

교육환경에서 IP-TV 개념을 이용한 방송시스템 구현 및 디지털 융합관리 시스템 응용

정회원 신현택*, 홍진웅*

A Study on the Broadcasting System and Digital Convergence System based on the IP-TV Concepts in an Educational Environment

Hyun-Teak Shin*, Jin-Woong Hong* *Regular Members*

요 약

초고속 인터넷 망을 이용한 이를 위하여 기존의 아날로그 동축케이블 방식에서 구현할 수 없었던 양방향 통신을 이용한 디지털 미디어 시스템을 구현한다. 특히 네트워크와 연결하여 다양한 미디어 콘텐츠를 사용자에게 제공할 수 있는 방송시스템 모델을 제안하고, 또한, 한정된 채널과 한정된 리소스를 이용한 다채널 송수신 멀티미디어 시스템에 필요한 멀티캐스팅을 구현함으로써 학교 환경에 적합한 통합방송시스템을 제시하고, 학내 전산망과의 연계를 통한 학내 DB화의 방안을 제시한다.

Key Words : Internet Protocol Television, Media Encoder Server, Streaming Server, Set-Top Box

ABSTRACT

Convergence between telecom and broadcasting is today a worldwide phenomenon. Diverse services like VoD, mobile broadcasting, IPTV and interactive services have already made their market debut or are currently being commercialized. Regulatory systems are also being revised to appropriately regulate this new breed of services. We propose the new model of educational broadcasting system using the internet network, it is not different conventional coaxial cable methods. Especially, we design the multicast method of the network using the limited channel and resource, propose the method of intercommunication in the school between the broadcasting system and database system.

I. 서 론

근래 들어 초고속 인터넷의 확산으로 인하여 많은 멀티미디어 정보의 교류가 활발히 이루어지고 있다. 특히, 음성, 데이터 영상서비스를 동시에 제공하는 Triple service의 요구가 확산되어 지고 있다 [1]~[2]. 이로 인하여 기존의 동축케이블 전용선을

이용한 방송 송수신 시스템에서 인터넷 네트워크를 이용한 인터넷 방송기술로의 진화를 시도하고 있으며, 이에 따라 기존의 통신 영역과 방송기술 영역의 구분이 모호해 지고 있는 실정이다. 이처럼 인터넷 망을 이용한 방송 송수신 기술은 학교 환경에서의 송수신 방송시스템의 개념을 변화시키고 있으며, 이를 실제 환경에 맞게 적용하기 위한 다양한 시도가

* 광운대학교 전기공학과 전기응용연구실(hong@kw.ac.kr),
논문번호 : 08065-1001 접수일자 : 2008년 10월 1일

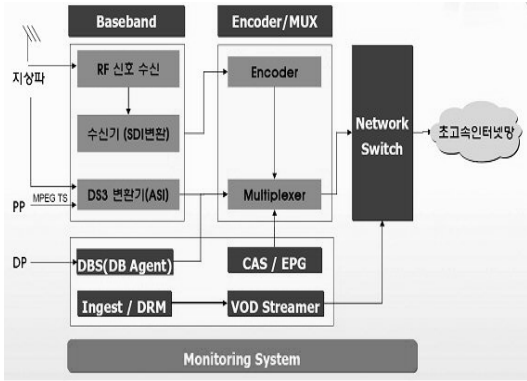


그림 1. 기존 방송시스템의 개념도

이루어지고 있는 실정이다.

또한, 기존의 아날로그 방송시스템은 방송의 품질 저하와 송수신 시스템 구성이 매우 복잡하며 고가의 장비를 사용하기 때문에 방송기술에 대한 전문적인 지식을 갖지 않으면 운용하기 매우 어려운 실정이다. 또한, 설치에 있어서 전용선을 사용하기 때문에 시공의 불편함이 존재한다. 최근에 영상을 중심으로 여러 형태의 정보를 결합하여 저장하거나 전송하는 시스템이 개발되고 있으며, 방송과 가전분야에 한정되었던 영상과 음성 통신 및 컴퓨터와 결합하여 새로운 미디어로 탄생시킨 멀티미디어 PC, HDTV, DVD 등의 형태로 선보이고 있다. 이러한 기술은 방송압축 기술인 MPEG-4, H.264 등의 멀티미디어 표준과 접목을 통하여 기존의 운영체제에서 기본적으로 제공되는 기능으로 사용할 수 있는 환경이 제안되고 있다[3]~[4][8]. 본 논문에서는 최근 보여지고 있는 디지털 방송을 학교 환경에 효율적으로 적용할 수 있는 모델을 제시하고, 실제 구현하여 기존의 동축케이블 방식의 방송모델과 대비 비교하고자 한다. 이를 위하여 기존의 아날로그 동축케이블 방식에서 구현할 수 없었던 양방향 통신을 이용한 디지털 미디어 시스템을 구현한다[5]~[7]. 특히 네트워크와 연결하여 다양한 미디어 콘텐츠를들 사용자에게 제공할 수 있는 방송시스템 모델을 제안하고, 학교 환경에 적합한 통합방송시스템을 제시하여 학내 전산망과의 연계를 통한 학내 DB화의 방안을 제안한다.

II. 관련이론

2.1 인터넷 방송시스템

기존의 방송시스템은 동축 케이블 또는 광케이블의 전용선을 이용하여 원하는 콘텐츠를 전송하는 방식을 취한다. 이는 기존의 케이블 방송등과 같이

200~300개 이상의 영상 및 음성채널을 사용자(End-User)에게 보내주는 방송시스템을 의미한다. 이러한 기존방송 시스템은 많은 채널의 데이터를 아래의 그림과 같이 사용자에게 동시에 전송하기 때문에 단순한 송신의 개념만 존재하며, 양방향 제어가 불가능하다. 즉, 공중파와 유사하게 동시간대에 불특정 다수에 대하여 콘텐츠를 제공함으로써 사용자가 채널을 선택할 수 있는 방법이 존재하지 않았다. 반면에 디지털 방송으로의 급격한 변화추세에 맞추어 발전한 인터넷 방송은 사용자와 서비스 제공자 간의 양방향 통신을 통한 상호 작용이 가능하며, 디지털 고품질 영상의 송신과 수신이 가능하다. 또한 동축케이블이 아닌 인터넷망을 사용하기 때문에 다른 전산망과의 연계를 통한 서비스 제공이 가능해진다.

2.2 콘텐츠 전송을 위한 인터넷 프로토콜

네트워크를 이용한 데이터의 전송방식은 서버와 클라이언트의 연결방법에 따라 크게 세 가지로 나누어진다, 첫째, 1:1 연결방식인 유니캐스트(uni-cast) 방식과 둘째, 1:n 및 n:n 연결방식인 멀티캐스트(multicast) 방식이 있다. 브로드캐스트 방식은 일반적으로 멀티캐스트 방식의 특별한 형식이다. 멀티캐스트 방식에서는 브로드캐스트와 멀티캐스트로 구분되어진다. 두 가지 방법 모두 네트워크에 데이터를 전송하여 사용자가 이용하게끔 하는 방식이다. 브로드캐스팅 방식의 경우 같은 네트워크에 있는 모든 사용자의 단말기까지 데이터가 전달된다. 즉 사용자부와 상관없이 그 데이터는 가능한 말단까지 전송되어 사라지게 된다. 이는 전체 네트워크에 과부하의 문제점을 발생시킨다. 이와는 반대로 멀티캐스트 방식의 경우는 평상시에는 상단의 네트워크 장비까지만 전송되고 하단의 사용자까지는 전달되지 않는다. 이때 사용자의 요구가 있을 시에 사용자에게 데이터를 전송한다. 이는 네트워크의 효율성을 극대화하기 위한 방법이다. 단, 멀티캐스팅 방식을 지원하기 위하여서는 모든 네트워크가 멀티캐스팅 방식을 지원하는 하드웨어로 이루어져야 한다.

기존의 학교 환경에서는 브로드캐스트 방식을 사용하였다. 이는 양방향 통신을 통한 원격제어가 불가능하며, 사용자에게 일방적으로 송신하기 때문에, 학교의 환경조건에서 볼 때, 보내줄 수 있는 채널수가 10개미만으로 매우 한정적이므로 사용자가 원하는 콘텐츠를 보내는데 브로드캐스팅 방식으로 전송하는 것은 매우 불합리하다.

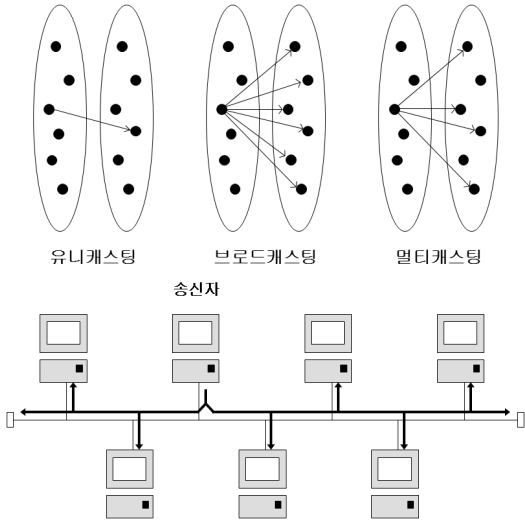


그림 2. 네트워크 전송방식 개념도
(상: 전송방식의 개념, 하: 브로드캐스팅 방식)

유니캐스팅 방식은 사용자가 요구한 데이터는 지정한 사용자에게만 전달하는 방식이다. 사용자는 데이터에 대한 권한을 모두 가지고 있다. 사용자의 입장에서는 매우 바람직하고 사용하기 편리한 방식이다. 그러나 서비스하는 입장에서는 많은 투자 장비와 비용이 필요한 방식이다.

브로드캐스팅 방식은 송신자가 데이터 복사본을 여러 개 보내는 것이 아닌 오직 하나의 데이터만을 보내는 것이므로 다수의 수신자에게 효율적인 데이터를 보낼 수 있다. IP를 이용한 네트워크 환경에서 브로드캐스팅 메시지를 보내면 송신자가 보내는 메시지는 모든 수신자에게 전달되고 수신자는 이 메시지가 브로드캐스트 주소로 보낸 것임을 알고 읽어 드린다. 멀티캐스팅 방식을 사용하면 하나 또는 여러 네트워크에 속한 선별된 개체끼리 통신할 수 있다. 브로드캐스팅과 마찬가지로 멀티캐스팅을 하려면 예약된 IP 주소를 사용해야하며, 이를 이용하여 특정 그룹을 지정할 수 있다. 이러한 멀티캐스팅의 특징은 그룹가입과 탈퇴가 자유롭고, 그룹 구성원 모두가 평등하다. 멀티캐스트 데이터를 받으려면 반드시 그룹에 가입해야 한다. 멀티캐스트 데이터를 보내기 위해 그룹에 가입할 필요가 없다.

제한적인 다채널 방송시스템을 이용한 미디어 방송 네트워크를 구현하기 위하여 멀티캐스트 방식의 구현이 합리적인 방식이며, 이는 전송데이터에 관심을 갖는 수신자에게 동일한 트래픽을 복사하여 여러 지점으로 전송대역폭을 절감하고 모든 멀티 캐스팅에 참여한 라우터 및 피어링(peering)관계

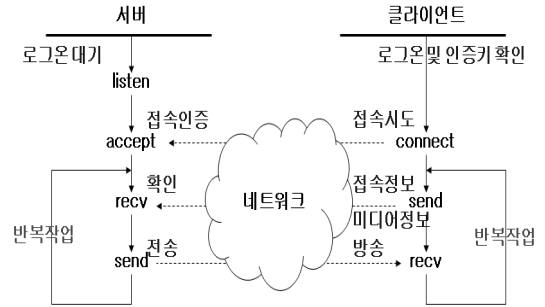


그림 3. 네트워크 연결 개념도

를 자동으로 찾아내며, 자원의 물리, 논리 동작 상태를 감시하여 네트워크 장치 및 인터페이스 상태 CPU 부하, 메모리 사용률을 실시간 감시할 수 있다. 이러한 멀티캐스트 방식은 그림과 같이 서버와 클라이언트간에 접속 및 인증, 데이터 전송의 순차적인 반복작업을 통하여 데이터를 송수신할 수 있는 구조를 가진다. 이는 기존의 브로드캐스트 방식에 비하여 네트워크 부하를 최소화 할 수 있는 장점을 가진다.

2.3 임베디드 시스템과 운영체제

최근 PC 제조기술의 발전을 통하여 기존 범용 PC의 기능과 특정한 동작만을 수행하는 DSP 기능이 포함된 임베디드 시스템이 개발되고 있다. 특히, 영상 및 음성 송수신을 위한 미디어 디코딩 시스템의 경우 기존의 PC보다는 단순한 역할을 반복 수행하게 되며, 다량의 디코더 공급을 필요로 하기 때문에 비용의 부담이 발생할 수 있다. 따라서 근래의 임베디드 시스템은 기존의 범용CPU를 사용하는 경우 운영체제의 역할이 매우 크기 때문에 특정한 동작만을 수행하는 산업용 단말기 등에서는 포함된 리소스를 사용하지 않는 비효율적인 면이 발생한다. 또한, 기존의 윈도우 기반의 운영체제는 다양한 인터페이스를 제공할 수 있도록 설계되어 있기 때문에 CPU가 많은 리소스를 점유할 수밖에 없다. 임베디드 시스템은 이러한 리소스 중에서 일부만을 사용하며, 빠른 실시간 반응속도를 요구하므로 이를 위한 운영체제가 필요하다. 이러한 관점에서 기존의 운영체제 이외의 임베디드 시스템에 적합한 운영체제가 개발되었다. 이들은 크게 두 가지 주류를 이루고 있는데 윈도우즈 기반의 Windows CE와 리눅스가 대표적인 운영체제이다. 이중 Windows CE는 마이크로소프트의 임베디드 운영체제이다. 이러한 임베디드 환경에 적합한 운영체제는 스케줄링 기능이 포함되어

있어서 Windows라는 명칭과 같이 PC용 Windows를 수정하여 임베디드 시스템에 맞지 않는 WIN32 API를 수정 및 삭제하고 필요한 것은 추가하여 임베디드 시스템에 맞도록 만든 운영체제인 것이다. 이는 기존의 임베디드 리눅스 기반의 운영체제보다는 운영체제의 크기가 크지만 다양한 그래픽 환경을 제공하기 때문에 영상 및 음성, 화면 등의 출력 과정에서 다양한 API를 사용함으로써 속도의 향상 및 고화질을 제공할 수 있다. 또한 개발환경이 독특하여 일반적인 운영체제의 경우 설치 프로그램을 사용하지만 이는 플랫폼 빌더라는 개발도구를 사용하여 구현하고자 하는 CPU의 종류에 따라 다양한 구성요소를 선택적으로 설치할 수 있다

III. IP-TV 개념을 이용한 방송시스템의 설계

인터넷 프로토콜을 이용한 방송시스템은 다음과 같이 세 가지의 요소로 나눌 수 있다. 미디어의 인코딩을 담당하는 인코딩 미디어 서버, 다채널의 미디어의 전송 흐름을 제어하기 위한 미디어 스트리밍서버, 그리고, 전송된 미디어들을 수신하여 이를 화면에 출력하기 위한 디코더 시스템 즉, IP-STB (Internet Protocol Set-Top-Box) 이다.

본 논문에서는 이러한 세가지 요소의 하드웨어와 소프트웨어를 개발하여 학교 환경에 적합한 시스템을 제안하고 이를 실제 사이트에 적용하여 운영할 수 있도록 구현하였다.

3.1 미디어 인코딩 서버 시스템의 설계

실제로 학교 환경에서 메인 콘솔에서는 10개미만의 미디어를 실시간 인코딩 하여 송신하는 구조로 되어 있다. 이를 위하여 각 미디어들을 송신하기 위한 서버시스템을 구현하였다. 특히 일반 VGA 급의 720×480의 일반화질 뿐만 아니라 1280×720 또는 1920×1080의 고화질 미디어에 대한 디지털 변환이 가능하도록 하였다. 미디어 인코딩 서버는 윈도우

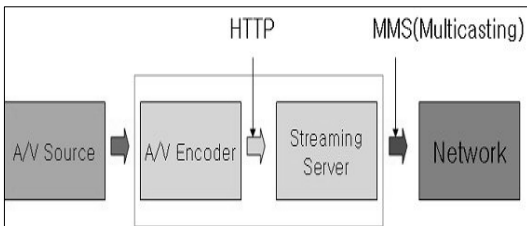


그림 4. 인코더 서버시스템의 블록도

환경에서 시스템이 동작될 수 있도록 하기 위하여 Windows XP 시스템을 채택하였고, 인코딩 프로그램은 WMV9 포맷을 사용하여 동시에 4채널이 인코딩 가능하도록 소프트웨어를 개발하였다. 특히 구현한 시스템은 여러 채널의 미디어를 실시간으로 전송할 수 있어야 하므로 인코딩을 위한 하드웨어는 64bit PCI 버스와 PCI Express 버스를 각 2개씩 사용하여 시분할 전송이 가능하도록 사용할 수 있도록 하드웨어를 설계하였다. 특히 CPU 점유율에 따른 인코딩 미디어 서버의 능력은 다중채널 방송을 결정하는데 매우 중요한 요소이므로 이를 위한 CPU 점유율과 미디어 화질과 인코딩 채널의 상관관계를 측정하고 이에 따라 총 8개의 인코딩 채널을 가질 수 있도록 구현하였다. 이를 위하여 각 인코딩 미디어 서버는 각각 4개의 인코딩 채널을 실시간 인코딩 할 수 있도록 하고, HD 고화질 급 1채널, VGA 일반화질 급 2채널 그리고 음성 데이터 인코딩을 위한 채널 2채널이 각 인코딩 미디어 서버에 포함되도록 구성하고, 총 10개 채널이 동시에 실시간 사용가능하도록 하였다. 이에 따른 CPU 점유율은 표에서 보는 바와 같이 각각 60%이하로 사용하므로 안정적으로 동작할 수 있다.

3.2 미디어 스트리밍 서버의 설계

미디어 스트리밍 서버는 크게 두 가지 기능으로

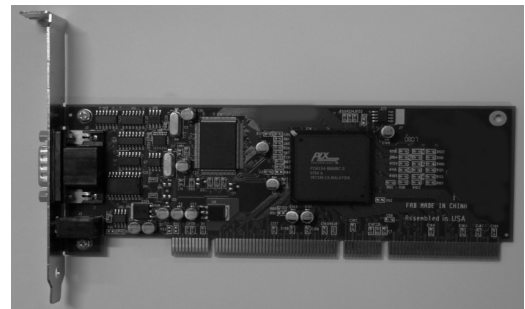


그림 5. 미디어 인코딩 채널보드의 구현 (PCI164)

표 1. 인코더 수에 따른 인코딩 미디어 서버의 CPU 점유율

인코더 갯수		CPU 점유율(Quad-CPU)	
Video Quality	개수	Zeon CPU (E5420, 2.4GHz)	Intel CPU (Q6600, 2.4GHz)
VGA 급	1개	8%	16%
	2개	20%	40%
	3개	40%	70%
HD 급	4개	70%	측정불가, 동작불가
	1개	30%	60%
	2개	65%	측정불가, 동작불가

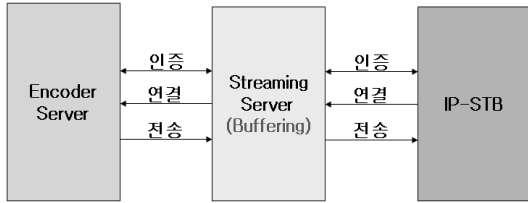


그림 6. 스트리밍 서버시스템의 블록도

나누어서 구현하였다. 첫째로, 실시간으로 미디어 인코딩 서버에서 송신되는 다채널의 데이터를 클라이언트 디코더 시스템인 IP-STB로 송신하는데 필요한 데이터 흐름을 제어하는 기능을 구현하였다. 둘째로 기존의 동축케이블 방송시스템에서 실행할 수 없었던 VOD 파일의 송신을 위한 VOD 서버의 기능을 구현하였다. 이는 윈도우 기반의 서버시스템을 구현하기 위하여 운영체제는 Windows 2008 서버를 채택하였으며, WMV9 포맷으로 통일하여 전송하도록 함으로써 인코딩 미디어서버의 인코딩 데이터와 동일성을 가지도록 하였다. Windows 2008 서버는 운영체제 내부에 기본적으로 미디어 스트리밍서비스 루틴을 포함하고 있기 때문에 구현한 소프트웨어와 운영체제가 효율적으로 결합하여 최적의 효과를 발휘할 수 있다. 특히, 고품질 영상데이터의 전송을 위해서 기가비트 이더넷 포트를 사용하여 수백 개의 클라이언트 디코더 시스템들과 연결하여 미디어 인코더 서버 전송 콘텐츠들의 각 채널별 전송제어, 네트워크상의 데이터 흐름 제어 및 버퍼링, 수백 개의 IP-STB들의 요청에 대한 우선순위 제어 등의 역할을 담당할 수 있도록 설계하고 실제 구현하였다.

구현한 시스템은 네트워크에 적용된 IP 프로토콜의 상태를 관리하며, 채널 제공받은 클라이언트에 대한 수용 가능한 네트워크 자원의 관리와 멀티캐스트 전달 트리에 의한 트래픽 정보관리 콘텐츠와 그룹 정보 관리를 수행할 수 있다.

3.3 클라이언트 디코딩 시스템의 설계

클라이언트 디코딩 시스템은 IP-STB의 실시간 디코딩 기능을 최적화하기 위하여 Sigma Design 사의 SMP8634 임베디드 CPU를 사용하여 구현하였다. 채택한 CPU에는 네트워크 기능이 내장되어 있어서 IP를 이용한 셋톱박스의 구현이 용이하며, 내부적으로 MPEG-4 및 H.264 영상 데이터 코덱을 지원하기 때문에 고품질의 영상을 빠르게 수신하여 출력할 수 있다. 특히, 다채널의 미디어 스트리밍 서버에서 전송되는 인코딩데이터를 선택적으로 수신할 수 있도록 구현하였다. 이러한 클라이언트 시스템은 윈도

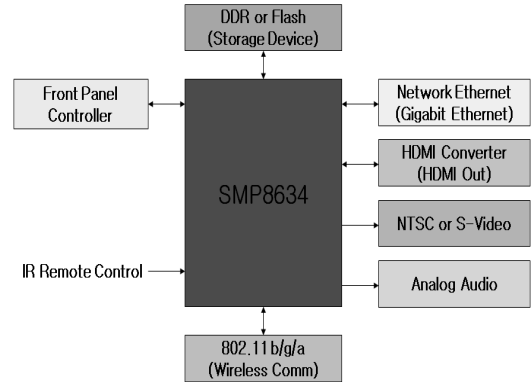


그림 7. 클라이언트 디코더 시스템의 블록도

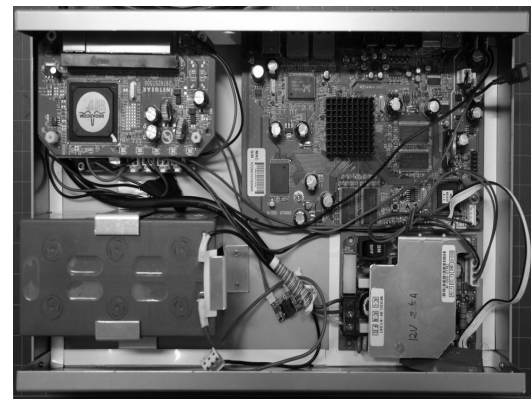


그림 8. 클라이언트 디코더 시스템의 실제 구현모습

우 환경에서 구현하여 사용자가 다양한 그래픽 환경을 지원받을 수 있도록 하였으며, 영상데이터의 플레이를 위하여 DirectX와 연동하여 Media player가 빠른 속도로 영상을 출력할 수 있도록 하였다.

또한, 임베디드 시스템의 운영체제는 앞에서 언급한 바와 같이 Windows CE 5.0을 포팅하였고, USB 외부 저장매체 및 S-Video, HDMI등의 다양한 외부 디바이스를 사용할 수 있도록 디바이스 드라이버를 포함하여 일반 화질 및 고품질 영상 및 음성 데이터의 출력이 가능하도록 구현하였다. 또한 학교라는 특수한 환경에 맞도록 비상시 전원의 인가 없이 사용할 수 있도록 내부 배터리를 장착하여 응급 상황에서도 배터리에 의하여 동작할 수 있도록 회로를 구현하였다.

일반적으로 영상데이터의 송수신은 멀티캐스트 방식에 이용하지만 추가적으로, 유니캐스트 방식을 이용하여 각 클라이언트간의 초기 접속시 발생하는 인증기능 및 리모트 제어를 위한 프로토콜의 구현

이 가능하다.

IV. 학교 통합방송시스템의 구현

미디어 인코딩 서버, 스트리밍 서버 및 IP-STB를 이용한 학교 통합방송 시스템은 학교 내의 IP 네트워크망을 이용하여 다양한 멀티미디어 데이터를 제공하며, 학내 전산망을 통합 관리할 수 있는 시스템을 구현하였다. 사용자는 미디어 인코더 서버 시스템에 로그인하고, 콘텐츠를 송신하면, 각 학급에서는 클라이언트 디코딩 시스템인 IP-STB에 존재하는 USB 인증키를 이용하여 미디어 스트리밍 서버에 접속을 시도한다.

이때, 미디어 스트리밍 서버에서 접속을 인증하고, 채널 할당이 이루어지면 미디어 스트리밍 서버는 멀티캐스팅을 통하여 10채널의 미디어 인코딩 서버의 콘텐츠를 네트워크를 통하여 전송하게 된다. 이때, IP-STB에서 인증 받은 사용자는 채널 선택하여 다

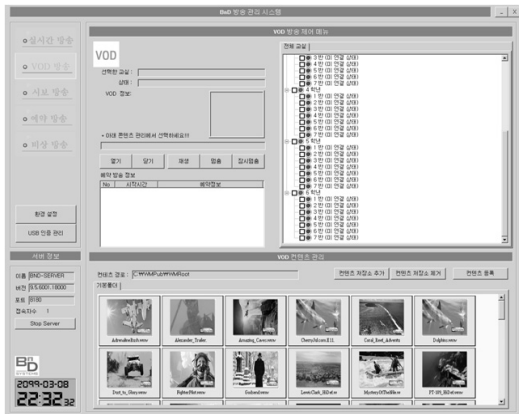


그림 9. 미디어 스트리밍서버의 구현



그림 10. 클라이언트 디코더 시스템의 실제구현모습

양한 채널 데이터를 수신을 받아 재생한다. 사용자는 클라이언트 로그아웃하고, 스트리밍 서버 접속을 중단하고 서버에 로그아웃함으로써 통합방송시스템의 운용이 멈추어지게 된다.

또한 학교 내부의 전산망을 통하여 각 학급에 설치된 건강 체크용 악력계를 통하여 학생들의 시간의 흐름에 따른 신체 발달 상황을 체크하여 이를 DB에 저장할 수 있도록 구현하였다. 그림은 이러한 실제 응용 사례를 보여주고 있다.

V. 결론

본 논문에서는 학교 통합방송이라는 특정 환경에 적합한 디지털 방송 시스템을 구현하였다. 네트워크 전송 프로토콜을 이용한 다양한 미디어에 대하여 실시간 방송과 VOD(Video-on-Demand)를 이용한 방송이 동시에 가능하도록 구현하였다.

구현한 시스템은 크게 미디어 인코딩 서버, 미디어 스트리밍 서버, 그리고 IP-STB인 클라이언트 디코딩 시스템으로 이루어져 있다. 이들은 사용자가 그래픽 환경에서 운용할 수 있도록 윈도우 환경에서 사용가능한 하드웨어 및 소프트웨어를 구현하였다.

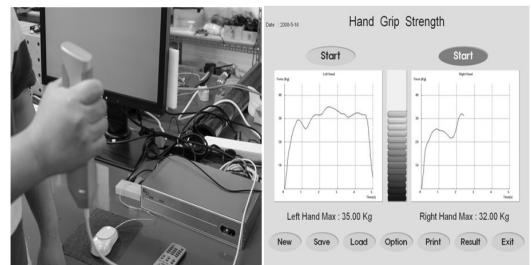


그림 11. 클라이언트 시스템의 응용사례

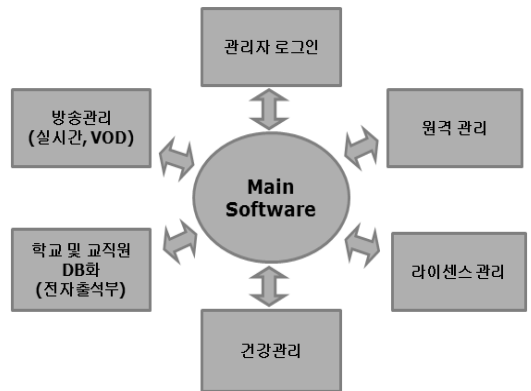


그림 12. 학교 통합방송시스템의 구현

구현한 통합방송시스템은 기존의 동축케이블 방식과는 다르게 초고속 이더넷 망을 이용하여 1920×1080 까지 가능한 고화질 방송시스템이 가능하도록 구현하였다. 이러한 새로운 개념의 통합방송시스템은 학내 전산망과 연동함으로써 다양한 콘텐츠를 송수신하고, 다양한 응용분야를 지원함으로써 다양하게 적용 가능할 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

[1] 김주희, 김기봉, 김기웅, “네트워크 관점의 Multicast 기반 IP-TV 서비스 관리방법”, *KNOM Review*, Vol.9, No.1, pp.44-51, June, 2006.

[2] 고순주, 박영준, “The Delayed Regulatory Response to Digital Convergence : the Case of Korean IPTV”, *ITS Europe 2007 Conference Paper*, 1-12, 2007.

[3] Sachin G.Deshpande, Jenq-Neng Hwang, “A Real-Time Interactive Virtual Classroom Multimedia Distance Learning System,” *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol.3, No.4, pp.432-444, December, 2001.

[4] Dikran Me4liksetian, Frank Feng-Kuo Yu, “Methodologies for Designing Video Servers,” *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol.2, No. 1, pp.62-69, 2000.

[5] 이동훈, 노대영, “웨이블릿 코텍을 이용한 원격 무선감시시스템 하드웨어 개발,” *한국화상학회지*, 제9권, 제1호, 2003.

[6] (주)휴인스 기술연구소, 유비쿼터스 무선센서 네트워크 구조 및 응용, *홍릉과학출판사*, 2006.

[7] 구자혁, 인터넷방송 따라하기, *정보게이트*, 2002.

[8] Lain E.G. Richardson, H.264 and MPEG-4, WILEY, 2003.

신 현 택 (Hyun-teak Shin)

정회원



1993년 2월 광운대학교 전기 공학과 석사
 1998년 3월~2001년 2월 국제 대학 전기과 겸임교수
 2001년 3월~현재 광운대학교 전기공학과 박사과정
 1984년 9월~현재 경기도 수원시

교육청 팀장

현재 : 대한전기학회, 한국안전학회 정회원

<관심분야> 전기재료공학, 광응용공학, 통신공학

홍 진 웅 (Jin-woong Hong)

정회원



1982년 2월 한양대학교 전기공학과 졸업
 1984년 2월 광운대학교 전기공학과 석사
 1987년 8월 광운대학교 전기공학과 공학박사
 2003년 2월~2005년 1월 광운대

학교 정보과학교육원 원장

1989년 3월~현재 광운대학교 전기공학과 교수

현재 대한전기학회, 한국안전학회 정회원

<관심분야> 전기재료, 전기응용공학