

논문 2006-43TC-5-4

광가입자망 기반 IPTV 테스트베드

(IPTV testbed based on FTTH network)

송 호 영*, 이 병 탁**, 성 정 식**, 심 재 찬**, 권 정 국**, 김 봉 태**

(Ho Young Song, Byung Tak Lee, Jung-Sik Sung, Jae Chan Shim,
Jeong-Gook Kwon, and Bongtae Kim)

요 약

가입자망의 광대역화 및 이에 따른 IPTV 관련 서비스의 활성화가 세계적인 추세이다. 국내에서는 통신 및 방송 사업자의 이해관계, 관련 법제도의 미정비 등으로 인해 본격적인 IPTV 서비스가 지연되고 있다. 광가입자망 기반 고품질 서비스 플랫폼 및 차세대 장비 개발의 방편으로, ETRI에서는 자체적으로 네트워크 운영센터 및 IPTV 서비스 장비를 구성하여 FTTH서비스 센터를 구축하고, 망사업자를 통하여 구축된 상용 광가입자망과 연동하였다. 본 기고에서는 광가입자망 기반 IPTV 테스트베드 관련 기술을 전반적으로 기술하였다.

Abstract

The broadband access network is a worldwide trend and the related IPTV service is booming. However, the IPTV deployment has been delayed in Korea because of the business relationship between the communication and broadcasting area and the lack of the related laws. As a means to the development of FTTH-based high-quality service platform and next-generation equipment, ETRI has been building own FTTH service center with a network operation center and IPTV service equipments, also connecting it with commercial FTTH infrastructures made by network operators. In this paper, we describe the related technologies about FTTH-based IPTV testbed.

Keywords : 광가입자망, 수동형 광가입자망, IPTV, VoD (FTTH, PON, IPTV, VoD)

I. 서 론

가입자망의 광대역화를 위해서, 세계 각국은 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 일본의 경우, B-PON 또는 E-PON을 기반으로 2005년 9월 400만의 FTTH 가입자를 확보하였고, 2010년까지 유선 가입자의 50%에 해당하는 3,000만 가입자를 확보한다는 계획이다. 중국은 2008년 북경 올림픽을 앞두고 E-PON 기반의 FTTH 망 구축에 90억 달러를 투자 계획을 발표하였다. 미국은 Verizon, SBC를 주축으로 2007년까지 B-PON 또는 G-PON 기반으로 1,800만 가입자 확보 계획을 발표하였다. 유럽은 FastWeb을 선두로 AON 기반의 FTTH

망 구축 및 상용 서비스 중이다.

국내에서는 광대역통합망(BeN)의 가입자망 광대역화 계획에 따라 2005년 150만, 2007년 450만, 2010년 1,000만 가입자를 목표로 하고 있다. KT에서는 “미래비전 2010 전략”을 통해 '10년까지 매년 3조씩 투자를 통해, '09년까지 총 175만 회선의 광가입자망 구축 계획을 발표하였으며, 하나로텔레콤과 데이콤, 파워콤에서도 광가입자망 구축에 주력 중이다.

이와 같이, 가입자망이 ADSL, VDSL 단계를 넘어서, 가입자에게 100Mbps급 이상의 광대역을 제공할 수 있는 광가입자망 단계로 전 세계적으로 빠르게 진행되고 있다^[1]. 이에 따라, 광대역화된 가입자망에서 다양한 통신방송융합 서비스가 당연한 이슈로 떠오르고 있으며, 유럽과 일본을 중심으로 IPTV 관련 서비스가 초기 확대되고 있다.

* 정회원, ETRI, 광대역통합망연구단 광통신연구센터
(ETRI-OCR Communication)
접수일자: 2006년4월8일, 수정완료일: 2006년5월16일

그러나 국내에서는 통신 사업자와 방송 사업자의 이해관계, 통방융합법(또는 방통융합법)의 미정비 등으로 인하여 본격적인 IPTV 서비스가 지연되고 있으며^[2], 준비중인 IPTV 관련 서비스도 통신 사업자는 xDSL 가입자망, 방송 사업자는 HFC 가입자망을 기반으로 하고 있기 때문에, 광대역화된 FTTH 가입자망을 기반으로 하는 고품질 통신방송융합형 서비스의 개발이 미흡한 실정이다.

광가입자망 기반 고품질 서비스 플랫폼 및 차세대 장비 개발의 방편으로, ETRI 광통신연구센터에서는 자체적으로 네트워크 운영센터 및 IPTV 서비스 장비를 구성하여 FTTH서비스센터를 구축하고, 망사업자를 통하여 구축된 규모있는 상용 광가입자망과 연동하였다.

본 기고에서는 제 II 장에서 국내외 IPTV 서비스 동향 및 표준화 동향을 소개하고, 제 III 장에서 상용 광가입자망 구축과 FTTH서비스센터와의 연동을 소개하고, 제 IV 장에서 네트워크 운영센터 구조와 IPTV 서비스 장비를 소개하고, 제 V 장에서 테스트베드 활용 계획을 서술하여, 광가입자망 기반 IPTV 테스트베드 기술을 전반적으로 기술하였다.

II. 국내외 IPTV 서비스 및 표준화 동향

1. 세계 IPTV 서비스 동향

유럽과 일본을 기점으로 IPTV 서비스가 점차 확대되기 시작하여, 전 세계적으로 IPTV 서비스 제공자가 <표 1>과 같이 빠른 속도로 증가하고 있다^[3]. 현재 이탈리아, 홍콩, 일본, 프랑스 등에서 IPTV 상용 서비스가 활발하게 제공되고 있으며, 이탈리아의 Fastweb, 홍콩의 PCCW가 가장 대표적인 성공 사업자로 손꼽히고 있다. 각 국의 IPTV 서비스 동향에 대해 살펴본다.

일본에서는 브로드밴드 서비스의 보급에 수반하는 영상 전달 요구의 고조와 2002년 1월에 시행된 '전기통신 역무이용 방송법' 시행에 의해, 통신사업자가 전화

표 1. IPTV 서비스 제공자 수
Table 1. Number of IPTV service provider.

	2005년 3월	2005년 8월	2006년 2월
아시아	23	39	46
유럽	49	58	87
북미	139	176	213
기타	12	14	24
총계	223	287	370

회선, 광섬유, 동축 케이블 등을 이용하여 TV 전용 영상 서비스인 브로드밴드 방송 서비스라는 명칭으로 IPTV 서비스 (다채널 방송, VoD)를 제공하고 있다. <표 2>는 일본의 브로드밴드 방송 서비스의 시장 점유율을 나타낸 것으로 2004년도의 실적과 2005년도의 전망치를 예상한 것이다^[4]. 2004년도에 약 18만 정도의 가입자를 두었는데 이는 FTTH 접속 서비스의 보급이 순조롭게 진행되었기 때문이다. 향후 FTTH 가입자 증가에 비례하여 해당 시장도 확대될 것으로 예상되며, 현재 사업자의 VoD 편 수는 2,000~4,000개 규모, 채널수는 26~45 규모, video quality는 MPEG2 (2~4Mbps) 정도이다^[5].

홍콩은 인구수가 약 7백만인데 이 중 케이블 TV, IPTV, 위성방송 등의 유료 방송(pay TV) 가입율이 40%이상이다. 홍콩의 유료 방송 가입자 중 케이블 TV 가입을 64%, 위성방송 가입을 2%, IPTV 가입을 34%로 한국과 일본에 비해 IPTV의 경쟁력이 상대적으로 크다^[6]. 홍콩의 PCCW는 2003년 9월 런칭된 'Now Broadband TV'라는 IPTV 서비스로 2005년 11월 현재 홍콩 유료 방송 시장의 39%를 차지하고 있으며 75만명의 가입자를 두고 있다. 무료 셋탑 박스 제공 및 4채널 무료 방송 제공, Star, HBO 외의 약 22개의 채널을 독점하여 고급 콘텐츠를 제공함으로써, IPTV 서비스 시장 진출이 성공적이라는 평가를 받고 있다. 현재 (그림 1)과 같이 ADSL 기반으로 6Mbps 대역폭으로 MPEG2를 사용한 자체 방송하는 2개의 채널을 포함하여 약 90여개의 채널을 멀티캐스트 방식으로 제공하고 있으며, 2006년에는 FTTH, ADSL2+, VDSL 등을 통하여 8~25Mbps대역폭을 지원할 예정이다. 또한 10~12개의 채

표 2. 일본 브로드밴드 방송 서비스 시장 점유율
(단위: 천, %)

Table 2. Japan's market share of broadband broadcasting service.

(scale: thousand, %)

기업명	2004년(실적)		2005년 전망	
	누계 가입자수	비율	누계 가입자수	비율
Leoplace 21	120	66.7	160	40.0
4th Media	20	11.1	50	12.5
Softbank BB	15	8.3	25	6.3
케이오프티컴	10	5.6	35	8.8
KDDI	10	5.6	25	6.3
기타(오프터캐스트, OCN Theater, 온디맨드 TV 등)	5	2.8	105	26.3
합계	180	100.0	400	100.0

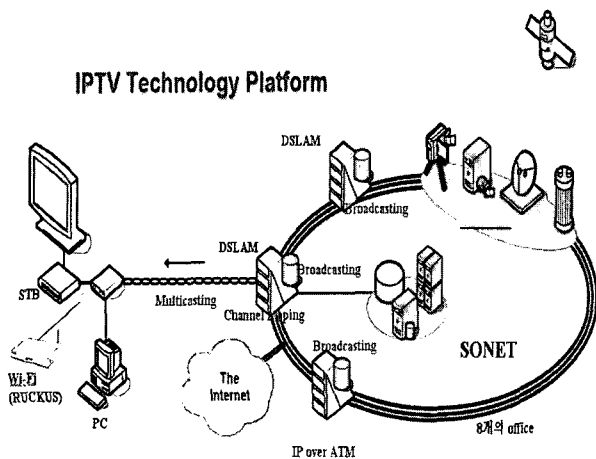


그림 1. 홍콩 PCCW의 IPTV 네트워크 구조
 Fig. 1. Hongkong PCCW's IPTV network architecture.

널을 미니 팩으로 묶어서 판매함으로써 월평균 수신료 (ARPU)를 올릴 계획이다.

중국 IPTV 시장은 2002년부터 차이나텔레콤, 차이나넷콤, CCTV, SMG 등 통신 및 방송사업자가 테스트를 실시하였고, 현재 초기 발전 단계이다. 차이나텔레콤과 차이나넷콤에서는 각각 23개, 20개 도시에서 IPTV 시험 서비스를 실시하였다. 상하이미디어그룹(SMG)에서는 광전총국(SARFT)으로부터 받은 IPTV 라이선스를 가지고, 2005년 초 하얼빈에서 MPEG4를 이용하여 IPTV 서비스를 런칭하여 가입자 4만명을 유치하였다. CCTV는 IPTV 서비스 공급을 위해 2004년 5월 iCCTV 네트워크를 설립하여, 북경, 상해, 강소 등 3개 지역에서 테스트를 진행하였으며, 북경지역에서는 22,000여명, 상해, 강소 두 지역에서는 등록사용자가 십여만명에 달하는 것으로 알려지고 있다. 중국 IPTV 이용자수는 2003년의 2만 가구에서 2008년 800여 만 가구에 연간 복합성장률 245%를 기록할 전망이다. 중국의 IPTV 서비스 시장은 네트워크를 보유한 통신사업자와 방송콘텐츠를 보유한 방송미디어사업자가 보완, 협력하는 형태로 발전될 것으로 예상된다. 항주지역에서는 항주華樹傳媒유한공사(방송사업자가 지분통제)가 3만 가입자를, 광둥 지역에서는 통신사업자가 생산업체와 협력하여 3천 가입자를, 하얼빈 지역에서는 통신사업자가 문화방송사업자와 협력하여 2만 가입자를, 하남 지역에서는 통신사업자가 3만 가입자를 운영하고 있다^[7].

유럽의 경우에는 이탈리아의 Fastweb, Telecom Italia(TI), 프랑스의 Free Telecom, France Telecom (FT), 스페인의 Telefonica, 영국의 British Telecom (BT) 등 여러나라에서 IPTV 상용서비스를 제공하고

있다. 이탈리아 Fastweb의 경우 2003년 8월에 'FastWeb TV'라는 IPTV 서비스를 런칭하였으며 6Mbps 대역폭으로 MPEG2를 사용한 멀티캐스트 방식에 의해 IPTV 서비스를 제공하고, 화상 TV 서비스, VoD 서비스, NPVR 서비스 등을 지원한다. Fastweb은 다채널 방송이 보편적이지 않은 이탈리아에서 다채널을 제공하고, 축구경기 등의 서비스를 제공하여 성공할 수 있었다. 이탈리아 통신업체인 TI는 2004년 10월 IPTV 시범서비스를 거쳐 2005년 12월 IPTV 서비스를 개시하였다. 프랑스의 FT는 2003년에 'MaLigne tv'라는 IPTV를 런칭하였고, 2006년 말까지 22개 대도시 지역 서비스를 계획하고 있다. 가장 큰 시장을 형성하고 있는 프랑스에서는 Free Telecom과 FT, Neuf Telecom의 세 개의 통신사업자가 각각 13만명, 11만 6천명, 3만명의 가입자를 확보하고 있고, 2005년 6월 현재, 프랑스 전체 IPTV 가입자는 약 27만 6천명이다^[8]. 스페인의 Telefonica는 2003년 'Imagenio'라는 IPTV 서비스를 런칭하여 2005년 6월 현재 약 4만명의 IPTV 가입자를 확보하고 있다^[9]. 유럽에서 가장 오래된 IPTV 시장인 영국은 Video Networks사의 'HomeChoice', Kingston Communications 사의 'KIT'라는 Broadband TV 서비스가 런칭되어 있다. Video Networks사는 2004년에 재런칭을 하여, 2005년 1월 약 1만5천명의 가입자를 확보하였다. 영국은 2005년 중반 가입자가 약 3만명으로 서비스 시작에 비해 시장성이 아주 미미한 편이다. 그러나 2006년 통신업체 BT를 비롯하여 여러 ISP들이 IPTV 서비스를 제공할 예정으로 과거와는 다른 시장전개가 예상된다. BT는 마이크로소프트 TV 소프트웨어 플랫폼을 기반으로 하여 2006년 초 IPTV 시험 방송을 시작할 예정이며, 2006년 여름에 IPTV 상용서비스를 실시할 예정이다.

미국 RBOC은 FTTH 킬러 애플리케이션으로 VoD, IP-TV 등 비디오 서비스가 될 것으로 예상하고, Verizon은 2005년까지 300만 가입자, SBC는 2007년까지 1,800만 가입자를 유치를 위해 사업을 추진 중에 있다. 케이블 네트워크를 통해 VoIP 시장에 진출하려는 케이블 TV 사업자들과 치열한 경쟁중인 Verizon과 SBC는, TV를 포함한 엔터테인먼트 패키지 제공 전략을 가지고 있으며, 광케이블 네트워크 구축에 투자를 집중하고 있다. 미국 Verizon은 2005년 9월 'FiOS TV'라는 IPTV 서비스를 텍사스 켈러시에서 런칭하였다. 'FiOS TV'는 런칭시 20개 이상의 HD 채널을 포함하여 총 330개의 음악 및 비디오 채널이 FTTP

(fiber-to-the-premises)망을 통하여 제공되었다. SBC는 'Lightspeed' IPTV 서비스를 2006년 1/4분기 경에 런칭할 계획이며, BellSouth도 2006년 IPTV 런칭할 계획에 있다.

2. 국내 IPTV 서비스 동향

국내에서는 KT, 하나로텔레콤, 데이콤 등 유선통신 사업자들이 BcN 사업의 비즈니스 모델로서 IPTV를 준비하고 있으나, 제도적 준비 미흡, 케이블 TV 사업자들의 규제 형편성 문제 등으로 본격 상용화는 지연되고 있는 실정이다. 그러나 사업자들의 노력이 본격화되면 국내에서도 IPTV가 유료방송 시장을 빠르게 잠식할 것으로 예상된다. 통신사업자들이 IPTV 사업화를 적극 추진할 경우, 2009년경에는 약 200만 명 이상의 가입자 확보도 가능할 것으로 전망된다^[10].

KT는 'IP 미디어'라는 이름으로 IPTV 서비스를 준비하고 있다. KT는 2005년 12월 FTTH 네트워크를 기반으로 MPEG2 기반의 IP 멀티캐스팅 방식의 IP 미디어 시연서비스를 실시하였다. IP 미디어 서비스 제공을 위하여 여의도 사옥에 미디어 센터를 구축하였고, 현재 서울, 경기 지역 중 3곳을 대상으로 시험서비스를 제공 중이다. 본격적인 IPTV 서비스를 위하여 H.264 기술을 적용할 예정이며, ACAP 기술 적용으로 지상파 데이터 방송 수용이 가능하도록 하고 있다. KT는 IP 미디어 상용서비스가 개시되면, <표 3>과 같은 추세로 전개시켜 나갈 전망이다^[11].

하나로텔레콤은 콘텐츠 분야의 경쟁력 있는 사업자와의 전략적 제휴로 1단계 On-demand 서비스를 제공하고, 제도가 확정된 이후 IP 방송을 제공할 예정이다. 하나로텔레콤은 IPTV 서비스를 제공하기 위한 일환으

로 셀러TV를 인수하였고, 2006년 내에 하나로텔레콤 그룹의 미디어 전문회사로 육성 발전시켜 상반기내에 콘텐츠 수급 및 플랫폼 보강을 완료하여 TV-Portal 서비스를 구축한 후, 종합테스트를 거쳐 2006년 7월경에 TV-Portal 상용서비스를 개시할 예정이다. 2007년 7월경에는 IPTV 시범서비스를 실시할 예정이며, 제도 확정시 IPTV 일체형 서비스를 제공할 계획이다^[12].

데이콤은 VoD, TV 전화 등의 iCOD 서비스를 우선 제공하고, 법제도적 규제 허용 및 시장상황 등을 고려하여 실시간 방송이 포함된 IPTV 서비스로 확대할 계획이다. HD급 iCOD 서비스를 지원하기 위해 2005년 3/4분기에 데이콤 사내 시범서비스를 통해 플랫폼과 셋톱에 대한 기술을 확보하였고, 2006년 3/4분기에 수도권 지역에 시범서비스를 실시할 예정이며 2007년 상반기에 수도권지역에 상용서비스를 실시할 계획이다^[13].

3. 국내외 IPTV 관련 표준화 동향

전 세계적으로 IPTV 시범 및 상용서비스가 제공되고 있지만, 각 사업자마다 별도의 기준으로 제공되고 있으며, 관련된 표준화도 여러 표준화 단체로 분산되어 있다. IPTV 서비스 관련하여 ITU-T에서는 액세스 및 코덱 분야, IETF에서는 멀티캐스트 및 전달 분야, MPEG에서는 코덱 및 멀티미디어 프레임워크 분야, ATSC에서는 미국 디지털 TV 방송 분야, DVB에서는 유럽 디지털 TV 방송 분야, ISMA에서는 인터넷 스트리밍 분야, TV Anytime에서는 맞춤형 방송 분야 등을 다루고 있으며, 독자적으로 표준화를 추진하고 있다.

최근에는 IPTV 서비스 제공 관련하여 별도의 표준화 조직을 구성하여 활동에 박차를 가하고 있는데, 관련 단체는 DVB-IPI (Internet Protocol Infrastructure), 미국의 ATIS/IIF (Alliance for Telecommunications Industry Solutions / IPTV Interoperability Forum), ITU-T IPTV FG (Focus Group) 등이 있다.

DVB-IPI에서는 2005년 3월에 IP로 방송 서비스를 제공하기 위한 표준을 제정하였으며, ETSI의 TS 102 304 문서로 공시되었다. 표준안으로 정의된 내용은 IP 기반 네트워크에서 DVB 서비스를 전달하기 위한 구조 정의 및 프로토콜 스택, IPTV 서비스를 제공하기 위한 Phase1 서비스 시나리오 및 서비스 디스커버리, RTSP 클라이언트, MPEG-2 TS의 전달, IP 주소 할당 및 NTP, 그리고 선택사항인 네트워크 프로비저닝 등을 포함하고 있다. DVB-IPI에서는 2005년을 기준으로 비디오 전송 포맷의 구조에 따라 Phase1과 Phase2로 구분

표 3. KT IP 미디어 서비스의 예상
Table 3. Expectation of KT's IP media service.

년도	채널수	누적 목표 고객수	누적소요 트래픽용량
Y+1년	SD급 80ch HD급 5ch	19만명	0.54Gbps (방송: 365M, 양방향data:172M)
Y+2년	SD급 100ch HD급 10ch	70만명	1.29Gbps (515M, 781M)
Y+3년	SD급 120ch HD급 20ch	150만명	2.71Gbps (705M, 2.0G)
Y+4년	SD급 150ch HD급 30ch	210만명	3.67Gbps (860M, 2.81G)
Y+5년	SD급 150ch HD급 50ch	250만명	5.03Gbps (1.02G, 4.01G)

하여 표준안을 진행시키고 있다^[14]. Phase1은 MPEG-2 TS를 IP로 전달하고, Phase2는 H.264를 IP로 전달하는 것으로 구분하였다.

2005년 3월에 IPTV 서비스 전개해 나가는데 필요한 기술 및 운영 가능성 등을 평가하기 위해 ATIS에서 IEG(IPTV Exploratory Group)를 설립되었는데, IEG의 권고로 2005년 6월 IIF가 만들어졌다. IIF의 주목적은 ATIS 표준 개발과 그와 연관된 기술적 활동을 촉진하여 IPTV 시스템들 및 서비스들을 구현하고, 이들 간의 상호 연동성 및 상호 연결성을 가능하게 하는 것이다. 이를 위하여 IIF는 4가지 아이টে을 다룬다. 첫째, IPTV를 위한 reference architecture, 둘째, 콘텐츠 보호를 위한 요구 및 업계에 수용 가능한 표준화된 저작권보호(digital rights management - DRM) 및 콘텐츠 전달 품질(Quality of Customer Experience - QoE), 셋째, 동일 네트워크상에서의 멀티플 서비스(음성, 비디오, 데이터) 지원을 위한 End-to-End QoS, 넷째, 비디오 전달 망에서의 구성 요소 시험 및 상호 운용성을 위한 표준화 등의 4가지 아이টে을 해결하기 위하여 3개의 Task Force - ARCH, DRM, QoSM를 두었다. Phase 1 Architecture Reference Model 표준안은 2006년 10월경에 나올 예정이고, QoSM 표준안은 2006년 9월경에 나올 예정이다.

ITU-T에서는 2005년 11월 NGN 표준화 워크샵에서 영국의 BT 중심으로 IPTV 표준화가 강조되었다. 또한 DSL Forum 등에서 DSL 기반 IPTV streaming 기술 등에 대한 표준안을 ITU-T에 함께 만들자는 제안을 하였으며, AT&T, NTT 등의 통신업체 뿐만 아니라 루슨트, 노텔, 시스코 등의 벤더들도 글로벌 표준화가 필요하여 IPTV FG 설립을 적극적으로 지지하였다. 2006년 상반기 consultant meeting을 거쳐 IPTV FG가 설립되면, 기존의 표준 단체의 표준화 중에서 IPTV에 적용될 수 있는 표준을 살펴보고, 적용, 변경 적용, 새로운 표준안 신설을 통하여 2007년 5월 까지 최소 45번의 회의를 개최하여 1년 내에 IPTV 표준화를 완료할 계획이다. 국내에서는 ITU-T의 IPTV 표준화를 위하여 TTA 산하에 IPTV Ad-hoc 그룹을 두고 있다.

TTA에서는 국내의 IPTV 표준화를 위하여 IPTV 프로젝트 그룹을 2006년 상반기에 설립하고, 활동영역을 IPTV 서비스 요구사항 및 서비스 구조 표준화, IPTV 서비스 관련 연구 및 IPTV 서비스 적용 표준 개발, IPTV 서비스 상호 운용성 증진을 위한 표준 개발 등을 대상으로 한다. IPTV 프로젝트 그룹이 신설되면 TTA의 기존 프로젝트 그룹들과 협력하여 IPTV 표준화를 진행할 예정이다.

III. 광가입자망 실험망 구축

1. 통신사업자를 통한 상용 광가입자망 구축

KT와 하나로텔레콤을 통하여 광주시 전역 5개구(광산구, 북구, 서구, 남구, 동구)의 신축아파트와 기축아파트를 대상으로 사업자망을 구축하였다. <표 4>와 같이 2006년 5월초 현재 KT는 WDM-PON을 위주로 2,016 회선에 1,004 실가입자를 구축하였고, 하나로텔레콤은 E-PON을 위주로 4,204회선에 751 실가입자를 구축하였다.

표 4. 상용 FTTH 사업자망 요약
Table 4. Summary of commercial FTTH infrastructure.

항목	KT	하나로텔레콤
PON 방식	WDM-PON	E-PON
서비스장비 위치 ↓ (링크)	ETRI 서비스센터 ↓ (전용망 1G)	서울 동작정보센터 ↓ (전용망 1G)
L2/L3 장비 위치 ↓ (링크)	전화국 ↓ (내부망)	전화국 ↓ (전용망 1G)
OLT 위치	전화국	아파트통신실(MDF)
PON당 분기수	32분기	16분기(일부 32분기)
OLT와 RN 거리	3.9km(평균), 5.5km(최대), 2.4km(최소)	218M(평균), 580M(최대), 31M(최소)
RN 위치	동지하	동지하
RN과 ONU 거리	0.23km(평균), 0.3km (최대), 0.2 km(최소)	150M(최대)
Drop fiber 포설방법	ABF	ABF
회선 수	단지수: 6개 단지 동수: 26동 회선수: 2,016회선	단지수: 5개 단지 동수: 54동 회선수: 4,204회선
실가입자수	1,004세대 (2006년 5월초 기준)	751세대 (2006년 5월초 기준)

2. 사업자망과 FTTH서비스센터와의 연동

사업자망에서는 KT와 하나로텔레콤이 FTTH 가입자를 대상으로 각각 기본 서비스 및 상용 서비스를 제공한다. 한편, IPTV를 위시한 FTTH 기반 실험서비스를 제공하기 위하여, ETRI 광통신연구센터 내에 FTTH서비스센터를 구축하고, (그림 2)와 같이 두 사업자와의 연동을 수행하였다. FTTH서비스센터는 네트워크 운영센터와 IP기반 서비스 장비들로 구성되어 있으며, live multicasting 서비스와 on-demand 서비스를

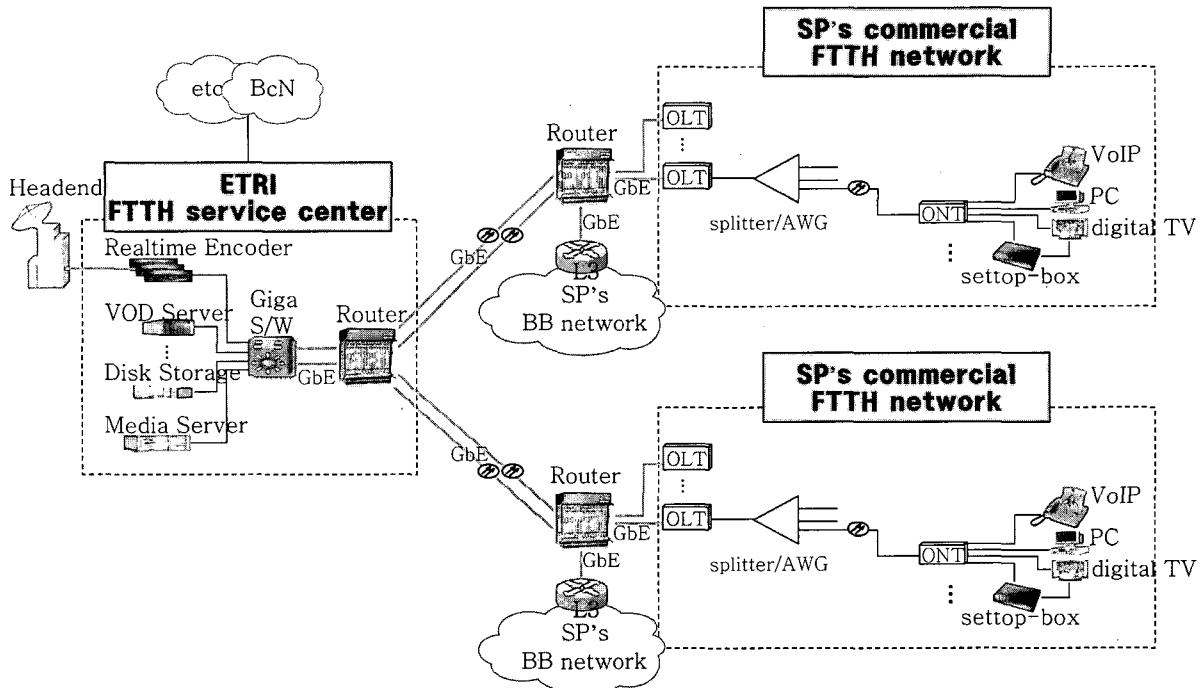


그림 2. ETRI FTTH서비스센터와 상용 광가입자망의 연동
 Fig. 2. Connection between ETRI's FTTH service center and commercial FTTH infrastructure.

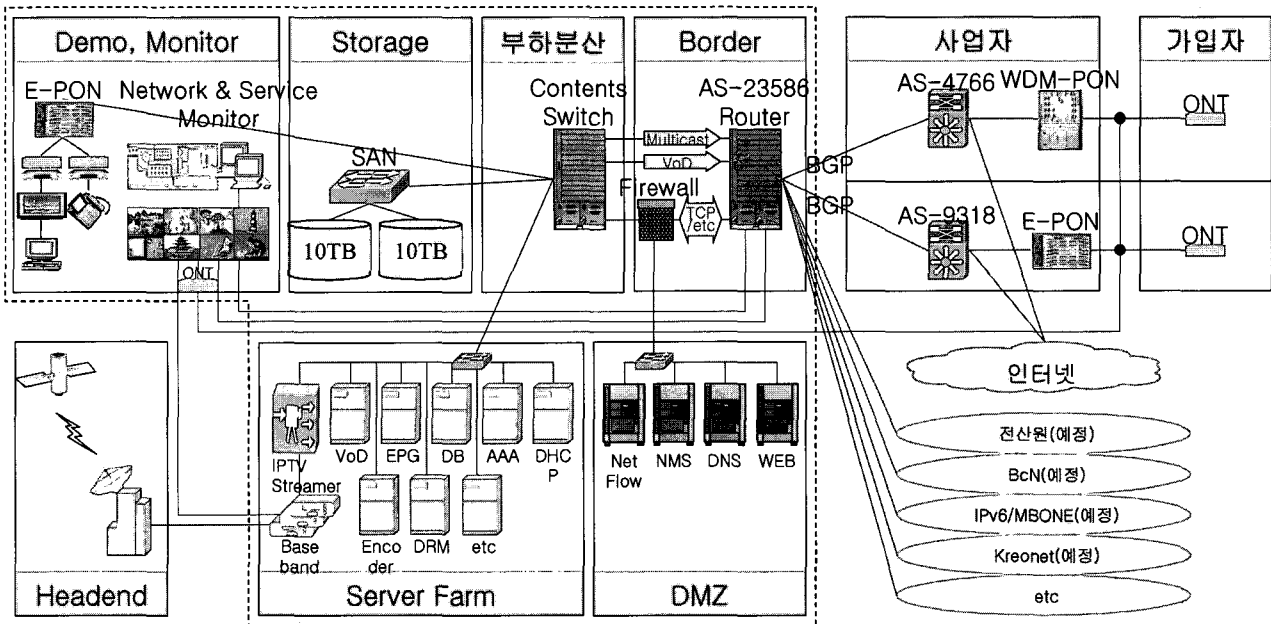


그림 3. FTTH서비스센터 구조
 Fig. 3. Architecture of FTTH service center.

기본적으로 제공하고, 실험적인 IP기반 응용 서비스를 개발 및 발굴 적용하는 것을 목표로 하고 있다.

IV. IPTV 테스트베드 구조 및 서비스 제공

1. 네트워크 운영센터 구조

KT와 하나로텔레콤의 사업자망과 연동하며, 인터넷 및 교육망, BcN 등과 접속하기 위한 네트워크 운영센터를 중심으로, (그림 3)과 같은 구조의 FTTH서비스센터를 구축하였다.

네트워크 운영센터는 사업자망 및 외부망과 연동하여 고품질 대용량의 데이터와 콘텐츠를 전송하는 보더

라우터, FTTH 가입자의 요구 서비스에 대해 서버의 부하를 균등하게 분배하는 부하분산 시스템, 외부로부터의 공격에 적절히 방어할 수 있는 방화벽 기능과 침입자를 탐지하는 침입탐지 기능을 갖는 보안 환경, 네트워크 운영센터 내 모든 네트워크 장비들의 동작 상태와 트래픽 상태를 감시 통보하는 네트워크 모니터링 환경과 FTTH 가입자에게 제공되는 방송의 품질을 감시하는 서비스 모니터링 환경으로 구성되어 있다.

이하, 각 부분에 대해서 상세설명을 한다.

가. 사업자망과 외부망 연동 라우팅

네트워크 운영센터를 사업자망과 연동하기 위하여, 보더 라우터로 대용량 고속 라우터를 사용하였고(IPv4/IPv6 포워딩 성능: 최대 400Mbps), 두 사업자 서비스망과의 물리적 링크연동은 1GbE 광링크를 사용하였다. 네트워크 운영센터와 두 사업자 망을 연동하기 위한 라우팅은 외부기관으로부터 AS와 IP를 할당받아 BGP로 연동하였다. 네트워크 운영센터 내 라우팅 프로토콜은 OSPF와 정적 라우팅으로 구성하였다. Domain Name System(DNS) 서비스 환경을 구성하고, DNS 서버 시스템을 네트워크 운영센터의 DMZ에 설치하였다. 도메인 명은 ftth.re.kr이다. 멀티캐스팅 관련하여 PIM-SM을 적용하였고, ETRI 네트워크 운영센터에 RP(Rendezvous Point)를 두어 두 사업자 망과 연동하였다.

나. 부하분산 시스템

부하분산 시스템은 가입자들이 하나의 목적지로 서비스를 요청하면, 콘텐츠 스위치를 사용하여 미리 수립된 분배 기법(IP 주소와 포트번호 기반, round robin/weighted round robin, least connections/ weighted least connections, source and/or destination IP Hash, URL Hash)에 따라 여러 대의 서비스 서버들에게 공정하고 균등하게 서비스를 분배하는 기능을 수행하여, 서버에 대한 서비스 트래픽 폭주 및 부하 폭주를 예방한다. 또한, 여러 대의 서비스 서버가 동일 서비스를 동시에 제공할 수 있어 특정 서버가 다운되는 등의 장애 발생 시에도 중단 없는 서비스 제공이 가능하다. 구축된 부하분산 시스템의 성능은 IPv4/IPv6 포워딩 최대 400Mbps, 동시 접속자 1,000,000개, 초당 접속자 165,000개 처리이다.

부하분산 시스템과 외부망 라우터 간은 (그림 3)과 같이 1Gbps 광링크 3개로 연결하였고, QoS와 정책 기

반 라우팅을 적용하여, FTTH 가입자에게 제공되는 트래픽을 3종류의 서비스 (VoD 서비스 트래픽-단방향, Multicast 서비스 트래픽-단방향, TCP 및 기타 제어 트래픽-양방향)로 구분하여 전용경로를 사용토록 하였다.

다. 보안환경

FTTH 서비스를 위한 ETRI 네트워크 운영센터 내 시스템들이 외부망에 노출되어 있어 내·외부로의 접근을 통제하고 제어해야 한다. 이를 위해 보더 라우터에 방화벽 기능과 침입탐지 기능을 보유한 하드웨어를 탑재하였다.

내부와 외부 간에 전송되는 서비스에 대한 수용 또는 거부 여부를 제어 할 수 있고, 허가되지 않은 접근을 차단하는 방화벽 환경을 구성하였다. DMZ 구성을 통해 공개 서비스 및 관리자 기능(Web, DNS, NMS)에 대한 외부로부터의 접근을 수용하였다. 방화벽 시스템의 성능은 동시 접속자 1,000,000개, 초당 접속자 100,000개 처리이다.

보더 라우터에 탑재된 침입탐지 모듈은 내·외부 모든 트래픽을 실시간으로 감시하여 분석한 후 침입 탐지 여부를 파악하여 접근 차단 등의 공격에 대응하고, 그 상태를 특정 운용자에게 통보한다. 침입탐지 모듈의 성능은 동시접속자 60,000개, 초당 접속시도 6000개 처리이며, 침입탐지 모듈의 주요 기능은 TCP reset, shun, IP log, capturing of trigger packet이다.

라. 네트워크 및 서비스 모니터링 환경

네트워크 운영센터 내 모든 네트워크 장비들의 동작 상태와 CPU, 입출력 포트의 사용량을 분, 시간, 일별, 월별, 년 단위로 확인하고 시스템 장에서 운용자에게 통보하는 네트워크 모니터링 환경을 구축하였다. 구축된 모니터링 환경은 Windows 서버와 Linux 서버로 구현하였고 상호간에 연동하였다. 또한 보더 라우터를 통해 입·출력되는 모든 트래픽을 종류 및 상대 flow별로 분석하는 트래픽 모니터링 환경을 구축하였다. 구축된 네트워크 모니터링 환경은 전용 단말 또는 웹브라우저로 확인 가능하다.

FTTH 가입자들에게 전달하는 방송 서비스의 품질 상태를 모니터링하는 서비스 모니터링 환경을 구축하였다. (그림 3)과 같이 직접적인 디스플레이 감시 구성으로, 방송국사로부터 채널별 방송을 수신하는 RF방송 수신단계, 수신한 방송 신호가 인코딩되어 스트리밍되는 IP스트리밍 출력단계, FTTH 가입자가 ONT를 통해 시

청하는 가입자 시청단계 등의 방송 품질 상태를 모니터링한다.

2. IPTV 서비스 장비

가. Live IPTV 장비

IP multicasting 기반으로 방송을 시청할 수 있는 IPTV를 시험 구현하기 위하여, CATV 수신 장비와 위성방송 수신용 안테나를 설치하였다. 수신된 방송을 IPTV 스트리밍하기 위하여 다음 두가지 방법을 사용하였다.

첫째, CATV 수신용 IRD (Integrated Receiver Device)를 이용하여 수신된 MPEG2-TS 방송 스트림을, 곧바로 IPTV streamer에서 IP 패킷화하여 스트리밍하는 방법이다. CATV 수신용 IRD는 QAM 복조를 수행하여 MPEG-2 TS 방송 스트림을 ASI 형태로 출력하며, 각각의 채널마다 한 대씩 소요된다. (CATV의 지상파 재전송인 경우에는 QAM 복조대신 8VSB 복조를 사용한다.) IPTV streamer는 ASI 형태의 입력을 받아, 각각을 IP 패킷화하고 IP multiplexing하여, GbE 채널을 통해 콘텐츠 스위치로 멀티캐스팅한다.

둘째, CATV 수신용 셋톱박스 또는 위성방송 수신용 셋톱박스를 이용하여 AV를 출력하고, 전용 실시간 인코더에서 압축 인코딩하고, IPTV streamer에서 IP 패킷화하여 스트리밍하는 방법이다. CATV 수신용 셋톱박스는 QAM 복조-CAS decryption-MPEG2 디코딩 (위성방송 수신용 셋톱박스는 QPSK 복조-CAS

decryption-MPEG4 디코딩)하여 AV를 출력하며, 각각의 채널마다 한 대씩 소요된다. 전용 실시간 인코더는 지정한 압축 포맷에 따라 각각의 채널마다 압축 인코딩하고, IPTV streamer는 각각을 IP 패킷화하고 IP multiplexing하여, GbE 채널을 통해 콘텐츠 스위치로 멀티캐스팅한다.

현재 FTTH서비스센터에 구성된 IPTV 채널을 요약하면 <표 5>와 같다.

나. VoD 서비스 장비

사용자의 요구에 따라 IP unicasting 기반으로 영화를 관람할 수 있는 VoD 서비스를 구현하기 위하여, VoD pumping 서버, EPG 서버, 서비스관리 서버, DB 서버 등을 구축하였다.

VoD pumping 서버는 전용 HW platform과 Linux를 기반으로 구현되었고, 성능은 동시 사용자 200명 이상의 스트리밍 (MPEG-2 TS 20Mbps 기준) 지원이다. 표준 RTP 및 RTSP를 사용하였고, trick mode를 지원하며, storage 20TB (예정)와 연동된다. 사용하는 압축포맷은 가입자 단말인 셋톱박스과 연관되어 있으며, MPEG-2 (HD급 20Mbps 또는 SD급 6Mbps)를 기본으로 하고, H.264 (SD급 3Mbps 또는 SD급 0.8Mbps)를 예정하고 있다.

구축된 EPG 서버는 사용자의 편리성을 위하여 웹기반 다채널 EPG를 지원하고, 서비스관리 서버는 콘텐츠 관리, 사용자 관리, 서비스 주문 및 이용 내역 관리, VoD pumping 서버 관리, 사용자 STB 관리 (셋톱박스의 MAC 기반 인증 포함) 등을 수행하고, DB 서버는 서비스 관리 서버의 각종 데이터를 mysql 기반으로 지원한다. EPG 서버, 서비스관리 서버, DB 서버는 Live IPTV 서비스 장비와도 연동될 예정이다.

표 5. Live IPTV 채널
Table 5. Live IPTV channel.

방식	방송수신용 IRD + IPTV streamer	방송수신용 셋톱박스 + 전용 실시간 인코더 + IPTV streamer
구현 채널	- 24CH: MPEG-2 (HD급 20Mbps 또는 SD급 6Mbps)	- 2CH: H.264 (예정) (SD급 3Mbps 또는 SD급 0.8Mbps)
장점	- 전용 실시간 인코더 무사용으로 가격 저렴 - AV 품질의 누화가 없음	- H.264를 포함한 임의의 압축포맷 사용 가능 - CAS 채널도 사용 가능
단점	- CATV의 MPEG-2 압축포맷 변형이 어려움 - CAS 채널인 경우, decryption이 어려움	- 채널당 사용되는 전용 실시간 인코더가 고가 - 시스템에 따라 AV 품질의 누화 가능성 존재

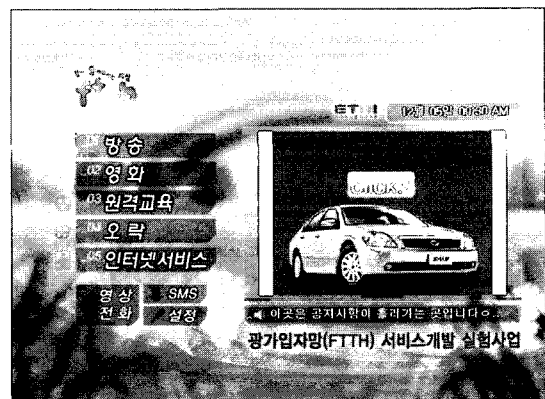


그림 4. 셋톱박스의 메인화면 예
Fig. 4. Example of STB main screen.

표 6. 셋톱박스 주요 스펙
Table 6. Main spec of IP settop-box.

항목	Linux 기반 IP-STB	WinCE 기반 IP-STB
기본기능	HD급 VoD, IPTV	HD급 VoD, IPTV
부가기능	Web browsing	Web browsing, Video telephony, VoIP
OS	Embedded linux	Embedded WinCE
Main processor	SoC 사용	VIA 1.5G급 사용
Decoder	MPEG-2 20Mbps	MPEG-2 20Mbps AND H.264 0.8Mbps AND WMV9 3Mbps
Resolution	1920 x 1080i	1920 x 1080i
Protocol	TCP, RTP, RTSP, IGMP, DHCP	TCP, RTP, RTSP, IGMP, DHCP, H.323

다. 가입자 단말

가입자들이 TV 기반으로 (그림 4)과 같은 IP 기반 서비스를 제공받기 위해서는 IP 셋톱박스가 필요하다. Linux 기반 IP 셋톱박스와 Windows CE 기반 IP 셋톱박스를 시험적으로 제공할 예정이며, 관련 주요 스펙을 요약하면 <표 6>과 같다.

라. 콘텐츠 보호

VoD를 통한 영화 콘텐츠를 보호하기 위하여 일반적으로 DRM(Digital Right Management) 기술을 사용하여 콘텐츠 파일에 대한 보호를 수행하고, 디지털방송에서는 방송 콘텐츠를 보호하기 위하여 CAS(Conditional Access System)을 사용하여 채널별 접근을 보호한다.

ETRI FTTH서비스센터에서는 VoD에 대해서는 Pre-encryption DRM 기술을 적용하고, Live IPTV에 대해서는 real-time live DRM 기술을 단계적으로 적용할 예정이다. Pre-encryption DRM은 일반적인 DRM 기술과 동일하며, 암호화 서버에서 파일별로 암호화를 수행하고, 라이선스 서버에서 콘텐츠암호화 키를 별도의 라이선스에 담아서 가입자 단말에 전달하고, 가입자 단말은 인증을 통하여 콘텐츠암호화 키를 획득하여 복호화는 수행하는 방식이다. Real-time live DRM은 실시간 암호화 서버에서 채널별로 암호화를 수행하면서 스트림에 콘텐츠암호화 키를 직접 삽입하여 가입자 단말에 전달하고, 라이선스 서버에서 멀티캐스트 그룹키를 전달하고, 가입자 단말에서는 암호화된 스트림에서

그룹키를 이용하여 콘텐츠암호화 키를 꺼내 복호화를 수행하는 방식으로, CAS를 대신하여 단계적으로 적용할 예정이다.

V. 테스트베드 활용 계획

1. 표준 BMT 서비스

구축된 광가입자망 기반 IPTV 테스트베드는 자체적인 네트워크 운영센터와 IPTV 서비스 장비를 보유하고, 상용 광가입자망과 연동되어 있기 때문에, IPTV 관련하여 전체적인 구성 요소를 갖추고 있다.

테스트베드는 차세대 장비에 대해서 표준 BMT 서비스를 제공할 수 있는 환경을 갖추고 있으며, 2005년도 E-PON 3개 업체, WDM-PON 1개 업체에 대해 표준 BMT 서비스를 기 제공하였고, 표준 BMT 서비스를 통과한 업체의 제품으로 상용 광가입자망을 구축하였다. 향후, 광가입자망 장비 및 FTTH 기반 네트워크 장비와 FTTH 기반 IPTV 서비스 장비에 대해 표준 BMT 서비스를 제공할 계획이다.

2. IPTV 서비스 및 IP 응용서비스 테스트베드

구축된 FTTH서비스센터는 FTTH 가입자망을 기반으로 하고 있기 때문에, FTTH 특화된 IPTV 서비스 및 IP 응용서비스의 시험 적용이 가능하다. 또한, 이러한 시험 적용이 소규모의 실험실 내부가 아닌, 규모있는 상용 광가입자망의 실가입자를 대상으로 하고 있기 때문에, 대내외적으로 FTTH 특화된 고품질 통신방송 융합형 서비스의 reference site 역할을 수행할 것으로 기대된다. 지자체 재원을 토대로 상용 광가입자망의 실가입자를 연도별로 확장추진 중이므로 대내외적인 reference site로서의 역할이 점차적으로 기대되고 있다.

VI. 결 론

세계적으로 가입자망의 광대역화가 경쟁적으로 추진되고 있으며, 이에 따른 IPTV 관련 서비스도 활성화되고 있는 추세이다. 광가입자망 기반 고품질 서비스 플랫폼 및 차세대 장비 개발의 방편으로, ETRI 광통신연구센터에서는 자체적으로 네트워크 운영센터 및 IPTV 서비스 장비를 구성하여 FTTH서비스센터를 구축하고, 망사업자를 통하여 규모있는 상용 광가입자망을 구축하고 연동하였다. 본 기고에서는 위와 관련된 광가입자망 기반 IPTV 테스트베드 기술을 전반적으로 소개하였다.

구축된 광가입자망 기반 IPTV 테스트베드는 광가입자망 장비 및 FTTH 기반 네트워크 장비와 FTTH 기반 IPTV 서비스 장비에 대해 표준 BMT 서비스를 제공할 계획이며, FTTH 기반의 고품질 양방향 IPTV 서비스 및 IP 응용서비스의 시험 적용 기회를 제공함으로써, 대내외적으로 FTTH 특화된 통신방송융합형 서비스의 reference site 역할을 수행할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

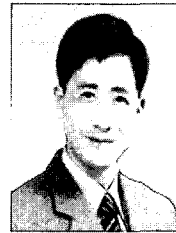
- [1] 김관중, 권정국, 유제훈, 김봉태, "FTTH 기술 및 시장 동향," 전자통신동향분석 제19권 제6호, 2004년 12월
- [2] 김도연, "IP-TV 도입의 영향 요인과 정책 쟁점," 방송연구 여름호 기획논문, 2005년
- [3] Multimedia Research Group, "IP TV Market Leaders Report," http://www.mrgco.com/TOC_MLR0306.html, March 2006.
- [4] FCR, "2006 브로드밴드 비즈니스 시장 조사 총람," Fujii Chimera Research Inc., 2005년 12월
- [5] K. Ogawa, "Broadband TV in the Near Future : IPTV in Japan," IPTV Asia Forum, Nov. 2005.
- [6] 엔터키너, "해외 각국의 IPTV 서비스 현황과 전망," 전자부품연구원, 전자정보센터, 2005년 6월
- [7] 북경건흥리서치, "중국 DTV/IPTV 산업동향분석," 2006 IT 산업전망 컨퍼런스, 2005년 10월
- [8] 한국전자통신연구원, "최신 IT 동향 - 유럽 IPTV 시장 급성장중," 정보통신연구진흥원 주간기술동향, 통권 1234호, 2006년 2월
- [9] P. Budde, et. al, "2005 Global Triple Play: IP, Broadband and Digital TV," Buddecomm report, March 2005.
- [10] 이영수, "새로운 방송시장 이끄는 IPTV," LG주간경제, 2005년 5월
- [11] 김대건, "IPTV 기술," 차세대 네트워크 핵심 기술 및 표준화 워크샵, 2006년 1월
- [12] 박종훈, "하나로텔레콤의 IPTV 서비스 추진 계획," IPTV 시장전망 워크샵, 2006년 2월
- [13] 김선태, "데이콤의 IPTV 서비스 추진방향," IPTV 시장전망 워크샵, 2006년 2월
- [14] 권은정, 최동준, 권오형, "DVB IPTV 표준화 동향 분석," 정보통신연구진흥원 주간기술동향, 통권 1196호, 2005년 5월

저 자 소 개



송 호 영(정회원)
 1983년 홍익대학교 전자계산학과
 학사 졸업.
 2003년 충북대학교 정보통신공학
 과 박사 수료.
 현재 ETRI 광대역통합망연구단
 FTTH서비스팀장

2003년~현재 초고속정보통신건물 인증위원회
 위원
 <주관심분야 : 통신, FTTH, 통방융합서비스>



이 병 탁(정회원)
 1992년 연세대학교 전자공학과
 학사 졸업.
 1994년 KAIST 전자공학과 석사
 졸업.
 2000년 KAIST 전자공학과 박사
 졸업.

현재 ETRI 광대역통합망연구단 FTTH서비스팀
 <주관심분야 : 광통신, FTTH, IPTV>



성 정 식(정회원)
 1992년 부산대학교 컴퓨터공학과
 학사 졸업.
 1994년 부산대학교 컴퓨터공학과
 석사 졸업.
 2006년 현재 ETRI 광대역통합망
 연구단 FTTH서비스팀.

<주관심분야 : 네트워크, FTTH, IPTV, VoIP>



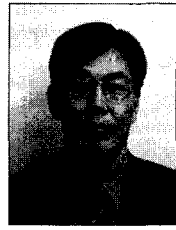
권 정 국(정회원)
 1991년 한밭대학교 전자계산과
 학사 졸업.
 1999년 충북대학교 전자계산학과
 석사 졸업.
 2003년 충북대학교 전자계산학과
 박사 수료.

현재 ETRI 광대역통합망연구단 네트워크기술팀
 <주관심분야 : 통신, FTTH, BCN, 네트워크>



심 재 찬(정회원)
 1992년 충남대학교 전산학과
 학사 졸업.
 1994년 충남대학교 전산학과
 석사 졸업.
 2006년 현재 ETRI 광대역통합망
 연구단 FTTH서비스팀.

<주관심분야 : 광가입자망, 망관리, 통신방송융합
 서비스>



김 봉 태(정회원)
 1983년 서울대학교 전자공학과
 학사 졸업.
 1995년 노스캐롤라이나 주립대학
 컴퓨터공학과 박사 졸업.
 2006년 현재 ETRI 광대역통합망
 연구단 광통신연구센터장

2004년~현재 광인터넷포럼 운영위원장
 2005년~현재 FTTH산업협의회 기술/표준화
 분과위원장
 <주관심분야 : 통신, FTTH, BCN, 네트워크>