

효율적인 IPTV 서비스를 위한 디지털방송-인터넷망 연동시스템 개발

정회원 송한춘*, 김창수**

Development of Internetworking System Between Digital Broadcasting System and Internet for Effective IPTV Service

Han-chun Song*, Chang-su Kim** *Regular Member*

요약

정보통신망은 방송과 통신이 융합된 광대역 통합망으로 발전하고 있다. 무선 안테나를 통하여 수신한 디지털방송 신호를 인터넷 IP패킷으로 변환하여 섬지역과 같이 외딴지역의 건물구내 통신망(LAN)에 연동시키면 고속의 외부 전용선이 없이도 인터넷 TV를 수신할 수 있는 새로운 인터넷 TV 서비스모델이 될 수 있다. 본 논문에서는 무선 안테나 RF모듈을 통하여 수신한 디지털방송의 MPEG-2 전송스트림 데이터를 IP패킷으로 변환하여 인터넷 망으로 전송하는 연동시스템을 설계 및 구현하였다. 시험 망을 구성하여 구현한 시스템의 연동성능을 평가한 결과, 디지털방송 데이터가 IP패킷으로의 변환이 원활하게 이루어짐을 확인 할 수 있었다.

Key Words : IPTV(인터넷 TV), DVB(디지털 방송), Network Inter-working

ABSTRACT

Telecommunication network is advanced to BCN(Broadband Convergence Network). IPTV service is representative of BCN service. It will be a new IP-TV service model, if wireless broadcasting system and internet network are combined. In this paper, we design and development internetworking system, which is translate receiving digital broadcasting signal (Mpeg-2 data streams) to IP packet signal. We also test and evaluation of the system functions. The result of test, we are confirmed that the test digital broadcasting data of RF module input is translate to Mpeg-2 streams, and Mpeg-2 streams is translate to IP packet data through development system.

1. 서론

정보통신망은 방송과 통신, 유선과 무선이 통합된 광대역 통합 망으로 발전하고 있다. 방송과 통신의 통합에 따른 대표적인 첨단 신규서비스가 디지털 멀티미디어 방송서비스와 인터넷TV 서비스이다. 인터넷 망은 고속 인터넷 서비스뿐만 아니라, 인터넷 전화, 인터넷 TV의 TPS 서비스를 제공하고 있

다^[1]. 인터넷 TV서비스는 다양한 방송콘텐츠를 인터넷 망을 통하여 사용자 TV단말에 전달하여 서비스를 제공한다. 방송콘텐츠가 사용자에게 전달되는 과정은 크게 콘텐츠가 사업자의 헤드앤드로 분배되는 과정과 헤드앤드로부터 사용자 단말로 전달되는 과정으로 나눌 수 있다. 헤드앤드로 방송콘텐츠를 전달하는 분배망은 인터넷망을 통하여 이용하든지, 기존에 구축되어 있는 디지털 방송망을 이용할 수

※ 본 연구는 2008년도 서일대학 학술연구비에 의해 수행되었습니다.

* 서일대학 정보통신학 부교수 (sanho@seoil.ac.kr), ** (주)루멘텍 연구소장 (davidkim@paper.korean.ac.kr)

논문번호 : 09070-1201, 접수일자 : 2009년 12월 1일

있다. 방송콘텐츠의 전달에 있어서 위성방송 수신안테나를 통하여 수신한 디지털 방송신호를 기존의 방송 케이블이 아닌 인터넷 장비로 전달하여 IP 패킷으로 변환하여 인터넷 TV 서비스를 제공할 수 있다면 이것은 새로운 인터넷 TV 서비스모델이 될 것이다. 이러한 새로운 인터넷TV 서비스모델은 학교, 병원, 산간벽지, 섬지역의 건물 구내통신망(LAN)과 결합되면 다수의 가입자가 쉽게 인터넷TV 서비스를 제공받을 수 있게 한다.

본 논문에서는 위성방송이나 디지털지상파 방송신호를 무선주파수(RF) 수신모듈로 수신 하여 MPEG-2 스트림^[10]으로 인코딩하고, 이것을 IP 패킷으로 변환하여 인터넷 망으로 전송할 수 있는 디지털방송-인터넷망 연동시스템을 구현하고 시험 망을 구성하여 개발시스템의 성능을 평가하고자 한다.

II. 무선 디지털방송 수신시스템

2.1 무선 디지털방송 전송기준

국내 지상파 디지털방송 표준인 미국의 ATSC 규격은 8-VSB 변조방식, 대역폭 6MHz, 비디오는 MPEG-2, 오디오는 돌비 AC-3이다. 위성 디지털방송 DVB-S의 규격은 QPSK 변조방식, 영상 및 음성 압축 MPEG-2, 패킷크기 188Byte 이다^{[2],[11]}.

디지털방송(Digital Video Broadcasting) 표준으로는 유럽의 위성방송인 DVB-S (Satellite), 케이블방송인 DVB-C(cable), 지상파방송인 DVB-T (terrestrial)가 있으며, 차세대 모바일TV 기술로 DVB-H (Hand-held)가 있고, DVB-S의 후속으로 BCH, LDPC 코드 등을 사용하여 성능을 개선한 DVB-S2를 표준화하였다. 미국에서는 디지털방송 표준 ATSC는 디지털 지상파방송에서 주문형 비디오 등 양방향 서비스를 구현할 수 있는 ATSC-NRT (Non-Real-Time)와 이동성을 지원하는 ATSC-M/H를 개발하여 표준화 하고 있으며 고품질 영상 압축기술인 H.264를 포함하였다^[3].

표 1. 미국, 유럽, 일본의 디지털 TV방식 비교^[4]

구분	미국	유럽	일본
비디오 규격	ML@MP HL@MP	ML@MP	ML@MP HL@MP
오디오 규격	AC-3	AC-3	AC-3
다중화방식	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS
HDTV 동시방송	SD/HD 동시방송	SDTV HD 미정	SD/HD 동시방송
전송방식	8-VSB	COFDM	BST-OFDM
채널대역폭	6 MHz	8 MHz	6,7 MHz

2.2 무선 디지털방송 수신 RF모듈

디지털 방송신호가 안테나를 통하여 입력되면 디지털 RF 모듈은 방송되고 있는 광대역 채널 중에서 RF 모듈의 규격에 따라 원하는 주파수 채널만을 선택하여 중간주파수로 변환시켜 주는 것으로 무선 디지털방송 수신기의 중요한 부분이다. 디지털 지상파 방송수신 RF 모듈은 두 방송대역간의 상호간섭의 영향을 최소화 시키고 통과대역내의 평탄도 및 위상잡음 특성이 좋아야하며, 높은 영상신호 제거비를 요구한다^[5].

2.3 디지털방송 전송스트림

디지털 방송은 비디오, 오디오, 데이터 등이 혼합되어 비트 스트림 형태로 전송되는데, 이와 같은 비트스트림은 MPEG-2 TS 형태로 인코딩 되어 전송된다. 디지털방송 MPEG-2 TS 스트림은 188바이트의 패킷으로 되어 있다^[11]. MPEG-2 TS 에서는 이 패킷 헤더의 패킷 식별자(packet identifier, PID) 정보를 통하여 해당 페이로드가 부호화된 비디오, 오디오, 사용자 데이터임을 알 수 있다. TS는 비디오, 오디오, 사용자 데이터 등으로 구성된 프로그램 여러 개가 하나의 TS로 다중화 될 수 있기 때문에 이들을 서로 구분하기 위한 각 프로그램과 전체 프로그램들의 패킷 식별자 목록을 특별한 데이터 형식으로 규정하여 사용하고 있다. TS 내에 프로그램 데이터와 프로그램 데이터를 설명하는 프로그램 안내에 관련된 데이터를 전송하기 위해 SI(Service Information)를 정의한다. SI 의 계층 구조는 최상위 Network ID, Original Network ID, Transport Stream ID 등 여러 개의 식별자의 조합으로 튜닝할 수 있다^{[6],[8]}.

III. 연동시스템 설계 및 구현

3.1 연동시스템의 기능구조 설계

무선 디지털 방송신호를 인터넷 망으로 연동시키는 연동시스템은 위성 디지털방송 또는 지상파 디지털방송 신호를 RF 수신모듈로 수신 받아서 RF 신호분배 모듈을 이용하여 여러 채널로 다중화 되어 있는 방송신호를 각 채널별로 분리하여 IP Mapping을 통하여 IP Address를 할당하여 IP 망에 방송서비스를 멀티캐스트 할 수 있도록 설계하였다^[9]. 그림 1은 개발 연동시스템의 하드웨어 기능구성도 이다.

RF분배 장치에서 IP변환 시스템은 각각의 방송신호를 10개의 슬라이딩 모듈형태로 설계하였으며

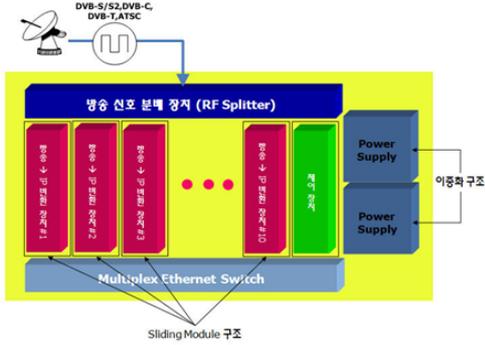


그림 1. 개발 연동시스템 하드웨어 구성도

각 슬라이딩 모듈에서 서로 다른 입력을 수신 받을 수 있도록 설계하였다. 제어장치를 통하여 시스템을 제어할 수 있게 하고, 인터넷 망관리 프로토콜(SNMP)을 이용하여 원격에서 관리할 수 있도록 설계하였다. 또한 전원부를 이중화하여 시스템의 안정을 기할 수 있게 설계 구현하였다.

3.2 디지털방송신호의 IP패킷 변환보드 설계

RF모듈을 통하여 수신된 디지털방송 신호는 MPEG-2 TS 전송스트림 형태로 존재하게 된다. 이들 MPEG-2 TS 전송스트림을 인터넷 IP패킷 신호로 변환하여 인터넷 스위치로 전송하는 기능을 담당하는 개별보드의 기능을 그림 2와 같이 설계 구현하였다.

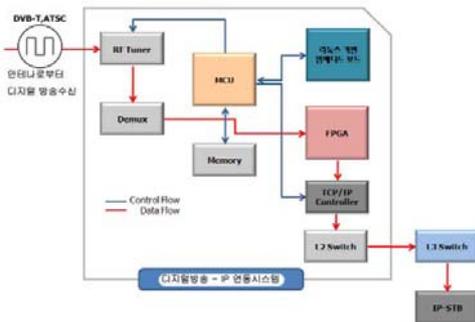


그림 2. 방송신호의 ip 패킷변환 기능블록도

3.2.1 RF Tuner 모듈

안테나에서 수신된 RF 신호를 전달 받아 주파수 변환 및 MPEG-2 신호의 복조 및 에러 정정기능을 수행한다. 오류정정(Error Correction)은 QPSK에서는 Viterbi + Reed Solomon, 8-PSK는 LDPC + BCH 방식을 사용한다. 이 모듈은 MPEG-2 전송스트림을 출력하고 출력된 신호는 De-multiplexer로

전달한다.

3.2.2 De-multiplexer 모듈

RF Tuner 모듈에서 전달된 전송스트림을 제어보드의 선택에 따라 전송스트림을 역다중화하고 필터링하여 TCP/IP Controller 모듈로 전달한다.

3.2.3 TCP/IP Controller모듈

필터링 된 Mpeg-2 TS에 대해서 IP Encapsulation을 하고 IP포트를 부여하여 출력한다.

3.2.4 FPGA 모듈

MPTS 신호를 각각의 SPTS 신호로 만들어 주는 기능, IP매핑 테이블에 따라 IP Encapsulation기능, ethernet controller를 위한 PCI 브리지 기능을 한다.

3.2.5 리눅스기반 임베디드 모듈

리눅스 운영체제를 탑재하여 IP매핑 테이블 정보와 각종 제어정보를 MCU에 제공하며, 원격제어를 통한 시스템의 모니터링을 가능하게 한다.

3.2.6 L2/L3 Switch Module

각각의 IP변환장치에서 전달되는 100M Ethernet 신호들을 멀티플렉싱해서 Gigabit Ethernet으로 출력하는 역할을 수행한다. IGMP 프로토콜을 이용해서 가입자에게 멀티캐스트 스트림을 제공하며, 가입자는 IP셋톱박스를 통하여 디지털방송을 수신할 수 있다.

3.3 MPEG-2 TS를 IP패킷으로 변환기능 구현

IETF의 RFC1889 및 RFC2550에서는 오디오와 비디오와 같은 실시간 데이터를 전송하기 위한 인터넷 프로토콜인 RTP를 정의하고 있다. MPEG-2 TS를 Ethernet MTU로 1492byte로 하여 단편화가 발생되지 않도록 전송할 것을 요구하고 있다. 본 논문에서 적용한 IP패킷 변환구조는 다음의 그림 3과 같다.

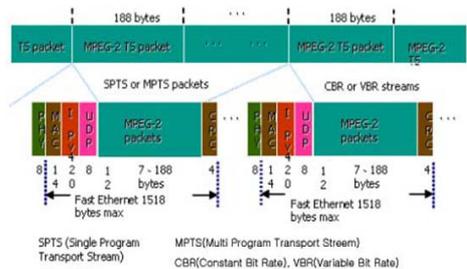


그림 3. MPEG-2 TS to IP 패킷구조

각각의 방송채널에 IP 할당은 별도의 IP Mapping 테이블을 이용하여 제어모듈에서 구성(Configuration)화일을 참조해서 생성할 수 있도록 설계하였다. IP mapping 테이블의 주요 설정항목은 다음과 같다.

- * table_id
- * Section_syntax_indicator
- * private_indicator
- * private_section_length
- * service_count
- * ip_version //4 or 6
- * current_next_indicator
- * section_number
- * last_section_number
- * service_type
- * service_id
- * dest_ip_addr
- * EPG_ip_addr
- * dest_port_number
- * EPG_port_number
- * CRC-32

3.4 임베디드리눅스 기반 제어모듈 구현

연동시스템의 제어 및 관리기능을 위하여 임베디드 리눅스 기반으로 제어모듈을 설계 개발하였다. 제어모듈로의 IP를 통한 접근은 인가된 관리자 외에는 접근이 불가능하도록 하는 인증장치를 통해 접근하도록 개발하였다. 제어모듈은 전체 시스템을 모니터링 하며, 이상상황 시나 긴급 상황 시에는 망 관리프로토콜(SNMP)을 통하여 유지관리 시스템으로 전송하도록 구성하였으며, 제어모듈은 각 모듈의 초기화를 담당하고 각 모듈의 현재 상태 값들을 수집이 가능하도록 구현하였다. 제어모듈은 시스템 혹은 디지털방송 데이터의 IP변환장치에서의 이상현상이 모니터링 되면 자체적인 조치를 하여 오류

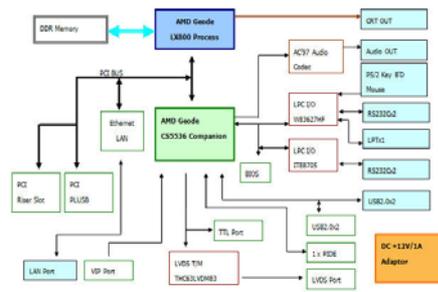


그림 4. 리눅스기반 제어보드의 기능 블록도

를 최소화 하도록 설계 구현하였다. 제어모듈은 구성정보를 전달받아 이를 NVRAM등에 저장하며, 전원 재부팅 시에도 참조할 수 있도록 개발 하였다. 그림 4는 개발한 임베디드 리눅스기반 제어보드의 기능블록도 이다⁹⁾.

IV. 시험방법 및 결과고찰

4.1 성능시험방법 및 시험결과

본 논문에서 구현한 디지털방송 MPEG-2 전송스트림의 IP 패킷으로의 시험하기 위하여 그림 5와 같이 시험실 환경에서 시험 망을 구성하였다.

개발 시스템의 기능시험 방법으로는 국내 지상파 디지털방송 표준인 8-VSB ATSC 신호를 발생시킬 수 있는 디지털 방송신호 발생기를 사용하여 ATSC 디지털방송 신호를 발생시켜서 개발한 연동시스템의 RF 모듈의 신호 입력 단에 인가하고, 개발한 연동시스템 제어모듈을 통하여 시스템이 정상적으로 구동되도록 기능을 설정한다. 연동시스템의 출력단자의 100 Mbps 이더넷 포트에 LAN 케이블을 통하여 인터넷 스위치(L2, L3)또는 TV의 SETUP-BOX와 접속한다. 시험 망을 통하여 디지털방송데이터를 입력 받아서 연동시스템의 성능을 시험한 결과 IP 패킷으로 변환이 정상적으로 이루어짐을 확인 할 수 있었고, 변환된 IP 패킷을 인터넷 망을 통하여 Settop 박스가 있는 TV로 전송한 결과 시험영상이 찌그러짐 없이 정상적으로 나타남을 확인할 수 있었다.

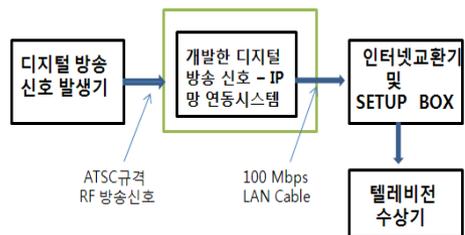


그림 5. 개발보드 기능시험 구성도

4.2 설계 및 구현한 연동시스템 개발결과

4.2.1 개발 연동시스템의 하드웨어 개발결과

본 논문에서 설계 및 구현한 무선 디지털방송 데이터 신호를 IP 패킷 신호형태로 변환하기 위한 연동장치의 변환기능보드 및 연동시스템의 개발 하드웨어 결과를 그림 6에 나타내었다. 보드의 전면에 있



(a) 개발한 IP패킷 변환보드 사진



(b) 개발한 연동시스템 전체 사진

그림 6. 개발 연동시스템의 하드웨어 사진

는 RF 입력단자로 무선 디지털방송 데이터가 입력 되면 IP 패킷으로 변환되어 하단의 인터넷 Ethernet 출력단자로 신호가 출력된다. De-multiplexer는 중 계기에 포함된 전체 데이터 스트림을 역 다중화 되도록 개발하였으며, 제어모듈의 설정에 따라 원하는 스트림들을 선택이 가능하며, Re-multiplexer는 제어 모듈에서 Configuration으로 정의된 PID들의 트랜스 포트 스트림들을 모을 때 실제 데이터가 아닌 Stuffing된 데이터를 제거하여 전송할 데이터를 최소화하여 전송되도록 구현하였다. IP변환장치는 문제 및 장애발생시 자체적으로 복구할 수 있는 기능을 내장하고 있으며 IP교환 장치는 제어모듈에서 할당받은 IP정보, 필터링할 PID등의 정보를 저장하여 전원 재부팅 시에도 즉시 대응 가능하도록 구현 하였다. 연동시스템은 10개의 IP변환보드와 제어모 들, 2중화된 전원부를 포함한다.

4.2.2 연동시스템 제어소프트웨어 개발결과

무선 디지털방송 데이터 신호를 IP 패킷 신호형 태로 변환하기 위한 연동시스템의 제어 소프트웨어는 크게 두 가지 기능을 가지도록 개발하였다. 시스템 의 모니터링 기능과 송출정보의 통합관리기능이다.

모니터링 기능은 연동시스템의 상태들을 설정하 거나, 시스템의 현재 값, 각 모듈의 상태 값들을 모 니터링하기 위한 기능으로 SNMP 프로토콜을 이용 하여 상태 값을 주기적으로 모니터링해서 표시하여

운영자가 운영을 하는데 용이하도록 개발하였다. 한 예로서 그림 7은 시스템의 IP 패킷의 상태를 모니터 링 하는 화면이다.

송출정보의 통합관리기능은 연동시스템에서 송출 해야할 설정화일을 유지관리하기 위한 애플리케이션 으로, 원격에서 설정화일을 수정, 변경이 가능하도 록 개발하였다. 설정화일은 해당모듈에 대한 기능설 정 및 IP Address 할당 등의 설정이 가능하다. 송 출관리 프로그램의 기능은 TS 리스트 작성, 구성한 TS 리스트를 TSPM에 링크, 링크된 TS의 서비스를 TSPM의 IP에 담기, 작성된 TS 리스트구성 보기 등이다. 한 예로서 IP mapping 하기 화면의 모습을 그림 8에 나타내었다.

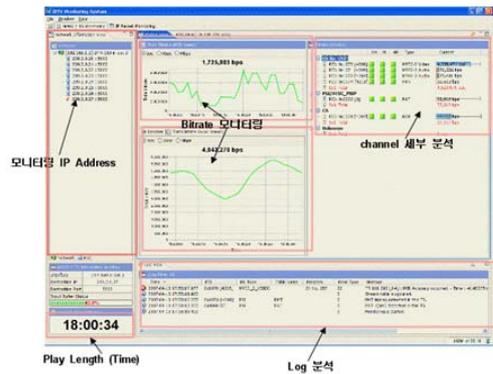


그림 7. IP Packet Monitoring 화면 모습

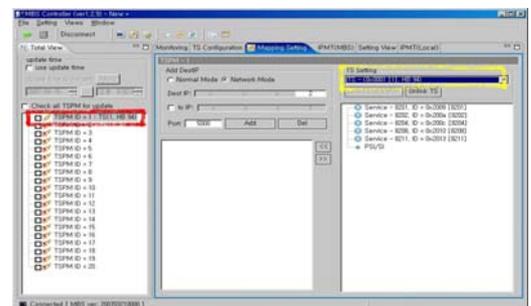


그림 8. IP Packet scanning 화면 모습

V. 결 론

정보통신망은 방송과 통신이 융합된 광대역 통합 망으로 발전하고 있다. 방송과 통신이 결합된 인터 넷 TV는 기존의 TV시청 기능이외에 다양한 인터 넷 부가서비스를 제공하고 급속히 확대 보급되고 있다. 무선 안테나를 통하여 수신한 위성 또는 지상

과 디지털방송 신호를 인터넷 IP패킷으로 변환하여 인터넷 망과 연동시키면 병원이나 학교에서 고속의 외부 전용선이 없어도 인터넷으로 TV를 수신할 수 있는 인터넷 TV 서비스 모델이 될 수 있다.

본 논문에서는 무선 안테나를 통하여 수신한 디지털방송의 MPEG-2스트림 데이터를 IP패킷으로 변환하여 인터넷 망으로 전송할 수 있는 연동시스템을 설계 및 구현하였고 시험 망을 구성하여 디지털방송의 Mpeg-2 데이터 스트림이 IP패킷으로 정상적으로 변환이 이루어짐과, 변환된 IP 패킷을 인터넷 망을 통하여 Settop box가 있는 TV set으로 전송했을 때 SD 및 HD 급 화질의 시험영상이 찌그러짐이 없이 화면에 정상적으로 출력됨을 확인할 수 있었다. 본 논문의 결과인 무선 디지털방송신호를 IP패킷의 인터넷 망으로 연동시키는 개발시스템은 병원, 학교, 섬지역 등에서 고속의 전용선이 없이도 인터넷 TV를 시청하는데 활용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 송한춘 외1, "인터넷 TPS를 위한 자동 프로비저닝 방식 연구," *한국통신학회 논문지 제32권12호*, 2007. 12.

[2] 김재하, "통신과 방송 융합에 따른 디지털 방송표준화 동향에 대한 연구," *정보통신연구진흥원*, 2006. 02.

[3] 김철민외2, "디지털 지상파 TV 8-VSB 방식의 채널 등화기 성능개선에 관한 연구", *전남대학교 전자통신기술논문지 제4권 1호*, 2001.

[4] 김대진 외1, "디지털방송 기술개요 및 발전방향", *한국인터넷정보학회 논문지 제7권1호*, 2006. 3.

[5] 고민호 외3, "디지털 지상파 및 다중 표준 수신을 위한 RF 모듈 설계," *한국통신학회 논문지 제31권 3호*, 2006. 03.

[6] 김영훈 외1, "ATSC 방식의 EPG를 위한 DVB EPG 정보의 재사용 관한 연구," *멀티미디어학회 논문지 제10권11호*, 2007. 11.

[7] 권은정 외2, "DVB IPTV 표준화동향 분석," *정보연구진흥원*, 2005. 05.

[8] 고상원 외3, "디지털 방송수신기를 위한 효율적인 트랜스포트 스트림 패킷 매니저", *한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol.34, No.2*, 2007.

[9] 정보통신부, "IP망을 이용한 디지털방송 통합시스템 개발기술," *IT 우수기술지원사업 최종보고서* -(주)루멘텍, 2008. 05.

[10] ISO/IEC 13818-1 : MPEG-2 SYSTEM

[11] ISO/IEC 13818-2 : MPEG-2 VIDEO

송 한 춘 (Song Han Chun)

정회원



1990년 성균관대학교 전자공학과 졸업 (학사)
1994년 연세대학교 전자공학 졸업 (석사)
1998년 성균관대학교 통신공학 졸업 (박사)
1990년 1월~1997년 2월 (주) 데이콤 근무

1998년 3월~현재, 서울대학 정보통신학과 부교수
<관심분야> 정보통신시스템, 인터넷 네트워크

김 창 수 (Kim Chanhg Su)

정회원



1997년 건국대학교 전자공학과 (학사)
1999년 건국대학교 전자공학과 (석사)
2005~현재 중앙대학교 전기전자공학과 (박사과정)
2006년 ~ 2009년 현재 (주)루멘텍 연구소장

<관심분야> 디지털방송, 방송통신 융합