

논문97-2-2-10

국내 케이블TV 전송망의 상향 디지털신호 전송 성능실험

김형준*, 노상영*, 최규태*, 신민영*, 박종헌*, 박승권*

Performance Experiment of Upstream Digital Signal Transmission over Cable TV Networks in Korea

Hyung-Joon Kim*, Sang-Young Noh*, Kyu-Tae Choi*, Min-Young Shin*, Jong-Hun Park*, and Seung-Kwon Park*

요 약

본 논문에서는 케이블TV망을 이용한 VOD, 화상회의, 원격수업, 대화형 오락, 인터넷 서비스 등의 부가서비스를 위한 상향 디지털 신호전송 성능 측정을 통하여 케이블TV망에서의 양방향 디지털 통신서비스를 위한 기술적, 구조적 문제점 분석 및 대책을 제시한다. ITU-T 권고안 G.821의 측정항목을 이용하여 가입자수, 컨버터의 설치여부 등에 따른 신호성능 변화를 3개소의 표본지역을 선정하여 T-1급의(1.544Mbps) 상향 디지털 전송 실험을 하고, 비트오율을 기본으로한 케이블TV망에서의 디지털 신호전송 성능을 평가하고 부가서비스 제공을 위한 대책을 제시한다.

Abstract

In this paper, we propose technical and structural solutions for various problems in two-way digital communication services in CATV networks by actual field tests. The two-way digital communication services include VOD, video conferencing, distance learning, interactive game and internet service.

We investigate the quality of T-1 level (1.544 Mbps) upstream digital signal while varying the number of subscribers in three different cells in accordance with ITU-T G.821. Based on this investigation, several ways to cope with the problems identified are suggested.

I. 서 론

케이블TV망은 공동수신 안테나 TV에서 시작하여 1970년대 중반에 이르러서는 케이블 구조를 이용하여 가입자들이 위성방송을 수신할 수 있는 지금의 형태에 이르렀다. 디지털 통신 기술의 발전에 따라 케이블TV 사업자는 보다 많은 채널을 가입자들에게 제공할 수 있게 되었으며, 케이블TV는 난시청 지역에 TV방송을 전달하는 본래의 역할뿐만 아니라 새로운 형태의 프로그램을 제공할 수 있

는 전송매체로 자리잡게 되었다. 그러나 전형적인 케이블TV망은 최초의 목적이 헤드엔드에서 가입자단까지의 하향 전송이었기 때문에 그 구조적인 이유로 인하여 가입자단에서 헤드엔드까지의 상향 디지털 신호전송에 있어서는 깔대기 현상(Noise Funneling) 등의 문제점이 발생할 수 있다.

정보화사회로 진입하면서 요구되어지는 종합적인 정보통신 서비스를 위하여 미국, 일본, 영국, 독일 등 선진 각국은 케이블TV망의 광대역 특성을 이용하여 통신사업에 응용하려는 움직임이 활발하며, 여러 가지 디지털 기술을 이용한 시범 서비스를 제공하고 있다[1]. 우리나라에서도 케이블TV망을 이용한 디지털 통신에 대한 연구가 진행 중이며 일부 제한된 지역에서 시범 서비스를 제공할 방침

* 한양대학교 전자통신공학과

Dept. of Electronic Communication Engineering Hanyang, University

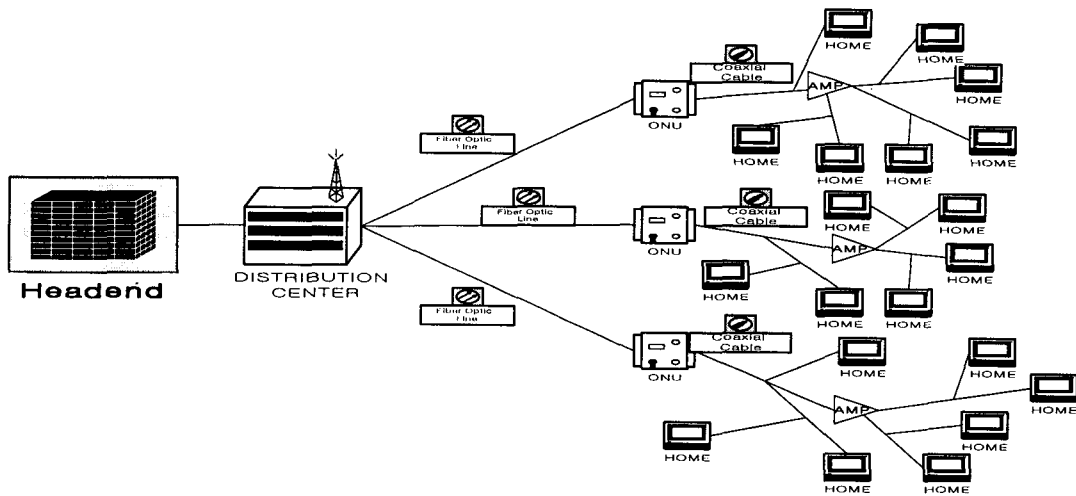


그림 1. 하이브리드 시스템
Fig. 1. Hybrid system

이다. 현재 우리나라의 케이블 TV망은 신호감쇠가 적고 잡음의 영향을 거의 받지 않으면서 넓은 대역을 갖는 광케이블과 동축케이블을 결합시킨 하이브리드 시스템이기 때문에 고속 데이터 통신을 위한 매체로서의 가능성을 더해 주고 있다. 그러나 지금까지는 하향 신호전송에 관련된 품질 평가만 이루어져 있을 뿐이므로 양방향 서비스를 위한 상향 신호전송에 대한 객관적 검증이 필요한 상태이다. 따라서 기존의 케이블 TV망을 이용한 여러 가지 디지털 서비스를 위해서는 케이블 TV망 전체에 대한 정확한 분석과 평가가 이루어져야 한다.

본 논문에서는 케이블TV망을 부가서비스 제공에 활용하기 위하여 선결되어야 할 객관적인 검증과 이를 바탕으로 발생할 수 있는 문제점과 대책을 제시하고자 한다. 신호전송 품질 평가를 위하여 본 논문에서는 미국의 CableLabs사에서 정식으로 채택한 ITU-T 권고안 G.821의 디지털 신호전송 품질 평가 항목을 사용하였다.

II. 하이브리드 시스템

디지털 기술의 발전에 따라 대화형 멀티미디어 서비스에 대한 사람들의 욕구는 점점 강해져 가고 있다. 그러나 기존의 공중전화망, 동축케이블망, 근거리 통신망 등은 전송속도와 대역폭 등의 한계 때문에 이에 적합하지 못하다. 따라서 대화형 멀티미디어 서비스에 대한 연구를 하던 중 기존의 동축케이블망과 광대역인 광케이블의 장점을 결합시킨 하이브리드 시스템이 탄생하게 되었고 현재 우리 나

라 케이블TV전송망의 주류를 이루고 있다. 하이브리드 시스템은 유지 및 설치비용을 줄이면서 대역폭과 신호의 품질 및 신뢰성을 향상시켰다. 또한 양방향성의 성질을 가지고 있어 대화형 서비스에 적합하다[2]. 하이브리드 시스템은 성형 구조를 갖는 광케이블망과 수지형 구조를 갖는 동축케이블망의 혼합된 형태를 가진다. 그림 1은 하이브리드 시스템의 구성도이다.

하이브리드 시스템에서는 디지털 또는 아날로그 데이터를 분배센터에서 옥외형 광수신기까지는 광케이블을 이용하여 전송한 후 다시 전기신호로 바꾸어 동축케이블을 통하여 각각의 가입자까지 전송하게 된다. 일반적으로 하이브리드 시스템에서 사용하는 전체 주파수 대역은 750MHz이다. 그러나 하이브리드 시스템이 가지는 광대역성에 의해 미국의 타임워너 시스템은 1GHz대역까지 사용하고 있다[3]. 그림 2는 하이브리드 시스템에서의 주파수 할당이다.

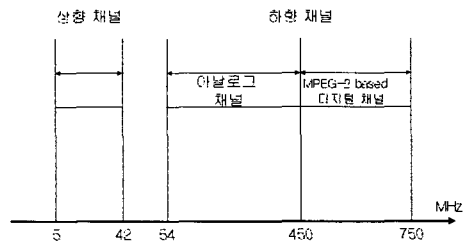


그림 2. 주파수 할당
Fig. 2. Frequency Allocation

III. 상향 및 하향 디지털 전송 표준안

1. 측정 항목

디지털 전송에서는 비트 오류로 인한 정보 손실이 발생되어지게 된다. 디지털 통신 링크(Link)를 특성화하기 위하여 1초 간격으로 수신된 비트오류수와 비트수로부터 얻어진 통계적 정보를 바탕으로 하여 ITU-T는 권고안 G.821에서는 다음과 같은 디지털 전송 성능을 나타내는 항목들을 정의하였다[4].

- 가용시간(Available Time) : 10초 동안 연속해서 BER이 10^{-3} 이하이면 그 해당 10초가 처음 시작하는 순간이 가용시간의 시작이다.
- 비가용시간(Unavailable Time) : 10초 동안 연속해서 BER이 10^{-3} 이상이면 그 해당하는 10초가 처음 시작하는 순간이 비가용시간의 시작이다.
- 오류자유시간(초) (Error Free Seconds) : 비트오류가 발생하지 않은 가용시간(초)의 수
- 오류시간(초) (Errored Seconds) : 전체시간 - 오류가 발생하지 않은 시간(초)
- 극심오류시간(초) (Severely Errored Seconds) : BER이 10^{-3} 이상인 시간(초)
- 감쇄시간(분) (Degraded Minutes) : 전체시간에서 비가용시간과 극심오류시간(초)를 제외하고 BER이 10^{-6} 이상인 시간을 분 단위로 환산한 결과

표 1. 성능 목표
Table 1. Performance objective

파라미터	Downstream (하향)	Upstream (상향)
% 가용시간(초)	99.9 이상	99.5 이상
% 오류시간(초)	0.5 이하	2.0 이하
%극심오류시간(초)	0.01 이하	0.05 이하
%감쇄시간(분)	1.0 이하	5.0 이하

표 2. 표본 지역들의 환경 조건
Table 2. Circumstance of testbeds

구 분	표본지역 1	표본지역 2	표본지역 3
가입자수 (상향 가입자수)	1200여	1000여 (400)	432 (1)
컨버터	설치	설치	미설치
거리	약 0.8 km	약 1.5 km	약 0.6 km
배선	단독배선	단독배선	단독배선
지역 특성	단독주택 지역	상가 지역	공동주택 지역
증폭기 수	3 (TBA 2, EA 1)	4 (TBA 4)	3 (TBA 2, Amp 1)
사용한 신호레벨	35 dBmV (10dB 감쇠기 사용)	45 dBmV	

2. RF 회선 성능 목표

표 1은 QPSK방식으로 변조된 T1 (1.544Mbps) 디지털 방송파와 하향 비디오 방송파 레벨에 관해서는 -10dBc의 RF 방송파 레벨을 사용하여 실험한 대표값들이며 FEC(Forward Error Correction)는 사용하지 않았다. 본문에서는 표 1의 상향 전송 성능 목표를 기준으로 하여 케이블TV망의 전송 품질을 비교 분석 할 것이다. 표 1은 미국의 CableLabs에서 정식으로 채택하여 기준으로 사용하고있다. [4]

IV. 측정 결과

측정지역은 한전이 보유하고 있는 33개 지역 708개 셀 가운데 2개 지역의 3개 셀을 선정하였다. 표본지역을 선정하는 기준은 셀의 가입자수, 컨버터의 설치 여부, 전송로의 거리 등이다. 표본지역이 가지는 특성은 표 2와 같다. 사용한 컨버터의 사양은 표 3과 같다.

3개소의 표본지역에 대하여 4차에 걸친 상향 디지털 전송 측정을 하였고, 사용된 장비는 Phasecom 사의 P446 케이블 모뎀과 P4000 트랜스버터이며 그 사양은 각각 표 4 및 표 5에서와 같다.

표 3. 컨버터 사양
Table 3. The specification of converter

RF 입력 특성	
입력 주파수	50-550 MHz
반사 손실	7 dB Min
입력 신호레벨	-5 ~ 15 dBmV
입력 임피던스	75Ω (비균형)
RF 출력 특성	
영상 캐리어 주파수	61.25 MHz ±100 KHz (channel 3)
	67.25 MHz ±100 KHz (channel 4)
영상 출력 레벨	9dBmV±3dB
Base-band 출력 특성	
미분 이득	10 % Max
미분 위상	10° Max
SNR	40 dB Min
통신 특성	
입력 레벨	-12 dBmV~40 dBmV
출력 레벨	37 dBmV ± 2dB
대역폭	300 KHz Max
주파수 Deviation	28 KHz ± 2 KHz
전송속도	19,200 bps
전송방식	FSK
데이터 정합	HDLC
전송파 누설	-23 dBmV Max

표 4. P446 T1 cable modem의 사양
Table 4. The specification of P446 cable modem

변조	QPSK
데이터 율	기본 T1 - 1.544 Mbps
동작방식	전이중방식
RF 반송파	망관리자에 의해 5-40 MHz upstream, 62-860MHz downstream 제어 (in 0.0625 MHz)
주파수 안정도	±5kHz
변조기 TX 수준	30 to 50 dBmV (일반적 47 dBmV) 1dB 간격으로 조정가능
부유 수준	45 dBc
복조기 RX 수준	-1 dBmV ± 10 dB
비트오류율 성능	10 ⁻⁹ at 25 dB CNR
RF 임피던스	75Ω (비균형)
지역 접면 제어	RS-232, 19.2 Kbps
선로 부호	T1.403-B825/AMI 75Ω(비균형) 혹은 120Ω(균형)
대역폭	1.4375 MHz (No FEC)

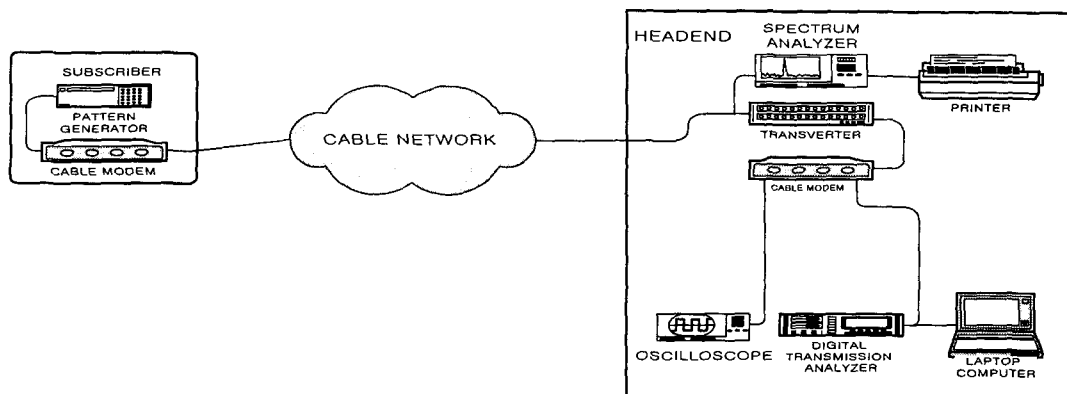


그림 3. 실험을 위한 장비 구성도
Fig. 3. Equipment layout for experiment

표 5. 트랜스버터 사양
Table 5. The specification of transverter

일 반		출 력	
대역폭	5.4 MHz	출력 회선	입력회선 +192.25 MHz (High-Split) or +156.25 MHz (Mid-Split)
주파수 안정도	±1400 Hz		
이득	50±6 dB(조정가능)		
이득 안정도	±1.5 dB	출력 재귀 손실	최소16 dB
주파수 응답	±1.35 dB	부유 신호 수준	최대 -50 dBc
잡음 지수	10.5 dB(최대)	RF 시험단자	-20dB Tap of RF 출력
동작 온도	0 to 50 C	부하화	
INPUT		반송파의 수	입력 수준
입력 회선 범위	T-7 to 2A, A.2 to C	2	0 dBm
인접 회선 제거	최소50 dB	4	-5 dBm
영상 제거	최소 60 dB	100	-15 dBm
입력 재귀 손실	최소 16 dB	200	-18 dBm

표 6. 측정결과표
Table 6. Measurement results

구분	C/N 비(dB)	가용시간	감쇄시간	오류시간	극심오류시간	평균에러비
목표치	.	99.50 이상	5.00 이하	2.00 이하	0.05 이하	.
표본지역 1	45	99.90	17.01	12.96	0.69	1.013x10 ⁻⁵
표본지역 2	60	100.00	0.00	0.002	0.00	3.616x10 ⁻¹¹
표본지역 3 제1차측정	40	59.78	17.11	10.54	2.46	2.469x10 ⁻⁵
표본지역 3 제2차측정	70	100.00	0.02	0.03	0.00	1.575x10 ⁻⁹

전송속도는 1.544Mbps이고 QPSK 변조방식을 사용하였으며 FEC는 사용하지 않았다. 디지털 신호의 상향 전송을 위해서 각각의 표본지역에서 한 가입자를 선정하여 패턴 발생기와 케이블 모델을 설치하고, 헤드엔드에 측정장비를 설치하여 하루 24시간동안 한시간 간격으로 측정하였다. 그림 3은 측정을 위한 장비 구성도이다.

표본지역 1은 1996년 9월 26일 16시부터 10월 14일 14시까지 총19일, 표본지역 2는 1996년 10월 14일 18시부터 10월 24일 15시까지 총 11일, 표본지역 3의 1차 측정은

1996년 10월 25일 18시부터 10월 29일 13시까지, 2차측정은 10월 31일 17시부터 11월 14일 24시까지 총 20일 동안 측정하였다. 전체 50일 동안에 걸친 측정 결과는 표 6과 같다.

상대적으로 외부로부터의 유입잡음이 적게 나타나는 새벽시간대의 스펙트럼에서 반송파 신호를 포함하는 대역내에 불규칙하게 나타나있는 잡음신호를 시스템에 존재하는 일반적인 의미의 가산적 가우시안 잡음이라고 볼 수 있다. 이를 표 6의 표본지역 C/N비의 기준으로 삼았다.

표 7. 증폭기 특성
Table 7. The Characteristics of amplifier

	교체전 증폭기	교체한 증폭기
상향 주파수	5-30 MHz	5-30 MHz
하향 주파수	54-600 MHz	46-750 MHz
상향 이득	0-20 dB	20 dB
하향 이득	10-30 dB	32.4 dB
상향 최대 출력	38 dBmV	40 dBmV
하향 최대 출력	45 dBmV	46 dBmV
상호변조	-60 db 이하	-57.3 dB
협변조	-63 db 이하	-70 dB

표본지역 3의 제1차 측정은 종합유선방송국측에서 설치한 구내선로내의 증폭기를 이용한 측정이고 제2차 측정에서는 증폭기를 교체한 후 행해진 측정결과이다. 사용된 증폭기의 규격은 표 7과 같다.

V. 측정 결과에 대한 분석 및 대책

1. 상향 채널의 특징

국내 케이블TV망은 하이브리드 시스템으로 단방향 또는 양방향 전송이 가능한 구조를 가지고 있지만, 상향 채널

넓은 하향 채널에 비하면 다음과 같은 결점을 가지고 있다. 대부분의 케이블 시스템이 5-42MHz의 Extended Sub-split 방식을 이용하기 때문에 상향 채널에서 사용할 수 있는 주파수 대역이 좁고 또 저주파대에 치우쳐 있으므로 생활무선(CB; Citizen Band) 등에서 사용하는 전파나 전기적 간섭에 의한 유입잡음(Ingress Noise)의 영향을 많이 받는다[5].

수지형 구조를 갖는 케이블TV망에서는 분배기 또는 분기기와 같은 수동소자를 통해 분기가 일어난다. 하향 채널에서 분배기를 통과했을 때, 분배기 출력과 함께 잡음도 같이 감소가 되므로 분배기는 C/N비에 영향을 주지 않는다. 그러나 상향 채널의 경우 분배기는 단순히 들어오는

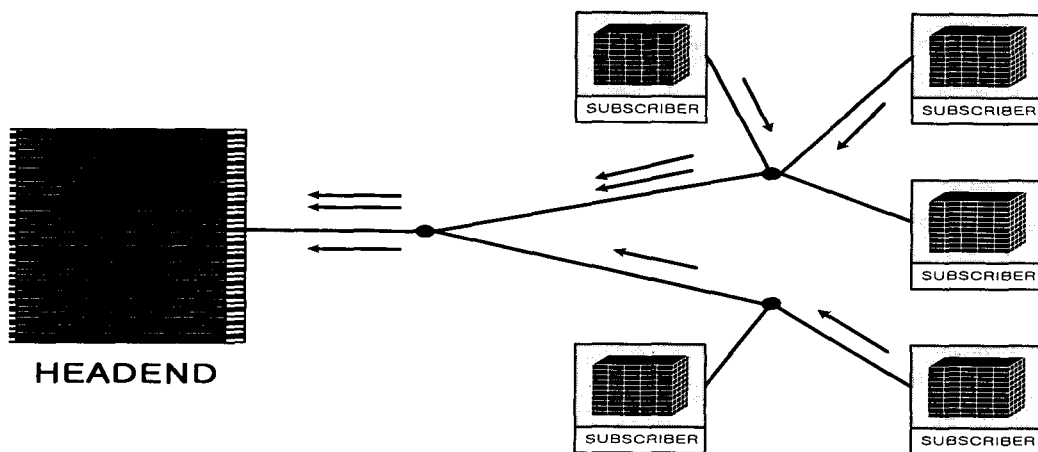


그림 4. 깔대기 현상
Fig. 4. Noise funneling

입력신호와 잡음을 합쳐서 출력하게 된다[6]. 만일 입력신호가 하나일 경우라 하더라도 잡음이 여러군데 존재하게 되면 상향 채널을 통과하는 신호의 C/N비는 감소하게 된다. 사실상 헤드엔드는 한군데의 신호를 수신하게 되지만 잡음은 상향 채널에 연결된 모든 곳에서 유입되게 되는데 이런 현상을 깔대기 현상이라 한다. 그림 4는 깔대기 현상을 도식적으로 나타낸 것이다.

상향 채널에서의 유입잡음의 잡음원은 잡음원의 성질에 따라 다르므로 그 특성을 규정짓기 어렵지만 크게 3가지로 분류해 볼 수 있다.

- 공기중에 전파되어 상향 채널에 유입되는 협대역 단파 신호
- 임펄스 잡음
- 케이블TV망의 비선형성에 의한 공통 모드 왜곡 (예: 부식된 커넥터)

2. 측정결과 나타난 문제점

가. 가입자수의 변동에 따른 상향 전송품질의 특성 변화

표본지역의 환경조건에서 보면 표본지역 1은 표본지역 2보다도 동축케이블망의 거리가 좁고, 증폭기의 수 등의 전송여건이 표본지역 2 보다 우수 하지만 측정 결과(그림 5, 그림 6는 BER값이 1.013×10^{-5} 로 나타나서 목표치 10^{-6} 을 만족하지 못하였다. 이는 가입자수가 많았기 때문으로 생각된다. 표본지역 1의 가입자수는 약 1200명이고 표본지역 2의 가입자수는 약 400명으로 2배의 차이가 난다. 표본지역 1과 표본지역 2에서 수신된 신호간의 C/N비는 약 10dB정도의 차이가 났다.

표본지역 1에서는 사람들의 기본적인 일과시간인 오전 9시부터 오후 7까지의 비트오율이 높게 나타났고 새벽 시간대에는 목표치를 만족시킨 결과도 나타내고 있어 가입자에 의한 유입잡음의 과다로 인해 안정된 신호품질을 유지하지 못한 것으로 해석된다. 그림 5부터 그림 12까지 각 표본지역별 시간대별 BER과 날짜별 BER을 나타내었다. 표본지역 1, 2의 두 경우를 고려하여 C/N비에 영향을 미치는 전체잡음은 증폭기부터 헤드엔드까지의 간선에 끼는 잡음과 각가입자 가정에서 발생하는 가입자단의 잡음의 합이고, 간선에 유입된 잡음은 증폭기의 수와 동축케이블의 길이에 영향을 받는데 표본지역 1과 표본지역 2 간의 간선에 유입되는 잡음의 차이는 무시할 정도라고 가정한다. 가입자수와 유입잡음의 관계는 모든 가입자의 상향 신호의 전력이 동일하다면 상향 신호와 상관관계가 없는 잡음은 $10 \log N$ dB, 상향 신호와 상관관계가 있는 잡음은 $20 \log N$ dB이다[7]. 여기서 N은 가입자수이다. 따라서 가입자수가 증가함에 따라서 유입잡음도 $\log N$ dB의 관계로 증가하게 된다. 가입자수가 증가하면 임펄스성 유입잡음도 증가하였다. 이는 가입자 댁내의 전동형 가전 기구의 사용 빈도가 증가하기 때문이다.

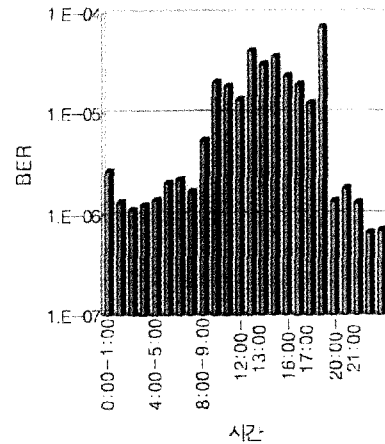


그림 5. 표본지역 1의 시간대별 BER
Fig. 5. The hourly BER at testbed 1

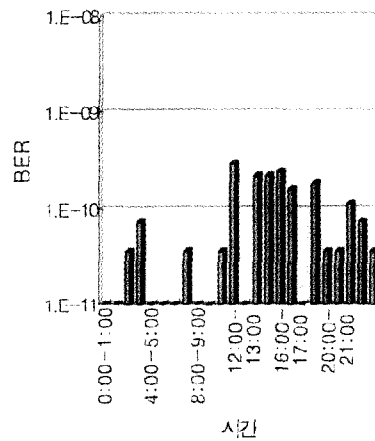


그림 6. 표본지역 2의 시간대별 BER
Fig. 6. The hourly BER at testbed 2

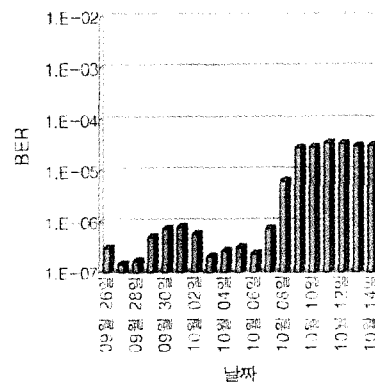


그림 7. 표본지역 1의 날짜별 BER
Fig. 7. The daily BER at testbed 1

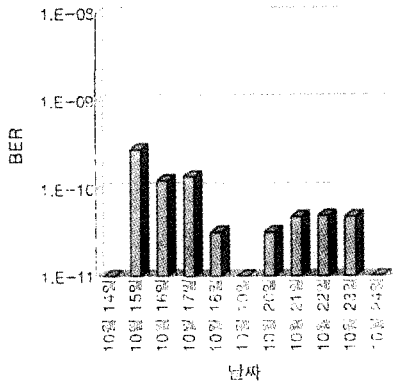


그림 8. 표본지역 2의 날짜별 BER
Fig. 8. The daily BER at testbed 2

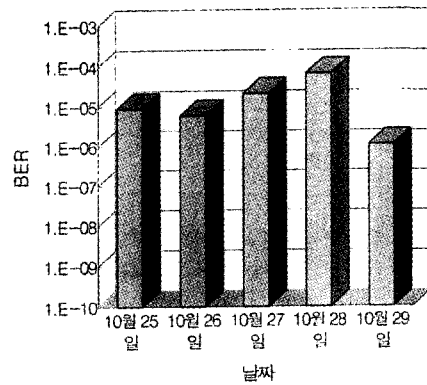


그림 11. 표본지역 3의 1차 측정의 날짜별 BER
Fig. 11. The daily BER at testbed 3 (1st test)

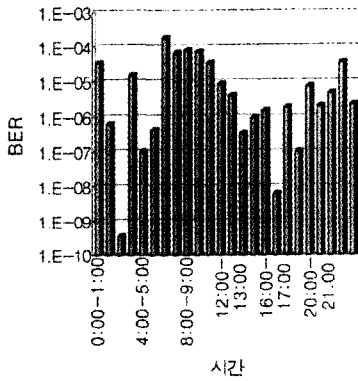


그림 9. 표본지역 3의 1차 측정의 시간대별 BER
Fig. 9. The hourly BER at testbed 3 (1st test)

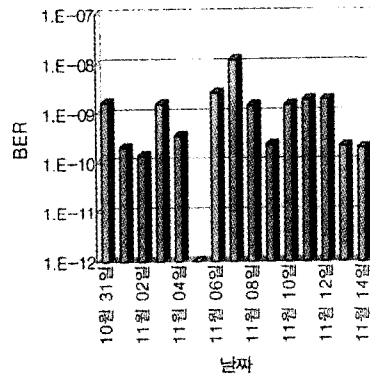


그림 12. 표본지역 3의 2차 측정의 날짜별 BER
Fig. 12. The daily BER at testbed 3 (2nd test)

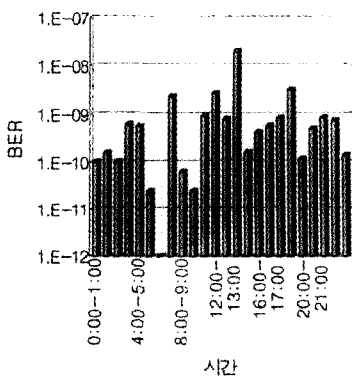


그림 10. 표본지역 3의 2차 측정의 시간대별 BER
Fig. 10. The hourly BER at testbed 3 (2nd test)

나. 케이블TV망의 디지털 신호품질 저하요소

케이블TV망은 방송의 하향 전송이 주된 목적이었기 때문에 상향전송을 위해서는 여러 가지 개선되어야 할 부분이 있다. 증폭기 상향 모듈의 정상 작동 여부, 동축케이블의 차폐, 접속 부분의 불량 연결 등이다.

- 증폭기 : 상향 통신에서는 단 1 개 증폭기의 불량으로도 깔대기 현상으로 인하여 전체 상향 통신이 불가능해질 수 있다. 증폭기의 교체만 이루어진 표본지역 3의 제 2 차 측정에서는 목표치를 만족하였기 때문에 제 1 차 측정에서 측정결과가 목표치에 미달한 것은 전적으로 기존 증폭기의 불량에 의한 원인이라 할 수 있다. 그림 13과 그림 14에 표시되어있는 25.225MHz 대역을 비교해보면 증폭기 하나의 불량으로 C/N비가 약 25dB 차이가 나는 것을 알 수 있다.

· 동축케이블 : 5-42MHz는 단파 대역으로써 동축케이블망 내부까지 침투력이 강한 주파수 특성을 가진다. 따라서 아마추어 무선, 항공 무선, 단파 방송 등이 동축케이블로 유입되어 상향 신호전송 품질에 영향을 줄 수 있다. 30분정도의 차이를 두고 찍은 그림 15와 그림16의 표시된 부분을 비교해보면 대략 26MHz-28.5MHz의 특정 대역에 약 5dB정도 잡음이 침투해 들어왔다 사라진 것을 알 수 있다.

· 접속 부분의 불량 : 케이블TV 방송 시청에는 별다른 지장이 없을 정도의 연결 상태 불량이나, 녹슨 접속 부분, 손상된 케이블, 접지 불량 등도 상향 통신에는 막대한 영향을 주었다. 단 1개의 커넥터 접속 불량만 C/N비를 최대 15dB 악화 시켰다. 또한 비트 오류도 40개에서 1개까지 연속하여 발생하였다. 그림 17은 동축케이블과 모뎀의 접속 상태가 불량하였을 때의 스펙트럼 최대치(Max-Hold)를 표시한 것이고 그림 18은 정상상태의 수신 신호이다.

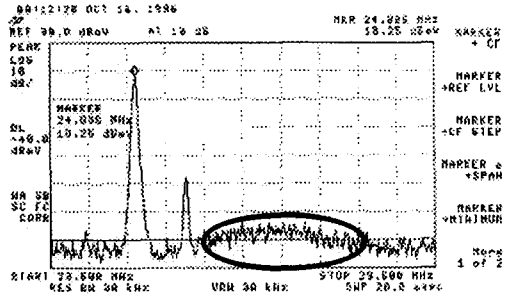


그림 15. 특정 주파수대의 전파 침투
Fig. 15. Ingress of special frequency band

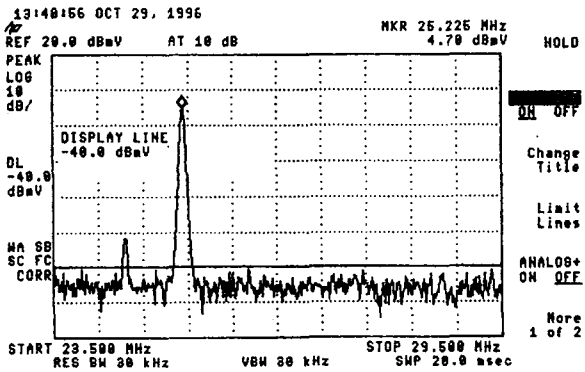


그림 13. 증폭기 교체전의 상향 대역 스펙트럼
Fig. 13. Upstream spectrum used with malfunctioned amplifier

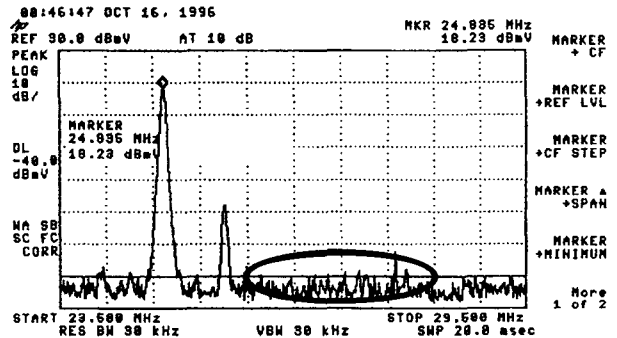


그림 16. 특정 주파수대의 전파 침투 (비교)
Fig. 16. Ingress of special frequency band (compare)

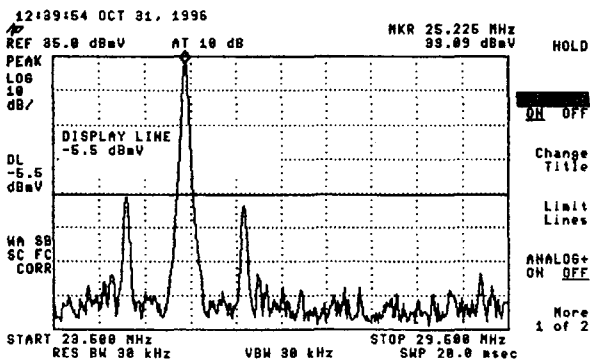


그림 14. 증폭기 교체후의 상향 대역 스펙트럼
Fig. 14. Upstream spectrum after changing amplifier

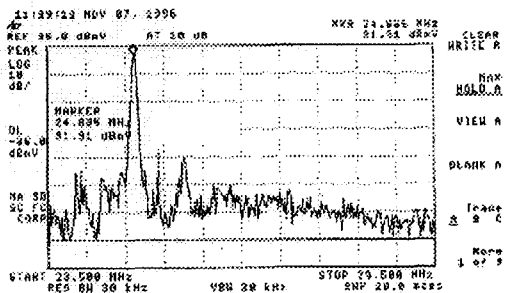


그림 17. 접속 불량 상태에서 수신된 스펙트럼
Fig. 17. Received spectrum with ill-connection

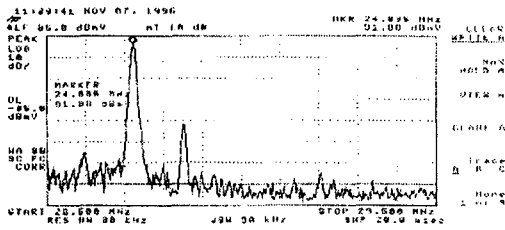


그림 18. 정상 상태에서 수신된 스펙트럼
Fig. 18. Received spectrum with normal-connection

3. 대책 및 개선 방안

가. 셀 분할

그림 5에서 보듯이 가입자 수가 과다할 경우 상향 디지털 전송이 어려워진다. 따라서 하나의 셀 당 적절한 가입자 수를 유지할 수 있도록 셀의 분할이 요구되어진다. 측정결과는 400여 가입자를 가진 표본지역 2에서 매우 우수한 신호 품질을 보여 주었다. 또한 미국, 일본 등 이미 케이블TV망을 이용한 부가서비스의 시험서비스를 하고 있는 나라에서도 멀티미디어 서비스가 가능한 적절한 가입자 수를 400-500명 정도로 예상하고 있고 가입자 당 평균 16KHz의 대역폭을 이용한다면 6MHz의 상향대역 주파수를 사용하여 400명이 동시에 이용할 수 있다[8]. 따라서 부가서비스를 위해서는 셀 당 가입자 수를 400-500명 정도로 낮추어야 할 것이다.

나. 상향 채널 필터링

표 8. 하이패스 필터의 특성
Table 8. The character of HPF

주파수 통과대역	50-750 MHz
삽입 손실	1 dB 이하 (50-750 MHz)
	35 dB 이상 (50 MHz 이하)
RFI 차폐	80 dB 이상
평탄도	±0.6 dB 이내

상향 채널은 필터링을 함으로써 잡음을 줄일 수 있다. 고역통과필터는 저대역 신호를 약 35dB정도 감쇠시키는 역할을 한다.(표 8 참조)

따라서 모든 분기기에 고역통과필터를 사용하여 5-42MHz대역의 잡음 유입을 차단하고 만일 가입자가 부가서비스의 이용을 원하면 분기기에 해당 가입자 라인

의 고역통과필터를 제거하면서 해당 가입자로 인한 잡음 유입이 적은가를 확인하고, 그렇지 못하면 구내전송설비를 개선하여 접속을 허가하는 것이 바람직할 것이다.

다. 시스템 개선 방안

- 증폭기 : 모든 증폭기는 상향 대역의 신호에 대해서도 동작을 하여야 한다. 또한 증폭기는 단단으로 연결되어 있기 때문에 각 증폭기의 정밀한 이득 조정이 필요하다. 이득이 너무 낮으면 C/N비가 낮고 너무 높으면 포화되기 때문이다.
- 동축케이블 : 케이블TV망은 하향 전송이 주된 목적이었기 때문에 신호의 손실을 주된 고려대상으로 하여 동축케이블을 설치하였으나 상향신호의 대역은 단파대역으로 잡음의 침투력이 강하기 때문에 안정된 신호품질을 위하여 3중 차폐 이상의 동축케이블을 사용하여야 할 것이다.
- 케이블 접속부분 : 연결상태가 불량하거나 녹슨 접속부분은 임펄스성 유입잡음의 주요한 원인이기 때문에 이를 방지하기 위하여 세심한 유지 및 보수가 요구된다.
- 망 감시 시스템 : 상향 디지털 신호는 작은 결점에 의해서도 많은 영향을 받을 수 있기 때문에 지속적인 유지 및 보수를 위하여 망 감시 시스템이 필요하다.
- 가입자단에서의 대책 : 가입자단은 측정결과 최대의 잡음원이라는 것이 확인 되었다. 커넥터 등이 가입자의 부주의 또는 고의에 의하여 손상을 입을 경우 셀내의 전체 상향 통신이 불가능해질 수 있기 때문에 가입자단의 관리는 매우 중요한 문제이다. 또한 가입자단은 간선 또는 분배선과 달리 접근이 어렵기 때문에 신규 가입자의 케이블TV 설비의 설치 시에 세밀한 주의를 기울여 설치하여야 하고 컨버터나 모뎀 등을 통하여 각 가입자단의 상태를 감시하는 방법 등을 이용하여 가입자단에서의 유입잡음을 최소한으로 줄여야 한다.

VI. 결 론

케이블TV망을 이용한 대화형 서비스제공을 위하여 상향 채널의 평가와 이에 대한 기술적, 구조적 문제점 분석 및 대책을 마련하기 위하여 표본지역 3개소에 대하여 측정을 실시하였다. 케이블TV망을 이용한 디지털 데이터 전송에 관한 표준화 작업이 진행 중이므로 평가기준은 ISDN 디지털 신호 전송 품질 권고안 ITU-T G.821의 항목을 기준으로 하였다.

표본지역 3개소에서 이루어진 이번 측정에서 가입자수가 과도한 표본지역 1과 증폭기가 불량한 표본지역 3의 제1차 측정을 제외한 나머지 지역은 모든 측정치가 목표

치를 만족하였다. 따라서 하이브리드 시스템의 케이블TV 망은 셀 당 가입자수의 조정, 고역통과필터의 사용, 망 감시 시스템의 사용과 망의 철저한 유지 및 보수가 이루어진다면 부가통신서비스를 위한 디지털 전송매체로서 활용 가능하리라 생각된다. 이를 위하여 Set-Top 박스, 각종 서버 등의 표준화가 시급히 이루어져야 할 것이다.

현재 우리 나라의 케이블TV망의 구조는 중계유선망을 제외한 종합유선망은 전부 하이브리드 시스템이다. 디지털 기술과 정보통신 기술의 발달은 케이블TV망의 다각적인 이용방향으로의 길을 제시하게 되었다. 케이블TV망을 이용한 부가서비스를 위해서는 안정된 신호품질의 유지가 무엇보다 중요하다.

본 측정의 결과로써 객관적 표준을 설정하는 것은 무리가 있으나 현재 국내에 포설된 케이블TV망이 디지털 신호의 양방향 전송 권고안을 만족시킨다는 것을 확인하게 된 것이 본 연구의 성과라 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] D. Gingold, *Integrated Digital Services for Cable Networks*, Massachusetts Institute of Technology, Sept. 1996.
- [2] Hung Nguyen, Felix Yao, "Hybrid Fiber Coax," http://fiddle.ee.vt.edu/course/ee4984/nguyen_yao/nguyen_yao.html.
- [3] W. S. Ciciora, *Cable Television in the United States An Overview*, Cable Television Labs, Inc., 1995.
- [4] CableLabs, *Two-way Cable Television System Characterization*, Cable Television Labs, Inc. 1995.
- [5] K. J. Oliver, "Preventing ingress In the Return Path," *CED Magazine*, Oct. 1996.
- [6] 김기설, *CATV 종합 핸드북*, 도서출판 기다리. 1993.
- [7] J. N. Slater, *Cable Television Technology*, Ellis Horwood Limited. 1988.
- [8] C. A. Eldering, N. Himayat, F. M. Gardner, "CATV Return Path Characterization for Reliable Communications," *IEEE Communication Magazine*, Aug. 1995.

저 자 소 개



김 형 준

1996년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학사
 1996년 3월 ~ 한양대학교 전자통신공학과 석사과정
 주관심분야 : 디지털 통신, 초고속 통신망



노 상 영

1996년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학사
 1996년 3월 ~ 한양대학교 전자통신공학과 석사과정
 주관심분야 : 디지털 통신, 신경회로망

최 규 태

1996년 2월 경북대학교 전자공학과 공학사
 1996년 9월 ~ 한양대학교 전자통신공학과 석사과정
 주관심분야 : ATM 네트워크, CATV 네트워크

저 자 소 개

신 민 영

1994년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학사
1997년 8월 한양대학교 전자통신공학과 공학석사
1997년 9월 ~ LG정밀 연구원
주관심분야 : 디지털 통신

박 종 헌

1997년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학사
1997년 3월 ~ 한양대학교 전자통신공학과 석사과정



박 승 권

1982년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학사
1983년 Stevens Institute of Technology, Hoboken, NJ. 공학석사
1987년 Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY. 공학박사
1987년 9월 ~ 1992년 8월 Tennessee Technological Univ. Electrical Engineering Dept. 조교수
1992년 9월 ~ 1993년 1월 Tennessee Technological Univ. Electrical Engineering Dept.
부교수(Tenured)
1993년 3월 ~ 1995년 2월 한양대학교 전자통신공학과 조교수
1995년 3월 ~ 한양대학교 전자통신공학과 부교수
주관심분야 : 데이터 통신 시스템, CATV 멀티미디어 시스템, 디지털 신호처리, 신경회로망

