 HDTV용 시험화상을 down-conversion한 화상중 9개를 선택하였다. 원화상은 KBS 위성 제1주조에서 송출되어 지구국, 위성을 거쳐 STB(전자통신연구소제작)에 의해 수신되어 디지털 VTR에 녹화된다. 여기서 원화상은 콤포넌트로 제작된 화상이며, 수신화상은 콤포지트로 녹화된다.

3) 시퀀스의 구성

평가시퀀스의 구성은 그림 3과 같이 구성되며, A, B는 원화상 또는 수신화상이 될 수 있으며 평가자만이 알고 있다.



G: grey, 시퀀스 구분

A: 원화상, 또는 수신화상

B: 원화상, 또는 수신화상

C: 컬러 바, 시퀀스의 종료

T1: 3초, 시퀀스 구분

T2: 10초, 시퀀스의 상영 시간

T3: 12초, 채점 시간

그림 3 평가시퀀스의 구성

4) 시청조건

표 2는 ITU-R BT. 500-5에서 제시하는 주요 시청조건이다.

표 2. 평가사용된 시청조건

조건	ITU-R BT. 500-5	평가시의 상태
시거리	4H 2명 6H 3명	만족
최고휘도	70cd/m	만족
최고휘도대 화면 off상태의 휘도 비율	≤0.02	만족
방의 조도	낮음	만족
배경 색도	D95	불만족
모니터	22" - 26"	32"와이드

4) 평정자

디지털 TV에 전문지식이 없는 비전문가 30명(남자 25명, 여자 5명)으로 평가를 실시하였다.

5) 평가척도

ITU-R BT. 500-5에서 사용하는 연속 척도보다는 평가가 용이한 5단계 척도법을 사용하였다.

표 3. 평가척도

5	매우 좋음
4	좋음
3	보통
2	나쁨
1	매우 나쁨

나. 평가결과

일관성이 없거나 동일한 화상에 대하여 2등급이상 차이가 나는 평가는 제외시켰다. 평가 결과는 평균값만을 추출하였으며 표4와 같다.

표 4. 주관적 평가결과

화상제목	평가점수		화상제목	평가점수	
	원화상	수신화상		원화상	수신화상
boat*	4.6	3.6	cheer leader*	4.4	3.6
boy with toy*	4.3	3.7	부채춤	4.5	3.1
harbor*	4.3	3.6	행진	4.7	3.1
sailboat*	4.5	3.8	축구	4.3	3.2
flower garden*	4.5	3.6	농구	4.5	3.3
Susie*	4.5	3.8	춤추는 가수	4.3	3.1
Poplar*	4.6	3.7	꽃	4.4	3.1
table tennis*	4.4	3.2	글자판 1	4.4	3.1
mobile*	4.4	3.4	회전판 1	4.3	2.9
bicycle*	4.4	3.4	회전판 3	4.3	3.1

*ITU-R 시험화상

다. STL과 압축에 의한 화질 열화의 측정

앞서 언급한 바와 같이 화질열화의 주된 요인은 STL과

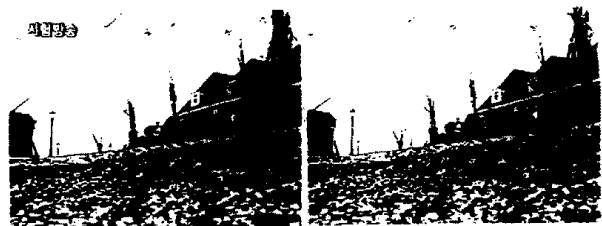
압축에 있다. 따라서 본 연구에서는 정성적으로 이 두 가지 요인에 대한 화질 열화 정도를 측정하였다. 그림 3(a)는 원화상, 그림 3(b)는 지구국에서 직접 부호기에 DI(디지털 시리얼 콤포넌트) 신호를 인가하여 수신한 것이고, 그림 3(c)는 KBS에서 인가한 신호를 수신한 것이다.

라. 결과 분석

주관적 평가 결과 위성방송 기술기준에 명시된 수신품질 4.5를 만족하지 못한 것으로 나타났다. 원화상에 대한 평가가 평균 4.5인 것을 감안하여 수신화상의 평가 결과를 보상하여 환산하면, 3.5 - 4 로 평가할 수 있다. 이는 화상에 따라 평가가 다를 수 있다는 것을 보여주고 있다.



(a) 원화상



(b) STL를 거친 화상 (c) STL을 거치지 않은 화상

그림 3. STL의 화질열화 비교

STL과 압축율의 의한 화질열화는 그림3에서 보는 바와 같이 STL에 의한 화질 열화가 눈에 띄게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 STL을 개선할 필요가 있음을 보여준다.

IV. 객관적 평가

디지털 방송에서는 전송품질을 객관적으로 평가할 수 있는 방법이 정립되어 있지 않다. 따라서 기존 아날로그 방송에서 사용하는 객관적 평가 방법(ITU-R Rec. 567-3)을 그대로 이용하여 end-to-end와 STL구간을 측정하였다. 그 측정결과는 표 5와 같다.

표 5 객관적 평가 결과

	항목	단위	기준치	STL	end to end	평가	열화 요인
영상	DG	%	±5	-0.76	-1.93	양호	
	DP	'	±5	0.19	0.69	양호	
	Y/C gain	%	±10	-3.5	-11.3	불량	압축
	Y/C delay	nS	±100	-7.2	-32.2	양호	
	진폭 주파수 특성	dB	±1	-0.8	-2	불량	압축
	지연시간 주파수 특성	nS	±50	-55	-75	불량	STL 압축
	S/N비	dB	≤54	56.6	55	양호	
	THD	%	≤5	0.88	3.8	양호	
음성	진폭특성	dB	±1	1.4	2	불량	STL
	cross talk	dB	≤55	75	74	양호	
	S/N비	dB	≤60	58	57	불량	STL

V. 수신기성능 평가

우리나라 위성방송 수신용 STB는 현재 7개사에서 제작 판매하고 있다. 그러나 아직도 lip sync 불일치(화면과 음성의 동기가 안맞는 현상), 화면모드전환시 복구시간 지연 등 여러 가지 문제점을 해결해 나가는 과정에 있다. 따라서 수신기의 성능향상을 위하여 이러한 기능상의 문제점과 4절에서 언급한 객관적 평가중 수신기에 문제점이 발견된 항목에 대해서 7개사의 STB를 평가하였다.

이 가운데 가장 방송운용에 가장 심각한 것은 화면모드 전환시 복구시간으로 제작사별로 0.6 - 10초의 편차를 나타내고 있다. 표 6은 각 제작사별로 STB의 수신화상에 대한 객관적 평가결과중 중요항목을 표시한 것이다.

표 6. STB의 성능 평가

제작사	A	B	C	D	E	F	G
Y/C Gain	115.1	105.5	116.0	110.3	114.4	124.4	109.5
Y/C Delay	42.9	88.1	31.2	38.5	29.3	35.9	36.2
Frequency Response	1.2	-0.9	0.8	측정 불가	1.3	3.2	1.3
Group Delay	70	70	70	측정 불가	65	70	80
H-Sync 안정도	양호	불안정	양호	양호	양호	불안정	양호

VI. 결론

금년 7월 1일부터 위성시험방송이 아날로그 방송에서는 없었던 문제점을 발견하고 또한 해결하여 보다 선명하고 다양한 방송을 전송하기 위해 실시되고 있다. 이에 관련하여 방송국 스튜디오로부터 시작하여 수신기까지 전송경로를 통해 발생하는 품질열화 요인을 조사, 분석하고 품질개선을 하기 위하여 주/객관적 평가를 실시하였다.

평가결과 STL에 의한 품질 열화가 심하여 콤포지트 아날로그(KBS-목동전화국)와 콤포지트 디지털이 혼재된 전송로를 콤포지트 디지털로 단일화시켜 품질 개선을 도모하였다. 그러나 궁극적으로는 디지털 방송에 적합한 콤포넌트 디지털화를 이루어져야만하며, 이러한 경우에 화질개선정도를 정량적으로 측정하였다. 또한 STB에서도 영상의 아날로그 디스플레이 및 음성레벨에 문제가 발생하여 이를 수정하는 바 있다. 따라서 주관적 평가는 이러한 성능향상 이전에 실시되었으므로 현재 다시 평가를 한다면 상당히 높은 평가를 받을 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 위성방송에는 lip sync 불일치와 화면모드전환 등의 기능상의 문제점이 아직도 해결되지 않고 있다. 측정결과에 의하면 부호기와 STB에서 동시에 문제점이 발견되었으며, 현재 이를 개선하는 과정에 있다. 따라서 본 방송 이전에 이러한 기능상의 문제점 해결과 STL의 콤포넌트가 이루어진다면 완벽한 위성방송을 시청할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] ITU-R BT. 500-5, "Method for the subjective assessment of the quality of television pictures", 1992.
- [2] ITU-R rec. 567-3, "Transmission performance of television circuits designed for use in international connections", 1990.
- [3] 무궁화 위성방송 송수신기 정합표준(안), 통신기술 협회, 1996. 11.
- [4] SMPTE 259M, "10-bit 4:2:2 component and 4f_{sc} NTSC composite digital signals-serial digital interface", Feb. 1993.