

그룹기반 실시간 원격 학습 시스템의 설계 및 구현

(Design and Implementation of a Group-based Real-time Distance Learning System)

장 시 웅[†] 전 영 준^{**}
(Si-Woong Jang) (Young-Joon Jeon)

요 약 기존 원격교육 시스템들은 원격학습을 위한 모든 기능을 서버에서 처리하게 하였다. 따라서 대용량의 시스템이 필요하였고, 여러 강좌를 동시에 실시간으로 강의하는데는 여러 가지 제한이 있었다.

본 연구에서 제안한 그룹기반 원격 학습 시스템은 서버 기능을 사양이 높아진 클라이언트 PC에 분산함으로써 메인 서버 시스템의 부하를 줄였다. 그룹기반 원격학습 시스템에서의 강의 및 토론실 개설과 관리의 메인 서버에서 이루어지게 하고, 강사 PC나 토론실을 개설한 PC가 서버 기능을 담당하도록 하여 실시간 원격학습을 진행할 수 있도록 하였다.

본 시스템의 테스트 결과 시스템 사양에 따라 다소 차이가 있지만 교수 PC에서 50명 이상의 수강자에게 충분히 강의가 가능함을 알 수 있었다.

따라서, 본 연구에서 제안한 시스템은 서버에 집중되는 부하를 줄임으로써 실시간으로 동시에 여러 과목의 강의나 다양한 원격토론학습을 제공할 수 있다.

Abstract In the conventional distance education systems, all functions for the distance education were processed by a server. Therefore, the system of high capacity was required and there were various restrictions to provide many classes in real-time simultaneously.

The group-based distance education system proposed in this study reduces a load of the main server by distributing its functions to client PCs. In the group-based education system, the establishment of lecture or discussion rooms is executed by main server, but on the other hand, the functions of the conventional server are executed by a lecturer's PC or a discussion administrator's PC.

The test results of the system implemented in this study show that a lecturer's PC can afford to provide fifty trainees a lecture, though they depend on the specification of systems.

Therefore, the proposed system in this study can afford to simultaneously provide with the various distance discussions and lectures by reducing a load concentrated to the server.

1. 서 론

웹의 등장은 인터넷의 폭발적인 확산을 가져왔고, 인터넷의 확산은 전자상거래, 사이버은행 등의 다양한 서비스를 가능하게 하였다. 최근에는 전용망, 초고속 정보통신망 등의 출현으로 네트워크 기술의 지속적인 고속

화가 이루어지면서, 각종 멀티미디어 정보까지 인터넷을 통한 서비스가 가능하게 되었다. 원격 학습 시스템은 멀티미디어 시스템 응용의 하나로서 네트워크를 통해 다수의 사용자들에게 실시간으로 텍스트, 이미지, 음성, 비디오 등을 이용한 학습을 지원하고, 학생과 교사간의 상호작용과 학생과 학생간의 상호작용을 지원한다[1, 2, 3].

원격 학습은 텍스트 정보를 위주로 하여 수업이 전달되는 것이 일반적이거나 텍스트 정보와 함께 그림이나 사진, 그래픽 등 수업 내용과 관련된 유용한 시각 자료를 제공하고, 동영상 및 음성 파일도 삽입하여 학생들의 흥미를 이끌어 내야 한다. 성공적인 원격학습 수업은 강의자의 시의 적절한 피드백을 필요로 한다. 학생들 입장에

[†] 정 회 원 : 동의대학교 전산통계학과 교수
swjang@hyomin.donggeui.ac.kr

^{**} 비 회 원 : 동의대학교 컴퓨터공학과
j4017@chollian.net

논문접수 : 2000년 4월 11일
심사완료 : 2000년 8월 1일

서는 자신의 질문이나 의견에 대한 반응을 오랫동안 기다려야 한다는 것은 가상 수업의 흥미를 떨어뜨릴 뿐만 아니라, 학습효과를 얻기도 어려울 수 있기 때문이다. 원격 학습이 강의실 면대면 수업에 비해 더 나을 수 있는 가장 중요한 요인은 온라인 환경이 제공하는 교수 및 전문가와 학생간의 상호작용의 빈도와 다양성에 있다[6, 7, 8].

원격학습 시스템의 서비스 형태는 NRT(Non-Real-time Tele-teaching) 방식과 RT(Realtime Tele-teaching) 방식으로 분류할 수 있다. NRT 방식은 교수와 학생이 서로 다른 시간에 통신망에 접속하여 교육이 이루어지는 형태로 전자우편 및 전자게시판 방식과 VOD(Video on Demand) 방식 등이 있다. RT 방식은 교수와 학생이 동시에 통신망에 접속하여 교육이 이루어지는 형태로 화상강의, 음성을 이용한 쌍방향 다자간 통신, 원격 CAI(Computer Aided Instruction), 화상강의와 CAI를 통합한 방식 등이 있다. 이러한 서비스 형태들은 독립적으로 또는 여러 방식들을 통합하여 하나의 원격강의 시스템을 구성하였다[4, 5]. 이를 기반으로 한 종래의 원격학습 시스템들은 특정한 시스템 환경에서 원격학습 기능들을 지원해주고 있으며 서버에서 모든 기능을 처리하도록 하였기 때문에 고용량의 서버가 필요하고, 여러 종류의 강좌가 동시에 진행되기가 어렵다.

본 연구에서 제안하는 그룹기반 원격학습 시스템은 원격강의나 토론학습을 클라이언트에 분산함으로써 서버 시스템의 크기를 줄이고, 서버의 트래픽을 최소화하였으며, 동시에 여러 개의 강좌를 제공할 수 있다.

본 논문의 구성은 2장에서는 기존의 원격학습 시스템 관련 연구에 대해서 알아보고, 3장에서는 그룹기반 원격학습 시스템의 설계 내용을 기술한다. 4장에서는 그룹기반 원격학습 시스템의 주요 서비스 구현 내용에 대해서 알아보고, 5장에서는 시스템에 대한 성능 분석을 하며, 마지막 6장에서 결론을 맺는다.

2. 원격학습 시스템의 관련 연구

원격학습 시스템에 대한 연구는 지금까지 다양하게 이루어져 왔으며, 실제로 원격학습에 대한 서비스도 많이 이루어지고 있다. 기존에 연구되어진 원격학습 시스템의 사례들을 살펴보면 미국의 Interactive Learning International 사의 LearnLinc, Lotus Notes에 기반한 Learning Space, WebClass, WG-CAI(Web-Groupware based-CAI), 독일 칼루스히 대학의 NESTOR, DELON 시스템 등이 있다.

미국의 Interactive Learning International 사의 LearnLinc는 실시간 학습 기능을 위해 설계된 최초의 시스템으로 학습자 중심의 학습환경을 제공하기 위해 동기화된 멀티미디어와 HTML 내용과 더불어 비디오 화상회의, 화이트보드, 애플리케이션의 공유 등의 동기 공유 기능을 제공한다[9].

Lotus사의 Learning Space는 분산교육 모델에 기반하여 설계하였으며, 사용자간의 상호작용을 위한 다양한 기능을 가지고 있고, 그룹웨어 Notes에 기반하여 설계되고 구현되었다. 그룹 중심교육 형태로서 강사, 교수, 학생간 상호 대화형 교육환경을 제공하고 있다[10].

1998년 제안된 WebClass는 월드와이드 웹에 기반하면서 사용자들간의 상호작용을 극대화할 수 있는 통합 가상교육 시스템이다. WebClass에서는 다양한 교수 모델을 지원하기 위한 상호작용 모델을 설정하고 그 모델에 기반하여 사용자와 가상교육시스템간의 상호작용을 지원하는 사용자 인터페이스를 설계하고 구현하였다. 하지만 실시간 강의 제공이 불가능하다[11].

이화여대에서 제안된 WG-CAI는 원격 컴퓨터를 사용하는 학습자가 시공간의 제약 없이 다른 학습자 및 교수와 상호작용을 통해 공동 협력 학습을 할 수 있게 하는 WWW 기반의 그룹웨어 응용 프로그램의 일종이다. 이 시스템은 게시판, 개인 사서함, 공동자료실, 학생자가 평가, 진도 체크와 같은 서비스를 제공하여 사용자간의 상호작용과 공동작업을 도모하고, 그룹인지도 향상을 지원하고, 사용자 인증을 제어한다. 하지만, 기존의 코스웨어들을 WG-CAI에 연결하여 자료로 이용할 수 있는 호환성이 없으며 실시간 강의를 진행하는 기능은 갖고 있지 않다[12].

1992년 독일 칼루스히 대학에서 연구된 NESTOR는 분산환경에서의 멀티미디어 지원을 기반으로 협동학습이 가능한 구조이다. 코스웨어 표준 구조는 CBT(Computer Based Training)의 분야에 통신을 덧붙인 것으로, 분산, 멀티 플랫폼, 멀티미디어 시스템이다. 학습자 평가, 코스자료의 재 사용성, 네트워크를 통한 자동 분배의 기능을 가진다[2].

경북대학교에서 연구된 DLEON은 CORBA(Common Object Request Broker Architecture) 기반의 미들웨어로서 ORB(Object Request Broker)를 모델로 하여 이질 분산환경에서 교사와 학생들간의 다양한 상호작용을 지원하는 멀티스레드 분산 데몬 형태이다. 유니캐스트 및 MBone을 기반으로 하는 IP 멀티캐스트 통신 메커니즘을 이용하여 ORB의 Naming 및 메시지 서비스를 구현하였다. 원격교육시 학생과 교사 사이에서 발생

하는 복잡한 상호 작용을 처리하기 위해서 DLEON의 하부 모듈은 멀티스레드 구조를 가지며 멀티스레드의 사용으로 인한 시스템의 복잡성을 처리하기 위해서 멀티스레드와 관련 동기화 객체를 클래스 계층으로 구조화하였다[2, 13 14].

지금까지 살펴본 연구에서의 원격학습 시스템은 멀티미디어 입출력 서버와 같은 높은 사양을 갖춘 장비를 이용하고, 멀티미디어 시스템, 병렬 서버 구조 등의 특정한 시스템 환경에서 이루어진다. 그리고 기존의 연구 시스템들은 강의 기능, 사용자 인터페이스 및 콘텐츠 측면을 중심으로 연구를 수행하였고, 실시간 강의에 대한 연구는 네트워크 환경에서의 멀티미디어 데이터 처리와 실시간 통신 측면에 초점을 맞추고 있다[5, 13].

실제로 원격학습 시스템이 얼마나 많은 사용자들에게 실시간으로 강의를 전달해 줄 수 있는지에 대한 성능 측면의 연구는 매우 드물지만, [13]의 연구에서 실시간 서비스의 성능 분석 결과를 보여준다. [13]에서는 1대의 펜티엄 PC 서버가 1개 강좌(50명)를 서비스하는데 21%의 CPU 사용률을 보이므로 1대의 PC로 3~4개의 강좌를 서비스 할 수 있는 것으로 분석된다. 이는 본 연구에서 단일 서버를 사용한 경우의 성능과 유사하다. 그러나, 본 연구에서는 메인 서버에 집중되는 부하를 다수의 교수 PC에 분산시켜 최대 16개의 강좌를 실시간으로 지원할 수 있음을 보였다. 기존의 시스템들은 주로 단일 서버를 통한 원격학습이 이루어짐으로써 실시간 강의 서버에 많은 부하가 걸리고 많은 강좌를 실시간으로 서비스하는 것에 어려움이 있다.

본 논문에서는 높은 사양을 갖춘 클라이언트 컴퓨터를 최대한 활용함으로써 서버는 사용자의 접속 및 사용자 인증의 처리와 전체 원격학습의 관리만을 맡도록 하고, 실시간 원격강의나 원격토론학습은 그룹별로 분산시켜 교수 PC나 학생 PC를 이용하여 강의나 토론을 진행하도록 하는 그룹기반 원격학습시스템을 제안하였다.

3. 그룹기반 원격학습 시스템의 설계

본 장에서는 그룹기반 원격학습 시스템의 전체적인 구성, 서버구조 및 교수 PC와 토론실 개설자 PC의 서비스 구조에 대해 기술한다.

3.1 원격학습 시스템의 전체 구성

다자간 네트워크 게임은 네트워크상의 분산된 사용자들이 경쟁과 협력을 통하여 결과를 만들어 가는 것으로서 컴퓨터지연 공동작업의 한 형태로 볼 수 있다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 그룹통신 플랫폼을 사용하여 실시간 네트워크 게임을 수행하는 것을 원격학습 서버

에 응용하였다. 네트워크 게임의 수행과정을 살펴보면 게임 서버에 접속하여 게임그룹을 생성한 후 그 게임그룹에 접속한 사용자들과 게임을 하는 형태로 구성되어 있다[18].

본 연구에서 제안하는 원격학습 시스템은 클라이언트-서버 모델을 기반으로 한다. 서버는 Windows NT를 운영체제로 하고, 클라이언트는 Windows 95/98을 운영체제로 하여 구성한다. Windows 프로그램의 특징인 멀티프로세스와 멀티스레드를 이용하였으며, 실시간 정보를 전달하기 위해서 그룹웨어 통신 플랫폼의 복제실행 구조를 이용하였다. 강의의 전달은 멀티캐스트를 이용한 데이터 전송이 이루어진다. 서버와 클라이언트간의 통신은 Winsock을 이용하며, 데이터 전송 프로토콜은 TCP/IP를 사용하고, 네트워크를 통해 원격지에서 클라이언트의 접속을 받아들여 강의를 진행할 수 있도록 설계하였다[15, 16, 17].

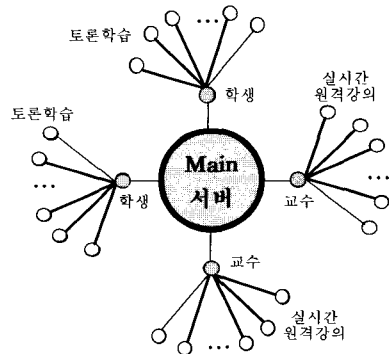


그림 1 원격학습의 전체 시스템 구성

클라이언트가 메인 서버로 접속하면 교수 PC나 원격토론학습실을 개설한 클라이언트의 PC로 서버 기능이 넘겨져서 강의나 토론이 진행된다. 이때 교수와 원격토론학습실 개설자가 각각의 서비스를 위한 제어권을 가진다. 실시간 강의 진행에서 학생 PC는 서버로부터 교수 PC의 정보를 받아서 교수 PC로 접속한다. 이 때 교수 PC에 준비된 강의 교재를 다운받는다. 강의가 시작되면 이벤트 정보와 교수의 음성정보를 전달하여 방송 형태로 강의를 진행한다.

강의나 토론을 주고받는 교수 PC와 학생 PC의 클라이언트 프로그램의 구성은 동일하다. 단지 서버에서 넘겨받은 인증키 정보에 따라 제어권 전달이 이루어진다. 이러한 시스템 구성은 네트워크 부하를 줄이면서 클라이언트 PC의 자원을 최대한 활용하도록 구성된 형태이다. 따라서 본 연구에서 제안하는 시스템은 PC가 네트

획에 연결되어 있고, 음성을 전달할 수 있는 8비트 이상의 사운드 카드가 장착되어야 하고, 간단한 마이크와 펜 마우스를 가지고 있다면 원하는 강의를 개설하고 실시간 강의를 진행할 수 있다. 그리고 동시에 여러 강좌의 강의를 실시간으로 수행할 수 있다.

3.2 그룹기반 원격학습 시스템의 서버 구조

본 논문에서 제안하는 그룹기반 원격학습 시스템은 실시간 원격강의, 실시간 원격토론학습의 두 가지 서비스를 제공한다.

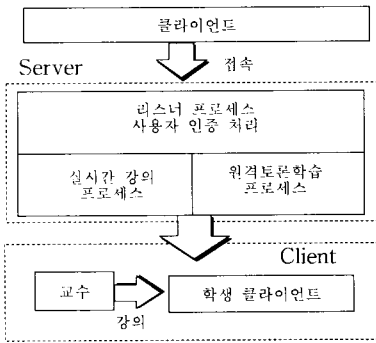


그림 2 전체시스템구조

서버는 실시간 원격강의의 프로세스, 원격토론학습 프로세스로 구성이 되며, 사용자 인증과 서비스 선택을 위한 리스너 프로세스를 별도로 두고 있다. 각 프로세스는 여러 개의 독립적인 작업으로 분할된다. 그리고 각 작업을 윈도우 NT의 스레드로 할당하였다.

서버의 원격학습시스템을 실행시키면 먼저 리스너 프로세스와 원격학습을 위한 두 개의 서비스 프로세스가 동시에 구동된다. 그리고 각 프로세스의 메인 스레드인 리스너 스레드, 강의 메인 스레드, 원격토론학습 메인 스레드를 동시에 실행하여 서비스할 수 있도록 준비한다.

3.2.1 리스너 프로세스(Listener Process)

모든 사용자들은 서버의 리스너 프로세스(Listener Process)를 거치게 된다. 리스너 프로세스는 사용자 인증을 처리하며 다른 원격학습 서비스 프로세스(Service Process)들의 정보를 제공해 준다.

리스너 프로세스의 리스너 스레드는 클라이언트가 접속하였을 때 사용자 서비스 스레드를 생성한다. 사용자 서비스 스레드는 클라이언트에 사용자 이름과 패스워드를 요청하여 이를 받아들여서 데이터베이스에 저장된 사용자 신상정보 데이터와 비교한 후 사용자 인증 처리를 한다.

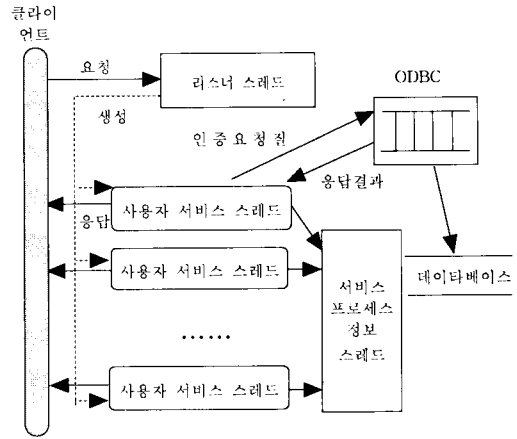


그림 3 리스너 프로세스의 구조

정상적인 사용자이면 인증키를 클라이언트에 보낸다. 만약 사용자 인증을 받지 못한 사용자라면 접속이 해제되면서 사용자 서비스 스레드는 소멸된다. 인증키를 전달한 후 사용자 서비스 스레드는 서비스 프로세스 정보 스레드에 현재 사용 가능한 서비스 프로세스 정보를 요청하며, 결과를 받아서 클라이언트에게 보낸 후, 원하는 서비스의 선택을 기다린다. 클라이언트에서 원하는 서비스를 선택하면 서비스 프로세스 정보 스레드는 해당 서비스의 프로세스 정보를 전달받아 다시 클라이언트에 전달한다. 클라이언트에서는 인증키와 프로세스 정보를 이용하여 선택한 서비스 프로세스로 접속한다.

리스너의 사용자 서비스 스레드에서 사용자 인증을 받는 것은 ODBC(Open DataBase Connector)를 이용한 데이터베이스와의 통신에 의하여 이루어진다.

3.2.2 원격학습 서비스 프로세스의 구조

그룹기반 원격학습 시스템은 실시간 원격강의의 프로세스와 실시간 원격토론학습 프로세스의 두 가지 원격학습 프로세스가 있다.

사용자가 실시간 원격강의의 또는 토론학습을 선택하면 리스너 프로세스의 사용자 서비스 스레드는 사용자가 선택한 원격학습 서비스 프로세스에 관한 정보를 클라이언트에 넘겨주어 해당 프로세스에 접속을 하게 한다. 사용자가 선택한 원격학습 서비스 프로세스에 접속이 되면, 각 프로세스의 메인 스레드가 이를 받아서 다시 실시간 원격학습을 위한 사용자 서비스 스레드를 생성한다. 그리고 리스너에서 받은 인증키를 다시 확인한 후 사용자에게 현재 개설되어있는 강의 목록이나 토론실 목록을 전송하여 준다. 원격 강의실의 생성은 교수가 실

시간 원격강의 프로세스에 접속한 경우 강의실을 생성할 수 있다. 토론실의 생성은 교수나 학생이 원격 토론 학습 프로세스에 접속하여 생성할 수 있다.

자들은 메인 서버의 리스너 프로세스로 재 접속을 하여 다른 원격학습 서비스를 이용하게 된다.

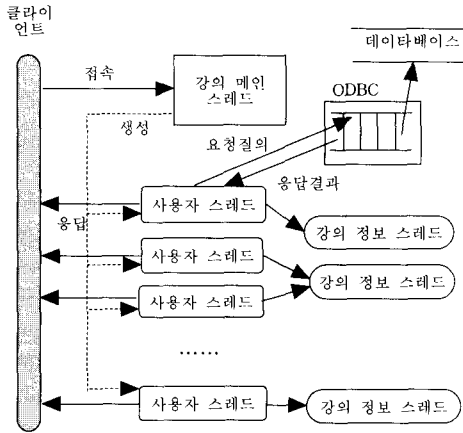


그림 4 실시간 강의 프로세스의 구조

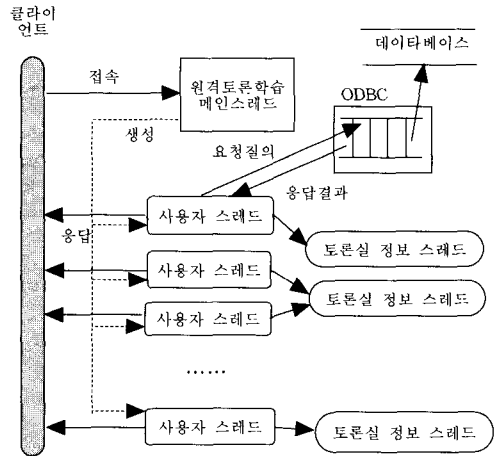


그림 5 원격토론학습 프로세스의 구조

강의실 개설이나 토론실 개설을 선택하면 사용자 서비스 스레드는 강의 정보 스레드나 토론실 정보 스레드를 생성한다. 그리고 강의를 개설한 교수의 PC 정보 및 강의 정보는 ODBC를 이용하여 데이터베이스에 저장한다. 토론실의 개설시에도 개설자의 정보를 저장한다. 교수나 토론실 개설자이외의 다른 클라이언트들은 원하는 프로세스에 접속하면 사용자 서비스 스레드를 통해 강의 목록과 토론실 목록을 전달받는다. 강의 목록을 증원하는 강의를 선택하거나 원하는 토론실을 선택한 경우, 강의 정보 스레드와 토론실 정보 스레드는 클라이언트에게 교수 PC나 개설자 PC로의 연결시도를 명령한다. 이 명령을 받은 사용자는 각 프로세스의 정보 스레드로부터 받은 정보를 이용하여 교수 PC나 토론실 개설자 PC로 접속을 시도한다. 접속이 이루어지면 메인 서버에서는 강의나 토론에 참여한 사용자들을 임시 데이터베이스에 저장한다. 그리고 교수 PC나 학생 PC에서 실시간 강의 또는 토론학습이 시작되면 교수 PC와 토론실 개설자 PC를 제외한 나머지 사용자와의 연결을 종료하고, 사용자 서비스 스레드는 소멸된다. 한편 학생 클라이언트가 교수 PC로 접속하면, 강의 교재는 교수가 지정한 곳으로부터 받게 되고 강의 시작은 교수에 의해 이루어진다.

일단 강의나 토론이 시작되면 다른 사용자는 현재의 강의나 토론에 참여할 수 없으며, 단지 현재 강의가 진행되고 있음을 알 수가 있다. 강의가 끝나게 되면 사용

3.3 교수 PC와 토론실 개설 PC의 구조

실제 실시간 원격강의는 교수 PC에서 이루어진다. 교수 컴퓨터는 실시간 강의를 위한 새로운 하나의 서버가 되고, 집중형 멀티캐스팅 형태로 데이터를 전달하면서 강의를 진행한다.

교수 컴퓨터가 서버에서 강의실 개설을 하면, 그때부터 교수 컴퓨터 내에 존재하는 강의 스레드가 동작되면서 학생 PC의 접속을 대기하게 된다. 이때 강의 전달 스레드도 활성화된다. 메인 서버에서 교수 PC의 정보를 받아서 학생 PC가 접속을 하면 강의 스레드는 접속한 사용자별로 각각의 사용자 스레드를 생성하게 된다. 교수 PC는 서버와의 상호 연동을 위해 상태정보 스레드의 지속적인 신호로 서버에게 현재 강의실의 상태를 전송한다. 교수 컴퓨터로부터 전송되어진 상태정보를 통해 다른 사용자는 현재 진행 중인 강의실 상태를 확인할 수 있으며, 강의실 상태에 따라 참여여부를 결정한다. 학생들이 강의실에 접속을 하고 강의할 준비가 완료되면, 강사는 강의 시작 버튼을 선택해서 강의 전달 스레드를 통하여 강의 내용을 학생 PC에게 전달하여 강의를 진행한다. 상태정보 스레드를 이용하여 서버에도 강의 내용을 전달하여 저장할 수 있도록 한다. 그림 6은 교수 PC의 실시간 강의 서비스 구조를 나타낸 것이다.

실시간 토론학습은 토론실을 개설한 PC에서 이루어진다. 실시간 토론학습의 서비스 구조는 실시간 강의 서비스 구조와 같은 형태로 이루어진다. 다른 점은 토론실

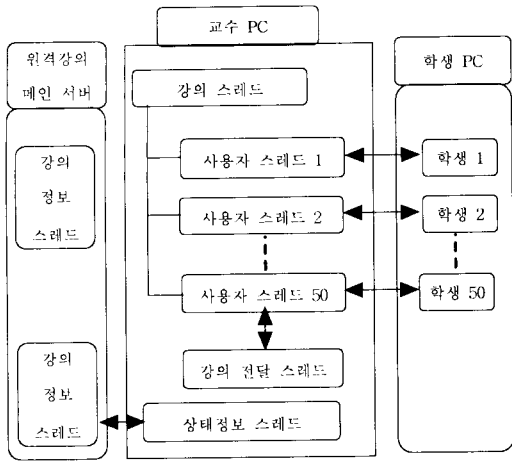


그림 6 교수 PC의 실시간 강의 서비스 구조

의 운영은 토론실을 개설한 PC를 통해 토론실 참여자들의 발언을 멀티캐스트를 통한 전송 방법으로 전달해 준다. 토론실 개설자는 토론 참여자들이 발언권을 신청하면 발언권 제어 슬라이드를 이용하여 발언권을 클라이언트에게 넘겨주거나 되돌려 받는다. 발언 내용은 발언권 제어 슬라이드를 이용하여 사용자 슬라이드를 거쳐서 다른 참여자들에게 전달한다.

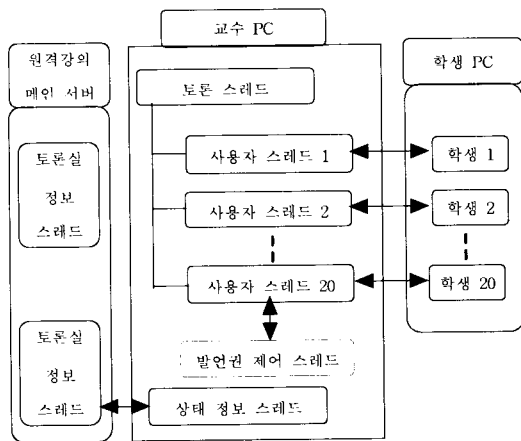


그림 7 토론실 개설 PC의 서비스 구조

4. 그룹기반 원격학습 시스템 구현

본 연구 시스템은 실시간 원격학습을 가능케 하기 위해 음성 전달, 웹페이지 형태의 교재를 이용한 전자질판 및 채팅 기능 등을 지원한다. 그리고 강의 내용을 저장하여 강의 후에 온라인 형태로 다시 강의를 들을 수 있

도록 하는 강의 녹화 기능을 지원한다. 본 장에서는 이러한 기능을 지원하기 위해 그룹기반 원격학습 시스템에서 구현한 주요 기능에 대해서 설명하고, 실시간 원격학습의 진행과정 및 실제로 구현된 원격학습의 응용프로그램을 소개한다.

4.1 주요 기능의 구현

원격학습을 위해 구현된 주요 기능으로서 이벤트 공유 분산제어 모델, 전송 패킷 데이터 구조, 실시간 원격학습을 위한 동기화 원리, 강의 교재에 대해서 기술한다.

4.1.1 이벤트 공유 분산제어 모델

실시간 원격강의나 토론학습은 교수와 학생이 공동으로 강의 자료나 토론자료를 보면서 필요시 밑줄을 긋거나 글씨를 쓰면서 음성으로 강의나 토론을 진행한다. 본 연구에서 제안한 그룹기반 원격학습 시스템은 이벤트-공유 중앙 집중 제어형 모델(Event Sharing Centralized Control Model)을 사용한다. 따라서 응답시간이 빠르고 데이터 양이 작은 장점을 가지고 있다.

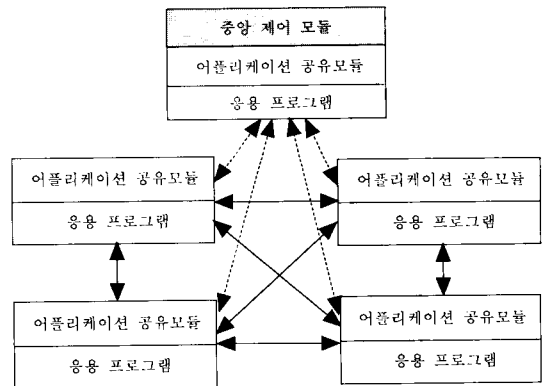


그림 8 통신 플랫폼의 구조

본 시스템은 실시간 정보를 전달하기 위해서 그룹웨어 통신플랫폼의 복제실행 구조를 이용하였다. 그리고, 복제 구조를 사용함에 따라 발생하는 데이터 일관성과 동기화의 단점을 극복하기 위해서 중앙 제어 모듈을 교사 시스템에 두어 전체적인 강의의 동기를 일정하게 유지한다. 구조는 그림 8과 같이 모든 사용자의 시스템에서 응용 프로그램이 실행되고, 응용 프로그램에 대한 모든 입력이 교수 PC를 통해 멀티캐스트 됨으로써 모든 프로그램들이 입력을 받는 순서가 동일하게 되므로 동기화의 문제를 해결한다. 단 교수 PC를 사용하여 여러 개의 시스템에 멀티캐스트해야 하므로 학습 참가자의 수를 제한해야 한다. 따라서 본 시스템은 접속자의 수를 50명으로 제한하였다.

4.3 실시간 원격 토론학습의 실시

원격토론학습실은 교사나 학생들 중 누구든지 만들 수 있다. 원격 토론학습실은 토론실에 참여한 사용자들이 자유롭게 토론을 진행하도록 지원한다. 원격 토론 학습은 실시간 원격강의와 마찬가지로 메인 서버에 접속하여 토론실을 개설하고 서버의 역할을 토론실 개설자 컴퓨터로 옮겨서 토론을 진행한다. 차이점은 실시간 원격 강의는 교사의 제어에 의해서 운영되고 강의 내용은 학생들에게 브로드캐스팅(broadcasting) 형태로 전달된다. 따라서 학생들이 화이트 보드의 기능을 마음대로 사용하는 것은 불가능하다. 원격토론학습은 개설자에게 토론실 제어권을 준다. 토론 참여자가 개설자에게 발언권을 요청하면, 개설자는 참여자에게 채팅이나 화이트보드 기능 등을 이용해서 의견을 제시할 수 있도록 발언권을 준다. 개설자는 사용자의 발언 내용을 전달받아서 다른 참여자에게 전달해준다.

4.4 구현 예

사용자의 PC에서 원격학습 응용프로그램을 실행시켜서 서버에 접속을 하여 ID와 패스워드를 입력하여 사용자 인증 여부를 확인한다.

그림 12는 교수와 학생이 가상 강의 대기실에 접속한 화면이다. 개설된 강의와 접속한 사용자들의 리스트가 나타나 있다.

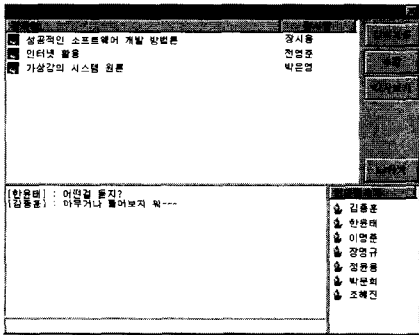


그림 12 가상강의 대기실에 접속한 화면

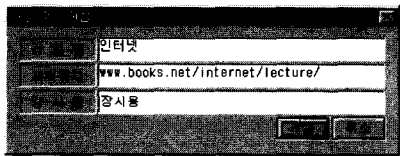


그림 13 교수의 강의 개설 화면

그림 13은 강의를 개설하는 화면이다. 강좌명과 교재 위치, 강사명을 입력하여 강의를 개설한다.

그림 14는 교수 PC에 개설된 강의실에 접속한 화면이다. 강의를 시작하기 전의 화면이다. 현재 강의실에 접속한 사용자들을 알 수 있으며, 강의에 참여할 사용자를 기다리는 동안 채팅이 가능하다. 사용자들이 모두 접속하면 강의 시작 버튼을 이용하여 강의를 실시한다.

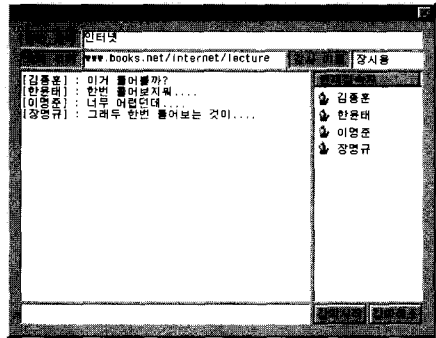


그림 14 교수 PC의 가상강의실에 접속한 화면

그림 15는 교수 PC에서 실시간 강의를 진행하는 화면이다. 학생 PC의 실시간 진행 화면도 이와 같다. 단 화이트 보드 사용 기능이 제한된다.

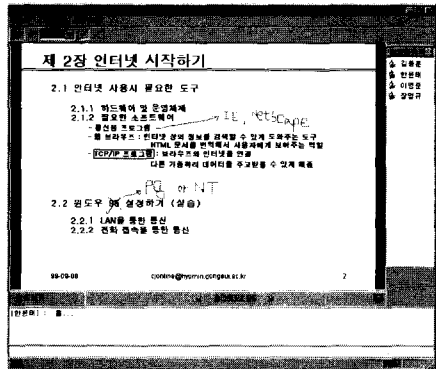


그림 15 가상강의 진행 화면

5. 성능분석

본 연구에서 구현한 서버의 성능 평가는 LAN으로 연결된 네트워크 환경에서 수행한다. 메인 서버와 클라이언트는 표 2와 같은 환경으로 구성하였다. 40대 이상의 클라이언트가 필요할 경우에 대한 테스트는 컴퓨터 사양을 고려하여서 한 대의 컴퓨터에 두 개 이상의 클라이언트 프로그램을 실행시켜서 테스트하였다. 본 연구에서 구현한 시스템은 메인 서버가 아닌 교수 컴퓨터에

서 실시간 강의가 이루어지도록 하였다. 교수 컴퓨터가 Windows 98 운영체제에서 50명의 학생 컴퓨터의 접속을 받아 들어서 실시간 원격 강의를 진행한다고 가정하고, 50명의 클라이언트 접속을 테스트하였다.

표 2 테스트 환경 구성표

	구분	OS	CPU	수량	메모리
서버	메인 서버	Windows NT 4.0	Pentium III 450Mhz	1	512M
클라이언트	교수 컴퓨터	Windows 98	Pentium II 400Mhz	1	64M
	학생 컴퓨터	Windows 98 Windows 95	Pentium II 400Mhz Pentium 166Mhz Pentium 150Mhz	9 23 8	64M 32M 32M

그림 16은 교수 컴퓨터와 메인 서버 컴퓨터에서 클라이언트 수를 늘려가면서 클라이언트 수에 따른 초당 평균 전송률과 그것의 변화를 나타낸 것이다. 그래프에서 처럼 교수 컴퓨터에 50대의 클라이언트가 접속을 하여도 클라이언트의 요청에 평균 100Kbps의 속도로 데이터를 전달하여 줄 수 있다는 결과가 나왔다. 그리고 교수 컴퓨터에 50명의 클라이언트가 접속을 하였을 때의 결과는 메인 서버(NT)에 100명이 접속한 가운데 전송률을 측정한 결과와 비슷한 수치로 나왔다.

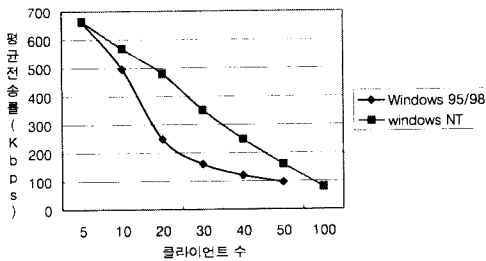


그림 16 평균 전송률의 비교

그림 17은 평균 전송률을 기준으로 하여 메인 서버 컴퓨터 1대에서 강의를 하는 경우와 교수 컴퓨터에 분산하여 강의를 할 경우 수용 가능한 클라이언트의 수를 비교한 실험 결과이다.

그림 17의 그래프는 1대의 서버 컴퓨터에서 강의를 하는 경우, 150대의 클라이언트를 수용 가능하며 1개의 강좌가 50명 정도를 수용하므로 3개 강좌를 지원할 수 있음을 보여준다. 메인 서버에 클라이언트 접속 기능을 부여하고 교수 PC에 각 강좌별 강의를 분산시킬 경우,

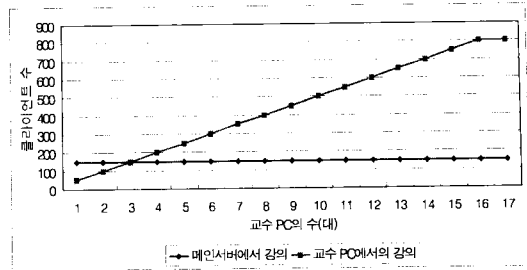


그림 17 단일서버와 교수 PC를 이용한 강의의 클라이언트 수 비교

교수 PC를 증가시키면 교수 PC의 수에 따라 지원할 수 있는 클라이언트의 수가 800까지 선형적으로 증가한다. 이는 실시간 원격강의나 원격토론학습이 그룹별로 분산되어 교수 PC나 학생 PC를 이용하여 진행되고, 일단 강의가 시작되어 정상적인 경우에는 메인 서버에 부하가 가해지지 않기 때문이다. 즉, 본 연구에서 구현한 그룹 기반 원격 시스템은 16강좌(800 클라이언트) 정도의 실시간 강의를 동시에 지원할 수 있다. 그림 17에서, 교수 PC를 16대에서 17대로 증가시켜도 더 이상 서비스 가능한 클라이언트 수가 증가하지 않는 것은 메인 서버의 중앙처리 장치와 주기억장치의 자원이 포화(saturation) 상태에 도달하였기 때문으로 분석되었다. 본 결과는 150명 미만의 클라이언트에게 강의를 할 경우는 기존 원격시스템에서 강의를 수행하는 것이 효율적이지만 그 이상 수의 클라이언트들에게 강의를 할 경우는 본 연구 시스템이 효율적임을 보여준다.

실시간 원격강의를 하면 이벤트 정보와 음성 데이터가 전달되는데, 이벤트 정보는 초당 1KB 미만이고 대부분 음성 데이터가 전달되어야 한다. 현재 통신망에서 일반적으로 사용되는 음성정보는 8비트의 데이터 크기와 8KHz의 샘플링으로 디지털화시키는 것을 표준으로 삼고 있다. 따라서 초당 샘플링 하는 바이트 수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\frac{\text{샘플링비율}(Hz) \times \text{비트수}}{8(\text{비트/바이트})} \times 1 \text{ or } 2 = \text{초당바이트수}$$

실시간 오디오 사운드를 원활히 들으려면 초당 8KB 정도의 전송이 이루어져야만 원활하게 들을 수 있다. 그림 18은 방송 형태로 교수 컴퓨터에서 학생 컴퓨터 50대에 3KB, 5KB, 7KB, 10KB, 20KB의 데이터를 각각 보냈을 때 클라이언트가 전달받은 응답시간을 나타낸 것이다. 그림 18의 결과와 같이 초당 20KB(160Kbps)가 1초 이내에 전송가능 하므로 원격강의를 충분히 할 수가 있음을 보여주고 있다.

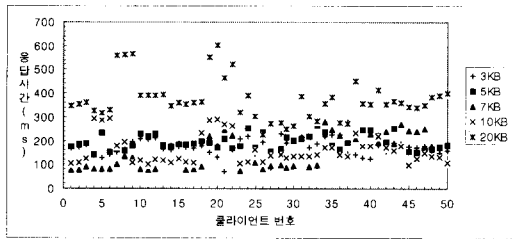


그림 18 교수 PC의 클라이언트 50대에 대한 응답시간

표 3은 NT 서버에서 강의를 진행한다고 가정을 하고 200대의 클라이언트에 3KB, 5KB, 7KB, 10KB, 20KB의 데이터를 각각 보냈을 때 응답시간을 나타낸 것이다.

표 3 NT 서버에서 클라이언트 200대에 대한 응답시간 (ms)

	3KB	5KB	7KB	10KB	20KB
최소값	63.00	116.00	176.00	311.00	691.00
최대값	297.00	505.00	722.00	1063.00	3202.00
평균	182.2350	267.7100	368.5400	533.0850	1136.6385
표준편차	50.1049	80.1857	100.9426	157.1586	415.9026

표 3에서의 결과를 보면 10KB를 1초 내에 200대 클라이언트의 대부분에 전송이 가능함을 알 수 있다. 하지만 20KB를 전송하면 평균 1초 내에 전송되지 않았다. 이 결과로 Windows NT에 강의를 할 경우 한 강좌를 50명 정도로 하면, 3강좌의 수업이 가능하다.

따라서 본 논문에서 제안한 시스템과 같이 메인 서버 (Windows NT)에서 접속과 사용자 인증, 강의 개설 및 강의실 접속 기능을 하고, 교수 PC에서 원격강의를 할 때 몇 강좌까지 강의가 가능한가를 알아보았다. 먼저 생성되는 스레드 수를 고려하여 서버에 접속 가능한 접속자 수를 조사한 결과 800명 정도의 클라이언트 접속에 대한 처리가 가능하다는 결과가 나왔다. 조사 방법은 클라이언트에서 접속을 제거하지 않고 계속해서 접속을 시도하였다. 이 결과에 의하면 수치상 16강좌 정도의 수업이 가능할 것으로 본다. 그리고, 단일 서버에서 강의와 사용자 접속 및 인증을 동시에 처리 할 경우 사용자 접속에 따른 부하와 강의를 하면서 발생하는 부하가 함께 발생되므로 많은 접속을 받아들일 수가 없으며 개설 가능한 강좌수도 적다. 본 연구 시스템은 서버에서는 사용자 접속과 인증만 처리하므로 많은 사용자의 접속을 받아들일 수가 있고 강의 시에는 교수 PC만 메인 서버와의 접속을 유지하고, 나머지 강의 수강자는 메인 서버

와의 연결을 끊고 교수 PC와의 연결만 유지하므로 서버에 대한 부하는 매우 줄어들게 되고 훨씬 많은 강의가 가능함을 알 수 있다.

6. 결론

본 연구에서는 단일 서버 대신 강의의 개설 및 관리의 메인 서버에서 이루어지게 하고, 강사 PC나 토론실을 개설한 PC가 서버 기능을 담당케 하는 실시간 원격 학습 모델을 설계, 제시하였다. 또한 강사 PC가 여러 클라이언트의 접속을 받아 들여서 실시간 강의가 수용 가능한가를 연구하고 성능을 평가하였다.

본 시스템의 테스트 결과 시스템 사양에 따라 다소 차이가 있지만 교수 PC에서 50명 이상의 수강자에게 충분히 강의가 가능함을 알 수 있었으며, 메인 서버가 클라이언트의 접속을 받아들일 수 있는 숫자는 800명 이상이 되므로 메인 서버에서 접속과 강의의 관리 하고 교수 PC를 통해 강의를 진행할 경우, 진행 가능한 강좌의 수가 단일 서버를 통하여 강의를 하는 경우보다 훨씬 많다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 제안한 그룹기반 원격 학습 시스템은 다음과 같은 장점을 가진다.

첫째, 쉽게 사용할 수 있는 Windows 환경을 이용하여 서버는 전체 사용자의 인증 및 강의실 접속 관리와 정보 관리만 수행하도록 하고 클라이언트 PC에서 강의나 토론을 함으로써 동시에 여러 가지 다양한 종류의 강좌나 원격 토론학습을 실시간으로 진행할 수가 있다.

둘째, 각 강좌나 토론실별로 그룹화하여 서버에서 강의를 하지 않고 그룹별로 원격학습을 진행함으로써 서버의 부하를 줄일 수 있다.

셋째, 웹 기능을 그대로 통합하고 있기 때문에 웹의 발전과 더불어 다양한 강의 교재의 사용도 가능하다.

본 원격학습 시스템에서는 현재는 음성만을 이용한 멀티미디어 강의를 제공하지만 좀더 원활한 강의를 위해서 동영상 서비스 제공에 대한 연구가 더 필요하다. 또한 강의 내용을 효율적으로 저장하기 위한 저장 서버 및 멀티미디어 데이터베이스에 관한 연구도 필요하다.

참고 문헌

- [1] A.L.Narasimha Reddy, et al., "I/O Issues in a Multimedia System," IEEE Computer, pp. 69~74, April 1994.
- [2] 이창하 외 3인, "학생과 교사의 상호작용을 증가시키기 위한 원격교육 시스템의 설계 및 구현", 정보과학회논문지(C), 제3권 제5호, pp.541~548, 1997.10.

- [3] 강종규의 3인, "실시간 웹 서버의 설계 및 구현", 정보과학회 논문지(C), 제3권 제5호, pp.473~482, 1997.10.
- [4] 강종규의 4인, "WWW에서 대화형 원격 한자학습 시스템", 한국정보처리학회 논문지, 제4권 제3호, pp.698~708, 1997.3.
- [5] 김태영, 김영식, "초고속정보통신망에 기반한 원격교육 시스템 기술", 정보과학회논문지(A), 제13권 제6호, pp.72~89, 1995.
- [6] 황대준, "가상대학의 현황과 발전방향", 정보과학회지, 제16권 제10호, pp.6~15, 1998.10.
- [7] 정갑주의 2인, "효과적인 교수-학습을 위한 가상학습 지원시스템 분석", 정보과학회지, 제16권 제10호, pp.26~33, 1998.10
- [8] Heng-Yow Chen, Gin-Yi Chen and Jen-Shin Hong, "Design of a Web-Based Synchronized Multimedia Lecture System for Distance Education," Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems Volume II, 1998.
- [9] Interactive Learning International Corp., LearnLinc, <http://www.ilinc.com>, 1999.
- [10] Lotus Corp., LearningSpace : Anytime Learning, <http://www.lotus.com/home.nsf/tabs/learnspace>, January, 1999.
- [11] 박경환의 2인, "사용자간 상호작용 지향적 통합 가상 교육 시스템의 설계 및 구현", 멀티미디어학회 논문지, 제1권제2호, pp.215~223. 1998.12.
- [12] 이기호의 2인, "웹 그룹웨어 원격 교육 시스템의 설계 및 구현", 정보과학회논문지(C), 제4권제1호, pp.126~134, 1998.2.
- [13] 황기태의 2인, "원격학습을 위한 멀티미디어 서버의 설계 및 구현", 정보과학회논문지(C), 제4권 제3호, pp.325~336, 1998.6.
- [14] Kushwaha, B., Whitescarver, J., "Integration of Virtual Classroom and Multimedia on the Information Highway," International Conference and Multimedia System and Applications, LASTED/ISMM, pp.135~138, 1994.
- [15] Maffei, S., Schmidt, D.C., "Construction Reliable Distributed Communication Systems with CORBA," In Submitted to IEEE Communications Magazine, vol 14, No. 2, February 1997.
- [16] 정희경의 2인, "그룹웨어를 위한 그룹통신 플랫폼의 설계 및 구현", 정보과학회논문지(C), 제1권 제1호, pp.1~11, 1995. 9.
- [17] 이창욱, 박용진, "개방 분산 시스템을 기반으로한 멀티미디어 그룹웨어 플랫폼", 정보과학회논문지(A), 제22권 제12호, pp.1671~1683, 1995, 12.
- [18] 김형도, 문지영, "멀티미디어 네트워크 계층을 위한 그룹통신 플랫폼", 정보과학회논문지(A), 제24권 제2호, pp.165~172, 1997.2.
- [19] 정의현의 2인, "공동작업 시스템의 설계 및 구현", 정보과학회논문지(C), 제3권 제4호, pp.334~pp.335, 1997.8.



장 시 응

1984년 부산대학교 계산통계학과 졸업(학사). 1993년 부산대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사). 1996년 부산대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학박사). 1986년 ~ 1993년 대우통신종합연구소 주임연구원. 1996년 ~ 현재 동의대학교 조교수. 관심분야는 병렬 화일시스템, 멀티미디어, 데이터베이스



전 영 준

1998년 동의대학교 계산통계학과 졸업(학사). 2000년 동의대학교 계산통계학과 졸업(이학석사). 2000년 ~ 현재 동의대학교 컴퓨터공학과 박사과정 재학중. 관심분야는 원격교육, 인공지능