

MuX 기반 멀티미디어 텔레튜터링 시스템의 설계 및 구현

강 성 수[†] · 류 기 열^{††} · 변 광 준^{††}

요 약

본 논문에서는 MuX를 하부구조로 갖는 텔레튜터링 시스템(tele-tutoring system)인 TeleTutor의 설계 및 구현에 대해서 기술한다. 본 시스템은 지역적으로 떨어진 교수와 학생간에 오디오, 비디오, 이미지, 텍스트 등의 멀티미디어를 이용하여 강의시간 외에 원격상담과 질의, 응답이 이루어질 수 있도록 하는 기능 등과 같은 기존의 시스템에서 고려되지 않거나 미비하였던 기능에 초점을 두고 있으며, 이러한 면에서 실시간으로 강의를 지원하는 것을 목적으로 개발되는 원격강의 시스템과 구분된다.

Design and Implementation of MuX Based Multimedia Tele-Tutoring System

Sung Soo Kang[†] · Ki-Yeol Ryu^{††} · Kwang June Byeon^{††}

ABSTRACT

In this paper, we present the design and implementation of TeleTutor which is a MuX based tele-tutoring system. This system focuses on several features such as multimedia tele-counselling, questioning and answering between a student and a teacher during his/her office hour. These features have not been considered or adequately supported in other distance learning systems that mainly focus on supporting an online lecture among a teacher and students.

1. 서 론

멀티미디어와 정보통신 기술이 비약적으로 발전하고 전자메일 시스템, 데이터컨퍼런싱 시스템, 비디오 컨퍼런싱 시스템 등의 응용 시스템 개발이 활성화됨에 따라, 이를 활용하는 방법론이 대두되면서 교육분야는 새로운 시대를 맞이하고 있다[7]. 1960년대 초반

University of Illinois의 PLATO 프로젝트를 본격적인 시발점으로, 온라인 원격 학습 시스템은 현재 미국 및 유럽의 교육연구기관 등에서 활발하게 연구, 개발되고 있으며, 가상 대학의 구축을 목적으로 인터넷 및 인트라넷에서 수업, 평가, 관련 정보 등을 제공하기 위한 연구와, 비디오컨퍼런싱 시스템을 응용하여 실시간으로 강의를 제공하는 온라인 원격강의 시스템을 구축하기 위한 연구를 중심으로 이루어지고 있다[7, 12, 16]. 그러나 이러한 시스템들은 일반적으로 온라인 상에서 한 명의 교수와 여러 명의 학생간에 이루어지는 실시간 강의를 기본 전제로 개발이 진행

※본 논문은 한국전자통신연구원 멀티미디어연구부의 위탁과제로 수행되었음

† 준 회원: 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부

†† 중신회원: 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부

논문접수: 1997년 8월 27일, 심사완료: 1997년 12월 29일

되고 있기 때문에 일대일 상담 및 강의시간 외에 오디오, 비디오, 이미지 등의 멀티미디어를 이용하여 질의응답을 할 수 있는 기능을 지원하는 텔레튜어링 시스템에 대한 연구는 미비한 실정이다. 현재 이와 유사한 기능을 지원하는 시스템을 연구, 개발 중인 사례는 University of Virginia에서 개발 중인 gwTTS (ground-wide Tele-Tutoring System)[8]와 Northwestern University의 CoVis Network (Collaborative Visualization Network)[5, 9, 10] 등이 있으나, 이들 역시 오프라인 상에서 처리가 필요한 질의 응답을 지원하지 않거나, 텍스트 기반의 전자메일 시스템을 사용하고 있어 다양한 표현 방법을 제공하지 못하고 있다. 본 논문에서는 이에 착안해 개발된 TeleTutor를 소개하고 구조 및 기능 구현을 중심으로 기술한다. TeleTutor는 강의 시간 이외에 멀티미디어로 구성된 상담 및 질의응답을 처리하는 독립적인 시스템으로 개발되었으나 궁극적으로는 원격학습 시스템의 구성 시스템으로 되어야 할 것이다.

TeleTutor가 지원하는 기능은 크게 카운슬링 서비스 (counselling service)와 멀티미디어 튜터링 서비스 (multimedia tutoring service)로 구분된다. 카운슬링 서비스는 학생이 교수의 상담시간에 오디오, 비디오, 텍스트를 이용한 멀티미디어 대화를 통해 원거리에 있는 교수와 상담을 하는데 필요한 기능을 제공하며 원격상담 요청기능, 멀티미디어 상담기능, 상담내용 기록 및 재생기능, 자동응답기능이 이에 포함된다. 멀티미디어 튜터링 서비스는 오디오, 비디오, 이미지를 포함하는 여러 장의 페이지로 구성된 멀티미디어 튜터링 문서를 이용하여 교수와 학생간에 질의응답을 교환함으로써 텔레튜어링이 이루어지는데 필요한 기능을 제공하며 멀티미디어 튜터링 문서 작성, 전송, 재생 기능과 수신된 멀티미디어 튜터링 문서를 관리하는 기능을 포함하고 있다.

이러한 기능을 지원하기 위하여 TeleTutor는 서비스에 참여하는 두 대의 컴퓨터에 모두 존재해야 하며, 각각은 TeleTutor 클라이언트, TeleTutor 서버, MuX 서버 및 데이터베이스로 구성된다. TeleTutor 클라이언트는 서비스 수행 절차상에서 전체적인 제어 역할과 사용자에게 서비스를 제공하는 역할을 담당하며, TeleTutor 서버는 클라이언트간의 연결 데몬(daemon)의 역할과 멀티미디어 튜터링 문서 수신 서

버의 역할을 담당한다. 실제적인 오디오, 비디오의 입출력은 MuX 서버가 담당하며, 데이터베이스는 TeleTutor에서 사용되는 정보를 관리하는 역할과 필요시 저장된 정보를 제공하는 역할을 담당한다.

본 논문의 구성은 2장에서 기존의 원격학습 시스템들의 특징을 알아보고, 3장에서 TeleTutor의 구조를 각 모듈별로 자세하게 기술한다. 4장에서는 서비스별 기능에 대해 설명하며, 5장에서는 구현 환경과 구현된 주요 사용자 인터페이스를 간략하게 설명한 후, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

본 장에서는 현재 개발된 원격학습 시스템 중에서 University of Virginia에서 개발된 gwTTS, Northwestern University를 중심으로 진행 중인 CoVis 프로젝트, 성균관 대학교에서 개발된 배움 한마당 시스템이 제공하는 기능을 중심으로 특징을 살펴보고, 본 연구에서 개발된 TeleTutor와의 관련성에 대해 기술한다.

2.1 gwTTS

gwTTS는 컴퓨터 네트워크에 연결된 데스크탑 컴퓨터를 이용하여 실시간으로 오디오, 비디오, 이미지를 교환함으로써 원격 학습이 가능하도록 설계, 구현되었다. 이 시스템은 상호운용성, 사용자편의, 시스템 확장가능성 및 사용확장성을 기본적인 설계 목적으로 가지고 있으며, Electronic Office Hours, Digital Video Broadcasts of Lectures, Virtual Classroom, Remote Study Groups의 네 개의 응용 프로그램으로 패키지(packaged)되어있다[8].

Electronic Office Hours는 원격지에 위치한 교수와 학생이 오디오, 비디오를 통해 상담을 할 수 있는 기능을 제공하는 응용 프로그램이며, 기본적으로 오디오, 비디오를 통해 양방향 대화를 할 수 있는 대화 기능과 화이트보드를 이용한 실시간 데이터컨퍼런싱 기능을 지원하고 있다. 해당 응용 프로그램은 Teacher Control Panel과 Student Control Panel로 구성되며 교수가 Teacher Control Panel에서 오디오, 비디오, 웹브라우저, 화이트보드 등의 세션들을 생성하면 학생은 생성된 세션에 Student Control Panel을 이용하여 등록하는 시나리오로 운영된다.

Digital Video Broadcast of Lectures는 강의실에서 교수와 학생들 간에 이루어지는 실제적인 강의 내용을 gwTTS가 설치된 워크스테이션에 연결된 비디오 카메라를 사용하여 녹화한 후, 녹화된 강의 데이터를 브로드캐스팅하는 기능을 갖는다. 브로드캐스트되는 데이터는 gwTTS가 설치된 워크스테이션으로 수신하여 재생할 수 있다.

Virtual Classroom은 원격지에 위치한 교수와 학생들간에 실시간으로 강의가 이루어질 수 있도록 오디오, 비디오, 이미지를 실시간으로 교환하는 기능과 화이트보드 기능을 제공한다. 이러한 기능에 의해 Virtual Classroom에 참여하는 학생들은 각각 서로 다른 위치에서 교수로부터의 멀티미디어 데이터를 자신의 터미널로 수신하면서 강의를 진행할 수 있다. Remote Study Group은 학생들이 지역적으로 떨어진 위치에서 동시에 그룹 미팅을 할 수 있는 기능을 제공하며, 오디오, 비디오를 통한 대화기능, 공유화일 작성기능, 화이트보드 기능이 이에 해당한다.

Electronic Office Hours의 경우 강의 시간외에 교수와 학생간의 상담을 지원하는 점에서 본 연구에서 구분하고 있는 텔레튜어링 시스템의 특성을 갖고 있으나 그 외에는 텔레튜어링 시스템보다는 원격강의 시스템에 유사한 형태로 개발되었으며, TeleTutor가 제공하는 서비스 중에서 카운슬링 서비스만을 제공할 뿐 질의응답을 지원하는 기능은 제공하지 않고 있다.

2.2 CoVis 프로젝트

CoVis 프로젝트는 초중고등학교의 과학 교육을 하는데 지역 또는 시간에 관계없이 학습에 참여하는 학생, 교수 및 과학자간에 공동 학습 작업이 가능하도록 하는 교육환경을 제공하는 것을 목적으로 하고 있으며, 세부적으로는 공동 학습과 통신지원 소프트웨어 개발, 화면 공유 및 오디오, 비디오 회의 도구 개발, 질의 및 응답지원 도구 개발, 이미지를 통한 과학 학습 도구 개발, 전문적인 교수학습 시스템 개발을 목표로 하고 있다. 현재는 문자 기반의 질의응답 도구인 Collaboratory Notebook과, Climate Visualizer 및 Weather Visualizer와 같은 이미지를 통한 과학 학습 도구가 개발되어 실험 중에 있으며, Greenhouse Effect Visualizer 웹 페이지의 구축을 통해 인터넷 상에서 과학 정보를 획득할 수 있는 실험환경을 구축하

고 각각의 효과를 실험 중에 있다.

CoVis 프로젝트는 원격학습 시스템의 개발을 목표로 하고 있으며, 특히 학습 자료 및 교수 학습 방법론의 개발에도 중점을 두고 있다. 또한, TeleTutor와 같이 질의응답 서비스를 위한 도구들을 제공하고 있으나 유즈넷(usenet) 뉴스 그룹의 형태를 취하고 있어 상대적으로 제약점이 있으며, gwTTS와는 달리 카운슬링 서비스에 대한 고려는 미비한 상태이다.

2.3 배움 한마당 시스템

배움 한마당은 성균관 대학교에서 개발된 통합 멀티미디어 원격교육시스템으로서, 동 대학에서 개발된 상호 참여형 멀티미디어 미들웨어인 두레(DooRae)를 기반으로 하는 응용 시스템이며, 제공하는 기능은 다음과 같다[21]. 강의개설기능은 처음에 강의를 개설하는 기능으로서 무작위 또는 지정된 사람을 강의에 초청하는 기능을 갖는다. 발언권 신청기능과 발언권 표시기능은 학생이 강의 중에 발언을 할 수 있도록 발언권을 신청하고 임의, 교사중재, 동시 발언의 방식으로 구분하여 발언권을 부여하며 이를 사용자 인터페이스에 표시하는 기능이다. 화이트보드기능, 보조교재기능, 보조철판(전자철판)기능은 교육내용에 필요한 문서를 공유하여 교육을 진행하도록 하며, 전자철판을 사용하여 강의를 진행할 수 있는 기능을 지원한다. 응용공유기능은 응용공유에 참여한 사용자간에 프로그램을 공유하여 작업을 할 수 있도록 하는 기능들을 지원하며, 강의실 보기기능으로 각 강의실의 상황을 모니터링할 수 있다. 이러한 기능 외에 자기모습 및 상대화면 보기기능, 강의 시각표시기능, 음량조절기능, 도우미기능, 전체 세션관리기능을 제공한다.

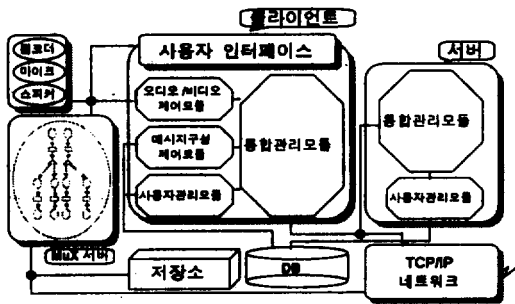
배움 한마당 시스템은 gwTTS 등의 원격학습 시스템과 같이 원격지에서 이루어지는 실시간 강의가 기능들을 제공하는 데에 중점을 두고 있으며, 강의 시간외에 상담 및 질의응답의 처리에 대한 고려는 아직 이루어지지 않고 있는 상태이다.

3. 구 조

3.1 전체 구조

TeleTutor는 (그림 1)과 같이 TeleTutor 클라이언

트, TeleTutor 서버, MuX 서버 및 데이터베이스로 구성된다. TeleTutor 클라이언트는 사용자 인터페이스에서 발생하는 서비스 요청을 수신하고 이를 시스템 내부적으로 처리하거나, 상대 시스템에 서비스를 요청하여 처리하는 역할과 자신의 서버를 통해서 상대 시스템으로부터 수신된 서비스 요청을 처리하는 역할을 담당한다. TeleTutor 서버는 자신의 클라이언트와 상대 클라이언트간에 서비스가 가능한지 검사하여 연결하는 연결 데몬의 역할과 상대 클라이언트에서 전송되는 멀티미디어 튜터링 문서의 수신 서버 역할을 담당한다. MuX 서버는 상대 시스템의 MuX 서버와 함께 실제적인 오디오, 비디오의 입출력을 담당하며 데이터베이스는 TeleTutor에서 사용되는 멀티미디어 데이터 관련 정보와 사용자 관련 정보를 저장, 관리하며 필요시 클라이언트와 서버에게 저장된 정보를 제공하는 역할을 담당한다.



(그림 1) 전체 구조
(Fig. 1) Architecture of TeleTutor

3.2 TeleTutor 클라이언트

TeleTutor 클라이언트는 서비스적합성 검사단계와 멀티미디어 데이터 송수신단계를 통해서 카운슬링 서비스 및 멀티미디어 튜터링 서비스를 처리한다. 서비스적합성 검사단계에서 클라이언트는 상대 서버에게 서비스를 요청하고, 상대 서버로부터 카운슬링 서비스모드 진입정보를 수신한 경우 상대 클라이언트와 멀티미디어 데이터 송수신에 관련된 제어정보 교환을 위한 제어채널을 형성하며, 멀티미디어 튜터링 서비스모드 진입정보를 수신한 경우에는 상대 서버와 멀티미디어 튜터링 문서 교환을 위한 데이터전송

채널을 생성한다. 멀티미디어 데이터 송수신단계에서는 카운슬링 서비스인 경우 클라이언트간에 실제적인 오디오, 비디오 스트림 데이터가 송수신되며, 멀티미디어 튜터링 서비스인 경우 자신의 클라이언트에서 상대 서버로 멀티미디어 튜터링 문서를 구성하는 파일 데이터가 전송된다. 이러한 작업은 클라이언트의 통합관리모듈이 상대 서버 및 클라이언트의 통합관리모듈과 제어정보를 송수신하면서, 그 흐름에 따라 메시지구성제어모듈, 오디오/비디오제어모듈 및 사용자관리모듈의 내부 모듈들을 제어하는 과정을 통해서 수행된다.

3.2.1 클라이언트의 통합관리모듈

클라이언트의 통합관리모듈은 분산 클라이언트/서버 컴퓨팅 모델을 기술적인 바탕으로 TCP/IP 프로토콜에 의한 제어정보 전달방식을 따르며, 클라이언트의 작업 흐름에 따라 메시지구성제어모듈 및 사용자관리모듈로부터 메시지구성정보 및 사용자정보를 전달받아 이를 제어정보로 구성하여 상대 TeleTutor의 클라이언트 및 서버로 전송하는 역할과, 상대 TeleTutor로부터 수신된 제어 정보를 분석하여 메시지구성제어모듈, 사용자관리모듈 및 오디오/비디오제어모듈을 제어하는 역할을 한다.

상대 TeleTutor로부터 제어 정보가 수신되거나 사용자 인터페이스로부터 작업 명령이 수신되면, 전자적 경우 정보의 타입에 의해서 작업 내용을 결정하며 후자인 경우 사용자 인터페이스에 발생한 이벤트에 따라 작업 내용을 결정한다. 작업 내용이 멀티미디어 데이터 전송에 관련되었을 경우, 사용자관리모듈로부터 수신한 사용자정보를 메시지구성제어모듈에게 전달하여 전송할 멀티미디어 데이터의 구성정보를 생성하도록 제어한다. 생성된 메시지구성정보는 오디오/비디오제어모듈에게 전달되고, 이를 이용하여 MuX 서버가 실제적인 멀티미디어 데이터를 전송하는 작업을 할 수 있도록 제어하는 명령을 생성할 것을 요청하는 과정을 수행하여 작업흐름을 관리한다. 작업 내용이 멀티미디어 데이터 수신에 관련되었을 경우 통합관리모듈은 수신된 제어정보로부터 멀티미디어 데이터를 전송하는 사용자의 ID를 분해하고 이를 수신된 시각과 함께 메시지구성제어모듈에게 전달하여 메시지구성정보를 작성하도록 제어한다.

3.2.2 메시지구성제어모듈

메시지구성제어모듈은 멀티미디어 튜터링 문서, 저장된 상담 내용, 자동응답메시지 및 부재중메시지를 구성하는 모노미디어 객체를 메시지구성정보에 따라 결합하는 역할을 담당한다. 이러한 처리 과정에 의해 모노미디어 객체들은 가상객체로 통합되고, 멀티미디어 튜터링 문서의 경우에는 하나의 가상객체를 페이지 단위로 하여 여러 장의 페이지로 구성된 문서로 작성된다. 메시지구성정보는 카운슬링 서비스에서 사용되는 상담내용 기록, 자동응답메시지, 부재중메시지의 구성정보와 멀티미디어 튜터링 서비스에서 사용되는 멀티미디어 튜터링 문서 구성정보로 구분되며 이는 튜터링 페이지 구성정보와 튜터링 문서 구성정보로 세분된다¹⁾.

메시지구성제어모듈은 통합관리모듈로부터 사용자정보를 수신하고 메시지구성정보 생성요청을 받으면, 각 모노미디어 객체정보를 데이터베이스로부터 검색한다. 검색 결과로 수신한 객체 파일명을 사용자 저장소 위치와 결합하여 메시지구성정보를 완성하고 통합관리모듈에게 전송한다.

3.2.3 오디오/비디오제어모듈

오디오/비디오제어모듈은 클라이언트의 멀티미디어 데이터 송수신단계에서 실제적으로 멀티미디어 데이터를 전송하는 역할을 담당한다. 오디오/비디오 제어모듈은 MuX API를 사용하는 MuX 클라이언트부와 TCP/IP 프로토콜을 사용하는 파일 전송부로 구분되며 통합관리모듈에서 분석한 제어정보가 오디오, 비디오 파일의 입출력에 관련된 경우 호출된다.

MuX 클라이언트부는 MuX 서버 제어명령의 작성 역할과 작성된 제어명령을 MuX 서버에 전송하여 실제적인 오디오, 비디오의 입출력이 이루어지도록 제어한다. 카운슬링 서비스 중에서 멀티미디어 상담, 상담내용 기록 및 재생, 자동응답메시지의 녹화, 재생 및 부재중메시지의 작성, 기록, 재생이 요청된 경우와 멀티미디어 튜터링 서비스 중에서 멀티미디어 튜터링 문서 작성 및 재생이 요청된 경우가 MuX 클라이언트부에 의한 처리가 필요한 경우에 해당된다. MuX

서버 제어명령은 통합관리모듈로부터 수신된 사용자 정보와 메시지구성정보를 이용하여 오디오, 비디오의 소스와 테스트네이션을 선언하고, 이를 연결하는 스트림객체를 선언한다. 스트림객체는 MuX 채널에 의해 제어되므로 MuX 클라이언트부는 스트림객체 선언과 소스 스트림의 Play, Stop 명령을 순차적으로 MuX 서버로 전송하여 오디오, 비디오 입출력이 이루어지도록 제어한다.

파일 전송부는 멀티미디어 튜터링 문서를 모노미디어 객체 단위로 분석하여 전송하는 매커니즘을 갖고 있으며 멀티미디어 튜터링 서비스 중에서 멀티미디어 튜터링 문서 전송방식이 이에 해당된다. 객체 단위로 분석하기 위한 메시지구성정보는 통합관리모듈을 통해 메시지구성제어모듈로부터 전달되며 각 객체는 이진데이터 형태로 전송된다.

3.2.4 클라이언트의 사용자관리모듈

클라이언트의 사용자관리모듈은 통합관리모듈로부터 요청이 있을 경우에 사용자정보를 제공하는 역할을 담당하며, 사용자정보 데이터베이스의 읽기 및 쓰기 권한을 갖고 있다. 사용자정보는 사용자가 설정한 TeleTutor 환경정보를 토대로 작성되며, 데이터베이스의 사용자 목록에 추가되어 서비스적합성 검사단계에서 참조된다. 주소목록정보는 사용자가 필요에 의해 등록된 상대방의 주소 목록이며 각 주소는 소유자의 ID에 의해 부여된 사용 권한에 의해 관리된다²⁾.

3.3 TeleTutor 서버

TeleTutor 서버는 클라이언트의 서비스적합성 검사단계에서 서비스에 참여한 클라이언트간의 연결 데몬의 역할을 담당하며, 멀티미디어 튜터링 서비스를 위한 멀티미디어 데이터 송수신단계에서는 상대 TeleTutor의 클라이언트와 자신의 데이터베이스 및 저장소간의 연결 통로를 제공하여 수신된 멀티미디어 튜터링 문서를 오디오, 비디오, 이미지 파일 단위로 사용자의 저장소에 저장하고 메시지구성정보를 데이터베이스에 기록한다. 이러한 작업은 서버의 통합관리모듈과 사용자관리모듈에 의해서 수행된다.

1) 메시지구성정보에 대한 자세한 내용은 2.5절에서 설명한다.

2) 사용자정보에 대한 자세한 설명은 2.5절에서 기술하고 있다.

3.3.1 서버의 통합관리모듈

서버의 통합관리모듈은 서비스적합성 검사단계에서 상대 클라이언트로부터 서비스 개시 요청을 받으면 수신된 정보의 타입을 분석하여 요청된 서비스를 카운슬링 서비스와 멀티미디어 튜터링 문서 서비스로 분류한다. 요청된 서비스가 카운슬링 서비스인 경우 사용자관리모듈로부터 연결할 사용자정보를 수신하고 그 정보에 따라 멀티미디어 상담기능을 제공할 것인지 자동응답기능을 제공할 것인지 결정하여 각 클라이언트에 통보하는 역할을 담당한다. 요청된 서비스가 멀티미디어 튜터링 서비스인 경우 멀티미디어 객체파일 전송은 상대 클라이언트와 자신의 서버간에 이루어지므로, 먼저 서비스적합성 검사단계에서 현재 사용자에게 관계없이 사용자관리모듈로부터 호출된 사용자의 저장소 위치를 검색 결과로 수신한다. 멀티미디어 데이터 전송 단계에서 상대 TeleTutor 클라이언트로부터 수신한 메시지구성정보를 데이터베이스에 저장하고, 오디오/비디오제어모듈의 파일 전송부에서 전송하는 멀티미디어 파일을 사용자의 저장소에 저장한다.

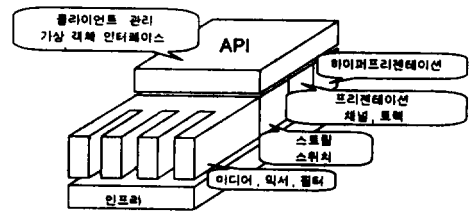
3.3.2 서버의 사용자관리모듈

서버의 사용자관리모듈은 사용자정보 데이터베이스의 읽기 권한만을 갖고며 사용자정보를 검색하는 역할을 담당한다. 상대 시스템으로부터 서비스의 요청이 있을 경우 서버 통합관리모듈의 제어 명령을 받아 데이터베이스에서 서비스를 요청 받은 사용자정보를 검색하고 그 결과는 서버의 통합관리모듈로 반환된다.

3.4 MuX 서버

MuX 서버는 멀티미디어 데이터를 실시간에 처리해야 하는 분산 클라이언트/서버 컴퓨팅 환경에서 오디오/비디오제어모듈의 제어명령에 따라 멀티미디어 데이터의 입출력을 처리한다. MuX 서버는 멀티미디어 데이터의 흐름이라는 관점에서 스트림, 채널, 복제기, 멀티미디어 프리젠테이션으로 구성된다. 또한 (그림 2)에서와 같이 스트림 계층, 멀티미디어 프리젠테이션 계층 및 하이퍼프리젠테이션 계층으로 나타낼 수 있다.

스트림은 멀티미디어 데이터가 생성되는 소스와



(그림 2) MuX 구조
(Fig. 2) Architecture of MuX

저장되는 데스티네이션을 연결하고, 채널은 여러 개의 독립적인 스트림을 Mixer/Weaver를 통하여 합성하며, 복제기는 하나의 스트림을 Copier/Unweaver를 통해서 여러 개의 동질/이질적인 스트림으로 분리한다. 멀티미디어 프리젠테이션은 각종 미디어의 스트림과 채널을 동일한 시간축 상에서 시간적 연관 관계에 따라 미디어의 프리젠테이션을 일괄적으로 제어한다. 계층 구조에서 스트림 계층은 임의의 마이크, 카메라, 디스플레이, 스피커 등의 미디어 매체와 관련된 데이터의 흐름을 관리하며, 멀티미디어 프리젠테이션 계층은 관련 스트림간의 시공간적인 관계를 형성하고 동기 및 합성이 요구되는 각 스트림의 모임을 관리한다[17, 18, 19, 20].

3.5 제어정보 구조 및 관리

TeleTutor는 시스템 운용에 필요한 제어정보를 효율적으로 관리하기 위해서 데이터베이스를 사용하며, 데이터베이스와의 연결을 위해서 ODBC를 이용한다. 제어정보는 시스템간에서 송수신 되는 통합 관리 제어정보와 메시지구성정보 및 사용자정보로 구성된다.

3.5.1 통합 관리 제어정보 구조

통합 관리 제어정보는 (tm, cm, lm)의 튜플로 구성되며 tm(type of message), cm(content of message), lm(length of message)은 각각 제어정보의 타입, 내용과 길이를 의미한다. 정보의 타입은 본 시스템에서 정의한 규칙에 의해 <표 1>과 같이 규정된다.

정보의 타입은 정보의 내용 없이 그 자체만으로 작업 흐름을 제어할 수 있으며 서비스의 준비상태를 검사하거나, 서비스 완료통보하기 위해 전송되는 제

〈표 1〉 통합관리 제어정보 타입

(Table 1) Types for WorkFlow Controls

- A: 지역 클라이언트 → 원격 서버,
- B: 지역 클라이언트 → 원격 클라이언트
- C: 원격 서버 → 지역 클라이언트,
- D: 원격 서버 → 원격 클라이언트
- E: 원격 클라이언트 → 원격 서버,
- F: 원격 클라이언트 → 지역 클라이언트

타입	의미	대상
MIP	멀티미디어 상담 요청	A
MINFO	호출자의 정보	D
MAUTORESP2	자동응답모드 진입	C
MAUTORESP	자동응답모드 진입	D
MREADY	자동응답메시지 수신 준비 완료	A, D
MMSG	텍스트 데이터 전송	B, F
MREMAIN	부재중메시지 남김	B
MEND	부재중메시지 남김 완료	B
MSTOP	상담내용 기록 완료	B
MMSGSTART	비디오, 오디오 데이터 전송	B
MMSGSTOP	비디오, 오디오 데이터 전송 완료	B
MSTORE	상담내용 기록 요청	B
MTIME	시간 정보	E
MBUSY	사용자가 대화중	C
MNOUSER	등록된 사용자가 아님	C
MNON_AUTORESP	자동응답메시지가 작성되지 않음	C
MREJECT	멀티미디어 상담 요청 거부	C
MLISTEN	멀티미디어 상담 시작 준비 완료	A, D
MTSEND	멀티미디어 튜터링 문서 전송	E
MTLATER	전송 오류 발생	D
MTREADY	멀티미디어 튜터링 문서 수신 준비 완료	D
MTINFO1	멀티미디어 튜터링 문서 구성정보	E
MTDATA	튜터링 페이지 구성정보	E

어정보가 이에 해당된다. 정보의 내용은 모듈간 질의 및 반환된 결과 값을 의미하며 서비스 요청시 상대방의 이름, 사용자의 이름 및 IP 주소 등이 이에 해당한다. 정보의 길이는 정보를 전송할 때 오류검사의 기준이 되며 전송된 정보의 크기를 명시하므로 정보의 타입과 결합되어 수신된 정보의 내용을 해석하는 기준이 된다.

3.5.2 메시지구성정보의 구조

메시지구성정보는 자동응답메시지 구성정보, 부재중메시지 구성정보, 튜터링 페이지 구성정보 및 멀티미디어 튜터링 문서 구성정보로 세분된다. 자동응답메시지 구성정보는 <u, vf, af, tf>의 튜플로 구성되며 u(user id), vf(video file), af(audio file), tf(text file)는 각각 소유자 ID, 비디오 파일명, 오디오 파일명, 텍스트 파일명을 의미한다. 소유자 ID는 자동응답메시지의 소유자 정보를 명시하여 사용 권한을 설정하는 메커니즘을 제공한다. 오디오, 비디오 및 텍스트 파일명은 자동응답메시지를 구성하는 모노미디어 객체파일의 저장 위치를 명시하며 소유자 ID에 의해 사용 권한이 설정된다. 자동응답메시지는 사용자별로 유일하게 작성되므로 메시지구성정보는 사용자정보에 따라 필요시 사용자 ID를 파일명으로 정의하는 형식에 따라 메시지구성제어모듈에 의해 생성된다. 부재중메시지 구성정보는 <u, vf, af, tf, tm, si>의 튜플로 구성되며, u, vf, af, tf는 자동응답메시지와 동일하다. tm(type of message)은 부재중메시지와 멀티미디어 튜터링 문서를 구분하는 정보의 타입이며 부재중메시지와 멀티미디어 튜터링 문서 구성정보는 사용자의 측면에서 동일하게 수신 메시지 정보로 관리되므로 타입정보를 제공함으로써 부재중메시지 또는 멀티미디어 튜터링 문서를 구분하여 구성한다. si(sender id)는 부재중메시지를 보낸 상대방을 의미한다.

튜터링 페이지 구성 정보는 <u, vf, af, if, ti>의 튜플로 구성되며, u, vf, af와 if(Image File)는 각각 소유자 ID, 비디오 파일, 오디오 파일과 이미지 파일을 의미한다. sn(sync number)과 ti(time)는 각각 페이지 번호, 수신/작성 시각을 의미하며, 페이지 번호는 멀티미디어 튜터링 문서의 해당 페이지를 의미한다. 수신/작성 시각은 멀티미디어 튜터링 문서가 작성되거나 수신된 시각이며 연-월-일-시-분-초 단위 정보를 제공하므로 페이지 번호, 소유자 ID와 함께 페이지 식별자로 사용된다. 튜터링 문서 구성정보는 <u, sb, tm, ti, rc, ci>의 튜플로 구성되며 u, sb(subject), tm과 ti는 각각 소유자 ID, 주제, 메시지의 타입과 수신, 작성 시각을 의미한다. rc(received/composed), ci(composer id)는 각각 멀티미디어 튜터링 문서가 사용자에게 의해 작성되었는지, 또는 상대방으로부터 수신되었는지를 구분하는 정보와 멀티미디어 튜터링 문서 작성자들의

미한다.

3.5.3 사용자관리정보 구조

사용자관리정보는 TeleTutor 사용자정보와 호출대상자정보로 세분된다. TeleTutor 사용자정보는 (u, md, td, at)의 튜플로 구성되며 u, md(main directory), td(temporary directory) 및 at(automatic answering on-off)는 각각 로그인 사용자 ID, 수신 메시지 저장소, 작성 메시지 저장소 및 자동응답 기능 ON/OFF를 의미한다. 호출 대상자 정보는 (u, ip, al)의 튜플로 구성되며 u, ip(ip address) 및 al(alias)은 각각 호출 대상자명, IP 주소와 호출 대상자의 별명을 의미한다.

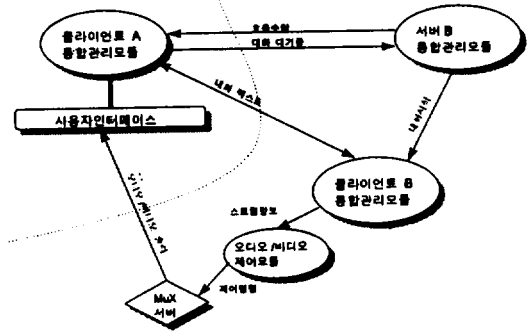
4. TeleTutor의 기능

TeleTutor가 지원하는 기능은 크게 카운슬링 서비스와 멀티미디어 튜터링 서비스로 구분된다. 카운슬링 서비스는 학생이 교수의 상담시간에 오디오, 비디오, 텍스트를 이용한 멀티미디어 대화를 통해 원격으로 상담을 하는데 필요한 기능을 제공하며 원격상담 요청기능, 멀티미디어 상담기능, 상담내용 기록기능 및 재생기능, 자동응답기능이 이에 포함된다. 멀티미디어 튜터링 서비스는 교수와 학생간의 질의응답을 여러 장의 페이지로 구성된 멀티미디어 튜터링 문서를 이용하여 상호 교환함으로써 텔레튜터링이 이루어지는데 필요한 기능을 제공하며 멀티미디어 튜터링 문서 작성기능, 전송기능, 재생기능과 수신된 멀티미디어 튜터링 문서를 관리하는 기능을 포함하고 있다.

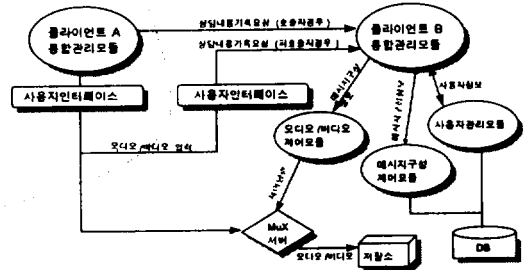
4.1 카운슬링 서비스

원격상담 호출기능은 사용자가 주소목록 인터페이스에서 상담자를 선택함으로써 시작되며, 상대의 상태에 따라 각각 '사용자 없음', '상담 거부', '상담 시작' 등의 처리 단계로 구분되고, 부재중일 때는 자동적으로 자동응답모드로 전환된다. 멀티미디어 상담기능은 호출자의 상담 요구를 피호출자가 수락할 경우 이루어진다. 상담 참여자는 오디오 및 비디오를 이용하여 자신의 윈도우에 출력되는 상대방의 모습을 보면서 상담을 진행하며 텍스트를 이용한 대화도 가능하다. 상담내용 기록기능은 상담이 진행되는 동안 저장할 선택한 시각부터의 대화 내용을 사용자의 저장

소에 오디오와 비디오 파일로 저장하는 기능이다. 사용자는 상담내용목록에서 저장된 상담내용을 선택하여 재생할 수 있다. (그림 3)과 (그림 4)는 멀티미디어 상담기능과 상담내용 기록기능을 구현하는 각 모듈의 관계를 나타낸다.



(그림 3) 멀티미디어 상담
(Fig. 3) Multimedia Counselling



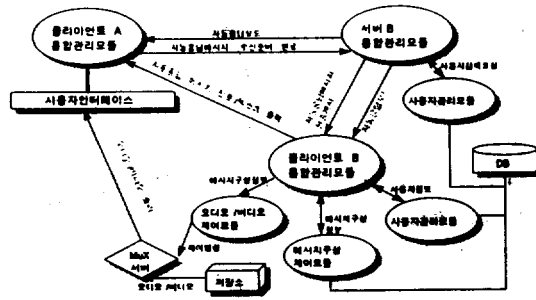
(그림 4) 상담내용 기록
(Fig. 4) Saving Ongoing Counselling

자동응답기능은 상담 시간이 아니거나 상담자가 부재중일 경우 사전에 작성된 자동응답메시지를 호출자의 클라이언트에 전송하는 기능이다. 자동응답메시지는 상담자의 부재시 인사말을 담은 메시지에서 오디오, 비디오, 텍스트를 미디어로 사용하며 작성 인터페이스에서 작성한 후에 내용 확인을 위해 재생할 수 있고, 기존의 자동응답메시지에 덧쓰기 함으로써 갱신이 가능하다. 자동응답메시지 전송은 사용자가 부재중일 경우 사용자의 자동응답메시지 구성정

보에 따라 전송하는 기능이며 오디오, 비디오를 호출
 측 사용자 인터페이스에 프리젠테이션 하는 기능은
 MuX 서버가 담당한다. 호출측 TeleTutor의 클라이언
 트는 오디오, 비디오 프리젠테이션이 완료되면 사용
 자의 '종료' 또는 '부재중메시지 남김' 선택 입력이 있
 을 때까지 대기한다.

부재중메시지 작성 및 전송은 자동응답메시지를
 수신한 후 사용자가 '부재중메시지 남김'을 선택했을
 경우 메시지를 작성하는 기능과 작성된 부재중메시
 지를 수신측 TeleTutor에 지정된 저장소에 저장하는
 기능이다. 메시지를 수신하는 TeleTutor의 클라이언
 트는 전송자와 수신 시각을 기준으로 생성된 시각정
 보를 메시지구성정보와 함께 관리하여 사용자에게
 메시지 수신 여부와 수신된 메시지의 개수를 통보한
 다. 메시지 전송은 자동응답메시지와 동일한 메커니
 즘으로 전송되지만 이 경우에는 상대의 저장소에 직
 접 오디오, 비디오 파일의 형태로 기록한다. 부재중메
 시지 재생은 사용자에게 수신된 메시지를 데이터베
 이스로부터 검색하여 수신 메시지 목록을 제시하고
 사용자가 선택한 메시지를 재생하는 기능이다. 수신
 메시지목록은 메시지의 주제, 전송자명 및 수신 시각
 을 출력하여 사용자가 메시지 내용 및 전송자를 식별
 하는데 편의를 제공한다.

(그림 5)는 자동응답기능을 구현하는 각 모듈의 관
 계를 나타낸다.



(그림 5) 자동응답
 (Fig. 5) Automatic Answering

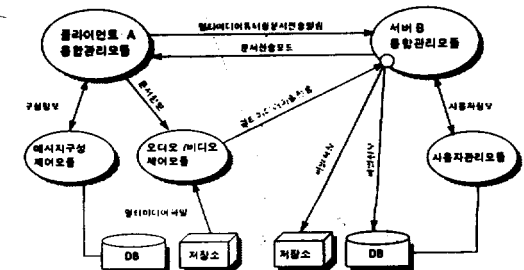
4.2 멀티미디어 튜터링 서비스

멀티미디어 튜터링 서비스는 멀티미디어 튜터링

문서 작성, 전송 및 재생기능과 사용자가 작성한 문
 서와 수신한 문서를 구분하여 관리하는 기능을 갖는
 다. 멀티미디어 튜터링 문서 작성은 문서를 구성하는
 오디오, 비디오, 이미지 객체를 생성하고 결합하여 하
 나의 페이지를 작성하는 기능과, 작성된 여러 장의
 페이지를 하나의 문서로 통합하는 기능을 의미한다.
 두 기능에 따라 사용자는 각 페이지에 이미지 객체를
 페이지에 추가하고 그에 따른 오디오, 비디오 객체를
 제작하는 작업만으로 멀티미디어 튜터링 문서를 제
 작할 수 있다.

멀티미디어 튜터링 문서 전송은 송신측 TeleTutor
 클라이언트에서 파일객체와 멀티미디어 튜터링 문서
 구성정보를 수신측 TeleTutor 서버로 전송하여 파일
 객체들은 수신자가 사전에 설정한 저장소에 저장하
 고 멀티미디어 튜터링 문서 구성 정보는 데이터베이
 스에 저장하는 기능이며 멀티미디어 튜터링 문서의
 재생은 데이터베이스로부터 멀티미디어 튜터링 문서
 구성 정보를 검색하여, 파일 객체로부터 재구성된 멀
 티미디어 튜터링 문서를 사용자에게 프리젠테이션
 하는 기능이다.

멀티미디어 튜터링 문서 관리는 수신 또는 작성된
 문서를 포함하는 전체 문서목록에 대한 사용자 뷰를
 제공하는 기능이다. 멀티미디어 튜터링 문서가 다른
 TeleTutor의 사용자로부터 수신된 문서인 경우에는
 부재중메시지와 동일한 인터페이스로 관리되며 소유
 자가 작성한 문서인 경우에는 별도의 작성문서목록
 을 제공하여 재 사용할 수 있도록 한다. (그림 6)은 멀
 티미디어 튜터링 문서 전송기능 구현하는 각 모듈의
 관계를 나타내고 있다.



(그림 6) 멀티미디어 튜터링 문서 전송
 (Fig. 6) Sending a Multimedia Tutoring Document

5. TeleTutor의 구현환경과 사용자 인터페이스

TeleTutor의 구현은 윈도우즈 NT 3.5가 설치되고 인터넷에 연결된 두 대의 펜티엄 PC 상에서 이루어졌으며, MuX의 오디오 및 비디오를 처리하기 위해서 한국전자통신연구소의 MuX A/V 보드를 사용하였다. 구현 도구로는 Microsoft Visual C++가 사용되었으며 인터페이스는 Microsoft MFC 라이브러리[13, 15]를 사용하였다. 멀티미디어 데이터 처리[2, 3]는 MuXV2R1에서 제공하는 MuX API를 사용하여 구현하였다. 사용된 데이터베이스는 MS-SQL Server 4.0[6]이며 통신 API로는 Windows Socket API 1.1[1, 4, 14]을 사용하여 구현하였다. 본 시스템은 LAN환경에서뿐만 아니라 초고속정보통신 선도시험망에 연결된 윈도우즈 NT 콤비스테이션에서 시험 작동되었다.

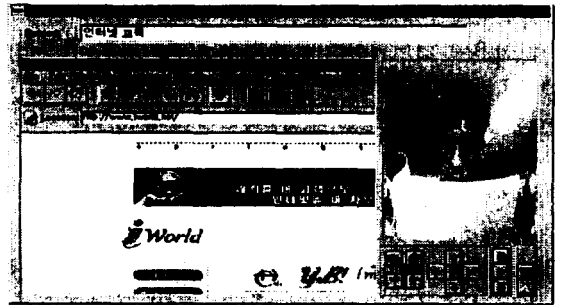
(그림 7)과 (그림 8)은 각각 멀티미디어 상담 인터페이스와 자동응답 인터페이스이며 (그림 9)는 멀티미디어 튜터링 인터페이스이다.



(그림 7) 멀티미디어 상담 인터페이스
(Fig. 7) Multimedia Counselling Interface



(그림 8) 자동응답 인터페이스
(Fig. 8) Automatic Answering Interface



(그림 9) 멀티미디어 튜터링 인터페이스
(Fig. 9) Multimedia Tutoring Interface

6. 결 론

TeleTutor는 지역적으로 원거리에 위치한 교수와 학생 사이에서 강의시간 외에 필요한 일대일 상담 및 질의응답을 지원하는 기능에 초점을 두고 개발되었으며, 원격학습 시스템의 구성 시스템으로서의 기능적 측면에 주안점을 두고 있다. 구현된 기능들은 카운슬링 서비스와 멀티미디어 튜터링 서비스로 구분되어 제공되고 있다. 카운슬링 서비스는 원격상담 호출기능, 멀티미디어 상담기능, 상담내용 기록 및 재생기능, 자동응답기능 등을 제공함으로써 상담이 동일한 장소에서 이루어지는 것과 같은 효과를 갖도록 하였다. 멀티미디어 튜터링 서비스는 멀티미디어 튜터링 문서를 이용한 일대일 질의응답 기능 등을 지원한다. 구조적인 측면에서 TeleTutor는 MuX가 지원하는 우수한 분산 멀티미디어 데이터 처리능력을 기반으로 멀티미디어 입출력 프로세스를 MuX 서버가 전담하고, TeleTutor는 상대 TeleTutor와 서비스를 위한 제어정보 교환과 MuX 서버로의 제어 명령 전달을 담당하는 구조를 통해 클라이언트의 작업 부하를 감소하였으며, 또한 시스템 내에서 사용되는 모든 정보는 데이터베이스를 이용하여 관리하는 구조를 통해 정보관리 측면에서 오류가 발생할 가능성을 최소화하고 사용자관리 및 문서관리에 높은 효율성을 갖는 특징을 갖는다.

이러한 요소를 토대로 TeleTutor는 크게 TeleTutor 클라이언트, TeleTutor 서버, MuX 서버, 데이터베이스로 구성되어, TeleTutor 클라이언트와 서버의 통합관리모듈, 메시지구성제어모듈, 사용자관리모듈 및 오디오/비디오 제어모듈의 유기적인 연동 관계에 의해 서비스를 제공하도록

구현되었으며, 구현된 TeleTutor는 LAN 환경과 초고속 정보통신 선도시험망상에서 전체 기능이 정상적으로 작동됨을 확인하였다.

향후 계획으로 개인용으로 개발된 TeleTutor를 다중 사용자 환경에서 운용이 가능하도록 하는데 적합한 형태로 발전시키는 방안을 고려하고 있다. 현재 TeleTutor가 취하고 있는 클라이언트/서버 구조 및 사용자관리모듈은 이러한 확장 가능성에 대비하여 설계, 구현되었으며, 각 사용자의 컴퓨터에 위치하도록 구현된 TeleTutor 서버를 통합하여 동시에 다수의 사용자로부터 수신되는 서비스 요청과 멀티미디어 텔레튜팅 문서를 처리할 수 있도록 구조를 변경하고, 효율적인 사용자정보관리와 메시지구성정보관리 체계를 구현하기 위한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Amundsen, M. C., MAPI, SAPI & TAPI Developer's Guide, SAMS, 1996.
- [2] Andleigh, P. K., and Thakrar, K., Multimedia Systems Design, Prentice Hall, 1996.
- [3] Buford, J. K., Multimedia Systems, ACM Press, 1994.
- [4] Dumas, A., Programming Winsock, SAMS, 1995.
- [5] Edelson, D. C. and O'Neil, D. K., "The CoVis Collaboratory Notebook: Supporting collaborative scientific inquiry", In Proc. of the 1994 National Educational Computing Conference, 1994.
- [6] Hipson, P. and Jennings, R., Database Developer's Guide with Visual C++ 4, SAMS, 1996.
- [7] Hutchison, C., "Learning in the New Millennium: Towards the 'Virtual University'", <<http://infosys.kingston.ac.uk/circle/Papers/THES/THES.html>>
- [8] Liebeherr, J., "gwTTS-A grounds-wide Tele-Tutoring System for the University of Virginia", <<ftp://cs.virginia.edu/pub/jorg/papers/gwtts.ps>>
- [9] Northwestern University, "Learning Through Collaborative Visualization(CoVis)", <http://www.covis.nwu.edu/info/CoVis_OV.html>
- [10] Pea, R. D., "Learning Through Collaborative Visualization", <http://www2.covis.nwu.edu/papers/CoVis_PDF/CoVis_Overview.pdf>
- [11] Reesman, M., "A Collaborative Interactive Distance Learning Project", <http://idl.ncms.org/idl_history.html>
- [12] Radoiu, D., Rotariu, E. and Enachescu, C., "Trends in Distance Education: Hypermedia Educational Modules", <<http://infix.emp.paed.uni-muenchen.de/nic/cmc/nlw/Papers/Radoiu.html>>
- [13] Shepherd, G. and Wingo, S., MFC Internals, Addison-Wesley Developers Press, 1996.
- [14] Stevens, W. R., Unix Network Programming, Prentice Hall, 1991.
- [15] Toth, V., Visual C++4, SAMS, 1996.
- [16] 이근왕, 김봉기, 오혜석, "초고속정보통신망에서의 가상대학과 LOD 서비스", 정보처리학회지, Vol. 4, No. 3, pp. 41-50, 1997.
- [17] 한국전자통신연구소, MuXV1R2 API Reference Manual, Rev. 1.0, 한국전자통신연구소, 1995.
- [18] 한국전자통신연구소, MuXV2R1 Tutorial, 한국전자통신연구소, 1996.
- [19] 한국전자통신연구소, MuX 사용자 그룹 워크샵 발표논문집, 한국전자통신연구소, 1996.
- [20] 한국정보처리학회, '95 MuX 사용자 그룹 워크샵, 한국전자통신연구소, 1995.
- [21] 황대준, "사이버 스페이스상의 상호참여형 실시간 원격 교육시스템에 관한 연구", 정보처리학회지, Vol. 4, No. 3, pp. 29-40, 1997.

강 성 수

1997년 아주대학교 수학과 졸업(학사)
 1997년~현재 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부 석사과정
 관심분야: 데이터베이스, 분산 객체 컴퓨팅, 멀티미디어 응용시스템



류 기 열

- 1985년 서울대학교 전자계산기 공학과 졸업(학사)
- 1987년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학 석사)
- 1992년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학박사)
- 1992년~1993년 한국과학기술원 위촉연구원

1993년~1994년 일본 도쿄대학 객원연구원
1994년~현재 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부 조교수
관심분야: 프로그래밍언어, 객체지향프로그래밍언어/시스템/응용, 분산계체

변 광 준

- 1985년 서울대학교 전자계산기 공학과 졸업(학사)
- 1987년 Pennsylvania State University 전산과 졸업(이학석사)
- 1993년 University of Southern California 전산과 졸업(공학박사)

1994년~현재 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부 조교수
관심분야: 데이터베이스, 분산 객체 컴퓨팅, 멀티미디어 응용시스템