

홈 네트워크에서 다중 멀티미디어 스트리밍 서비스를 위한 실시간 트랜스 코딩, 연결 관리 및 대역폭 자원 관리 미들웨어 설계

정기훈 | 이동규 | 이명진 | 강순주
경북대학교

요 약

최근의 홈 네트워크 산업에서는 다양한 형태의 멀티미디어 스트리밍 서비스에 대한 관심이 높아지고 고객들의 요구도 증대되고 있다. 이에 본 연구진은 가정 내 멀티미디어 스트리밍 서비스에 특화된 룸브리지(Room Bridge) 레지덴셜 게이트웨이 하드웨어 플랫폼과 이를 기반으로 한 이더넷의 MPEG4 스트림과 IEEE1394의 DV 스트림 간의 실시간 트랜스 코딩 스트리밍 서비스, 다중 스트리밍 서비스를 운용하기 위한 연결 및 자원관리 통합 미들웨어를 고안하였다. 본 논문에서는 이 솔루션의 하드웨어 및 소프트웨어의 구현 상황을 소개하고자 한다.

1. 서 론

현재의 홈 네트워크 산업은 그 비전은 밝지만 진보적인 기술을 도입하여 전반적으로 적용하기는 쉽지 않다. 누구나 광의적인 차원에서 홈 네트워크의 목표와 필요성에는 동의하지만, 그 용도 및 구현방법에 대해서는 서로 다른 생각을 가지고 있기 때문이다. 가전, 건축, 통신, IT 분야를 주축으로 한 관련 산업체 및 이익 집단들이 헤게모니를 쥐기 위해 경쟁적으로 기술 개발을 하고 있으나, 전체 참여 주체들이 인정할 삶의 질을 획기적으로 향상시킬 수 있는 홈 네트워크 통합 솔루션은 아직 요원하며, 이러한 솔루션의 부재가 전체 홈 네트워크 시장의 발전을 저해하는 원인으로 작용한

다고 판단된다.

오랜 시간에 걸쳐 발전해 온 홈 네트워크 서비스는 크게 세가지 분야로 나뉘볼 수 있는데, 인터넷과 연동을 위한 IP 기반 네트워크, 가전을 제어하기 위한 홈 오토메이션, 멀티미디어 전송을 위한 A/V 네트워크로 구분한다. 이 중 WAN 네트워크 분야는 IP 프로토콜과 이더넷을 중심으로 많은 킬러 애플리케이션과 장비들이 이미 일반화되어 있는 상태이다. 홈 오토메이션 분야는 이더넷이 확산되기 전부터 연구가 지속되어 왔으며, 인텔리전트 빌딩의 관리 서비스에서부터 파생된 다양한 응용 서비스들이 전력선 등의 유선 인터페이스나 지그비(Zigbee)와 같은 무선 인터페이스를 통해 다양한 형태로 구현이 되고 있는 실정이다. 그러나 A/V 네트워크 분야는 앞의 두 분야에 비해 상대적으로 발전이 더딘데, 그 이유로 기술적 복잡도가 앞의 두 서비스에 비해 높으며, Best-effort 프로토콜인 이더넷 기반의 IP 네트워크를 기준으로 한 연구 및 개발로 그 기술적 한계에 봉착한 면이 있다고 판단된다. 그럼에도 A/V 네트워크는 향후 홈 네트워크 시장의 가장 중요한 서비스가 될 것이며, 이를 위해서는 다양한 가전 제품들 간의 원활한 스트리밍 데이터 전송을 위한 기술이 매우 중요하다. 최근에는 A/V 출력 장치와 콘텐츠를 재생, 저장하는 장치들이 분열되고 다양화되어 가면서, 일대일 인터페이스를 이용한 장치 간의 연결은 복잡해져 가고 있다. 이에 따라 A/V 콘텐츠 저장장치와 출력장치 간에 네트워크 연동 서비스를 제공할 필요성이 지속적으로 부각되고 있고, 특히 이기종 네트워크 상의 A/V 장치 간에 빠른 응답성(QoS)을 유지하면서 고품질 전송이 가능한 스트리밍 서비스 관련 연구가 필요해지고 있다.

본 연구팀은 오래 전부터 가정 내 A/V 스트리밍 환경을 고려해 고화질 다채널 A/V 스트리밍 서비스에 최적화된 IEEE1394ⁱⁱⁱ 네트워크를 기반으로 다양한 스트리밍 응용 서비스들에 대한 연구를 진행해왔다. 다양한 형태의 전송 방식을 모두 지원할 수 있는 IEEE1394를 백본 네트워크로 활용하고 다른 이기종 네트워크와 스트리밍 연동 서비스가 가능한 롬브릿지 하드웨어를 개발하였고ⁱⁱⁱ, 이더넷의 MPEG4 영상과 캠코더의 DV 영상 간에 트랜스 코딩 및 스트리밍 서비스를 지원할 수 있는 하드웨어와 소프트웨어를 구현했다^{iv}. 또한, 스트리밍 전송에 특화된 IEEE1394의 동시성 전송 자원과 고화질 스트리밍 서비스들의 상황을 실시간 모니터링하고^v, 수집한 정보를 기반으로 대역폭 관리 및 스트리밍 서비스 간의 스케줄링이 가능한 다중 스트리밍 서비스 관리 미들웨어의 기본 구조를 고안하였다^{vi}. 본 논문에서는 이러한 연구 내용들을 간략하게 소개하여, 홈 네트워크에서의 다중 스트리밍 서비스의 필요성을 알리고자 한다.

II. 다중 스트리밍을 지원하는 백본 홈 네트워크의 구축

1. 스트리밍 서비스를 위한 백본 네트워크 설계 요건

가정 내에서 다중 스트리밍 서비스를 원활하게 운영하기 위해서는 우선 그에 합당한 하드웨어 환경이 갖추어져야 한다. 다중 스트리밍 서비스에 필요한 요소로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 고대역폭

고화질 다중 스트리밍 서비스 환경에서는 복수개의 장치에서 동시다발적으로 일대일 또는 일대다 관계로 고화질의 멀티미디어 데이터를 송수신하게 되므로 필수적으로 안정적으로 고대역폭을 지원할 수 있어야 한다.

- 분산형 네트워크

다수의 장치 간에 동시다발적으로 발생하는 전송 트래픽을 처리하기 위해서는 네트워크를 하나의 마스터가 운영하는 형태로 구성해서는 곤란하다. 네트워크에 참여하는 모

든 장치들이 동등한 권리를 가지는 분산형 네트워크여야 동시다발적인 다중 스트리밍 서비스가 가능하다.

- 자원의 감시 및 제어가 가능한 프로토콜

멀티미디어 스트리밍 서비스는 연속성이 무엇보다 중요한 요소 중 하나다. 하나의 멀티미디어 스트리밍 서비스가 지속되는 시간은 수분에서 수시간으로 사용자의 필요에 따라 가변적이다. 그러나 대역폭은 언제나 유한하므로 가정 내 다중 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서는 제한된 자원을 감시하고 제어할 수 있는 솔루션이 필요하다. 그리고 자원을 감시, 제어하기 위해서는 전송 프로토콜부터 자원 관리 개념이 있어야 상대적으로 유리하다.

- 이기종 스트리밍 프로토콜 또는 이기종 스트리밍 콘텐츠 간의 상호 연동

마지막으로 이기종 프로토콜 네트워크로 연결된 장치 간의 상호 연동 스트리밍 및 이기종 스트리밍 포맷을 지원하는 장치간 상호연동을 고려가 필요하다. 프로토콜 특성과 대역폭에서 차이가 큰 이기종 네트워크 간에 스트리밍 서비스를 위해서는 고성능의 게이트웨이 서비스가 필요하게 된다.

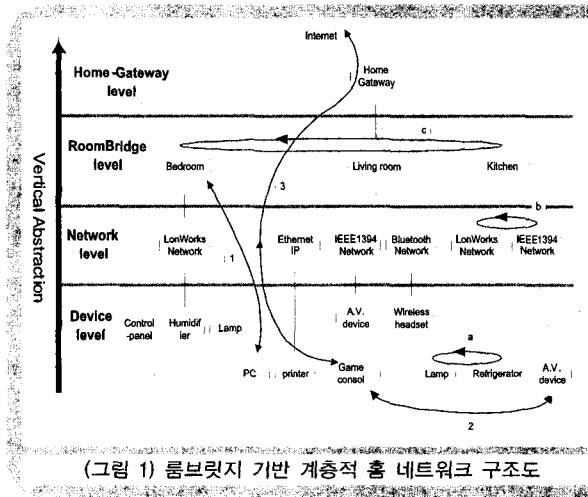
위 사항 중 마지막의 이기종 네트워크에 대한 고려 사항은 물리 네트워크 보다는 게이트웨이 장비에서 고려해야 하는 사항이다. 그 외의 요소에 대하여, 현재 모든 요구 조건을 충족하는 물리 네트워크는 IEEE1394가 유일하다^{viii}. 고대역폭을 지원하고 분산형 네트워크이며, 동시성 전송 모드^{viii}를 제공해 스트리밍 자원의 감시와 제어가 용이하다. 무선 네트워크의 경우 아직 유선만큼 안정적으로 고대역폭을 지원하면서 동시에 분산 네트워크를 지원하는 솔루션이 없다. 유선에서도 가장 경쟁력을 갖춘 이더넷에서는 동시성 전송과 같은 스트리밍 자원 관리에 유리한 프로토콜이 없다. 이더넷 기반의 홈 네트워크^{ix}는 그 프로토콜의 한계로 인하여 향후 발생할 수 있는 다양한 형태의 실시간 스트리밍 서비스에 원만한 QoS를 보장하기에는 역부족이다. 최근 세계적으로 가장 활발한 홈 네트워크 표준화 단체인 HANA^x에서도 이러한 문제점에 대해 지속적으로 언급하고 있다. IEEE1394는 고대역폭을 지원하는 대신 유효거리가 짧은 약점이 있다고 하나 광 케이블을 쓸 경우는 가정 내에선 사실

상 거리 제약이 없어진다. 설치가 불편하고 비용이 많이 드는 것은 유선의 공통적인 문제이므로, 결국 다양한 전송속도와 방식을 제공하는 IEEE1394가 이더넷보다 스트리밍 서비스에서 우위를 가지고 있는 것이다.

가정 내의 백본 네트워크라는 것은 모든 네트워크 스트림이 거치는 중심 네트워크라는 의미이다. 일반적으로 전송미디어인 케이블은 장치 연결용 인터페이스만 교환하면 대부분의 물리 네트워크에서 재사용이 가능하다. 따라서 백본 네트워크가 무엇인가라는 것은 이기종 네트워크 간의 트랜잭션을 관리하는 게이트웨이가 어떤 네트워크를 백본으로 사용하는가에 달려있게 된다.

2. 룸브리지 기반 계층적 홈 네트워크 구성의 개요

본 연구진은 앞 절에서 설명한 홈 네트워크 백본 요구 사항을 바탕으로 하여, 그림 1과 같은 계층적 홈 네트워크 관리 구조를 고안했다^[xi]. 제안하는 계층적 관리 구조는 홈 네트워크 환경을 트리 구조의 개념적인 형태로 표현한다. 따라서, 가정은 논리적으로 하부 네트워크 (예: IEEE1394, LonTalk)를 가지는 몇 개의 방(예: 거실, 침실, 주방 등)단위로 구분되며, 모든 가전기기들은 상위의 노드인 네트워크 계층에 그룹으로 묶인다.



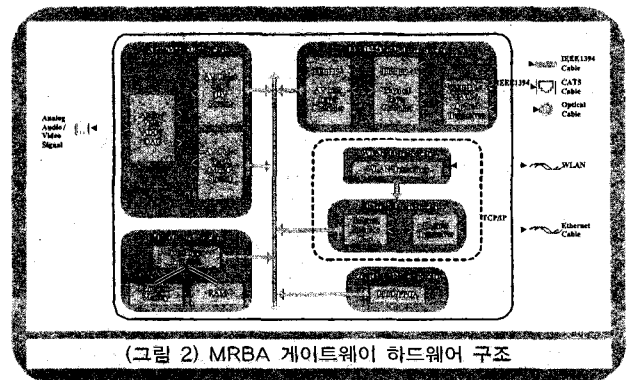
이러한 계층적 관리 구조는 수평적인 관계뿐만 아니라 수직적인 관계를 가지고 있다. 수평적인 관계(그림 1의 ①, ⑤, ⑥)는 같은 계층에 있는 객체를 의미하며, 서로간의 상호 운

용에 있어 다른 계층을 이용하지 않고 직접적인 통신이 가능한 관계를 의미한다. 동일한 네트워크 프로토콜을 사용하는 디바이스들은 상위의 네트워크 계층을 통하지 않고 상호 정보를 주고 받으며(그림 1의 ④), 네트워크 계층과 방 계층에서도 상위 계층의 영향 없이 상호 통신이 가능하다(그림 1의 ⑥, ⑦, ⑧). 수직적인 관계(그림 1의 ①, ②, ③)는 다른 계층에 있는 노드들과의 상호 운용을 의미한다. 예를 들어 위치에 관계없이 디바이스 간에 통신(그림 1의 ②)을 하거나, 다른 계층 간에 통신(그림 1의 ①)을 하거나 인터넷을 통한 디바이스의 제어가 가능하다(그림 1의 ③).

제안한 구조에서, 상위 계층의 객체는 하위 계층의 객체들을 추상화하며, 같은 계층에 있는 각 객체들은 상호 독립적으로 동작한다. 제안한 구조는 네트워크 구성과 동작의 복잡성을 줄이고 그룹 단위의 제어를 가능하게 한다. 또한, 다른 서브넷에 있는 객체에 영향을 주지 않으면서 하나의 객체를 추가하거나 제거하는 것을 용이하게 한다. 그림 1에서 방 계층의 노드들을 룸브리지라고 하며 하부 네트워크의 상호연결, 라우팅, 네이밍, 메시징과 같은 다양한 기능을 지원한다.

3. MRBA 게이트웨이 플랫폼

본 연구팀에서는 IEEE1394와 이더넷을 백본 네트워크로 사용할 수 있는 MRBA (Multimedia RoomBridge Adapter) 하드웨어를 개발하고 관련 펌웨어를 지속적으로 개발하고 있다^[xiii]. 이 MRBA 하드웨어는 특히 이기종 네트워크 간(이더넷 MPEG4 영상과 IEEE1394 DV 영상)의 스트리밍 서비스를 지원할 수 있도록 고안되었으며, IEEE1394를 백본 네트워크로 할 경우 스트리밍 서비스의 관리 또한 가능하다. (그



림 2)는 본 연구진이 개발한 MRBA 하드웨어의 간단한 블록도이다. MRBA는 주 컨트롤러와 프로그래머블 로직, AV 코덱과 IEEE1394, 이더넷, 무선 LAN 인터페이스를 갖추고 있다.

메인 컨트롤러는 저전력 고성능의 프로세서와 메모리로 구성되어 저장된 제어 소프트웨어에 따라 트랜스 코딩과 스트리밍 처리 작업을 제어한다. 프로그래머블 로직은 CPLD 나 FPGA로 구성되어 하드웨어에서 기본적으로 지원하지 못하는 외장 장치의 프로토콜과 인터페이스를 프로그램 수정을 통해 지원할 수 있는 자원을 제공한다. 중요하거나 자주 변경되는 장치 정보도 이 로직에서 하드웨어적으로 저장 및 관리하도록 만들어 소프트웨어의 부하를 줄여줄 수도 있다. IEEE1394 인터페이스 하드웨어는 A/V 링크 계층과 물리 전송 계층을 가진다. A/V 링크 계층은 A/V 스트림 데이터 포트와 멀티미디어 서비스를 위한 기본 기능들을 하드웨어적으로 제공한다. 또한 멀티미디어 전송 시에 콘텐츠를 보호를 위한 기능도 필요에 따라 지원할 수 있도록 준비되어 있다. 물리 계층은 기존의 IEEE1394 케이블뿐만 아니라, CAT 5나 광 케이블도 사용할 수 있다. CAT 5나 광 케이블로는 100m 이상의 거리도 연결할 수 있어, 가정 내 백본 네트워크로 활용하는데 문제없다. A/V 코덱은 ADC/DAC와 A/V 코덱부로 구성되어 아날로그/디지털 변환과 압축/복원 작업을 담당한다. 만약 외부 A/V multiplexer를 사용하면, 이 부분이 다수의 아날로그 장치와 통신을 관장하며, 아날로그 TV와 같은 A/V 장치와의 연결도 가능하다. 그림 2의 A/V코덱 part 1은 아날로그 A/V 데이터를 디지털 DV 포맷 스트림으로 변환할 수 있다. A/V코덱 part 2는 raw A/V 데이터를 MPEG4 스트림으로 변환할 수 있다. DV포맷은 고대역폭을 필요로 하므로 IEEE1394로 전송하기 적합하고, MPEG4는

상대적으로 저대역폭이므로 이더넷 환경에 적합하다. 간단한 추가 하드웨어 구성을 통해 두 코덱 간의 트랜스 코딩이 실시간으로 가능하다.

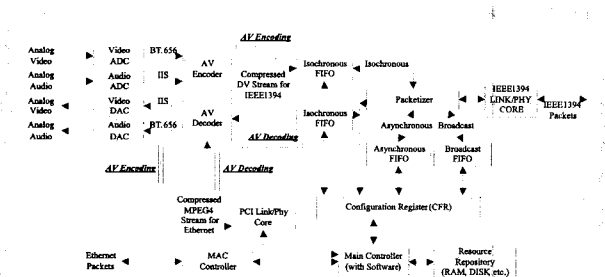
(그림 3)는 IEEE1394기반 DV코덱과 이더넷 기반 MPEG4 코덱 간의 스트림 트랜스 코딩을 위한 하드웨어의 블록도이다. 아날로그 A/V장치를 지원하기 위해 A/V엔코딩 전에 ADC를 통해 아날로그 A/V신호를 디지털로 변환한 후, A/V 엔코더가 디지털화된 정보를 DV나 MPEG4로 압축한다. 압축된 A/V 데이터는 IEEE1394나 이더넷으로 전송하기 위한 패킷 변환 작업을 거치게 된다. IEEE1394 기반 DV 포맷으로 변환하는 경우에는 압축된 영상 스트림은 IEEE1394의 동시성 채널로 전송되게 된다. 유사하게 A/V 디코딩의 경우 IEEE1394의 동시성 채널 데이터를 아날로그 A/V로 변환하여 다른 인터페이스로 내어주는 작업을 처리할 수 있다.

〈표 1〉 디바이스 드라이버와 미들웨어에서 2KB 이벤트 데이터를 전송하는데 소요된 Round-trip time

	Device Driver		Middleware Layer	
	Average	Deviation	Average	Deviation
TCP/IP (Ethernet)	1504us	0.89us	2273us	268.87us
IEEE1394	582us	0.76us	1227us	212.99us

〈표 1〉은 새 장치를 네트워크에 연결함에 따라 생성되는 2KB의 이벤트 데이터를 실은 패킷을 IEEE1394와 TCP/IP를 통해 전송했을 때, MRBA 장치의 디바이스 드라이버와 미들웨어 계층에서의 round-trip time을 비교한 결과를 보여주고 있다. IEEE1394를 통한 전송이 TCP/IP보다 빠르며, 분산도 낮아 안정적인 결과를 보여주고 있다. 새 장치의 연결 상황을 이벤트로 전달하는데 있어서 IEEE1394가 이더넷보다 빠르고 안정적인 결과를 보인 것이다.

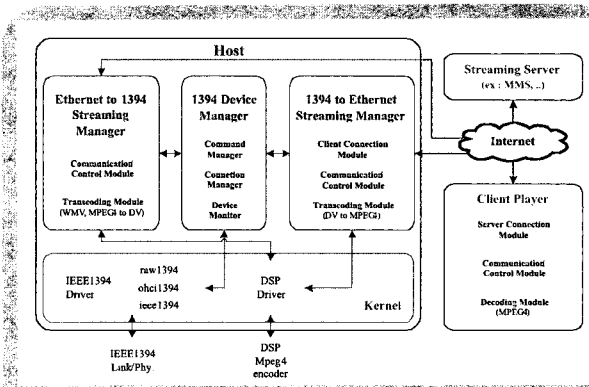
이 MRBA는 현재 보통 서적 크기 정도의 크기로 프로토타입이 제작되었으나 향후 고집적 다중 코어를 지원하는 DSP 칩을 적용하여 담뱃갑 크기로 최소화된 임베디드 시스템 형태로 제작할 예정이다. 이렇게 제작된 시스템은 가정의 독립된 공간(방, 거실 등)의 벽에 전원 콘센트와 유사한 형태로 설치되어, 룸브릿지에 각종 디바이스를 연결하면 상호 동작 가능한 네트워크를 구성할 수 있는 핵심 장비로 제안 될 것이다.



(그림 3) 스트림 트랜스 코딩을 위한 하드웨어의 블록도

III. 전송 환경을 고려한 스트림 트랜스코딩 미들웨어

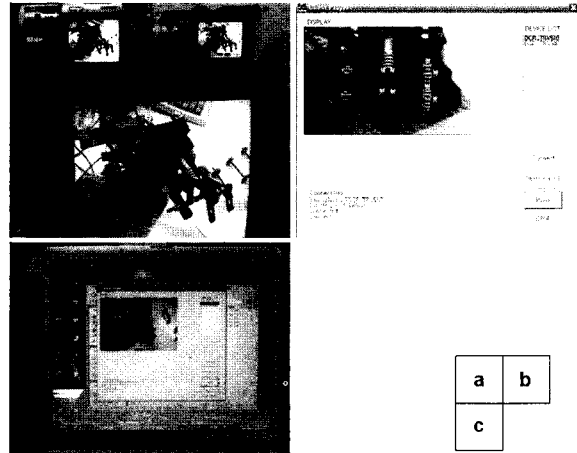
(그림 4)는 MRBA 하드웨어 상에서 트랜스코딩 스트리밍 서비스를 지원하기 위해 구현된 미들웨어 소프트웨어 구조를 보여주고 있다. 외부 인터넷과 연동되는 MRBA 노드를 홈 게이트웨이 서버라고 하고 이 서버에는 3개의 매니저와 2개의 디바이스 드라이버를 운용해 DV와 MPEG4 간의 실시간 트랜스코딩을 지원한다. 1394 to Ethernet Streaming Manager는 그림 2와 3에서 보인 하드웨어 트랜스코더를 이용해 DV에서 MPEG4로의 트랜스코딩 작업을 운용한다. 이 매니저는 IEEE1394 네트워크의 A/V 콘텐츠를 이더넷 네트워크의 클라이언트 플레이어로 스트리밍을 하는 업무를 담당한다. Ethernet to 1394 Streaming Manager는 반대로 이더넷 상의 MPEG4 스트림을 DV로 변환하여 IEEE1394로 전송하는 업무를 담당한다. 마지막으로 IEEE1394 Device Manager는 다음 업무들을 수행한다. 첫째, 이더넷에서 IEEE1394로 제어 명령을 전달하기 위한 변환 작업, 이때의 제어 명령은 AV/C 규격[xiii]에 정의된 것들을 기준으로 한다. 둘째, IEEE1394 디바이스 간의 일대일 또는 브로드캐스팅 동시성 전송을 위해 하나의 IEEE1394 소스 장비와 하나 이상의 타겟 디바이스 간의 연결을 관리한다. 이를 위해 1394 Device Manager에서는 이더넷과 IEEE1394 간 연동 장치들의 연결 리스트를 관리한다.



(그림 4) MRBA 게이트웨이 소프트웨어 구조

(그림 5)는 이더넷의 클라이언트 프로그램에서 IEEE1394

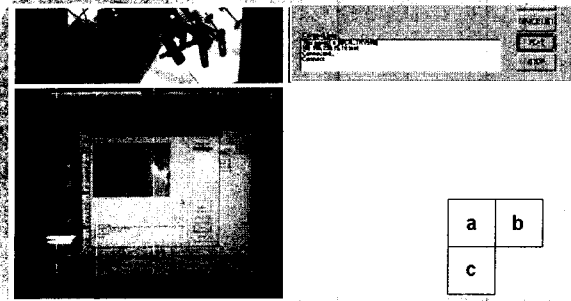
에 연결된 장비를 제어하여 스트림을 수신한 상황을 보여주고 있다. (그림 5(a))는 IEEE1394에 연결된 캠코더이며, (그림 5(b))의 이더넷 상에서 IEEE1394 캠코더를 제어하여 트랜스코딩된 영상을 수신하고 있는 클라이언트 재생기의 모습이다. (그림 5(c))는 IEEE1394에서 무선 LAN에 연결된 노트북으로 스트리밍된 영상을 보여준다. 이때 MPEG4 영상의 전송 대역폭은 500kbps~ 3000kbps까지 고정하여 테스트하였다. (그림 6)은 역으로 인터넷의 MPEG4 미디어 서버에서 재생된 A/V 스트림을 트랜스코딩하여 IEEE1394 네트워크의 동시성 전송 채널로 브로드캐스팅하고 두 캠코더에서 동시에 수신하여 재생하고 있는 상황을 보여주고 있다. IEEE1394 네트워크의 DV스트림을 MPEG4로 변환하여 이더넷으로 전송할 경우 인터넷을 연계해 가정 밖에서 유용한 활용 방법을 고안할 수 있다.



(그림 5) IEEE1394에서 이더넷으로 스트리밍을 하는 상황 (a)IEEE1394캠코더의 영상 소스 (b)이더넷에서 IEEE1394 상의 캠코더를 제어하는 클라이언트 프로그램 (c)무선 이더넷의 노트북에서 트랜스코딩된 스트림 수신

한편, 이더넷의 스트림을 IEEE1394 동시성 전송으로 브로드캐스팅할 경우 이더넷보다 훨씬 간편하게 다채널 다중 스트리밍 전송이 가능하므로 IPTV 스트림 등을 IEEE1394 동시성 채널로 변환하여 가정 내에 중계하는 등의 가정 내 활용 방안을 생각할 수 있다.

(표 2)는 갱신된 IEEE1394 디바이스 리스트를 읽기 위한 명령을 전송하고 응답을 받는데 소요되는 평균 응답 시간과 이더넷 측에서 IEEE1394 장비에 재생 명령을 주고 그 명령



(그림 6) 인터넷의 마이크로소프트 미디어 서버에서 송신된 스트림을 DV 트랜스코딩하여 IEEE1394의 캠코더에서 동시에 수신하는 모습

에 대한 응답을 수신하는데 걸린 평균 응답 시간의 측정결과를 보여준다. <표 3>은 IEEE1394와 이더넷 간의 스트리밍 서비스를 시작할 때 소요되는 평균 대기 시간을 보여준다.

<표 2> 주요 명령에 대한 평균 응답 시간

응답시간	IEEE1394 장비 목록 갱신 명령	IEEE1394 장비 재생 명령
	13 msec	40 msec

<표 3> 스트리밍 서비스의 평균 초기 대기 시간

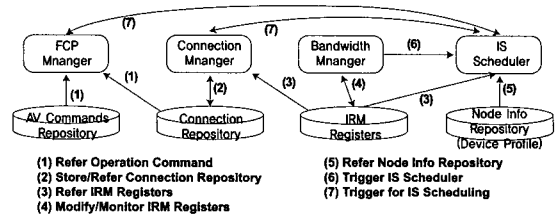
초기 대기 시간	IEEE1394 to Ethernet	Ethernet to IEEE1394
	1.91 sec	2.24 sec

IV. 다중 스트리밍을 위한 관리 미들웨어

RTSM (Real-Time Streaming Management) 미들웨어는 (그림 7)에서 보이는 것처럼 FCP Manager, Connection Manager, Bandwidth Manager, IS Scheduler와 각 서비스 모듈에 연동하는 자료구조들로 구성되어 IEEE1394의 스트리밍 서비스 및 자원을 관리한다. FCP Manager와 Connection Manager는 다른 IEEE1394 기반 스트리밍 관리 미들웨어 [xiv]처럼 A/V 장치 제어를 위한 명령 체계와 스트리밍 서비스 간의 연결을 관리하는 모듈들이다. 그러나 Bandwidth Manager와 IS Scheduler는 기존의 서비스와는 다르거나 없던 것으로 새롭게 아이디어를 제안하고 그 실현 가능성을 확인하는 연구가 진행 중이다.

Bandwidth Manager는 IEEE1394네트워크의 동시성 전송 채널들의 대역폭 사용 상황을 분석하고, 각 채널별로 사용하지 않으면서 과도하게 점유한 잉여 대역폭을 가용 대역폭

으로 환원하는 일을 한다. 이 과정에서 대역폭이 환원되어



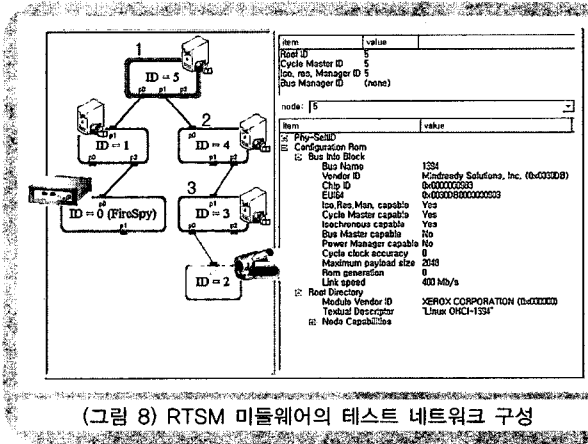
(그림 7) RTSM 미들웨어의 간단한 블록도

도 원래의 스트리밍 서비스에는 지장이 없는 것이 특징이다. 이를 위해 Bandwidth Manager는 총 64개의 동시성 전송 채널들을 10msec의 주기로 순차 반복적으로 감시한다. 따라서 각 채널별 감시 주기는 약 640ms가 된다. 현재는 대역폭 사용량이 고정된 기존의 IEEE1394 스트리밍 서비스들만 관리할 수 있어서 그 활용 범위가 제한적이다. 하지만 고정 대역폭뿐만 아니라 가변 대역폭을 사용하는 스트리밍 서비스까지도 관리할 수 있도록 감시 기능을 강화하는 연구가 진행 중이다. 가변 대역폭 감시기능이 보강될 경우, 가변 대역폭을 사용하는 스트리밍 서비스와 퀄리티의 동적인 조절이 가능한 고정 대역폭 스트리밍 서비스[xv]들을 동시성 채널로 운영할 수 있어 다양한 형태의 다채널 다중 스트리밍 전송 및 관리가 가능하게 될 것이다.

IS Scheduler는 우선순위를 고려해서 스트리밍 서비스를 강제 제어하는 스케줄러이다. 현재는 가장 간단한 형태로 구현이 되어 있어서, 전송 자원이 부족한 상태에서 새로운 서비스를 시작해야 할 경우, 그때 당시 가장 우선순위가 낮은 서비스를 찾아 중지시키고 새 서비스를 대신 시작한다. 중지된 서비스는 대기 큐에 등록되어 기다리다 여유 자원이 생기면 다시 복귀한다. IS Scheduler에 대한 보다 자세한 구현 내용은 참고 문헌 [6]을 살펴보기 바란다.

Bandwidth Manager와 IS Scheduler 기능이 유연하게 동작할 수 있도록, 미들웨어는 이들의 운영 기준을 마련하고 있다. 미들웨어는 새로운 스트리밍 서비스를 시작하려고 할 때, 우선적으로 Bandwidth Manager에게 자원 할당 가능 여부를 확인한다. 이 과정에서 Bandwidth Manager는 자원이 부족할 경우, 부족한 자원을 보충할 방법을 먼저 찾게 된다. 현재는 잉여 자원을 복구시키는 것이 대책이며, 다양한 대

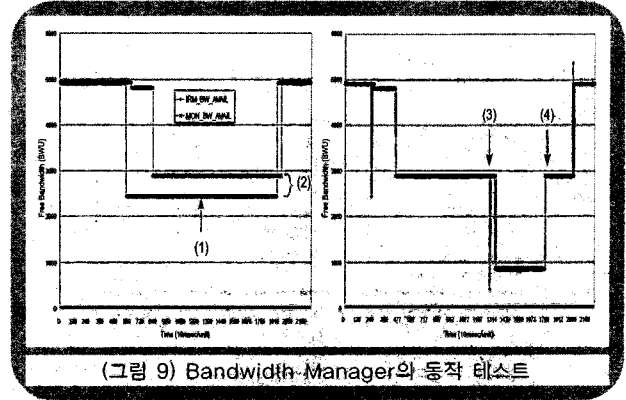
책이 추가될 예정이다. 하지만 이러한 시도로 새 스트리밍 서비스의 시작이 불가능할 경우에는 IS Scheduler를 통해 우선순위 비교를 거쳐 새 스트리밍 서비스 보다 낮은 우선순위의 스트리밍 서비스를 일시 중지 시킨다.



(그림 8) RTSM 미들웨어의 테스트 네트워크 구성

구현된 RTSM 미들웨어를 검증하기 위해 우리는 그림 8과 같은 테스트 네트워크를 구성하였다. (그림 8)에서 왼쪽의 다이어그램은 시험용 네트워크의 망 구성을 나타낸 것이며 노드 0은 네트워크 분석기이다. 노드 1은 RTSM 미들웨어가 설치된 컴퓨터이고, 노드 3, 4, 5는 스트리밍이 가능한 컴퓨터들이다. 노드 2는 레거시 디바이스의 제어를 지원하는지 확인하기 위한 캠코더이다. 노드 5, 4, 3의 위 상단에 표기된 숫자들은 각 노드들이 전송하는 스트림들에 미리 정의된 우선순위(1, 2, 3)를 나타내며, IS Scheduler 검증에 이용했다. 숫자가 낮을수록 높은 우선순위이다.

(그림 9)은 Bandwidth Manager의 동작 효과를 보여주고 있다. (그림 9(a))의 2번은 DV 캠코더에서 스트리밍 서비스를 위해 점유한 대역폭이고 1은 실제 전송에 사용되는 대역폭으로 실제 사용되는 대역폭은 점유 대역폭에 비해 약 82% 수준이다. 점유 대역폭 중 사용하지 않고 낭비되는 잉여 대역폭이 전체 IEEE1394 가용 대역폭에서 약 9% 수준에 달하기 때문에, 현재 상황에서는 한 개의 DV 스트리밍 서비스만 전송할 수 있는 상황이다. 그러나 Bandwidth Manager가 잉여 대역폭을 환수하게 되면 (그림 9(b))처럼 두 개의 DV 스트리밍 서비스를 동시에 운영할 수 있게 되는 것이다.

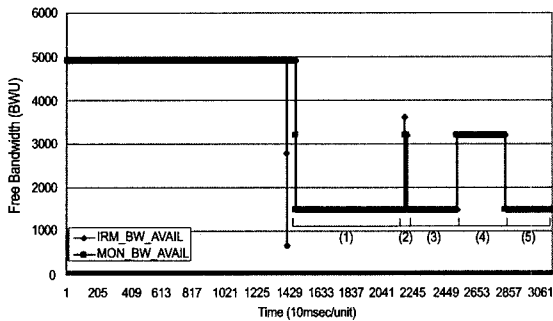


(그림 9) Bandwidth Manager의 동작 테스트

한편으로 전송 대역폭이 부족하고 Bandwidth Manager의 중재로는 해결이 되지 않을 경우 IS Scheduler가 동작한다. 우선순위 스케줄러를 검증하기 위해, 3개의 DV 스트리밍 서비스로 구성된 테스트 시나리오를 작성하였다. (그림 8)에서 보인 것처럼 우선순위 1, 2, 3을 가진 노드 5, 4, 3이 각각 DV 스트리밍 서비스를 시작하려 한다. 낮은 우선순위 번호를 부여 받은 노드가 높은 우선순위를 가진다. 각 DV 서비스는 100Mbps의 속도로 패킷당 400바이트의 페이로드를 가진다. 각 서비스의 전송 스토림 데이터는 동일하다. 이 조건에서는 Bandwidth Manager를 가동해도 동시에 2개의 DV 스트림 전송만이 가능하다. 지면으로는 스케줄링 서비스의 데모 상황을 직접적으로 나타내기 어려워서 Bandwidth Manager가 측정된 가용 대역폭 자원의 상태와 추이를 살펴 보았다. 간략한 진술을 위해 우선순위 1, 2, 3의 서비스들을 P1, P2, P3으로 가술한다.

(그림 10)에서 처음 구간 (1)에서 P1, P3가 전송되고 있다. 이때 (2)의 시점에 P2가 추가로 전송을 요청하여 P2, P3간에 스케줄링이 일어난다. P2의 우선순위가 P3보다 높으므로 P3의 전송이 잠시 중단되고 임시 저장소에 전송 정보가 저장된다. 그리하여, 구간 (3)에서는 P1, P2가 전송된다. 구간 (4)에서는 P2의 전송이 끝나서 잠시 P1만이 전송된다. 일정 시간 후 스케줄러는 임시 저장소에서 대기하고 있던 P3를 확인하여 연결 복원하고 재전송을 시작한다. 구간 (5)는 P3의 재전송이 시작되어서 P1, P3이 전송된다.

현재의 Bandwidth Manager와 IS Scheduler는 그 가능성을 확인하는데 중점을 두어 가장 간단한 형태로 구현이 되어 있어, 지속적인 기능 개선 및 보강 연구가 필요한 상황이다. 앞으로 후속 연구를 통해 제어가 가능한 스트리밍 서비스의

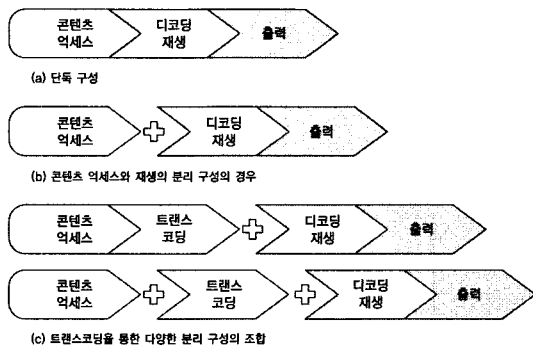


(그림 10) IS Scheduler 검증

퀄리티를 낮춰서 대역폭을 확보하는 방법에 대해서도 고려 중이다. 이러한 중재 과정을 통해 자원 확보가 가능하다면, 일부 우선순위가 낮은 스트리밍 서비스의 퀄리티는 떨어지더라도 전체 스트리밍 서비스는 동시에 진행할 수 있게 될 것이다. 또한 Bandwidth Manager와 IS Scheduler의 연계 및 여러 가지 강화 서비스에 대해 후속 연구가 예정되어 있다.

V. 가정 내 스트리밍 서비스에 대한 비전

일반적으로 디코딩된 무압축 멀티미디어 데이터를 네트워크를 통해 출력 장치로 전달하는 경우는 경제적이지 않으므로, 아직까지는 고려하기 어렵다. 이 경우를 제외할 때 네트워크를 이용해 멀티미디어 콘텐츠를 재생하는 구성 형태는 (그림 11)처럼 몇 가지 형태로 나눠 생각할 수 있다.



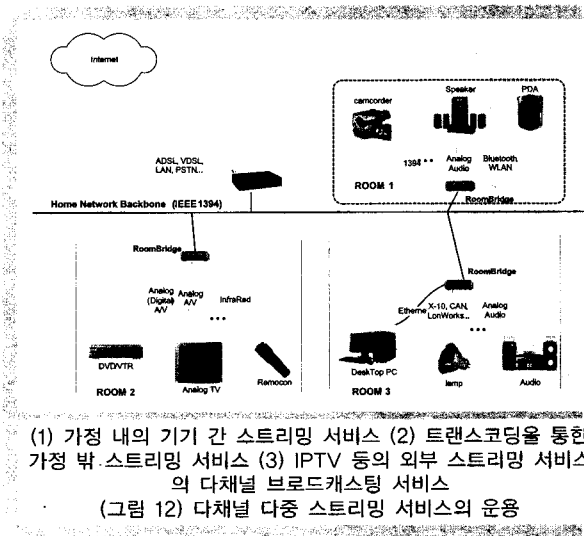
(그림 11) 멀티미디어 재생을 위한 장치 구성 형태

(그림 11)의 (a)의 경우는 네트워크에 의존하지 않고 하나의 장치에서 콘텐츠가 저장된 미디어를 액세스하고, 디코딩해 출력하는 올인원 형태로 DVDP, PMP, MP3P, CDP 등이 이에 속한다. 이들 장치는 저장된 미디어를 단독으로 읽어 디코딩 후 출력할 수 있어 대부분의 개인용 휴대 멀티미디어 장치들이 그 주류를 이룬다. (b)의 경우는 콘텐츠를 보관 및 액세스하는 장비와 디코딩 및 출력하는 장비가 분리된 형태인데 디지털 TV, DMB 등의 온라인 방송 수신 장비가 대부분을 이루고 있다. 그러나 이러한 장비들은 콘텐츠 제공업자가 가정 밖에서 준비한 스트리밍 서비스를 가전제품을 통해서 수신하는 형태로, 가정 내에서 콘텐츠 저장 서버와 클라이언트 재생 기기를 운용하는 형태는 PC 이외에는 최근에는 일부 진보적인 제품에서 선보이고 있다. (c)의 경우는 트랜스코더를 이용해 콘텐츠 액세스 및 트랜스코딩 장비, 디코딩 및 출력 장비로 구분하거나 트랜스코더를 독립해 3개의 장비로 구성하는 경우인데, 확장 호환성이 낮은 재생, 출력 장치를 네트워크로 운용하기 위해 생각할 수 있는 방법으로 비경제적이지만 홈 네트워크 비호환 장비에 대해 제한적인 활용이 가능하다.

현재까지 가정 내에서 단독으로 활용 가능한 장비는 대부분 (a)형태가 주류였다. 최근에는 일부 진보적인 가전제품에서 IEEE1394나 이더넷을 통해 가정 내에서 단독으로 (b)와 같은 운용이 가능하도록 시도했으나, 소수에 그치며 그 운용도 일대일 연결 수준으로 다대다 형태의 다중 스트리밍 환경을 고려한 것은 아니다. 장기적으로 봤을 때 가정 내에서 사업자의 도움 없이 사용자 홀로 (b) 또는 (c)와 같은 활용이 가능한 장비가 PC를 중심으로 점점 번지게 되어 홈 네트워크를 통해 가정 내에서 원하는 콘텐츠를 찾아 바로 스트리밍으로 재생하는 형태가 활성화될 것이다.

본 연구팀에서는 여러 가지 기반기술을 준비하고 획득하여 레지덴셜 게이트웨이나 많은 콘텐츠를 보관할 수 있는 개인용 PC 등에서 운영할 수 있는 가정용 다중 스트리밍 서버 어플리케이션을 만들고, 이와 연동하는 클라이언트 프로그램을 통해 다양한 멀티미디어 스트리밍 서비스 관련 킬러 어플리케이션에 대한 실험 및 연구를 진행할 계획이다. 이에 따르면 (그림 12)에서 보이듯 레지덴셜 게이트웨이에서는 IPTV 서비스용 다수의 스트림을 동시에 외부 네트워크에서 수신하여 IEEE1394를 통해 가정 내에 중계하고, 한편으

른 PC 상에 저장된 스트림들이 다수의 재생 및 출력 장치로 전달되는 상황을 생각할 수 있다. 이러한 다중 스트리밍 환경을 위해서는 물리 네트워크, 콘텐츠 저장 장치 및 스트리밍 서버 프로그램에서 다채널 다중 스트리밍이 지원 가능해야 하므로, 하드웨어, 디바이스 드라이버, 미들웨어, 어플리케이션 등의 관련 개체 전반에서 다중 스트리밍 서비스를 위한 준비 및 대응이 필요할 것이다.



VI. 결 론

이상 살펴본 것처럼 가정에서 스트리밍 서비스를 제공할 수 있는 방법들을 다양하다. 현재는 콘텐츠 저장과 디코딩 후 재생하는 작업을 하나의 장치에서 처리하는 것이 일반적이다. 그러나 기술의 발전에 따라 콘텐츠 저장, 디코딩, 출력 등이 갈수록 분화되고 다양화되어 가면서, 가정 내에서 개인이 소유한 멀티미디어 콘텐츠를 어디서나 쉽고 빠르게 고화질로 볼 수 있는 가정용 다중 스트리밍 서비스가 필요하게 될 것이다.

본 연구진은 이러한 미래형 홈 네트워크에서의 스트리밍 서비스를 고려해, 현재 기술로써 멀티미디어 스트리밍 환경이 가장 안정적이고 저렴한 IEEE1394를 기반으로 가정 내 주요 독립공간에 설치할 수 있는 MRBA 하드웨어, 이기종 네

트워크 및 콘텐츠 간의 실시간 스트리밍 미들웨어, 그리고 다중 스트리밍 서비스 관리를 위한 RTSM 미들웨어를 개발해왔으며, 앞으로도 관련 디바이스 드라이버, 미들웨어 등의 지속적인 연구개발을 통해 가정 내 다중 멀티미디어 스트리밍을 지원하는 최적의 홈 네트워크 솔루션을 지속적으로 개발할 것이며, IEEE1394 이외의 물리 네트워크에서도 선행 개발된 스트리밍 서비스를 적용할 수 있는 방안도 연구할 것이다.

Acknowledgements

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2006-C1090-0603-0020).

참 고 문 헌

- [i] S. Safaric and K. Malaric, "Zigbee wireless standard," 48th Int. Symposium ELMAR-2006 focused on Multimedia Signal Processing and Communications, pp. 259-262, June 2006.
- [ii] IEEE 1394 Trade Association, <http://www.1394ta.org/>
- [iii] S.-J. Kang, J.-H. Park and S.-H. Park, "ROOM-BRIDGE: a vertically configurable network architecture and real-time middleware for interoperability between ubiquitous consumer devices in home," Lecture Notes in Computer Science, vol. 2218, pp. 232-251, Nov. 2001.
- [iv] H.-M. Jeong, M.-J. Lee, D.-K. Lee, and S.-J. Kang, "Design of Gateway Architecture for Real-Time A/V Streaming between IEEE1394 Network And Ethernet," Int. Conf. on Consumer Electronics (ICCE), Digest of Technical Papers, pp. 1-2, Jan 2007.
- [v] G.-H. Jung and S.-J. Kang, "Active Isochronous Resource Manager for Intense Dynamic Resource Allocation Service with IEEE1394," IEEE transactions on Consumer Electronics, Vol. 51 No. 2, pp. 501-506,

May 2005.

- [vi] 채화영, 정기훈, 강순주, "IEEE1394 기반 홈네트워크에서 효율적인 다중 등시성 스트리밍 전송을 위한 실시간 대역폭 관리 서비스", 한국통신학회논문지, 31권 9B호, pp. 838-847, 2006. 9.
- [vii] D. Thompson, "IEEE 1394: changing the way we do multimedia communications," IEEE Multimedia, Vol. 7, Issue 2, pp. 94-100, Apr. 2000.
- [viii] A. Paskins, "The IEEE 1394 bus," IEE Half-Day Colloquium on New High Capacity Digital Media and Their Applications, pp. 4/1-4/6, May 1997.
- [ix] <http://www.dlna.org>, "DLNA Interoperability Guidelines v.1.0," 2004.
- [x] The High-Definition Audio-Video Network Alliance, <http://www.HanaAlliance.org/>
- [xi] J.-H. Park, M.-J. Lee and S.-J. Kang, "CORBA-based distributed and replicated resource repository architecture for hierarchically configurable home network," Journal of Systems Architecture, Vol. 51, Issue 2, pp. 125-142, Feb. 2005.
- [xii] M.-J. Lee and S.-J. Kang, "Multimedia Room Bridge Adapter for Supporting Multi-Protocol based Fully Distributed Home Network Architecture," IT-Soc Conference 2004, Dec. 2004.
- [xiii] AV/C Digital Interface Command Set, General Specification Version 4.0, 1394 Trade Association, July 2001.
- [xiv] Specification of Home Audio/Video Interoperability (HAVi) Architecture Version 1.1, HAVi, Inc., May 2001.
- [xv] C. Hentschel, R. J. Bril, M. Gabrani, L. Steffens, K. v. Zon, S. v. Loo, "Scalable video algorithms and dynamic resource management for consumer terminals," Int. Conf. on Media Futures (ICMF), Proceedings, pp. 193-196, May 2001.

약 력



정 기 훈

2001년 경북대학교 전자전기공학부 학사
 2003년 경북대학교 전자공학과 석사
 2004년 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정
 2003년 ~ 현재 경북대학교 디지털기술연구소 연구원
 관심분야: Home Network, A/V System, IEEE1394, Real-Time System



이 동 규

2002년 경북대학교 전자전기공학부 학사
 2004년 경북대학교 전자공학과 석사
 2005년 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정
 관심분야: Home Network, IEEE1394, Real-Time System



이 명 진

1997년 경북대학교 전자전기공학부 학사
 1999년 경북대학교 전자공학과 석사
 2005년 경북대학교 전자공학과 박사과정 수료
 1999년 ~ 현재 ㈜아이디스(IDS) 연구원
 관심분야: Real-Time&Embedded System, Home Network A/V System, Digital Security System



강 순 주

1983년 경북대학교 전자공학과 학사
 1985년 한국과학기술원 전자계산학과 석사
 1995년 한국과학기술원 전자계산학과 박사
 1985년 ~ 1996년 한국원자력연구소 연구원, 핵인공지능연구실 선임연구원, 전산정보실 실장
 2000년 ~ 2002년 University of Pennsylvania, Dept. of Computer and Information Science, 객원 연구 교수
 1996년 ~ 현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 정보통신전공 부교수

관심분야: Real-Time System, Software Engineering, Knowledge-Based System