

# 세미나 기반의 동기식 원격교육 시스템의 설계 및 구현

조성국<sup>0</sup>, 이장호

홍익대학교 컴퓨터공학과

{chosk<sup>0</sup>, janghol}@cs.hongik.ac.kr

## Design and Implementation of Seminar-Based Synchronous Distance Learning System

SungKook Cho<sup>0</sup>, JangHo Lee

Dept. of Computer Engineering, Hong IK Univ.

### 요 약

컴퓨터와 인터넷의 급속한 보급으로 인해 원격교육(Distance Learning)에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나, 지금까지 대부분의 원격교육 시스템은 웹 기반의(Web-Based) 비동기(asynchronous) 형태로써 피교육자가 이미 제작된 콘텐츠를 다운로드하여 보는 단순한 형태의 교육방식이다. 따라서, 전통적인 연대면(Face-to-Face) 교육방식을 대체할 수 있는 원격교육이 되기 위해서는 교육자와 피교육자, 피교육자와 피교육자간에 인지(awareness) 및 상호작용(interaction)이 가능한 원격교육의 기능이 지원되어야 한다. 본 논문에서는 비디오 및 오디오 컨퍼런싱(video and audio conferencing), 텍스트 기반 대화(text-based chat), 선 및 텍스트 애노테이션이 가능한 슬라이드(slide with line and text annotation)를 제공하고 피교육자에 대한 인지정보(awareness information)를 공유하는 동기식 세미나용 원격교육 시스템을 설계하고 구현하였다.

### 1. 서 론

컴퓨터와 인터넷의 발달로 인해 지리적으로 분산되어 있는 사람들 간의 컴퓨터를 통한 협업(Collaboration)이 증가하고 있으며, 이러한 협업을 연구하는 학문인 CSCW(Computer Supported Cooperative Work)과 관련한 활발한 연구가 이루어지고 있다[1]. 그러한 협업 중 컴퓨터와 네트워크를 이용한 원격교육은 교사와 학생들간의 직접적인 연대면으로 이루어지는 전통적인 교육방식이 아니라 컴퓨터와 네트워크의 지원을 통해 지리적 위치와 관계없이 이루어지는 교육활동을 말한다. 이러한 원격교육 시스템을 통해서 전통적인 방식에서 교육을 받기 위해 이동하는데 발생하는 시간 및 비용을 절감 할 수 있고 전통적인 방식에서 발생 가능한 공간의 문제를 해결 할 수 있다. 또한 지리적으로 떨어져 있는 학생들이 함께 교육을 받을 수 있게 함으로써 교육의 유용성을 증가시킨다[2].

원격교육 시스템은 교육자와 피교육자간에 교육이 동시에 수행되는지, 그렇지 않은지에 따라 동기식과 비동기식으로 구분할 수 있는데 비동기식 시스템의 경우 시간에 구애받지 않고 언제나 강의 내용을 볼 수 있다는 장점이 있는 반면, 강의 도중 피교육자와의 실시간 상호작용을 지원하지 않으므로 학습효과가 동기식에 비해 떨어진다.

현재 제공되고 있는 대부분의 원격교육 시스템은 웹 브라우저를 이용한 비동기식으로 진행되므로 교육자와 피교육자와의 상호작용 없이 피교육자가 단순히 교육자의 강의를 학습 하는 SITN(Stanford Instructional Television Network) 시스템 형태이다[3,4]. 그러나, 비동기식 교육방식 보다는 교육자와 피교육자의 상호작용을 지원해주고 화상 및 음성용을 이용한 동기식 컨퍼런싱형 교육방식이 피교육자에게 학습 이해도 측면에서 보다 더 우수하다[5]. 따라서, 교육자와 피교육자간에 동기식 교육방식에 대한 연구가 더욱 필요한 실정이다.

본 논문에서는 지리적으로 떨어져 있는 교육자와 피교육자 뿐만 아니라, 피교육자와 피교육자간의 인지 및 상호작용을 지원해주는 동기식 컨퍼런싱형 원격교육 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 교육자의 비디오와 오디오를 피교육자에게 제공해주고, 커뮤니케이션을 가능하게 텍스트 기반의 실시간 대화를 제공한다. 또한 교육의 효율성을 높이기 위해 선 및 텍스트 애노테이션이 가능한 슬라이드를 제공한다.

### 2. 관련연구

원격교육 시스템은 비동기식, 동기식으로 구분되고 협업 교육 전략에 따라 강의기반, 토론기반, 세미나기반으로 구분할 수 있다[6]. 대표적인 비동기식 시스템으로는 교육자와 피교육자간에 동기적으로 상호작용이 이루어질 수 없는 SITN과, CMC(Computer-mediated Communication) 시스템을 통해 교육이 이루어질 수 있게 해주는 New Jersey Institute의 Virtual Classroom등이 있다[2,3]. 대표적인 동기식 시스템으로는 마이크로소프트의 DCV 시스템과 세미나 기반 시스템으로 마이크로소프트의 TELEP 시스템등이 있다[5,7].

#### 2.1 DCV(Distributed Collaborative Video Viewing System)

마이크로소프트의 DCV 시스템은 지리적으로 서로 떨어져 있는 피교육자들간에 같은 비디오를 보면서 토론을 하는 토론기반 시스템으로, 이미 상용화된 마이크로소프트의 윈도우 미디어 플레이어와 넷미팅(netmeeting) 소프트웨어를 결합한 시스템이다. 윈도우 미디어 플레이어를 통해 비디오를 보고 넷미팅의 어플리케이션 공유 기능을 통해 피교육자들간에 VCR 컨트롤을 공유하여 비디오를 정지 및 플레이 함으로써 토론이 이루어진다. 또한 비디오 및 오디오 컨퍼런싱, 텍스트 기반 대화를 통해 피교육자들간에 상호작용을 가능하게 해주는 시스템

이다.

2.2 TELEP

마이크로소프트의 TELEP 시스템은 혼합모드로서 교육자는 강의실에서 라이브 피교육자를 대상으로 프리젠테이션을 수행하고 교육자의 강의모습을 디지털카메라로 캡쳐하여 원격지에서 참석하고 있는 피교육자에게 전송해주는 세미나 기반 시스템이다.

TELEP 시스템은 클라이언트/서버 구조로서 서버는 Windows Media Server와 Lightweight Video Multicast System, Collaboration Server로 구성된다. Windows Media Server에서는 단순히 교육자의 비디오를 전송하고, Lightweight Video Multicast System을 통해 원격 피교육자의 비디오를 전송하는 역할을 수행한다. 그리고 Collaboration Server는 원격 피교육자와 교육자, 원격 피교육자간의 커뮤니케이션을 제공함으로써 상호작용을 가능하게 한다. TELEP 시스템은 위와 같은 구조를 통해 라이브 피교육자와 원격 피교육자 모두를 수용하는 구조이고 상호작용을 가능하게 해주는 시스템이다.

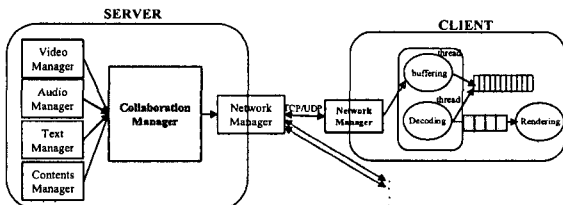
그러나, TELEP 시스템은 라이브 피교육자 중심으로 프리젠테이션이 되기 때문에 원격 피교육자와의 상호작용이 어렵고 교육의 질이 떨어질 수 있는 단점이 있다. 또한 교육자, 라이브 피교육자 또한 수업에 대한 집중도가 떨어질 수 있다[4].

본 논문에서는, 비동기식에서 제공하지 못하는 교육자와 원격 피교육자들간의 인지 및 상호작용을 지원하고 교육자와 원격 피교육자들만을 위한 세미나 기반의 동기식 컨퍼런싱형 원격 교육시스템을 설계하고 구현한다.

3. 시스템 구조

본 논문에서 구현한 시스템은 <그림 1>과 같이 크게 클라이언트/서버로 구성된다. 교육자 프로그램은 서버 프로그램으로써 <그림 1>과 같이 6개의 매니저로 구성된다. 그 중 협업매니저(Collaboration Manager)는 서버와 클라이언트, 클라이언트들간의 인지 및 상호작용을 위해 사용되는 매니저로서 클라이언트의 정보를 관리하며 비디오, 오디오, 텍스트, 콘텐츠 매니저를 통해 수집된 데이터를 관리하고 네트워크 매니저에게 전송한다. 네트워크 매니저는 클라이언트와의 세션을 설정하고 데이터를 송신 및 수신한다.

피교육자 프로그램은 클라이언트 프로그램으로써 네트워크 매니저를 통해 서버 프로그램과의 세션을 설정하고 데이터를 받는다. 클라이언트는 멀티스레드로 구성되며 하나의 스레드는 네트워크 매니저로부터 받은 각각의 데이터를 일정크기의 버퍼에 삽입하는 버퍼링 역할을 수행하고 다른 스레드는 버퍼에 저장되어 있는 데이터를 디코딩하는 역할을 수행한다. 디코딩된 데이터들은 클라이언트 프로그램에 렌더링하게 된다.



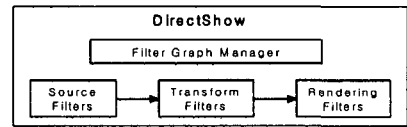
<그림 1> 시스템 구조

4. 시스템 구현

4.1 개요

본 논문에서 구현한 원격교육 시스템은 펜티엄4 1.8GHz CPU, 256MB 메모리의 윈도우즈 XP 환경에서 마이크로소프트의 Visual C++과 DirectShow를 이용하여 구현한 프로그램으로 USB 인터페이스의 화상카메라와 마이크가 필요하다. 그리고 네트워크의 대역폭을 줄이기 위해 교육자의 비디오와 오디오는 각각 Microsoft Mpeg4 Video Codec v3 와 G.723 코덱을 사용하였다. 또한 네트워크 프로토콜로 연결 정보를 관리하기 위해 TCP 프로토콜을 사용했고, 비디오와 오디오의 전송을 위해 UDP 프로토콜을 사용했다.

멀티미디어 데이터를 다루기 위해 사용한 마이크로소프트의 DirectShow 기술은 윈도우즈 플랫폼에서 수행되는 멀티미디어 스트리밍 아키텍처로서 필터라는 구조의 컴포넌트를 도입하여 설계하였다. 필터는 마이크로소프트의 COM(Component Object Model) 기술을 기반으로 제작하여 확장성이 용이하다. 필터의 종류는 <그림 2>와 같이 3가지로 나눌수 있는데, 소스 필터는 영상이나 음성을 캡쳐하거나 파일을 읽는 필터이고, 변환 필터는 입력된 데이터를 가공하여 다른형태의 데이터로 변환한다. 렌더 필터는 입력된 데이터를 파일로 저장을 하거나 렌더링 한다. 이 3가지 필터를 구성함으로써 필터 그래프가 구성되고 필터 그래프 매니저(Filter Graph Manager) 컴포넌트를 이용하여 필터그래프를 제어한다.

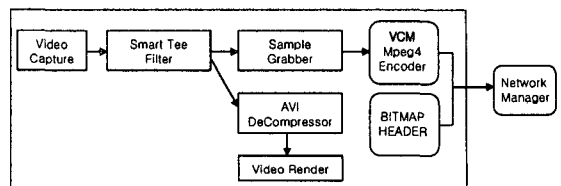


<그림 2> 필터그래프

4.2 미디어관리

<그림 3>은 서버 측에서 DirectShow를 이용한 멀티미디어 데이터를 관리하기 위한 구조를 나타낸다. 비디오 캡처를 통해 USB 화상카메라로부터 데이터를 얻어 네트워크 매니저로 데이터를 전송하기 위해 콜백 함수(Callback Function)를 통해 샘플 그래버로 데이터를 추출하고 네트워크 관리자로 데이터를 전송한다. 이때 추출된 데이터는 압축이 되지 않은 큰 데이터이기 때문에 네트워크 대역폭을 고려하여 VCM(Video Compress Manager)을 이용하여 Mpeg4 Codec으로 압축을 수행하고 비디오 데이터 앞에 비트맵 헤더 정보를 추가하여 전송하게 된다. 또한 송신 측에서 영상을 로컬에 렌더링하기 위해 AVI 디코덱서를 통해 렌더링을 수행함으로써 전송 및 렌더링을 동시에 수행한다.

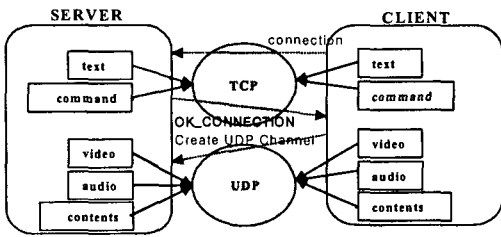
클라이언트는 <그림 1>의 클라이언트 부분과 같이 네트워크 매니저로부터 비디오, 오디오, 강의 슬라이드를 받게된다. 클라이언트는 멀티스레드를 구동함으로써 각각의 미디어 데이터를 받아 버퍼링 및 디코딩을 수행하고, 비디오 데이터의 경우 비트맵 헤더를 분리하여, 디코딩을 수행 후 렌더링한다. JPEG 포맷으로 받은 강의 슬라이드는 GDI+를 사용하여 비트맵으로의 변환 없이 바로 클라이언트의 GUI에 렌더링한다.



<그림 3> 미디어 관리 : 서버측

4.3 통신 프로토콜

본 논문에서 구현한 시스템의 통신 프로토콜은 TCP, UDP를 사용한다. 서버와 클라이언트에서 통신하는 데이터는 크게 비디오, 오디오, 텍스트, 커맨드 컨트롤, 강의 슬라이드로 구성되는데 네트워크 매니저는 <그림 4>와 같이 총 5개의 통신 채널을 생성한다. 클라이언트가 서버에 TCP 컨넥션을 맺게 되면 서버는 OK\_CONNECTION이라는 메시지를 클라이언트에게 전송한다. 클라이언트가 OK\_CONNECTION 메시지를 받게 되면 클라이언트는 비디오, 오디오, 강의 슬라이드에 대한 전용 UDP 통신 채널을 생성하게 된다. 각각의 통신 채널을 통해서 서버와 클라이언트는 비디오, 오디오, 강의 슬라이드, 텍스트, 커맨드 컨트롤을 통신한다. 텍스트와 커맨드 컨트롤은 신뢰성 있는 TCP 프로토콜을 사용하고 비디오, 오디오, 강의 슬라이드는 UDP 프로토콜을 사용한다.



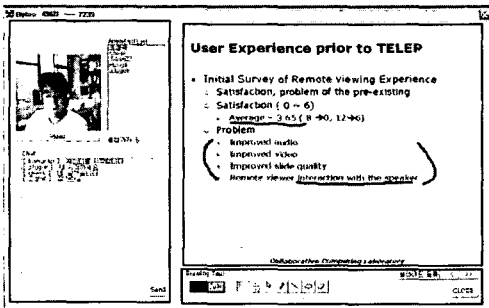
<그림 4> 통신 프로토콜

4.4 선 및 텍스트 애노테이션이 가능한 슬라이드

세미나용 슬라이드는 서버와 클라이언트에서 모두 상용 응용 프래밍 없이도 프리젠테이션이 가능하도록 플랫폼에 독립적인 이미지를 사용했다. 교육자의 강의 슬라이드는 클라이언트에게 전송시 파일의 크기를 줄이기 위해 Jpeg로 변환하여 전송한다.

교육자는 슬라이드에 선 및 텍스트 애노테이션을 추가하고 클라이언트의 슬라이드에도 교육자의 애노테이션이 보여지게 되어 교육의 효율을 올릴 수 있다. 이때, 교육자가 사용한 애노테이션에 의해 변경된 이미지는 VNC(Virtual Network Computing)에서의 RFB(Remote Frame Buffer) 프로토콜 처럼 다시 클라이언트에게 보내지는 것이 아니라, 벡터 데이터를 보냄으로써 자연스러운 슬라이드 컨트롤이 가능하며 데이터 크기의 감소로 네트워크 대역폭을 줄이는 효과를 얻을 수 있다[8]. 또한 피교육자는 강의 슬라이드를 로컬 컴퓨터에 저장할 하여 비동기식 교육의 장점을 활용할 수 있다.

5. 사용자 인터페이스



<그림 5> 교육자 인터페이스

<그림 5>는 프로그램이 실행된 교육자 인터페이스로서 하

단부의 선 및 텍스트 애노테이션 부분을 제외하고는 피교육자의 인터페이스와 비슷하다. <그림 5>의 왼쪽은 상호작용 및 인지정보 부분으로써 교육자의 비디오를 보여준다. 또한 현재 교육에 참여한 피교육자의 목록 및 총 참여자수와 피교육자의 정보를 보여주고 또한 피교육자와의 상호작용을 위해 텍스트 기반의 대화를 지원한다. 오른쪽 상단부는 프리젠테이션을 위한 슬라이드를 디스플레이 하고, 하단부는 교육자 프로그램에 한 있는 인터페이스로 슬라이드를 등록하고 슬라이드를 앞뒤로 이동할 수 있는 슬라이드 컨트롤과 슬라이드에 애노테이션을 추가하기 위한 기본 도구들을 제공한다. <그림 5>와 같이 인터페이스를 단순화 시킴으로써 교육자, 피교육자는 특별한 기술의 습득없이도 교육이 가능하다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문의 원격교육 시스템은 교육자와 피교육자, 피교육자와 피교육자간의 인지 및 상호작용이 가능한 동기식 세미타기 기반의 교육이 가능하고, 클라이언트에서 멀티스레드를 사용함으로써 CPU 사용률이 낮은 효과가 있다. 또한 모바일에서 많이 사용되는 압축률이 높은 Mpeg4를 사용함으로써 저사양의 PC와 낮은 네트워크 대역폭에서도 부드럽게 영상이 렌더링되어 모바일로도 확장이 가능하다. 또한 강의 슬라이드로 플랫폼에 독립적인 이미지를 사용함으로써 상용 응용프로그램 없이도 교육이 가능하며 클라이언트로 전송시 Jpeg로 압축하여 압축률 및 품질을 설정 가능하게 함으로써 강의 슬라이드의 질을 조절할 수 있다.

앞으로 오디오와 관련한 기능을 추가하고 비디오와 오디오의 동기화(synchronization)를 구현할 예정이다. 또한 실시간 멀티미디어 데이터 통신에 사용되는 RTP(Real-Time Protocol) 및 시퀀스, 대역폭 및 오류정보를 확인하는 RTCP(Real-Time Control Protocol)로의 확장이 필요하다. 그리고 멀티미디어 세션 또는 호를 설정하고 종료하는 프로토콜의 표준인 ITU-T(International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector)에서 발표된 H.323과 IETF(Inter Engineering Task Force)에서 제안한 SIP(Session Initiation Protocol)로의 확장이 필요하다.

<참고문헌>

- [1] T.D. Palmer, N.A. Fields, "Computer supported cooperative work", IEEE Computer, 15-17, 1994.
- [2] L. Neal, "Virtual Classrooms and Communities", Proc GROUP, ACM, 81-90, 1997.
- [3] SITN "http://www-sitn.stanford.edu"
- [4] S. Tasi, P. Machado, "E-learning, Online Learning, Web-based Learning, or Distance Learning: Unveiling the Ambiguity in Current Terminology", ACM Elearn Magazine,
- [5] J. Cadiz, A. Balachandran, and E. Sanocki, "MS Distance Learning Through Distributed Collaborative Video Viewing", Proc CSCW, ACM, 135-144, 2000
- [6] S.R. Hiltz, "Collaborative Learning In a Virtual Classroom: Highlights Of Findings", Proc CSCW, ACM, 282-290, 1988.
- [7] G. Jancke, J. Grudin, and A. Gupta, "Presenting to Local and Remote Audiences: Design and Use of the TELEP System", Proc CHI, ACM, 384-391, 2000.
- [8] S. Feng Li, Q.Stafford-Fraser, A. Hopper, "Integrating Synchronous and Asynchronous Collaboration with Virtual Network Computing", IEEE Internet Computing, 26-33, 2000